Netzwerkdynamiken im Cluster:
Optische Technologien in der Region Berlin-Brandenburg

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft
des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Dipl.-Kfm. Frank Lerch

aus Falkensee (geb. in Berlin-Staaken)

Berlin, 2009

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin.

Dekan:	Prof. Dr. Michael Kleinaltenkamp
Erstgutachter:	Prof. Dr. Jörg Sydow
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Thomas Mellewigt
Disputation am:	29.06.2009

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis……vi

Tabellenverzeichnis…….…….....ix

Abkürzungsverzeichnis……x

1 EINLEITUNG……...1

1.1 Relevanz und Zielsetzung der Arbeit……..1

1.2 Gang der Arbeit……...5

2 ENTWICKLUNG, STAND UND PERSPEKTIVEN DER CLUSTER-FOSCHUNG..……7

2.1 Laufbahn eines Konzeptes……...7

2.2 Elemente einer Clustertheorie: Agglomeration, Innovation und Relation……10

2.2.1 Agglomerationsökonomik und klassische Standorttheorien der Wirtschaftsgeographie……...13

2.2.2 Porters Clusterkonzept und dessen Weiterentwicklung…….24

2.2.2.1 Porters Clusterkonzept…….....24

2.2.2.2 Kritische Würdigung von Porters Clusterkonzept…….29

2.2.2.3 Mehrdimensionale Weiterentwicklung des Porterschen Clusterkonzepts…….31

2.2.3 Cluster und Innovation……...36

2.2.3.1 Innovation: Eine Begriffsbestimmung……...37

2.2.3.2 Möglichkeiten der Messung von Innovationen……..41

2.2.3.3 Territoriale Innovationsmodelle…….45

2.2.3.4 Kritische Reflexion der „Geography and Innovation“ Diskussion…….55

2.2.4 Netzwerke im Cluster und die relationale Perspektive auf Cluster…...57

2.2.4.1 Konzeptionalisierung von Netzwerken (in Clustern) als Organisationsform(en)……...59

2.2.4.2 Konzeptionalisierung von Netzwerken (in Clustern) als relationale Struktur……61

2.2.4.3 Relationale Perspektive auf Cluster……...63

2.2.4.4 Netzwerkstrukturen (in Clustern): Geschlossenheit vs. strukturelle Löcher……67

2.2.4.5 Cliquen(overlap) und Innovationen in regionalen Clustern…...73

2.3 Klassifikation und Typologisierungen von Agglomerationen ökonomischer Aktivitäten und von Clustern…….80

2.4 Dynamik von Clustern: Lebenszyklus, Entwicklung und Pfade……...85

2.4.1 Lebenszyklusmodell der Clusterentwicklung……85

2.4.2 Industrielle Wachstumspfade…….90

2.4.3 Pfade der Clusterentwicklung……93

3 METHODIK UND UNTERSUCHUNGSDESIGN……103

3.1 Methoden empirischer Clusterforschung: Identifizierung und Analyse von Clustern……...103

3.1.1 Experten- und Sachverständigenbefragung……104

3.1.2 Maßzahlen räumlich-sektoraler Konzentration……...104

3.1.3 Input-Output-Analyse……...106

3.1.4 Netzwerkanalyse……..108

3.1.5 Umfragen……109

3.1.6 Wettbewerbliche Verfahren……109

3.1.7 Analyse auf der Basis von Wertschöpfungssystemen……..110

3.1.8 Verfahren zur Abschätzung der Entwicklungsdynamik……..111

3.1.9 Zwischenfazit und die Frage „Sind Cluster(-Unternehmen) erfolgreicher?“……113

3.2 Methodisches Konzept der empirischen Untersuchung……..117

3.2.1 Einführung in die empirische Untersuchung……...117

3.2.2 Datenerhebung und -analyse……....122

4 ANALYSE DES CLUSTERS OPTISCHER TECHNOLOGIEN IN BERLIN-BRANDENBURG……..130

4.1 Abgrenzung und Bedeutung der optischen Technologien……...130

4.1.1 Erste Annäherung an und Definitionsversuch für optische Technologien……....130

4.1.2 Die optische Industrie und deren Bedeutung……...132

4.1.3 Cluster im Feld der optischen Technologien und Herausbildung erster Cluster-Allianzen……...143

4.2 Historischer Abriss der Entwicklung der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg bis 2000……..153

4.2.1 Die Entwicklung des Feldes optischer Technologien bis 1945……...155

4.2.2 Der Wiederaufbau und die Aufspaltung des Feldes optischer Technologien in Berlin-Brandenburg 1945-1990……171

4.2.3 Erneute Transformation und Neustrukturierung der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg nach 1990……178

4.3 Die nationale Initiative zur Förderung der optischen Technologien, Netzwerkentwicklung von OpTecBB und des Clusters optischer Technologien in Berlin-Brandenburg……..184

4.3.1 Die nationale Initiative zur Förderung der optischen Technologien...184

4.3.2 Ausgangsbedingungen, Gründung und Herausbildung der Governance-Strukturen von OpTecBB……187

4.3.3 Vernetzungsaktivitäten von OpTecBB……197

4.3.4 Aktueller Status der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg ……..209

4.4 Strukturelle Netzwerkanalyse und technologische Innovationen im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg……..217

4.4.1 Strukturelle Einsichten in das Cluster optischer Technologien Berlin-Brandenburg…….217

4.4.2 Cliquen und Cliquenoverlap im Innovationsprozess von OpTecBB ……..228

4.4.3 Ein Netzwerk im Cluster: Der Fall des RSS-Netzwerkes……....240

5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT……255

5.1 Zusammenfassung……...255

5.2 Kritische Würdigung des Untersuchungsdesigns – Limitationen der vorliegenden Arbeit…….256

5.3 Implikationen für die Netzwerk- und Clusterforschung sowie für das Management von Netzwerken in Clustern……..258

Literaturverzeichnis……..262

Anhang……...310

Anhang A: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (Erhebung 2004)…….....310

Anhang B: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (Erhebung 2006)…….....313

Anhang C: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (OpTecBB-Schwerpunkt)……...320

Anhang D: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (Geschäftstellenleitung)…….324

Anhang E: Stammbaum der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg 1800-1989……..329

Lebenslauf……..330

Publikationsverzeichnis……332

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Im SSCI gelistete Veröffentlichungen zu den Themen „Cluster generell" und „regionale Cluster" zwischen 1991 – 2007 (Thomi/Sternberg 2008, 76)

Abb. 2: Rahmenkonzept des regionalen Clusterns (in Anlehnung an Dahl 2001, 15)

Abb. 3: Konzeptionsvielfalt zur Thematik Raum, Wissen und wirtschaftliche Entwicklung (Thomi/Sternberg 2008, 74)

Abb. 4: Der Porter'sche Diamant oder Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in Clustern (nach Porter 1998a, 211; 2000, 270)

Abb. 5: Cluster als mehrdimensionales lokalisiertes Wertschöpfungssystem (Kiese 2008, 12)

Abb. 6: Theoretische Herkunft der TIM (Moulaert/Sekia 2003, 295)

Abb. 7: Schematische Darstellung des RIS (Cooke 2002b, 137)

Abb. 8: Territoriale Innovationsmodelle im Kontext (in Anlehnung an Halder 2006, 47)

Abb. 9: Multi-Ebenen-Ansatz bei der Analyse von (Netzwerken in) Clustern

Abb. 10: Gegensätzliche Quellen von Sozialkapital aufgrund der Struktur sozialer Beziehungen

Abb. 11: Typologie von Agglomerationen nach Malmberg et al. (1996)

Abb. 12: Organisations- und Kooperationsformen in Industrial Districts (in Anlehnung an Markusen 1996)

Abb. 13: Clusterklassifikation nach Romanelli und Kessina (2005, 350)

Abb. 14: Klassifikation von Clustern nach Tichy (2001)

Abb. 15: Idealtypisches Lebenszyklusmodell der Clusterentwicklung (Schramm-Klein 2005, 542)

Abb. 16: Vier Phasen industrieller Wachstumspfade (Storper/Walker 1989)

Abb. 17: Drei mögliche Arten von Pfadabhängigkeit im Clusterentwicklungsprozess

Abb. 18: Erweitertes Modell der Pfadkonstitution (Schreyögg et al. 2003, 272)

Abb. 19: Vorgehensweise bei der Identifikation und Analyse von Clustern (Krätke/ Scheuplein 2001, 74)

Abb. 20: Wertschöpfungskette der optischen Technologien (in Anlehnung an University of South Florida 1999 und Optimat Ltd. 2002)

Abb. 21: ‘Nahrungskette’ des Marktes für elektronische Systeme (im Jahr 2004) Quelle: Gartner Dataquest, ASML, CZ SMT (zitiert nach SPIE 2006)

Abb. 22: Entwicklungsstand der optischen Technologien und die daraus resultierenden Produktoptionen (VDI Technologiezentrum GmbH 2005)

Abb. 23: Agglomerationsräume der optischen Industrie in Deutschland

Abb. 24: Stammbaum der optischen Technologien Berlin-Brandenburg 1800-1989

Abb. 25: Optikunternehmen um 1920 in Berlin-Friedenau und -Steglitz

Abb. 26: Agglomeration der physikalischen und optischen Forschungseinrichtungen in Berlin um die Jahrhundertwende

Abb. 27: Ausgründungen und neue Forschungsinstitute aus der AdW und dem Werk für Fernsehelektronik im Ostteil Berlins nach 1990

Abb. 28: Technologiepark Berlin-Adlershof im Jahr 2006 (Quelle: WISTA)

Abb. 29: Clusterumfeld der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg

Abb. 30: Ökonomische Entwicklungskerne in Berlin-Brandenburg (Rosenfeld et al. 2004).

Abb. 31: Entwicklung der OpTecBB-Mitgliederzahl und -struktur zwischen 2000 und 2008

Abb. 32: Technologieschwerpunkte der Region und OpTecBBs (Quelle: OpTecBB)

Abb. 33: Governance Struktur von OpTecBB (Quelle: OpTecBB)

Abb. 34: Vorschlag für eine adaptierte Arbeitsstruktur OpTecBBs aus dem Jahr 2005

Abb. 35: Optik-Unternehmen und -Forschung in Brandenburg (Lerch 2007, 22)

Abb. 36: Optik-Unternehmen und -Forschung in Berlin

Abb. 37: Anzahl der Unternehmensgründungen in Optik, MST und Solar/PV in Berlin Brandenburg (TSB 2008, 10)

Abb. 38: Entwicklung der Umsätze und der Beschäftigtenzahlen in den Optikunternehmen in Berlin und Brandenburg (TSB 2008, 11)

Abb. 39: In der Region Berlin-Brandenburg präsente Stufen der Optik-Wertschöpfungskette (Quelle: OpTecBB und eigene Erhebung 2006)

Abb. 40: Beziehungsstrukturen im regionalen Kompetenznetz in 2000 (Eigene Erhebung: 81 Interviews)

Abb. 41: Beziehungsstruktur zwischen OpTecBB-Mitgliedern in 2003 (Eigene Erhebung: 81 Interviews)

Abb. 42: Strukturell identifizierbare technologische Schwerpunktgruppen OpTecBBs 2003

Abb. 43: Beziehungsstruktur zwischen OpTecBB-Mitgliedern in 2005/06 (Eigene Erhebung: 83 Interviews)

Abb. 44: Strukturell identifizierbare technologischen Schwerpunktgruppen OpTecBBs 2006

Abb. 45: Entwicklung der Beziehungsdichte (in %) in OpTecBB

Abb. 46: Entwicklung der Zentralität der OpTecBB-Mitglieder in OpTecBB zwischen 2000 und 2006

Abb. 47: Keine, ein- und zwei-dimensionale Cliquenüberlappung

Abb. 48: Schematische Darstellung des RSS-Netzwerks im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg (in Anlehnung an Sydow/Zeichhardt 2008)

Abb. 49: Akteure und Beziehungen im RSS-Netzwerk (Stand 2006)

Abb. 50: Von der Roadmap beschriebene und vorhergesagte RSS-Projekte (Stand: 2003) (Quelle: OpTecBB)

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Beispielhafter Überblick über Clusterstudien in verschiedenen Branchen

Tab. 2: Typen selbstverstärkender Mechanismen im erweiterten Modell (Sydow/Lerch 2007b)

Tab. 3: Clusteridentifikations- und -analysemethoden (Koschatzky/Lo 2007)

Tab. 4: Auf verschiedenen Analyseebenen erhobene quantitative und qualitative Daten

Tab. 5: Statistik der Gesamtbranche der deutschen optischen, medizinischen und mechatronischen Industrie (SPECTARIS 2008, 3)

Tab. 6: Statistik der deutschen Industrie für optische Technologien (SPECTARIS 2008, 11)

Tab. 7: Agglomerationen in Berlin-Brandenburg identifiziert vom European Cluster Observatory (2008)

Tab. 8: Erste Repräsentanten OpTecBBs in 2000 (OpTecBB 2000)

Tab. 9: Technologieförderung des Berliner Senats 2005-2007 (Quelle: SenWAF)

Tab. 10: Verteilung der Optik- und Optik/MST-Unternehmen in Berlin und Brandenburg in 2008 (Quelle: TSB Adlershof)

Tab. 11: Veränderung von Umsatz und Beschäftigung in den optischen Technologien in Berlin und Brandenburg (TSB 2008, 15)

Tab. 12: Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen in den Berliner Kompetenzfeldern in Berlin-Brandenburg (Entwicklung, 2003 = 100 %), (TSB 2008b, 15)

Tab. 13: Die für die Clusterakteure wichtigsten Kooperationspartner in Innovationsprojekten in 2005 (eigene Erhebung)

Tab. 14: Entwicklung der Beziehungen in OpTecBB zwischen 2000 und 2006 differenziert nach Beziehungstypen

Tab. 15: In der Regressionsanalyse verwendete Maße

Tab. 16: Deskriptive Statistik: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen

Tab. 17: Regressionsanalyse: Vorhersagewerte für Innovationsoutput der Unternehmen

Abkürzungsverzeichnis

µSYS	Messe Mikrosystemtechnik
3D	drei dimensional
Abw.	Abweichung
ADL	Arthur D. Little
AdW	Akademie der Wissenschaften
AEG	Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft
AG	Aktiengesellschaft
AIP	Astrophysikalisches Institut Potsdam
allg.	allgemein
APF	Australian Photonics Forum (Australien)
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BB	Berlin-Brandenburg
BCG	Boston Consulting Group
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BESSY	Berliner Elektronenspeicherring und Synchrotronstrahlungsquelle
BG	Berliner Glas KGaA Herbert Kubatz GmbH
BioMed	Biomedizin
BKF	Branchenkompetenzfeld
BLiX	Berlin Laboratory for innovative X-ray Technologies
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (bis 2002)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BW	Baden-Württemberg
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CD	Compact Disc
CORDIS	Community Research and Development Information Service (Forschungs- und Entwicklungsinformationsdienst der EU)
d. h.	das heißt
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DEG	Deutsche Edison-Gesellschaft

Degea	Deutsche Gasglühlicht AG
DELIOS	Dezentraler Systemaufbau von Lichtsignalen auf Basis optischer Verkehrsdaten-erfassung und verkehrsaufkommenabhängiger Steuerung
DEPATIS	Deutsche Patentinformationssystem
ders.	derselbe
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGaO	Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik
DHM	Deutsches Historisches Museum
DIHT	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
DL	Dienstleistung/Dienstleister
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DPG	Deutsche Physikalische Gesellschaft
DPSSL	diode pumped solid state laser
DTI	Department of Trade and Industry
DVD	Digital Versatile Disc
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex (Dichte Wellenlängen-Multiplex)
e.V.	eingetragener Verein
ECOC	European Conference on Optical Communication
EFRE	Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung
ENOC	European Network of Optical Clusters
EPIC	European Photonics Industry Consortium
et al.	et alia
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EUV	extrem ultraviolette Strahlung
evtl.	eventuell
F&E	Forschung und Entwicklung
f.	folgend
F+O	Feinmechanik und Optik
FAV	Forschungs- und Anwendungsverbund Verkehrssystemtechnik
FBH	Ferdinand-Braun-Institut
FEL	Freier Elektronenlaser
ff.	fortfolgend

FH	Fachhochschule
FhG HHI	Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik Heinrich-Hertz-Institut
FhG IAF	Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik
FhG IAP	Fraunhofer-Institut für angewandte Polymerforschung
FhG IIS	Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen
FhG ILT	Fraunhofer-Institut für Lasertechnik
FhG IMS	Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme
FhG IMTEK	Fraunhofer-Institut für Mikrosystemtechnik
FhG IOF	Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik
FhG IPM	Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik
FhG IPT	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie
FhG ISC	Fraunhofer-Institut für Silicatforschung
FhG IZM	Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
FOC	Fiber Optical Components GmbH
FöKat	Förderkatalog
FP	Forschungsrahmenprogramm
GA	Gemeinschaftsaufgabe
GaAs	Galliumarsenid
GFZfP	Gesellschaft zur Förderung zerstörungsfreier Prüfverfahren e.V.
ggf.	gegebenenfalls
GKSS	Forschungszentrum Geesthacht
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GREMI	Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs
HF	Hochfrequenz
HKOEA	Hong Kong Optoelectronics Association (HKOEA)
HMI	Hahn-Meitner-Institut
HU	Humboldt-Universität zu Berlin
I&K	Informations- und Kommunikationstechnologien
IAP	Institut für angewandte Photonik
IBB	Investitionsbank Berlin
ICOIA	International Coalition of Optoelectronics Industry Associations
ID	Industriedistrikt
idw	Informationsdienst Wissenschaft
IfG	Institut für Gerätebau GmbH

IFV	Interdisziplinärer Forschungsverbund
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKZ	Institut für Kristallzüchtung
IM	Innovatives Milieu
insb.	insbesondere
IPHT	Institut für Physikalische Hochtechnologie
ISAS	Institute for Analytical Sciences
IST	Information Society Technologies
IT-CT	Imaging-Therapy-Computer-Tomograph
IWH	Institut für Wirtschaftsforschung in Halle
Jh.	Jahrhundert
KAPID	Korea Association for Photonics Industry Development (Korea)
KG	Kommanditgesellschaft
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KOR	Kompetenzzentrum Optik Rathenow
KristMAG	Kristallzüchtung im Magnetfeld
KWI	Kaiser-Wilhelm-Institut
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LIDAR	Light Detection And Ranging
LMTB	Laser- und Medizintechnologie Berlin
LOB	Messe Laser-Optics-Berlin
LR	Lernende Region
LTB	Lasertechnik Berlin GmbH
m.W.	meines Wissens
MANO	Mikrosystemtechnik Ausbildung Nord-Ostdeutschland
MARKUS	Marketinguntersuchungen
MBI	Max-Born-Institut
MDC	Max-Delbrück Center for Molecular Medicine
Mgt.	Management
Mio.	Million
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MPG	Max-Planck Gesellschaft
MPI	Max-Planck-Institut

Mrd.	Milliarde
MRT	Magnetresonanztomographie
MSQA	Multi-sektorale qualitative Analyse
MST	Mikrosystemtechnik
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne (Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft)
NIS	nationales Innovationssystem
NRW	Nordrhein-Westfalen
NUTS	Nomenclature des unités territoriales statistiques (Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik)
o.A.	ohne Autor
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
OEM	Original Equipment Manufacturer
OFC	Optical Fiber Communication Conference and Exposition
OIDA	Optoelectronics Industry Development Association (Nordamerika)
OITDA	Optoelectronic Industry and Technology Development Association (Japan)
OLED	organische Leuchtdiode
OpTecBB	Optische Technologien Berlin-Brandenburg e.V.
OptecNet	OptecNet Deutschland e.V.
Org.	Organisation
OT	optische Technologien
OTI	Optische Technologien für das Internet
OTVR	Optische Technologien für Verkehr und Raumfahrt
PAS	Photonics Association de Singapore (Singapur)
p.a.	per annum
PDT	Foto- bzw. Photodynamischen Therapie
PGH	Produktionsgenossenschaft des Handwerks
PhoKoS	Photonik für Kommunikation und Sensorik
PIDA	Photonics Industry Technology & Development Association (Taiwan)
ProFIT	Programm zur Förderung von Forschung, Innovationen und Technologien
PRORA	Prozessnahe Röntgenanalytik
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt

PTR	Physikalisch-Technische Reichsanstalt
RAM	Random access memory
RDA	Regional Development Agency
RIPE	R&D Institute for Photonics Engineering
RIS	Regionalen Innovationssysteme
ROW	Rathenower Optische Werke
RRK	Robert-Rössle-Klinik
RSS	Röntgenstoff- und -strukturanalyse
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SenWAF	Senatsverwaltung für Wirtschaft, Arbeit und Frauen
SFB	Sonderforschungsbereich
Si	Silizium
SIC	Standard Industrial Classification
SOA	Scottish Optoelectronics Association (Schottland)
sog.	sogenannt
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SPIE	International Society for Optical Engineering
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SQ	Standortquotient
SSCI	Social Sciences Citation Index
StMPA	Staatliches Materialprüfungsamt
TCC	Technologie Coaching Center
TFH	Technische Fachhochschule
TH	Technische Hochschule
TIM	Territoriale Innovationsmodelle
TIR	Technologie- und Innovationsrat des Landes Berlin
TOB	Terrabit Optics Berlin
TSB	Technologiestiftung Berlin
Tsd.	Tausend
TU	Technische Universität
TV	Television
u. a.	unter anderen
U.S.	United States
u.U.	unter Umständen

u.v.m.	und viele mehr
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development (Konferenz der Vereinten Nationen für Handel und Entwicklung (kurz Welthandels- und Entwicklungskonferenz)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization (Organisation der Vereinten Nationen für industrielle Entwicklung)
UV	ultraviolett
UVR	UV- und Röntgentechnologien
VC	Venture Capital
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VEB	Volkseigener Betrieb
vgl.	vergleiche
vs.	versus
WIAS	Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis u. Stochastik
WISTA	Technologiepark Wirtschafts- und Wissenschaftsstadt Adlershof
WLT	Wissenschaftliche Gesellschaft Lasertechnik
WZ	Wirtschaftszweig
WZL	Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre
XRD	Röntgendiffraktometrie
XRF	Röntgenfluoreszenz
XUV	extrem-ultraviolett
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZAB	ZukunftsAgentur Brandenburg
ZEMI	Zentrum für Mikrosystemtechnik
ZEW	Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung
ZIB	Konrad-Zuse-Zentrum für. Informationstechnik Berlin
ZIE	Zentralinstitut für Elektronenphysik
zit.	zitiert
ZOS	Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie
ZWG	Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau

1 EINLEITUNG

1.1 Relevanz und Zielsetzung der Arbeit

Die Globalisierung von Finanzwirtschaft, Technologie und Kommunikation sowie von Absatz- und Beschaffungsmärkten transformiert(e) das Wettbewerbsumfeld von Unternehmen. Die Tendenz hin zu globalen Austauschprozessen scheint auf den ersten Blick die Relevanz regionaler Umfeldbedingungen für Unternehmen zu verringern. Es zeigt sich jedoch, dass sich in fast allen Volkswirtschaften Unternehmen gewisser Branchen in bestimmten Regionen ballen (vgl. Porter 1990, 1998a). Auch die tendenzielle Abkehr vom fordistischen Massenproduktionssystem in Nordamerika und Westeuropa zum Ende der 1970er/Anfang der 1980er Jahre (vgl. z. B. Massey 1984; Piore/Sabel 1984) sowie die damit verbundene Desintegration von Wertschöpfung und die gleichzeitige Organisation von Wertschöpfung in flexibel spezialisierten, teilweise regional verankerten Verbünden, ließ die Aufmerksamkeit der Forschung, Wirtschaftspraxis und Politik auf regionale Cluster, bzw. die Entstehung von neuem Wissen und von Innovationen in derartigen Clustern, konzentrieren. Dabei wurde erkannt, dass regional gebundenes Wissen und die Nutzung dieses Wissens in kooperativen Austausch- und Innovationsprozessen die Wettbewerbsfähigkeit von Clusterunternehmen erhöhen kann und somit eine wachstumsfördernde Bedeutung haben.

Nicht nur Wertschöpfung, sondern auch und gerade Innovationsaktivitäten sind in der globalen Wirtschaft ungleich verteilt. Je wissensintensiver wirtschaftliche Aktivitäten sind, desto stärker scheinen sie sich geographisch in besonderen Regionen zu ballen. Beispiele sind die viel untersuchte Informations- und Kommunikationstechnologie (I&K), die Biotechnologie, Finanzdienstleistungen und auch die optischen Technologien. Entgegen der Erwartung, dass die zunehmende Nutzung von I&K eine räumliche Verteilung von Innovationsaktivitäten zur Folge hätte (Asheim/Gertler 2005, 291), verstärkt sich die Tendenz zur räumlichen Konzentration innovativer Aktivitäten im Zeitablauf (vgl. Feldman 2001),

Zugleich scheinen Netzwerke besser als Hierarchien und Märkte in der Lage zu sein, in dynamischen Umwelten Risiken abzufedern, Kompetenzen zu bündeln, Transaktions- und Produktionskosten gering zu halten und gleichzeitig komplexe Transaktionen, etwa von Wissen, zu ermöglichen (vgl. Powell 1990, 303 f.; Sydow 1992, 127 ff.). Daraus resultiert, dass Unternehmen zunehmend in Netzwerken agieren und eine wachsende Vielfalt und Bedeutung von Netzwerkarrangements beobachtbar ist (vgl. Smith-Doerr/Powell 2005, 379 f.; Pro-

van/Kenis 2008). In diesem Zusammenhang herrscht weitreichende Übereinstimmung, dass Netzwerke bei der Generierung von Innovationen eine bedeutsame Rolle spielen (Powell et al. 1996; Porter 1998a). Im Besonderen beziehen Unternehmen in regionalen Clustern Wettbewerbsvorteile aus einzigartigen lokalisierten interorganisationalen Beziehungen, aus ortspezifischer und historischer gemeinsamer Entwicklung von Ressourcen und Institutionen, Werten und der regionalen Kultur. Diesen Faktoren wird zugesprochen, dass sie den regionalen Kontext für die Entwicklung von state-of-the-art Technologien, den Austausch und die Nutzung von Wissen sowie die Generierung von Innovationen durch Kooperation bilden (Brown/McNaughton 2002, 3). Zudem konnte gezeigt werden, dass Unternehmen in Clustern schneller wachsen und effektiver Innovationen hervorbringen als Unternehmen, die nicht in Clustern angesiedelt sind (Swann et al. 1998; Audretsch/Feldman 1996; Baptista/Swann 1998). Regionalen Clustern mit kooperativen interorganisationalen Beziehungen wird entsprechend eine Schlüsselrolle beim Strukturwandel und der Erreichung wirtschaftlicher Prosperität von Regionen zugesprochen (vgl. z. B. Malecki 1991; Grabher 1993c; Rehfeld 1999; Sternberg 2000, 2003; Bathelt 2001; Porter 2003; Andriani et al. 2005, 13 f.). Einige Wortführer sehen gar die „Keimzellen der künftigen globalen Ökonomie […] in den Regionen“ liegen (Ohmae 2006).

Indes ist die Bedeutung regionaler Cluster längst von der Wirtschafts- und Regionalentwicklungspolitik erkannt worden. Sie werden heute als wichtiger Faktor einer erfolgreichen regionalen Wirtschaftspolitik angesehen. Auf raumwirtschaftlicher Seite werden sie als Hoffnungsträger für Wachstum, Innovativität und positive Beschäftigungseffekte angesehen (Dybe/Kujath 2000). In der Bundesrepublik spielen sie seit Mitte der 1990er Jahre eine entscheidende Rolle in der Förderung von Innovationen und Technologien sowie wirtschaftlicher Entwicklung in Regionen oder ganzer Branchen. So wurden die politischen Instrumente zur Entwicklung von regionalen Clustern ausgehend vom BioRegio-Wettbewerb Mitte der 1990er Jahre bis zum aktuell durchgeführten Spitzencluster-Wettbewerb weiterentwickelt. Innovationspartnerschaften von Wissenschaft und Wirtschaft in regionalen Clustern werden nach Ansicht der Bundesregierung zukünftig die Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland in Zeiten der Globalisierung darstellen. Die Formulierung einer Cluster-Strategie durch die Bundesregierung greift den aktuell viel diskutierten Cluster-Ansatz auf und unterstreicht die Relevanz der regionalen Unternehmensumwelt für die Innovationsfähigkeit von deutschen Unternehmen insbesondere im Hochtechnologiesektor (vgl. BMBF 2006). Durch diese und ähnliche Entscheidungen, Cluster zu fördern, wird eine starke Zunahme von Clusterpolitiken, Clusterprogrammen und Clusterinitiativen in Deutschland

aber auch weltweit sichtbar. Jedoch steigt mit der Zunahme derartiger Politiken, Programmen und Initiativen auch das Bedürfnis, die Effektivität der Umsetzung und die Funktionsweise von Clustern selbst zu untersuchen und zu bewerten (vgl. Ketels et al. 2008).

Die wissenschaftliche Literatur hat eine Vielzahl an Konzepten und Erklärungen für das Phänomen des regionalen Clusters hervorgebracht. Sie reichen von weit entwickelten Agglomerationsmodellen über Erklärungen der vertikalen Desintegration von Unternehmen bis hin zu Erklärungen, die Cluster als eine Antwort auf den Wettbewerbsdruck sehen (vgl. z. B. Brown/McNaughton 2002). Die umfangreiche Forschung hat jedoch nicht unbedingt zu einer konzeptionellen Schärfung beitragen können. Gemein ist den meisten ökonomischen Erklärungsversuchen, dass Cluster für Unternehmen vorteilhafte Externalitäten bereitstellen. Diese Externalitäten sowie im Cluster ansässige Wettbewerber ermöglichen es/zwingen Clusterunternehmen, produktiver und innovativer zu sein und somit einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Unternehmen, die nicht im Cluster beheimatet sind, zu erlangen (vgl. Porter 1990, 1998a). Insbesondere der Zusammenhang zwischen Clustern und Innovation wird als zunehmend bedeutend angesehen (Lundvall 1992a, 3). Weitere Übereinstimmung herrscht darin, dass Clusterunternehmen einem bestimmten Themenfeld bzw. einer bestimmten Branche zuordenbar sind und, dass sie miteinander in Austauschbeziehungen stehen (vgl. Rammer/Gassler 1999). Über die Qualität oder die Bedeutung der interorganisationalen Beziehungen in regionalen Clustern (materielle Input-Output-Verflechtungen, Informations- und Wissensflüsse, vertrauensvolle sozial eingebettete (persönlich-geschäftliche) Beziehungen, Beziehungen zu Wettbewerbern) herrscht jedoch Uneinigkeit. Auch die spezifischen Effekte der Netzwerkstruktur auf die Performanz der im Cluster ansässigen Unternehmen und anderen Organisationen bleibt offen (Ahuja 2000). Zudem finden sich Untersuchungen von Netzwerkstrukturveränderungen im Cluster bis dato wegen des damit verbundenen hohen Aufwands sowie ungeklärter konzeptioneller Fragen nur in sehr seltenen Fällen.

An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an, da auch die meisten wissenschaftlichen Arbeiten zu Industriedistrikten, Clustern, regionalen Innovationssystemen und anderen territorialen Innovationsmodellen die Bedeutung von kooperativen Beziehungen und Netzwerken für die Innovationsfähigkeit der geclusterten Unternehmen und des Clusters selbst hervorheben (vgl. z. B. Powell et al. 1996) und die Bedeutung von *Netzwerken in Clustern* bereits explizit herausgearbeitet wurde (vgl. Staber 1996; Sydow/Lerch 2007a).[1] Daher wird eine Netzwerk-, eine relationale Perspektive auf Cluster eingenommen. Akteure (Individuen, Unternehmen

[1] „It is the firm as part of, and depending on, a collective network, which perhaps more than anything else encapsulates the essence the district's character" (Sengenberger/Pyke 1992, 4).

und andere Organisationen) und die Beziehungen zwischen ihnen rücken als Beziehungszusammenhang in den Analysefokus. Das Handeln der Akteure kann dabei einerseits als Ursache für Strukturen im Cluster angesehen werden. Gleichzeitig repräsentieren regionale Cluster aber auch einen sozialen, von Akteuren geschaffenen (relationalen) Kontext, der das Handeln der Akteure und die Interaktionen zwischen diesen Akteuren ermöglicht und begrenzt (vgl. auch Haas/Neumair 2007, 5).

Die Handlungen der Clusterakteure und die Strukturen lassen sich dabei verschiedenen Analyseebenen zuordnen. Eine in dieser Arbeit in Anschlag gebrachte Mehrebenenanalyse berücksichtigt einerseits Kontextbedingungen, die sich auf verschiedenen Ebenen herausbilden und andererseits Handlungen auf anderen Ebenen, die durch diese Kontextbedingungen beeinflusst werden können. Insbesondere stehen hierbei Innovationsaktivitäten in konkreten Netzwerken im Cluster im Zentrum des Interesses. Gleichzeitig soll aber auch das rekursive Verhältnis zumindest dieser beiden Ebenen, Netzwerk und Cluster, berücksichtigt werden. Durch die Fokussierung auf ein spezifisches Netzwerk kann hierbei eine kleingliedrigere Perspektive auf Dynamiken im Cluster eingenommen werden (Zander 2004). Diese Fokussierung erfolgt auch in der eingenommenen historischen Perspektive.

Da gleichzeitig Innovationsprozesse in verschiedenen technologischen Feldern und Regionen sehr spezifische Charakteristika aufweisen können und spezifische Lösungen erfordern (Tödtling/Trippl 2005), konzentriert sich die vorliegende Arbeit explizit nur auf eine Region (Berlin-Brandenburg) und einen Technologiebereich (optische Technologien), um die Entwicklung des Clusters und der Beziehungsstrukturen in ihm sowie die Herausbildung von technologischen Innovationen in Netzwerken in Clustern in Form einer Fallstudie (vgl. Yin 1989) in der Tiefe auszuleuchten.

Schließlich benötigt die Veränderung einzelner Clusterbestimmungsfaktoren, z. B. wegen struktureller Trägheit (vgl. Hannan/Freeman 1984), Zeit. Deshalb gilt für jede Konstellation „history matters“.[2] Auch dieser Aspekt ist in der umfangreichen Clusterliteratur bis dato noch zu wenig in der dafür notwendigen Tiefenschärfe beleuchtet worden. Heute beobachtbare Cluster wurden z. T. vor langer Zeit initiiert und haben sich über lange Zeiträume entwickelt. Demnach sind kumulative Prozesse in die Analyse der Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit von (Unternehmen in) Clustern aufzunehmen (vgl. auch Fohnahl/Menzel 2003). Werden historische Aspekte ignoriert, bleibt (zumindest die industrieökonomische) Erklärung der Entwicklung von Clustern und von Wettbewerbsvorteilen unvollständig (vgl. z.

[2] Becattini stellt fest, dass „the firms become rooted in the territory, and this result cannot be conceptualised independently of its historical development“ (Becattini 1990, 40).

B. O'Shaughnessy 1996). Daher soll in dieser Arbeit dem Ruf nach einem „historic turn" (vgl. u.a. Kieser 1994; Clark/Rowlinson 2004; Booth/Rowlinson 2006) zumindest insofern nachgekommen werden, dass zur Erläuterung der aktuellen Erscheinung von Clustern Bezug auf die historische Entwicklung von Technologien, Institutionen und Organisationen sowie die Entwicklung der Beziehungen zwischen diesen Organisationen genommen wird.

Aus den vorgenannten Gründen soll in dieser Arbeit allgemein der Frage nachgegangen werden, wie sich das Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg und in ihm anzutreffende interorganisationale Netzwerke entwickelten.

Fokussierter lässt sich fragen:

Wie entwickelte sich das Beziehungsgeflecht der Clusterakteure?

In welchen Beziehungsstrukturen werden technologische Innovationen in regionalen Clustern generiert und welche Strukturen befördern deren Generierung?

In welcher Art erfolgen Innovationsaktivitäten in Netzwerken in regionalen Clustern und wie beeinflussen diese die Netzwerk- und Clusterentwicklung?

Als Untersuchungsgegenstand konnte das regionale Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg für eine umfangreiche Analyse der Entwicklung des Clusters und der Beziehungsstrukturen sowie der Generierung von Innovationen in Netzwerken in diesem Cluster zugänglich gemacht werden.

1.2 Gang der Arbeit

Nachfolgend werden in Kapitel 2 der aktuelle Stand und die Perspektiven der Clusterforschung aufgearbeitet. Den Ausgangspunkt stellen dabei Agglomerationsmodelle der Wirtschaftsgeografie sowie das Clusterkonzept von Michael Porter dar. Porters Clusterkonzept wird hier ein besonderer Stellenwert zugesprochen, da es einerseits den Beginn eines wahren Clusterbooms markiert und es sich andererseits in den letzten zwei Dekaden am weitesten in der Wissenschaft, Praxis und Politik verbreitet hat. Das Konzept soll kritisch auf seinen Erklärungsgehalt überprüft und sodann durch mehrere Dimensionen, die teilweise im Porterschen Konzept schon angelegt, aber noch nicht ausreichend ausgearbeitet worden sind, erweitert werden. Da neuere wirtschaftsgeografisch orientierte Arbeiten die Bedeutung von Beziehungen zwischen Clusterakteuren für Lernprozesse und für die Generierung von Innovationen hervorheben, wird im nachfolgenden Abschnitt zunächst auf die Weiterentwicklung des

Clusterkonzepts in Bezug auf Lern- und Innovationsprozesse vertiefend eingegangen. In einem weiteren Abschnitt wird die Bedeutung von Netzwerken im Cluster herausgearbeitet. Da die Spill-over-Effekte im Innovationsprozess auf der Vernetzung und Interaktion der Akteure im regionalen Cluster basieren, sollte eine Beschreibung und Analyse von regionalen Clustern eine relationale Perspektive einnehmen. Diese relationale Perspektive, die explizit auf die Vernetzung der Akteure und somit auf Netzwerke im Cluster eingeht, wird unter Bezugnahme auf die Diskussion um die Vorteilhaftigkeit bestimmter Struktureigenschaften (Geschlossenheit vs. strukturelle Löcher) bei der Generierung von Netzwerkergebnissen wie z. B. Innovationen herausgearbeitet. Vor diesem Hintergrund wird im Besonderen auf das netzwerkanalytische Konzept der Cliquen und des Cliquen-overlap eingegangen, und es werden Hypothesen für eine empirische Überprüfung aufgestellt. Des Weiteren werden zentrale Clustertypologien erörtert und Konzepte zur Erfassung der Dynamik in und von Clustern aufgearbeitet.

In Kapitel 3 werden Methoden der empirischen Clusterforschung zusammengetragen und kritisch reflektiert. Zudem erfolgt die Erörterung des methodischen Konzeptes der empirischen Untersuchung der vorliegenden Studie. Eine Vorgehensweise wird gewählt, die sich Theorie und Empirie gleichermaßen annimmt und verschiedene methodische Ansätze vereint.

In Kapitel 4 wird auf die Charakteristika der untersuchten Branche, der optischen Technologien, eingegangen und deren Bedeutung abgeschätzt. Anschließend wird detailliert die Entwicklung der optischen Technologien in der Region Berlin-Brandenburg betrachtet und es wird gezeigt, wie sich in den letzten 200 Jahren bereits Netzwerkstrukturen und Akteurskonstellationen herausbildeten, die die heutigen Entwicklungen im Cluster beeinflussen. Im nachfolgenden Abschnitt werden die Herausbildung und die Netzwerkentwicklung von OpTecBB sowie der aktuelle Status der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg nachgezeichnet. Im vierten Abschnitt in Kapitel 4 werden die Netzwerkdynamiken im Cluster in dreierlei Weise analysiert. Zunächst werden die Beziehungsstrukturen und deren Veränderung auf der Ebene des Gesamtnetzwerkes OpTecBB betrachtet. Zweitens wird der postulierte Einfluss von konkreten Netzwerkstrukturen auf die Generierung von technologischen Innovationen im Cluster getestet und schließlich wird drittens die Generierung von Innovationen in einem konkreten Netzwerk analysiert.

Im abschließenden Kapitel 5 werden die Ergebnisse zusammengefasst, die Limitationen dieser Arbeit diskutiert und weiterer Forschungsbedarf herausgearbeitet.

2 ENTWICKLUNG, STAND UND PERSPEKTIVEN DER CLUSTERFORSCHUNG

2.1 Laufbahn eines Konzeptes

In einer sich zunehmend globalisierenden (Wirtschafts-)Welt scheinen paradoxerweise Regionen im Allgemeinen und die Generierung von Innovationen in diesen Regionen im Besonderen eine herausragende Rolle zu spielen (Porter 1998 a, b). Einige Autoren beschreiben regionale Cluster als Teil einer neuen Wirtschaftsordnung („alliance capitalism"), in der die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen von der kontinuierlichen gedeihlichen Zusammenarbeit mit externen Wissens- und Ressourcenquellen abhängt (Best 1990; Dunning 1997; Dicken 1998, Porter 1990, 1998a). Veränderungen in der Art des Wettbewerbs zwischen Standorten und in den Unternehmenspraktiken lassen Cluster in der globalen Wirtschaft eine besondere Rolle spielen. Etwas polemisch heißt es: „On the global economic map the lines that now matter are those defining what may be called 'region states'" (Ohmae 1993, 78). Beflügelt wurden derartige Aussagen Anfang der 1990er Jahre von der Erkenntnis, dass Direktinvestitionsflüsse (vgl. de Vet 1993) sowie F&E-Aktivitäten (vgl. Feldman 1994) von ganz bestimmten Regionen angezogen wurden. Wirtschaftliche Tätigkeiten und Innovationsaktivitäten sind demnach geographisch nicht gleich verteilt, sondern klumpen und bündeln sich in regionalen Agglomerationen oder Clustern.

Regionale wirtschaftliche Konzentrationen bzw. Cluster sind indes kein neues Phänomen (vgl. für viele Ketels et al. 2007, 1). Der britische Ökonom Alfred Marshall berichtete bereits in seinem Werk „Principles of Economics" (1890) von räumlichen Konzentrationen von Unternehmen der gleichen oder ähnlichen Branche, sog. „industrial districts". Das Fundament für die moderne Diskussion über Cluster legte jedoch Michael Porter mit seinem Werk über Wettbewerbsvorteile von Nationen (1990).

Seither zeigen Wirtschaftsgeografen, Volkswirte, Betriebswirte, Soziologen und (Regional-) Politiker ein gesteigertes Interesse an der Untersuchung räumlicher Agglomeration von Unternehmen bzw. Clustern. Dies zeigt sich in der steigenden Anzahl an Monographien und Sammelbänden (stellvertretend für viele Porter 1990; Pyke/Sengenberger 1992; Saxenian 1994; Van Dijk/Rabellotti 1997; Steiner 1998; Braczyk et al. 1998; Fujita et al. 1999; Crouch et al. 2001; Asheim et al. 2006; Kiese/Schätzl 2008), Veröffentlichungen nationaler und internationaler Organisationen (stellvertretend für viele Nadvi 1995; OECD 1996a, 1999, 2001a,

b; Ceglie/Dini 1999; UNIDO 2001; Porter et al. 2001; Schwab et al. 2001; DTI 2001; Isaksen/Hauge 2002), Konferenzen (stellvertretend für viele The Competitiveness Institute First Annual Conference 1998; OECD 2001b, 2002; Center for Regional Development and Competitiveness First Cluster Conference 2005; Deutsche Clusterkonferenz 2008), akademischer Arbeitsgruppen (stellvertretend für viele Becattini an der Universität Florenz und Brusco an der Universität Modena, Porter an der Harvard Business School oder Bathelt in Marburg und Schätzl in Hannover in Deutschland) sowie unzähligen Artikeln (die an dieser Stelle nicht zitiert werden sollen und können), die seither zu Clustern und verwandten Konzepten publiziert wurden.

Seit 1991, dem Jahr nach Porters Standardwerk über die Bedeutung regionaler Cluster für die Wettbewerbsfähigkeit von Nationen, sind in den 1.700 im Social Sciences Citation Index (SSCI) erfassten wissenschaftlichen Zeitschriften zunehmend mehr Beiträge pro Jahr zu (regionalen) Clustern erschienen (vgl. Abbildung 1). Auch wenn die zunächst uneingeschränkte Clustereuphorie in den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen heute wieder spürbar nachgelassen hat, erscheinen (regionale) Cluster noch immer als bedeutsamer Forschungsgegenstand in den Sozial-, Wirtschafts- und Regionalwissenschaften (vgl. Thomi/Sternberg 2008, 75).

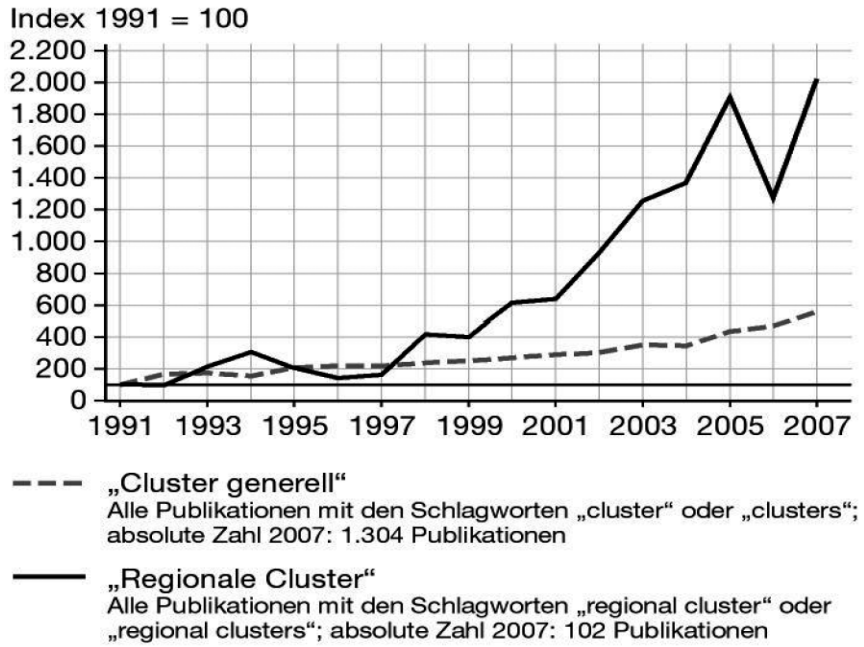


Abb. 1: Im SSCI gelistete Veröffentlichungen zu den Themen „Cluster generell” und „regionale Cluster“ zwischen 1991 – 2007 (Thomi/Sternberg 2008, 76)

Ein Grund für das hohe Interesse ist die Beobachtung, dass die Agglomeration und die innerregionalen Verflechtungen eine positive Wirkung auf die Leistungsfähigkeit von Unterneh-

men, die regionale wirtschaftliche Entwicklung, die Wettbewerbsfähigkeit und die Stabilität regionaler Wirtschaftsstrukturen sowie schließlich die Wettbewerbsfähigkeit von Nationen ausüben (vgl. z. B. Rehfeld 1994, 187; Porter 1990, 1999). Aus dieser Überzeugung heraus nutzen regionale (z. B. Bayrische Landesregierung, Berliner Senat), nationale (z. B. Deutsche Bundesregierung, Regierung in Großbritannien) und supranationale Organisationen (z. B. OECD, UNIDO, die Weltbank, UNCTAD, die Europäische Kommission) Clusterstrategien als Mittel der wirtschaftlichen (Regional-) Entwicklung (vgl. auch Enright/Fflowcs-Williams 2001).

Ein weiterer Grund für das ungebrochene Interesse ist der Befund, dass sich viele Branchen räumlich konzentrieren (vgl. Fujita et al. 1999). Derartige Konzentrationen sind in verschiedenen traditionellen Branchen und Hochtechnologie-Bereichen identifiziert und untersucht worden. Tabelle 1 gibt einen (unvollständigen) Überblick.

Branche	**Studien**
Textil- und Bekleidung	Sabel et al. 1989; Powell 1990; Sunley 1992; Lazerson 1995; Staber 1997
Schuh- und Lederwarenindustrie	Hoover 1936; Amin/Thrift 1994; Courault/Romani 1992; Rabelotti 1995; Becattini 2002
Schneidwaren-/Besteckindustrie	Porter 1990; Hayter/Patchell 1993
Kohle und Stahl	Grabher 1993a; Sadler 2004; Cao et al. 2008; Treado/Giarratani 2008
Uhren	Glasmeier 1994
Porzellanwaren	Beutl 2002
Kraftfahrzeuge	Schoenberger 1987; Iwer et al. 2002; Trippl 2004
Luft- und Raumfahrt	Pfähler/Lublinski 2003; Zuliani 2008
Maschinenbau	Heidenreich/Krauss 1998; Mossig 2000a,b; Richter 2007
Agrarprodukte, Holzwirtschaft	Porter 1998a; Krätke/Scheuplein 2001
Medizintechnik	Halder 2006
I&K-Technologie	Nuhn 1989; Saxenian 1994; Kenney/Burg 1999; Nelles et al. 2005
Biotechnologie und Lebenswissenschaften	Zeller 2001; Powell et al. 2002; Cooke 2004; Raueiser 2005; Beyer 2005; Di Tommaso et al. 2006
Medienproduktion	Scott 1998a; Krätke 2002; Sydow/Staber 2002; Bathelt 2005
optische Technologien	Hassink/Wood 1998; Hendry et al. 1999; Hendry et al. 2000; Mossig/Klein 2003; Schricke 2007; Sydow/Lerch 2007a
Polymer und neue Materialien	Braunerhjelm et al. 2000; Streb 2003
Nano- bzw. Mikrosystemtechnologie	Jonas et al. 2002; Martinez-Fernandez/Leevers 2004

Tab. 1: Beispielhafter Überblick über Clusterstudien in verschiedenen Branchen

Die Elemente einer Clustertheorie stehen im Zentrum der nachfolgenden Abschnitte. Ziel dieses Kapitels ist es, neben einer kurzen historischen Einführung und Identifikation relevanter Literaturstränge und gedanklicher Schulen, einen Überblick über in der Literatur auffindbare Theorien räumlicher Agglomerationen zu geben und das Clusterkonzept zu erörtern. Die kritische Würdigung animiert zur Weiterentwicklung in Bezug auf die Frage der Innovationsgenerierung in Clustern und der Rolle von Netzwerken im Cluster. Hieran schließt sich ein Einblick in Typologisierungsversuche sowie die Konzeptionalisierung der Entwicklung von Clustern an.

2.2 Elemente einer Clustertheorie: Agglomeration, Innovation und Relation

Welche Fragen sind von einer Clustertheorie zu beantworten? Im Allgemeinen muss nach Whetten (1989) eine umfassende Theorie die Fragen nach dem „was/wie/warum“ sowie nach dem „wann/wo/wer“ beantworten können. Hoover fasste diese Fragen bezogen auf das Clusterphänomen einst mit “What is where, and why - and so what?” (1971, 3) zusammen. Wie in vielen anderen Disziplinen stehen auch in diesem Fall verschiedene epistemologische Positionen miteinander im Wettbewerb (vgl. z. B. Barnes 2001, 2002), sodass bereits an dieser Stelle festzuhalten ist, dass *die* Theorie regionaler Cluster oder des „geographic clustering“ bis dato nicht existiert.

Dahl (2001) entwirft vielmehr das Bild eines eklektischen Rahmenkonzepts, das sich aus vier theoretischen Strängen speist, wobei sich diese teilweise überlappen und somit den Hort für verschiedene neuere regionalökonomische Konzepte bilden. Als Ausgangspunkt verweist er auf (1) Ökonomen wie Marshall (1890) oder Vertreter der New Trade Theory (Krugman 1991a; Grossman/Helpman 1991) sowie die Vertreter der klassischen Standorttheorie (z. B. Lösch 1954). (2) Die Innovationsökonomik verbunden mit evolutionsökonomischen Gedanken (Nelson/Winter 1982; Lundvall 1988; Dosi 1988; Freeman 1982) sowie die Konzepte der Innovationssysteme (nationale Systeme (Nelson 1993; Lundvall 1992; Edquist 1997; Freeman 1987, 1995), sektoralen Systeme (Breschi/Malerba 1997) und technologischen Systeme (Carlsson/Jacobsson 1997)) erweitern diesen Ausgangspunkt und lenken das Interesse auf die Dynamik von (regionalen) Innovationssystemen. (3) Den Kern der Diskussion über „geographic clustering“ bilden jedoch Konzepte der Wirtschaftsgeografie (z. B. Scott 1998b; Storper 1997; Amin/Thrift 1994). Die Anknüpfung zu (4) organisationsökonomischen Theorien schaffen

nach Dahl (2001) die Transaktionskostentheorie (Williamson 1985) und ressourcenbasierte Ansätze (Penrose 1959; Barney 1991; Foss 1997; Rasche 2000).

An den jeweiligen Überlappungen lassen sich die neueren Konzepte, die das „regionale clustern“ erklären sollen, verorten (vgl. Abbildung 2). Auf die einzelnen theoretischen Zugänge und Ansätze soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Sie finden sich aber größtenteils in den nachfolgenden Abschnitten dieser Arbeit wieder. Der Beitrag von Dahl soll an dieser Stelle verdeutlichen, dass in verschiedenen Disziplinen mit unterschiedlichen Theoriegebäuden versucht wird, das regionale Clustern zu erklären. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass beim Erklärungsversuch des Clusterphänomens in vielen Fällen ein unübersichtliches theoretisches Durcheinander herausgearbeitet wird, dessen Erklärungsgehalt nicht selten gering bleibt.

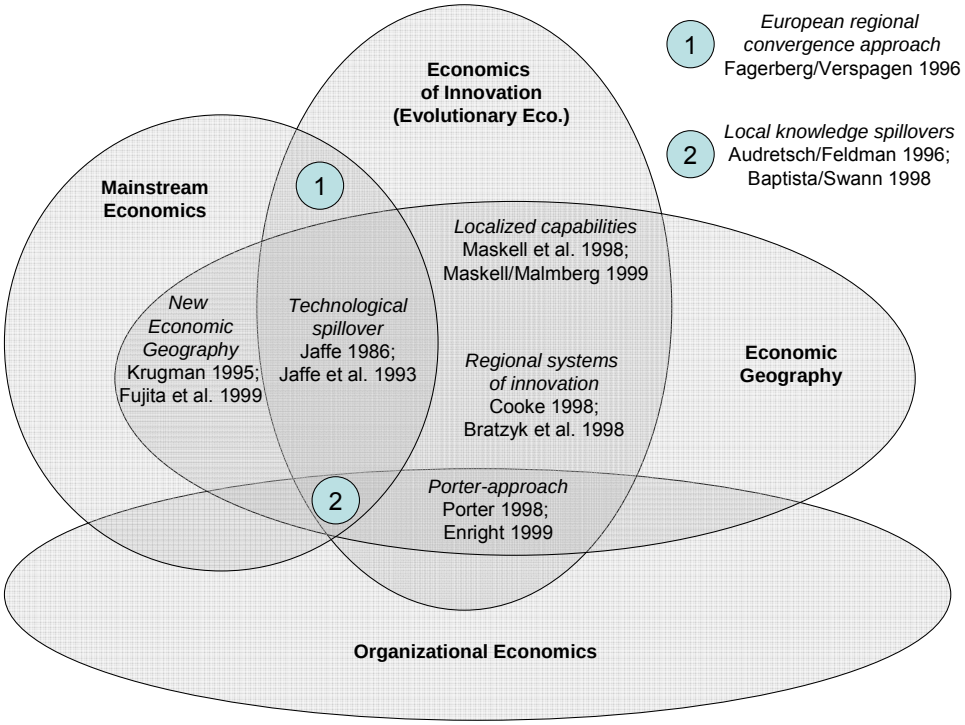


Abb. 2: Rahmenkonzept des regionalen Clusterns (in Anlehnung an Dahl 2001, 15)

Kiese (2004) identifiziert ebenfalls verschiedene theoretische Zugänge in den Disziplinen Wirtschaftswissenschaft (Evolutionsökonomik, (Neue) Institutionenökonomik, Transaktionskostenökonomik, Neue Wachstumstheorie, Wissens-, Innovations- und Lernökonomik), Regionalökonomik/Wirtschaftsgeographie (Agglomerationsökonomik, Polarisierungstheorie (sektoral/regional), Endogene Regionalentwicklung, Geographical Economics) sowie Soziologie, Sozial- und Politikwissenschaft (Netzwerktheorie, Embeddedness-Ansatz, Sozialkapital, Governance-Ansatz), die einen Beitrag zur Erklärung des Clusterphänomens liefern können. Auch Thomi und Sternberg (2008) konstatieren eine Konzeptvielfalt zur regionalen

Clusterthematik. Die wesentlichen raumrelevanten Ansätze, die aus neuen Paradigmen und Forschungsansätzen verschiedener gesellschaftswissenschaftlicher Fachdisziplinen resultierten, sind in Abbildung 3 dargestellt.

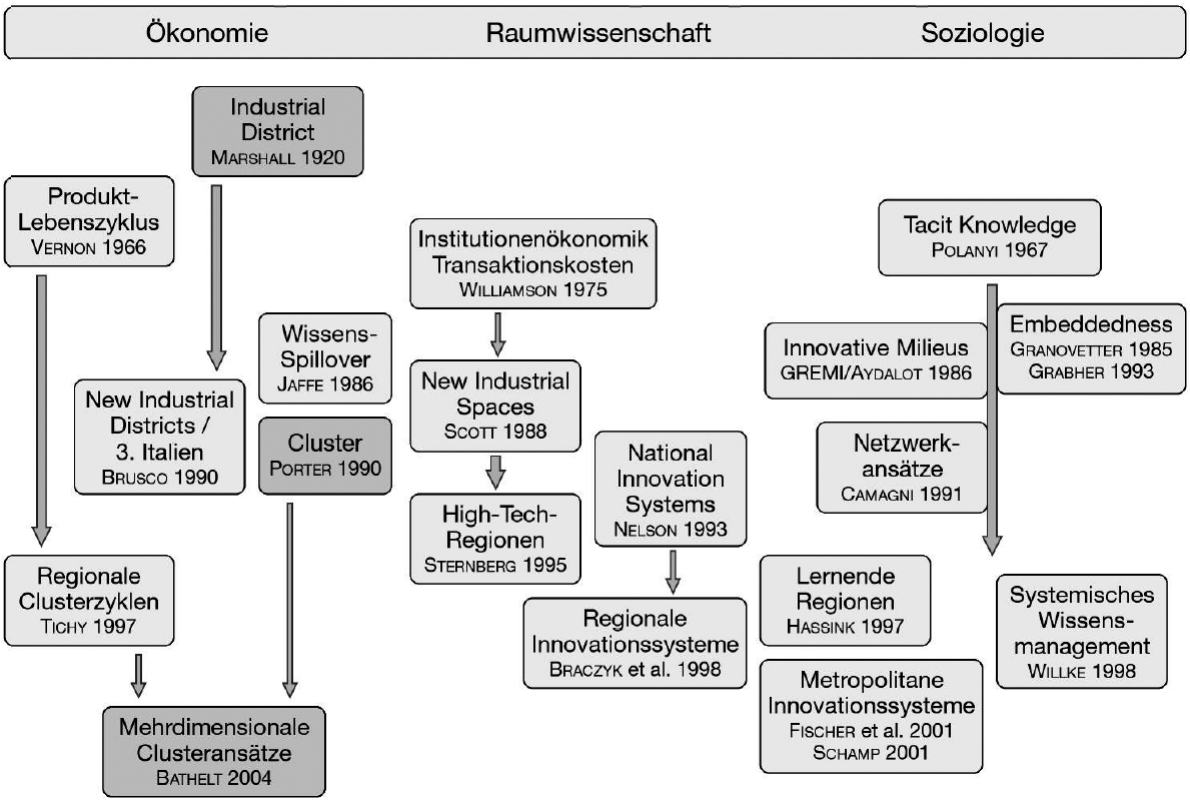


Abb. 3: Konzeptionsvielfalt zur Thematik Raum, Wissen und wirtschaftliche Entwicklung (Thomi/Sternberg 2008, 74).

Maskell (2001, 937) erhebt die Forderung, dass eine zu erarbeitende (ökonomische) Clustertheorie gewisse Grundfragen adressieren sollte: *Erstens* muss eine Erklärung für die Existenz eines Clusters gegeben werden. Eine Clustertheorie muss spezifizieren, warum verwandte Unternehmen einen Antrieb verspüren, sich in räumlicher Nähe anzusiedeln, dort zu verbleiben und wie sie daraus einen Vorteil ziehen. *Zweitens* muss eine Clustertheorie die Grenzen eines Clusters identifizieren können. Sie muss klären warum bestimmte ökonomische Aktivitäten zum Cluster gehören und andere nicht. Zudem muss *drittens* die Entwicklung eines Clusters von einer Clustertheorie erklärt werden können. Die Frage ist zu klären, wie sich neue Unternehmen im Cluster engagieren können und wie sie zu dessen Stärkung beitragen können. Gleichzeitig ist eine Erklärung dafür zu liefern, ab wann die Schwelle von Clustervorteilen überschritten wird und negative externe Effekte auftreten (Maskell/Kebir 2005, 4 f.).

Je nach Erkenntnisinteresse liefern die verschiedenen Disziplinen und Konzepte jeweils partielle Erklärungsansätze mit unterschiedlichen Perspektiven und Gewichtungen zur Genese, Evolution und Funktion von Clustern. Das Clusterkonzept erscheint daher als eklektisches, aber keineswegs, wie oft behauptet, theoriefreies Konzept (Kiese 2008, 14).

Zunächst soll mit den klassischen (regional)ökonomischen Arbeiten begonnen und ihr Beitrag zur Erklärung des Clusterphänomens überblicksartig dargestellt werden.

2.2.1 Agglomerationsökonomik und klassische Standorttheorien der Wirtschaftsgeographie

Die räumliche Agglomeration von spezialisierten sozialen und ökonomischen Einheiten ist kein neues Phänomen. Ein Blick in die nahe und ferne Geschichte verdeutlicht dies. Bereits im 10. vorchristlichen Jahrhundert, also zu Zeiten des israelitischen Königs Salomo, förderten Schürfer Kupfer in der Mine Khirbat en-Nahas im heutigen Jordanien. In dem Gebiet, welches das Alte Testament als Königreich von Edom ausweist, befanden sich neben den Kupferminen gleichzeitig auch Schmelz- und Verarbeitungseinrichtungen für Kupfer (vgl. Glueck 1940, 50 ff.; Levy et al. 2008). 3000 Jahre später sah Marshall die natürliche Ausstattung eines Ortes/einer Region (Klima, Bodenbeschaffenheit, Bodenschätze und Minen oder einfacher Zugang zu (Wasser-)Verkehrswegen) als die Hauptursache für die Ansiedlung und Agglomeration von Produktionsaktivitäten (vgl. Marshall 1890, 329 f.). Frühe industrielle Agglomerationen, z. B. die Eisenindustrie in Großbritannien, entstanden in den Gegenden, in denen Kohle und Erz im Überfluss verfügbar waren. Die räumliche Agglomeration von Besteckmanufakturen in Sheffield z. B. resultierte aus der lokalen Verfügbarkeit von speziellen Sanden für Schleifsteine (vgl. Hayter/Patchell 1993).[3]

Die wissenschaftliche Untersuchung räumlicher Agglomeration von Unternehmen und anderen Organisationen aus ökonomischer Perspektive geht bis in das 19. Jahrhundert zurück (zur Genese dieses Diskurses vgl. z. B. Porter 1998a, 206 ff.). Eine der frühesten raumwirtschaftlichen Arbeiten wurde von Johann Heinrich von Thünen (1826) verfasst. Er entwickelte in „Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie“ als erster mit seinem Modell zur Erklärung der räumlichen Differenzierung der Art und Intensität landwirt-

[3] Die Entwicklung Glasgows im 19. Jahrhundert zum industriellen Zentrum ist durch die gleichzeitige Ansiedlung des Schiffbaus, des Maschinenbaus und der Montanindustrie, durch den Zugang zu sicheren Verkehrswegen entlang der langen Flussmündung des Clyde und durch die Ansiedlung und Präsenz von Überseehandelskontoren in Glasgow zu erklären (vgl. Schwerin 2004; Enge 2005, 46 ff.).

schaftlicher Bodennutzung eine Art Standort(Struktur)theorie. Als eine wesentliche Basis für die weiteren ökonomisch orientierten Studien zu regionalen Agglomerationen ist auch Adam Smiths (1776 wiederveröffentlicht 1976) Einsicht zur Teilbarkeit von Arbeitsprozessen in Manufakturen und der damit verbundene Effizienzgewinn bei großen produzierten Stückzahlen anzusehen. Dieses Argument kann auch auf Produktionsgemeinschaften angewendet werden, in denen sich einzelne Werkstätten auf einen bestimmten Arbeitsschritt konzentrierten. Diese einzelnen mehr oder minder unabhängigen Produktionseinheiten waren mit anderen in der Region ansässigen Werkstätten durch Austauschbeziehungen verbunden. Dadurch entstanden in einigen Regionen vertikal desintegrierte Produktionssysteme, die sich auf bestimmte Produkttypen oder Produktionsprozessschritte spezialisierten. Zum Ende des 19. Jahrhunderts stellte der britische Ökonom Alfred Marshall bei Untersuchungen der Entwicklung der Industriestädte Sheffield und Lancaster bzw. der Region/Grafschaft Lancashire fest, dass "the advantages of production on a large scale can in general be as well attained by the aggregation of a large number of small masters into one district as by the erection of a few large works … it is possible to divide the process of production into several stages, each of which can be performed with the maximum of economy in a small establishment [and thus yielding a district consisting of] a large number of such small establishments specialized for the performance of a particular stage of the process of production" (Marshall 1890, 25). Weiterhin beschrieb er, dass sich geographische Spezialisierung, sobald erst einmal existent, durch so genannte „localization economies" weiter selbst verstärkt (1890, 328 ff.).

Dabei handelt es sich um Externalitäten, die aus der regionalen Agglomeration der Werkstätten bzw. Unternehmen und anderen spezialisierten Organisationen resultieren. Marshall erkannte, dass die Effizienzen, die normalerweise mit großen integrierten Unternehmen in Verbindung gebracht werden (interne Economies of Scale), auch Unternehmen, die sich in einer bestimmten Region gemeinsam ansiedeln, zur Verfügung stehen (vgl. auch Harrison 1992). Die Größenvorteile in der Produktion werden also nicht ausschließlich innerhalb der Unternehmen realisiert, sondern auch außerhalb. Eine Externalität kann dabei als ein Faktor, eine Begebenheit oder Aktivität angesehen werden, die außerhalb der Kontrolle eines individuellen Unternehmens liegt, aber gleichzeitig einen gewissen Einfluss auf die unternehmensinterne Produktion oder die Unternehmensperformanz hat (Brown/McNaughton 2002, 7). Jenseits normaler Zulieferer-Abnehmer-Transaktionen, in denen Unternehmen Externalitäten beim Kauf von Inputfaktoren internalisieren (die Outputs anderer Unternehmen), existieren wirksame Externalitäten, die aus einem Wirtschaftsraum bzw. der Ko-Lokation von Unternehmen

in diesem Raum resultieren und nicht mit Preisen bewertet werden können (vgl. etwa Scott 1998b).

Marshall war wohl der erste, der diesen regionalen Zusatznutzen (regional external economies) identifizierte, der aus dem Wachstum eines Pools gemeinsamer Produktionsfaktoren resultierte und Einzelunternehmen in industriellen Distrikten zur Verfügung stand. Diese Externalitäten können in Form von (1) Informationsabflüssen und Wissensübersprüngen (information and technological spill-over), (2) dem Bestand an ausgebildeten Arbeitskräften (labor pool) sowie (3) spezialisierten Zulieferern und gemeinsamer Infrastruktur auftreten (vgl. nachfolgend Marshall 1890, 332 ff.).

Eine erste Form dieser Externalitäten stellen Informationsabflüsse und Wissensübersprünge dar, die Unternehmen Informationen und Wissen bereitstellen, an deren Generierung sie nicht beteiligt waren. Sog. technologische oder Informationsspill-over entstehen, da Informationen bzw. Wissen über kurze Distanzen sehr gut ausgetauscht und übertragen werden können, wie dies in abgegrenzten Lokalitäten erfolgt, wenn sich Vertreter, Repräsentanten von Unternehmen oder ehemalige Kollegen treffen und austauschen. Marshall stellte fest, dass durch die räumliche Nähe die Beobachtbarkeit, Adoption und Adaption neuer Technologien und Innovationen durch andere Individuen und Unternehmen befördert werden. „The mysteries of the trade become no mysteries; but are as it were in the air, and children learn many of them unconsciously. Good work is rightly appreciated, inventions and improvements in machinery, in processes an the general organization of the business have their merits promptly discussed; if one man starts a new idea it is taken up by others and combined with suggestions of their own; and thus becomes the source of yet more new ideas" (Marshall 1890, 332).

Zweitens werden regional ansässige und spezialisierte Zulieferer durch eine in einer Region konzentrierten Branche unterstützt. Dies wiederum führt zu Effizienzvorteilen, da die Unternehmen spezialisierte Maschinen einsetzen können, was wiederum zu einem Anreiz zu weiterer Konzentration führt (ebenda). Drittens bezieht sich Marshall auf einen lokalen Markt spezialisierter Arbeitskräfte. „…a localized industry gains a great advantage from the fact that it offers a constant market for skill" (ders., 333). Einerseits suchen Arbeitgeber demnach nach Orten, an denen sie gut ausgebildete Arbeitskräfte finden. Auf der anderen Seite kommen Arbeitsuchende zu den Orten/Regionen, an denen ihre speziellen Fähigkeiten nachgefragt werden.

In der Konsequenz macht bereits Marshall diese Formen von Externalitäten für eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit einer speziellen Branche in einer bestimmten Region verantwortlich.

Dabei erkannte er schon damals, dass lokale Konzentrationen branchenbezogener, spezialisierter Organisationen häufig eine „industrial atmosphere“, also ein Set formaler und informaler Bräuche, Traditionen und Praktiken zugeschrieben werden konnte, die eng verwoben war mit der Branche und im sozialen und kulturellen Geflecht der entsprechenden Region institutionalisiert ist, aufweisen. Gleichzeitig machte bereits er einen Unterschied zwischen Branchen, die den Einsatz massiver materieller und humaner Ressourcen notwendig machen, die aber leicht verfügbar sind, und Branchen, die weniger materielle Ressourcen, sondern eher schwer beschaffbare Fähigkeiten und Kompetenzen erfordern. Insbesondere letztgenannte (wissensintensive) Branchen entwickeln und besitzen eine „industrial atmosphere“ aus der Unternehmen Vorteile beziehen (Marshall 1919, 284).

Neben den drei produktionsbezogenen Externalitäten identifizierte Marschall in seiner späteren Arbeit einen weiteren, vierten, marktbezogenen Zusatznutzen, der aus der regionalen Agglomeration von Unternehmen in Industriedistrikten resultiert. Demnach muss der Kundennutzen ebenfalls berücksichtigt werden: „…there is also the convenience of the customer to be considered. He will go to the nearest shop for a trifling purchase; but for an important purchase he will take the trouble of visiting any part of the town where he knows that there are specially good shops for his purpose. Consequently shops which deal in expensive and choice objects tend to congregate together; and those which supply ordinary domestic needs do not” (Marshall 1910, 273).

Hieraus resultieren drei Implikationen: Es ist vorteilhaft, Teil einer Ansammlung zu sein, da sie (1) einem Unternehmen gleichwertigen Wettbewerb mit anderen Clusterunternehmen ermöglicht, (2) zu einer erhöhten Wahrnehmung der Glaubwürdigkeit des Unternehmens, das sich in der Ansammlung befindet, beim Kunden führt und (3) einen Zusatznutzen beim Kunden impliziert, der aus der Reduktion von Suchkosten entspringt (Brown/McNaughton 2002, 9).

Wenn vielen Unternehmen in einer regionalen Agglomeration Zugang zu diesen externen Faktoren gewährt wird, werden diese Faktoren noch attraktiver. Unternehmer mit ihrem Kapital sowie Arbeitskräfte werden solche Orte aufsuchen, um einen Vorteil aus den größeren Märkten für ihre Produkte und Dienstleistungen und/oder dem Zugang zu spezialisierten Ressourcen zu ziehen. Dadurch erreichen Externalitäten wahrscheinlicher eine Art kritische Masse und werden eine weitere Spezialisierung erfahren. Die erhöhte Verfügbarkeit an Externalitäten und die gesteigerte Spezialisierung wiederum werden nach Marshall die Faktorpreise reduzieren oder die Produktivität der ansässigen Unternehmen steigern. Die Produktionskos-

ten der Unternehmen im Industriedistrikt verringern sich somit weiter aufgrund der Anwesenheit von Externalitäten, da sie nicht jedes einzelne Unternehmen für sich selbst erst erschaffen muss. Dies wäre aber der Fall, wenn ein Einzelunternehmen nicht im Industriedistrikt angesiedelt wäre (vgl. ebenda).

In der Wirtschaftsgeographie wurde das Phänomen der räumlichen Agglomeration bereits in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ausgiebig diskutiert, z. B. im Rahmen der sog. Industriestandorttheorie (vgl. z. B. Weber 1909; zu Erweiterungen vgl. Predöhl 1925; Isard 1956; Smith 1971), der Theorie der Zentralen Orte (Christaller 1933) und der Theorie der Marktnetze (Lösch 1940). Zu den wirtschaftsgeographischen Ansätzen, die zumindest eine dynamische Perspektive auf die Entwicklung von Agglomerationen und Standorten einnehmen sind die Arbeiten von Hoover und Vernon (1959), Alonso (1964) sowie der Vertreter der „growth pole“ Theorie in den 1950ern (z. B. Perroux 1955; Myrdal 1957; Hirschman 1958) zu zählen. Auf klassische Standorttheorien soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden, da sie teilweise wirklichkeitsferne Annahmen (vgl. Schamp 1983, 76; Bathelt/Glückler 2002, 27) aufweisen und nicht primär auf Innovationen in regionalen Agglomerationen fokussieren. Stattdessen sei auf Überblicksarbeiten verwiesen (z. B. Bathelt/Glückler 2002, 92 ff.; Staudacher 2005, 111 ff.; Haas/Neumair 2007, 34 ff.).

In der Wirtschaftswissenschaft ist die Bedeutung räumlicher Agglomeration durch die Dominanz der Neoklassik und der weiten Verbreitung des fordistischen integrierten Organisationsmodells für lange Zeit weitestgehend aus dem Blickfeld verdrängt worden. Zu Beginn der 1980er Jahre begannen sich jedoch Sozialwissenschaftler verstärkt für die Ursachen des wirtschaftlichen Erfolges zunächst des sog. ‚Dritten Italiens’ (vgl. Brusco 1982; 1990 und zum Begriff z. B. Loda 1989) und später des Silicon Valley (vgl. z. B. MacSummit/Martin 1990; Saxenian 1994; Kenney 2000; Lee et al. 2000) zu interessieren. In der Volkswirtschaftslehre der 1970er Jahre gelingt es zudem, die restriktiven Annahmen von konstanten Skalenerträgen und vollkommenen Märkten aufzuweichen und auch Externalitäten in die Modelle aufzunehmen. Insbesondere die Arbeiten von Paul Krugman (z. B. 1991a, b) haben zur Revitalisierung des raumwirtschaftlichen Ansatzes in der Volkswirtschaftslehre beigetragen und eine „new economic geography“ geprägt. Hieraus entwickelte sich die neue regionale Wachstums- und Außenhandelstheorie. Die Geburtsstunde für einen wahren „Clusterboom“ hatte aber spätestens mit den Arbeiten des Industrieökonomen Michael Porter (1990, 1998a) geschlagen. Etwa zur selben Zeit wurden von Wirtschaftsgeografen wie Haas und Fleischmann (1986) eine verhaltensorientierte Industriegeographie und in den letzten Jahren der noch recht junge relationale Ansatz von Bathelt und Glückler (2002, 2003) begründet, der eine Gegenposition zu

klassischen raumwirtschaftlichen Ansätzen aufbaut (vgl. auch Storper/Walker 1989; Storper 1997; Scott 1998b; Maskell/Malmberg 1999; Barnes/Gertler 1999).

Neben der, insbesondere in der Wirtschaftsgeographie zu verortenden, Thematisierung industrieller Distrikte (vgl. z. B. Brusco 1982; Bellandi 1989; Pyke et al. 1990) können weitere Literaturstränge identifiziert werden, die das Phänomen des (regionalen) Clusterns fokussieren und gleichzeitig Innovationsgenerierung thematisieren. Zu nennen sind hier neben dem Clusterkonzept von Michael Porter (1990, 1998 a, b) die Konzepte der regionalen Innovationssysteme (Braczyk et al. 1998; Cooke 2001, 2004), des innovativen bzw. kreativen Milieus (Maillat 1991; Rösch 2000) sowie der lernenden Region (Asheim 1996; Morgan 1997). Zunächst soll auf die von Thomi und Sternberg (2008) überblicksartig zusammengestellten ökonomischen Ansätze, konkret auf die (New) Industrial Districts, als ein frühes Modell zur Erklärung von Wettbewerbsvorteilen wirtschaftlicher Konzentrationen, eingegangen und anschließend der Clusteransatz von Porter thematisiert und weiterentwickelt werden.

Zu Beginn der 1980er Jahre[4] wurde einer Region in Italien, dem sog. „Dritten Italien", gelegen zwischen industriell geprägter Lombardei und dem ländlich geprägten Mezzogiorno, wegen der vergleichsweisen Unempfindlichkeit gegenüber den konjunkturellen Schwankungen jener Zeit und wegen des stark ausgeprägten wirtschaftlichen Wachstums, eine besondere Aufmerksamkeit zuteil. Auf der Suche nach neuen Organisationsformen der Produktion stießen Wissenschaftler in dieser Region vor allem auf hoch spezialisierte und vertikal desintegrierte Kleinst- und Kleinunternehmungen, die eine lange Tradition handwerklicher Produktion aufwiesen, die lokal und in komplexen Beziehungsgefügen zusammenarbeiteten und die damit spezifische Kostenvorteile realisieren konnten (vgl. z. B. Brusco 1982; Piore/Sabel 1984; Pyke et al. 1990). In Anlehnung an die schon von Marshall (1890) geprägte Terminologie für ähnliche Organisationsformen wirtschaftlicher Aktivitäten, wurden diese (New) Industrial Districts genannt. In der ökonomischen Debatte wurden zunächst transaktionskostentheoretische Argumente aufgegriffen, um zu erklären, unter welchen Umständen eine organisatorische Dezentralisierung der Produktion sinnvoll ist (vgl. Scott 1986, 1988).[5] Gleichzeitig wurde aber die von Marshall vorgeschlagene sozioökonomische Einbettung der Industriedist-

[4] Die frühen 1980er Jahren waren durch eine strukturell bedingte Rezession in Nordamerika und Westeuropa verbunden mit einer Krise des fordistischen Produktionssystems gekennzeichnet (vgl. Gertler 1988; Amin 1994). Die industrielle Restrukturierung in den 1980er Jahren zeichnete sich durch eine gesteigerte Flexibilisierung und gleichzeitige Spezialisierung in den Produktionsprozessen aus, um auf veränderte Marktbedingungen wie z. B. die Individualisierung der Nachfrage zu reagieren (vgl. insb. Piore/Sable 1984; Schoenberger 1987).

[5] Die Vertreter der Kalifornischen Schule nutzten die Vokabel New Industrial Spaces und waren theoretisch zunächst in der Transaktionskostentheorie, der Regulationstheorie sowie den neueren Arbeiten zu flexiblen Produktionssystemen verankert.

rikte in die sog. „industrielle Atmosphäre“ wieder aufgegriffen und thematisiert. Bis heute hat die konzeptionelle Vielfalt auch hier immens zugenommen. Ein idealtypisches Grundmodell, basierend auf den Erfahrungen in Norditalien, soll daher an dieser Stelle kurz aufgezeigt werden (vgl. z. B. Pyke et al. 1990; Pyke/Sengenberger 1992; Sternberg 1995a; Bathelt 1998; Becattini 2004).

Neue Industriedistrikte, insbesondere die italienischer Provenienz, bestehen aus einer Schar kleiner und mittlerer Unternehmen an einem räumlich begrenzten Ort (vgl. z. B. Sforzi 1989). Die Unternehmen weisen eine sehr geringe Fertigungstiefe auf, da sie sich, teils noch in Heimarbeit arbeitend, auf einen bestimmten Produktionsprozess spezialisiert haben (vgl. Brusco 1982).[6] Eine vertikale Produktionskette entsteht durch Austauschbeziehungen und Kooperation dieser Unternehmen, die nur teilweise Zugang zu, u.U. globalen, Märkten haben.[7] Die Kernunternehmen mit Zugang zum Markt bringen neues Wissen über Technologien und Kundenbedürfnisse in das regionale Produktionssystem ein und geben es an die Kettenglieder im Industriedistrikt weiter. Diese Marktzugangsfunktion übernimmt z. B. in der Textilwirtschaft von Prato der sog. Impannatore (vgl. Becattini 1991, 113). Dabei ist die vernetzte Produktion der Klein- und Kleinstunternehmen des Industriedistrikts besonders auf den Märkten wettbewerbsfähig, die sich zwar durch geringes Volumen auszeichnen aber eine hohe Variabilität in Technik oder Design aufweisen. In derartigen (Nischen-)Märkten treten an die Stelle von Economies of Scale, die noch im fordistischen Unternehmen im Vordergrund standen, nun Economies of Scope durch die Nutzung flexibler Technologien und Arbeitsorganisation.[8] Die vertikal desintegrierten Unternehmen der Industriedistrikte profitieren zudem von externen Economies of Scale durch den Aufbau eines interorganisationalen Produktionssystems, da sich die Unternehmen auf je nur einen bestimmten Produktionsprozess konzentriert haben. Weitere externe Flexibilität entsteht: “flexibility is multiplied by the system effects of the social division of labour, which permits the formation and reformation of interdependent combinations of producers“ (Storper/Scott 1989, 24). Diese interne und externe Flexibilität verschafft den einzelnen Unternehmen die Flexibilität um die zunehmend fragmentierten und

---

6 Ein Industriedistrikt kann nur bei technischer und ökonomischer Zerlegbarkeit der Produktionskette entstehen.

7 Aufgrund der starken Spezialisierung und der hohen zwischenbetrieblichen Arbeitsteilung ließ sich insbesondere in den Industriedistrikten Norditaliens oftmals nicht mehr scharf zwischen zulieferndem Betrieb und Abnehmer unterscheiden. Einerseits belieferten die Betriebe in industriellen Distrikten direkt den Markt und andererseits konnten sie als Lieferanten von Komponenten und Teilen in Produktionsketten eingebunden sein. Dabei bestanden Redundanzen in den Beziehungen, die bei Ausscheiden von Kettengliedern die Kontinuität der Produktionskette sicherstellten und Nischenmärkte konnten durch technologische und organisatorische Flexibilität bedient werden (vgl. Bathelt 1998).

8 Zur Flexibilisierung der Arbeit im Rahmen der „Flexiblen Spezialisierung“ vgl. z. B. Atkinson 1984; Storper/Scott 1989, 576 ff. Zur teils extremen Lohnspreizung in den Industriedistrikten der Emilia Romagna vgl. Brusco 1982.

dynamischen Märkte und die damit verbundenen Fluktuationen in der Nachfrage zu bewältigen: „When changes in economic conditions bring about intensified uncertainty and instability in production and increased competitiveness in final markets, then internal economies of scale and scope within the firm begin to break down so that the entire production system is liable to display strong symptoms of horizontal and vertical disintegration" (Scott 1988, 176).

Die beschriebenen flexiblen Produktionssysteme weisen insbesondere räumliche Implikationen auf: Zur Reduktion raumabhängiger Transaktionskosten ballen sich die Unternehmen zusammen. Scott erkennt: „one extremely important structural consequence of the disintegration of production is a propensity for those establishments that are caught up in transactional relationships with one another to gravitate locationally toward their common centre of gravity … in order to keep the costs of externalized transactional activity as low as possible (1988, 42). Und Storper und Scott stellen fest, dass „because of this tendency to externalization of the transactional structures of production, selected sets of producers with especially dense inter-linkages have a tendency to agglomerate locationally … to reduce spatially-dependent costs of external transactions" (1989, 24).

Gleichzeitig heben Phelps (1992) die Bedeutung der Transaktionskosten in Verbindung mit Informationsaustausch und Lorenz (1992) und Saxenian (1994) den Einfluss der sozialen Gemeinschaft und von Vertrauen in den flexiblen desintegrierten Produktionssystemen hervor. Die Transaktionskosten für relativ häufig wechselnde Transaktionspartner können in Industriedistrikten gering gehalten werden, da sie mit einem Netzwerk persönlicher Beziehungen, Verwandtschaftsstrukturen und Nachbarschaftsbeziehungen durchzogen sind, was formelle Verträge nur selten erforderlich macht (vgl. Inzerelli 1990, 12 ff.). Gleichzeitig existieren in den Industriedistrikten, die insofern auch als „sozio-ökonomisches System" (Becattini 1990) angesehen werden können, von den Unternehmern gemeinsam geteilte Normen, Werte, Grundannahmen und Erwartungen, die ein gewisses „kulturelles Milieu" ausmachen. Dabei regeln informelle Institutionen wie z. B. Vertrauen und Kultur die Zusammenarbeit der Unternehmen und helfen opportunistisches Verhalten zu reduzieren, wodurch in diesen Räumen die Gleichzeitigkeit von Kooperation und Wettbewerb ermöglicht werden kann (vgl. Harrison 1992, 477).

Die Ermöglichung von Kooperation (auch zwischen Wettbewerbern) ist insbesondere bei den für Industriedistrikte charakteristischen Klein- und Kleinstunternehmen ein besonderer Erfolgsfaktor, da hierdurch größenbedingte Nachteile teilweise z. B. durch gemeinsame Finanzierung, Nutzung von Infrastruktur und von Spezialisten ausgeglichen werden können (vgl.

Lazarson, 1993, 214). In den Industriedistrikten im „Dritten Italien“ lassen sich zudem noch eine Reihe intermediäre Organisationen (Kammern, Forschungseinrichtungen, Interessenvertretungen, Wirtschaftsförderung und Industrieassoziationen) beobachten, die sich speziell auf die Bedürfnisse des Industriedistrikts ausgerichtet haben. Hierdurch können unterschiedliche Interessen ausgeglichen und z. B. Informationen gesammelt und verteilt werden – Leistungen, die die einzelnen Klein- und Kleinstunternehmen in der Regel nicht erbringen können (Sabel 1994, 125). Dieses „institution-making” ist Teil der “institutional thickness”, die Amin und Thrift (1994, v) als kritisch für die Performanz von lokalen Ökonomien in einer globalisierten Wirtschaft ansehen.

Abhängig von der theoretischen Ausrichtung und den Interessen der Autoren wurden Industriedistrikte in der Vergangenheit recht unterschiedlich definiert. Amin und Robins (1990, 19) konstatieren über die Variabilität: „all kinds of different areas in different countries … being described as industrial districts”. Brusco (1992, 177 f.) definiert Industriedistrikte als Netzwerk kleiner spezialisierter Unternehmen, die ihren Standort in einem relativ eng begrenzten Raum haben, die entweder direkt oder indirekt für den selben Markt arbeiten, deren gemeinsam geteilte Wertvorstellungen und ihr gemeinsames Wissenssystem so entscheidend ist, dass sie eine kulturelle Einheit bilden, die in lokalen institutionellen Strukturen eingebettet sind, die einen komplexen Mix aus Konkurrenz und Kooperation unterstützen. Industriedistrikte stellen demnach „a socio-territorial entity which is characterized by the active presence of both a community of people and a population of firms in one naturally and historically bounded area” dar (Becattini 1990, 39).

Industriedistrikte in Italien weisen jedoch eine recht ausgeprägte Heterogenität auf. Garofoli (1991, 2001) entwickelt daher eine erste Typologie: es bestehen (1) Räume spezialisierter Produktion mit geringer Arbeitsteilung zwischen den lokal ansässigen Unternehmen, (2) Produktionsgebiete mit hoher zwischenbetrieblicher Arbeitsteilung und (3) Systemgebiete, als höchstentwickelte Form des Industriedistrikts, die durch komplexe interorganisationale Netzwerke gekennzeichnet sind. Die Re-Dynamisierung des Konzeptes (Dimou 1994) induziert, dass Industriedistrikte einen Entwicklungsprozess durchlaufen können. Allgemeiner schlagen Scott und Storper (1992) drei anders geartete Formen industrieller Distrikte vor. Die erste Form soll sich demnach in handwerklich basierten Design-intensiven Branchen wie in der Bekleidungsindustrie im Dritten Italien oder der Filmindustrie in Los Angeles herausgebildet haben. Eine weitere Form existiere basierend auf Hochtechnologieindustrien wie z. B. in den städtischen Randgebieten in Cambridge in Großbritannien oder im Silicon Valley in Kalifornien. Eine dritte Form basiert auf der Bereitstellung von Dienstleistungen, insbesondere Fi-

nanzdienstleistungen, wie sie in den Innenstädten von London und New York zu finden sind. Eine zusätzliche, vierte Form von Industriedistrikten konnte durch die Beschreibung der regional verankerten Produktionssysteme der japanischen Unternehmen Toyota (Sayer 1989) und Matsushita (Patchell 1993) identifiziert werden. Hier wurde die Produktion hochwertiger an Kundenwünsche angepasster Produkte in großen Stückzahlen in Form flexibler Massenproduktion (Sabel 1989, 37) in den sog. Keiretsu (vgl. Gerlach 1992; Sydow 1992, 38 ff.; Lincoln/Gerlach 2004) in bestimmten Distrikten/Regionen in Japan organisiert.

In Bezug auf die Fähigkeit der Industriedistrikte, Innovationen hervorzubringen stellt Brusco fest, dass „industrial districts are slow to adopt new technologies, lack expertise in financial management, have little of the know-how required for basic research, and are unable to produce epoch-making innovations" (1992, 196). Und es bleibt offen, ob es für die Wettbewerbsfähigkeit der Klein- und Kleinstunternehmen in Industriedistrikten ausreicht, Verbesserungsinnovationen hervorzubringen (vgl. auch Asheim 1995).

Das Konzept des Industriedistrikts ist aus verschiedenen Richtungen kritisch gewürdigt worden. Zunächst ist festzuhalten, dass die Veröffentlichung einer Vielzahl an Forschungsbeiträgen das Wissen über regionale Agglomerationen stark angereichert hat. Zu den Stärken des Konzeptes zählen die Hinweise auf das Spannungsverhältnis von Kooperation und Wettbewerb und die Bedeutung kollektiver Akteure sowie Netzwerke. Besonders positiv herauszuheben ist die Betrachtung der sozialen, kulturellen und institutionellen Dimension für die ökonomische Prosperität und Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Agglomerationen (Trippl 2004, 37). Im Unterschied zu Marshalls eher statischer Konzeption des klassischen Industriedistrikts[9] weist das aktuelle Konzept des Industriedistrikts eine dynamische Perspektive auf. Industriedistrikte besitzen die Fähigkeit zu lernen und sich somit an schnell ändernde Marktumfeldbedingungen anzupassen. Auch wenn es sich hierbei eher um inkrementelle Innovationen handelt, können sich Industriedistrikte durch graduelle Verbesserungen des Endproduktes, des Produktionsprozesses und des gesamten Produktionssystems (Bianchi/Giordani 1993, 31) als Organisationsform in turbulentem Umfeld bewähren (Best 1990, 235).

Kritisiert wurde die überstrapazierte begriffliche Erweiterung, um zusätzliche Branchen und Regionen mit ähnlichen Strukturmerkmalen abzudecken, da hierdurch die Erklärungskraft des Konzeptes verringert wird (vgl. Bathelt 1998, 260 ff.). Markusen (1996) argumentiert, dass Industriedistrikte italienischer Provenienz Ausnahmeerscheinungen darstellen. Loda (1989, 182) zeigte bereits sehr früh, dass die Formation von Industriedistrikten (im Dritten Italien) an

[9] Auch wenn sich Marshall durch Ideen der (Evolutions-)Biologie inspirieren ließ, bleibt das Konzept des Industriedistrikts statisch (vgl. hierzu Hodgson 1993, 99).

die besonderen sozio-ökonomischen Bedingungen der 1960er und 1970er Jahre geknüpft war. So überrascht es auch nicht, dass in den meisten der von Markusen (1996) untersuchten Regionen im Gegensatz zur Struktur der idealtypischen Industriedistrikte im „Dritten Italien“ einerseits Großunternehmen und andererseits öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen angetroffen werden, die einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der Region haben.

Eine Vielzahl von Autoren (z. B. Amin/Robins 1991; Cooke/Morgan 1994; Cooke 1996; Bianchi 1998) bezweifeln heute, dass Industriedistrikte eine überlegene und zeitlich stabile räumliche Konfiguration der industriellen Produktion darstellen. Industriedistrikte scheinen eher eine seltene raum- und zeitabhängige Konfiguration darzustellen, deren Bestand nur unter bestimmten Bedingungen gesichert scheint (Schamp 2000, 76 ff.). Somit ist der Algemeingültigkeitsanspruch des Konzeptes äußerst fraglich. Integrierte große Unternehmen können, entgegen der allgemeinen Vorhersagen des Industriedistrikt-Modells sehr erfolgreich in regionalen Agglomerationen agieren (vgl. Hayter 1997), wie auch Staber (1997, 476) am Beispiel der Textilindustrie in Baden-Württemberg zeigen kann. Das Beispiel der Textilindustrie von Treviso zeigt, dass sich ein distriktähnliches Produktionssystem zu einem, von einem großen international tätigen Unternehmen (Benetton), dominierten Produktionsnetzwerk entwickeln kann. Die lokalen Klein- und Kleinstunternehmen werden hier von einem Unternehmen mit Marktzugang dominiert und in eine weltweit vernetzte Produktion integriert (Sydow 1992, 32 f., auch Harrison 1994; Lorenzoni/Baden-Fuller 1995). Sie werden zu „Knoten in globalen Netzwerken“ (Amin/Thrift 1992). Diese zunehmende Hierarchisierung der zwischenbetrieblichen Beziehungen und höhere Bedeutsamkeit der Einbettung in internationale Netzwerke ist bisher nur unzureichend in die theoretische Reflexion und Reformulierung des Konzeptes eingeflossen (Trippl 2004, 38).

2.2.2 Porters Clusterkonzept und dessen Weiterentwicklung

2.2.2.1 Porters Clusterkonzept

Der Einfluss von Porters Buch "The Competitive Advantage of Nations" reflektiert eine Veränderung im Verständnis der strategischen Faktoren, die Innovationen und wirtschaftliches Wachstum befördern können (Asheim 1995, 7). Hiernach repräsentieren Cluster die materielle Basis für eine auf Innovationen basierende Wirtschaft in der Wettbewerb nicht ausschließlich über den Preis der Produkte und Dienstleistungen ausgetragen wird, sondern in der innovative Technologien eine bedeutsame Rolle spielen. „Firms compete not by producing the same products cheaper, but by producing new products with new performance characteristics and new technical capabilities" (Smith 1994, 10).

Im Rahmen der Analyse internationaler Wettbewerbsfähigkeit von Ländern geht Porter, ähnlich wie Krugman (1991), der Frage nach, warum Länder mit ähnlicher Faktorausstattung eine unterschiedliche Außenhandelsspezialisierung aufweisen und kommt zu der Erkenntnis, dass diese nicht mit der Ausstattung der Länder mit natürlichen Produktionsfaktoren zu erklären ist, somit auch nicht vererbt werden kann, sondern erarbeitet werden muss. In einem Land erlangen bestimmte Branchen wegen des hohen Wettbewerbsdruckes und günstiger Umfeldbedingungen Wettbewerbsvorteile. Die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes hängt dabei von der Fähigkeit seiner Industrien ab, Innovationen hervorzubringen und sich zu verbessern (Porter 1990, 73 f.). Die Unternehmen dieser Branchen können dadurch internationale Märkte erschließen. Dabei spielt eine starke heimische Konkurrenz bei der Steigerung der Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen eine besondere Rolle. „Unternehmen überflügeln die schärfsten Konkurrenten weltweit wegen des [lokalen] Konkurrenzdrucks und der daraus resultierenden Herausforderung. Sie profitieren von starken lokalen Rivalen, aggressiven einheimischen Zulieferern und anspruchsvollen Kunden auf dem Heimatmarkt" (ebenda). Darüber hinaus stellt Porter fest, dass „a nation's successful industries are usually linked through vertical (buyer/supplier) or horizontal (common customers, technology, channels, etc.) relationships" (ebenda, 149). Nach Porters Argumentation bilden also nicht Einzelunternehmen den Kern leistungsfähiger Volkswirtschaften, sondern Wettbewerbsfähigkeit entsteht in Clustern. Die Wettbewerbsfähigkeit ist dabei durch vier Umfeldbedingungen, die komplex zusammenwirken, bestimmt.

Im sog. Diamantmodell, welches der industrieökonomischen Tradition entspringt, werden die vier Faktoren (1) Faktor-Input-Bedingungen, (2) Nachfragebedingungen, (3) die Existenz verwandter und unterstützender Branchen sowie (4) Unternehmensstrategie, -struktur, und Wettbewerb in einen Wirkungszusammenhang gebracht, der besagt, dass je intensiver die Interaktionen zwischen diesen Faktoren ausgeprägt ist, desto höher wird die Produktivität und Innovativität der involvierten Unternehmen ausfallen (vgl. auch zum Folgenden Porter 1990).

(1) Faktorbedingungen: Die lokale Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen, spezialisierten Produktionsfaktoren wie Human-, Kapital- und natürlichen Ressourcen sowie physischer, administrativer, Informations- und wissenschaftlich/technologischer Infrastruktur bestimmen die Produktivität und Innovativität von Unternehmen und somit ihre und die Wettbewerbsfähigkeit von Ländern (und Regionen). Jedoch reicht die bloße Verfügbarkeit nicht aus. Die Faktoren müssen möglichst produktiv eingesetzt werden. Für die Herausbildung und Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit sind insbesondere schwer imitierbare und spezialisierte Inputfaktoren, die auf die Bedürfnisse der Akteure im Cluster ausgerichtet sind, bedeutsam.

(2) Nachfragebedingungen: Die sich im Heimatmarkt entfaltende Nachfrage beeinflusst, so Porter, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Eine anspruchsvolle und fordernde lokale Kundschaft, eine ungewöhnliche lokale Nachfrage in spezialisierten Segmenten, die auch global bedient werden kann, sowie lokale Kundenbedürfnisse, die die Bedürfnisse von Kunden auch in anderen Regionen vorwegnehmen, erhöhen den Innovationsdruck auf die lokal ansässigen Unternehmen und können ihnen im globalen Wettbewerb First-Mover-Vorteile verschaffen. Räumliche und kulturelle Nähe zu den anspruchsvollen Nachfragern ermöglicht es den Unternehmen, die Kundenbedürfnisse schnell zu erkennen und einen engeren Kontakt zu ihnen im Entwicklungsprozess aufrechtzuerhalten.

(3) Verwandte und unterstützende Branchen: Die Existenz von fähigen innovativen lokalen Zulieferern und Unternehmen in verwandten und unterstützenden Branchen kann sich durch Kosten-, Koordinations- und Verflechtungsvorteile auf die Produktivität und Innovativität und somit auf die Generierung von Wettbewerbsvorteilen in einer Branche auswirken. Durch eine leistungsfähige Zulieferindustrie wird ein schneller Zugang zu kostengünstigen und hochwertigen Produktionsmitteln ermöglicht. Durch verkürzte Kommunikationswege und den zügigen Austausch von Informationen, Wissen und Ideen können Vorteile im Innovationsprozess entstehen. Gleichzeitig wird der Zugang zu Innovationen der Zulieferindustrie ermöglicht sowie die gemeinsame Arbeit an neuen Entwicklungen erleichtert. In verwandten Branchen können komplementäre Effekte entstehen. Der Austausch von Informationen und technologischem

Wissen mit verwandten wettbewerbsfähigen Branchen und die Nutzung dieser Informationen und des technologischen Wissens bieten Vorteile im Wettbewerb durch Steigerung der Produktivität und Innovativität der Unternehmen.

(4) Unternehmensstrategie, -struktur und Wettbewerb: Ein starker inländischer Wettbewerbsdruck reizt die Unternehmen, durch ständige Verbesserungen und Innovationen ihre Wettbewerbsposition aufrecht zu erhalten und neue Marktgebiete zu erobern. Porter weist der heimischen Konkurrenz eine herausragende Rolle zu. Der Innovationsdruck wird im Besonderen durch sehr leistungsfähige heimische Konkurrenten aufrechterhalten. Die Wettbewerber treiben sich gegenseitig im Innovations- und Produktivitätswettlauf an. Befinden sich diese Wettbewerber in einem eng begrenzten Raum, so ist dieser Effekt aufgrund der erhöhten gegenseitigen Beobachtbarkeit besonders ausgeprägt. Durch die spezifische Form des Wettbewerbs wird die Art und Weise wie Unternehmen geführt werden sowie die Unternehmensstruktur beeinflusst.

Das regionale Umfeld wirkt sich somit besonders auf die Strategien und Strukturen der Unternehmen, den lokalen Wettbewerb, die Faktor- und Nachfragebedingungen sowie auf die verwandten und unterstützenden Branchen aus. Zudem spielen staatliche Politik in Form von Gesetzgebung und der Allokation von Ressourcen für Wissenschaft, Ausbildung und Subventionen sowie historische Zufälle z. B. bei der Standortentscheidung von Unternehmen (z. B. wenn diese aus familiären Gründen getroffen wurden) oder beim Auffinden natürlicher Ressourcen eine nicht unbedeutende Rolle in der Ansiedlung und Entwicklung der Unternehmen in Clustern und somit für die Clusterentwicklung an sich.

Die vier Bestimmungsfaktoren in Porters Diamant-Modell beeinflussen sich wechselseitig und bilden ein sich selbst verstärkendes System (siehe Abbildung 4). Zwei Faktoren bestimmen, so Porter, darüber ob eine positive Entwicklung einsetzt. Besondere Bedeutung hat erstens die geographische Konzentration der Elemente, da hierdurch die Intensität der Interaktion innerhalb des Diamanten noch erhöht wird. Dabei geht Porter davon aus, dass sich die wettbewerbsfähigsten Branchen eines Landes in begrenzten geographischen Räumen befinden. „The process of clustering, and the intense interchange among industries in the cluster, also work best where the industries involved are geographically concentrated“ (Porter 1990, 157). Die regionale Konzentration der Wettbewerber erhöht durch bessere Beobachtbarkeit und Wissensübersprünge den Druck auf die Unternehmen, durch Innovationen ihre Wettbewerbssituation zu verbessern (vgl. Porter 2000b, 262). Dadurch intensivieren sich wiederum, so der Ansatz, die Interaktionen zwischen den Faktoren und ein sich selbstverstärkender Zyklus setzt

ein. Der zweite Faktor, intensiver Wettbewerb, ist bereits angesprochen worden. Der heimische Konkurrenzkampf treibt in Porters Argumentation die Weiterentwicklung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen im Cluster und die Wettbewerbsfähigkeit des Clusters entscheidend voran.

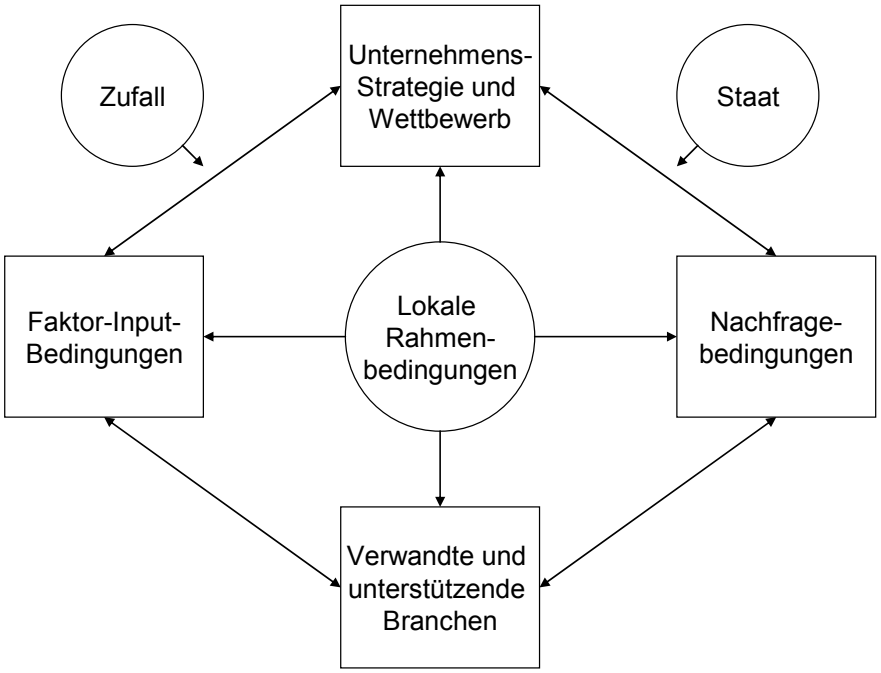


Abb. 4: Der Porter'sche Diamant oder Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in Clustern (nach Porter 1998a, 211; 2000, 270)

Der Clusterbegriff wird heute in unterschiedlichen Kontexten verwandt:[10] „There is not one correct definition of the cluster concept" (Jacobs/de Man 1996, 426). Porter selbst hat in der Vergangenheit seine Cluster-Definition, z. T. substantiell, verändert. Die am weitesten verbreitete Definition hebt insbesondere auch das Spannungsverhältnis von Kooperation und Wettbewerb sowie die Verflechtung von Unternehmen mit dem regionalen Umfeld hervor. Hiernach sind Cluster "geographic concentrations of interconnected companies, specialized suppliers, service providers, firms in related industries, and associated institutions (for example, universities, standards agencies, and trade associations) in particular fields that compete but also co-operate" (Porter 1998a, 197). Zufällige und unverbundene Agglomerationen sind demnach nicht als Cluster zu bezeichnen, da sie nicht in gleicher Weise zur Produktivitäts- und Innovationssteigerung beitragen (Steinle/Schiele 2002, 850; Steinle et al. 2007, 238). In der schlichten räumlichen Agglomeration können zwar schon positive (Agglomerations-) Ef-

[10] In drei Zusammenhängen wird der Clusterbegriff hauptsächlich verwendet: (1) räumliche Agglomerationen ähnlicher und verwandter wirtschaftlicher Aktivitäten, (2) regional verankerte Wertschöpfungsketten mit allen Akteuren, Ressourcen und Aktivitäten, die erforderlich sind um Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, zu produzieren und zu vermarkten und (3) zusammengefasste Sektoren, um den Zusammenhängen zwischen diesen Rechnung zu tragen (Jacobs/de Man 1996, 426).

fekte auftreten, doch sind es erst die intensiv vernetzten regional verankerten Interaktionen und Austauschprozesse, die die angestrebten positiven Clustereffekte ermöglichen (vgl. Rehfeld 1999; Mossig 2002). In aktuelleren Arbeiten wendet Porter den Clusterbegriff, entgegen der, oder in Erweiterung zur ursprünglichen Argumentation, explizit auf die räumlich begrenzte regionale Bezugsebene an (2000a, 254) ohne jedoch den Perspektivwechsel durch veränderte Wirkungszusammenhänge zu erklären.

Porter verweist in seiner Clusterdefinition auf das besondere Spannungsverhältnis von Kooperation und Wettbewerb. Während er letzterem einen großen Stellenwert bei der Produktivitätssteigerung und Innovativität der Clusterunternehmen beimisst, dies zeigt sich z. B. darin, dass der Faktor Wettbewerb explizit im Diamantmodell aufgenommen ist, hat der Faktor Kooperation in seinem Clustermodell eine eher untergeordnete Bedeutung. Dennoch verweist er auf Kooperationsbeziehungen zwischen Clusterunternehmen, da ihm eine simple unverbundene Agglomeration bzw. reine Austauschbeziehungen von Unternehmen nicht als ausreichend erscheinen, Clustervorteile hervorzubringen: „Clusters clearly represent a combination of competition and cooperation. Vigorous competition occurs in winning customers and retaining them. The presence of multiple rivals and strong incentives often accentuates the intensity of competition among clusters. Yet cooperation must occur in a variety of areas" (Porter 1998a, 222).

Bei Kooperationsbeziehungen zwischen Clusterunternehmen handelt es sich nach Porter eher um vertikale Austauschbeziehungen, als um Kooperationen zwischen Wettbewerbern: "Much of it is vertical, involves related industries and is with local institutions. Competition and cooperation can coexist because they occur on different dimensions and between different players; cooperation in some dimensions aids successful competition in others" (ebenda, 223). Um die Zusammenarbeit der Clusterakteure zu ermöglichen, sind, so erkennt auch Porter, Vertrauen und Beziehungsfähigkeiten erforderlich: „Social glue binds clusters together, contributing to the value creation process. Many of the competitive advantages of clusters depend on the free flow of information, the discovery of value adding exchanges or transactions, the willingness to align agendas and to work across organizations, and strong motivation for improvement. Relationships, networks, and a sense of common interest undergrid these circumstances. The social structure of clusters thus takes on central importance" (ebenda, 225). Wie diese Struktur aussehen (soll) erläutert Porter nicht.

In Porters Clustermodell spielen Innovationen, angetrieben von Wettbewerb im Cluster, eine besondere Rolle, da eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Produkt- und Prozessin-

novationen erreicht werden kann. Die Innovationskapazität von Clusterunternehmen wird demnach z. B. durch die schnellere Wahrnehmung von Kundenbedürfnissen erhöht (vgl. Porter 2000b, 262). Im Cluster können neue Prozess- oder Absatzmöglichkeiten schneller durch häufigen Face-to-Face-Kontakt der Clusterakteure wahrgenommen werden und durch die regionale Nähe der Partner im Innovationsprozess wird die Ansprechempfindlichkeit und die Möglichkeit zu experimentieren erhöht (vgl. Porter 1998b, 80 ff.; 2000, 21 ff.). Porters Erläuterungen bleiben jedoch oberflächlich. Die im Cluster ablaufenden Prozesse, in denen Innovationen generiert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und des Clusters zu befördern, vermag Porter nicht zu erhellen.

2.2.2.2 Kritische Würdigung von Porters Clusterkonzept

Eine zentrale Leistung Porters besteht darin, dass durch das Clusterkonzept die Entstehung von Wettbewerbsvorteilen von Unternehmen in einen territorialen Zusammenhang gerückt wird. Durch das Clusterkonzept wird zudem eine explizit dynamische Perspektive auf die Entstehung von Wettbewerbsvorteilen ermöglicht (vgl. Bathelt/Glückler 2002, 150). Porters Leistung besteht ferner in der integrativen Kraft des Clusteransatzes – durch das Zusammenwirken verschiedener Perspektiven können industrielle Agglomerationen heute besser durch das komplexe Zusammenwirken unterschiedlicher Faktorbündel gedeutet werden (Henn 2006, 49). Der Clusteransatz hat eine Reihe von Faktoren in den Analysefokus gerückt, welche die Wettbewerbsfähigkeit von Regionen beeinflussen und bietet damit eine multikausale Erklärungsmöglichkeit. Gleichzeitig zeigt Porter mit seiner Clusterkonzeption auf, dass ein Teil der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen außerhalb des Einflussbereiches des Unternehmens begründet liegt. Zudem wurde durch seine Arbeiten der von Martin für die Wirtschaftsgeographie geforderte „policy turn“ (2001, 189) durch den verstärkten Austausch zwischen Regionalpolitik und regionalwissenschaftlicher Theoriebildung zumindest teilweise eingelöst.

In den vergangenen Jahren ist der Clusteransatz jedoch teilweise massiv kritisiert worden. Einige Kritiker sehen in ihm nur ein weiteres „chaotic concept“ der Wirtschaftsgeographie (Martin/Sunley 2003, 14). Besonders kritisch werden die mangelnde Berücksichtigung sozialer, institutioneller und relationaler Aspekte sowie die Ambiguität des Konzeptes gesehen.

Eine der größten Schwächen und vielleicht gleichzeitig auch eine der größten Stärken des Clusterkonzeptes (siehe weiter unten) ist seine Offenheit. Auch wenn Porter eine Definition vorgelegt hat, die in weiten Teilen der Auseinandersetzung um Cluster zumindest aufgegrif-

fen wird, fehlt doch nach fast 20 Jahren Clusterdiskurs eine einheitliche Definition. Rosenfeld (1997) stellt fest, dass "there are as many definitions (of clusters) as there are types of organisations using the term". Eine Sammlung unterschiedlicher Definitionen mit großer inhaltlicher Breite findet sich bei Martin und Sunley (2003, Tab. 1). Diese zeigt das definitorische Dilemma auf. Insbesondere die (fehlende) räumliche Abgrenzung liefert Anlass zur Kritik: „The key weakness is that there is nothing inherent in the concept itself to indicate its spatial range or limits, or whether and in what ways different clustering processes operate at different geographical scales" (Martin/Sunley 2003, 12). Während Porter die Abgrenzung eines Clusters als "kreativen Prozess" ansieht (2000, 255) kritisieren Martin und Sunley, dass sich der Ansatz objektiven Kriterien verweigert und beliebige wirtschaftspolitische Zuweisungen befördert (2003, 16). Gleichzeitig wurde kritisiert, dass die Beziehung zwischen den verschiedenen Maßstabsebenen, z. B. zwischen der (regionalen) Branchenebene und der nationalen Ebene, in den Schlussfolgerungen Porters nicht klar herausgearbeitet wird (vgl. z. B. Dalum 1992).

Ein weiterer wesentlicher Kritikpunkt ist die Ausblendung der sozialen und relationalen Dimension in Porters Arbeiten (Martin/Sunley 2003, 16). Brown und McNaughton heben diesen in der Porterschen Clusterdefinition zumindest implizit mitgeführten jedoch als wesentlichen Aspekt von Clustern heraus: "The degree, or strength, of network relationships that exist between cluster members determines a cluster's structure, dynamism and benefits to member firms" (2002, 29). Porter selbst hebt zwar die Bedeutung sozialer Netzwerke in neueren Arbeiten hervor: „…cluster theory also provides a way to connect theories of networks, social capital and civic engagement more tightly to business competition and economic prosperity … Cluster theory helps to isolate the most beneficial forms of networks … [and] may reveal how network relationships form and how social capital is acquired" (Porter 1998a, 227) und sieht die Bedeutung lokaler sozialer Netzwerke z. B. bei der Entstehung und beim Weitertransport von Informationen und Wissen im Cluster. Dennoch bleiben diese Prozesse und Strukturen theoretisch unfundiert. Zudem bleiben Interaktionen und Lernprozesse zwischen verschiedenen Unternehmen unzureichend thematisiert. Das institutionelle Umfeld auf der nationalstaatlichen und der regionalen Ebene bleibt ungenügend konzeptionalisiert und Porter wechselt in neueren Arbeiten (vgl. 2000) scheinbar problemlos zwischen ihnen. Somit bleiben die soziale, institutionelle und relationale Dimension der Formation und Entwicklung von Clustern sowie bei der Generierung von Innovationen in Porters Konzept als auch in seinen empirischen Beispielen eine Art „Black Box" (Martin/Sunley 2003, 16 f.) – und das von ihm vermittelte Prozessverständnis bescheiden (Bathelt/Glückler 2002, 150).

Unabhängig von der vorgetragenen Kritik ist es jedoch gerade die Mehrdeutigkeit des Clusterkonzepts, die interessierten Akteuren, Managern und insbesondere Politikern durch den erhöhten Grad an konzeptioneller Flexibilität eine Möglichkeit der Anwendung gibt (Jacobs/de Man 1996). Porter selbst und einige seiner Schüler (z. B. van der Linde 2003, 2005; Enright 1996, 2003; Ketels 2003, 2004) vermochten es, ihre Clusterforschung und die Beratung von Unternehmen und Politikern geschickt miteinander zu verknüpfen, sodass eine immense Ausbreitung des Konzepts zu konstatieren ist. Die Attraktivität des Clusterkonzepts hat nach Martin und Sunley (2003, 8 ff.) drei wesentliche Gründe: (1) Das Clusterkonzept wurde von Porter von Anbeginn an einen übergreifenden Fokus auf die Determinanten der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, Branchen, Regionen und Nationen angebunden und zu Markte getragen. Gleichzeitig rückte die Wettbewerbsfähigkeit auf diesen unterschiedlichen Maßstabsebenen in einer zunehmend globalisierten Wirtschaft verstärkt in das Bewusstsein von Unternehmern und Politikern. Somit waren (und sind) sie sehr empfänglich für Porters Clusterkonzept. (2) Porters anwenderfreundlicher Schreibstil und wenig abstrakte Aussagen – im Gegensatz zu eher akademischen Ansätzen zu industriellen Agglomeration in der Wirtschaftsgeographie – in Kombination mit Porters Reputation als international gefeierter Industrieökonom – trugen ferner dazu bei, dass das Konzept speziell von Politikern aufgegriffen wurde (ebenda, 9). (3) Die definitorische Unvollständigkeit des Clusterkonzeptes wird schließlich als dritter wesentlicher Grund für dessen Popularität angesehen, da hierdurch Agglomerationen in den verschiedensten Branchen, auf verschiedenen raumwirtschaftlichen Aggregationsebenen und mit unterschiedlichen zeitlichen Bezügen erfasst werden können (ebenda, 10).

2.2.2.3 Mehrdimensionale Weiterentwicklung des Porterschen Clusterkonzepts

Die konzeptionelle Auseinandersetzung um das (Portersche) Clusterkonzept ist keinesfalls abgeschlossen. Neuere Arbeiten von Autoren wie Malmberg/Maskell (1997, 2002, 2006), Bathelt/Glückler (2002), Bathelt (2005) und Kiese (2008) verweisen zwar ebenfalls darauf, dass Cluster als arbeitsteilig vernetzte wirtschaftliche Konzentrationen konzeptionell zu fassen sind, dass sie aber empirisch in mehreren Dimensionen zu analysieren sind. Diese Dimensionen sind zwar in Porters Clusterkonzept teilweise bereits angelegt, aber nicht als mehrdimensionales integratives Clusterkonzept ausformuliert. Zu den relevanten Dimensionen zählen eine horizontale, eine vertikale und eine institutionelle Dimension (vgl. insbesondere A-

min 1999; Malmberg/Maskell 1997, 2002), eine externe Dimension (vgl. speziell Bathelt/Glückler 2002, 213) sowie eine laterale Dimension (vgl. Kiese 2008, 11 f.) (vgl. Abbildung 5).

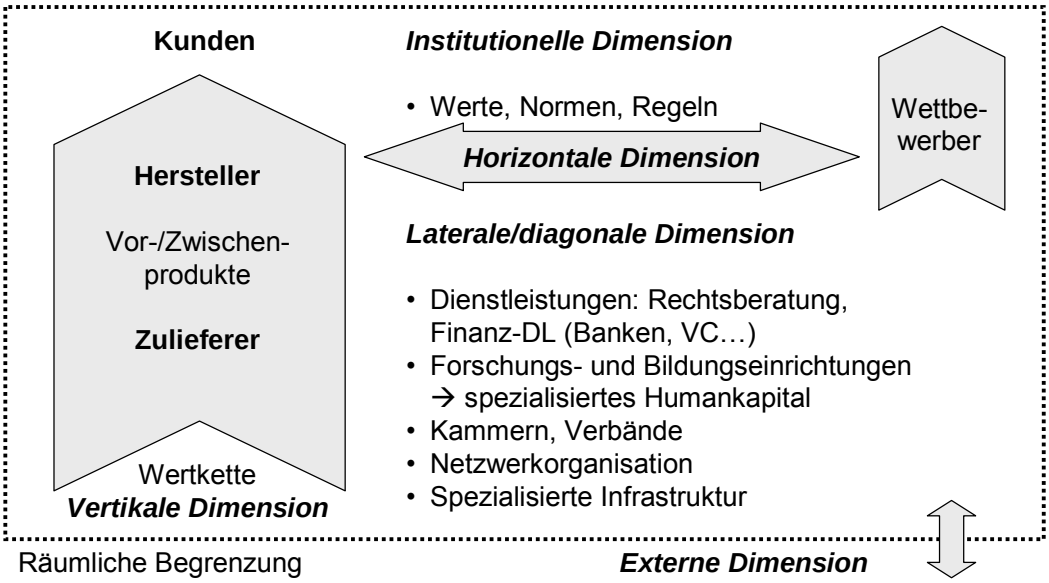


Abb. 5: Cluster als mehrdimensionales lokalisiertes Wertschöpfungssystem (Kiese 2008, 12)

In der vertikalen Dimension werden in Zuliefer-Abnehmer-Beziehungen stehende Unternehmen und andere komplementäre Organisationen betrachtet (vgl. auch Rehfeld 1999; Krätke 2001, 155; Bathelt/Glückler 2002, 213; Bathelt 2005, 107 f.; Malmberg/Maskell 2006, 5 f.). Die lokale Nachfrage im spezialisierten Cluster führt zu einer weiteren Spezialisierung der Clusterunternehmen und sonstigen -organisationen auf die Belange des Clusters. Die einzelnen spezialisierten Organisationen bilden Kettenglieder einer lokalisierten Wertschöpfungskette oder zumindest zusammenhängende Teile einer kompletten lokalisierten Wertschöpfungskette. Weitere Zulieferer und Abnehmer haben einen Anreiz, sich in einem derart spezialisierten Cluster anzusiedeln, da sie hier Größenvorteile und eine Reduzierung ihrer Transaktionskosten realisieren können und ihre Produkte bei geringen Distributionskosten absetzen können (vgl. Scott 1988; Krugman 1991b; Fujita et al. 1999). Jedoch sind in der vertikalen Dimension nicht ausschließlich Kostengesichtspunkte bei der Herausbildung und Entwicklung von Clustern relevant. Für ein adäquates Verständnis der Prozesse, die hinter der regionalen Spezialisierung und Konzentration ablaufen, sind auch „relational assets“ und „untraded interdependencies“ (Storper 1997)[11] zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 2.2.4 dieser Arbeit).

[11] Diese „assets“ sind nicht handelbar und nicht leicht substituierbar, da sie sich aus den sozialen Bestandteilen der regionalen Netzwerke, in die Clusterakteure eingebunden sind, speisen. Sie beinhalten nicht kodifiziertes Wissen, das auf Face-to-Face Austausch beruht, eingebettete Routinen, Bräuche, Normen, lokale Konventio-

Die sozio-ökonomischen und -institutionellen Rahmenbedingungen, zwischenbetriebliche Kommunikation und interaktives Lernen zwischen den regional konzentrierten Wertschöpfungspartnern (Zulieferer-Abnehmer) beeinflussen in erheblichem Maße die Hervorbringung von Innovationen im Cluster (vgl. hierzu Storper 1997; Maskell/Malmberg 1999). Die Arbeiten von Lundvall (1988), Gertler (1993, 1995) sowie Malmberg und Power (2005a) haben ferner gezeigt, dass es gerade in komplexen Innovationsprozessen auf eine enge Zusammenarbeit zwischen co-lokalisierten Zulieferern, Zulieferern von Produktionsausrüstung, Produzenten und Abnehmern sowie auf gemeinsame Lernprozesse ankommt (siehe auch Abschnitt 2.2.3). Neben der vertikalen Beziehung zwischen Zulieferern, Ausrüstern von Produktionstechnologien, Produzenten und Kunden sind in der vertikalen Dimension weiterhin die („vertikalen") Beziehungen zwischen Unternehmen und lokal ansässigen akademischen Forschungseinrichtungen als Zulieferer von Wissen im Innovationsprozess von entscheidender Bedeutung. Unternehmen können hierbei in Form von allgemeinen Wissensübersprüngen oder durch formale Kooperationen profitieren (vgl. Malmberg/Power 2005b). Gleichzeitig ist kritisch festzuhalten, dass bisher nur wenige empirische Studien tatsächlich nachweisen konnten, dass vertikale Beziehungen in Clustern hauptsächlich lokal sind (vgl. z. B. Gordon/McCann 2005). Während Proximität generell bedeutsam bei der Erklärung von Wissenstransport und bei der Generierung von Innovationen bleibt, haben verschiedene Autoren auf die abnehmende Bedeutung der räumlicher Nähe für bestimmte Typen von Innovatoren, Technologien und Regionen, z. B. aufgrund technologischer Veränderungen, hingewiesen (vgl. z. B. Johnson et al. 2006). Die relative Seltenheit der in der realen Clusterwelt anzutreffenden lokalen vertikalen Beziehungen oder gar kompletter, lokal verankerter Wertschöpfungsketten sollte die Aufmerksamkeit in der Analyse von Clustern auf weitere Dimensionen lenken (Malmberg/Maskell 2006, 6).

Die horizontale Dimension verweist auf (Beziehungen zwischen) Unternehmen, die im Cluster angesiedelt sind und in direktem Wettbewerb miteinander stehen (vgl. hierzu z. B. auch Lerch et al. 2007). Die harsche Konkurrenz, die zwischen Wettbewerbern im Cluster herrscht, hebt Porter als entscheidenden Anreiz für Innovationen hervor (vgl. noch einmal Porter 1990, 141 ff.; 2000, 261). Auch wenn direkte Wettbewerber in Clustern eher selten miteinander kooperieren und Informationen und Wissen direkt austauschen, so profitieren die Unternehmen doch von der besonderen Informationsdichte in einem Cluster. Die spontane und automatische Beobachtbarkeit steigt, und auch ohne explizites Monitoring wissen Wett-

nen der Kommunikation und Interaktion, Reziprozität und Vertrauen, das auf der Vertrautheit und Familiarität basiert und aus der regionalen Nähe resultiert (Storper 1997).

bewerber erstaunlich gut über ihre regionalen Konkurrenten, deren Prozesse und Kompetenzen Bescheid (Malmberg/Maskell 2006, 6). Unternehmen profitieren, da sie sich aufgrund ihrer ähnlichen Wissensbasis, d. h. ihrer kognitiven und kulturellen sowie ihrer räumlichen Nähe über die Produkteigenschaften ihrer in der Nähe angesiedelten Wettbewerber und über die Qualität und Kosten der Inputfaktoren leichter und schneller informieren und somit ihre eigene Leistungsfähigkeit mit der ihrer Wettbewerber effizienter vergleichen können (vgl. Gertler 1993, 675; Berndt 1996, 233 f.; Malmberg/Maskell 2002, 439). Durch Beobachtbarkeit und Vergleichbarkeit wiederum, so das dahinterliegende evolutionstheoretische Argument, werden Lernprozesse und Verbesserungsinnovationen ermöglicht. Variationen bzw. Innovationen entstehen demnach dann, wenn Wettbewerber ähnliche Informationen und nicht identisches Wissen erlangen und auf dieser Basis und mit unvollständigen Informationen ihre eigenen Prozesse und Produkte verändern/verbessern, sowie dadurch, dass sie das erlangte Wissen mit eigenen Ideen kombinieren (Malmberg/Maskell 2006, 7).

Die institutionelle Dimension erstreckt sich auf spezifische Normen, Regeln, gemeinsame Werte, geteilte Sichtweisen, Gewohnheiten sowie Konventionen, die in formellen und informellen Institutionen[12] im Cluster verankert sind. Diese institutionellen Arrangements entstehen erst im Zeitverlauf in den sozialen Interaktionen zwischen den Clusterakteuren und werden durch soziale Praktiken reproduziert (Bathelt 2005, 108). Dabei begrenzen diese Institutionen den Handlungsspielraum der einzelnen Clusterakteure – sie machen Handlungen vorhersagbarer, da sie Unsicherheit reduzieren (vgl. auch North 1990) – und gleichzeitig ermöglichen sie Handlungen auf der Grundlage gemeinsamer Verständnisweisen. In einem Cluster beeinflussen lokale Institutionen z. B. die Praktiken in und zwischen Clusterorganisationen, während gemeinsam geteilte Erfahrungen aus der täglichen gemeinsamen Problemlösung die Entstehung und Reproduktion von Institutionen unterstützen (Hodgson 2003, 163 ff.; Bathelt 2005, 108). Da institutionelle Rahmenbedingungen schwer (oder gar überhaupt nicht) in ihrer systemischen Gesamtheit nachzubilden sind, können sie als ein Wettbewerbsvorteil für in diesen Regionen agierende Unternehmen angesehen werden (Maskell/Malmberg 1999, 181).

Die externe Clusterdimension versucht dem Fakt Rechnung zu tragen, dass in (erfolgreichen) Clustern Organisationen und Aktivitäten nicht ausschließlich räumlich dicht agglomeriert und Clusterakteure nicht nur mit anderen Akteuren in der Region vernetzt sind. Vielmehr bestehen vielfältige Verbindungen auch zu clusterexternen Organisationen. Das Wechselspiel zwischen lokaler Interaktion und extra-lokalen Interaktionen bei der Clusterentwicklung und deren Be-

[12] Allgemein kann eine Institution als ein Regelsystem aufgefasst werden, das eine bestimmte soziale Ordnung hervorruft.

deutung für das Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und eines Clusters versucht die aktuelle Diskussion um „local buzz and trans-local pipelines“ (Bathelt et al. 2004) aufzugreifen. Cluster und die in ihnen beheimateten Organisationen besitzen wichtige (Wissens-) Verbindungen zu Akteuren außerhalb des Clusters („pipelines“). Clusterakteure beziehen Informationen über externe Märkte und über Technologien, die nicht im Cluster entwickelt wurden, von clusterexternen Quellen, beschaffen Zulieferprodukte von clusterexternen Zulieferern und setzen ihre Produkte auf clusterexternen Märkten ab (vgl. hierzu auch Mossig 2008b). Daher können Cluster nicht ohne externe Verbindungen zu Märkten und technologischen Wissensbasen in verschiedenen anderen regionalen und nationalen Settings existieren (vgl. auch Bathelt/Taylor 2002). Im lokalen Innovationsprozess werden nicht nur lokale Ressourcen und lokales Wissen benötigt, sondern auch extra-lokale Ressourcen und Fähigkeiten, die die Clusterakteure beschaffen müssen. Das externe Wissen über Märkte und Technologien ist oftmals erst der Auslöser für Innovationen und Wachstum im Cluster (vgl. Bresnahan et al. 2001; Asheim/Herstad 2003). Dieser Befund wird verstärkt, wenn es sich um Hochtechnologiecluster handelt. In diesen Fällen existieren weltweit oft nur wenige extrem spezialisierte Anbieter von Vor- und Zwischenprodukten oder als Abnehmer, manchmal sogar nur in der Form von Forschungseinrichtungen, und es existieren oft nur kleine, dann jedoch globale Märkte für die High-Tech-Produkte und Dienstleistungen der Clusterakteure. Ähnlich produzieren die (außer-)universitären Forschungseinrichtungen nicht ausschließlich für die Verwendung des Wissens im regionalen Cluster, sondern auch für die Nutzung und Weiterentwicklung des Wissens in Organisationen in anderen Regionen. „Stanford University provides for more than Silicon Valley, MIT for more than Route 128, and Cambridge University for more than its Science Park” (Pavitt 2002, 8). Gleichzeitig können sich innovative Netzwerke in bzw. zwischen Clustern teilweise über verschiedene branchenbezogene Clustergrenzen hinweg erstrecken und können Akteure aus verschiedenen (regionalen) Sektoren beinhalten, die auf ähnlichen Technologiegebieten arbeiten (vgl. Bergman et al. 2001). Dies wird besonders bei Querschnittstechnologien der Fall sein.

Schließlich verweist Kiese (2008) auf die laterale/diagonale Dimension. Clusterunternehmen tauschen Produkte und Dienstleistungen sowie Informationen und Wissen mit regional ansässigen Dienstleistern, Forschungs- und Bildungseinrichtungen, Kammern, Verbänden und Netzwerkorganisationen aus. In der mehrdimensionalen Perspektive lassen sich Cluster statt als simple Wertschöpfungskette (OECD 1999, 13; Rehfeld 1999) „als lokalisierter Teil eines unternehmensübergreifenden Wertschöpfungssystems mit Elementen und Verflechtungen in vertikaler, horizontaler und diagonaler Dimension verstehen“ (Kiese 2008, 11). Die Handlun-

gen und die (clusterexternen) Austauschbeziehungen der Clusterakteure werden dabei durch ein clusterspezifisches Set an Werten, Normen und Regeln ermöglicht und begrenzt, das als formelles und informelles Institutionengefüge in der Region verankert ist.

Neuere wirtschaftsgeographisch orientierte Arbeiten heben die große Bedeutung sozioökonomischer Beziehungen zwischen Personen, Unternehmen und anderen Organisationen in Clustern für Lernprozesse und für die Generierung von Innovationen in Clustern hervor (z. B. Amin/Thrift 1994; Storper 1997; Gertler 1997, 2003; Schamp 2000; Bathelt/Glückler 2002; Wolfe 2002). Im nachfolgenden Abschnitt wird daher zunächst auf die Weiterentwicklung des Clusterkonzepts in Bezug auf Lern- und Innovationsprozesse vertiefend eingegangen, bevor in Abschnitt 2.2.4 der besonderen Bedeutung von Netzwerken im Cluster durch die Erörterung einer relationalen Perspektive auf Cluster Rechnung getragen wird.

2.2.3 Cluster und Innovation

Regionale Branchencluster bieten Clusterakteuren sowohl die Möglichkeit, den Bedarf für Innovationen als auch die Möglichkeiten der Umsetzung von Innovationen, prompt wahrzunehmen sowie, aufgrund ihrer Flexibilität und Kapazität, Gelegenheit, diese Möglichkeiten schnell und effektiv in Strategie und Produktion umzusetzen (Porter 2000b, 262). In regionalen Clustern existieren, wie bereits angedeutet, insbesondere Lern- und Innovationschancen, die über reine Agglomerationsvorteile hinausgehen und, die in besonderen sozioökonomischen Beziehungen zwischen Clusterakteuren begründet liegen, welche über übliche Marktbeziehungen hinausgehen. Hierdurch besteht ein Potential, dass Clusterakteure Erfahrungen, Kenntnisse und Kompetenzen anderer im regionalen Cluster ansässiger Unternehmen und Organisationen im Innovationsprozess nutzen können (Heidenreich 2000, 92). Den Besonderheiten der „technological spillover“ bzw. der „knowledge spillover“ (Krugman 1991a, 50), d. h. der Übertragung von Erfahrungen und insbesondere impliziten Wissensbeständen der Clusterunternehmen und deren Beschäftigten, bei der Innovationsgenerierung in regionalen Clustern, soll in diesem Abschnitt nachgegangen werden.

2.2.3.1 Innovation: Eine Begriffsbestimmung

Innovation bedeutet zunächst „(Er-)Neuerung“, abgeleitet aus dem lateinischen novus „neu“ sowie innovatio „etwas neu Geschaffenes“ und ist von Invention (Erfindung) zu unterscheiden. Inventionen stellen schöpferische Leistungen und neue Ideen für zuvor unbekannte Lösungen und Anwendungen dar. Werden Erfindungen genutzt, umgesetzt, verwertet oder erstmalig in den Markt eingeführt, so spricht man von Innovation (vgl. Vedin 1980, 22; Roberts 1987, 3). Ein Produkt wird demnach als Innovation angesehen, wenn “the first commercial transaction involving the new product, process, system or device” erfolgte (Freeman 1982, 7). Allgemein kann bei Innovationen also von neuen Produkten, neuen Produktionsprozessen, der Reorganisation der Produktion sowie der Absatzarrangements gesprochen werden. Auch die Verbesserung der Methoden, mit denen Innovationen hervorgebracht werden, kann als Innovation interpretiert werden (vgl. z. B. Kline/Rosenberg 1986).

In der Wirtschaftswissenschaft geht die Thematisierung von Innovationen auf den Volkswirt Joseph A. Schumpeter (allgemein 1912, und als Begriff 1939, 87) zurück. Er sah historische und irreversible Umwälzungen des Produktionsapparates als Innovationen an. Da Produktion für ihn Kombination von „vorhandenen Dinge[n] und Kräfte[n]“ bedeutete, lassen sich Innovationen als „diese Dinge und Kräfte anders [zu] kombinieren“ verstehen (Schumpeter 1939, 100). Für Schumpeter ist der Unternehmer, der den Prozess der schöpferischen Zerstörung betreibt und damit neu(artig)e Produkte in den Markt einführt, um Innovationspreise zu realisieren, der Innovator und „primum agens“ der ökonomischen Entwicklung (vgl. Schumpeter 1912, 137 ff.). Er zielt damit auf kurzfristige Monopolstellungen im Markt ab, die sich aus höherer Produktivität, resultierend aus Prozess- oder Produktinnovationen, für die er höhere Monopolpreise verlangen kann, ergeben können (vgl. Matis/Bachinger 2004).

In neueren Arbeiten wird Innovation grundsätzlich als etwas „Neuartiges“ angesehen und „bedeutet eine Änderung der Art, nicht nur dem Grade nach. Es geht um neuartige Produkte, Verfahren, Vertragsformen, Vertriebswege, Werbeaussagen, Corporate Identity“ (Hauschildt/ Salomo 2007, 3). Innovationen repräsentieren merklich neuartige Zweck-Mittel-Kombinationen, d. h. entweder werden Zwecke (z. B. Nachfrage) neu festgelegt oder neue Mittel (z. B. neue Technologien) zur Erfüllung dieser Zwecke bereitgestellt oder beides (ebenda, 7).

Bis heute hat es die wirtschaftswissenschaftliche Innovationsforschung weder vermocht, einen einheitlich gebrauchten Innovationsbegriff, noch eine allgemein geltende Innovationstheorie hervorzubringen (Duschek 2002, 14). Vielmehr existieren eine Vielzahl von definitori-

schen Ansätzen und Theorien (vgl. z. B. Hauschildt/Salomo 2007, 4 ff.). Jedoch lassen sich in den zahlreichen Innovationsdefinitionen immer wiederkehrende Dimensionen der Innovation identifizieren (vgl. z. B. Biemans 1992, 6). Innovationen können nach einer (1) inhaltlichen Dimension, (2) einer Intensitätsdimension, (3) einer subjektiven Dimension, (4) einer normativen Dimension sowie (5) einer prozessualen Dimension unterscheiden werden (vgl. nachfolgend Hauschildt/Salomo 2007, 8 ff.).

Fragt man nach dem Substrat der Innovation, also danach, was neuartig ist, lassen sich in der inhaltlichen Dimension zunächst Produkt- und Prozessinnovationen unterscheiden. Als Produktinnovationen sind neuartige Produkte, die ein Unternehmen auf den Markt bringt, zu verstehen. Prozessinnovationen stellen neuartige Faktorkombinationen, d. h. Neuerungen in der Leistungserbringung dar, welche die Herstellung eines Produktes kostengünstiger, sicherer oder schneller macht oder ein qualitativ höherwertigeres Produkt entstehen lässt (vgl. ebenda, 9). In der Praxis fallen jedoch Produkt- und Prozessinnovationen zunehmend zusammen (vgl. Totterdell et al. 2002). Dies ist z. B. bei Dienstleistungsinnovationen der Fall. Sowohl Produkt- als auch Prozessinnovationen können wiederum noch in autonome oder systemische Innovationen untergliedert werden (vgl. Chesbrough/Teece 1996, 67). Hiernach können erstere unabhängig von anderen Innovationen verfolgt werden, es müssen also keine systemischen Verknüpfungen zwischen innovativen Systemkomponenten oder innovativen Systemen existieren. Im Gegensatz dazu weisen einige Innovationen einen fundamental systemischen Charakter auf. Ihre Hervorbringung hat immer Interdependenzen mit anderen verbundenen komplementären Innovationen zur Folge.

In der Intensitätsdimension lassen sich Innovationen nach dem Ausmaß der Neuartigkeit unterscheiden (vgl. Hauschildt/Salomo 2007, 14 ff.). Eine eindeutige objektive Festlegung dieses Ausmaßes ist jedoch schier unmöglich, da alle möglichen Skalenniveaus zur Anwendung kommen und subjektiv, wenn auch nach scheinbar objektiven Kriterien, bewertet werden. Zur Messung des Innovationsgrades wurden Dichotomien (z. B. inkrementale vs. radikale (Leifer et al. 2000, 19 f.)), Skalen (vgl. Kleinknecht et al. 1993, 44 f.), Scoringkonzepte (vgl. Brockhoff/Zanger 1993, 841) sowie multidimensionale Ansätze (Schlaak 1999) entwickelt.

Freeman und Perez (1988) differenzieren Innovationen danach, wie stark sie auf Wirtschaft und Gesellschaft wirken. (1) Verbesserungsinnovationen (incremental innovations) basieren meist auf Erfahrungen in der täglichen Arbeit und werden zumeist fortwährend eingeführt. (2) Basisinnovationen (radical innovations) verändern die Wirtschaftsstruktur in einer begrenzten Zahl von Sektoren. Sie entstehen aus gezielten Forschungsanstrengungen und Entwicklungs-

prozessen und treten unregelmäßig auf. Treten Bündel von Verbesserungsinnovationen und Basisinnovationen in verschiedenen Sektoren auf, führt dies zu (3) Veränderungen im Technologiesystem – es entsteht eine Breitenwirkung, die eine gesamte Volkswirtschaft durchdringen kann. (4) Eine Volkswirtschaft wird grundlegend durch ein neues techno-ökonomisches Paradigma transformiert; eine neue Lange Welle[13] entsteht. Ein neues technologisches Regime unterstützt dabei die Wirkung von Bündeln an Basisinnovationen in der Breite. Im Innovationsprozess sind kollektive Lernprozesse und das Abweichen von etablierten Normen und Regeln notwendig (Freeman/Perez 1988, 49). Technische Innovationen können ein neues Paradigma nicht allein bewirken. Hierzu sind immer auch neue institutionelle Arrangements notwendig. Neue Institutionen hinsichtlich ökonomischer Entscheidungsfindung, Organisation von Forschung und Entwicklung und der Arbeitsorganisation sind unentbehrlich (Schamp 2000, 9).

Da eine vom Betrachter unabhängige objektive Sichtweise auf Innovationen nicht vorstellbar ist (vgl. Nagel 1993, 13 f.), weil eine Veränderung bzw. etwas Neuartiges als solches wahrgenommen werden muss, lässt sich fragen: „neuartig für wen?“ In der subjektiven Dimension ist daher innovativ, was für innovativ gehalten wird. Der Wandel des Bewusstseins ist demnach maßgeblich. Für die Beurteilung eines neuartigen Zustandes kommen verschiedene Subjekte in Frage. Dies sind z. B. Individuen oder Experten, die erstmalig ein neues Produkt nutzen oder Verfahren anwenden, Führungskräfte in Organisationen als Träger des Innovationsbewusstseins (vgl. Gerpott 1999, 47; Salomo 2003, 403 ff.). In der Patentierungspraxis gilt eine nationale Perspektive – patentiert wird das was neuartig auf der nationalen Ebene ist. Schließlich kann in der konsequentesten Variante das als innovativ angesehen werden, was die Menschheit erstmalig gefunden und genutzt hat (vgl. Hauschildt/ Salomo 2007, 24 ff.).

In der Bestimmung des Innovationsbegriffes wird oft das normative Argument vorgetragen, dass nur solche neuartigen Produkte und Verfahren als Innovationen anzusehen sind, die eine „Verbesserung“ gegenüber einem Status Quo bedeuten. In Anbetracht der vielfältigen Bemessungs- und Bewertungsprobleme, die mit einem solches Argument verbunden sind, kann die normative Dimension nur äußerst eingeschränkt zur Bergriffsklärung beitragen (ebenda, 28).

---

[13] Die Theorie der Langen Wellen versucht, den Strukturwandel industrieller Ökonomien durch Neuerungen zu erklären (vgl. Schumpeter 1939) und wird z. B. von den Neoschumpeterianern Mensch (1975) und Freeman (1987) vertreten. Im Zentrum dieses langfristig ausgerichteten Innovationszyklusmodells steht die Beziehung zwischen spezifischen technologischen Innovationen (Schlüsseltechnologien) und langen Wirtschaftszyklen. Seit Beginn der Industriellen Revolution haben sich fünf sog. Kondratieff Wellen, Zyklen mit neuen techno-ökonomischen Paradigmen herausgebildet: (1) frühe Mechanisierung, (2) Dampfmaschine und Eisenbahn, (3) Elektro- und Schwermaschinenbau, (4) fordistische Massenproduktion, (5) Informations- und Kommunikationstechnologie (vgl. Freemen/Perez 1988, 50 ff.; Hayter 1997, 28; Dicken 1998, 148).

In der prozessualen Dimension steht die Frage im Mittelpunkt, „Wo beginnt, wo endet die Neuerung?“ (ebenda, 26). “Innovation concerns the search for, and discovery, experimentation, development, imitation, and adoption of new products, new production processes and new organizational set-ups” (Dosi 1988, 222). Welche Tätigkeiten oder Phasen zu einem derartigen Innovationsprozess zu zählen sind, bleibt bis dato unbeantwortet. Es werden vielmehr verschiedenste idealtypische Schrittfolgen des Innovationsprozesses diskutiert (vgl. z. B. Thom 1992, 9; Ebert et al. 1992, 148; Hughes et al. 1996, 92; Witt 1996, 10; Brockhoff 1999, 36; Vahs/Burmester 1999, 89; Herstatt 1999, 73; Cooper et al. 2002; Billing 2003, 36 ff.). Überblicksartig sei auf Hauschildt und Salomo (vgl. 2007, 26 f.) verwiesen, die den Innovationsprozess in sieben Phasen gliedern: (1) Idee/Initiative, (2) Entdeckung/Beobachtung, (3) Forschung, (4) ggf. Erfindung, (5) Entwicklung, (6) Verwertungsanlauf und (7) laufende Verwertung. Im Innovationsprozess laufen jedoch nicht notwendigerweise alle Aktivitäten sequenziell, sondern vielmehr simultan ab (vgl. z. B. Crawford 1994, 27).

Gleichzeitig ist darauf hinzuweisen, dass Innovationsprozesse nur selten linear, sondern eher diskontinuierlich, iterativ, mit einer Vielzahl von involvierten Akteuren und gespickt mit Lernprozessen (trial & error) ablaufen (vgl. z. B. Lundvall 1988; von Hippel 1987). Insofern muss ein reflexiver Innovationsprozess vielfältige Feedbackschleifen berücksichtigen (vgl. z. B. Malecki 1991). Derartige Lern- bzw. Innovationsprozesse sind keineswegs auf einzelne Unternehmen oder einzelne Organisationen beschränkt (vgl. z. B. Powell et al. 1996; Coombs et al. 2003), da sich innovative Organisationen in einer differenzierten Wissensgesellschaft zumeist nicht mehr allein auf ihr eigenes Wissen und die eigene Innovationskraft verlassen können. Sie greifen vielmehr auf externe, verteilte Wissensressourcen zurück und nutzen im Innovationsprozess Innovationsnetzwerke (vgl. z. B. Kowol 2000; Duschek 2002, 34 ff.). Die Innovationsperformanz “depends to a large extent on how firms utilize the experience and knowledge of other firms, research organizations, government sector agencies, etc., in innovation processes, and how they blend this with the firm’s internal capabilities” (Isaksen 2001, 108). Entstehen Innovationen nicht allein in einer Organisation, so kann von „open innovation“ gesprochen werden (vgl. Chesbrough 2006). Insofern nimmt eine relationale Perspektive auf Innovationen an Bedeutung zu (vgl. Meeus/Faber 2006).

Diese Arbeit konzentriert sich insbesondere auf interaktive Innovationsprozesse in regionalen Clustern, die technologische Produktinnovationen hervorbringen. Als Ausgangspunkt werden, in Anlehnung an Hauschildt und Salomo (2007, 26), Innovationen als alle diejenigen technologischen Neuerungen an Produkten oder Verfahren definiert, die innerhalb eines Unternehmens erstmalig eingeführt werden. Eine derart unternehmensfokussierte Sicht ist für diese

Arbeit jedoch nicht ausreichend. Da Innovationen auch gerade in der Interaktion von Organisationen entstehen und von interorganisationalen Netzwerken in deren Prozesse eingeführt werden, sollen technologische Innovationen hier als alle diejenigen technologischen Neuerungen an Produkten oder Verfahren definiert werden, die sowohl innerhalb eines Unternehmens als auch in den Interaktionen zwischen Unternehmen oder in interorganisationalen Netzwerken und Clustern erstmalig hervorgebracht werden.

Da in der „wissensbasierten" Wirtschaft (vgl. OECD 1996b) offene Lern- bzw. Innovationsprozesse im regionalen Kontext erfolgen (vgl. Malmberg/Maskell 2002; Asheim/Gertler 2005, 293; Cooke 2006), werden im Nachfolgenden territoriale Innovationsmodelle thematisiert. Zuvor ist jedoch noch zu klären, wie Innovationen gemessen werden können.

2.2.3.2 Möglichkeiten der Messung von Innovationen

Innovation und Innovationsaktivitäten können auf vielfältige Weise als Ergebnis oder abhängige Variable in empirischen Studien (regionaler Innovationsgenerierung) gemessen werden (Feldman 2000, 375). Gleichzeitig existiert aber kein generell akzeptierter Indikator innovativer Performanz und auch kein anerkanntes Set an Indikatoren (Hagedoorn/Cloodt 2003, 1366) weder für Organisationen, noch für interorganisationale Netzwerke oder Cluster.

Zunächst kann unterschieden werden, ob Indikatoren Innovationsinputs oder Ergebnisse des Innovationsprozesses messen (vgl. Flor/Oltra 2004, 324 ff.). Inputmaße repräsentieren Ressourcen, die in den Innovationsprozess eingehen, wie z. B. Kapital in Form von F&E-Ausgaben in Relation zum Umsatz oder Humanressourcen, d. h. z. B. Anzahl von F&E-Mitarbeitern (vgl. Malecki 1987; Hagedoorn/Cloodt 2003, 1368; Freel 2006, 340). Eine weitere Inputmaß-Gruppe soll den Innovationsprozess an sich bzw. das Management oder die Organisation des Innovationsprozesses widerspiegeln. Hierzu zählen Indikatoren, welche die Frage beantworten, ob bestimmte Managementpraktiken angewendet werden, z. B. eine Innovationsstrategie im Unternehmen existiert oder wie viele Managementebenen im Innovationsprozess involviert sind (vgl. Kahn 2002; Carayannis et al. 2003).

Die am meisten verwendeten Indikatoren betrachten jedoch Innovationsoutput in Form kurzfristiger Erfolge innovativer Aktivitäten (Carayannis/Provance 2008, 24), wie z. B. die Anzahl eingereichter oder gewährter Patente, die Patentierungsrate, Patentzitierungen, die Anzahl neuer Produkte im Markt, die allein oder in Kooperation entwickelt wurden oder der Umsatz-

anteil, generiert mit neuen Produkten etc. (vgl. z. B. Griliches 1990; Hagedoorn/Schakenraad 1994; Shan et al. 1994; Santarelli/Piergiovanni 1996; Stuart 2000; Carayannis et al. 2003).

Nachfolgend sollen Innovationsoutput-Indikatoren erörtert werden, da sie eher eine technologische Innovation bemessen können als Inputmaße (vgl. Flor/Oltra 2004, 325). Patentzahlen sollen dabei als Ausgangspunkt genutzt werden und neuartige Produkte bzw. Prototypen sollen als Innovationsmaß angesehen werden, die Innovationen mit größerer Marktnähe abzubilden vermögen. Publikationen, in denen innovierende Unternehmen Innovationen kommunizieren, werden als weitere Möglichkeit beschrieben, die Innovativität eines Unternehmens zu messen. Diese drei Methoden nutzen jeweils unterschiedliche Informationsquellen. Patentzählungen basieren im Wesentlichen auf amtlichen Patentstatistiken. Die Benennung von Innovationen oder neuen Produkten basiert auf der Identifikation durch Branchenexperten oder durch das Management der betreffenden Unternehmen. Die Verkündung von Innovationen und neuen Produkten in Medien wiederum basiert auf der Publikation in bibliographischen Quellen.

Patente stellen einen rechtlichen Mechanismus dar, Erfindungen zu schützen. Sie sind in nationalen und internationalen Patentämtern registriert und sind für die Öffentlichkeit zugänglich. Viele Studien, welche die technologische, erfinderische oder innovative Performanz von Unternehmen analysieren, Branchen oder Länder bezüglich ihrer Innovativität vergleichen nutzen den Informationszugangsvorteil der mit Patentstatistiken verbunden ist und verwenden die Anzahl von Patenten als Indikator. Die Befürworter dieses Maßes weisen auf die direkte Beziehung zwischen F&E-Aktivitäten und Patenten sowie auf die externe Validierung technologischer Neuheit (durch das Patentamt) hin (vgl. z. B. Griliches 1990, 1673). Zudem erscheint die Messung von Patentzahlen als vorteilhafte Alternative (zumindest in den USA und Europa), wegen der relativen Homogenität der Daten, der Genauigkeit sowie der Zugänglichkeit und damit verbunden geringen Kosten der Analyse (Patel/Pavitt 1997, 143). Die weite Verwendung einzelner Patentmaße muss jedoch auch kritisch betrachtet werden (vgl. Santarelli/Piergiovanni 1996, 690 f.), da (1) das technologische Level und der ökonomische Wert von Patenten höchst unterschiedlich ausfallen (vgl. Griliches 1990), (2) die Tendenz mehrere Ansprüche in einem Patent zu bündeln zwischen unterschiedlichen Ländern stark variiert (vgl. Cohen/Levin 1989), (3) nicht alle Innovationen patentiert werden, (4) nicht alle Patente auch zu Innovationen werden (vgl. Coombs et al. 1996) und (5) die Neigung, zu patentieren, zwischen Unternehmen, die aus unterschiedlichen Regionen und Industrien stammen, stark variiert (vgl. Brouwer/Kleinknecht 1996). Zudem erscheint die Zählung von Patenten problematisch, wenn verschiedene Branchen (oder Unternehmen aus Querschnittstechnologien wie der Optik) oder Unternehmen unterschiedlicher Größe untersucht werden sollen, da hier tenden-

ziell ein Bias besteht, der nicht bei den einzelnen Unternehmen entsteht, sondern auf der Ebene der Branche oder der Unternehmensgröße (Carayannis/Provance 2008, 25).

Als Antwort auf diese Kritikpunkte wurden weitere Maße entwickelt, die auf Patentzahlen beruhen. Das Maß „Anzahl an Innovationen, die auf Patenten beruhen“ z. B. nutzt zusätzliche Informationen, die der Patenthalter zu den aus dem Patent resultierenden Innovationen bereitstellen muss. Insofern wird versucht die fehlende Information zum kommerziellen Erfolg auszugleichen. Die „Anzahl der Patentzitierungen“ (ein weiteres Maß) nutzt die Referenzen zu anderen Patenten und versucht so die Bedeutung des Patentes durch den Einfluss auf andere Patente abzubilden (vgl. Flor/Oltra 2004, 326). Aber auch diese Maße sind nicht uneingeschränkt einsetzbar, da sie keine Informationen über Innovationen, die nicht patentiert wurden/werden, bereitstellen (Santarelli/Piergiovanni 1996, 691).

Weitere Innovationsoutputindikatoren wurden daraufhin entwickelt (vgl. OECD 1992), die auf den Einschätzungen von Experten oder Managern beruhen. Die Identifikation von Innovationen kann z. B. auf Informationen beruhen, die Experten oder Branchenkenner in der Beschreibung von Innovationen, die entweder patentiert worden sind und/oder die ökonomisch von besonderer Bedeutung sind, bereitstellen oder die Manager über ihre Unternehmen in Form von Fragebögen zur Verfügung stellen (vgl. Santarelli/Piergiovanni 1996, 691; Flor/Oltra 2004, 327). Problematisch scheinen bei ersterer Methode die potentiell hohe Heterogenität der Experteneinschätzungen, das Versäumnis, „kleine“ Innovationen nicht zu berücksichtigen sowie die mit Querschnittsstudien verbundenen hohen Kosten der Datenbeschaffung (vgl. Cohen/Levin 1989; Kleinknecht 1993). Abgesehen von den Problemen, die im Allgemeinen mit Fragebogen-Erhebungen zusammenhängen, ist insbesondere darauf hinzuweisen, dass die Befragten Schwierigkeiten mit der Abgrenzung und Beschreibung der Innovationen haben können, die in ihren Unternehmen entstanden (ebenda). Als einen weiteren Indikator für die Innovativität von Unternehmen findet sich in der Literatur die „Ankündigung neuer Produkte“ durch die Unternehmen selbst, die durch Datenbanken zugänglich werden (vgl. Hoskisson et al. 2002, 705). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Ankündigungen meist durch die Marketingabteilungen der Unternehmen erfolgen und bei/nach Eintragung in entsprechende Datenbanken in keiner Weise validiert werden, die Innovativität der aufgeführten neuen Produkte daher nicht garantiert ist (Hagedoorn/Cloodt 2003, 1369).

Eine weitere interessante Möglichkeit, Innovationen zu zählen, ist die literaturbasierte Innovationsoutput-Methode (vgl. Santarelli/Piergiovanni 1996; Flor/Oltra 2004, 327 f.). Hierbei werden Informationen über Innovationen in spezialisierten technologischen Branchenmagazi-

nen und -journalen gesammelt, da davon ausgegangen wird, dass Unternehmen, wenn ein neues Produkt in den Markt eingeführt wird, einen Anreiz haben, ihre neuesten Produkte in diesen fokussierten Publikationsmedien zu kommunizieren. Dies signalisiert Kunden, Zulieferern und evtl. auch Kapitalgebern Innovativität des Unternehmens (Santarelli/Piergiovanni 1996, 692). Gleichzeitig wird die Aufnahme der Information in das Journal oder Magazin vom Herausgeber oder der Redaktion selektiert, sodass reine Werbung nicht aufgenommen wird. Vorteil dieser Methode ist die Bereitstellung zusätzlicher Informationen (z. B. Komplexität, Typ, Intensität) über die Innovation (vgl. Kleinknecht et al. 1993; Santarelli/Piergiovanni 1996, 692). Zudem können Unternehmen untersucht werden, die sonst nicht für Analysen zugänglich wären. Dies gilt für kleine Unternehmen, die eher weniger patentieren und eher selten an Befragungen teilnehmen (Coombs et al. 1996, 405). Einschränkungen der Methode finden sich jedoch darin, dass hierdurch vor allem Produktinnovationen abgebildet werden, da Unternehmen tendenziell weniger daran interessiert sind, Prozessinnovationen zu publizieren (ebenda). Für Schwierigkeiten bei internationalen oder intersektoralen Vergleichen sorgt der Fakt, dass die Bedeutung der spezialisierten Branchenjournale zwischen Branchen und Ländern teilweise stark variiert (vgl. Santarelli/Piergiovanni 1996, 692).

Die Verwendung einzelner Input- oder Outputindikatoren ist in der Vergangenheit als problematisch eingeschätzt worden, da die Verwendung einzelner Maße anfällig für Messprobleme ist (Hollenstein 1996, 633). Aus diesem Grund wurden zusammengesetzte Indikatoren oder mehrere Indikatoren gleichzeitig in den Analysen herangezogen, um die Innovativität von Unternehmen zu bemessen (vgl. Hollenstein 1996, 634; Hagedoorn/Cloodt 2003).

Bezogen auf die Verwendung mehrerer Innovationsmaße ist der statistische Zusammenhang zwischen Indikatoren von Interesse. Hagedoorn und Cloodt (2003, 1369 f.) konnten zeigen, dass in verschiedenen Studien, die mehrere Indikatoren nutzten, kein einheitliches Ergebnis bezüglich der Korrelationen zwischen den einzelnen Indikatoren auffindbar ist. Die Korrelationen reichten von 0,89 zwischen F&E-Input und Anzahl an Patenten (Ahuja/Katila 2001) bis 0,22 zwischen F&E-Intensität und Patentierungsintensität (Hitt et al. 1991). Durch simultane Verwendung der Information, die in einem Set verschiedener Variabeln enthalten ist, kann ein zusammengesetztes Maß für die Innovativität der Unternehmen herangezogen werden, das zuverlässiger als die Verwendung einzelner Indikatoren ist (Hollenstein 1996, 633 f.).

Nach Erörterung der Messproblematik von Innovationen soll im folgenden Abschnitt der Frage nachgegangen werden, wie Innovationsgenerierung und Einbindung von Unternehmen in

interaktiven Innovationsprozessen in Clustern zusammenhängen. Zur Beantwortung dieser Frage werden in der Literatur verschiedene territoriale Innovationsmodelle diskutiert.

2.2.3.3 Territoriale Innovationsmodelle

In der Literatur lassen sich verschiedene Modelle identifizieren, die die Co-Lokalisierung innovierender Akteure thematisieren. Dabei rekurrieren diese Modelle auf Konzepte wie Agglomerationsvorteile, endogene Entwicklung, Evolution, Lernen, Netzwerkorganisation und Governance sowie auf Theorien wie z. B. Regionalentwicklungs- oder evolutionsökonomische Theorien (vgl. Moulaert/Sekia 2003, 291). Der unterschiedlich starke konzeptionelle und theoretische Einfluss auf die territorialen Innovationsmodelle ist in Abbildung 6 dargestellt, soll hier jedoch nicht näher vertieft werden. Während Moulaert und Sekia (2003) auch Industriedistrikte, (New) Industrial Districts bzw. New Industrial Spaces sowie das Clustermodell in ihre vergleichende Betrachtung mit aufnehmen, soll sich die nachfolgende Erörterung auf Lernende Regionen, Regionale Innovationssysteme und Innovative Milieus beschränken, da diese explizit auf die Erklärung von Innovationen im regionalen Kontext ausgerichtet sind. Für die erstgenannten Modelle sei vielmehr auf die vorgehende Erörterungen verwiesen.

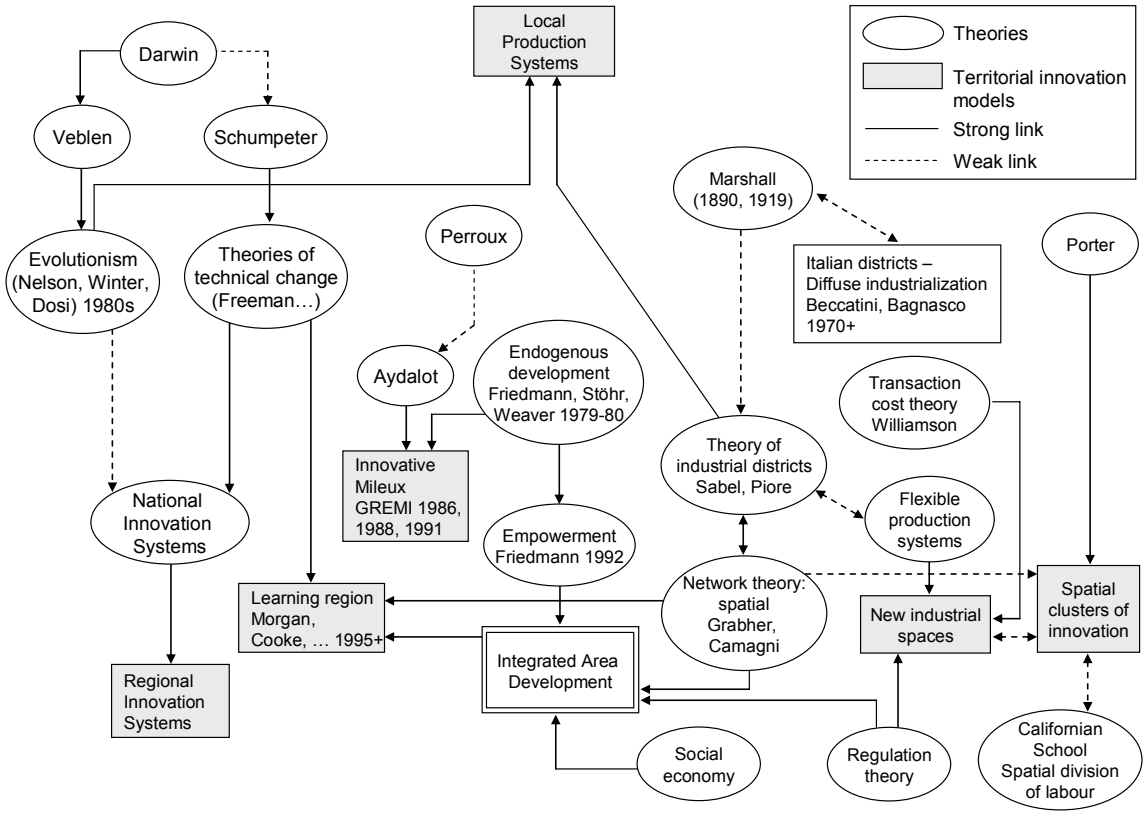


Abb. 6: Herkunft der territoriale Innovationsmodelle (Moulaert/Sekia 2003, 295)

Lernende Regionen

Das Modell der *Lernenden Regionen* (vgl. z. B. Florida 1995; Asheim 1996; Morgan 1997) entstand in der Auseinandersetzung von Regional- und Innovationsökonomik und verbindet Argumente der Literatur zu Innovationssystemen, Evolutionsökonomik, Lernprozessen sowie zur regionalen institutionellen Dynamik (Moulaert/Sekia 2003, 293). Eine Verbindung zwischen „concepts of the network paradigm – like interactive innovation and social capital – to the problems of regional development in Europe" soll hergestellt werden (Morgan 1997, 492). Dabei fokussiert das Modell der Lernenden Region insbesondere auf den Charakter und die geographischen Konsequenzen von nicht kodifiziertem implizitem Wissen (tacit knowledge)[14] in einem interaktiven Innovationsprozess, der in eine Vielfalt institutioneller Routinen und sozialer Konventionen eingebettet ist (ebenda, 493).

Explizites Wissen ist kodifiziert und kann leicht kommuniziert und transferiert werden. Im Gegensatz dazu ist implizites Wissen subjektiv, an die Trägerperson und den Kontext gebunden und ist daher schwerlich artikulierbar und explizierbar und somit nicht allgegenwärtig und nicht überall verfügbar (vgl. Polanyi 1967; von Hippel 1994). Darüber hinaus entsteht es insbesondere durch (gemeinsame) Erfahrungen (vgl. Nonaka et al. 1998). Da auf kodifiziertes Wissen durch moderne I&K-Technologien zunehmend leichter und schneller, auch über weite Distanzen, zugegriffen werden kann, spielt, so die Argumentation, implizites Wissen bei der Generierung von innovationsbasierten Wettbewerbsvorteilen heute eine herausragende Rolle (Maskell/Malmberg 1999, 172). Es wird insofern davon ausgegangen, dass implizites Wissen, und nicht mehr explizites/kodifiziertes Wissen, für Unternehmen die bedeutendste Rolle im Innovationsprozess spielt (vgl. Pavitt 2002).

In begrenzten Regionen ist implizites und explizites Wissen auf verschiedenen Ebenen angesiedelt: Es findet sich auf (1) der organisationalen Ebene, (2) der subjektiven Ebene der individuellen Erfahrungen und Wissensbestände und (3) der sozialen Ebene der Beziehungen zwischen verschiedenen Clusterakteuren. (Gemeinsame) Erfahrungen sind elementarer Bestandteil der impliziten Dimension des Wissens. In Regionen sind sie eine einzigartige Quelle authentischer Werte, Normen, Sichtweisen und mentaler Modelle (vgl. Corno et al. 1999, 385). Eine zentrale Schwierigkeit in der Übertragung von implizitem Wissen besteht darin, dass es in den spezifischen Kontext seiner Entstehung und Reproduktion eingebettet ist. Auch wenn es mit entsprechendem Aufwand teilweise artikulierbar wird, lässt eine artikulierte, kodifizierte Form dieses Wissens die tiefgründigsten, unterschwelligsten Teile außer Acht und schafft

[14] Die Begriffe implizites Wissen, nicht kodifiziertes Wissen und die englische Übersetzung „tacit knowledge" werden in dieser Arbeit als synonym verwand.

es nicht, die gesamte Relevanz des entsprechenden Kontexts zu erfassen (Baden-Fuller/Winter 2005, 5). Somit bleibt der spezifische Wissensbestand schwer oder nicht handel- bzw. über weite Distanzen transferierbar (vgl. Maskell/Malmberg 1999, 171 f.).

Industriedistrikte, Cluster, lernende Regionen oder andere territoriale Innovationsmodelle bilden einen speziellen Rahmen, der besondere Möglichkeiten für die Übertragung der impliziten Wissensbestände bereit hält. Die gemeinsame Sozialisation in der Region, die gleiche Sprache, geteilte Werte, Normen und Konventionen, die in einem gemeinsamen (regionalen) institutionellen Kontext entstanden sind, geteilte Kommunikationsweisen und Wissen der Partner übereinander aus früheren (informellen) Interaktionen sowie die räumliche Nähe, die häufige direkte Kontakte ermöglicht, bieten das Potential, dass Erfahrungen und mentale Modelle ausgetauscht, d. h. implizites Wissen im direkten (häufigen) Face-to-Face-Kontakt übertragen werden und neu entstehen kann (Corno et al. 1999, 385; Asheim/Gertler 2005, 293). Somit bildet implizites Wissen eine Schlüsseldeterminante für die Regionalität von Innovationsaktivitäten, da es an seinen einzigartigen sozialen und institutionellen (Re)Produktionskontext gebunden und immer auch räumlich „sticky“ ist (vgl. Gertler 2003).

Im Modell der lernenden Region kommt dem Konzept des Lernens durch Interaktion eine entscheidende Bedeutung zu. Räumliche Nähe[15] der Akteure bietet die Möglichkeit für häufige, auch ungeplante Face-to-Face-Kontakte und damit zur Entwicklung von Beziehungskapital (Capello/Faggian 2005). Hierdurch können gemeinsame Lern- und Innovationsprozesse ermöglicht werden (vgl. Gertler 2004).[16] Powell et al. (2002, 294) beschreiben in ihrer empirischen Studie über die Clusterung von Venture Capital und Biotechnologieunternehmen, dass „there are real advantages that accrue to firm and venture capitalists to being ‚on the scene’ – unplanned encounters at restaurants or coffee shops … or news about a seminar or presentation all happen routinely in such settings. The combined impact of access to ‘news’ and more effective monitoring help explain the pattern of VC clustering.” Asheim (1999) geht zudem davon aus, dass hierfür lokale Codes erforderlich sind, auf deren Basis Wissen (implizites und kodifiziertes) ausgetauscht werden kann. Storper und Venables (2004) bezeichnen eine derartige lokalisierte Zirkulation von Wissen, die von einem gemeinsam geteilten Erfahrungsrahmen und Verständnisweisen unterstützt wird, mit dem Terminus „Buzz“. Diese Ge-

[15] Neben geographischer Proximität sind die vier anderen Dimensionen von Proximität kognitive, organisationale, sozial, und institutionelle Proximität in „richtiger“ Dosierung im regionalen interaktiven Innovationsprozess bedeutsam (vgl. Boschma 2005).

[16] Diese Einschätzung spiegelt sich z. B. auch in aktuellen Aussagen von aktiven Clusterakteuren in Berlin wider: „Räumliche Nähe ist auch in Zeiten des Internets etwas Gutes. Viele Probleme lassen sich von Angesicht zu Angesicht besser lösen als über weite Distanzen und es kommt zu einer wünschenswerten gegenseitigen geistigen Befruchtung“ (Hertel 2007).

meinsamkeiten ermöglichen die Bildung von Vertrauen, wodurch dann der Austausch von implizitem und auch kodifiziertem Wissen zwischen regionalen Partnern ermöglicht wird. Nach dem Konzept des interaktiven kollektiven Lernens entsteht weiteres implizites Wissen simultan während dessen Übertragung insbesondere durch die Interaktion zwischen Nutzern und Produzenten[17] (vgl. auch Lundvall 1988; Gertler 1995). Regionale und soziale Nähe erscheinen demnach als entscheidende Faktoren bei der effektiven (Re)Produktion und Übertragung von (implizitem) Wissen. Hieraus begründet sich die Bedeutung des regionalen Kontextes innovativer Cluster, Distrikte und Regionen (Asheim/Gertler 2005, 294) oder der anderen territorialen Innovationsmodelle.[18] Da Wissen in räumlicher Nähe sehr effektiv generiert und übertragen werden kann, clustern ökonomische Aktivitäten, die auf neues Wissen angewiesen sind, in bestimmten (lernenden) Regionen (Audretsch 1998). Der Wissenstransfer erfolgt dann meist in dichten Netzwerken und befördert dadurch die innovativen Aktivitäten (vgl. Malmberg/Maskell 2002; Tallman/Jenkins 2002). Unternehmen müssen "tap into the body of localized knowledge and capabilities […dies hängt jedoch ab] in a fundamental way, on the ability to establish and maintain effective social links and lines of communication" (Breschi/Malerba 2001, 820).

Regionale Innovationssysteme

Die Bedeutung und Einzigartigkeit der institutionellen Ausstattung von Regionen bei räumlich konzentrierten Innovationsaktivitäten wird zum zentralen Element im Modell der *Regionalen Innovationssysteme* (RIS). Generell greifen die von der Regional- und Innovationsökonomik entwickelten Modelle der regionalen (vgl. z. B. Braczyk et al. 1998; Breschi/Lissoni 2001), sektoralen (vgl. z. B. Carlsson/Stankiewitz 1991; Malerba 2002, 2005) und nationalen (vgl. Lundvall 1992; Nelson 1993; Edquist 1997; Lundvall 2007) Innovationssysteme den Gedanken auf, dass Innovationen und die Fähigkeit, Innovationen effizient und effektiv hervorzubringen für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, Regionen, gar von Nationen eine besondere Bedeutung haben. Regionalökonomen versuchen im Rahmen dieser Diskussion die zentrale Rolle von Institutionen und unterstützenden Organisationen in der Förderung

[17] Hiernach stellen Nutzer/Kunden den Produzenten von Produkten und Dienstleistungen ihr implizites und kodifiziertes Wissen dafür zur Verfügung, dass die Produzenten für den Nutzer/Kunden eine innovative Lösung für dessen praktische Probleme erarbeiten. Gleichzeitig, dadurch, dass die Produzenten ihren Kunden innovative Technologien zur Verfügung stellen, teilen sie mit ihren Nutzern ihr Wissen. Im so charakterisierten sozialen Prozess der gemeinsamen Innovation und Wissensgenerierung fließt Wissen nicht unidirektional und entstehende Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen profitieren von der engen Interaktion von Kunden und Produzenten und hätten nicht entstehen können, wenn die Partner isoliert an der Problemlösung gearbeitet hätten (Asheim/Gertler 2005, 293 f.).

[18] Einige Autoren haben darauf hingewiesen, dass die Bedeutung von Wissensübersprüngen überschätz wird und, dass die traditionellen Marshallian-Agglomerationsvorteile bei der Erklärung regionaler Cluster oder anderer territorialer Innovationsmodelle nicht außer Acht gelassen werden sollten (Breschi/Lissoni 2001, b).

innovationsbasierten regionalen Wachstums zu verstehen (Asheim et al. 2003). Das RIS-Modell soll Analyse- und Erklärungsinstrumente bieten, wie derartige Systeme funktionieren und welche Rahmenbedingungen zur Förderung von Innovationsaktivitäten sinnvoll erscheinen (vgl. auch Cooke 1998). Dabei nimmt das Modell der RIS Anleihe bei evolutorischen Konzepten zur Erklärung technologischen Wandels und versteht Innovation als kreativen interaktiven Prozess (Moulaert/Sekia 2003, 293).

Zunächst ist festzuhalten, dass das relativ junge Konzept des RIS bisher keine einheitliche Definition erfahren hat. Das RIS-Konzept entstand in den frühen 1990er Jahren, z. B. durch Beiträge von Asheim und Isaksen (1997) oder Cooke (1998; 2001), in Anlehnung an die beginnenden konzeptionellen Überlegungen zu nationalen Innovationssystemen (vgl. Lundvall 1992; Nelson 1993). Generell wird bei RIS, wie bei anderen Modellen räumlicher Agglomeration, davon ausgegangen, dass Akteure aufgrund ihrer räumlichen Nähe eine höhere Wahrscheinlichkeit aufweisen, miteinander zu interagieren. Darüber hinaus erklärten Cooke et al. (2000), dass funktionierende RIS aus zwei Subsystemen bestehen: einerseits einem Subsystem der Wissensgenerierung und -diffusion, dem eher öffentlich finanzierte (außer) universitäre Forschungseinrichtungen angehören, und andererseits aus einem Subsystem der Exploitation und der Anwendung von Wissen, hauptsächlich bestehend aus Unternehmen, die vertikal miteinander verbunden sind. Konstitutive Elemente eines RIS sind nach Cooke (vgl. hierzu und zum Nachfolgenden 2001, 953 f.) die Region, Innovationen, Netzwerke, Lernen und Interaktionen, die in einem systemischen Zusammenhang zu sehen sind.

Das erste Element, die Region, stellt eine politische Einheit auf einer Meso-Ebene zwischen nationaler/Bundes- und lokaler/städtischer Ebene dar, die eine gewisse kulturelle und historische Homogenität darstellt und die zumindest zu einem gewissen Grad legislativen und exekutiven Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung der Region nehmen kann. Zweitens werden Innovationen als Kommerzialisierung neuen Wissens in Bezug auf Produkte, Prozesse und Organisationen verstanden. Als drittes Element wird das Konzept des Netzwerkes thematisiert, hier gefasst als ein Set reziproker, vertrauensvoller oder auf Kooperation basierender Verbindungen zwischen Akteuren, die ein gemeinsames Ziel, hier die Hervorbringung von Innovationen, verfolgen. Das Netzwerk kann bei der Bearbeitung neuer Projekte fortbestehen, sich durch neue Mitglieder entwickeln oder auflösen. Viertens spielt das Konzept des Lernens, insbesondere des institutionellen Lernens, eine entscheidende Rolle. Hierbei finden neues Wissen und Fähigkeiten Eingang in Routinen und Konventionen von Unternehmen und alte Routinen werden verworfen oder vergessen (vgl. hierzu Johnson 1992). Schließlich haben Interaktionen in Form formaler und informeller Treffen relevanter Akteure eine besondere

Bedeutung. In auf Innovationen fokussierter Kommunikation können vernetzte in der Region ansässige Organisationen voneinander/übereinander lernen, sich liieren und über konkrete Ideen für Innovationsprojekte austauschen.

Jedes funktionierende RIS besteht einerseits aus einem Sub-System der Wissensanwendung und -exploitation und andererseits aus einem Sub-System der Wissensgenerierung und -diffusion (vgl. Autio 1998) (siehe auch Abbildung 7). Während das erste Sub-System eher Unternehmen (Kunden, Zulieferer, Wettbewerber, Kooperationspartner) vorbehalten ist, beinhaltet letzteres eher öffentliche Einrichtungen (Forschungseinrichtungen, Aus- und Weiterbildungseinrichtungen, Arbeitnehmervertretungen, Technologietransfereinrichtungen), wobei eine gewisse Überlappung denkbar ist (Unternehmen mit eigenen F&E-Einrichtungen oder Universitäten, die angewandte Forschung betreiben). Das erstgenannte Subsystem ist die Domäne von Unternehmen, die das in der Region verfügbare Wissen ausbeuten. Sie unterhalten vertikale Beziehungen zu anderen Unternehmen (Zuliefer-Abnehmer-Beziehungen) und zu öffentlichen Einrichtungen (F&E-Kooperationen) sowie horizontale Beziehungen zu Wettbewerbern in der Region. All diese Organisationen im RIS haben im Prinzip die Möglichkeit, miteinander zu interagieren und Wissen, Ressourcen und Humankapital auszutauschen. Gleichzeitig interagieren sie mit innovationsbezogenen Organisationen auf der nationalen Ebene sowie mit Organisationen der Wissensgenerierung und Politik auf der internationalen (z. B. EU) Ebene (vgl. Cooke 2002b, 137). Ein RIS operiert somit in einem Multiebenen-System und ist weiter gefasst als eine Branche oder ein Cluster (ebenda, 133).

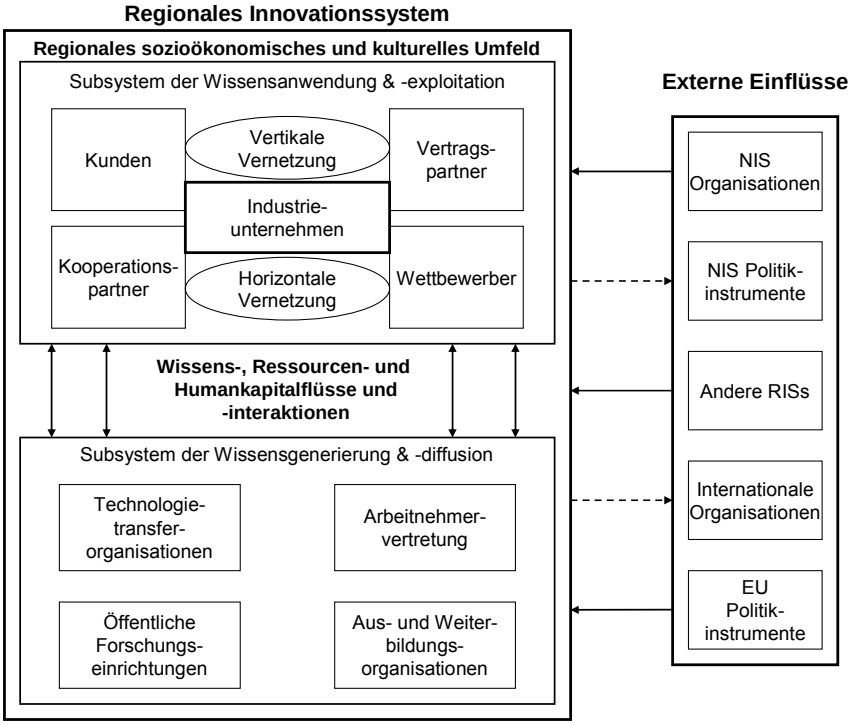


Abb. 7: Schematische Darstellung des RIS (Cooke 2002b, 137)

Derartige regionale Innovationssysteme weisen sich folglich durch ein dichtes Netzwerk öffentlicher und privater unterstützender Institutionen, einen hochgradig differenzierten und qualifizierten Arbeitsmarkt und damit verbundene Ausbildungseinrichtungen, eine rasche Diffusion technologischer Neuerungen durch professionell organisierten Technologietransfer, einen hohen Grad der Vernetzung von regionalen Unternehmen sowie für neues Wissen aufnahmefähige Unternehmen, ausgerichtet auf die Generierung von Innovationen, aus (Wolfe/ Gertler 1998, 101). Das Modell betrachtet Beziehungen zunächst als neutrale Verbindungen zwischen Organisationen. Die konkrete Ausgestaltung wird durch empirische Studien beschrieben (Cooke 2002, 137).

Innovative/Kreative Milieus

Der Begriff bzw. das Modell des *Innovativen/Kreativen Milieus*[19] geht im Wesentlichen auf die Arbeiten der Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs (GREMI) zurück (vgl. Aydalot 1986; Ratti 1989, 1992; Camagni 1991; Maillat 1991; Crevoisier/Maillat 1991; Ratti et al. 1997; Crevoisier 2001). Im Modell des Innovativen Milieus wird die besondere Bedeutung von sozial eingebetteten Kooperationsbeziehungen für eine von Innovationen getriebene regionale Entwicklung hervorgehoben (vgl. Fromhold-Eisebith 1995, 1999; Sternberg 1995c; Rösch 2000). Seit Mitte der 1980er Jahre arbeitet die GREMI an der Konzeptualisierung sowie der Ausarbeitung empirischer Belege für Milieucharakteristika und -effekte.

Die frühen GREMI-Autoren unterscheiden zunächst die drei funktionalen Räume Produktion, Markt und den unterstützenden Raum, in denen Unternehmen agieren (vgl. Ratti 1989). Der unterstützende Raum erlangt in der Argumentation der GREMI-Autoren eine besondere Stellung und konstituiert sich wiederum aus drei Beziehungstypen: (1) Beziehungen mit Bezug zur Organisation der Produktionsfaktoren, (2) strategische Beziehungen zwischen Unternehmen, ihren Kooperationspartnern, Zulieferern und Kunden und (3) strategische Beziehungen zu Organisationen aus dem regionalen Umfeld. Dieser von interorganisationalen Beziehungen durchtränkte unterstützende Raum hat dabei maßgeblichen Einfluss auf das Verhältnis zwischen Innovationsgenerierung und regionaler Entwicklung (vgl. ebenda; ders. 1992, 56).

Camagni, einer der wesentlichen Protagonisten der GREMI-Schule, definiert Innovative Milieus als: „the set, or the complex network of mainly informal social relationships on a limited geographical area, often determining a specific external 'image' and a specific internal 'representation' and sense of belonging, which enhance the local innovative capability through syn-

[19] In der Literatur werden die Begriffe „Kreatives Milieu" und „Innovatives Milieu" zumeist synonym verwendet, so auch in dieser Arbeit.

ergetic and collective learning processes" (Camagni 1991, 3). Bei einem Innovativen Milieu handelt es sich also nicht allein um eine Gruppe von vernetzten regionalen, Akteuren sondern vielmehr um einen „complex which is capable of initiating a synergetic process … an organization, a complex system made up of economic and technological interdependencies … a coherent whole in which a territorial production system, a technical culture, and protagonists are linked" (Maillat 1991, 113). Diese frühen Definitionen heben dabei, im Gegensatz zu den späteren Arbeiten der GREMI (vgl. z. B. Crevoisier 2001), den relationalen Aspekt der regional gebundenen Innovativen Milieus besonders hervor. Im Vergleich zu den früheren Arbeiten beschäftigen sich die späteren Arbeiten insbesondere mit der Lernkapazität der Organisationen im Innovativen Milieu, die wiederum maßgeblich die Innovationskapazität der Akteure bestimmt (vgl. Crevoisier 2001).

Ausgangspunkt der früheren Arbeiten (vgl. Crevoisier/Maillat 1991) bildet das lokalisierte Produktionssystem, d. h. die gebietsgebundene Produktionsorganisation in Form von vernetzten Produktionsstätten, die Teil einer lokalisierten Wertschöpfungskette sind (vgl. Fromhold-Eisebith 1995). Die Unternehmen sind hierbei auf vielfältige Art durch Austauschbeziehungen miteinander verbunden, in denen durch räumliche Nähe Transaktionskostenvorteile entstehen. Zu diesen vernetzten Produktionsstrukturen treten lokale Forschungs- und Bildungseinrichtungen sowie Dienstleister. Darüber hinaus beinhaltet das Modell des innovativen Milieus insbesondere die Einbettung der regionalen Akteure in einen sozio-institutionellen Zusammenhang, d. h. die schon angesprochenen gemeinsam geteilten Normen, Gewohnheiten, Routinen, Wahrnehmungen, die Handlungen der Akteure orientieren (vgl. Maillat 1998). Im Milieu finden intensive Interaktion und Kommunikation zwischen den Akteuren statt, die gemeinsam mit vielfältigen Lernprozessen dazu beitragen, dass Wissen diffundiert, spezialisierte Ressourcen und Kompetenzen (re)produziert und Innovationen generiert werden (vgl. Crevoisier/Maillat 1991).

Der Ansatz versucht zu erklären, wie eine Region, die gut mit Unternehmen, mit Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie unterstützenden Institutionen ausgestattet ist, in der zudem die wesentlichen Akteure ihre Aktivitäten in interorganisationalen Beziehungen koordinieren, positive regionale Outputs, d. h. insbesondere innovative Unternehmen, hervorbringt. Während die institutionelle Ausstattung der Region als im Wesentlichen gegeben angesehen wird, konzentriert sich die Analyse auf die Art und Weise, wie Informationen und Wissen zwischen den verschiedenen lokalen Akteuren ausgetauscht werden (vgl. Fromhold-Eisebith 2004, 749 f.). Die lokalen und regionalen Kontakte in innovativen Milieus sollen

ausdrücklich einerseits Unsicherheiten der Umweltbedingungen reduzieren und andererseits lokale Lernprozesse, die zu Innovationen führen können, erhöhen (vgl. Rösch 2000, 163).

Im Modell des Innovativen Milieus werden drei Milieu-Charakteristika aufgestellt, die für den Innovationserfolg einer Region verantwortlich sein sollen: (1) häufige Kontakte zwischen unterschiedlichen Akteuren aus der Region, (2) Informations- und Wissensaustausch durch soziale Beziehungen, die Lernprozesse befördern und (3) Gemeinschaftsgefühl/gemeinsames Ziel (vgl. Fromhold-Eisebith 2004, 750).

Der erste Aspekt resultiert aus der räumlichen Nähe der Akteure, die den Informationsaustausch und die Kooperation zwischen Schlüsselakteuren einer Region befördern. Die Ansiedlung dieser Akteure und deren Repräsentanten in derselben Region ermöglicht unkomplizierte und häufige persönliche Zusammentreffen, die informale und formale Zusammenarbeit unterstützt und Innovationen hervorzubringen vermag. Um Innovationen und Fortschritt tatsächlich auszulösen, sollten die sich austauschenden Individuen aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Sphären z. B. Wissenschaft und Wirtschaft und aus unterschiedlichen Typen von Organisationen wie z. B. Produktionsbetrieben, Dienstleistungsunternehmen, Universitäten und anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Verwaltungseinrichtungen, Wirtschaftsförderung und anderen stammen (vgl. Fromhold-Eisebith 1995; Maillat et al. 1993). Hierbei kann Kreativität und Innovativität durch die Neukombination von Ideen, Ansätzen und Sichtweisen aus den unterschiedlichen gesellschaftlichen Sphären und Organisationstypen bzw. an der Schnittstelle zwischen unterschiedlichen Disziplinen begünstigt werden. Durch die Kombination komplementärer Fähigkeiten und Kompetenzen kann die Neuverknüpfung von Produktivkräften und produktiven Ressourcen und somit die Koordination wirtschaftlichen Wandels ermöglicht werden (vgl. Crevoisier 2001; Ratti et al. 1997).

Die GREMI-Schule verweist in einem zweiten Set an Milieu-Charakteristika auf die speziellen Vorteile von sozial eingebetteten Lernprozessen. Umfangreiche informelle Beziehungen und oft auch private Kontakte der Individuen aus einem Milieu, die untereinander ein hohes gegenseitiges Vertrauen genießen, begünstigen den Austausch von Informationen, Know-how, Know-who und anderem Wissen. Durch Face-to-Face Kommunikation z. B. in sog. „Old Boys Networks“ können nicht-öffentliches und -routinisiertes Wissen leichter von Person zu Person übertragen werden. Dadurch kann Unsicherheit reduziert und Lern- und Innovationsprozesse beschleunigt werden. Darüber hinaus kann die Kombination geschäftlicher und privater Beziehungen den kostenfreien oder vorzugsweisen Zugang zu strategisch bedeutsamen Informationen oder Dienstleistungen sicherstellen, die förderlich für die Entwicklung

des eigenen Unternehmens sein können. Geschäftsfreunde können zudem emotionale Unterstützung wie Motivation, Beistand und Anerkennung für innovationsbedingte unternehmerische Entscheidungen spenden. Derartige vertrauensvolle und sozial eingebettete Beziehungen, die Lernprozesse begünstigen und charakteristisch für Innovative Milieus sind, benötigen Zeit um sich herauszubilden und können nicht top-down verordnet werden. (vgl. Fromhold-Eisebith 2004, 750).

In einer ökonomisch erfolgreichen innovativen Region sind sich die Akteure meist ihrer selbst als kohärente Gemeinschaft bewusst. Dieses dritte Milieu-Charakteristikum verweist darauf, dass sich im innovativen Milieu eine gemeinsame mit der Region verbundene Identität herausbildet (vgl. auch Romanelli/Kessina 2005). Die gemeinsame regionale Identität bzw. das gemeinsame Image wird zudem öffentlichkeitswirksam bei Regionalmarketingaktivitäten eingesetzt. GREMI verweist darauf, dass das Gemeinschaftsgefühl und die identitätsstiftende gemeinsame Wahrnehmung der Akteure die regionalen Grenzen des innovativen Milieus abstecken. Dort, wo sich das soziale Netzwerk auszudünnen und die Wahrnehmung der Kohärenz der Akteure abzuschwächen beginnt, ist die Grenze erreicht (Fromhold-Eisebith 2004, 750).[20] Die gemeinsame Netzwerkidentität (vgl. Rometsch 2008) im innovativen Milieu und das Gemeinschaftsgefühl tragen auch dazu bei, die generell eher unterschiedlichen Interessen der Akteure, die aus unterschiedlichen Unternehmen, Organisationstypen und verschiedenen Disziplinen stammen, auf gemeinsame Ziele auszurichten, die auch die Entwicklung des eigenen Milieus beinhalten können. Eine gemeinsame regionale Kultur (z. B. technologische Tradition, Wertesystem) weist eine ähnlich vereinigende Funktion auf (vgl. Crevoisier/Maillat, 1991).

Rösch (1998) weist schließlich noch darauf hin, dass es sich bei Innovativen Milieus um zeitbezogene Phänomene handelt, die eine zyklische Entwicklung durchlaufen können. Diese Einsicht speist sich aus der Erkenntnis, dass sich regional ansässige Akteure oft dann zusammenfinden, wenn es Krisen zu bewältigen gibt. Die Motivation, die für ein Innovatives Milieu charakteristischen sozial eingebetteten Beziehungen zu aktivieren und gemeinsam die Kräfte zu vereinigen, mag in der gemeinsam erkannten Notwendigkeit liegen, das regionalwirtschaftliche Umfeld aufzuwerten oder zu restrukturieren.

[20] Insofern besteht konzeptionelle Ähnlichkeit zum organisationalen Feld, das sich ebenfalls über die Selbstwahrnehmung der Zugehörigkeit der Akteure zu einem organisationalen Feld konstituiert (vgl. DiMaggio/Powell 1983, 148).

2.2.3.4 Kritische Reflexion der „Geography and Innovation“ Diskussion

In der aktuellen Diskussion zu den verschiedenen in dieser Arbeit thematisierten territorialen Innovationsmodelle ist eine Konvergenz zwischen den verschiedenen Modellen feststellbar, auch wenn die Protagonisten dieser Diskussion stets die Unterschiede herauszustellen versuchen. Die Differenzierung der Modelle erscheint jedoch zumeist nicht trennscharf (vgl. auch Bathelt/Glückler 2002, 192). Viele Arbeiten deuten auf gemeinsame Aspekte zwischen Milieu- und Distriktansätzen (vgl. z. B. Becattini 1991), zwischen Milieuansätzen und dem Ansatz der Lernenden Regionen (vgl. z. B. Morgan 1997) sowie zwischen Lernenden Regionen und Distriktansätzen (vgl. z. B. Asheim 1996) hin. Die Konvergenz zeigt sich darin, dass heute in allen Modellen interaktive Lern- und Innovationsprozesse zwischen regional konzentrierten und einer Branche angehörigen (oder zumindest auf sie ausgerichteten) Akteuren, die Teil regionaler Wertschöpfungsketten sind, diskutiert werden (vgl. Lawson 1999, 158 ff.). Dabei werden die Interaktionen im Innovationsprozess stets durch ein an die Region gebundenes sozioökonomisches und kulturelles Setting, das von den innovierenden und interagierenden Akteuren gemeinsam geteilt und (re)produziert wird, ermöglicht und begrenzt (Bathelt/ Glückler 2002, 192).

Gleichzeitig versuchen einige Autoren Ansätze in wiederum andere territoriale Innovationsmodelle zu integrieren bzw. Industriedistrikte als Teilmenge von Clustern und diese wiederum als Teilmenge von Netzwerken und Branchenkonzentrationen anzusehen (vgl. Meyer-Stamer 2000, 10 f.; Halder 2006, 47). Demnach existieren zunächst Branchenkonzentrationen, d. h. sektorale räumliche Konzentrationen von Unternehmen mit untereinander nur schwach ausgeprägten Austauschbeziehungen. Die Unternehmen profitieren hierbei von klassischen Agglomerationsvorteilen. Daneben existiert die Menge der nationalen oder internationalen Cluster, z. B. nationale Zuliefernetzwerke, von denen der frühe Porter spricht, die hier jedoch als Synonym für Unternehmensnetzwerke verstanden werden können. Die Schnittmenge dieser beiden bilden Cluster, also Konzentrationen von Unternehmen, die arbeitsteilig in regionale Produktionsnetzwerke integriert sind. Zudem bestehen Kommunikationsbeziehungen zwischen den Clusterakteuren sowie formelle Institutionen, die auf das Cluster ausgerichtet sind. Ein Industriedistrikt wird dieser Ansicht nach als Sonderfall des Clusters angesehen. Für ihn sind die besonderen sozio-ökonomischen Beziehungen zwischen den Clusterakteuren charakteristisch, die wiederum über formelle und informelle Institutionen gesteuert und reproduziert werden (vgl. Abbildung 8). Diese Sicht ist auch mit der mehrdimensionalen Weiterentwicklung des Clustermodells (vgl. 2.2.2.3) vereinbar, da sie diese quasi integriert und Industrie-

distrikte (ID), Lernende Regionen (LR) und Innovative Milieus (IM) als Sonderfall des mehrdimensionalen Clustermodells versteht.

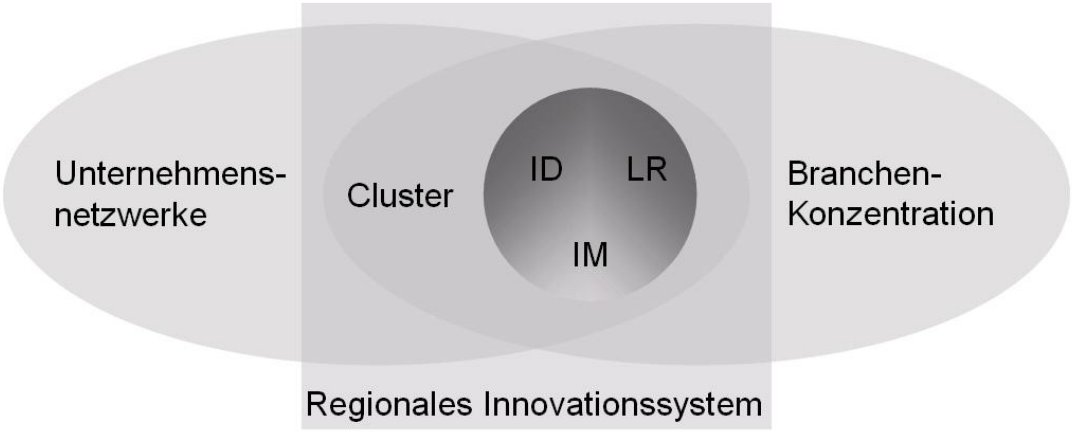


Abb. 8: Territoriale Innovationsmodelle im Kontext (in Anlehnung an Halder 2006, 47)

Im Nachfolgenden soll in Anlehnung an Porter von Clustern gesprochen werden. Diese Semantik soll jedoch auch die interaktiven kollektiven Lern- und Innovationsprozesse umfassen, die in der Literatur mit Modellen wie Industriedistrikten, Lernenden Regionen und Innovativen Milieus zu erfassen versucht werden. Im Nachfolgenden soll ferner davon ausgegangen werden, dass in regionalen Clustern und insbesondere in den stark vernetzten Bereichen, die in der Literatur als Industriedistrikte, Lernende Regionen oder Innovative Milieus thematisiert werden, Wissenstransfer und Innovationsprozesse zwischen den Clusterakteuren in Lern- und Innovationsprozessen effektiver umgesetzt werden können als außerhalb derartiger Cluster. Diese These empirisch zu überprüfen stellt sich jedoch schwierig dar (vgl. 3.1.9). Die empirisch ausgerichtete Literatur zu territorialen Innovationsmodellen leidet neben der oft schwachen und uneinheitlichen Abgrenzung der verwandten Modelle auch an der Überbewertung des Innovationspotentials von Regionen sowie an der Schwierigkeit, Innovationsindikatoren zur Messung von Spillover-Effekten zu etablieren.

Krugman äußerte sich schon sehr früh kritisch zur Messbarkeit technologischer Spillover-Effekte (1991, 52 ff.), da sie keine physischen Spuren (wie z. B. Aufzeichnungen oder Verträge) hinterlassen. Die Frage nach der Messung der Wissensübersprungeffekte ist zunächst genauso offen wie die Frage nach der Messung der Innovationsoutputs der Clusterunternehmen, die in Innovationsprozessen im Cluster involviert sind. Ein angemessenes Untersuchungsdesign darf darüber hinaus nicht auf quantitative (Innovations-)Indikatoren begrenzt bleiben (vgl. 3.2). Um die konstituierenden sozialen und ökonomischen Aspekte im Innovationsprozess und deren institutionelle Einbettung erfassen zu können, ist zusätzlich ein detailliertes qualitatives Forschungsdesign anzuwenden (Bathelt/Glückler 2002, 193).

Die bis hier erörterten territorialen Innovationsmodelle heben zwar die Bedeutung von Interaktionen der (Cluster-)Akteure und von regional verankerten sozialen Netzwerken im Innovationsprozess besonders hervor, welche Struktureigenschaften der Netzwerke aber Innovationsoutputs befördern können, thematisieren sie jedoch nicht, schon lange nicht, wie sich die Akteure auf diese tatsächlich beziehen und diese dabei reproduzieren (vgl. Giddens 1984, Sydow/Windeler 1998). Da die Spillover-Effekte aber eben auf der Vernetzung und Interaktion der Akteure im regionalen Cluster basieren, muss eine Beschreibung und Analyse von regionalen Clustern eine relationale Perspektive einnehmen (vgl. 2.2.4.3), die explizit auf die Vernetzung der Akteure und Netzwerke im Cluster eingeht. Eine gründliche Clusteranalyse müsste insofern die „weichen" Aspekte, wie z. B. soziale Netzwerke und Institutionen, berücksichtigen (vgl. auch Meyer-Stamer 2000, 22).

2.2.4 Netzwerke im Cluster und die relationale Perspektive auf Cluster

Cluster und Netzwerke werden oft (nicht nur in der Praxis) gleichgestellt (Kiese 2008, 11). Dabei bestehen Cluster vielmehr aus verschiedenen in der Region angesiedelten verflochtenen Austauschbeziehungen und -netzwerken (vgl. z. B. Boari/Lipparini 1999; Sydow/Windeler 2008). „Netzwerke sind wesentliche Bestandteile von Clustern" (Kiese 2008, 12), können aber auch Cluster übergreifend als „global pipelines" bestehen. Vor allem aber haben interorganisationale Kooperation und Vernetzung im Cluster eine besondere Bedeutung (auch Staber 1996; Tallman/Jenkins 2002; Tödtling/Trippl 2004; Visser/Boschma 2004; Menzel 2005; Sugden et al. 2006), da die Entwicklung eines Clusters nicht nur von den einzelnen im Cluster vorhandenen Organisationen getragen wird, sondern vielmehr entscheidend von den konkreten Kooperationen der Unternehmen untereinander oder auch mit Wissenschaftseinrichtungen und anderen Organisationen geprägt wird. Umgekehrt bietet ein Cluster aufgrund dieser Charakteristika einen besonderen Handlungskontext für die unternehmerische Kooperation und Vernetzung.

Bei der Definition, Beschreibung und Analyse von Clustern kommt es daher entscheidend darauf an, die Art der Beziehungen zwischen Clusterakteuren und den Grad der Vernetzung, die im Cluster existiert, zu berücksichtigen (Humphrey/Schmitz 1996). Auf der einfachsten Ebene bestehen Cluster aus dyadischen Beziehungen. Auf weiter fortgeschrittener Ebene bestehen sie aus Triaden oder komplexeren Beziehungsgeflechten, die durch die geographische Nähe der Akteure befördert werden. Der Grad der Vernetzung bestimmt dabei, wo sich ein

Cluster auf einem Kontinuum, das sich von einzelnen atomistischen Unternehmen bis hin zu sozial eingebetteten Beziehungsgeflechten erstreckt, befindet (Brown/McNaughton 2002, 28).

Bevor nachfolgend die Netzwerkperspektive auf Cluster erörtert werden soll, ist zunächst Klarheit über die zu betrachtenden Analyseebenen zu schaffen. Das Management und die Steuerung (vgl. Sydow/Windeler 2000; Sydow 2006), die Entwicklung (vgl. Sydow/Lerch 2007a) oder die reflexive Regulation (vgl. dazu Windeler 2001, 246 ff.) von Netzwerken (im Cluster) erfolgt auf und zwischen verschiedenen Ebenen und verlangt unterschiedliche Kompetenzen . „Alliance capabilities" (Khanna 1998; Kale et al. 2002; Zollo et al. 2002; Draulans et al. 2003; Schielke 2007), „relational capabilities" (Dyer/Singh 1998), „Beziehungskapital" (Sydow et al. 1995; Kale et al. 2000) oder „Netzwerkkompetenzen" (Ritter/Gemünden 1999), um nur einige Schlagwörter zu nennen, sprechen sowohl eine (inter-) personale als auch eine (inter-) organisationale Fähigkeit an (für eine vertiefende Betrachtung vgl. Sydow 2006, 415 ff.).

Gleichzeitig existieren interpersonale und interorganisationale Netzwerke sowohl innerhalb von Clustern als auch Beziehungen und Netzwerke über die Branchengrenzen und/oder die Region und damit über Clustergrenzen hinaus. Beziehungsgeflechte sind auf verschiedenen Ebenen denkbar: Auf der Ebene von Individuen können personale Netzwerke zwischen individuellen Akteuren bestehen. Repräsentanten von Clusterorganisationen oder Forscher aus Forschungseinrichtungen im Cluster z. B. kennen einander aufgrund privater und/oder professioneller Kontakte. Auf der Ebene der Organisation können interorganisationale Netzwerke im Cluster bestehen. Bei den Beziehungen zwischen Clusterorganisationen kann es sich z. B. um Transaktionsbeziehungen zwischen Unternehmen oder um F&E-Beziehungen zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen handeln. Auf der Netzwerkebene kann es sich um ein Beziehungsgeflecht wie eben beschieben zwischen verschiedenen Organisationen (im Cluster) handeln. Gleichzeitig ist es auch denkbar, dass derartige verschiedene Netzwerke im Cluster miteinander in Verbindung stehen. In ähnlicher Art lassen sich Beziehungsgeflechte auf der Ebene des Clusters und auf der Ebene des organisationalen Feldes[21] rekonstruieren. In ähnlicher Weise lassen sich Innovationsleistungen den einzelnen Ebenen zuordnen. Abbildung 9 verdeutlicht, welche Ebenen bei der Analyse von Clustern betrachtet werden können. Die Verbindungspfeile signalisieren, wie strukturelle Bedingungen auf übergeordneten Ebenen auf die darunter liegenden Ebenen, d. h. auf die Handlungen der Clusterakteure auf diesen

[21] Organisationale Felder sind institutionelle Settings oder Arenen, deren Teilnehmer ähnliche Leistungen anbieten, erstellen und nachfragen (z. B. Lieferanten, Produzenten, Kunden) bzw. auf die Geschäftstätigkeit einwirken (z. B. Verbände, regulierende Organisationen) und sich als zum Feld zugehörig wahrnehmen (vgl. DiMaggio/Powell 1983, 148).

Analyseebenen, einwirken (Pfeile nach unten). Die andere Richtung ist ebenso denkbar. Das Handeln der Clusterakteure auf den einzelnen Ebenen reproduziert einerseits diese Strukturen und wirkt damit wiederum als strukturelle Bedingung auf dieselbe Ebene ein aber ebenso auf die darüber und darunter liegenden Ebenen (Pfeile nach oben und nach unten). Für die Beschreibung und Analyse von (Netzwerken in) Clustern ist insofern ein Multi-Ebenen-Ansatz zu wählen, der auch die Wechselwirkung zwischen den Ebenen erfassen, beschreiben und analysieren kann. Im Rahmen dieser Arbeit, insbesondere im empirischen Teil, sollen die drei mittleren Ebenen im Fokus stehen.

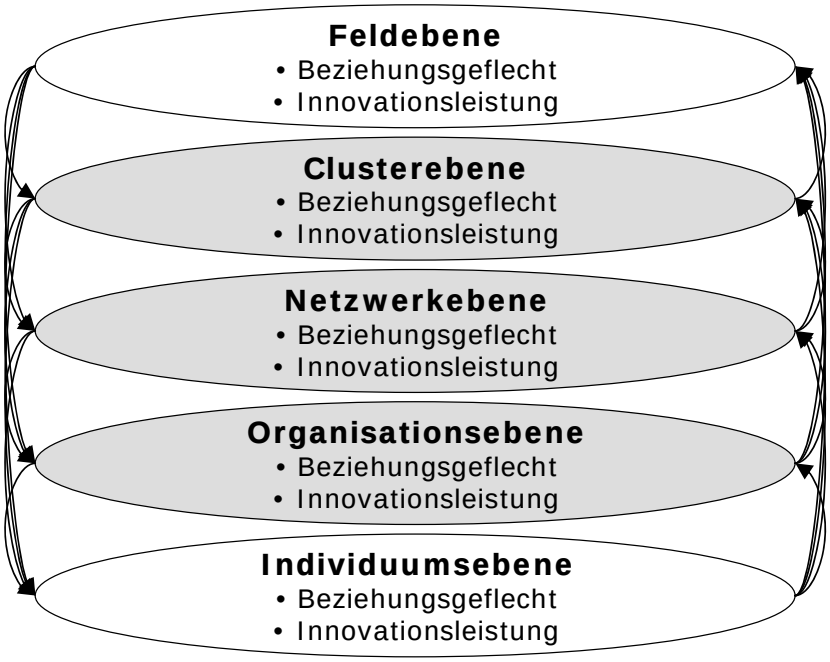


Abb. 9: Multi-Ebenen-Ansatz bei der Analyse von (Netzwerken in) Clustern

Bei einer Konzeptionalisierung von Netzwerken (im Cluster) sind zunächst zwei wesentliche Richtungen zu unterscheiden. Einerseits können Netzwerke (in Clustern) als Organisationsform(en) ökonomischer Aktivitäten aufgefasst werden. Andererseits können Netzwerke (in Clustern) als relationale Strukturen begriffen werden.

2.2.4.1 Konzeptionalisierung von Netzwerken (in Clustern) als Organisationsform(en)

Der gemeinsame Nenner der Forschungsrichtung, die Netzwerke als Organisationsform begreift, ist die ausgesprochene Organisations- bzw. Governance-Perspektive auf Netzwerke (vgl. Pappi 1993, 20). Dabei geht es vor allem um die Organisation bzw. Koordination verschiedener (ökonomischer) Aktivitäten durch Netzwerke (vgl. Provan/Kenis 2008). Netzwer-

ke werden hiernach als eine Organisationsform ökonomischer Aktivitäten neben (Powell 1990) oder zwischen (Sydow 1992, 102) den beiden Organisationsformen Markt[22] und Hierarchie[23] angesehen.

Unternehmungsnetzwerke lassen sich als „eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende Organisationsform ökonomischer Aktivitäten [definieren], die sich durch komplex-reziproke, eher kooperative denn kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmen auszeichnet" (Sydow 1992, 79). Dabei können Verbindungen zwischen Unternehmen unterschiedliche Ausprägungen annehmen: Kapitalbeteiligungen, Kooperationsbeziehungen in Form von Joint Ventures, kontinuierliche Lieferbeziehungen, Koalitionsbildungen in Wirtschaftsverbänden oder Kooptation von Personen mit Führungspositionen in mehreren Unternehmen (Pappi et al. 1987, 693).

Netzwerke, die als Steuerungsmodus ökonomischer Aktivitäten begriffen werden (vgl. Teubner 1992; Semlinger 1993), zeichnen sich durch marktliche, hierarchische, aber auch durch eigene Mechanismen, wie Vertrauen, Reziprozität und Selbstverpflichtung aus (vgl. Powell 1990, 300 ff.; Sydow/Windeler 2000; Möllering 2006; kritisch Windeler 2003a), denen eine soziale Steuerungswirkung zugesprochen wird, die dann greift, wenn Preise und Weisungen nicht koordinierend wirken (können) (vgl. Jones et al. 1997, 914).

(Unternehmungs-) Netzwerke entstehen aufgrund interorganisationaler Arbeitsteilung, die als Quasi-Internalisierung und -Externalisierung begriffen werden kann (vgl. hierzu Sydow 1992, 79, 105 ff.). Die Gründe hierfür können vielfältig sein. (Unternehmungs-)Netzwerke können unter bestimmten Bedingungen Produktions- und Transaktionskosten senken (vgl. ebenda, 134 ff.), Ressourceninterdependenzen und Risiken verringern (vgl. Jones et al. 1997, 916 ff.), den Transfer von Wissen befördern (vgl. z. B. Powell 1990, 303 f.) oder als (reflexiv gesteuerte) Netzwerke, ökonomische Spannungsverhältnisse[24] besser bewältigen als (rein) marktliche oder hierarchische Koordinationsformen (vgl. Sydow 2006, 414 ff.). Netzwerke als Organisationsform ökonomischer Aktivitäten können sehr unterschiedlich ausprägt sein (vgl. allg. Thorelli 1986; Podolny/Page 1998). Vielfältige Netzwerktypologien wurden in der Vergan-

---

[22] Märkte sind idealiter durch Preissteuerung zwischen rechtlich unabhängigen Akteuren gekennzeichnet, die sich (nur) auf diskrete Transaktionen einlassen (Sydow 1992, 98).

[23] Hierarchien sind idealiter durch Weisungssteuerung zwischen (meist) rechtlich abhängigen Akteuren gekennzeichnet, die langfristig arbeitsteilig zusammenarbeiten (ebenda).

[24] Zu den ökonomisch relevanten Spannungsverhältnissen können die zwischen Autonomie und Abhängigkeit, Vertrauen und Kontrolle, Kooperation und Wettbewerb, Flexibilität und Spezifität, Vielfalt und Einheit, Stabilität und Fragilität, Formalität und Informalität sowie Ökonomie und Herrschaft gezählt werden (vgl. Sydow et al. 1995).

genheit entwickelt (vgl. für einen Überblick Sydow et al. 2003, 54 ff). Netzwerke lassen sich generell kontinuierlich und nicht dichotom anhand der Dimensionen Steuerungsform (hierarchisch, heterarchisch), zeitliche Stabilität (stabil, dynamisch) und Exploration/Exploitation differenzieren (vgl. Sydow et al. 2003, 72). Strategische Netzwerke werden von einem oder mehreren fokalen Unternehmen strategisch angeführt (vgl. Jarillo 1988; Sydow 1992; Lorenzioni/Baden-Fuller 1995). Bei derartigen „Business Groups" und Konstellationen (Gomes-Casseres 1996) handelt es sich um eher stabile Netzwerkformen (vgl. auch Granovetter 2005, 429 f.). Davon abzugrenzen sind Projektnetzwerke. Bei Projektnetzwerken handelt es sich um dynamische, oft auch hierarchisch geführte Netzwerke (vgl. Sydow/Windeler 1999). Regionale Netzwerke zeichnen sich durch eine eher heterarchische Steuerungsform unter meist kleinen und mittleren Unternehmen aus, die zum Zwecke der Realisierung von externen Größenvorteilen oder zur gemeinsamen Innovationsgenerierung zusammenarbeiten.

Aus der Perspektive, die Netzwerke als Organisationsform ökonomischer Aktivitäten konzeptionalisiert, können verschiedene Netzwerkausprägungen bzw. -typen in Clustern angetroffen werden.

2.2.4.2 Konzeptionalisierung von Netzwerken (in Clustern) als relationale Struktur

In der relationalen Soziologie (vgl. Emirbayer 1997), die ihren Ursprung einerseits in der Anthropologie und andererseits in den formalsoziologischen Arbeiten Simmels hat (vgl. Simmel 1908, 63 ff.; Wellman 1988, 21 ff.), werden Netzwerke als Konfigurationen sozialer Beziehungen zwischen individuellen und kollektiven Akteuren, bzw. den Positionen, die diese einnehmen, verstanden (vgl. z. B. Wellman 1988, 20; Cook/Whitmeyer 1992, 110; 118). Formal kann von Netzwerken gesprochen werden, wenn sich die ihnen zugrundeliegende Struktur mathematisch als Graph modellieren lässt. Der Graph bzw. das Netzwerk besteht dabei aus einer Menge von Elementen (Knoten), die mittels Verbindungen (Kanten) miteinander verknüpft sind. Auf diesem Netzwerkverständnis bauen die meisten Methoden der Netzwerkanalyse[25] auf (vgl. Jansen 2003, 13 ff.). Insbesondere die Positionen im Netzwerk, die Akteure besetzen, die aber auch – soweit ein Netzwerk in seiner Form bestehen bleibt – von anderen Akteuren besetzt werden können, sind Kerngegenstand der strukturellen Netzwerkforschung (vgl. Smith-Doerr/Powell 2005, 380 ff.). In der strukturalistischen Perspektive interessieren

[25] Die formale Netzwerkanalyse ist eine universell verwendbare Methode zur Beschreibung von Interaktionsstrukturen von Akteuren (Weyer 2000, 17; Sydow 1992, 121 ff.; kritisch Emirbayer/Goodwin 1994; Mizruchi 1994, 336 ff.; Windeler 2001, 117 ff.).

zunächst die Struktureigenschaften der Netzwerke, die von austauschbaren Akteuren unabhängig sind (Nadel 1965; Mayhew 1980). Zudem gilt: „forms and patterns of social relations were more important than content“ (Mizruchi 1994, 329 f.). In einer Abgrenzung gegenüber individualistischen Handlungstheorien wurde dabei die Fähigkeit von Akteuren, selbst auf Netzwerkstrukturen einzuwirken, weitgehend vernachlässigt (Mizruchi 1994; Trezzini 1998).

In den Sozialwissenschaften kann unter einem sozialen Netzwerk „a specific set of linkages among a defined set of actors, with the additional property that the characteristics of these linkages as a whole may be used to interpret the social behavior of the actors involved“ verstanden werden (Mitchell 1969, 2). Die relationalen Strukturen ermöglichen und begrenzen das Handeln einzelner Akteure (Wellman/Berkowitz 1988; Knoke/Kulinsky 1982). Sie stellen oft auch „informelle Strukturen“ dar, die sich parallel zu oder ausgehend von „formellen Strukturen“ herausbilden können (vgl. Smith-Doerr/Powell 2005, 379). Relationale Strukturen können sich emergent, d. h. „hinter dem Rücken einzelner Akteure“ (vgl. White et al. 1976) oder absichtsvoll von einzelne Akteuren („entrepreneurial agents“) beeinflusst, herausbilden (vgl. Burt 1992, 34 ff.), wenngleich das „gesamte“ Netzwerk eher nicht gezielt zu formen ist (vgl. Padgett/Ansell 1993).

Die Formation relationaler Strukturen kann auf inhaltliche („exogene“) und relationale („endogene“) Mechanismen zurückgeführt werden (vgl. Gulati/Gargiulo 1999). Interdependenzen zwischen Akteuren können als inhaltliche Mechanismen verstanden werden, die auf den Austausch und die Verteilung knapper Ressourcen (Informationen, Wissen, Geld, materielle Güter) zurückgehen (vgl. ebenda, 1443 ff.). Positionen im Netzwerk hängen aus dieser Perspektive mit der Verfügungsgewalt über Ressourcen zusammen (vgl. Cook 1982, 182 ff.). Aus der relationalen Perspektive können die Entwicklung und Beschaffenheit von Netwerken aus sich selbst heraus erklärt werden (vgl. Gulati/Gargiulo 1999, 1449 ff.). Darin besteht eine Stärke dieser Netzwerkperspektive.

In der relationalen Perspektive kann überdies die dynamische Einbettung von Akteuren und deren Interaktionen in Beziehungsstrukturen untersucht werden (vgl. Granovetter 1985). Zunächst ist zwischen Einbettung in dyadische Beziehungen („historical/relational embeddedness“) und Einbettung in das gesamte Beziehungsgeflecht („structural embeddedness“) zu unterscheiden, wobei sich beide rekursiv bedingen (vgl. ebenda, 486; Granovetter 1992b, 32 ff.; Gulati/Gargiulo 1999, 1446 ff.). Aus der Art der Einbettung der Akteure in die Netzwerkstruktur lassen sich Aussagen über deren Status (vgl. Podolny 1993; Wellman 1988, 33), Sozialkapital (vgl. Burt 1992, 8 ff.; Jansen 2003, 255 ff.) und Handlungsmacht im Verhältnis zu

weiteren Netzwerkakteuren (vgl. z. B. Burt 1992, 30 ff.) ableiten. Daneben kann aus der relationalen Perspektive auch die Entwicklung der Gesamtstruktur von Netzwerken untersucht (vgl. Padgett et al. 2003; Powell et al. 2005) und simuliert[26] (vgl. Snijders et al. 2007; Heidler 2008) werden. Die Struktur eines Netzwerkes kann sich radikal durch den Wegfall oder das Hinzufügen von Verbindungen ändern, wodurch neue Handlungs- und Interaktionsbedingungen für die Netzwerkakteure geschaffen werden. Netzwerke gelten somit als Gelegenheitsstrukturen, z. B. zur Gewinnung von Kunden (vgl. Iacobucci 1996), zur Anregung von Innovationen und Kreativität (vgl. Ahuja 2000; Burt 2004; Uzzi 2004) oder zur Suche nach bzw. Auswahl von Kooperationspartnern (vgl. Gulati 1995a, b).

Während die traditionellen Clusterstudien und -analysen – insbesondere die industrieökonomisch informierten, auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Clustern fokussierten – die Beziehungen zwischen Clusterakteuren außer acht lassen, soll in dieser Arbeit eine explizit relationale Perspektive, die Beziehungen und Beziehungsgeflechte in der Entwicklung von Clustern ernst nimmt, eingenommen werden. Eine relationale Perspektive erfordert, dass Beziehungen und Netzwerken im Cluster eine zentrale, gleichwohl nicht das Handeln in Netzwerken determinierende, Rolle zugesprochen wird und, dass damit der Portersche Fokus auf rein geographische Konzentration und funktionale Interaktion überwunden wird (vgl. auch Staber 1996; Lazerson/Lorenzoni 1999; Keeble/Wilkinson 2000; Wilson/Popp 2003). Tallman und Jenkins (2002, 169) zeigen z. B. in ihrer Studie über das Motor Sport Valley Cluster in England die Bedeutung von Netzwerken in Clustern auf und verweisen darauf, "that knowledge movement between firms is important to network development, including within regional clusters, but that this movement is tied to a partially formalized network rather than being (1) tied to the cluster as a whole, and (2) a free good for all cluster members".

2.2.4.3 Relationale Perspektive auf Cluster

In der Wirtschaftsgeographie wird erst neuerdings eine relationale Perspektive formuliert (vgl. Storper 1997; Bathelt/Glückler 2002, 153 ff.; Bathelt/Glückler 2003b; Bathelt 2006; kritisch Sunley 2008). Als grundsätzliche epistemologische Perspektive geht dieser neue Ansatz, im

[26] Über lange Zeit wies die relationale Perspektive eine (komparativ) statische Ausrichtung auf, die sich einerseits durch fehlende Analysemethoden und andererseits aus theoretischer, strukturalistischer Perspektive begründen lässt. Die fehlende Berücksichtigung von Dynamiken ist konstatiert (Wassermann/Faust 1994, 731) und kritisiert worden (Emirbayer/Goodwin 1994). Neuere Arbeiten von Tom Snijders und anderen zu „stochastic actor-driven model for network change" (Snijders 1996, 2001; Steglich et al. 2007) eröffnen die Möglichkeit einer Dynamisierung der sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse.

Gegensatz zu traditionellen regionalwissenschaftlichen Ansätzen, davon aus, dass menschliches Handeln kontextspezifisch zu verstehen ist und, dass das Handeln von (Cluster)Akteuren in offenen Systemen nicht komplett vorhersagbar ist und damit nicht adäquat durch deterministische Ansätze konzeptionalisiert werden kann (vgl. auch Peck 1996; Archer et al. 1998). Der relationale Ansatz greift dabei drei verschiedene Rahmenbedingungen für ökonomische Koordination und Interaktion in regionalen Clustern auf: Kontextualität, Pfadabhängigkeit und Kontingenz (siehe auch Amin 1999; Hudson 2004). Aus einer strukturellen Perspektive betrachtet handeln Akteure in regionalen Clustern erstens in beziehungsspezifischen Kontexten und agieren unter bestimmten sozialen, institutionellen und kulturellen Konditionen (Granovetter, 1985, 1992a, b). Aus einer dynamischen Perspektive betrachtet sind zweitens ökonomische Aktivitäten und das Handeln der Akteure im Cluster pfadabhängig. Kontextualität führt zu pfadabhängigen Entwicklungen, da vergangene Entscheidungen, Handlungen und Interaktionen den Kontext für aktuelle Entscheidungen, Handlungen und Interaktionen bilden. Sie ermöglichen und begrenzen gleichzeitig zukünftige Intentionen und Handlungen zu einem gewissen Grad (vgl. zu einer evolutionstheoretischen Perspektive Nelson/Winter 1982; Dosi 1988; Nelson 1995). Schließlich ist drittens trotz Pfadabhängigkeit davon auszugehen, dass das Handeln der Akteure im Cluster nicht vollständig vorbestimmt bzw. determiniert ist. Individuelles als auch kollektives Handeln ist kontingent und kann von existierenden Strukturen abweichen (vgl. Sayer 1992, 2000).

Im Zentrum des Interesses der relationalen Perspektive stehen (ökonomische) Handlung und Interaktion der Akteure in Clustern (vgl. hierzu Bathelt 2006, 228 ff.). Die Analyse basiert auf einem akteursbasierten Verständnis der Intentionen und Strategien der handelnden Akteure im Cluster und umfasst die Clusterakteure, deren Handlungsstrukturen und -bedingungen sowie die -konsequenzen. Die relationale Perspektive versucht ein Verständnis davon herbeizuführen, wie Clusterakteure individuell oder kollektiv Ressourcen mobilisieren und wie sich Akteurshandlungen und Ressourcen wechselseitig beeinflussen. Materielle und immaterielle Clusterressourcen und -regeln, z. B. auch in Form von klassischen Standortfaktoren, beeinflussen das (ökonomische) Handeln und die Entscheidungsprozesse der Clusterakteure. Die resultierenden intendierten und unintendierten Folgen der Entscheidungen und Handlungen beeinflussen wiederum die Ressourcen und Regeln, im Allgemeinen die Standortfaktoren, denen sich Clusterakteure gegenüber sehen. Durch diesen reflexiven und kollektiven Prozess werden Clusterregeln und -ressourcen kontinuierlich weiterentwickelt. (Ökonomisches) Handeln ist insofern eingebettet in Regeln und Ressourcen sowie in Strukturen sozialer (und öko-

nomischer) Beziehungen und wird daher als kontextspezifischer Prozess konzeptionalisiert (vgl. Bathelt/Glückler 2003, 125).

Insofern ermöglicht die relationale Perspektive ein komplexeres Verständnis (ökonomischer) Aktivitäten von Akteuren in regionalen Clustern sowie der lokalisierten Konsequenzen. Der Fokus liegt hierbei auf Individuen, Unternehmen, Forschungseinrichtungen und anderen Clusterorganisationen, die im Cluster handeln und in Entscheidungsprozesse im Cluster involviert sind. Gleichzeitig werden aber auch diejenigen Individuen und Clusterorganisationen, auf die die Konsequenzen der (ökonomischen) Handlungen und Entscheidungen im Cluster einwirken, betrachtet. Die relationale Perspektive versucht dabei nicht, räumliche Gesetzmäßigkeiten zu identifizieren und vermeidet es, Regionen und räumliche Konfigurationen, wie z. B. Cluster, als Akteure zu rekonstruieren. Viel mehr sind es die Regeln und Ressourcen, auf die sich Clusterakteure in ihren Handlungen beziehen und diese durch ihre Handlungen reproduzieren sowie die Beziehungen zwischen Akteuren, die im Zentrum der Analyse stehen (ebenda, 129).

Insofern hebt sich die relationale Perspektive deutlich von traditionellen Ansätzen der Wirtschaftsgeographie ab (Bathelt 2006, 227). In der Konsequenz können regionale Cluster nicht ohne Beachtung der Strukturen, auf die sich Clusterakteure in ihrem Handeln beziehen sowie nicht ohne Berücksichtigung der ökonomischen und sozialen Beziehungen zwischen Individuen und Organisationen im Cluster analysiert werden. Da in dieser Arbeit die Netzwerkstrukturen im Cluster besondere Berücksichtigung erfahren, soll an dieser Stelle die oben schon andiskutierte Konzeptionalisierung von Netzwerken (in Clustern) als relationale Struktur aufgegriffen und vor dem Hintergrund des Embeddedness-Ansatzes weiter vertieft werden.

In einer Kritik an der atomistischen Grundperspektive des ökonomischen und sozialen Akteurs in der Erklärung von Organisationsformen stellt Granovetter fest, dass „actors do not behave or decide as atoms outside a social context, nor do they adhere slavishly to a script written for them by the particular intersection of social categories that they happen to occupy“ (1985, 487). Ökonomisches Handeln ist eingebettet in dauerhafte Systeme sozialer Beziehungen und wird beeinflusst von dieser Struktur sozialer Beziehungen: „…economic action, outcomes, and institutions are affected by actors' personal relations, and by the structure of the overall network of relations. I refer to these respectively as relational and the structural aspects of embeddedness“ (Granovetter 1990, 98). Relationale Aspekte der Embeddedness beschreiben die Qualität der Beziehungen. So können Beziehungen zwischen zwei Akteuren (im

Cluster) z. B. durch opportunistisches Verhalten oder durch gegenseitiges Vertrauen und Reziprozität gekennzeichnet sein. Diese Eigenschaften der Beziehungen sind Ausdruck der relationalen Einbettung einer (ökonomischen Austausch-)Beziehung in einen übergreifenden sozialen Kontext. Die strukturellen Aspekte der Embeddedness beschreiben die Beziehungsstruktur zwischen Akteuren. In der strukturalistischen Perspektive wird davon ausgegangen, dass das Handeln der Akteure vom Kontext der sozialen und ökonomischen Beziehungsstruktur beeinflusst wird. Bezogen auf Unternehmen in Netzwerken in Clustern bedeutet dies, dass ihr ökonomisches Handeln in Strukturen sozialer und ökonomischer Beziehungen eingebettet ist (vgl. auch Grabher 1993c). Ein Vertrauensverlust kann sich aus struktureller Perspektive gravierend auf einzelne Akteure auswirken, da er sich auf verbundene Dritte weiter ausdehnen kann (vgl. auch Coleman 1984; Granovetter 1992b). Im Konzept der Embeddedness wird demnach nicht mehr der Akteur isoliert, sondern eingebettet in eine Gesamtstruktur von sozialen und ökonomischen Beziehungen, rekonstruiert. Dabei handelt es sich jedoch nicht um ein deterministisches Konzept, da sich bei gleichen strukturellen Ausgangsbedingungen durchaus unterschiedliche Handlungsergebnisse einstellen können (vgl. Granovetter 1992a).

In Bezug auf Organisationen, die in Netzwerken eingebettet sind, die wiederum in regionalen Clustern eingebettet sind, kann davon ausgegangen werden, dass Clusterakteursbeziehungen (auch) einer lokalen Einbettung unterliegen (vgl. z. B. Uzzi 1996, 1997). Unternehmen und Forschungseinrichtungen und ihre Beziehungen untereinander sind, wie schon bei der Diskussion um territoriale Innovationsmodelle deutlich wurde, in lokale oder regionale institutionelle Zusammenhänge eingebettet. Dies zeigt sich z. B., wenn Clusterunternehmen spezialisierte lokale Ressourcen nutzen, mit lokalen Zulieferern, Forschungseinrichtungen oder Kunden interagieren oder vom lokalen Arbeitsmarkt Arbeitskräfte rekrutieren und dadurch den Normen, Werten, Routinen, Gebräuchen und Einstellungen der lokalen Clusterakteure ausgesetzt sind (vgl. auch Maskell/Malmberg 1999; Storper 1997). Ähnlich können sich derartige Konventionen in Netzwerken im Cluster herausbilden, die dann wiederum die Handlungen der Akteure (Individuen, Organisationen) in Netzwerken im Cluster ermöglichen und begrenzen. Die Komponenten der Embeddedness in räumlicher Perspektive sind somit verschiedenen Maßstabsebenen (Nation, Region, organisationales Feld, Cluster, Netzwerk, Organisation, Individuum) zuordenbar (vgl. auch Glückler 2001).

Akteure sind gleichzeitig in verschiedenartigen Beziehungen involviert. In regionalen Clustern bestimmen ökonomische, soziale, institutionelle und kulturelle Beziehungen das Umfeld, das Entrepreneurship, Lernprozesse und Innovationen ermöglichen und begrenzen

kann (Scott 2004). Meist bestehen multiplexe Beziehungen[27] zwischen Clusterakteuren, die Nachbarn, Freunde, Kollegen und Geschäftspartner miteinander verbinden (Uzzi 1997): "individuals engage in multiple networks associated with different rationalities, and these different networks ... [can be] overlapping networks" (Ettlinger 2003, 161).

Granovetter (1973) unterscheidet bei der Art der Beziehung in schwache und starke Beziehungen. Hierbei kommt insbesondere den schwachen, sonst unverbundene Netzwerke überbrückende, Verbindungen bei der Beschaffung von Wissen und der Sicherstellung der Offenheit von sozialen System eine entscheidende Rolle zu. Dabei hat die Stärke der Beziehungen auch einen Einfluss auf die Diffusion von Innovationen im Netzwerk. Verbesserungsinnovationen, über die weitestgehend Konsens herrscht, werden demnach am schnellsten über enge Beziehungen im Netzwerk verbreitet. Umstrittene radikale Innovationen werden hingegen eher an den Rändern von Netzwerken durch schwache Beziehungen übertragen.

Die Beziehungen und insbesondere vertrauensvolle Beziehungen zwischen Clusterakteuren sind dabei von den Erfahrungen der jeweiligen Akteure abhängig. Vertrauensvolle Beziehungen werden über einen längeren Zeitraum in wiederholten Interaktionen zwischen den Clusterakteuren aufgebaut. Dabei hat der Aufbau von Vertrauen eine spezifische räumliche Komponente (Harrison 1992, 477): Proximität kann die Vertrauensbildung befördern, da die Clusterakteure gleiche Traditionen teilen, gemeinsame Verständnisweisen zeigen und sich private und geschäftliche Beziehungen der Akteure überlappen (vgl. auch Becattini 1991). Unternehmen, die in ein vertrauensvolles und in der Region verankertes Beziehungsgeflecht eingebettet sind können sog. „economies of time" realisieren (Uzzi 1997). In derartigen Beziehungen können Informationen und Wissen transferiert, Problemlösungen schneller erreicht sowie gemeinsame Lernprozesse entwickelt und umgesetzt werden.

2.2.4.4 Netzwerkstrukturen (in Clustern): Geschlossenheit vs. strukturelle Löcher

Die Heranziehung des Sozialkapital-Konzeptes[28] bietet eine Möglichkeit die Beziehungsstruktur von Netzwerken in Clustern, in die Akteure eingebettet sind, in der Betrachtung der Ermöglichung und Begrenzung ökonomischen und innovativen Handelns der Clusterakteure

[27] Eine Beziehung ist dann multiplex, wenn sie nicht nur in einer Beziehungsdimension gegeben ist, sondern in mehreren (Jansen 2003, 80).

[28] Der Begriff wurde durch Hanifan (1920) eingeführt und fand in den Sozialwissenschaften seit den 1980er Jahren durch Arbeiten von Bourdieu (1986), Burt (1992), Coleman (1988, 1990) und Putnam (1993b, 1995) zunehmende Beachtung und Verbreitung.

stärker zu berücksichtigen. Ferner bietet es eine Möglichkeit zu erforschen, wie dieses kollektive Gut den Handlungsspielraum der vernetzten Clusterakteure erweitern oder begrenzen kann (Lin 2001, 22).[29] Das Konzept des Sozialkapitals erfasst ein komplexes relationales Phänomen und bedeutet „many things to many people" (Narayan/Protchett 1999, 279). Aufgrund jeweils unterschiedlicher Forschungsauffassungen und -perspektiven sowie der breiten Verwendung des Konzeptes besteht bis dato Uneinigkeit über die Definition von Sozialkapital, dessen Formen und Charakteristika (Maurer 2003, 22).

Berücksichtigt werden in der Charakterisierung von Sozialkapital insbesondere die relationalen Aspekte von Austauschbeziehungen zwischen Akteuren[30] (in Clustern), da Sozialkapital nur im Zusammenspiel von Akteuren entsteht und besteht (Portes 1998, 7; Inkpen/Tsang 2005, 150). Es unterscheidet sich von anderen Kapitalformen[31] speziell durch seinen intangiblen Charakter (Coleman 1988, 100) und durch seine zwangsläufige Vermittlung durch ein Netzwerk sozialer Beziehungen (Burt 1992, 9). Sozialkapital als Gemeingut der am Beziehungsnetzwerk beteiligten Akteure zeichnet sich dadurch aus, dass das im Netzwerk verfügbare Kapital die Summe der Einzelkapitalbestände der Netzwerkakteure aufgrund der erweiterten Kontaktzahl der Netzwerkakteure sowie deren Beziehungsqualität, die geeignet erscheinen die Handlungsspielräume der Akteure zu erweitern, übersteigt. Der Ausfall von Beziehungen bedeutet konsequenter Weise eine Reduktion des Sozialkapitals der an den entsprechenden Beziehungen beteiligten Akteure. „Capital is captured in social relations and that its capture evokes structural constraints and opportunities as well as actions and choices on the part of the actors" (Lin 2001b, 3).

Bei aller konzeptionellen Uneinigkeit bildet die Annahme, dass Beziehungsnetzwerke eine wertvolle Ressource im sozialen Handeln darstellen und den Teilnehmern des Netzwerkes „collective-owned capital, a credential which entitles them to credit in various senses of the word" (Bourdieu 1986, 249), zur Verfügung stellen, den gemeinsamen Nenner der Arbeiten zu Sozialkapital. Sozialkapital kann dabei von einer strukturellen Perspektive, wonach es sich aus der Struktur eines sozialen Netzwerkes ableitet und einer relationalen Perspektive, die auf die Ressourcen, auf die vernetzte Akteure durch die soziale Struktur zugreifen können, betrachtet werden (vgl. Burt 1992, 11 ff.; Nahapiet/Ghoshal 1998, 243). In der Literatur herrscht

---

[29] Das Konzept des Sozialkapitals wurde erst in letzter Zeit für Fragen der innovationsbasierten regionalen Entwicklung fruchtbar angewendet (Walker et al. 1997; Tsai/Ghoshal 1998; Cohen/Fields 1999; Cooke/Wills 1999; Maskell 2000; Krätke 2001; OECD 2001; Anderson/Jack 2002).

[30] Im Konzept des Sozialkapitals ist es unerheblich, ob es sich um Individuen oder Organisationen handelt (Coleman 1988, 98; Burt 1992, 9).

[31] Hierzu sind ökonomisches/finanzielles, kulturelles oder Humankapital zu zählen (vgl. Bourdieu 1986, 252 f.; Burt 1992).

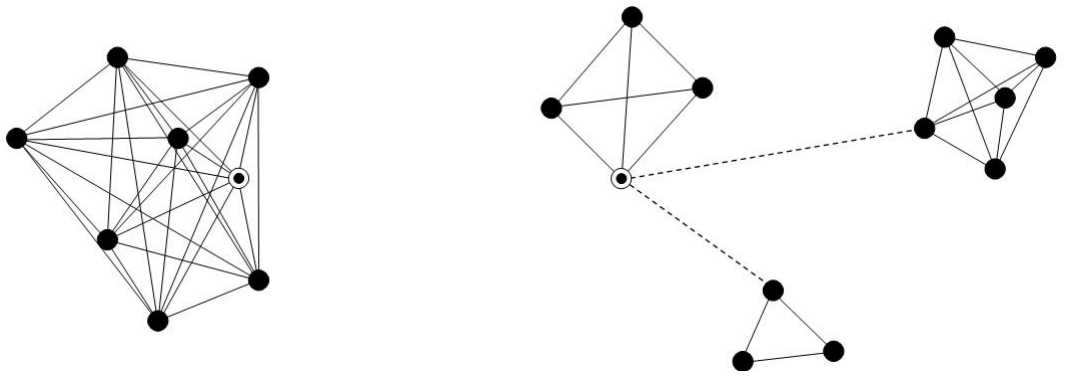
Uneinigkeit[32] darüber, ob Sozialkapital lediglich die soziale Struktur eines Netzwerkes erfasst (Baker 1990) oder ob es auch die durch die Beziehungsstruktur zugänglich gemachten Ressourcen beinhaltet (Bourdieu 1986; Burt 1992; Nahapiet/Ghoshal 1998). In der strukturellen Sicht (vgl. auch Maurer 2003, 22) stellt das Netzwerk an Beziehungen, über das ein Akteur kurzfristig Kontakt zu anderen Akteuren aufnehmen kann, die wichtigste Entstehungsgrundlage für Sozialkapital dar. Diese Perspektive scheint geeignet, da sie eine Möglichkeit bietet, die Performanz von Akteuren aus deren Positionierung in der Sozialstruktur abzuleiten (vgl. auch Ahuja 2000): „The social capital metaphor is, that people who do better are somehow better connected" (Burt 2001, 32).

Nahapiet und Ghoshal definieren Sozialkapital als „the sum of the actual and potential resources embedded within, available through, and derived from the network of relationships possessed by an individual or social unit. It thus comprises both the network and the assets that may be mobilized through that network" (1998, 243). Coleman versteht unter Sozialkapital eine Erweiterung des Ressourcenzugriffs individuell Nutzen maximierender Akteure, die zwingend an die Akteursbeziehungen gebunden ist (1988, 98). Ein Mehrwert ergibt sich insofern aus den Beziehungen zu anderen Akteuren, die benötigte Ressourcen zur Verfügung stellen können (Adler/Kwon 2002, 18). Kurzum: „…social structure is a kind of capital that can create for certain individuals or groups a competitive advantage in pursuing their ends. Better connected people enjoy higher returns" (Burt 2001, 32).

Die Art und Weise, wie Akteure miteinander vernetzt sind, spielt folglich eine Rolle dabei, wie sie ihre Handlungsziele erreichen können. Eine bestimmte Beziehungsstruktur und das damit verbundene Sozialkapital kann sich für ein bestimmtes Handlungsziel als förderlich erweisen, für ein anderes jedoch abträglich oder gar schädlich sein (Coleman 1988, 98; Gabbay/Leenders 1999, 3). Welche Beziehungsstrukturen sich für verschiedene Anforderungen anbieten, und welche Vor- und Nachteile möglicherweise für die Akteure im Netzwerk bestehen, kann mit Blick auf die Kontroverse um Geschlossenheit der Netzwerkstruktur („closure") versus strukturelle Löcher („structural holes") untersucht werden. Die Protagonisten in dieser Diskussion sind Coleman (1988), der die Auffassung vertritt, dass eine möglichst geschlossene Sozialstruktur (closure) Sozialkapital für die Akteure generiert (siehe (1) in Abbildung 10), und Burt (1992, 2001), der das Argument der Überbrückung von Löchern in der Sozialstruktur bei der Herausbildung von Sozialkapital favorisiert (siehe (2) in Abbildung 10). Die Frage, ob schwache oder starke Beziehungen oder ob vernetzte Strukturen oder Brücken

[32] Zu den verschiedenen Strömungen und Ansatzpunkten der möglichen Unterscheidung sei auf die Arbeit von Adler und Kwon (2002, 19 ff.) verwiesen.

über strukturelle Löcher innovative Aktivitäten in Unternehmen und Innovationsoutput von Unternehmen befördern, wird in der Netzwerkforschung noch kontrovers diskutiert (vgl. Powell/Grodal 2005).



(1) soziales Kapital durch strukturelle Geschlossenheit

(2) soziales Kapital durch Überbrückung struktureller Löcher

Abb. 10: Gegensätzliche Quellen von Sozialkapital aufgrund der Struktur sozialer Beziehungen

Für Coleman (1988) resultiert Sozialkapital aus der relativen Geschlossenheit von sozialen Systemen oder Netzwerken. Er hebt insbesondere die Bedeutung enger, starker und multiplexer Beziehungen (vgl. auch Granovetter 1973, 1371) zwischen den Akteuren für die Entstehung von Sozialkapital hervor. „Close ties […] provide the insurance that is necessary to facilitate the transactions in the market. The trustworthiness is taken for granted and the trade can occur with ease" (Coleman 1988, 99). Innerhalb einer Gruppe vernetzter Akteure sind Meinungen und Verhalten homogener im Vergleich zu anderen Gruppen, und stark vernetzte Gruppenmitglieder verhalten sich relativ ähnlich (Burt 2004, 354). Eine derartige Gruppe garantiert dabei die Einhaltung von Normen und schafft damit die Voraussetzung für Vertrauen innerhalb des Netzwerkes bzw. der Gruppe (Coleman 1988, 108). Insofern erscheint ein mit „strong ties" dicht vernetztes Netzwerk eine notwendige Bedingung für die Entstehung von Sozialkapital, da sich die Akteure mit der eigenen geschlossenen Gruppe identifizieren und deren Ziele gemeinsam verfolgen (Portes 1998, 6). Gleichzeitig bestehen in derart geschlossenen Strukturen ein hoher sozialer Druck zur Einhaltung der gemeinsam geteilten Normen und eine effektive Sanktionierung bei Nicht-Befolgung (Coleman 1988, 105). Die Schließung des Netzwerkes bzw. der Gruppe von Akteuren, in der alle Akteure miteinander verbunden sind, ermöglicht kollektive Sanktionen, d. h. Normverletzer werden von allen anderen Mitgliedern gleichermaßen sanktioniert (ebenda, 106).

Die Geschlossenheit bzw. soziale Kohäsion impliziert jedoch keineswegs ausschließlich Vorteile (vgl. Portes 1998). Soziale Kohäsion erzeugt negative externe Effekte, Nicht-Mitglieder

können z. B. ausgeschlossen bleiben. Eine mögliche negative Auswirkung auf die Gruppe selbst stellt das Free-Riding-Problem dar. Hiernach erzeugt die soziale Kohäsion bei Gruppenmitgliedern allein aus der Gruppenzugehörigkeit einen Anspruch auf Ressourcen, ohne selbst Ressourcen einzubringen. Die Gruppenabschottung nach außen birgt zudem die Gefahr hoher Opportunitätskosten, da wichtige externe Informationen nicht in die Gruppe dringen.

Aufgrund der vorgebrachten Probleme mit der Geschlossenheit sozialer Systeme entwirft Burt (1992) eine entgegengesetzte Perspektive des Sozialkapitals. Hiernach bildet die Fragmentierung der sozialen Strukturen das Potential für Sozialkapital. Burts zentrales Argument besagt, dass sog. strukturelle Löcher – unverwirklichte Beziehungen zwischen Akteuren in unverbundenen Netzwerken – Informations- und Kontrollvorteile für diejenigen Akteure bedeuten, die die untereinander unverbundenen Akteure mit ihren eigenen Beziehungen verbinden. Derart nicht-redundante Beziehungen konstituieren demnach das Sozialkapital eines Akteurs. Er tritt als „Broker“ zwischen die ansonsten unverbundenen Akteure und generiert hieraus seine Vorteile: „People who have the social capital of brokering connections across structural holes have an advantage in detecting and developing rewarding opportunities” (Burt 2005, 55). Die Vorteile aus der Überbrückung der strukturellen Löcher resultieren daraus, dass der Broker auf Informationen oder andere Ressourcen zugreifen kann, zu denen andere Akteure keinen direkten Zugang haben und, dass er die anderen Akteure gegeneinander ausspielen kann. Insofern ist er maximal machtvoll und minimal in seinen Handlungen eingeschränkt (Nooteboom 2008, 618). Diese Figur in Burts Argumentation geht damit auf den von Simmel (1908) eingeführten „tertius gaudens“, den „lachenden Dritten“, zurück.

Ferner heben Granovetter (1973) und Burt (1992) die Bedeutung schwacher Beziehungen bei der Beschaffung von Informationen hervor. Informationen werden innerhalb einer stark vernetzten Gruppe intensiv ausgetauscht, und jedes Gruppenmitglied hat in etwa den gleichen Wissensstand wie die anderen Gruppenmitglieder. „The spread of information on new ideas and opportunities, therefore, must come through the weak ties that connect people in separate clusters” (Burt 1992, 27). Anderweitig unverbundene Netzwerkkomponenten (hier Cluster genannt) können also durch schwache Beziehungen eines Akteurs, der ein strukturelles Loch überbrückt (Granovetter 1973, 1364; Jansen 2003, 187) oder durch einen zusätzlichen Akteur, einen Go-Between (Nooteboom 2005, 342) oder Makler (Täube 2002, 142 ff.), verbunden werden. Die Pflege von schwachen Beziehungen ist ferner weniger aufwendig, und so können durch eine größere Zahl schwacher Beziehungen mehr Informationen in einem weiter verzweigten Netzwerk und damit verschiedenartigere neue Wissensbestände und Ressourcen erschlossen werden.

Die Schaffung einer „effizienten“ Beziehungsstruktur ohne jede Redundanz erscheint ebenso wenig uneingeschränkt vorteilhaft, wie eine vollständig geschlossene Beziehungsstruktur. In einer Beziehungsstruktur ohne jede Redundanz sind die Akteure auf einen einzelnen Informanten und Broker angewiesen. Erlangte Informationen sind dabei tendenziell weniger vertrauenswürdig als in enger vernetzten Strukturen, da sie nicht durch Normen der Akteure abgesichert sind. Die Akteure verlieren insofern eine Kontrollmöglichkeit gegen opportunistisches Verhalten der Broker sowie, wenn keine Redundanzen bestehen, die Möglichkeit auf andere, evtl. vertrauenswürdigere, Kontakte auszuweichen. Ferner konnte gezeigt werden, dass dicht vernetzte Akteure auch durch schwache sowie wenig vernetzte Akteure auch durch starke Beziehungen verbunden sein können (vgl. Reagans/McEvily 2003).

Die empirische Beweisführung ist somit äußerst ambivalent. Reagans und Zuckerman (2001) konnten zeigen, dass die nichtredundante Verbindung von Mitgliedern von F&E-Teams in Unternehmen zu externen Wissensbeständen, d. h. die Überbrückung von strukturellen Löchern, die Teamproduktivität erhöhte. Ahuja (2000) fand Beweise gegen eine derartige Kausalität von strukturellen Löchern und zeigte vielmehr, dass die Anzahl der Beziehungen die Innovativität der Akteure erhöhen. Tsai (2001) fand heraus, dass Unternehmenseinheiten, die eine zentralere Position, d. h. mehr Verbindungen zu anderen Organisationen im Netzwerk aufweisen, die innovativeren und produktiveren sind. Ingram und Roberts (2000) zeigen z. B. dass die Zugehörigkeit zu einem dichten Freundschaftsnetzwerk von Hotelmanagern in Australien die Profitabilität der Hotels erhöhte. Und Walker et al. (1997) demonstrieren, dass Kohäsion und Innovationsgenerierung in der Biotechnologiebranche positiv zusammenhängen.

Der Antagonismus zwischen Colemans (1988) und Burts (1992) Position verdeutlicht einerseits, dass bestimmte Formen von Sozialkapital unterschiedliche Vorteile (z. B. Information, Einfluss und Kontrolle oder Solidarität) bewirken können, und dass damit bestimmte Ausprägungen der Sozialstruktur und damit des Sozialkapitals der Akteure für bestimmte Handlungsziele vorteilhaft und für andere Handlungsziele nachteilig zu wirken scheinen – Sozialkapital mithin auch zu sozialer Verbindlichkeit werden kann (vgl. Sandefur/Laumann 1998; Sandefur et al. 1999; Gargiulo/Benassi 1999, 299). Daher spielt Sozialkapital unterschiedliche Rollen bei der Verwirklichung von Handlungszielen. Nooteboom (2008, 619) schlägt zwei Dimensionen bei der Betrachtung von Sozialkapital vor. Betrachtet man Sozialkapital in der Kompetenzdimension, d. h. den Zugang zu neuem Wissen, die Kombination komplementärer Kompetenzen, die gemeinsame Produktion neuen Wissens und die Entstehung neuartiger Kombinationen im Schumpeterschen Sinne, so scheinen schwache Verbindungen, die struktu-

relle Löcher überbrücken können, vorteilhaft für die Produktivität und Innovativität der vernetzten Akteure zu sein. In der Governancedimension, d. h. beim Management des relationalen Opportunismusrisikos, und dem Management von Wissensübersprüngen oder dem Nachahmverlust, scheint die Geschlossenheit der Sozialstruktur vorteilhaft zu sein.

Ein weiterer Grund für die Ambiguität in der Sozialkapitaldiskussion ist, dass der Inhalt der Beziehungen keine Berücksichtigung findet (Gilsing/Nooteboom 2005, 181). Es macht z. B. einen Unterschied, ob in Technologietransfer- und Innovationsprozessen komplexes Wissen (z. B. implizites Wissen über fundamentale technologische Begebenheiten) oder einfache Informationen (kodifiziertes Wissen) ausgetauscht werden (vgl. Hansen 1999). Starke Beziehungen scheinen hiernach den Transfer auch von komplexem Wissen und schwache Beziehungen lediglich den Transfer von einfachen Wissen zu befördern (ebenda, 105).

Da der Austausch komplexen Wissens in vertrauensvollen Beziehungen in Face-to-Face-Kontakten in einem institutionellen regionalen Umfeld, das durch gemeinsam geteilte Normen, Werte und Verständnisweisen gekennzeichnet ist, im Zentrum der Betrachtung bei der Generierung von Innovationen in regionalen Clustern steht und dies als ein spezifischer Vorteil der regionalen Agglomeration von Innovationsaktivitäten angesehen wird (vgl. 2.2.3.3), soll im Nachfolgenden das Closure-Argument (Coleman 1988) noch etwas genauer betrachtet und eine neue Analysemöglichkeit – Cliquen(overlap) – erörtert werden. Ein weiterer Grund für die nachfolgende Konzentration auf das Closure-Argument sind die im empirischen Fall beobachtbaren Transferprozesse, in denen insbesondere komplexes Wissen zwischen den innovierenden Akteuren in starken, vertrauensvollen und multiplexen Beziehungen ausgetauscht wird.

2.2.4.5 Cliquen(overlap) und Innovationen in regionalen Clustern[33]

Die allgemeine Beziehung zwischen interorganisationalen Netzwerken bzw. Kooperationen und organisationsbezogenem Output, wie z. B. Profitabilität (Berg et al. 1982; Hagedoorn/Schakenraad 1994) oder Innovation (z. B. Coleman et al. 1966), ist bekannt. Derartige empirische Untersuchungen der Profitabilität von Unternehmen haben jedoch nicht direkt den Einfluss von Kooperation auf innovativen Output analysiert. Die meisten Innovationsstudien haben sich darüber hinaus auf die Adoption oder Diffusion von Innovationen und nicht auf die Generierung von Innovationen konzentriert. Einige Untersuchungen haben versucht, die

[33] Dieser Abschnitt basiert im Wesentlichen auf den konzeptionellen Vorarbeiten von Lerch et al. 2008.

spezifische Beziehung zwischen Netzwerkstruktur und Innovationsgenerierung zu analysieren. Shan et al. (1994) z. B. konnten einen positiven Einfluss der zwischenbetrieblichen Kooperation auf Innovation – präziser zwischen der Anzahl kooperativer Beziehungen, die Unternehmen eingingen, und deren innovativem Output, gemessen an der Anzahl biopharmazeutischer Patente von Start-up-Unternehmen in der Biotechnologiebranche – nachweisen. Powell et al. (1996) fanden bei der Untersuchung von Biotechnologie-Start-up-Unternehmen heraus, dass Zentralität der Unternehmen in interorganisationalen Netzwerken in positiver Beziehung zu nachfolgendem Unternehmenswachstum steht. Jedoch hat m.W. bisher keine Studie den Einfluss von Netzwerkpositionen oder des Involvements der Unternehmen in kohäsiven Subgruppen in regionalen Clustern auf die Innovationsgenerierung der Unternehmen untersucht. Daher bleiben die strukturellen Elemente bzw. die Beziehungsstrukturen, in die Unternehmen in regionalen Clustern eingebettet sind sowie die Rolle, die sie bei der Generierung von Innovationsoutputs der Clusterunternehmen spielen, schleierhaft.

Wie gezeigt offerieren insbesondere in regionalen Clustern interorganisationale Beziehungen Clusterunternehmen die Möglichkeit, komplexes Wissen und komplementäre Kompetenzen sowie andere Ressourcen auszutauschen und zu kombinieren. Die Anzahl an Beziehungen, die ein Unternehmen zu anderen Organisationen unterhält, kann dabei den Innovationsoutput des Unternehmens beeinflussen (vgl. Ahuja 2000), da dicht vernetze Unternehmen die oben beschriebenen Vorteile, mit Bezug auf den Fluss kritischer Ressourcen und komplexen Wissens, abgesichert durch Normen, in Netzwerken in Clustern realisieren können. Des Weiteren sind komplexere Beziehungsstrukturen zu berücksichtigen. Die Einbindung von Unternehmen in Triaden oder Cliquen[34] sowie die Einbindung von Clusterunternehmen in multiplexe und überlappende Cliquen in der Region sollten Berücksichtigung finden, da es diese relationalen Elemente der Clusterstruktur sind, die den reichhaltigen sozialen Kontext bereitstellen, der in der Clusterliteratur stets als innovationsfördernd angesehen wird und die für den Transfer interdisziplinären, in der Region verankerten, komplexen Wissens in regionalen High-Tech Clustern als verantwortlich gelten.

Direkte dyadische Beziehungen und Innovationsoutput

Ahuja (2000) zeigte, dass die Innovationsleistung von Unternehmen positiv durch die Anzahl der *direkten dyadischen Beziehungen*, die sie unterhalten, sowie durch die indirekten Beziehungen (moderiert durch die direkten Beziehungen) beeinflusst wird. Ebenso haben Berg et

[34] Luce und Perry (1949) sowie Harary (1969) definierten Cliquen als maximal vernetzten Subgraphen, in dem jedes Cliquenmitglied mit jedem anderen Cliquenmitglied direkt vernetzt ist. Eine Triade ist eine Clique mit drei Knoten/Akteuren und somit die kleinste mögliche Clique.

al. (1982) zeigen können, dass direkte Beziehungen den interorganisationalen Austausch von Wissen befördern. Der Vorteil, der aus derartigen Beziehungen zu anderen Unternehmen resultiert, wird von den Autoren im Austausch von Wissen, in der Kombination komplementärer Ressourcen und Fähigkeiten von unterschiedlichen Organisationen sowie in der Realisierung von Größenvorteilen gesehen .

Wie bereits angesprochen ist die simultane Nutzung von komplementären Kompetenzen und Wissensbasen in technologischen Innovationsprozessen (in Clustern) zunehmend notwendig. Eine enge Kooperation zwischen Unternehmen und anderen Organisationen befördert dabei die Zusammenführung derart komplementärer Ressourcen im Innovationsprozess (Arora/ Gambardella 1990). So konnte gezeigt werden, dass eng miteinander kooperierende Unternehmen erfolgreicher im Entwickeln und Vermarkten komplexer Güter sind als Unternehmen, die individuell agieren (vgl. Meeus/Faber 2006 für einen aktuellen Überblick dieser Forschungsrichtung). Besonders gilt dies für die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), die charakteristisch für viele regionale Cluster sind. Die Entwicklung, der Zukauf oder die Aufrechterhaltung multipler und breiter Kompetenzbestände in einem sich schnell verändernden Wettbewerbsumfeld für komplexe Produkte und Dienstleistungen ist oft für KMU, wegen der damit verbundenen hohen Kosten, nicht möglich. Als Optionen verbleiben die interne Entwicklung spezifischer Kompetenzen und die Kooperation mit spezialisierten im Cluster ansässigen Unternehmen (Mitchell/Singh 1996). Durch den Zugang zu Kompetenzen anderer Clusterunternehmen durch direkte Unternehmensbeziehungen können Unternehmen von Spezialisierungsvorteilen profitieren ohne zuvor zu viel in die eigene Entwicklung dieser Kompetenzen investiert zu haben. So können Unternehmen ihre Wissensbasis verbreitern und die Wahrscheinlichkeit einer verbesserten Innovationsperformanz erhöhen. Hieraus abgeleitet und in Übereinstimmung mit oben genannten Studien wird ceteris paribus die folgende Basishypothese aufgestellt:

Hypothese 1: *Je mehr direkte dyadische Beziehungen ein Clusterunternehmen in seinem regionalen Netzwerk unterhält, desto größer ist der Innovationsoutput des Unternehmens.*

Die Einbindung von Unternehmen in Cliquen und Innovationsoutput

Hypothese 1, die auf oben genannten Arbeiten aufbaut, fokussiert exklusiv auf dyadische Beziehungen in Form von Zentralitätsmaßen. D. h. Innovationen werden durch die direkten Unternehmensbeziehungen zu anderen Netzwerkmitgliedern erklärt. Innovationsprozesse und Wissensaustausch in regionalen Clustern laufen jedoch in komplexeren Beziehungsstrukturen ab. Im Gegensatz zur Dyade eröffnet die Triade im Beziehungszusammenhang neue Handlungsoptionen für die beteiligten Akteure.[35] Nach Simmel (1950, 138) bedeutet der Übergang von der Dyade zur Triade eine Veränderung im Handeln der beteiligten Akteure, da in *Triaden und größeren Cliquen* Normen als effektiver Koordinationsmechanismus und Kontrollmechanismus relevanter werden. Genau hierin liegt auch Colemans Closure-Argument (1988, 1990) begründet. Gemäß des Simmelschen Argumentes, dass Triaden als kleinste mögliche Cliquen als fundamental verschiedene Beziehungsform zu betrachten sind und, dass sie in der Analyse sozialer Systeme Beachtung finden sollten, wird im Rahmen dieser Arbeit erwartet, dass Cliquen in den Netzwerkstrukturen von Clustern einen anderen Einfluss auf die Generierung von Innovationen in Clusterunternehmen ausüben als Dyaden. Daher sollten die Ergebnisse einer Dyaden- und einer Triadenbetrachtung differieren.

Triaden unterscheiden sich von Dyaden in drei grundlegenden Weisen (Simmel 1950; Krackhardt 1999): Erstens weisen Triadenakteure weniger individuellen Handlungsspielraum auf, da sie tendenziell von den anderen Akteuren in der Triade überstimmt werden können. Zweitens haben Triadenakteure weniger Verhandlungsmacht, da die Drohung, die Triade zu verlassen generell weniger Einfluss auf die anderen Akteure in der Triade hat als in einer Dyadenkonstellation – hier würde das Ausscheiden eines Akteurs die Terminierung der Sozialstruktur bedeuten. Drittens weisen Triaden weniger Konflikte auf, da Konflikte zwischen zwei Triadenmitgliedern durch den Dritten in der Triade aufgelöst oder moderiert werden können. Krackhardt (1998, 24) definiert Simmelianische Beziehungen als Beziehungen, eingebettet in Cliquen, und argumentiert, dass derartige Beziehungen stabiler und langlebiger sind sowie eher Vertrauen befördern als reine dyadische Beziehungen.

Konsistent mit und aufbauend auf Burts Argument der Überbrückung struktureller Löcher hebt Krackhardt (1999) hervor, dass die Überbrückung derselben auch eine Begrenzung der Handlungsoptionen des Brokers bedeutet. Dies ist der Fall, da Normen der zusätzlich durch

[35] Simmel (1908) führte die Figur des Dritten als die soziale Urform ein. Die drei typischen Gruppierungsformen der Triade, die bei einer Dyade eben nicht möglich sind, jedoch in einer Mehr-als-drei-Konstellation, also z. B. einer Clique sich nur erweitern, ohne den Formtypus zu verändern, sind (1) der Unparteiische und der Vermittler, (2) der Tertius gaudens (der lachende Dritte) und (3) die Figur des Divide et impera (des Teile und Herrsche).

die Überbrückung des strukturellen Loches erschlossen Triaden oder anderer Cliquen handlungsrelevant werden. Auch wenn der Broker gerade aus der Überbrückung des strukturellen Loches in der Beziehungsstruktur seine Machtbasis aufgrund der Informations- und Kontrollvorteile bezieht, ist er nun dem Wirkungsbereich weiterer Normen durch Angliederung an die zusätzlichen Triaden/Cliquen ausgesetzt. Diese Affiliation führt zu einer Abnahme der Machtbasis des Brokers, da nur noch ein verringertes normgerechtes Handlungsspektrum für ihn zur Verfügung steht.

Aufbauend auf der Vorstellung, dass Triaden und somit Cliquen von Bedeutung für die Handlungen von vernetzten Akteuren sind, stellt sich die Frage, wie sie im Allgemeinen zur individuellen und kollektiven Performanz und im Speziellen zum Innovationsoutput von Unternehmen in Clustern beitragen, wie sie also mit Outputmaßen bzw. mit Innovationsoutputmaßen zusammenhängen. Eine der wenigen Untersuchungen zur Analyse von Cliquen, insbesondere zu überlappenden Cliquen in Verbindung mit outputorientierten Maßen, wurde von Provan und Sebastian (1998) im Gesundheitswesen durchgeführt. Hier wurde der Einfluss von Cliquen vernetzter Gesundheitsdienstleister und insbesondere der Cliquenoverlap relativ zur Netzwerkeffektivität analysiert. Die Resultate der Studie zeigen, dass die Effektivität von vernetzten Agenturen, die psychisch Kranke betreuten, am größten war, wenn es sich um ein eng vernetztes Netzwerk, also um ein integriertes Netzwerk, gekennzeichnet durch Cliquen der Agenturen, die sich in mehreren Beziehungsdimensionen überlappten, handelte. In einer nachfolgenden Untersuchung zeigten Provan et al. (2002), dass die Anzahl an Cliquen innerhalb eines administrierten Versorgungssystems mit der Zeit signifikant anstieg, was die Autoren als einen höheren Grad der Koordination und Kooperation deuteten. In einer weiteren Cliquen-Studie untersuchten Rowley et al. (2005) die Austritte von Unternehmen in der kanadischen Investmentbanken-Industrie aus Cliquen. Keine dieser Untersuchungen analysierte jedoch den möglichen Einfluss der komplexen Beziehungsstruktur auf Innovationsleistungen.

Organisationen im Allgemeinen und Unternehmen in Netzwerken in regionalen Clustern im Speziellen sind zumeist in multiple und sich teilweise überlappende Netzwerke eingebettet (vgl. auch Powell/Smith-Doerr 1994). Powell (1985) hat schon sehr früh darauf hingewiesen, dass es notwendig ist, multiple Netzwerke verschiedener Beziehungsdimensionen zu berücksichtigen, um zu verstehen, wie unterschiedliche Beziehungsstrukturen Organisationsoutputs beeinflussen. Dieser Forderung kann insbesondere durch die Berücksichtigung der Mitgliedschaft von Organisationen in Triaden bzw. Cliquen und der Untersuchung ihrer multidimensionalen Überlappung entsprochen werden.

Das Cliquenkonzept identifiziert kohäsive eng vernetzte Subgruppen in komplexen Netzwerken wie z. B. in Clustern (vgl. Kilduff/Tsai 2003, 44 ff.). Gleichzeitig ermöglicht es, überlappende Subgraphen zu erfassen, die integriertere Regionen in einem Netzwerk anzeigen (vgl. Everett/Borgatti 1998). Daher messen dyadische Beziehungsmaße und Maße der Eingebundenheit in (überlappende) Cliquen, auch wenn sie oft, insbesondere in Netzwerken hoher Dichte, miteinander korrelieren, konzeptionell unterschiedliche Aspekte der Netzwerkintegration. Während das einfache Zählen dyadischer Beziehungen den Zugang zu Ressourcen (z. B. das Wissen, über das verbundene Partner verfügen) zu berücksichtigen vermag, erfasst die Betrachtung von Cliquen und der Einbindung von Akteuren in überlappende Cliquen auch die Einwirkung von Normen und deren Implikationen auf das Handeln der Cliquenmitglieder. So konnten z. B. Owen-Smith und Powell (2004) in ihrer Analyse der Biotechnologiebranche zeigen, dass die Mitgliedschaft in lose miteinander verbundenen, jedoch kohärenten Netzwerkkonfigurationen, wie z. B. Cliquen, Vorteile für Organisationen, die Innovationen in wissensintensiven Industrien hervorbringen, bedeuten.

Während sich Cliquen konzeptionell fundamental von Dyaden unterscheiden, mag der Einfluss, den die Mitgliedschaft von Clusterakteuren in Cliquen, im Vergleich zum Umfang ihrer dyadischen Beziehungen, auf Innovationsresultate hat, nur moderat ausfallen. Jedoch ist m.W. dieser Nachweis empirisch bisher noch nicht erbracht worden. Die Mitgliedschaft von Clusterakteuren in Cliquen scheint dort am meisten ins Gewicht zu fallen, wo sich Cliquen überlappen. Die Netzwerkintegration in regionalen Hochtechnologieclustern hat eine hohe Bedeutung und ist gleichzeitig vor besondere Herausforderungen gestellt, wenn es um die Initiierung innovativer Projekte und letztendlich die Generierung von Innovationen geht, da Individuen und Organisationen einerseits unterschiedliche Wissens- und Erfahrungsbestände aus verschiedenen „gesellschaftlichen Sphären“ (Giddens 1984), wie z. B. der wissenschaftlichen, geschäftlichen und privaten Sphäre „mitbringen“ und andererseits Hochtechnologieinnovationen oftmals einen interdisziplinären Charakter aufweisen. Daher explorieren und nutzen Clusterunternehmen im Prozess der Generierung komplexer technologischer Innovationen simultan Beziehungen zu lokalen Partnern in der geschäftlichen, wissenschaftlichen und privaten Community, also Beziehungen verschiedener Dimensionen, die zudem eng miteinander verwoben sind. Dadurch können Clusterunternehmen komplexes und regional verankertes Wissen in regionalen Innovationsaktivitäten transferieren und es kann daher erwartet werden, dass diese Unternehmen innovativer sind als Unternehmen, die lediglich einzelne Beziehungen zu anderen Clusterakteuren unterhalten. Es ist daher nicht ausreichend, auf einzelne dyadische Beziehungen zu fokussieren. Ceteris paribus, kann daher erwartet werden:

Hypothese 2: *Je umfangreicher die Einbindung eines Clusterunternehmens in überlappende Cliquen aus Clusterorganisationen, desto größer wird der Innovationsoutput des Unternehmens ausfallen.*

In einer vernetzten interdisziplinären Hochtechnologiebranche bzw. Querschnittstechnologie, wie den optischen Technologien, kann ferner erwartet werden, dass komplexere Netzwerkintegrationsmaße wie Mitgliedschaft in Cliquen und Cliquenüberlappung bessere Vorhersagen organisationaler Innovationsergebnisse liefern als die reine Zählung der dyadischen Beziehungen der innovierenden Organisation. Im Besonderen kann argumentiert werden, dass der Vorteil, den vernetzte Clusterunternehmen beim Austausch von Wissen im regionalen Kontext aus ihrer Cliquenmitgliedschaft beziehen können, höher ausfällt, als der aus reinen dyadischen Verbindung zu anderen Clusterorganisationen und, dass die Komplexität der Cliquenanalyse die Komplexität der Beziehungen im Cluster akkurater widerzuspiegeln vermag als die Verwendung traditioneller dyadischer Beziehungsmaße.

Daher soll die folgende dritte Hypothese vorgeschlagen werden:

Hypothese 3: *Cliquenüberlappung ist ein stärkerer Prädiktor für den Innovationsoutput eines Clusterunternehmens als die Anzahl direkter dyadischer Beziehungen, die ein Unternehmen unterhält.*

Die Vorstellung der Methodik und die Prüfung der Hypothesen erfolgen im methodischen bzw. empirischen Teil dieser Arbeit.

2.3 Klassifikation und Typologisierungen von Agglomerationen ökonomischer Aktivitäten und von Clustern

Um eine gewisse Ordnung in das „Chaos“ (Paniccia 2006) der Definitionen und Erscheinungsformen von Clustern zu bringen, können Klassifikationen und Typologien herangezogen werden. Die gebräuchlichsten Typologien von regionalen Agglomerationen ökonomischer Aktivitäten haben Malmberg et al. (1996), Markusen (1996) sowie Gordon und McCann (2000) erarbeitet.

Malmberg et al. (1996) klassifizieren Agglomerationen zunächst entlang zweier Dimensionen. In der ersten Dimension werden Agglomerationskräfte danach differenziert, ob sie auf einer generellen Ebene, d. h. technologieunspezifisch wirken oder, ob es sich um Agglomerationskräfte in einer besonderen Branche handelt. In der zweiten Dimension wird danach unterschieden, ob primär Größenvorteile und Flexibilität oder Innovationen Wettbewerbsvorteile ermöglichen. In der sich daraus ergebenden vier-Felder-Matrix lassen sich Metropolen, kreative Regionen, Industriedistrikte und Cluster einordnen (vgl. Abbildung 11).

	Economic activity in general	Technologically related industries
Efficiency (scale) and flexibility	Metropolises	Industrial districts
Innovation and upgrading	Creative regions	Clusters

Abb. 11: Typologie von Agglomerationen nach Malmberg et al. (1996)

In Bezug auf branchenbezogene regional konzentrierte Industriedistrikte identifiziert Markusen (1996) neben der klassischen Form des Marshallian bzw. der Idealform des New Industrial Districts noch drei weitere Erscheinungsformen, die stark von der klassischen Form abweichen. Im klassischen italienischen Modell (Marshallian oder Industrial Districts) sind viele kleine und Kleinstunternehmen durch vielfältige Zulieferer- und Abnehmerbeziehungen in einer Region verbunden. Im sog. Narbe- und Speiche-Modell ist im Gegensatz zum klassischen Modell ein großes Unternehmen in der Region ansässig. Es befindet sich im Netzwerk

der Austauschbeziehungen im Zentrum, die kleinen Zuliefer- und Abnehmerunternehmen in der Peripherie. Die Klein- und Kleinstunternehmen bilden die regionale Zulieferbasis des fokalen Unternehmens. Daneben bestehen direkte und indirekte Austauschbeziehungen zu weiteren KMU und großen Unternehmen außerhalb des Clusters wobei die kleinen Unternehmen primär im Austausch mit dem fokalen Unternehmen stehen und eher keine die Region übergreifenden Beziehungen zu weiteren großen Unternehmen unterhalten – dies ist jedoch nicht ausgeschlossen. Im Satelliten-Plattform-Modell sind in der Region hauptsächlich miteinander unverbundene Niederlassungen und Produktionsstandorte von international tätigen Großunternehmen angesiedelt, die wiederum Austauschbeziehungen mit weiteren Niederlassungen und Produktionsstandorten sowie zu anderen Großunternehmen außerhalb der Region unterhalten. Eine weitere Konfiguration stellt der sog. staatlich verankerte Distrikt dar, in welchem eine oder mehrere öffentliche Einrichtungen dominieren. Abbildung 12 stellt die ersten drei Typen dar.

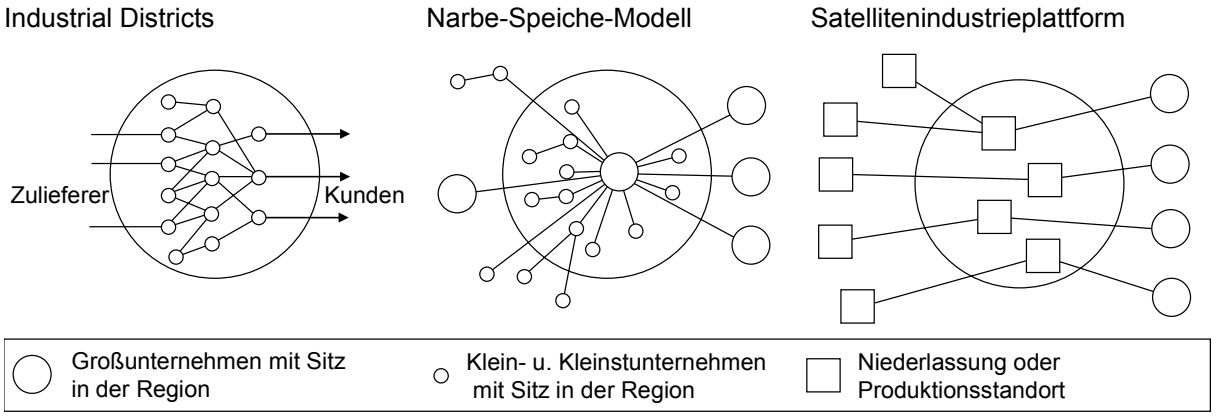


Abb. 12: Organisations- und Kooperationsformen in Industrial Districts (in Anlehnung an Markusen 1996)

Gordon und McCann (2000) unterscheiden unter Rekurs auf den unterschiedlichen Grad der Komplexität sozioökonomischer Beziehungen in einer regionalen Agglomeration ökonomischer Aktivitäten (1) ein klassisches Modell der Konzentration, (2) das Modell des Industriekomplexes sowie (3) das Netzwerk- (bzw. Club)-Modell. Im ersten Modell existieren keine direkten Austauschbeziehungen zwischen den Organisationen in einer Agglomeration. Sie profitieren lediglich von den aus der regionalen Konzentration resultierenden Lokalisierungseffekten der Branche, Urbanisierungseffekten sowie Größeneffekten (vgl. ebenda, 516 ff.). Im zweiten Modell wirken Austauschbeziehungen standortentscheidend. Unter Berücksichtigung von Transaktionskostenkalkülen sind Unternehmen bestrebt, Logistik- und Transportkosten in Abhängigkeit der Entfernung zu anderen verbundenen Austauschpartnern zu minimieren. Durch Ko-Lokation von Zulieferern und Abnehmern entstehen räumliche Konzentrationen in

Form von Industriekomplexen (vgl. ebenda, 518 f.). Im Modell des Netzwerkes sind Organisationsvertreter zusätzlich in organisationsexterne soziale Netzwerke eingebunden (vgl. ebenda, 519 ff.). Beziehungen zwischen Organisationen werden hiernach maßgeblich von den persönlichen Beziehungen dieser Akteure getragen. Hierdurch wird der Informationsfluss befördert und die Kooperationsbildung unterstützt. Räumliche Nähe erleichtert die Entwicklung eines gemeinsamen Erfahrungsbestandes und die Reproduktion der Beziehungen.

Romanelli und Kessina (2005) differenzieren einerseits nach der Dominanz in einer Agglomeration (in Anlehnung an Markusens Narbe-Speiche-Idee) und andererseits nach dem Grad der Verbundenheit der Akteure (vgl. noch einmal Gordon/McCann 2000). Die sich daraus ergebende vier-Felder-Matrix zeigt Abbildung 13. Während die Quadranten I. und III. wegen nicht existierender bzw. zu geringer Austauschbeziehungen zwischen den Akteuren eher nicht als Cluster anzusehen sind, sondern als reine Agglomerationen verstanden werden, in denen Akteure Konzentrationsvorteile genießen, weist die Unterscheidung zwischen Quadrant II. und IV. auf einen bedeutsamen Aspekt in der Unterscheidung von Clustererscheinungsformen hin, der für die Governance von großer Bedeutung ist. Neben der weit verbreiteten Ansicht, dass in regionalen Clustern eher heterarchische Strukturen anzutreffen sind, zeigt sich, dass regionale Cluster auch durch dominante Clusterakteure charakterisiert sein können.

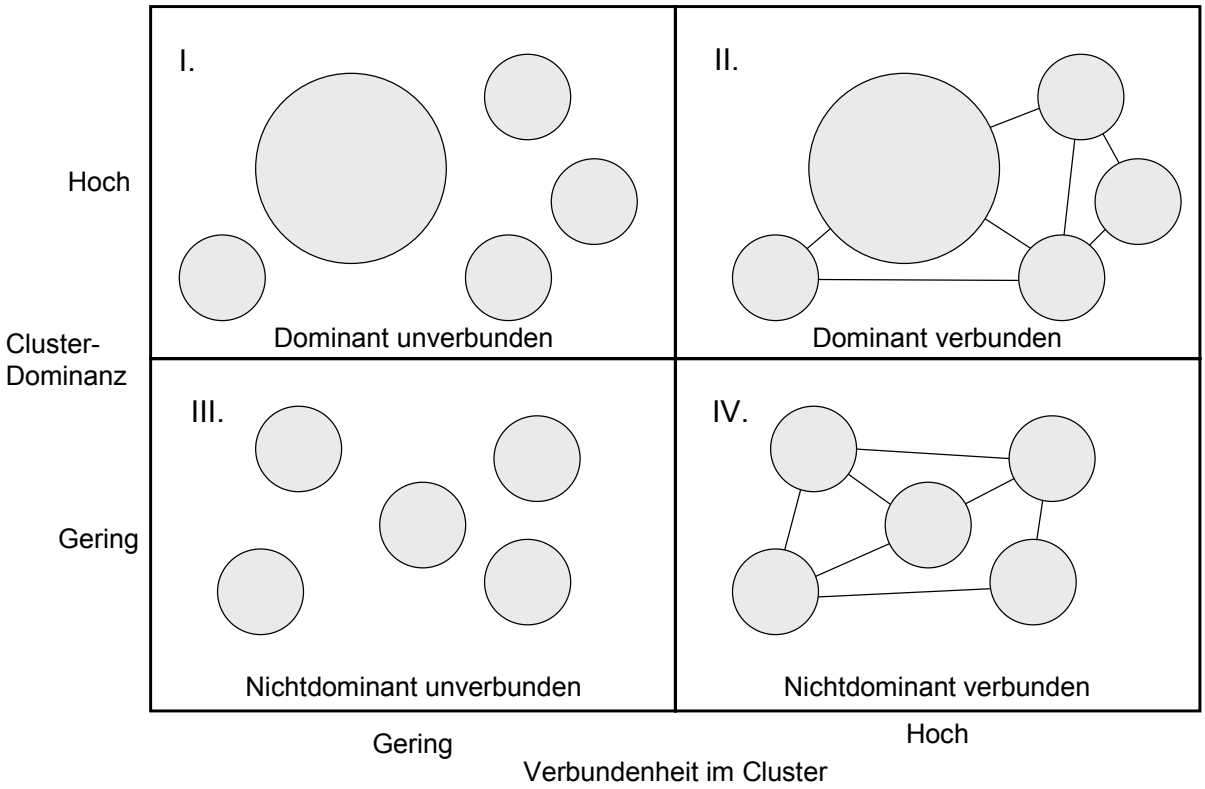


Abb. 13: Clusterklassifikation (nach Romanelli/Kessina 2005, 350)

Nach Rosenfeld (1997, 10 f.) und Enright (2003, 104) lassen sich Cluster zudem nach ihrem Entwicklungsstand und politischer Einflussnahme unterscheiden. Funktionierende Cluster weisen eine kritische Masse an spezialisierten Arbeitskräften, Kompetenzen und Wissen auf, die von den Clusterunternehmen im Wettbewerb genutzt werden. Latente Cluster weisen ebenfalls eine kritische Masse an Unternehmen auf, jedoch erfolgt der Wissensaustausch nur eingeschränkt und das Interaktionsniveau ist niedrig. In potenziellen Clustern sind wichtige Elemente funktionierender Cluster vorhanden. Sie sind aber nicht vollständig präsent oder nur unvollständig entwickelt. Politische Cluster zeichnen sich dadurch aus, dass eine kritische Masse an Unternehmen nicht gewährleistet ist. Dennoch werden diese „policy driven clusters" aufgrund aufgebauten Drucks verschiedener politischer Interessen zumeist öffentlich gefördert. Politische Einflussnahme ist auch bei Wunschclustern entscheidend. Hier handelt es sich aber eher um „wishful thinking", denn spezielle Ressourcen, auf denen eine eigenständige Entwicklung basieren könnte, existieren nicht.

Weiterhin lassen sich Cluster nach ihrer inneren Struktur (vgl. Tichy 2001) klassifizieren (siehe Abbildung 14). Tichy (2001) unterscheidet Netzwerkcluster, Sterncluster und Pseudocluster.[36] Bei Netzwerkclustern sind eine größere Anzahl eher gleichberechtigter Unternehmen miteinander verflochten d. h. der Steuerungsmodus ist hier heterarchisch ausgeprägt. Hierbei sollen die Agglomerationsvorteile eines Clusters am deutlichsten zum Tragen kommen. Bei Sternclustern befindet sich hingegen ein eher dominierendes Unternehmen (fokales Unternehmen bzw. Clusterkern) im Zentrum des Clusters. Um den Clusterkern gruppieren sich hier Zulieferer, Abnehmer, Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie Dienstleister. Eine derartige Struktur neigt zur Instabilität, wenn nicht in ausreichendem Maße Querverbindungen zwischen den peripheren Clusterakteuren bestehen. In einem Sterncluster können zudem Clusterpotenziale nur partiell genutzt werden. Schließlich lässt sich noch das sog. Pseudocluster unterscheiden, in dem die Clusterakteure rein hierarchisch ohne Querverbindungen wie in einer klassischen Zulieferpyramide, verbunden sind. Clustervorteile können hier nur in sehr eingeschränktem Maße realisiert werden.

[36] Bereits Miles und Snow (1986) verwiesen darauf, dass sich Form und Funktion von Netzwerken einander bedingen und, dass sich hierarchisch gesteuerte Netzwerke eher durch eine sternenförmige und heterarchisch gesteuerte Netzwerke eher durch eine cliquenförmige Netzwerkstruktur auszeichnen.

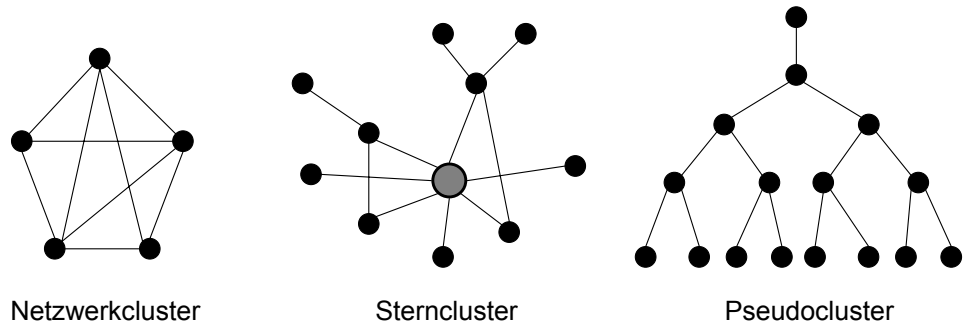


Abb. 14: Klassifikation von Clustern nach Tichy (2001)

Enright (1999) unterscheidet die folgenden Dimensionen bei der Charakterisierung von Clustern: Geographische Ausdehnung, Dichte, d. h. ökonomisches Gewicht bzw. Marktanteil der relevanten Branche, Breite (Spanne an horizontal verbundenen Branchen), Tiefe, d. h. vertikal verbundene Teile der Wertkette, Basis an Aktivitäten (Anzahl an und Art der Aktivitäten in der Wertkette), Geographische Reichweite der Umsätze (Reichweite des Clusters), Stärke der Wettbewerbsposition (Gibt es Weltmarktführer?), Entwicklungsstufe des Clusters, Aktivitäten im Bereich Technologie (Handelt es sich bei Clusterorganisationen eher um Technologiegeneratoren, Adaptierer oder Anwender?), innovative Kapazität und Struktur der Besitzverhältnisse der Unternehmen im Cluster.

Ähnlich wie in vielen weiteren Klassifikationsversuchen scheint auch die Gruppierung bei den Verfassern des weit beachteten Cluster Initiative Greenbook (Sölvell et al. 2003, 11) relativ willkürlich oder zumindest konzeptlos erfolgt zu sein. Sie gruppieren Cluster nach dem Auffinden in der Empirie nach deren Strategien in politisch getriebene Cluster, Cluster, die Expansion betreiben, F&E-Cluster mit Networkingaktivitäten im Zentrum, Aus- und Weiterbildungscluster sowie Cluster der Innovationsgenerierung und Technologieentwicklung.

Trotz der umfangreichen Clusterforschung in den vergangenen ca. 20 Jahren stellt die Vielseitigkeit regionaler Cluster auch heute noch ein Problem für die definitorische Abgrenzung dar (Enright 2003, 101). “Clusters differ in many dimensions” (Ketels 2003, 4; vgl. auch Ketels et al. 2007, 2). Bis heute existiert keine einheitlich anerkannte Klassifikation der Erscheinungsformen von regionalen Agglomerationen ökonomischer Aktivitäten bzw. Industrial Districts oder Clustern. Dieses Bestreben wäre sicher auch ein unmögliches Unterfangen, berücksichtigt man, dass die Formation und Entwicklung derartiger Agglomerationen und von Clustern meist historisch einmalig, idiosynkratisch abläuft. Dennoch bieten die zahlreichen Klassifikationsversuche mögliche Differenzierungsdimensionen für theoretische Überlegungen und empirische Untersuchungen und erste konzeptionelle Schneidungen im Clusterdschungel.

2.4 Dynamik von Clustern: Lebenszyklus, Entwicklung und Pfade

Die Herausbildung und Entwicklung von regionalen Clustern ist ein langfristiger Prozess. Unterschiedliche empirische Studien (z. B. Becatini 1990; Saxenian 1994; Dalum 1995; Enright 1995; Paniccia 1998; Shefer/Frenkel 1998; Staber 2001) legen nahe, dass sich dieser Prozess über mehrere Dekaden erstrecken kann.

Um regionale Cluster umfassend beschreiben und analysieren zu können, ist daher eine dynamische Perspektive notwendig (Maskell 2001; Breschi/Malerba 2005; Maskell/Kebir 2005). Boschma und ter Wal heben darüber hinaus die Bedeutung einer „in-depth historical analysis of the evolution of the cluster“ (2007, 197) hervor. Drei Ansätze, die in der Clusterliteratur anzutreffen sind, sollen hierzu aufgegriffen und überblicksartig erläutert werden. Einerseits lässt sich ein idealtypisches Lebenszyklusmodell der Clusterentwicklung ableiten, das in der ex post Analyse von Clustern fruchtbar angewendet werden kann. Andererseits werden die Clusterentwicklungsprozesse verbreitet mit Hilfe einer evolutionären Grundperspektive (vgl. z. B. Schamp 2002) untersucht. Das Konzept der industriellen Entwicklungspfade (Storper/Walker 1989) bietet sich hierbei als konzeptioneller Zugang an. Schließlich kann die Entwicklung eines regionalen Clusters pfadtheoretisch analysiert werden (vgl. Sydow/Lerch 2007b), wobei auch auf die Forderung von Iammarino und McCann eingegangen werden kann, die Veränderung der (Wissensaustausch-)Beziehungen in Clustern näher zu untersuchen, denn „we need to understand exactly how they occur and change over time“ (2006, 1030).

2.4.1 Lebenszyklusmodell der Clusterentwicklung

In den letzten Jahren interessieren sich neben vielen Praktikern, die eine Anleitung zur Umsetzung von Strategien entlang der verschiedenen Entwicklungsstufen von Clustern verlangen, auch eine Reihe wissenschaftlicher Studien (Malecki 1991; Tichy 1998; Swann 2002; Fornahl/Menzel 2003; Brenner 2004; Maskell/Kebir 2005; Lorenzen 2005; Bergman 2007; Menzel/Fornahl 2007) für die verschiedenen Phasen, die ein Cluster in seiner Entwicklung durchläuft sowie für die spezifischen Funktionsweisen der Cluster in diesen Phasen.[37] Maskell

[37] Dabei gehen die Clusterlebenszyklusmodelle auf die mit dem linearen Modell des technologischen Wandels (vgl. Malecki 1991, 115) verbundene Lebenszyklustheorie (Vernon 1966) zurück (vgl. auch Nuhn 1985, 189).

und Kebir (2005) kommen gar zu der Erkenntnis, dass eine Clustertheorie unvollständig bleibt und in die Irre führen kann, wenn Cluster-Lebenszyklusüberlegungen unberücksichtigt bleiben.

Nach Porters (1998a, 237 ff.) Ansicht untergliedert sich z. B. die Clusterentwicklung in die Phasen Entstehung, Wachstum und Niedergang. Der Ursprung eines Clusters findet sich seines Erachtens in einem der Bestimmungsfaktoren des skizzierten Diamanten (vgl. 2.2.2.1). Als Kristallisationskern für die nachfolgende Clusterentwicklung müssen also ein bestimmter Faktorpool, eine anspruchsvolle spezifische regionale Nachfrage, starke Zulieferindustrien und/oder verwandte und unterstützende Industrien vorhanden sein. Maskel und Malmberg (2007, 611) wenden ein, dass es jedoch ex ante unmöglich ist, zu erklären, wo ein entstehender Cluster „wurzeln“ wird. Die Entwicklung eines Clusters ist nach Porter durch eine Art Kettenreaktion zu erklären: Wenn positive selbstverstärkende Feedbackschleifen zwischen den Bestimmungselementen des Diamanten wirken, wächst ein Cluster. Die genaue Funktionsweise dieser selbstverstärkenden Prozesse beleuchtet er nicht, sondern verweist, wenig zufriedenstellend, darauf, dass „…the lines of causality quickly become blurred“ (Porter 1998a, 240).

Verbreitet findet sich in der Literatur eine Untergliederung in vier Entwicklungsphasen (1) Entstehung (2) Wachstum (3) Reife (4) Niedergang/Transformation (vgl. z. B. Brenner/Fornahl 2003). Insbesondere die zweite Phase wird noch weiter untergliedert, sodass sich ein Sechs-Phasen-Modell ergibt (vgl. z. B. Europäische Kommission 2002, 15 f.; Andersson et al. 2004, 29). Für die ex-post Analyse von Clustern kann ein idealtypisches Lebenszyklusmodell hilfreich sein. Daher wird nachfolgend das Lebenszyklusmodell der Clusterentwicklung in sechs Phasen (siehe Abbildung 15) nachgezeichnet (vgl. nachfolgend Europäische Kommission 2002, 15 f.; Schramm-Klein 2005, 540 ff).

1. Gründung von Pionierunternehmen und Spin-Off-Unternehmen

Oft handelt es sich beim Startpunkt einer Clusterentwicklung um ein zufälliges Ereignis. Eine Vielzahl von Faktoren kann diese Entwicklung auslösen und beeinflussen. Natürliche Ressourcen oder die Einrichtung oder Präsenz von bestimmten Organisationen und damit verbunden spezifisches Wissen bzw. die Entwicklung bedeutsamer (technologischer) Innovationen in diesen Organisationen (Unternehmen und Forschungseinrichtungen), oder die spezifischen Bedürfnisse von in einer bestimmten Region ansässigen Kunden können als Kristallisationspunkte von Clustern in Zeit und Raum angesehen werden (Ketels 2003).

Auslöser für die Entstehung und das Wachstum von Clustern sind meist explizite Standortfaktoren, insbesondere die langfristige Entwicklung von spezifischem Wissen, das in eine neue produktive Nutzung umgewandelt werden kann (Pinch/Henry 1999). In der ersten Phase kommt es oft schon zu Ausgründungen aus den Primärunternehmen, die zu erhöhtem Wettbewerb in der Region beitragen können – der hauptsächlichen Triebfeder für Innovation und Unternehmertum (vgl. erneut Porter 1998a).

2. Herausbildung von spezialisierten Zulieferern, Dienstleistungsunternehmen und eines spezialisierten Arbeitsmarktes.

Mit der Herausbildung einer Agglomeration von Unternehmen beginnen zunehmend Externalitäten zu wirken. Dies ist ein kumulativer Prozess, der sich selbst zu verstärken beginnt, sodass es immer mehr Anreize für weitere Unternehmen und andere Organisationen gibt, sich in einem Cluster anzusiedeln. Das Cluster wächst. Zu den ersten positiven Externalitäten im Clusterentwicklungsprozess zählen meist die Entstehung von spezialisierten Zulieferern und Dienstleistungsunternehmen, die oft aus der vertikalen Desintegration von Unternehmen entstehen. Weiterhin ist die Herausbildung eines spezialisierten Arbeitsmarktes und spezialisierter Unternehmen zu nennen. Hierdurch ergeben sich Kostenvorteile bei gemeinsamen Vorleistungen und Inputfaktoren, da Einsparungen bei den Vorproduktkosten und Produktionskosten der spezialisierten Zulieferunternehmen erzielt werden können, die wiederum an weitere lokale Unternehmen weitergegeben werden können. Diese lokalen Abnehmerunternehmen profitieren somit von einem Vorteil, der anderen Unternehmen, die nicht in einer hoch agglomerierten Region ansässig sind, nicht zur Verfügung steht (Harrison et al. 1996).

3. Herausbildung von neuen Organisationen, die Clusterunternehmen unterstützen

Die dritte Phase zeichnet sich dadurch aus, dass neue Organisationen entstehen oder sich in dem entstehenden Cluster ansiedeln bzw. sich vorhandene Organisationen auf das Cluster ausrichten. Hierzu zählen spezialisierte Forschungseinrichtungen und Aus- und Weiterbildungsorganisationen sowie verschiedene Interessenvertretungen wie z. B. Unternehmensverbände. Sie unterstützen die lokale Zusammenarbeit, Lernprozesse und technologische Wissensübersprünge sowie die Entstehung von spezialisierten, in der Region in Form von Schlüsselpersonen ansässigen, Wissensbeständen.

4. Anziehung von externen Unternehmen, gut ausgebildetem Personal und fruchtbarer Boden für neue lokale Unternehmen

Pionierunternehmen und Forschungseinrichtungen haben Unternehmen ausgegründet und Investitionen externer Unternehmen angezogen. Die Herausbildung von positiven Externalitä-

ten im regionalen Cluster und die Entstehung und Ansiedlung von neuen lokalen unterstützenden Organisationen erhöht die Sichtbarkeit, das Ansehen und die Attraktivität des Clusters. Dies führt wiederum dazu, dass Unternehmen im Cluster verbleiben, sich neue Unternehmen ansiedeln oder externe Unternehmen im Cluster investieren sowie gut- und hochqualifiziertes Personal angezogen wird. Die Attraktivität des Clusters wird weiter erhöht und aufgrund günstiger Bedingungen für Unternehmensgründungen entstehen weitere Unternehmen. Eine sich selbstverstärkende Spirale ist entstanden (vgl. auch Rehfeld 1999; Ketels 2003).

5. Herausbildung von Beziehungsqualitäten, die die Zirkulation von Informationen und Wissen fördern

Die Herausbildung besonderer außergeschäftlicher Beziehungsqualitäten zwischen Personen, die die Clusterorganisationen repräsentieren, befördert durch informelle Zusammenarbeit von lokalen Unternehmen und anderen lokalen Organisationen die Zirkulation von (unhandelbarem) Wissen und Informationen und unterstützt die Koordination ökonomischer Aktivitäten. Reife regionale Cluster weisen spezifische, differenzierte und in der Region verankerte interpersonale und interorganisationale Beziehungen auf, die durch in der Region entstandene Routinen, Normen und Konventionen koordiniert werden, und oft nur im spezifischen regionalen Kontext wirken (Storper 1997). Dichte persönliche regionale Beziehungsgeflechte, die durch die räumliche Nähe der Akteure begünstigt werden, unterstützen insbesondere die Weitergabe von nicht kodifiziertem, komplexem Wissen und unsicheren Informationen (vgl. erneut 2.2.3.3 und 2.2.4). Wenn zwischen Clusterorganisationen ein hohes Maß an Informations- und Wissensaustausch stattfindet, hat ein Cluster meist eine sehr hohe Wettbewerbsfähigkeit erreicht.

6. Rückläufige Entwicklung oder Niedergang durch ‘lock-in’ oder Clustertransformation

Auch wenn Cluster ihre erfolgreiche Entwicklung über Dekaden immer wieder erfolgreich reproduzieren können oder Teil eines neuen Clusters werden, können Cluster in eine Phase einer rückläufigen Entwicklung eintreten. Derartige Entwicklungen repräsentieren die Anwesenheit von technologischen, institutionellen, sozialen, kulturellen und oder (inter-)organisationalen „Lock-in“-Situationen, die das wirtschaftliche Geschehen im Cluster hemmen. Die Verfestigung von Routinen und die Erstarrung von Kompetenzen im Cluster kann insbesondere die Anpassungsfähigkeit bei radikalen Veränderungen verringern. Die regionale Clusterentwicklung wird meist gerade von den sozio-ökonomischen Faktoren, welche die Clusterentwicklung einst beförderten in ein Lock-in und zunehmende Unflexibilität geführt. Die

einstigen Stärken des Clusters, wie die hochqualifizierten Arbeitskräfte, die hochspezialisierte Infrastruktur in Unternehmen, Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen und anderen lokalen Organisationen, die interpersonalen und interorganisationalen regionalen Beziehungsgeflechte und die weiterhin starke politische Unterstützung sowie nun überholte Verhaltensweisen, die die Agglomeration aber noch weiter verstärken und neue Ideen unterdrücken, bilden Verhinderungsallianzen, blockieren die Weiterentwicklung des Clusters und halten es in der alten Spezialisierung gefangen (vgl. Grabher 1993a, b).

Nicht alle Cluster erleiden allerdings das Schicksal des Niedergangs. Regionale Kompetenzzyklen können z. B. durch Offenheit für interregionale Lernprozesse in Form von Benchmarking oder Innovationskooperationen oder durch eine Erneuerung des Unternehmensbestandes erneuert werden (vgl. Boschma 1999; Bathelt/Glückler 2000, 2002). Durch Anpassungen der marktlichen Ausrichtung der Clusterakteure, Adaption der technologischen Basis und der Prozessabläufe und/oder Veränderung im (inter-)organisationalen Beziehungsgeflecht von Endherstellern, Zulieferern und anderen Organisationen kann ein Cluster transformiert und neu ausgerichtet werden. Das transformierte Cluster oder Bestandteile davon, die in anderen (neuen) Clustern aufgehen, können neues Wachstum generieren (Andersson et al. 2004).

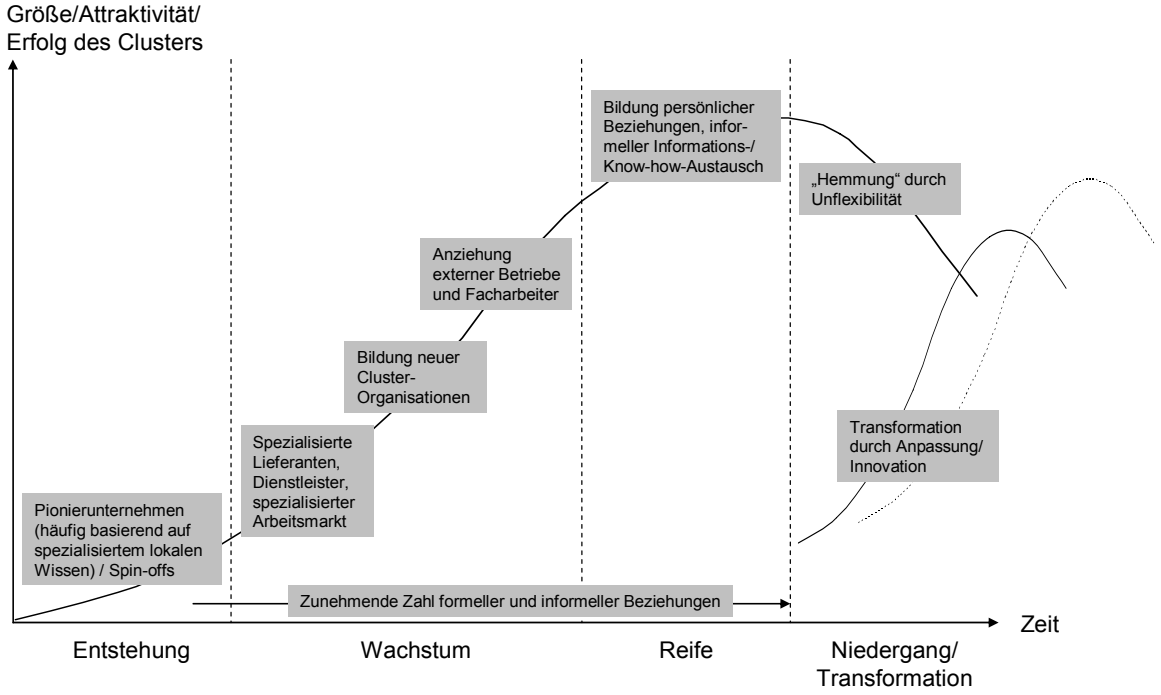


Abb. 15: Idealtypisches Lebenszyklusmodell der Clusterentwicklung (Schramm-Klein 2005, 542)

Die Ableitung regionaler Clusterlebenszyklen ist als grundsätzlich problematisch einzuschätzen, da der Wechsel von der Produkt- über die Unternehmens- und Branchen- bis hin zur regionalen Ebene ohne zwingende Logik erfolgt und hierbei Fragen der Aggregation auf diesen

Ebenen unbeantwortet bleiben (vgl. Bathelt/Glückler 2002, 235 f.). Gleichzeitig sind fünf wesentliche Kritikpunkte an der Verwendung der Produktlebenszyklustheorie in der Untersuchung der Dynamik regionaler Cluster zu erheben (vgl. nachfolgend Tichy 1991; Bathelt/Glückler 2002, 236 f.). Die Produktlebenszyklustheorie nutzt (1) ein unzureichendes Unternehmenskonzept, d. h. sie nimmt keine Rücksicht auf Unterschiede der Unternehmen (z. B. unterschiedliche Größe, Strategie, Wachstumsziel etc.). (2) Produkte erleben während ihres Bestehens im Markt teils umfassende Veränderungen, sodass oft nicht mehr von ein und demselben Produkt gesprochen werden kann. Dies findet in der Produktlebenszyklustheorie keine Berücksichtigung. Verbunden mit diesem Problem fällt die Abgrenzung der einzelnen Phasen sehr schwer, da kein einheitliches Indikatorensystem existiert. Ferner wird (3) davon ausgegangen, dass Produkte in marktreifer Form in Erscheinung treten. Der technologische Determinismus spiegelt sich in der Erwartung, dass in der Reifephase eine Produkthomogenisierung eintritt. Dies kann empirisch nicht belegt werden. Unterstellt wird (4), dass die betrachteten Produkte einem Alterungsprozess unterliegen, der eine glockenförmige Umsatzentwicklung bedingt. Hierbei werden aber Innovationsprozesse nicht berücksichtigt, die das Produkt verbessern und somit länger am Markt halten. Schließlich werden (5) keine sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen bei Produktprogramm- und Standortentscheidungen in der Produktlebenszyklustheorie berücksichtigt. Basierend auf Interaktions- und Kommunikationsprozessen und daraus resultierendem reflexiven Verhalten können sich aber Akteure grundsätzlich auch anders entscheiden, als es die Produktlebenszyklustheorie vorzugeben scheint.

Es ist festzuhalten, dass sich Cluster jeweils unterschiedlich entwickeln und, dass Lebenszyklusmodelle daher und aufgrund der schon mit der ursprünglichen Produktlebenszyklustheorie verbundenen ungelösten Probleme nur eingeschränkt geeignet sind, daraus Entwicklungsmaßnahmen für Cluster ex ante abzuleiten.

2.4.2 Industrielle Wachstumspfade

Zur Durchdringung der Entstehung von Clustern bzw. der Evolution von Industrieregionen, führen Storper und Walker (vgl. 1989, 70 ff.) das Konzept der industriellen Wachstumspfade ein. Hiernach sind regionale Industrialisierungsprozesse mit „windows of locational opportunities“ verbunden, aus denen sich regionale Cluster entwickeln können. Das Konzept der industriellen Wachstumspfade gliedert sich in die vier Phasen: (1) Lokalisationsphase, (2) se-

lektive Clusterung, (3) Dispersion und (4) Verschiebung der Standortschwerpunkte (siehe Abbildung 16).

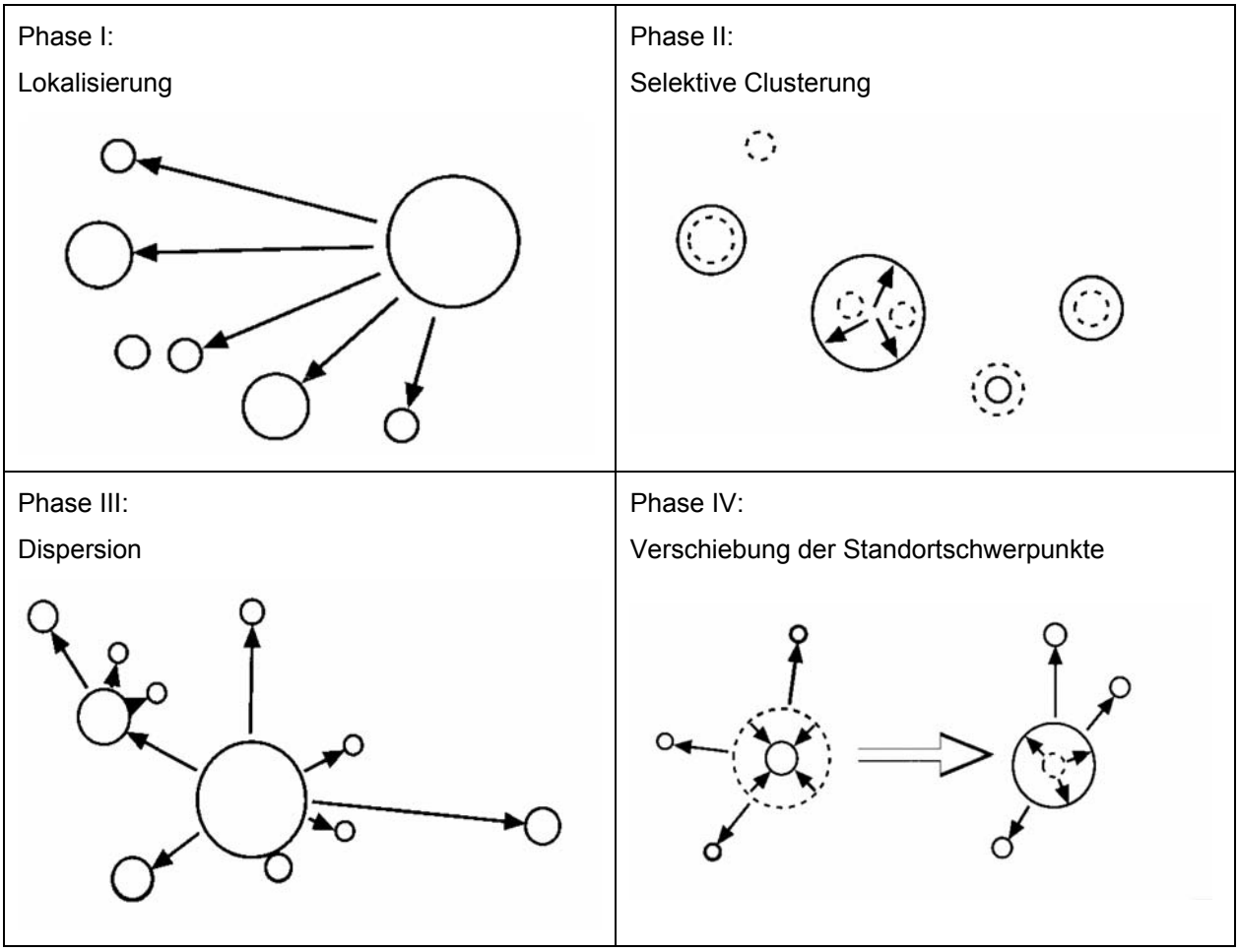


Abb. 16: Vier Phasen industrieller Wachstumspfade (Storper/Walker 1989)

Zu Beginn dieses Phasenmodells besteht in Phase I die Wahlfreiheit zwischen verschiedenen Standorten für neue und schnell wachsende Industriezweige. Während dieses „window of locational opportunity“ werden Standortentscheidungen oft zu Gunsten von Regionen getroffen, die außerhalb altindustrieller Zentren liegen (Lokalisierung), da meist völlig neue Anforderungen an Input-Outputverflechtungen gestellt werden. In dieser Phase verfügt noch kein Standort über die Agglomerationen zugesprochenen Vorteile (wie z. B. speziell ausgebildete Arbeitskräfte, spezialisierte Zulieferer etc.), die erst durch die ersten sich ansiedelnden Pionierunternehmen geschaffen werden. In der Lokalisierungsphase werden jedoch die technische Basis und das spezielle Wissen in den Standorten der späteren Cluster angelegt – die grundlegende Standortstruktur des neuen Industriezweiges entsteht. Die Lokalisierung von Branchen in bestimmten Regionen ist zudem meist von Zufällen, von Entscheidungen der Unternehmer oder anderen historischen Ereignissen gekennzeichnet. Aus diesem Grund lassen sind Clusterstandorte ex ante nicht bestimmen. Die Entscheidungswege und Entwick-

lungspfade können lediglich ex post analysiert werden (vgl. auch Schamp 1995; Mossig 2000a).

Während der Phase II etabliert sich ein eigendynamischer Wachstumsprozess durch das Wachstum der bereits bestehenden Unternehmen. Gleichzeitig entstehen neue lokale Spin-off-Unternehmen, die sich jedoch nicht gleich verteilt in der Region ansiedeln (zur Saatbeet-/Inkubatorhypothese vgl. Hayter 1997, 224 ff.; Schamp 2000, 40 ff.). Die Gründer nutzen dabei meist spezielles Know-how, dass sie während einer vorangegangenen Beschäftigung in lokalen (Pionier-)Unternehmen erworben haben (vgl. z. B. Klepper 2002). Die Gründungen erfolgen zudem meist im lokalen Umfeld der Gründerperson, d. h. in der räumlichen Nähe des vorherigen Arbeitgebers (vgl. Sternberg 1995b, Nerlinger 1999). Hierdurch wird die technologische und institutionelle Basis der neuen Industriestandorte weiter ausgebaut. Die Unternehmen realisieren zunehmend interne Kosteneinsparungen, profitieren von Komplementaritätseffekten und geringeren Transaktionskosten, Zulieferunternehmen spezialisieren sich und speziell ausgebildete Arbeitskräfte werden angezogen (vgl. Krugman 1991b) – dauerhafte Agglomerationsvorteile bilden sich heraus, die wiederum die lokalen Unternehmen unterstützen (Feldman/Audretsch 1996; Keilbach 2002). Ab einer bestimmten kritischen Schwelle schließt sich das „window of locational opportunity“. Eine selektive Clusterung setzt ein und Wahlfreiheiten werden eingeschränkt. Die Entwicklung des Clusters ist zunehmend weniger von Zufällen gekennzeichnet als von pfadabhängigen Prozessen. Spin-off-Gründungen können als Übertragungsmechanismus von erfolgreichen, ursprünglich in (Pionier-)Unternehmen entwickelten, Routinen in die Region angesehen werden. Eine sich dadurch entwickelnde regionale Führerschaft kann aufgrund von Pfadabhängigkeiten über längere Zeit bestehen bleiben (vgl. Boschma/Frenken 2006). Aufgrund idiosynkratischer Kontextbedingungen kann dieser Wachstumsprozess jedoch nicht in allen Regionen beobachtet werden, in denen sich während der ersten Phase Unternehmen angesiedelt haben.

Zur Erschließung von Wachstumspotentialen in der Peripherie von industriellen Zentren werden in der Phase III einzelne nicht zentrale Funktionsbereiche von den lokalen Unternehmen abgespalten (Dispersion). In diesen Spin-off-Unternehmen werden z. B. standardisierte Teile an anderen Standorten produziert und/oder mit Vertriebsorganisationen neue Märkte erschlossen. In den Schwerpunktregionen bleiben die zentralen Unternehmensfunktionen (z. B. Hauptquartier, F&E) erhalten.

Durch derartige Verlagerungsprozesse, durch die Entwicklung radikaler Innovationen oder durch Umstrukturierungsmaßnahmen in den lokalen Unternehmen können sich in Phase IV

Verschiebungen der Standortschwerpunkte ergeben. Durch grundlegende technologische Neuerungen bilden sich neue Wachstumsmöglichkeiten für Unternehmen, die sie teils in neuen industriellen Wachstumsregionen erkunden und ausnutzen. Alte Industrieregionen verlieren an Bedeutung.

2.4.3 Pfade der Clusterentwicklung[38]

Die Entwicklung von Clustern kann als pfadabhängig charakterisiert werden. Die Veränderung einzelner Clusterbestimmungsfaktoren benötigt, z. B. wegen struktureller Trägheit[39], Zeit. Heute beobachtbare Cluster wurden z. T. vor langer Zeit initiiert und haben sich über lange Zeiträume entwickelt. D. h. kumulative Prozesse sind bedeutsam für die Clusterentwicklung und müssen daher in der Analyse der Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit sowie bei der Untersuchung von Innovationsprozessen und -outputs von (Unternehmen in (Netzwerken in)) Clustern berücksichtigt werden (vgl. Menzel/Fornahl 2007). Die Clusterforschung war schon immer sensibel für die Bedeutung historischer Ereignisse für die aktuelle Clusterentwicklung. Dies überrascht nicht, denn Pfadabhängigkeit „produziert nicht nur Geographie, sondern Geographie produziert auch Pfadabhängigkeit“ (Martin 2006, 60).

Das Konzept der Pfadabhängigkeit, auf das im Rahmen dieser Arbeit schon mehrfach Bezug genommen wurde, wird nun genauer erörtert und explizit auf die Entwicklung regionaler Cluster bezogen. Der Begriff der Pfadabhängigkeit wird in der Organisations- und Netzwerkforschung, aber auch in der Wirtschaftsgeographie, zumeist in einem eher allgemeinen, metaphorischen Sinne genutzt, um festzustellen, dass „History matters!“ Ursprünglich von Paul David (1985) und Brian W. Arthur (1989, 1994) auf der Grundlage technikhistorischer Studien bzw. dynamisch-stochastischer Modellierung entwickelt, ist das Konzept der Pfadabhängigkeit in den letzten Jahren sozialwissenschaftlich ständig erweitert worden, ohne allerdings den theoretischen Kern aufzugeben (insb. North 1990; Ortmann 1995; Thelen 1999; Mahoney 2000; Pierson 2000; Ackermann 2001; Windeler 2003b; Beyer 2005). Dieser besteht in der

[38] Der nachfolgende Abschnitt basiert im Wesentlichen auf den konzeptionellen Überlegungen aus Sydow/Lerch 2007b und Sydow et al. 2009.

[39] Das evolutionstheoretische Argument der strukturellen Trägheit besagt, dass Unternehmen/Organisationen, je älter sie sind, immer weniger Veränderungen und Anpassungen vornehmen. Der Grund hierfür ist in der Verbreitung von Regeln, Routinen und internen organisationalen Arrangements zu sehen, die den eingeschlagenen Handlungskurs verstärken (Hannan/Freeman 1984, 1989; Whetten 1987). Auch in anderen Theorietraditionen wird auf dieses Argument Bezug genommen: älter werdende Organisationen halten sich demnach an bestehende Handlungsabläufe (Staw 1981) und behalten erfolgreiche Routinen bei (Cohen/Levinthal 1990; March 1991). Die evolutionstheoretische Argumentation wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter verfolgt.

Vorstellung, dass aktuelle und selbst im Rückblick kaum in ihrer weitreichenden Bedeutung angemessen einzuschätzenden Ereignisse, so genannte „small events“, einen Prozess auslösen können, der durch positive Selbstverstärkung ein Momentum gewinnt, dadurch einen Prozess, auf Kurs hält und, oft erst viele Jahre später, in ein Lock-in mündet. Bei dem Prozess selbst kann es sich – wie bei David und Arthur – um die Entwicklung und Durchsetzung einer Technologie oder – wie bei North, Thelen und Pierson – um die Ausbildung einer wie auch immer gefassten Institution oder – wie bei Ortmann und in den meisten Studien am Berliner Pfadkolleg[40] – um die Entwicklung von Organisationen oder interorganisationalen Netzwerken handeln.

Die Rede von technologischen, institutionellen und organisationalen Pfaden impliziert immer ein Mindestmaß an Pfadabhängigkeit; dies gilt selbstverständlich auch für die Rede von Netzwerk- bzw. Clusterpfaden. Tatsächlich wird die Herausbildung von Clustern und Clusterpfaden seit Jahren als Beleg für entsprechende kumulative, sich über die Zeit aufgrund entsprechender „agglomeration economies“ selbstverstärkender Prozesse angesehen (insb. Krugman 1991b, aber auch schon Arthur 1990). Nicht nur in reifen Industrien sind Lock-ins nachgewiesen worden (insb. Grabher 1993a; Glasmeier 1994; Dörre/Röttger 2006), sondern auch vital erscheinende regionale Innovationssysteme sind mittlerweile in Bezug auf pfadabhängige Prozesse und ein mögliches „systemic lock-in“ (Narula 2002) untersucht worden.

Arten von Pfadabhängigkeiten in Clustern

In Clustern hat man es typischer Weise mit einem Amalgam technologischer, institutioneller und organisationaler Pfadabhängigkeiten zu tun (siehe Abbildung 17), wobei eine Art von Pfadabhängigkeit ausreichend sein dürfte, die Pfadabhängigkeit einer Clusterentwicklung zu begründen. Der Mix an Pfadabhängigkeiten variiert dabei in Abhängigkeit von den spezifischen regionalen Rahmenbedingungen, in denen sich ein Cluster entwickelt (vgl. Staber 2007a).

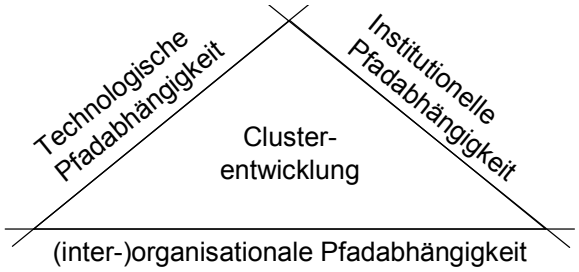


Abb. 17: Drei mögliche Arten von Pfadabhängigkeit im Clusterentwicklungsprozess

[40] Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert seit 2005 das Graduiertenkolleg „Pfade organisatorischer Prozesse“ (www.pfadkolleg.de) an der Freien Universität Berlin.

Dieselbe technologische Domäne kann multiple Pfade aufweisen, wobei jeder einer spezifischen Trajektorie folgt und von verschiedenen Mechanismen angetrieben ist und auf Kurs gehalten wird. So zeigen Kenney und Burg (1999), dass sich die I&K-Technologie im Silicon Valley und entlang der Route 128 aufgrund der unterschiedlichen Spezialisierung der Cluster auf bestimmte technologische Trajektorien, unterschiedlich entwickelte. Hieraus entstanden selbstverstärkende Logiken, die die Akteure dazu bewegten, sich auf den verschiedenen technologischen Pfaden weiterzuentwickeln. Dass sich unterschiedliche Pfadabhängigkeiten gegenseitig beeinflussen, kann dadurch verdeutlicht werden, dass in den beiden Clustern bestimmte Organisationen und Institutionen ganz bestimmte technologische Innovationen beförderten.

Eine alternative Erklärung von Pfadabhängigkeit fokussiert auf den institutionellen Rahmen, in dem Unternehmen (in Clustern) agieren und Informationen und Ressourcen austauschen (vgl. Staber 1998). Saxenian (1999) zeigte z. B., dass der spezielle institutionelle Rahmen im Silicon Valley dazu beitrug, dass die Unternehmen gemeinsam in interaktiven Innovationsprozessen lernen und mit neuen Technologien und Anwendungen experimentieren konnten. Sie zeigte auch, dass die entsprechenden Mechanismen in weit geringerem Umfang entlang der Route 128 existierten. Die zentralisierte(re) Struktur der Organisationen und Institutionen in diesem Cluster hinderte die Clusterunternehmen zudem daran, Informationen so auszutauschen, wie dies als Voraussetzung in kollaborativer Technologieentwicklung in volatilen Technologiebereichen und Märkten, wie der I&K-Technologie, angesehen wird. Damit eröffnet diese Perspektive auf institutionelle Pfadabhängigkeiten neben der Sicht auf die fördernde Funktion der institutionellen Rahmenbedingungen z. B. für die Governance, Wissensaustausch und gemeinsame Problembewältigung (vgl. Cooke 2001) auch den Blick auf die potentiell negativen Seiten. Ähnlich wie Netzwerke ein „Embeddedness Dilemma“, also zu viel oder zu wenig Embeddednes aufweisen können (Uzzi 1997), können institutionelle Rahmenbedingungen ebenfalls zu schwach oder zu stark ausgeprägt sein. Zu wenig „institutional thickness“ (Amin/Thrift 1994) impliziert, dass die bestehenden Institutionen nicht genügend miteinander verknüpft sind, um gemeinsames Lernen und interaktive Innovationsgenerierung im regionalen Cluster zu unterstützen. Zu viel „institutional thickness“ jedoch kann zum Lock-in und schließlich zum Niedergang eines Clusters führen. Somit ist eine entsprechende „overembeddeness“ ein Indiz für das Vorliegen einer Pfadabhängigkeit mit den ambivalent zu beurteilenden Folgen zwischen positiv-kumulativer Clusterentwicklung einerseits und potenziellem Lock-in, ggf. sogar dem wirtschaftlichen Niedergang des Clusters, andererseits (Zucchella 2006, 23). Denn es gilt: „Embeddedness favours self-reinforcing mechanisms, one of

the driving forces of path-dependent processes, and it determines a system of ties where the logic of exchange is shifted from mere economic considerations (current profit maximization) to long-term commitment, mutual trust, knowledge sharing, and joint problem solving" (ebenda, 25).

Während technologische und institutionelle Pfadabhängigkeiten – zum Beispiel auch mit dem Konzept regionaler Trajektorien – schon eine erhebliche Aufmerksamkeit erlangt haben (vgl. Schamp 2000), wird die Rolle organisationaler Pfadabhängigkeiten selten (gesondert) betrachtet. Saxenians (1994) vergleichende Arbeit bildet hier eine Ausnahme. Sie zeigt die Bedeutung kumulativer (inter)organisationaler Prozesse sowie die unterschiedliche interorganisationale Vernetzung für die Entwicklung des Silicon Valley und des Clusters entlang der Route 128. Insbesondere hebt sie die Unterschiedlichkeit der interorganisationalen Beziehungen hervor, die diversere Handlungsmöglichkeiten für die Clusterakteure bereit hielten und somit im Vergleich zur Route 128 die Clusterentwicklung beförderten. Organisationale Pfadabhängigkeiten im engeren Sinne einer pfadabhängigen Entwicklung einzelner Organisationen sind vor allem dann bedeutsam, wenn die Clusterentwicklung von einer fokalen oder mehreren fokalen Organisationen entscheidend geprägt wird. Dies zeigt etwa Isaksen (2003) am Beispiel des auf die Ölförderung orientierten Ingenieurindustrieclusters in und um Oslo, dessen relativ rascher Niedergang seines Erachtens im Wesentlichen dadurch bestimmt worden ist, dass die zwei führenden Unternehmen der Region nicht nur auf einen veralteten Ölförderungstechnologiepfad gesetzt, sondern sich auch als ausgesprochen hierarchisch-arbeitsteilig und entsprechend wenig anpassungsfähig erwiesen hatten.

Neben den durchaus erwünschten positiven Effekten der Pfadabhängigkeit bzw. von Lock-in-Situationen (in der Clusterentwicklung), also z. B. dass sich Organisationen oder Netzwerke auf einem bekannten Pfad bewegen und somit zumindest zunächst bekannte Regeln anwenden und vorhandene Ressourcen ausnutzen sowie in den Augen bedeutender Stakeholder zuverlässig erscheinen, wurde auch auf die negativen Seiten der Pfadabhängigkeiten hingewiesen. Wenn z. B. Manager von Clusterunternehmen, als Träger des Innovationsprozesses ähnliche mentale Modelle und Sichtweisen entwickeln, kann dies zu Homogenität und Trägheit führen, die Innovationen unterdrücken (Pouder/St. John 1996). Unter derartigen Bedingungen, die durch kognitive, normative oder auf Ressourcen basierende Lock-ins charakterisiert sind, kann die Mitgliedschaft für ein Unternehmen in einem regionalen Branchencluster die Behinderung der Entwicklung von Innovationen bedeuten (Porter 2000b, 262). Z. B. kann „Netzwerkträgheit" (Kim et al. 2006) resultieren, wenn partner- oder beziehungsspezifische Investitionen sehr hoch sind (Gulati/Gargiulo 1999), wenn Ideen und Routinen vorhanden sind, die

insbesondere auf die eigene Reproduktion ausgerichtet sind (Staber 2007b) oder zu viel Kooperation zur totalen Geschlossenheit von Netzwerken führt (Maurer/Ebers 2006). Konsequenzen des Lock-ins können also auch negativ oder unintendiert ausfallen. In Situationen dramatischen und unvorhergesehenen Wandels können jegliche Vorteile, die mit einem Lock-in im Cluster evtl. einst verbunden waren, verloren gehen (vgl. z. B. Grabher 1993a). Wenn ein gesamtes Cluster in einem Lock-in steckt, ist es sehr wahrscheinlich, dass eine Vielzahl an Organisationen und Netzwerken an der Verfestigung bestehender Strukturen beteiligt ist. Das Gegenteil kann ebenfalls der Fall sein, z. B. wenn rigide Clusterstrukturen die Anpassungsfähigkeit von einzelnen Netzwerken einschränkt. Insofern ist in Fällen des Lock-in und der Pfadabhängigkeit in und von (Netzwerken in) Clustern eine Mehr-Ebenen-Analyse der pfadabhängigen Prozesse erforderlich, die das gesamte Handlungsspektrum der Clusterakteure auf der Mikro-Ebene der einzelnen Organisation bis zur Makro-Ebene des nationalen Innovationssystems erfassen kann.

Phasen der Pfadabhängigkeit

Ebenso bedeutsam wie die Unterscheidung der drei Arten von Pfadabhängigkeit von Clustern ist das schon angedeutete spezifische Verständnis von Pfadabhängigkeit. Das modifizierte Modell der Pfadabhängigkeit unterscheidet drei Phasen der Pfadkonstitution und identifiziert für jede dieser Phasen einige zentrale Mechanismen:

1. Die Phase zunehmender Entscheidungsselektivität

In der ersten Phase kommt es, anders als vom klassischen Modell der Pfadabhängigkeit von David und Arthur unterstellt, nicht zu einer fast beliebigen ‚Selektion' alternativer Handlungen oder Ereignisse. Vielmehr wählen interessenorientierte Akteure eine bestimmte Alternative zu Lasten anderer Alternativen machtvoll aus, dies allerdings unter Bedingungen die sie nicht vollständig bestimmen können, vielleicht nicht einmal durchschauen (Giddens 1984; Garud/Karnøe 2001). Trotzdem kann sich eine Alternative auch eher zufällig durchsetzen, bleibt aber auch dabei an das Handeln von Akteuren gebunden. Zwischen diesen Extrema der gezielten Auswahl und der zufälligen Herausbildung angesiedelt, kann von den Akteuren beispielsweise ein kontingentes „small event", etwa eine bestimmte Stimmung auf einem Clustertreffen, zum Anlass genommen werden, sich für eine bestimmte Alternative einzusetzen, weil sie sich gerade – zumindest ein Stück weit – hinter dem Rücken der anderen durchsetzen lässt. Diese so zustande kommende strategische Wahl oder ‚Entscheidung' ist zwar interessiert, aber nicht notwendig rational, kann gerade durch solche kleinen Ereignisse angeregt, das Ergebnis einer selbst pfadabhängigen, bloß lokal begrenzten Suche oder einer eher

unbewussten Bezugnahme auf die herrschenden Strukturen sein (auch Child 1997, der sich auf Giddens' Strukturationstheorie bezieht).

Zu Beginn einer Clusterentwicklung stellt sich das Optionsfeld den Akteuren noch entsprechend offen dar, erst im Laufe der Zeit wird es durch, wie auch immer entstehende, Entscheidungen, etwa die formale Governance oder die praktische Führung des Clusters betreffend, eingeengt. Das heißt jedoch nicht, dass nicht auch die historischen Bedingungen vor Beginn des eigentlichen Clusterentwicklungsprozesses für die Entscheidungen und Nicht-Entscheidungen der Akteure ohne Bedeutung wären. Das gilt, wie die Fallanalyse zeigen wird, auch auf der Ebene einzelner Netzwerke im Cluster.

2. Die Phase positiver Rückkopplungen

Die Phase positiver Rückkopplungen bzw. der Wirksamkeit selbstverstärkender Mechanismen beginnt an einer „critical juncture" (Collier/Collier 1991). Solche kritischen Momente sind durch Adoption einer Alternative, zum Beispiel eines bestimmten institutionellen Arrangements, aus einer Mehrzahl von Möglichkeiten gekennzeichnet. Sie sind ‚kritisch', weil es im Moment der Adoption zunehmend schwierig wird, zu der Ausgangssituation zurückzukehren, in der den Akteuren noch mehrere Alternativen offen standen (auch Mahoney 2000, 513).

Diese zunehmende Schwierigkeit ist von der Wirksamkeit eines oder mehrerer so genannter selbstverstärkender Mechanismen verursacht, die den eigentlichen theoretischen Kern der Theorie der Pfadabhängigkeit – auch und gerade in der sozialwissenschaftlich erweiterten Form – ausmachen. Auf sie wird deshalb gleich noch genauer zurückzukommen sein. An dieser Stelle sei nur festgehalten, dass ihre Wirksamkeit zwar auf praktische Umsetzung im Handeln der Akteure angewiesen ist, dass aber diese Wirksamkeit – wie schon in der Einleitung herausgestellt – durchaus ambivalent ist. Die Ambivalenz dieser Mechanismen besteht darin, dass ihre Wirksamkeit zunächst sehr wünschenswert ist, es sich mit anderen Worten für die Akteure aufgrund beispielsweise entsprechender Lerneffekte ‚lohnt', auf dem einmal eingeschlagenen Pfad der Entwicklung zu bleiben. An einem – zugegebener Maßen empirisch schwer zu bestimmenden – Punkt aber schlägt diese wünschenswerte Entwicklung in eine negative, ggf. sogar die Existenz eines Sozialsystems bedrohende Problemlage um. Alltagsweltlich wird dieses Problem oft durch die Erkenntnis eines ‚success breeds failure' zum Ausdruck gebracht.

Die Entstehung eines ‚echten' Clusters setzt die Wirksamkeit solcher Mechanismen bereits voraus, entwickelt es sich doch, wie bereits Arthur (1990) im Anschluss an Alfred Weber (1909) bemerkt, durch „increasing returns in the form of agglomeration economies" (249). In

den sich aufgrund der interorganisationalen Arbeitsteilung notwendig in Clustern ausbreitenden, mehr oder weniger eng geknüpften Netzwerken entstehen diese kumulativen Effekte nicht zuletzt durch Koordinations- und Komplementaritätseffekte, allerdings sind auch hier potenziell alle in Frage kommenden, ein selbsttragendes Momentum erzeugenden Mechanismen von Bedeutung.

Generell gilt für das sozialwissenschaftlich reformulierte Modell der Pfadabhängigkeit, das mit Giddens (1984) auf eine notwendige Orientierung des Handelns an Strukturen sowie auf eine – zumeist unintendierte – Reproduktion eben dieser Strukturen durch Handeln setzt, dass neben den klassischen, im Wesentlichen auf Kosten- bzw. Nutzeneffekte setzenden „increasing returns“ (Arthur 1989) und den Koordinations- und Komplementaritätseffekten mindestens noch zwei weitere in Betracht kommen: adaptive Erwartungen einschließlich „Erwartungs-Erwartungen“ (Luhmann) sowie individuelles oder systemisches Lernen (siehe zusammenfassend Tabelle 2). Diese Mechanismen entstammen allesamt entsprechender sozialwissenschaftlicher Vorarbeit (insb. North 1990; Thelen 1999; Pierson 2000), berücksichtigen jedoch nicht alle dort genannten (z. B. von Mahoney 2000; Beyer 2005).

	Mechanismus	**Fokus**	**Referenz in der Clusterforschung**
1	Economies of scale und Economies of scope	Kosten	”External economies of scale” (Marshall 1890) ”Agglomeration economies” (Weber 1909)
2	Direkte Netzwerkeffekte Indirekte Netzwerkeffekte	Nutzen	“Agglomeration economies” (Arthur 1990) “Institutional thickness” (Amin/Thrift 1994)
3	Lerneffekte	Fähigkeiten	“Learning region“ (Morgan 1997)
4	Adaptive Erwartungen	Standards	“Adaptation dynamics” (Maillat 1998)
5	Koordinationseffekte	Interaktion	“Agency processes” (Martin/Sunley 2006)
6	Komplementaritätseffekte	Vernetztheit	“Institutional thickness“ (Amin/Thrift 1994)

Tab. 2: Typen selbstverstärkender Mechanismen im erweiterten Modell (Sydow/Lerch 2007b)

Was unter den in der Tabelle 2 aufgeführten sechs Mechanismen – die überwiegend bereits in der Clusterforschung Berücksichtigung finden, dabei aber eher selten mit Pfadabhängigkeiten in Verbindung gebracht werden – in Verbindung mit Pfadabhängigkeiten im Einzelnen zu verstehen ist, wird die weitere Pfadforschung zeigen müssen (für eine Analyse eines der selbstverstärkenden Mechanismen – Koordinationseffekte in Netzwerken und Clustern, aus strukturationstheoretisch informierter Pfadperspektive vgl. Sydow et al. 2009). Auch mit Blick auf die Cluster- und Netzwerkentwicklung gilt für die Wirksamkeit dieser Mechanis-

men, dass „path dependence can be seen as a process or effect that is locally contingent and locally emergent, and hence to a large extent 'place dependent'" (Martin/Sunley 2006, 409).

Immer dann, wenn einer oder mehrere dieser Mechanismen (orts-) wirksam sind und die Möglichkeit der Verriegelung besteht, soll von Pfaden (bzw. hier von Cluster- und Netzwerkpfaden) gesprochen werden. Entsprechende Pfade implizieren zwar die Fähigkeit zur Adaption bzw. zur Absorption von Veränderungsimpulsen, ohne dass es zu einem grundsätzlichen Richtungswechsel kommt. Diesen Möglichkeiten zum Wandel auf dem Pfad bzw. von „on-path changes" (Thelen 1999) steht oftmals, vor allem nach Jahren erfolgreicher Entwicklung die Notwendigkeit eines Pfadbruchs gegenüber, wenn ein radikaler Wandel gefordert ist.

3. Die Phase eigentlicher Pfadabhängigkeit

In der dritten und letzten Phase des Modells wird der eingeschlagene Pfad – oft gerade wegen des zunächst damit verbundenen Erfolgs – unumkehrbar, ist zumindest nur noch unter ganz speziellen Umständen zu brechen oder umzulenken. Dabei kann es sich zunächst um ein durchaus positiv zu beurteilendes Lock-in handeln, das erst in Folge veränderter Umstände – etwa sinkender Nachfrage nach einer bestimmten Technologie – in ein negatives, unerwünschtes Lock-in umschlägt (zu dieser Unterscheidung Martin 2006, 64 ff.; Martin/Sunley 2006, 415 ff.). Auf jeden Fall geht ein Lock-in über eine bloße „strukturelle Trägheit" (Hannan/Freeman 1984) insoweit hinaus, als es von einem Mechanismus positiver Rückkopplung verursacht ist. Das Verlassen des Pfades ist an dieser Stelle, wenn nicht ausgeschlossen, so doch nur unter erheblichem Aufwand möglich. Jedoch soll im Unterschied zum klassischen Modell von David und Arthur davon ausgegangen werden, dass es nicht notwendig zum Lock-in in eine technische, institutionelle oder organisatorische Lösung kommt, sondern zu einem stark verengten Lösungskorridor. Dieser lässt zumindest noch Möglichkeiten für technologische, institutionelle und/oder (inter-)organisationale Innovationen (vgl. Sydow et al. 2005; Martin/Sunley 2006).

Insbesondere durch die Untersuchung Gernot Grabhers (1993) zum funktionalen, kognitiven und politischen Lock-in einer ganzen Region (des Ruhrgebiets der 80er Jahre) ist auch für Cluster deutlich geworden, dass sich ehemalige Stärken, in einem radikal gewandelten Kontext, in ebenso starke Schwächen verwandeln können. Zu einem nicht geringen Maße ist das Lock-in eines ganzen Clusters dabei durch Lock-ins und Lock-outs einzelner Netzwerke im Cluster und damit der schon erwähnten ‚overembeddedness' bestimmt. Dabei ist insbesondere die Pfadabhängigkeit einzelner interorganisationaler Beziehungen und Netzwerke bislang noch nicht wirklich gründlich untersucht worden, obwohl einige empirische Studien durchaus

auf Beharrungstendenzen bei dieser vermeintlich flexiblen Organisationsform ökonomischer Aktivitäten verweisen (vgl. für einen Überblick Sydow 2007). Deutlich machen diese Studien zum Beispiel, dass mit solchen Tendenzen in der Praxis vor allem dann zu rechnen ist, wenn hohe partner- oder beziehungsspezifische Investitionen getätigt worden sind; sich im Netzwerk eine gemeinsame Sicht der Dinge und damit ein entsprechendes Normensystem, ein „groupthink“ (Janis 1982), durchgesetzt hat; wenn Kooperationsbeziehungen zu eng geknüpft sind und das Netzwerk geschlossen ohne Verbindungen nach außen verbleibt.

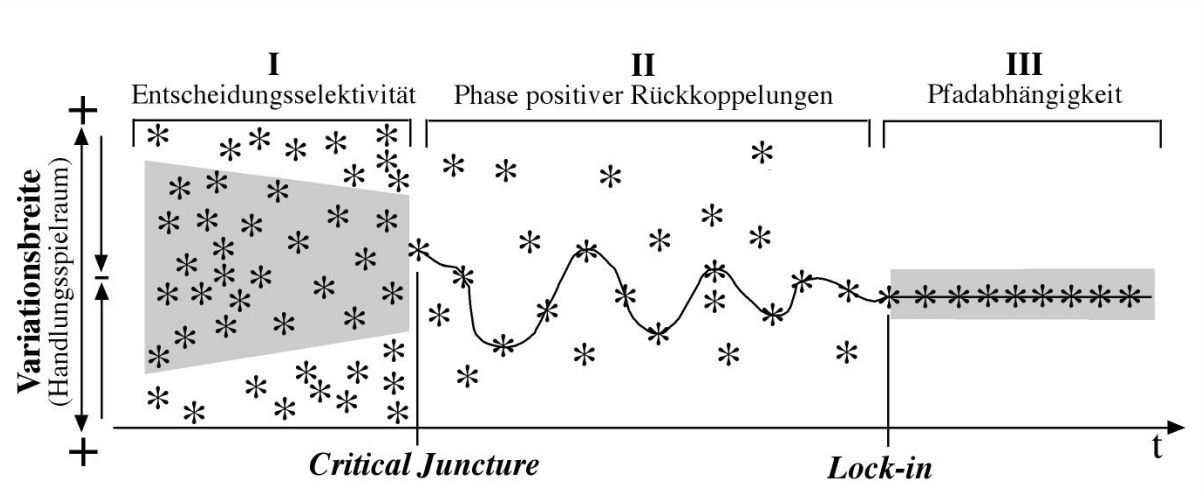


Abb. 18: Erweitertes Modell der Pfadkonstitution (Schreyögg et al. 2003, 272)

Die Abbildung 18, in der die alternativen Handlungsmöglichkeiten und aufzugreifenden bzw. zu thematisierenden Ereignisse mit Sternen gekennzeichnet sind, fasst diese Überlegungen zu den einzelnen Phasen der Pfadkonstitution anschaulich zusammen.

Dimensionen der Pfadabhängigkeit

Die Entstehung der Pfadabhängigkeit, von der frühen Selektivität bis hin zum Lock-in, aber auch die Überwindung der Pfadabhängigkeit durch Pfadbrechung, lässt sich über drei Dimensionen genauer analysieren, die Giddens (1984) als für Soziales universell anwendbar hält und die deshalb auch für Netzwerke und Cluster bzw. für Netzwerk- und Clusterpfade nutzbringend in Anschlag gebracht werden können (Windeler 2003b). Bei den ersten zwei Dimensionen handelt es sich – zumindest auf der Strukturebene – um Regeln, und zwar erstens um Regeln der Signifikation, die die Wahrnehmung und Bedeutungszuweisung von Akteuren anleiten und genau durch diese reproduziert werden, und zweitens um Regeln der Legitimation, die die Entwicklung und Nutzung von Normen durch die Akteure orientieren und die wiederum genau durch ein entsprechendes, insbesondere sanktionierendes Verhalten, das die Verhältnisse zum Beispiel in einem Netzwerk oder einem Cluster als gut oder schlecht bzw. als angemessen oder unangemessen bezeichnet, reproduziert werden. Hinzutreten drittens Ressourcen,

welche die Ausübung von Macht und Herrschaft ermöglichen, sofern sich die Akteure dieser in ihrem praktischen Handeln ‚bemächtigen'. Diese Ressourcen können sowohl materieller als auch immaterieller Art sein.

Die Entstehung einer Pfadabhängigkeit wird in Folge über entsprechende kognitive und/oder normative Verfestigungen ebenso erklärt wie über die Investition in den Aufbau etwaiger materieller oder immaterielle Ressourcen, die potenzielle „sunk costs" darstellen; vor allem aber in dem oft subtilen Zusammenwirken entsprechender Regeln und Ressourcen. In der Konsequenz kann der Prozess, nicht zuletzt der Netzwerk- und Clusterentwicklung, in ein kognitives, normatives und/oder ressourcenbezogenes Lock-in führen (Sydow et al. 2005). Entscheidend kommt es deshalb darauf an, die insbesondere in der Phase positiver Rückkopplungen wirksamen und letztlich solche Lock-ins potentiell erzeugende Selbstverstärkungsmechanismen zu identifizieren und zu analysieren.

In einer pfadsensitiven Clusteranalyse gilt es daher danach zu fragen, welche Anfangsbedingungen vorherrschten und welche historischen Ereignisse entsprechende Prozesse auslösten, aber auch welche „imprints" (Stinchcombe 1965) bestimmte Akteure auf den Entwicklungsprozess des Clusters gehabt haben und welche strukturellen Trägheiten oder gar „institutional legacies" (Crawford/Lijphart 1997) begründet worden sind und sich in einer entsprechenden Systempersistenz spiegeln. Pfadtheoretisch formuliert gilt es die Frage nach der Konstitution etwaiger technologischer, institutioneller und (inter)organisationaler Pfadabhängigkeiten in dem hier skizzierten strikteren Sinne zu stellen.

In der sich an den nachfolgenden methodischen Teil dieser Arbeit anschließenden empirischen Analyse des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg wird daher ein Blick in die ferne und unmittelbare Vergangenheit geworfen, um zumindest historisch bedingte Ausgangsbedingungen für die aktuelle Clusterentwicklung zu beschreiben. Hierbei soll die in diesem konzeptionellen Teil erarbeitete relationale Perspektive auf Cluster als konzeptioneller Rahmen genutzt werden, um nicht nur zu erforschen, wie sich das Cluster bis zum heutigen Zeitpunkt generell entwickelte, sondern wie sich die Beziehungsstrukturen der Clusterakteure gestalteten und veränderten und, welchen Einfluss bestimmte Beziehungskonstellationen der Clusterakteure auf deren Innovationsoutput haben. Am Beispiel eines konkreten Netzwerkes im Cluster wird zudem der Prozess der kollaborativen Innovationsgenerierung verdeutlicht.

3 METHODIK UND UNTERSUCHUNGSDESIGN

3.1 Methoden empirischer Clusterforschung: Identifizierung und Analyse von Clustern

Die empirische Clusterforschung hat in den letzten Jahren ein ganzes Arsenal an Methoden zur Identifikation und Analyse von regionalen Clustern hervorgebracht (vgl. z. B. DTI 2001; van der Linde 2003; Brenner 2004; Sternberg/Litzenberger 2004; Wolfe/Gertler 2004). Ein vages theoretisches Clusterkonzept führt jedoch zu Abgrenzungsproblemen auch in der Empirie. Die *eine* Methode zur Identifikation und Abbildung von Clustern und regionalen Agglomerationen existiert folgerichtig bis dato nicht, weder in Bezug auf zu messende Variablen noch in Hinblick auf die Vorgehensweise mit der geographische Grenzen von Clustern ermittelt werden sollten (vgl. Paniccia 2002; Martin/Sunley 2003; Sternberg/Litzenberger 2004). Hierin liegt auch die höchst unterschiedliche Quantität und Qualität identifizierter Cluster in verschiedenen Studien einer Vielzahl von Autoren begründet.

Die meisten Clusterstudien sind selbst idiosynkratischer Natur, resultierend aus ortsspezifischen politischen Belangen, Ressourcenzwängen, Limitationen der Daten und variierender Interpretationen der theoretischen Literatur. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass es eigentlich erst seit den 1990er Jahren Sinn macht, methodische Entwicklungslinien in der Clusteridentifikation und -analyse herauszuarbeiten, da bis dahin nur vereinzelt Studien angefertigt wurden (vgl. Bergman/Feser 1999a).

Die heute zur Verfügung stehenden Clusteridentifikationsmethoden und Abbildungsstrategien variieren erheblich. Auf der einen Seite des Spektrums stehen nationale Abbildungsansätze, die quasi von oben herab Branche für Branche besonders bedeutsame Lokalisierungen spezialisierter Aktivitäten und verbundener Aktivitäten darstellen. Auf der anderen Seite befinden sich Ansätze, die Cluster nur in einer bestimmten Region identifizieren wollen. Diese „bottom up“ Ansätze sind oft qualitativer Natur (Martin/Sunley 2003, 19). Neben der Vorgehensweise unterscheiden sich die Methoden bezüglich des Zeit- und Kostenaufwandes und somit auch in der Nutzung in der empirischen Clusterforschung und in der praktischen Anwendung (vgl. auch Bergman/Feser 1999a; Krätke/Scheuplein 2001; Koschatzky/Lo 2007). Nachfolgend wird ein Überblick basierend auf Bergman/Feser (1999a, Kap. 3.3) und Kiese (2008, 23 ff.) präsentiert, der mit den am weitesten verbreiteten Methoden beginnt.

3.1.1 Experten- und Sachverständigenbefragung

Die am häufigsten verwendeten Clusteridentifikationsmethoden sind die Befragung von Experten, die Befragung von Fokusgruppen sowie Delphi-Erhebungstechniken und andere Methoden zur Sammlung von Informationen von Schlüsselinformanten. Experten aus der Region, Wissenschaftler oder Führungspersönlichkeiten aus der Industrie oder den Regionalentwicklungsorganisationen, Berater oder Journalisten und andere Entscheidungsträger können als bedeutsame Informationsquellen über regionalwirtschaftliche Charakteristika und Entwicklungen angesehen werden. Zudem können Reports von regionalen Industrievertretungen, Zeitungsartikel und andere publizierte Dokumente, auch wenn sie nicht auf systematischen empirischen Analysen beruhen, als Expertenmeinung herangezogen werden (vgl. Bergman/Feser 1999a). Hieraus lassen sich Stärken und Schwächen der regionalen Wirtschaftsstruktur ableiten und Akteure aus der Region für eine spätere Umsetzung von Clusterstrategien rekrutieren (Kiese 2008, 23).

Roberts und Stimson (1998) beschreiben einen Ansatz mit dem sie Branchen in einer Region anhand von Expertenmeinungen systematisch scannen. Mithilfe einer multi-sektoralen qualitativen Analyse (MSQA), d. h. mit einer einfachen kategorialen (Experten-)Bewertung der regionalen Branchen entlang eines Sets an Performanzkriterien, identifizieren sie Kernkompetenzen, wirtschaftliche Chancen und Risiken sowie strategische Märkte.

Hauptvorteile sind die geringen Kosten und der geringe Zeitaufwand, die mit der Erhebung von Daten aus Expertenmeinungen verbunden sind sowie den reichhaltigen Kontextinformationen zur regionalen Wirtschaft, die dabei meist nebenher abfallen. Problematisch bleibt einzuschätzen, dass derartige Erhebungen selten systematisch durchgeführt werden, sodass die Ergebnisse nur schwer generalisiert werden können. Gleichzeitig besteht die Gefahr, dass Forscher die Genauigkeit von stark formulierten Meinungen überbewerten und den Einfluss einer Vielzahl potentieller Verzerrungen (Bias) unterbewerten (Bergman/Feser 1999a).

3.1.2 Maßzahlen räumlich-sektoraler Konzentration

Zur Identifikation räumlich-sektoraler Konzentrationen stehen verschiedene relative Maßzahlen zur Verfügung. Hierzu sind der Standortquotient (SQ), Koeffizienten der Lokalisierung, der geographischen Assoziation und Spezialisierung und die Lorenzkurve mit dem daraus entstandenen Gini-Koeffizienten (vgl. Schätzl 2000, 60 ff.) zu zählen.

Meist reicht jedoch der Standortquotient zur Identifikation von regionalen Clustern aus. Der SQ errechnet sich einfach aus dem Quotienten von Beschäftigungsanteilen einer Branche in einer Region und dem Beschäftigungsanteil der Gesamtbranche an der Gesamtbeschäftigung. Ein SQ von 1,0 würde einen regionalen Wirtschaftsraum repräsentieren, der den gleichen Anteil der Beschäftigung einer Branche aufweist wie auf nationaler Ebene (vgl. Bergman/Feser 1999a). Standortquotienten von mindestens 1,25 deuten eine regionale Spezialisierung in einer bestimmten Branche an. Dieser Wert wird jedoch kritisch diskutiert (Martin/Sunley 2003, 20). Während z. B. das britische Department of Trade and Industrie (DTI) Cluster mit einem SQ-Wert von 1,25 identifiziert (DTI 2001), nutzen andere Autoren höhere Werte.[41] Je niedriger dieser Wert angesetzt wird, desto mehr räumlich sektorale Konzentrationen werden in einer gegebenen Region identifiziert. Die Möglichkeit der Adaption der Schwellenwerte in Analysen verleiht der Methode eine vergleichsweise hohe Flexibilität (Kiese 2008, 23). Allgemein ist jedoch festzuhalten, dass Standortquotienten nichts über regionale Cluster im oben beschriebenen Sinne aussagen, da sie branchenfokussierte Konzentrationsanalysen darstellen und daher keine Aussagen zu Interaktionen im Cluster selbst und zu Wechselwirkungen zwischen Branchen machen können. Daher sollten weitere Methoden herangezogen werden (Bergman/Feser 1999a).

Der SQ kann ferner nicht differenzieren, ob es sich um Beschäftigung in einem (großen) vertikal integrierten Unternehmen in einer Region handelt oder um Beschäftigung in vielen KMU. Hier setzt eine Weiterentwicklung von Sternberg und Litzenberger (2004) an. Der Cluster Index (CI) entspricht dem Produkt der relativen industriellen Dichte (relative industrial density (ID)), dem relativen industriellen Bestand (relative industrial stock (IS)) und der relativen Größe der Unternehmen (relative size of the companies (SB)). Dabei werden im Clusterindex der respektive Sektor bzw. die Branche (j) und die Region (i), die Anzahl der Arbeitnehmer (e_{ij}), die Anzahl der Unternehmen (b_{ij}) sowie die Größe der Region (a_i) und die Zahl der Einwohner der Region (i_i) berücksichtigt.

$$CI_{ij} = ID_{ij} \times IS_{ij} \times \frac{1}{SB_{ij}} = \frac{\frac{e_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} e_{ij}}}{\frac{i_i}{\sum_{i=1}^{n} i_i}} \times \frac{\frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} b_{ij}}}{\frac{a_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i}}$$

[41] Isaksen (1997) z. B. nutzt einen Wert von 3,0 für Norwegen und das aktuelle European Cluster Observatory (www.clusterobservatory.eu) nutzt einen Wert von 2,0 für ganz Europa.

Eine (beginnende) regionale Agglomeration bzw. Spezialisierung zeichnet sich durch einen Wert größer als eins ab und kann damit identifiziert werden. Sternberg und Litzenberger stellen jedoch in ihrer Analyse fest, dass der kritische Wert für das Bestehen eines Clusters erst bei vier liegt. Gleichzeitig stellen die Autoren fest, dass es keinen exakten Schwellenwert geben kann. Der kritische Wert hängt vielmehr von der Größe der Region, der Ebene der industriellen Agglomeration (vgl. Krätke/Scheuplein 2001, 6) und der Anzahl der zu identifizierenden Cluster ab (Sternberg/Litzenberger 2004, 780).

Ein weiteres Problem der Konzentrationsmaße besteht darin, dass die identifizierten Agglomerationen in der Regel nicht den gängigen Branchen und statistischen Klassifikationen entsprechen und somit auch nicht in SIC, NACE und WZ-Codes der amtlichen Statistiken repräsentiert sind (vgl. Koschatzky/Lo 207).

Die verschiedenen absoluten und relativen Konzentrationsmaße sind auf quantitative Methoden angewiesen, die, sind die notwendigen Daten vorhanden, sehr schnell Ergebnisse liefern. Sie können allerdings nur Clustervermutungen anstellen, da sie die nicht-quantifizierbaren Faktoren, die „statistischen Residuen“ (Castells/Hall 1994), die jedoch die Entwicklung regionaler Cluster und deren Wettbewerbsfähigkeit massiv beeinflussen können, nicht berücksichtigen. Zu diesen Faktoren können u.a. Gründungsneigung und Entrepreneurship, das wissenschaftliche Potential einer Region, die Risikoneigung der lokalen Industrie und das Anpassungsvermögen an technologische und marktliche Veränderungen, die Flexibilität des Arbeitsmarktes, die Lebensqualität, oder die Entwicklung von sozialem Kapital (Coleman 1988; Putnam 1993a, b) in der Region zählen. Außerdem sind keine Rückschlüsse auf Verflechtungen oder institutionelle und soziokulturelle Gegebenheiten möglich. Hierzu sollten weitere, insbesondere qualitative Verfahren herangezogen werden (Kiese 2008, 24).

3.1.3 Input-Output-Analyse

Bei der Input-Output Analyse handelt es sich um ein Verfahren der empirischen Wirtschaftsforschung. Es geht im Wesentlichen auf Wassily Leontief zurück und wird für volkswirtschaftliche Analysen genutzt. Auf der Grundlage von Input-Output-Tabellen wird ein detaillierter Einblick in Transaktionen zwischen verschiedenen Wirtschaftszweigen einer Volkswirtschaft ermöglicht. Cluster können dann auf der Basis von existierenden Produktionsverflechtungen identifiziert werden (vgl. Hauknes 1999; Bergman/Feser 1999b). Auf der Inputseite werden die Produktion und die dabei eingesetzten Vorprodukte und Produktionsfaktoren

nach Branchen untergliedert. Gleichzeitig wird die Outputseite, d. h. die Verwendung der produzierten Mengen, abgebildet. Dadurch werden Güterströme und Produktionsverflechtungen der Volkswirtschaft und darüber hinaus mit der übrigen Welt sichtbar (vgl. Blesses 2007). Dabei können Input-Output Daten auch für die Identifikation basaler Trends in regionalen und sektoralen Wertschöpfungszusammenhängen durch Nutzung von Zeitvergleichen herangezogen werden (Bendavid-Val 1992).

Im Gegensatz zu Porters eher qualitativem Ansatz zur Identifikation von Clustern miteinander verbundener und lokal agglomerierter Unternehmen handelt es sich bei der Input-Output Analyse um einen quantitativen Ansatz, der einen Makrofokus auf gesamte Branchen einnimmt und somit Aspekte von Proximität und Innovativität nicht zu fassen vermag. Andererseits können die Resultate der Analyse, die sich auf gesamte Volkswirtschaften beziehen, bezüglich der Regionen und/oder der Branchen miteinander verglichen werden (Peeters et al. 2001).

Die Input-Output Analyse wäre das ideale Instrument zur Identifikation von Clustern, wenn sie regionale Wertschöpfungszusammenhänge abbilden könnte. Die öffentliche Statistik erfasst jedoch nicht die hierzu nötigen binnenwirtschaftlichen Güterströme (Kieser 2008, 25). Einen Ausweg bieten eigene, meist jedoch sehr aufwendige, Datenerhebungen oder die Anwendung von derivativen Ansätzen, bei denen allerdings die regionale Spezifik, d. h. das Verhältnis von Innen- und Außenorientierung der verschiedenen Güterströme geschätzt werden muss (Krätke/Scheuplein 2001, 49).

Neben der Analyse von Produktionsverflechtungen können mit Hilfe der Input-Output-Analyse auch Innovationsinteraktionen analysiert werden. Die von Innovationserhebungen wie Eurostats Community Innovation Survey abgeleiteten Innovationsmatritzen (vgl. DeBresson 1996 für einen Überblick an Analyseansätzen) beschreiben hierbei den Fluss der Innovationen zwischen denjenigen Akteuren, die Innovationen generieren und denen, die Innovationen nutzen (Bergman/Feser 1999a). Es werden quadratische Matrizen erstellt „suppliers of the innovative output (for example, innovation sales or investments) classified by […] industry in the rows, […] the most frequent user industry of innovative outputs identified in the columns" (DeBresson/Hu 1999, 29). Der Hauptvorteil dieser Analyse liegt in ihrem tatsächlichen Fokus auf vorliegende Innovationswechselbeziehungen und faktische Interaktionen zwischen Branchengruppen (Roelandt/den Hertog 1999). Die Hauptnachteile sind in der Kostenintensität der Datenbeschaffung und in konzeptionellen Schwierigkeiten im Studiendesign zu sehen. Auch hierbei handelt es sich um eine Makroanalyse, die regionale Innovationszusammenhänge im Cluster nicht abbilden kann.

3.1.4 Netzwerkanalyse

Eine der Schwächen bisheriger Clusterstudien ist der Mangel an originären Verflechtungsanalysen, der darin begründet liegt, dass Forscher, Analysten oder Berater in aller Regel nur schwer Zugang zu Informationen über regionale Zuliefer- und Abnehmerbeziehungen bekommen können (Rehfeld 1999, 38). Die Netzwerkanalyse (Jansen 2003; Scott 2000; Wasserman/Faust 1994) bietet einen Methodenkanon, um relationale Daten zu analysieren. Sie ist eine noch relativ neue Methode, die zur Identifizierung und Analyse von regionalen Branchenclustern und zur Analyse der inhärenten Verflechtungen zwischen Clusterorganisationen zunehmend herangezogen wird (vgl. Bergman/Feser 1999a; DeBresson 1996, 167 ff.; Krätke/Scheuplein 2001, 57 ff.).

Verschiedene Datenquellen können zur Analyse der regionalen Verflechtungsbeziehungen genutzt werden (vgl. Krätke/Scheuplein 2001, 64 f.). (1) Daten/Kennziffern der nationalen Input-Output-Analyse können auf die relevante Region heruntergebrochen werden. Als Ergebnis wird jedoch ein rein analytisches Konstrukt generiert, das regionenspezifische Charakteristika der Cluster nicht erfassen kann und keine Analyse von Unternehmensverflechtungen ermöglicht. Ergebnis dieser Analyse wäre lediglich ein Abbild der Verflechtungen zwischen Branchen. (2) In einer regionalen Branchenanalyse werden die regionalen Unternehmensverflechtungen (unvollständig) durch Expertenmeinung bewertet. Auf diese Art sind jedoch nur schwache, subjektiv geprägte Aussagen zu netzwerkanalytischen Maßzahlen wie Dichte, Kohäsion oder Zentralisierung des Beziehungsgeflechts möglich. Auf dieser Basis sind Clustervergleiche nur sehr eingeschränkt möglich. (3) Bei der Netzwerkanalyse von primär erhobenen Beziehungsdaten, die z. B. nach Beziehungsdimensionen und -intensitäten differenziert werden können, kann das gesamte erfassbare Beziehungsgeflecht mit Hilfe der Netzwerkanalyse und deren Maßzahlen untersucht und graphisch visualisiert werden.

Ein großer Vorteil der Netzwerkanalyse liegt in der Möglichkeit, Cluster nachvollziehbar vergleichbar zu machen. Eine vergleichende Analyse und Darstellung kann z. B. auf Basis der Netzwerkdichte, -kohäsion oder Zentralisierung des Netzwerkes erfolgen. Der größte Nachteil dieser Methode ist in der eingeschränkten Datenverfügbarkeit bzw. dem äußerst hohen Ressourcenaufwand bei der Primärerhebung der Beziehungsdaten zu sehen. Dieses Problem wird noch verschärft, wenn es sich um Zeitreihenanalysen handelt.

3.1.5 Umfragen

Grundsätzlich ist es auch denkbar, regional ansässige Unternehmen nach lokalen und überregionalen Wirtschaftsverflechtungen, regionalen Netzwerken und Verbünden zu befragen und somit regionale Cluster zu identifizieren. Eine solche Clusteranalyse setzt allerdings einen sehr hohen Detaillierungsgrad des Erhebungsinstruments voraus, da Unternehmensverflechtungen und informelle Verbindungen vollständig abgebildet werden müssten. Der damit verbundene hohe Aufwand steht meist jedoch in keinem Verhältnis zum im Vergleich mit anderen Methoden möglichen zusätzlichen Erkenntnisgewinn. Dementsprechend sind umfragebasierte Clusteridentifikationsstudien und -analysen sehr selten. Eine Verbindung zwischen begrenzter (Primär-)Erhebung und anderen quantitativen und qualitativen Methoden scheint jedoch für die Clusteridentifikation und -charakterisierung vielversprechend einsetzbar zu sein (vgl. Bergman/Feser 1999a).

3.1.6 Wettbewerbliche Verfahren

Seit etwa Mitte der 1990er Jahre nutzen politische Akteure und nachgelagerte Wirtschafts- und Regionalentwicklungsorganisationen in Deutschland verstärkt wettbewerbliche Verfahren bei der Identifizierung von regional verankerten (Innovations-)Netzwerken, die als wesentliche Bestandteile von regionalen Clustern angesehen werden, oder von regionalen Clustern selbst (vgl. z. B. BMBF 2002; Eickelpasch/Fritsch 2005). In Programmen wie BioRegio (vgl. Cooke 2002; Dohse 1998, 2000, 2003, 2007), EXIST (vgl. Kulicke 2003), Innoregio (vgl. Eickelpasch et al. 2002; 2004; DIW 2005) oder Optecnet (vgl. 4.3.1) werden Akteure und regionale interorganisationale Netzwerke aufgefordert, Anträge auf Förderung kooperativer Forschungs- und Entwicklungsprojekte, Ausgründungs- und/oder Technologietransferaktivitäten oder gemeinsamer regionaler Netzwerk- und Clusterentwicklung zu stellen. Basierend auf einer Evaluation der Anträge, die meist von Projektträgern wie DLR, Projektträger Jülich, VDI Technologiezentrum oder VDI/VDE-IT organisiert werden, werden Vorhaben selektiert und öffentlich gefördert.

Als primäre Ziele dieser Wettbewerbe kann die effiziente Verwendung von Fördermitteln sowie die Mobilisierung von in Regionen vorhandenen Potenzialen angesehen werden. Gleichzeitig steht die Institutionalisierung von Netzwerken im Cluster im Vordergrund der

Aktivitäten. Als Sekundäreffekt von Wettbewerben sind aber auch Erkenntnisse zur Existenz von Clustern sowie Einblicke in den Entwicklungsstand von (Netzwerken in) Clustern möglich (vgl. Kiese 2008, 26).

3.1.7 Analyse auf der Basis von Wertschöpfungssystemen

Das Konzept der Wertschöpfungskette wurde von Porter (1985) geprägt. Sie stellt eine Kette von Wert schöpfenden Aktivitäten dar, die Produkte und Dienstleistungen im Unternehmen und in unternehmensübergreifenden Prozessen durchlaufen und damit einen Wertzuwachs erfahren.

Auf einer höheren Aggregationsebene als dem Unternehmen selbst lassen sich Unternehmen, in denen jeweils Wertschöpfung erfolgt, als Elemente bzw. Glieder in einer unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette bzw. als Wertwertschöpfungs- und Distributionsnetzwerk darstellen. Die branchenweit synchronisierten Interaktionen von regionalen Wertketten bilden eine erweiterte, manchmal globale, Wertschöpfungskette. Ein derartiges Wertschöpfungssystem beinhaltet sowohl die Zulieferer eines betrachteten Unternehmens und wiederum dessen Zulieferer usw. als auch die Abnehmer und deren Käufer usw. der erstellten Produkte und/oder Dienstleistungen.

Da es nicht einfach nur um eine Auflistung der Bearbeitungsstufen eines Produktes bzw. einer Dienstleistung geht, sondern die vertikalen, horizontalen und lateralen Verbindungen aufgenommen werden, ist das Instrument der Wertschöpfungskettenanalyse dazu geeignet (regionale) wirtschaftliche Zusammenhänge abzubilden. Hierbei ist zuerst ein „Cluster-Kern“ zu identifizieren. Hierbei kann es sich um einen Endhersteller (OEM), bedeutsame (System)Zulieferunternehmen und/oder Vertriebsunternehmen handeln, bei denen Zuliefer- bzw. Abnehmerbeziehungen zusammenlaufen. Davon ausgehend ist ein „Cluster-Umfeld“ mit vorgelagerten und nachgeordneten Wertschöpfungskettengliedern zu identifizieren. Diese stellen Kettenglieder mit eher beschränkten oder seltenen Interaktionen zu den anderen Kettenmitgliedern dar (vgl. Krätke/Scheuplein 2001, 52).

Nach der Abbildung der vertikalen Wertschöpfungskettendimension, d. h. der regionalen Zuliefer- und Abnehmerbeziehungen, sollten horizontale und laterale Beziehungen, z. B. zu Wettbewerbern, zu unterstützenden Organisationen und ggf. Forschungseinrichtungen hinzugefügt werden, um das regionale Wertschöpfungssystem zu vervollständigen.

Anknüpfend an das Konzept der Kernkompetenzen (Prahalad/Hamel 1991) können bedeutsame Clusterakteure und Hierarchieverhältnisse einer Wertschöpfungskette analysiert werden. Die auf Einzelunternehmen fokussierte Betrachtung von Kernkompetenzen – von Fähigkeiten der Unternehmen, mit denen sie sich entscheidende Wettbewerbsvorteile erarbeiten – kann auch auf Produktionscluster ausgeweitet werden, da Wettbewerbsvorteile von Clusterunternehmen auch in den schwer imitierbaren und schwer substituierbaren regionalen Beziehungsstrukturen begründet liegen können (vgl. Krätke/Scheuplein 2001, 52 f.). (Kern-)Kompetenzen werden demnach nicht nur unternehmensintern generiert, sondern auch in Form von kooperativen Kernkompetenzen in den unternehmensübergreifenden Beziehungen (vgl. Duschek 1998, 2002). In regionalen Clustern kann eine nur hier anzutreffende spezifische Verknüpfung von Fähigkeiten, die vielleicht allgegenwärtig verfügbar sind, einen Wettbewerbsvorteil konstituieren. Eine derart im regionalen Cluster begründete Kernkompetenz von Unternehmen kann z. B. in der horizontalen Verbindung von Unternehmen, die sich auf der gleichen Wertkettenstufe im Cluster befinden, oder in der Verbindung zu in der Region ansässigen öffentlichen Institutionen wie z. B. Forschungseinrichtungen liegen (vgl. Krätke/Scheuplein 2001, 53).

Mithilfe der Analyse regionaler Wertschöpfungsketten können der Entwicklungsstand eines Clusters und eventuell noch in der Region fehlende Kettenglieder identifiziert werden. Gleichzeitig ist auf den erheblichen Aufwand einer umfassenden regionalen Wertschöpfungskettenanalyse hinzuweisen, sodass eine nur exemplarische Anwendung der Methode bei für einen regionalen Cluster bestimmende(n) Wertschöpfungskette(n) angezeigt ist (Kiese 2008, 25).

3.1.8 Verfahren zur Abschätzung der Entwicklungsdynamik

Bei der Analyse von Clustern wird häufig von den Entwicklungsaussichten einer nationalen Branche oder höheren Aggregationsebene (z. B. weltweite Branchenentwicklung) auf eine ähnliche Entwicklungsdynamik eines regionalen Clusters, der in diesem Technologiebereich tätig ist, geschlossen, ohne jedoch die besonderen regionalen Entwicklungszusammenhänge zu berücksichtigen. Ein derartiges Vorgehen ist nicht angebracht, da die regionalen Verhältnisse sowohl eine positive als auch eine negative Abweichung vom übergeordneten Entwicklungstrend bewirken können (Kiese 2008, 24).

Qualifizierte Aussagen zur Entwicklungsdynamik eines regionalen Clusters lassen sich erst nach detaillierter Analyse der Situation im untersuchten Cluster abgeben. Hierzu sind Basisdaten zur Entwicklungsdynamik eines identifizierten Clusters zu ermitteln. Aus der statistischen Erhebung von Daten zur Beschäftigten- und Unternehmenszahl sowie der Höhe der Umsätze zu mindestens zwei Zeitpunkten lassen sich die absolute Größe des Clusters eruieren und absolute und/oder relative Veränderungsraten errechnen und analysieren (Krätke/Scheuplein 2001, 47).

Mit diesen Daten ist es ebenfalls möglich, eine Struktur-Komponentenanalyse der bisherigen Entwicklung durchzuführen, d. h. es lassen sich die identifizierten Veränderungen im Verlauf der Zeit auf einen Struktureffekt und einen Regionaleffekt zurückführen. In einer derartigen Shift-Analyse wird die Veränderung von regionalen Clusterkennzahlen wie z. B. der Beschäftigten- und Unternehmenszahl und/oder der Höhe der Umsätze ins Verhältnis der Veränderung dieser Kennzahlen auf der höheren Aggregationseben, z. B. der nationalen Branche, gesetzt. Stellt man die im regionalen Cluster beobachtete Veränderung einer hypothetischen Veränderung, die sich ergeben hätte, wenn sich das regionale Cluster genau so verändert hätte, wie der übergeordnete Bezugsraum (Strukturkomponente), gegenüber, kann die Abweichung als Regionaleffekt bzw. Regionen-Komponente ermittelt werden (vgl. Tengler 1989).

Hinter dem regionenspezifischen Anteil der festgestellten Entwicklung verbergen sich zahlreiche Einflussfaktoren (regionenspezifische Organisationsformen und interorganisationale Beziehungen, für die Region typische Produktionskonzepte, eigentümliche Innovationsaktivitäten, spezifische Infrastruktur, regionale Förderpolitik und Entwicklungsstrategie), die mit der Shift-Analyse nicht betrachtet werden können (vgl. Krätke/Scheuplein 2001, 47 f.).

Ergibt sich aus der Shift-Analyse ein positiver Regionaleffekt, dann lässt sich eine positive Entwicklungsdynamik vermuten. Entwickelt sich ein regionales Cluster schlechter als die nationale Branche, so kann auf Defizite in der Clusterentwicklung oder auf ein eingehendes regionales Cluster geschlossen werden. Dabei hängt jedoch die Aussagekraft der Ergebnisse der Shift-Analyse vom Untersuchungszeitraum und der Disaggregation der Ausgangsdaten ab (Kiese 2008, 24). Schätzl (2000, 84) zweifelt im Gegensatz dazu die generelle Eignung der Shift-Analyse als Prognoseinstrument an.

3.1.9 Zwischenfazit und die Frage „Sind Cluster(-Unternehmen) erfolgreicher?“

Jede der aufgezeigten Methoden hat charakteristische Stärken und Schwächen, die es in der Praxis durch eine Kombination von Methoden zumindest teilweise auszugleichen gilt. Insbesondere ist eine Verbindung aus quantitativen und qualitativen Methoden zu empfehlen. Das Konzept der Ökonomischen Entwicklungskerne (entwickelt am Institut für Wirtschaftsforschung in Halle (IWH)) nutzt z. B. quantitative Indikatoren wie die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und die Anzahl angemeldeter Patente und kombiniert sie mit qualitativen, aus Befragungen gewonnen, Daten (vgl. Rosenfeld et al. 2004).

Auch Krätke und Scheuplein (2001) empfehlen eine Verbindung verschiedener Methoden bei der Identifikation und Analyse von regionalen Clustern. Abbildung 19 verdeutlicht ihr schrittweises Vorgehen.

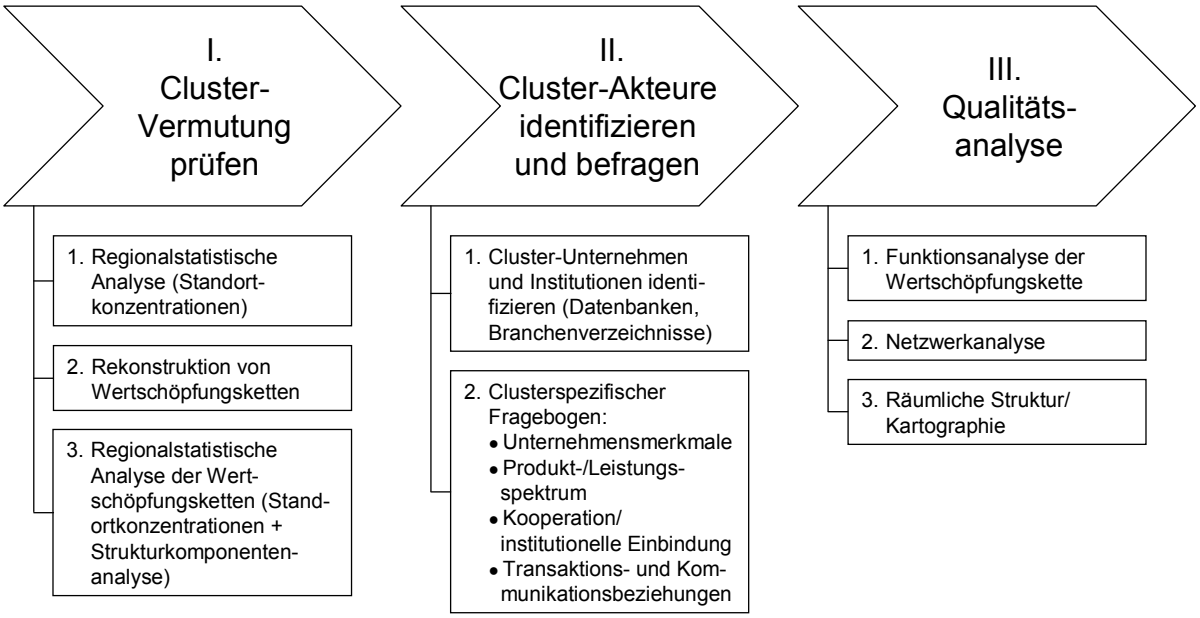


Abb. 19: Vorgehensweise bei der Identifikation und Analyse von Clustern (Krätke/ Scheuplein 2001, 74)

Koschatzky und Lo (2007) stellen fest, dass die Nutzung einzelner vereinfachender Maße nicht ausreichend für die Identifikation und Analyse relevanter ökonomischer Agglomerationen ist. Die Hauptprobleme entstehen durch die mangelnde Verfügbarkeit von Daten auf der regionalen Ebene sowie aus Schwierigkeiten bei der Identifikation und Abgrenzung der relevanten Branche. Die Autoren sehen ebenfalls eine mögliche Lösung in der Vereinigung quantitativer und qualitativer Methoden (vgl. auch Austrian 2000). Koschatzky und Lo (2007) stel-

len hierzu eine Liste mit Methoden und Indikatoren zusammen, die zur Identifikation und Charakterisierung von Clustern genutzt werden kann (siehe Tabelle 3).

Dimension	**Charakteristika**	**Methode/Indikator**
1. Clusterstruktur		
Kritische Masse und interne funktionale Struktur	Kritische Masse	Anzahl und Anteil der Unternehmen/Arbeitnehmer in einem Sektor im Vergleich zur Gesamtzahl in allen Sektoren (Nation)
		Patent- und bibliometrische Indikatoren
		Nationaler und Weltmarktanteil der Unternehmen bei Produkten und Dienstleistungen
	Existenz entscheidender Teile/Verbindungen der Wertkette (Kern, Komponenten)	Sektorale Input-Outputanalyse
		Expertenbefragung (z. B. Forschung und Ausbildung)
	Vollständigkeit der Wertkette	Benchmark (Vergleich mit einer so vollständig wie möglichen „idealen" Wertschöpfungskette)
Regionale und supra-regionale Vernetzung	Qualität der regionalen Vernetzung in Bezug auf Intensität und Effektivität	Netzwerkanalyse: Dichte, Kohesion, Zentralisation
	Verhältnis von regionaler zu supra-regionaler Integration, Unterstützung durch komplementäre Cluster; Proximität zu anderen Agglomerationen	Regionale Input-Outputanalyse
	Intra-regionale Informationsflüsse, gemeinsame Nutzung von Forschungsergebnissen und Technologien	Akteurserhebung, Patent- und bibliometrische Analyse
	Clusterdimensionen; geographische Konzentration	Lokalisationskoeffizient, Variationskoeffizient

Dimension	Charakteristika	Methode/Indikator
2. Auswirkungen und Resultate		
Internationale Wettbewerbsfähigkeit	Wachstum und Wachstumspotential	Arbeitsplatz- und Umsatzwachstum im Vergleich zur regionalen und internationalen Ebene
		Produktivität, Anteile am Value Added
		Trendanalyse von Zukunftsmärkten (Markt- und Branchentrends)
	Supra-regionale Wettbewerbssituation	Exportspezialisierung, Wettbewerbsvor- und Nachteile im Außenhandel
		Marktanteil; internationale Direktinvestitionen
	Exzellenz in der Forschung	Regionale Patentanalyse
		Bibliometrische Analyse
		Drittmittelfinanzierung in Universitäten
		Anteil internationaler Wissenschaftler
		Anteil öffentlicher und privater F&E-Ausgaben
	Human Kapital	Ranking von Universitäten und anderen Ausbildungsinstitutionen, Einrichtungen, Anzahl an Studenten
		Vorhersage der demographischen Entwicklung

Tab. 3: Clusteridentifikations- und -analysemethoden (Koschatzky/Lo 2007)

Auch wenn die Clusterforschung in den letzten 20 Jahren unzählige Identifikations- und Analysemethoden hervorgebracht hat, ist die empirische Evidenz eines positiven Zusammenhangs zwischen intraregionaler Clusterdynamik und einer Steigerung des regionalen Wachstums oder der gesteigerten Innovativität und Produktivität von Clusterunternehmen bisher nicht eindeutig erbracht worden (Best 2001). „Even though the phenomenon of spatial clustering is indeed one of the main ‚classical issues' of economic geography, and despite the fact that

considerable research efforts have been made over the last decade, we have to acknowledge that its causes and effects remain elusive“ (Malmberg/Maskell 2002, 431).

Einige Studien scheinen dennoch Belege dafür zu liefern, dass Clusterunternehmen innovativer, produktiver und damit wettbewerbsfähiger sind. In der empirischen Clusterliteratur lassen sich mehreren Studien identifizieren, welche die Thesen der höheren Produktivität (z. B. Ciccone/Hall 1996; Ciccone 2002; Baptista 2003), der höheren Innovativität (z. B. Baptista/Swann 1998; Molina-Morales/Martinez-Fernandez 2003; Lublinski 2003; Bönte 2004) sowie der höheren Wettbewerbsfähigkeit (Fabiani/Pellegrini 1998 zit. nach Steinle et al. 2007) von Clusterunternehmen belegen (vgl. auch Baptista 1998; Brenner/Gildner 2006; Steinle et al. 2007, 236).

Andere Autoren (z. B. Martin/Sunley 2003) mahnen zu mehr Zurückhaltung und fordern mehr detaillierte vergleichende Forschung zur Innovativität und Produktivität von Unternehmen innerhalb und außerhalb von Clustern. Sie beklagen zudem, dass die empirischen Belege, die für die überlegene Leistungsfähigkeit von Clustern angeführt werden, meist nur auf einzelnen erfolgreichen Beispielen beruhen (vgl. z. B. auch Malmberg 1996). Die Ergebnisse weiterer empirischer Studien scheinen zumindest ambivalent (vgl. Beaudry/Breschi 2003) oder gar keinen Einfluss von Clustern auf die Innovativität oder das Wachstum der Clusterunternehmen zu zeigen (vgl. z. B. auch Steiner 1998). Auch konnte das Vorhandensein lokaler Zuliefer- und Absatzbeziehungen in vielen empirischen Studien nicht eindeutig nachgewiesen werden (z. B. McCann 1995; Malmberg/Maskel 2002).

Ein differenzierteres Bild propagiert Glasmeier (2000, 565 f.), wonach sich Clustervorteile nur in bestimmten Branchen, zu bestimmten Zeitpunkten oder in bestimmten Phasen des Lebenszyklus eines Clusters an ganz bestimmten Standorten und nur unter ganz bestimmten Bedingungen finden lassen. In Branchen, die F&E- sowie humankapitalintensiv sind, bzw. in den Branchen, in denen der Austausch impliziten Wissens im Innovationsprozess eine besondere Rolle spielt und die sich noch in einer frühen Entwicklungsphase befinden, scheinen sich Clustervorteile empirisch noch am ehesten aufzeigen zu lassen (vgl. z. B. Audretsch/Feldman 1996; Audretsch 1998; Keeble/Wilkinson 2000). Bezogen auf Wissensübersprünge konnte zwar eine begrenzte geographische Reichweite nachgewiesen werden (Jaffe et al. 1993), die räumliche Reichweite scheint jedoch stark zu variieren (Döring/Schnellenbach 2006, 383).

Aufgrund der nach wie vor uneinheitlichen Ergebnisse der empirischen Clusterforschung sollten sich die Forschungsanstrengungen daher auf fünf Richtungen konzentrieren (vgl. Kiese 2008, 32). (1) Fallstudien sollten systematisch integriert werden. (2) Regionale Cluster sollten

als mehrdimensionale Wertschöpfungssysteme untersucht werden. (3) Die defizitären Einzelmethoden zur Identifikation und Analyse von Clustern lassen eine Kombination der Methoden angemessen erscheinen. (4) Am Nachweis der Clustereffekte muss weiterhin gearbeitet werden und zwar auf verschiedenen Analyseebenen (z. B. Unternehmen, Netzwerk, Cluster und Region). (5) Da die Politik danach „dürstet“, regionale Cluster zu fördern, sollte die empirische Clusterforschung Methoden und Konzepte (weiter)entwickeln, um förderwürdige Cluster und Netzwerke, die sich zu Clustern entwickeln lassen, zu identifizieren und zu evaluieren. In diesem Zusammenhang sollten schließlich sowohl die Clusterentwicklung als auch Clusterpolitiken begleitet und evaluiert werden.

3.2 Methodisches Konzept der empirischen Untersuchung

Im Anschluss an die vorangegangenen eher grundlegenden Erörterungen zur Identifikation und Analyse von Clustern soll an dieser Stelle das konkrete Design der Analyse des Clusters optischer Technologien in Berlin-Brandenburg in dieser Arbeit erläutert werden. Hierbei kommt ein Mix quantitativer und qualitativer Methoden der empirischen Sozialforschung sowie ausgewählter, eingangs eingeführter, Methoden der Clusterforschung zum Einsatz.

3.2.1 Einführung in die empirische Untersuchung

In den Sozialwissenschaften kann zunächst grundsätzlich zwischen quantitativen und qualitativen Forschungsansätzen bei der Auswahl des methodischen Vorgehens unterschieden werden. Quantitative Ansätze messen einen Ausschnitt der Beobachtungsrealität und verarbeiten die gewonnenen Messwerte mit statistischen Verfahren mit dem Ziel, allgemeine und repräsentative bzw. universell geltende Muster, Modelle und Gesetze zu identifizieren (vgl. z. B. Bortz/Döring 1995, 271). Im Gegensatz zu dieser Herangehensweise, die sich an den Kriterien und Postulaten der analytisch-nomologischen Wissenschaftstheorie orientiert und sich durch eine positivistische Epistemologie auszeichnet, stehen alternative Strategien und Konzepte der qualitativen Sozialforschung (vgl. z. B. Lamnek 2005; Flick 2007). Bei qualitativen Ansätzen wird den subjektiven Perspektiven der Beforschten bei der Datenerhebung ein entscheidender Stellenwert eingeräumt. Die Rollentrennung bleibt hierbei, im Gegensatz zur Aktionsforschung (action research) oder Handlungsforschung (vgl. z. B. Gunz 1986; Wagner

1997) zwischen Forscher und Objekten der Datenerhebung bestehen (vgl. Kromrey 2002, 528). Die qualitative Sozialforschung folgt i.d.R. einem interpretativen Paradigma und versucht, ausgehend von einer subjektiven Grundannahme, die Mechanismen der gesellschaftlichen Konstruktion der Wirklichkeit (Berger/Luckmann 1980) zu erschließen (Ernst 2002, 33).

Kromrey (2002, 529 f.) fasst die wesentlichen Kritikpunkte an der klassischen, d. h. statistik-basierten quantitativen, Sozialforschung zusammen (vgl. auch Lamnek 2005, 6 ff.). Demnach zeigt (1) die Forschungspraxis, dass relativ sichere Ergebnisse nur dann erzielt werden können, wenn eine Fragestellung sehr, bis zur Belanglosigkeit, eingeschränkt wird. Somit kann der Anspruch, sozialtechnologisches Wissen bereitzustellen, nicht erfüllt werden. (2) Da bei der Erforschung der sozialen Realität viele unkontrollierbare Faktoren eine Rolle spielen, repräsentieren einige Gebiete der Sozialwissenschaft ein Schlachtfeld widersprüchlicher Resultate. (3) Da es für den Forscher nicht absehbar ist, ob und wie Erkenntnisgewinne erzielt werden können, fallen Forschung und Praxis auseinander. Weil die Sozialforschung zudem wertneutral zu argumentieren sucht, tendiert sie dazu, den Status quo zu stützen. Sozialwissenschaft führt der Praxis zwar wissenschaftlich generiertes Wissen zu, kümmere sich aber nicht darum, was damit geschehe oder wie es genutzt wird. (4) Innerhalb der traditionellen Sozialforschung stimmen forschungspraktische Regeln nicht mit den Regeln der zugrundeliegenden Wissenschaftstheorie bzw. Methodologie überein. Durch zweifache Reduktion werde versucht, die forschungspraktischen Regeln zu erfüllen. Einerseits werden die Postulate der Validität und Reliabilität so eng interpretiert, dass sie auf der messtechnischen Ebene immer als erfüllt gelten können. Andererseits wird der Untersuchungsgegenstand auf die Anforderung des Instruments (Befragung) hin definiert. (5) Eine statistik-basierte, rein quantitative Sozialforschung kann besondere Eigenarten des Untersuchungsgegenstandes, des Sozialen, nicht berücksichtigen. Vielmehr wird versucht, naturwissenschaftliche, positivistische Denkmodelle an die soziale Realität heranzutragen. Das Soziale ist aber sozial definiert. Eine derart subjektive Komponente geht jedoch im Prozess der „Entsubjektivierung“ einer auf „Objektivierung“ ausgerichteten Forschung verloren. (6) Die ausschließliche Nutzung standardisierter Datenermittlung schränkt zudem den für die Sozialforschung zugänglichen Gegenstandsbereich und die Möglichkeiten einer differenzierteren Analyse erheblich ein. Mit standardisierten Erhebungsinstrumenten sind insbesondere die mit den Handlungszusammenhängen und Kommunikationsmustern verbundenen Sinngehalte und (subjektiven) Interpretation durch die Handelnden kaum zu erfassen. Eine Standardisierung fördert zudem eine umdeutende Selektion von Beobachtungsergebnissen, vor allem in Richtung von Verhaltens- und Denkweisen in Entsprechung zu bestehenden Normen und Werten. (7) Die Gütekriterien der statistik-

basierten, rein quantitativen Sozialforschung (Zuverlässigkeit, Gültigkeit, Repräsentativität) sind für die Untersuchung des Sozialen nur sehr eingeschränkt geeignet, wenn unterstellt wird, dass der Untersuchungsgegenstand eine gewisse Eigenartigkeit aufweist. Weder die Wahrheit oder Falschheit von Untersuchungsergebnissen, noch die Angemessenheit des forschungstechnischen Vorgehens können daher unter Verwendung dieser Kriterien entschieden werden. Aufgrund der vorgebrachten kritischen Einwände soll in dieser Arbeit kein rein quantitatives, statistik-basiertes Untersuchungsdesign zur Analyse der Netzwerkdynamiken im Cluster herangezogen werden. Um die Netzwerkdynamiken im Cluster detailliert beschreiben zu können, sollen zunächst die Möglichkeiten der qualitativen Sozialforschung eruiert werden, inwiefern sie den Untersuchungsgegenstand beleuchten können.

Für die in dieser Arbeit anstehende Analyse weist ein qualitatives Forschungsdesign (vgl. hierzu Bortz/Döring 1995, 271 ff.; Ernst 2002, 34 f.; Lamnek 2005, 20 ff.) eine Reihe von Vorzügen auf: Charakteristisch für qualitative Methoden ist das hohe Maß an Ergebnisoffenheit, da die Ergebnisse nicht in vorher definierten und standardisierten Kategorien erfasst sind. Qualitative Methoden sind daher besonders für explorative Studien geeignet, die es zum Ziel haben, auch unerwartete, vielleicht aber besonders aufschlussreiche, Informationen in die Analyse mit einzubeziehen. Qualitative Methoden verlangen vom Beforschten eine höhere Eigenleistung und lassen ihnen mehr Gestaltungsmöglichkeiten in der Beantwortung und Interaktion mit dem Forscher, als dies in standardisierten Befragungen anhand skalierter Fragebögen möglich ist. Der Forscher hat zudem die Möglichkeit, flexibel auf die besondere Situation in der Untersuchung bzw. Befragung zu reagieren, indem neue Themen aufgegriffen werden können, die im Verlauf der Untersuchung als relevant erscheinen. Die qualitative Methodologie ermöglicht es, Forschung als Prozess aufzufassen. Ziel dieses Prozesses ist es, die kollektiven Deutungs- und Handlungsmuster der Beforschten, die durch Interaktionen reproduziert und verändert werden, zu beschreiben und zu untersuchen. Die subjektiven Bedeutungen können jedoch nur in einem kommunikativen Prozess zwischen Forscher und Beforschten rekonstruiert werden, wobei dieser Prozess verändert werden kann, sobald dies durch den Forschungsgegenstand induziert wird. Qualitative Methoden ermöglichen es, auch Inhalte zu erfassen und zu erfahren, die mit Hilfe standardisierter skalierter Fragebögen nicht expliziert werden können. Die Subtilität dieser Methoden kann die Thematisierung z. B. persönlicher Meinungen und Einschätzungen genauso befördern, wie die Thematisierung politischer Prozesse in und zwischen Organisationen. In qualitativen Methoden werden die Verbalisierungen der Erfahrungswirklichkeit der Beforschten interpretiert und knüpfen somit direkt an die Be-

deutungskonstruktion der Beforschten an. Damit wird die Gefahr einer ungewollten Selektion, Verzerrung und Reduktion der Vielschichtigkeit der sozialen Realität vermindert.

Als Nachteile der qualitativen Methoden werden die mangelnde Repräsentativität und mangelnde Reproduzierbarkeit der gewonnenen Ergebnisse gesehen (vgl. Foddy 1993, 16). Ersteres Problem ergibt sich aus dem, mit einem qualitativen, offenen Forschungsdesign verbundenen, hohen Aufwand für Erhebung und Auswertung der qualitativen Daten. Die durch forschungspragmatische und -ökonomische Gründe bedingte Begrenzung einer Stichprobe oder der untersuchten Fälle schränkt, so die Kritiker, die Generalisierbarkeit von Ergebnissen qualitativer Forschung erheblich ein. Repräsentativität, wie sie in der quantitativen Forschung gefordert wird, kann es in der qualitativen Forschung jedoch gar nicht geben, da dies eine einheitliche Wirklichkeit voraussetzten würde. Diese existiert aber nach den ontologischen Annahmen der qualitativen Forschung nicht. In der qualitativen Forschung und den dazu gehörenden theoretischen Ansätzen liegt „das Interesse weniger auf [der] zahlenmäßige[n] Verteilung bestimmter Merkmale als auf [der] Erkenntnis wesentlicher und typischer Zusammenhänge, die sich an einigen wenigen Fällen aufzeigen lassen, unabhängig davon, wie häufig diese Merkmalskombination vorkommt“ (Lamnek 2005, 183). Für die Analyse von Netzwerkdynamiken im Cluster in dieser Arbeit bedeutet dies, dass erörterte Zusammenhänge und Ergebnisse nicht als allgemeine Gesetzmäßigkeiten gelten sollen. Dass die aufgezeigten Zusammenhänge gleichwohl charakteristisch für Netzwerkdynamiken in anderen regionalen Hoch- oder Querschnittstechnologie-Clustern sind, kann jedoch unterstellt werden.

Der zweite wesentliche Kritikpunkt an der qualitativen Forschung steht in Verbindung mit der Zuverlässigkeit der Forschungsergebnisse. Die Kritik entsteht insbesondere dadurch, da das umfangreiche Methodenarsenal, und besonders die Vielzahl an Auswertungsverfahren, schwer nachvollziehbar angewendet werden. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Zuverlässigkeit und Validität der Forschungsergebnisse dadurch gewährleistet werden, dass die unternommenen Forschungsschritte möglichst weitgehend offen gelegt werden.

In der qualitativen Sozialforschung kommt dem Forscher eine Sonderrolle zu, da er die soziale Realität durch Interpretation und Bedeutungszuweisung rekonstruieren muss. Hierzu ist es jedoch notwendig, dass der Forscher die Bedeutung der verwendeten Sprachsymbole sowie den situativen Kontext kennt (Lamnek 2005, 32). Subjektivität von Forscher und Beforschtem werden somit Bestandteil des Forschungsprozesses und werden nicht, wie dies bei quantitativen Verfahren so weit wie möglich versucht wird, ausgeklammert (Flick 1998, 15). Während einige Autoren eine Unvereinbarkeit quantitativer und qualitativer Forschung sehen (ebenda,

56), mildern andere diese postulierte Unvereinbarkeit ab und erkennen eher einen Unterschied zwischen diesen beiden Forschungsrichtungen auf der Ebene der Erklärungsstrategien (vgl. Gläser/Laudel 2006, 26). Quantitative Forschungsansätze wählen demnach zumeist eine statistik-basierte Erklärungsstrategie zum Nachweis statistischer Kausalzusammenhänge. Qualitative Ansätze nutzen hingegen eine fallbasierte Erklärungsstrategie, d. h. hierbei wird versucht, Zusammenhänge durch eine möglicht tiefgründige Analyse eines Falles oder weniger Fallstudien zu erschließen. Ob ein Forschungsansatz als qualitativ oder quantitativ angesehen werden muss, liegt demnach in der Erklärungsstrategie begründet und nicht in der Art der verwendeten Daten (vgl. Eisenhardt/Graebner 2007, 28).

Auch wenn zunehmend davon ausgegangen werden kann, dass beide Forschungsansätze durchaus miteinander vereinbar sind (vgl. auch Shah/Corley 2006 und bezogen auf die empirische Clusterforschung Krätke/Scheuplein 2001), so sind doch im Vergleich zur quantitativen Forschung andere, als die für die klassische statistik-basierte quantitative Forschung herangezogenen, Gütekriterien anzusetzen. Mit dem Ziel, die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisgewinnung zu steigern, hat Mayring (2002, 144 ff.) allgemeingültige Gütekriterien qualitativer Forschung formuliert (vgl. auch Lamnek 2005, 146 f.). (1) Das Verfahren der Ergebnisgewinnung ist hiernach genau zu dokumentieren, da die qualitative Forschung wegen der besonderen Gegenstandsbezogenheit nur vereinzelt standardisierte Verfahren nutzen kann. (2) Angestellte Interpretationen sind argumentativ abzusichern und alternative Deutungen sind zu überprüfen und zu widerlegen. (3) Trotz Offenheit gegenüber dem Forschungsgegenstand, sind die Interpretationen durch ein regelgeleitetes, schrittweises Vorgehen abzusichern. Die Abänderung von Untersuchungssequenzen muss möglich bleiben. (4) Dadurch, dass der Forscher möglichst nahe an den Beforschten herantritt und in deren Alltagswelt eintaucht soll eine besondere Nähe zum Forschungsgegenstand erreicht werden. (5) In einem kommunikativen Validierungsschritt wird überprüft, ob sich die Beforschten in den Analyseergebnissen wieder finden. (6) Durch Triangulation, d. h. der Verbindung mehrerer Analysegänge (z. B. durch Nutzung unterschiedlicher Datenquellen, Theorieansätze und/oder quantitativer und/oder qualitativer Methoden) sollen verschiedene Lösungsansätze gefunden und miteinander verglichen werden. Hierdurch kann die Repräsentanz erhobener Daten überprüft und begründet werden.

Als qualitatives Untersuchungsdesign, das die nötige Offenheit auch zur Nutzung verschiedener Methoden gewährleistet, wird in dieser Arbeit die Fallstudienanalyse als Erklärungsstrategie gewählt. Eisenhardt definiert die Fallstudie als „research strategy which focuses on understanding the dynamics present within single settings“ (1989, 534). Durch „den Rückgriff auf den Fall in seiner Gesamtheit und Komplexität […versucht die Fallanalyse] zu genaueren

und tief greifenderen Ergebnissen zu gelangen“ (Mayring 2002, 42). Dieses Vorgehen scheint geeignet, Netzwerkdynamiken im Cluster der optischen Technologien in Berlin Brandenburg umfassend und in der zu erwartenden Komplexität, Historizität und Dynamik in hoher Auflösung detailliert zu betrachten.

Yin beschreibt die Fallstudienanalyse als „an empirical inquiry that: investigates a contemporary phenomenon within its real-life context; when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident; and in which multiple sources of evidence are used“ (1989, 23). Dabei zielt die Fallstudienanalyse nicht auf eine allgemeine Generalisierbarkeit, d. h. darauf, Ergebnisse auf einen anderen Fall zu übertragen, sondern vielmehr darauf, sie auf eine übergeordnete Theorie oder ein Konzept zu übertragen.

Da in dieser Arbeit Netzwerkdynamiken in einem konkreten Clusterfall untersucht werden sollen, impliziert bereits diese generelle Fragestellung, dass mehr als eine Analyseebene im Untersuchungsdesign berücksichtigt werden muss. Ferner sind (Cluster-)Akteure in Netzwerken sozialer Beziehungen eingebettet, die Handlungen ermöglichen und begrenzen können. Brass et al. (2004) plädieren nicht nur für eine angemessene Berücksichtigung der verschiedenen Analyseebenen in der (Inter-)Organisations- und Managementforschung, sondern auch für eine Beachtung von Phänomenen, die sich zwischen den verschiedenen Ebenen abspielen. Netzwerke sind, wie individuelle Akteure, in umfassendere Kontexte eingebettet (vgl. Granovetter 1985). Um die Veränderung von Netzwerken zu verstehen, ist es also notwendig, sowohl den umfassenderen Kontext, in den Netzwerke eingebettet sind, als auch cross-level Einflüsse in die Erklärung aufzunehmen (Brass et al. 2004, 808). Dabei beeinflussen Netzwerke Ergebnisse (auf verschiedenen Ebenen) und werden somit zu Ausgangsbedingungen für die weitere Entwicklung des Netzwerkes. Mit anderen Worten stehen Netzwerke und Ausgangsbedingungen, d. h. Regeln und Ressourcen der Netzwerkentwicklung, in einem rekursiven Verhältnis (ebenda, 809).

3.2.2 Datenerhebung und -analyse

Da die hier durchgeführte Analyse des Clusters optischer Technologien in Berlin-Brandenburg grundlegende Kenntnisse einerseits der Branche und andererseits des regionalen institutionellen Kontextes erfordert, wurde versucht, zumindest basales Wissen über die wichtigsten Akteure in der Branche und in der Region, aktuelle Diskussionen und Strategien sowie Technologieschwerpunkte als auch die branchenspezifische und wirtschaftspolitische Terminolo-

gie aufzubauen. Dies wurde versucht über die Lektüre einschlägiger Fachzeitschriften (Laser Focus World, Photonik etc.), Berichten aus Tageszeitungen (Financial Times Deutschland, Tagesspiegel, Berliner Morgenpost), wöchentlichen bzw. monatlichen Journalen und Magazinen (Wirtschaftswoche, Berliner Wirtschaft, VDI Nachrichten, Adlershof aktuell, Adlershof Magazin bzw. Adlershof Journal), Web-News-Diensten (Berlinews, idw-online etc.) sowie weiterer Sekundärliteratur (z. B. Branchenstudien von Unternehmensberatungen oder Spectaris) sicher zu stellen. Die Lektüre dieser Literatur begann 2003 mit Beginn des Projektes „Bewertung und Begleitung der Netzwerkentwicklung von OpTecBB“ und setzt sich bis heute fort. Gleichzeitig wurde der Kontakt zu den Akteuren im Cluster und in der Branche allgemein gesucht. Hierzu dienten die zahlreichen Besuche von OpTecBB-Veranstaltungen (jährliche Strategieworkshops, „Mitglieder stellen sich vor“, Mitgliederversammlungen, Parlamentarischer Abend) sowie weiteren regionalen Veranstaltungen mit Optik-Bezug (Ausstellungen, Messen (LOB und µSYS), Laserstammtische etc.) oder nationalen Veranstaltungen (z. B. BMBF- und BMWi-Kongress „Optische Technologien – Innovationschancen für Deutschland“ am 22. Februar 2005 in Berlin). Hierdurch konnte die Sensibilität für die Branche sowie den regionalen Kontext erhöht werden, so dass eine sinnvolle Erhebung und Analyse der Daten durchgeführt werden konnte.

Die Auswahl des Falles „Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg“ erfolgte weder durch eine zufällige Ziehung noch durch theoretisches Sampling. Der Zugang zu diesem Cluster wurde ursprünglich Anfang 2001 durch ein Beratungsprojekt am Institut für Management der Freien Universität Berlin zur Entwicklung eines Netzwerkentwicklungskonzeptes geschaffen. Ein Folgeprojekt am Institut bewertete und begleitete zwischen 2003 und 2007 (mit Unterbrechungen) die Netzwerkentwicklung von OpTecBB. In diesem Rahmen sind die meisten der in dieser Arbeit verwendeten quantitativen und qualitativen Daten erhoben worden.

Um einer Mehr-Ebenen-Perspektive in der Analyse zu entsprechen, und da die Datenerhebung im Rahmen der Netzwerkevaluation oder -bewertung von OpTecBB auf eine Verbesserung des Netzwerk- bzw. Clusterentwicklungsprozesses zielte, wurden drei Ebenen berücksichtigt. Zunächst wurden Netzwerke zwischen kleineren und größeren Unternehmen, wissenschaftlichen Einrichtungen und anderer Organisationen untersucht. Dies erschien notwendig, da in einem forschungsintensiven Feld wie dem der optischen Technologien oft projektbezogene interorganisationale Kooperationen darüber entscheiden, ob ein regionales Cluster tatsächlich einen Mehrwert schafft, der über klassische, in der regionalökonomischen Forschung seit Langem bekannte Agglomerationsvorteile hinausgeht. Zudem wurde die Ebene des ge-

samten regionalen Clusters bzw. des regionalen Kompetenznetzes in die Bewertung und Datenerhebung einbezogen. Darüber hinaus wurde ferner auf Organisationen und die Effekte fokussiert, die die Vernetzung auf der Ebene einzelner Organisationen verursachen.

Für diese Arbeit wurden auf allen drei Ebenen sowohl quantitative als auch qualitative Daten erhoben (vgl. Tabelle 4), ausgewertet und an die Akteure zurückgekoppelt.

Ebene	**Quantitative Daten**	**Qualitative Daten**
Organisation/ Unternehmen	▪ Attributsdaten der Organisationen (z. B. Umsatz-, Mitarbeiter-, Patentzahlen) ▪ Beziehungsdaten	▪ Geschichte der Organisationen ▪ Einschätzungen zur Einbindung in interaktive Innovationsprozesse in der Region
Netzwerk	▪ Anzahl der jeweiligen Netzwerkmitglieder ▪ Im jeweiligen Netzwerk bearbeitete Projekte	▪ Beschreibungen der Entwicklung der Schwerpunkte von OpTecBB ▪ Netzwerkmanagementpraktiken ▪ Einschätzung zur Innovatitvität von OpTecBB-Schwerpunkten bzw. Netzwerken
Kompetenznetzwerk/ Cluster	▪ Anzahl der OpTecBB-Mitglieder/ Größe des Clusters	▪ Einschätzungen zur Entwicklung der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg ▪ Prozesse der Clusterentwicklung

Tab. 4: Auf verschiedenen Analyseebenen erhobene quantitative und qualitative Daten

In der Logik einer Netzwerkanalyse liegt, dass sich die zu erhebenden und auszuwertenden Daten vornehmlich auf das sich zwischen den Akteuren herausbildende Beziehungsgeflecht und die Eigenschaften der Akteure beziehen. Die Daten können gleichzeitig Strukturen aber auch Inhalte (z. B. die Art der Projekte oder Art der Beziehungen) erfassen. Daneben allerdings gilt es auch auf die Aktivitäten und Maßnahmen abzustellen, die in dem Netzwerk oder Cluster zum Einsatz kamen, um dessen Entwicklung voranzutreiben.

Die Daten wurden zum einen in Form persönlicher Interviews mit der Geschäftsstellenleitung und weiteren Experten aus dem Feld, zum anderen aber auch durch eine große Zahl von Telefoninterviews mit OpTecBB-Mitgliedern zu zwei Erhebungszeitpunkten (2004 und 2006) und weitere persönliche Interviews mit Industrievertretern in Brandenburg (2007) sowie durch teilnehmende Beobachtung zwischen 2001 und 2008 an einer großen Zahl von Strategiesitzungen, Mitgliederversammlungen, Workshops, Vernetzungsaktivitäten, Schwerpunkttreffen, Roadmapping-Meetings und Messen erhoben. Die Interviews wurden transkribiert und die besuchten Veranstaltungen protokolliert. Darüber hinaus wurden zahlreiche von verschiedenen Organisationen im regionalen Technologiefeld bereitgestellte Dokumente (Sitzungsprotokolle, Masterpläne, Roadmaps, Präsentationen, Geschäftsberichte) ausgewertet und ein um-

fassendes begleitendes Internet Data Mining sowie vereinzelt, wenn dies für die Betrachtung der Geschichte des Feldes notwendig erschien, Archivrecherchen (z. B. Archiv der Max-Plack-Gesellschaft Berlin, Archiv des Heimatvereins Berlin-Steglitz, Archiv des Bezirksamts Tempelhof-Schöneberg von Berlin, Carl Zeiss Archiv, Bibliothek und Bildstelle des Deutschen Technikmuseums Berlin) betrieben.

In den Telefoninterviews im Frühjahr 2004 wurden vor allem die Beziehungsdaten für die Jahre 2000 (und damit dem Jahr vor Beginn des geförderten gezielten Entwicklungsprozesses des Kompetenznetzwerkes OpTecBB) und 2003 erhoben. 87 OpTecBB-Mitgliedsorganisationen wurden kontaktiert. Davon waren drei Organisationen inzwischen insolvent oder hatten ihren Geschäftszweck verändert oder hatten die Region Berlin-Brandenburg verlassen. 81 Interviews konnten vornehmlich mit den Geschäftsführern der Unternehmen oder Direktoren der Forschungseinrichtungen bzw. den Abteilungsleitern der Optikabteilungen in Forschungseinrichtungen geführt werden. Die Interviews dauerten von ca. 30 Minuten bis ca. 1,5 Stunden (durchschnittlich etwa eine Stunde) und lieferten zu 100 % verwertbare Informationen. Somit lag die Antwortrate für die Erhebungen für die Jahre 2000 und 2003 bei 96,43 Prozent. Neben den relationalen Daten wurden in dieser Erhebung auch qualitative Daten zur Geschichte der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg sowie zur Netzwerkentwicklung von OpTecBB, zu den jeweils wichtigsten Kooperationspartnern der Befragten und zu den bedeutsamsten kooperativen Innovationsprojekten gesammelt (siehe Fragebogen in Anhang A).

Neben der Befragung der OpTecBB-Mitglieder wurden im Sommer 2004 fünf weitere Interviews mit den Sprechern der fünf OpTecBB-Schwerpunkte (siehe Fragebogen in Anhang C) sowie zwei Interviews mit der Geschäftsstellenleitung von OpTecBB (siehe Fragebogen in Anhang D) durchgeführt. Themen waren die Entwicklung der optischen Technologien in der Region allgemein, die Entwicklung der OpTecBB-Schwerpunkte und weiterer Netzwerke in den Schwerpunkten, OpTecBB-Vernetzungsaktivitäten und die Netzwerkentwicklung von OpTecBB. Diese Interviews dauerten in der Regel 90 Minuten.

In der OpTecBB-Vorstandssitzung vom 09.03.2006 wurden die Mitglieder des Vorstandes von OpTecBB mithilfe eines Fragebogens nach ihrer Einschätzung zur Innovativität der einzelnen OpTecBB-Schwerpunkte befragt. Der Fragebogen enthielt Fragen zum Innovationserfolg und zu Innovationsaktivitäten der vier OpTecBB-Schwerpunkte (ohne Aus- und Weiterbildung), die mit Hilfe von 7er Lickert-Skalen bewertet werden konnten.

Im Jahr 2006 wurde eine zweite umfangreiche Erhebungsrunde durchgeführt. Hierzu wurden 111 Einrichtungen im Cluster der optischen Technologien in der Region Berlin-Brandenburg,

die Mitglieder von OpTecBB zu diesem Zeitpunkt waren, kontaktiert. Hiervon waren 17 entweder nicht mehr in der Region oder nicht mehr im Bereich der optischen Technologien tätig oder waren in der Zwischenzeit insolvent gegangen oder aufgelöst worden. Von den verbliebenen 94 Einrichtungen konnten in 83 Fällen Vertreter der OpTecBB-Mitglieder für ein Interview gewonnen werden. Wie schon im Jahr 2004 dauerten die Interviews durchschnittlich etwa eine Stunde (ebenfalls zwischen ca. 30 Minuten und ca. 1,5 Stunden) und lieferten auch in 2006 zu 100 % verwertbare Informationen. Somit lag die Antwortrate in 2006 bei 88,3 Prozent. Neben der erneuten Erhebung von aktuellen relationalen Daten wurden Attributsdaten (Umsatz-, Mitarbeiter-, Patentzahlen, etc.) sowie auch wieder qualitative Daten zur Entwicklung des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg sowie zur Netzwerkentwicklung von OpTecBB, zu den bedeutsamsten kooperativen Innovationsprojekten, Einschätzungen zum Innovationserfolg der Schwerpunkte sowie zur Zufriedenheit der Mitglieder mit der Netzwerkentwicklung von OpTecBB gesammelt (siehe Fragebogen in Anhang B).

Weiterhin wurden im Sommer 2006 zwei etwa jeweils 1,5 Stunden dauernde Interviews mit dem Geschäftsführer von OpTecBB zu aktuellen Entwicklungen im Feld der optischen Technologien, zur Netzwerkentwicklung von OpTecBB, zu Innovationstätigkeiten und zum Technologietransfer in den Netzwerken geführt.

Im Sommer 2007 wurden im Rahmen der Erarbeitung einer Branchenstrategie für das Branchenkompetenzfeld (BKF) Optik im Land Brandenburg (Auftraggeber: Ministerium für Wirtschaf des Landes Brandenburg) weitere Informationen zum Cluster der optischen Technologien in der Hauptstadtregion mit speziellem Fokus auf Brandenburg und den Schnittstellen zu Berlin zusammengetragen und ausgewertet. Basis der Branchenstrategie bildete eine Bestandsanalyse, die mit Hilfe bereitgestellter branchenspezifischer und auf Brandenburg bezogener Materialien, einer Befragung von Vertretern der optischen Industrie und Wissenschaften in Brandenburg sowie leitfadengestützter Experteninterviews erarbeitet wurde. In der Fragebogenaktion, die im August und September 2007 durchgeführt wurde, wurden 50 Repräsentanten (in der Regel Geschäftsführung) identifizierter Brandenburger Optikunternehmen zu Themen wie Entwicklung des BKF, Umsatz-, Mitarbeiter- und Fachkräfteentwicklung, Investitionsneigung und Einschätzung der Standortbedingungen befragt. Nach Nachtelefonieren lagen Ende September 2007 14 auswertbare Fragebögen vor (Rücklaufquote 28 %). Darüber hinaus wurden im selben Zeitraum 18 Vertreter der Branche aus Brandenburg in etwa zweistündigen leitfadengestützten Experteninterviews zu den Themen der Bestandsanalyse, zu Entwicklungszielen der Branche im Land Brandenburg und möglichen Maßnahmen zu deren Erreichung befragt.

Somit wurden zwischen 2003 und 2007 132 Vertreter von Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Banken, Venture Capital Firmen, anderen Dienstleistern, Regionalentwicklern und Verbünden aus dem Feld der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg interviewt. Diese Personen lassen sich 109 verschiedenen Organisationen zuordnen. Werden verschiedene Institute, z. B. an Universitäten, einzeln gezählt (dies erscheint sinnvoll, da Institute meist unabhängig voneinander agieren und unterschiedliche Kontakte/Beziehungen aufweisen, erhöht sich die Gesamtzahl an interviewten Einrichtungen auf 118. Die Gesamtzahl der im Feld der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg zwischen 2003 und 2007 vom Autor durchgeführten Interviews beträgt 191.

Die in den Telefoninterviews erhobenen relationalen Daten für die drei Zeitpunkte 2000, 2003 und 2006 lassen sich in zwei Kategorien unterteilen. Zunächst wurde der Vertreter der befragten OpTecBB-Mitgliedsorganisation danach gefragt, ob die Organisation eine Beziehung zu einem jeden anderen OpTecBB-Mitglied unterhielt. Fiel die Antwort positiv aus, wurde nach der Intensität der Beziehung gefragt. Hierbei wurde die Unterscheidung von Granovetter (1982) herangezogen. In einer zweiten Frage wurde nach der Art der Beziehung zwischen den OpTecBB-Mitgliedern gefragt. Hierbei standen die drei, auch von im Feld agierenden vorher befragten Experten als relevant erachteten, Beziehungsdimensionen „F&E-Beziehungen“, „kommerzielle Zuliefer- bzw. Abnehmerbeziehungen“ oder „persönliche Beziehungen“ zur Auswahl. Mehrfachnennungen waren hierbei möglich. „F&E-Beziehungen“ und „kommerzielle Zuliefer- bzw. Abnehmerbeziehungen“ wurden noch einmal danach differenziert, ob sie von strategischer Bedeutung für die interviewte OpTecBB-Mitgliedsorganisation angesehen wurden. Diese Differenzierung fand jedoch in dieser Arbeit aufgrund forschungspragmatischer Überlegungen keine Anwendung. Die Beziehungsdaten wurden in Matritzen überführt und mit UCINET 6 (vgl. Borgatti et al. 2002) analysiert und graphisch mit NetDraw aufbereitet.

Die Interviews wurden transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet. Die teilnehmenden Beobachtungen wurden protokolliert und bezogen auf die Fragestellungen analysiert.

Für die Erfassung organisationsbezogener Daten ist anzumerken, dass es sich bei den optischen Technologien um eine Querschnittstechnologie handelt, die nicht als Einheit oder in abgrenzbaren Teilbereichen in herkömmlichen branchenbezogenen Analysen, z. B. der Statistischen Ämter oder Patentämter, berücksichtigt wird. Die erfassten organisationsbezogenen Daten (z. B. aktuelle Beschäftigtenzahl, erwartetes Umsatzwachstum, Patentzahlen und Zahlen zu öffentlich geförderten Kooperationsprojekten) wurden daher im Rahmen der Experten-

gespräche sowie der Telefoninterviews erhoben. Diese Daten wurden im Wesentlichen durch drei Datenbankrecherchen verifiziert und ggf. vervollständigt, bevor sie in die Analysen im Rahmen dieser Arbeit eingingen.

Zunächst wurde eine Liste der Unternehmen, die im Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg tätig sind, erstellt, da zu Untersuchungsbeginn keine derartige Liste verfügbar war. Den Ausgangspunkt bildete die Mitgliederdatenbank von OpTecBB. Ergänzt wurde die Liste durch verschiedene Quellen wie Ausstellerlisten von Messen (insbesondere Laser Optics Berlin, Laser München und Optatec in Frankfurt), Optoindex, Mitgliederlisten von Verbünden und Verbänden (Spectaris, Laserverbund Berlin-Brandenburg, Kompetenzzentrum Optik Rathenow) sowie durch eine Schlagwortsuche im Branchenbuch von Berlin. Diese Liste wurde mit den Listen der Technologiestiftung Berlin und der Liste der Zukunftsagentur Brandenburg bzw. aus dem Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg abgestimmt. Die abgestimmte integrierte Liste umfasst bei weiter Auslegung der optischen Technologien 360 Unternehmen in Berlin und 88 Unternehmen in Brandenburg. Sie war einerseits Basis für diese Untersuchung und andererseits wiederum Ausgangspunkt für die Erstellung des Branchenberichts optische Technologien und Mikrosystemtechnik (MST) 2008/2009 durch die Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin.

Da kein WZ-Code 2003[42] für die Gänze der optischen Technologien existiert, auch die Zusammenführung von WZ-Codes in Obergruppen (z. B. WZ 33 „Medizin, Mess-, Steuertechnik, Optik, Herstellung von Uhren“) kein vollständiges und getreues Bild der Industrie liefert, ist man für eine Erhebung von Mitarbeiter- und Umsatzzahlen auf eine vollständige Liste an Optikunternehmen in einer interessierenden Region angewiesen. Anfang 2008 bestand die Möglichkeit die MARKUS-Firmen-Datenbank auszuwerten. Hierbei handelt es sich um eine Datenbank, die von ca. 886.000 deutschen Unternehmen Umsatz-, Mitarbeiterzahlen (jeweils über mehrere zurückliegende Jahre) sowie Beteiligungen enthält.[43] Hauptlieferant für MARKUS-Daten ist der Verband der Vereine Creditreform, der verschiedene Quellen zur Erhebung und Pflege der MARKUS-Firmeninformationen nutzt[44] (vgl. Creditreform 2005). Die Recherche in der MARKUS-Datenbank bietet sich insbesondere dadurch an, da einerseits

[42] WZ-Code 2003: Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes aus der Revision von 2003

[43] Hierbei handelt es sich um Unternehmen mit a) einem Handelsregistereintrag, b) Creditreform-Bonitätsindex maximal 499 und c) Existenz mindestens einer Creditreform-Bonitätsauskunft oder einer d) Handelsregisternummer im Datenbestand der Creditreform (Creditreform 2005, 3).

[44] Hierzu zählen öffentliche Register/Bundesanzeiger, telefonische Befragung (mit Plausibilitätskontrolle), Befragung per Brief (mit Plausibilitätskontrolle), nationale und regionale Tagespresse, Schuldnerverzeichnisse/Amtsblatt, Lieferanten- und Kontrollrückfragen, Bilanzen und Geschäftsberichte, Creditreform-Inkassobereich sowie Eigenbearbeitung (Creditreform 2005, 3).

eine Liste mit Optikunternehmen der Region Berlin-Brandenburg bereits vorhanden war und andererseits die Datenbank im Besonderen auch für sehr kleine Unternehmen (typisch für das Feld der optischen Technologien), die sonst nicht publizitätspflichtig sind und in vielen Studien keine Berücksichtigung finden, Daten enthält.

Die Erhebung der Innovationskennzahlen erfolgte in den Telefoninterviews. Sie wurden durch Datenbankrecherchen validiert. Z. B. wurde zur Zählung der erfolgreichen Patentanmeldungen bzw. gewährten Patente die Datenbank des Deutschen Patent- und Markenamtes DEPATIS-Net genutzt. DEPATIS-Net richtet sich an Erstnutzer von Patentinformationen und ermöglicht die Durchführung von Online-Recherchen zu Patentveröffentlichungen aus verschiedenen Ländern, die sich im Datenbestand des amtsinternen deutschen Patentinformationssystems DEPATIS befinden. Die Recherche beinhaltete bibliographische Daten (z. B. Titel, Anmelder, Erfinder etc.) für die in einer Trefferliste enthaltenen Patente. Dieser eingeschränkte Zugang reichte für die hier anstehende Analyse aus.

4 ANALYSE DES CLUSTERS OPTISCHER TECHNOLOGIEN IN BERLIN-BRANDENBURG

4.1 Abgrenzung und Bedeutung der optischen Technologien

Bevor an dieser Stelle ein knapper Überblick über die wichtigsten regionalen Cluster im Bereich der optischen Technologien in Deutschland gegeben und darüber hinaus erste sich abzeichnende Entwicklungen zu Clusterallianzen aufgezeigt werden, erscheint es notwendig, die optischen Technologien definitorisch abzugrenzen und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung auszuloten.

4.1.1 Erste Annäherung an und Definitionsversuch für optische Technologien

Optik, Photonik oder optische Technologien[45] sind alles andere als neue Technologien. Spiegel z. B. wurden schon vor tausenden Jahren in Ägypten und anderen Kulturen verwendet. Mit der Renaissance erlebte auch die Optik einen wissenschaftlichen Anstoß. Nachdem der Holländer Jan Lippershey 1608 das Fernrohr erfand, fertigte auch Galilei Fernrohre und beobachtete damit um 1609/10 wohl als einer der ersten Menschen gezielt und systematisch die Gestirne mit Hilfe der optischen Technologien. Viele Wissenschaftler folgten und begründeten damit ein neues Weltbild. Zu Ihnen gehörte auch Isaac Newton, der im Jahre 1704 den klassischen wissenschaftlichen Beitrag über die fundamentalen Prinzipien der Reflexion und Brechung des Lichts mit dem Titel *Opticks* veröffentlichte. Seither erfahren die optischen Technologien eine erhöhte Aufmerksamkeit. Der Beginn der modernen Optik jedoch ist mit den Publikationen von Albert Einstein über die stimulierte Emission zu Beginn des 20. Jahrhunderts verknüpft, die schließlich zur Erfindung und Entwicklung des ersten Lasers (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation oder Lichtverstärkung durch Induzierte Emission), eines Rubin-Festkörperlasers durch Theodore Maiman im Jahr 1960 führten (vgl. Maiman 1960). Die Erfindung des Lasers ermöglichte die Nutzung des nun kohärenten Lichts in umfangreichen neuen Anwendungsgebieten wie z. B. in Glasfaserkommunikationssyste-

[45] In dieser Arbeit werden die Begriffe Optik, Photonik und optische Technologien synonym verwendet, auch wenn z. B. Photonik mit dem Bereich der Optoelektronik in Verbindung gebracht wird und Optik eher die klassische Optik, also z. B. die Herstellung von optischen Linsen aus Glas bezeichnet und optische Technologien eher einen Sammelbegriff für die Querschnittstechnologie mit all ihren Anwendungsbereichen darstellt.

men, Operationen mit dem sog. „Laserskalpel“ oder der effizienten und genauen Lasermaterialbearbeitung in industriellen Prozessen. Weitere bedeutende, allerdings oftmals weniger sichtbare Beispiele der Nutzung moderner Optik umfassen z. B. optische Lithographiesysteme zur Herstellung integrierter Schaltkreise, hochauflösende Mikroskope und Analysesysteme, adaptive Optik für die bodengestützte Astronomie und besonders effiziente Beleuchtungssysteme (vgl. National Research Council 1998, 5 f.).

An dieser Stelle ist festzustellen, dass derzeit keine einheitliche Definition für Optik, Photonik oder optische Technologien existiert. Die optischen Technologien sind heute vielmehr durch eine große Vielfalt an Hochtechnologieanwendungen und -produkten gekennzeichnet. Optik (griech. *optike* „Lehre vom Sichtbaren“) ist der Bereich der Physik, der sich mit der Ausbreitung von Licht und dessen Wechselwirkung mit Materie beschäftigt. Der Begriff Photonik wird meist synonym mit den Begriffen Optoelektronik und optische Technologien verwendet und macht durch die Bezeichnung sog. neuer optischer Technologien eine Differenz zur klassischen geometrischen Optik deutlich. Das Canadian Advisory Council on Science and Technology (http://acst-ccst.gc.ca) definiert z. B. die Anwendungen der Photonik als “the acquisition, processing, communication, storage, and display of information”. Das Photonics Directory (www.photonics.com) definiert Photonik als “the technology of generating and harnessing light and other radiant energy whose quantum unit is the photon”. Das U.S. National Research Council (1998, 5) definiert in seiner einflussreichen strategischen Analyse der optischen Technologien Optik als das “field of science and engineering encompassing the physical phenomena and technologies associated with the generation, transmission, manipulation, detection, and utilization of light.” Hierbei ist jeweils immer das Photon, das fundamentale Lichtpartikel, die kleinste mögliche Einheit. Dieses kann von und in optischen Komponenten und Instrumenten, Lasern und anderen Lichtquellen, Glasfasern, elektro-optischen Instrumenten, darauf bezogener Hardware, Elektronik und Software sowie in hoch entwickelten Systemen nutzbar gemacht werden (SPIE 2006). Bezogen auf eine Industrie der optischen Technologien nutzt das Britische Department of Trade and Industry in einer aktuellen strategischen Analyse der optischen Technologien (DTI 2006) eine sehr weite Definition. Sie beinhaltet “those organisations for which the manufacture or use of photonic enabled products is a key aspect of their business”, und darüber hinaus durch Photonik ermöglichte “products that would not be possible without their photonic content”.

Der deutsche Lenkungskreis „Optische Technologien für das 21. Jahrhundert“ schließlich definiert „Optische Technologien als die Gesamtheit physikalischer, chemischer und biologischer Naturgesetze und Technologien zur Erzeugung, Verstärkung, Formung, Übertragung,

Messung und Nutzbarmachung von Licht“ (vgl. Lenkungskreis 2000, ix). Dieser Definition wird sich in dieser Arbeit angeschlossen.

4.1.2 Die optische Industrie und deren Bedeutung

Die Vielfalt der Anwendungen der optischen Technologien erscheint fast grenzenlos und reicht von optischer Messung, Lichterzeugung, Weiterleitung und Detektion von Licht in modernen Kommunikationstechnologien und Informationsverarbeitung, deren Anzeige auf Displays bis zur Verwendung von optischen Technologien in der Produktion. Die Anwendungen finden sich zudem in anderen Industrien wie z. B. den Lebenswissenschaften, der Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Biotechnologie und vielen anderen.

Zu den bekanntesten und alltäglichsten Anwendungen der optischen Technologien gehören z. B. Innenraumbeleuchtungen, Infrarot-Fernbedienungen für TV-Geräte, CD- und DVD-Abspiel- und Aufnahmegeräte, Digitalkameras, Computer (Bildschirme, CD- oder DVD-Laufwerke, optische Maus, optische Verbindungskabel), Mobiltelefone (Displays, integrierte Kameras), TV Geräte und viele mehr. Neuere Anwendungen der optischen Technologien umfassen neben vielen anderen Light Emitting Diode (LED) Beleuchtung, OLED Displays, biophotonische Anwendungen z. B. in der Medizin, Femtosekunden-Laser-Technologie z. B. in der Materialbearbeitung, UV- und Röntgentechnologien z. B. für Prozessanalysezwecke und Hochleistungsdiodenlaser in der Kommunikationstechnologie.

Während das 20. Jahrhundert mit der Entwicklung der Elektronik in Wissenschaft und Industrie und deren breiter Anwendung in der Gesellschaft in Verbindung gebracht wird, sehen viele Experten ein ähnliches Potential für die optischen Technologien im 21. Jahrhundert – sie bezeichnen es gar als das „Jahrhundert des Photons“ (stellvertretend für viele vgl. Elsässer 2004; Wirth 2005). „Die Optik steht heute da, wo die Halbleitertechnik in den 60er Jahren stand, beim Übergang von der Röhre zum Mikroelektronikchip“ (Tünnermann 2008, 40). Diese optimistische Einschätzung macht deutlich, worum es geht. Die optischen Technologien sind allumfassende und für die moderne Industriegesellschaft notwendige Schrittmachertechnologien. Das mit ihnen in Verbindung gebrachte Wettbewerbspotenzial ist nicht zu unterschätzen. Sie weisen einen branchenübergreifenden Charakter auf und sind bereits heute durch einen hohen Diversifikationsgrad gekennzeichnet. Gleichzeitig zeichnen sie sich durch eine hohe Wertschöpfung auch in den Industrieländern aus. Im englischen Sprachraum werden die optischen Technologien auch als eine ”*enabling technology*” bezeichnet, um zu ver-

deutlichen, dass sie als Querschnitts- und Schlüsseltechnologie die Basis und Voraussetzung für weitere technologische Entwicklungen und Anwendungen in anderen Branchen darstellen (vgl. auch U.S. National Research Council 1998, 6; Frietsch/Grupp 2002, 1). Damit sind sie als Hochtechnologie nicht nur Innovationstreiber für Zukunftsmärkte, sondern sichern auch heute schon eine große Anzahl an Arbeitsplätzen (vgl. Heybrock/Brinkmann 2000, 1).

Unabhängig von einer möglichen regionalen Einbettung lässt sich die Wertschöpfungskette der optischen Technologien in Input-Materialien, Komponenten, Systeme und Produkte aufgliedern (vgl. Abbildung 20). Die Wertschöpfungskette findet ihren Anfang in aus angrenzenden Branchen zugelieferten Materialien wie Glasfasern, passiven optischen und Laser-Materialien oder Beschichtungen und dafür notwendigen Chemikalien. Auf der nächsten Stufe der Wertschöpfungskette befinden sich Komponenten wie Optiken, Lichtquellen/LEDs, Laserkomponenten, integrierte Optiken oder optische Detektoren. Diese Komponenten werden zu optischen Systemen wie Lasern, Displays und Kamerasystemen integriert. Derartige Systeme werden z. T. mit anderen Systemen kombiniert und zu Endprodukten wie Lasersysteme, (Qualitäts-)Prüfsysteme oder optische Test- und Messgeräte weiterverarbeitet. Diese wiederum werden Anwendern auf vielfältigen Märkten (z. B. industrielle Fertigung, Forschung, Gesundheitswesen, I&K, Telekommunikation und Automobilindustrie) angeboten. Typischerweise sind die Wertkettenstufen und die gesamten Wertketten in die unterstützende Infrastruktur in der technologischen (z. B. Weiterbildungseinrichtungen, (außer-)universitäre Forschungseinrichtungen oder Dienstleister wie Patentanwälte oder Technologieparks) und kommerziellen (z. B. Verbände, Investment Community, bereitstehende Händler und Distributoren) Dimension eingebettet. Abbildung 20 verdeutlicht auch die Einbettung der Wertketten der optischen Technologien in zuliefernde Branchen und abnehmende Märkte sowie unterstützende Infrastruktur.

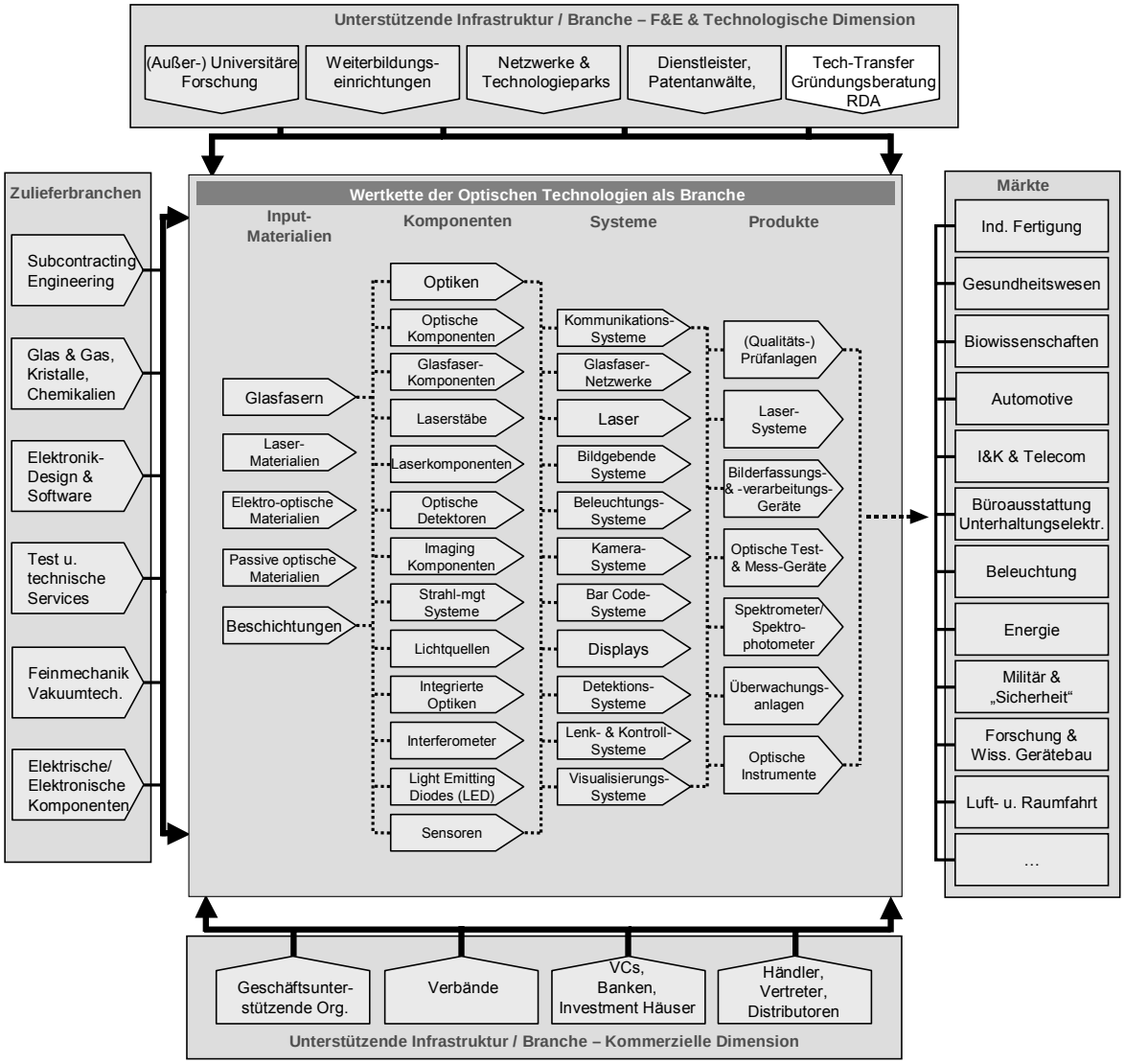


Abb. 20: Wertschöpfungskette der optischen Technologien (in Anlehnung an University of South Florida 1999 und Optimat Ltd. 2002)

Wie bereits angedeutet gelten die optischen Technologien als Schrittmachertechnologie oder „*enabling technology*“ und haben somit einen enormen wirtschaftlichen Einfluss. Mit dem ihnen inhärenten außergewöhnlich bereiten Spektrum an Möglichkeiten der Generierung, Verstärkung, Übertragung, Detektion und Messung sowie anderen Nutzung von Licht haben die optischen Technologien einen umfangreichen Einfluss auf die meisten Bereiche des modernen Alltagslebens und ökonomischer Aktivitäten. Dieser Hebeleffekt kann im Speziellen besonders gut am Beispiel der laserbasierten Produktionstechnologien verdeutlicht werden. Die Möglichkeit der Nutzung von zuverlässigen Lasern, Laser-Imaging- und Laser-Messsystemen zu geringen Kosten ist heute eine kritische Voraussetzung in einer Vielzahl von produzierenden Branchen wie z. B. auch der Computerchipindustrie und der Herstellung von auf Halbleitern basierenden integrierten Schaltkreisen.

Computer, das Internet und Mobiltelefone würden nicht in dem Maße wie heute verbreitet existieren ohne die Verfügbarkeit von Laserlicht und moderner optischer Herstellungsverfahren. Die Massenherstellung eines jeden in der Welt produzierten Halbleitermikroprozessors und Speicherchips basiert auf und ist abhängig von optischer Lithographie. 1998 hatte der Markt für Lithographieausrüstung (Maschinen notwendig für die Produktion integrierter Schaltkreise) einen weltweiten Marktwert von $ 1 Mrd. Dieser ermöglichte letztlich einen Markt für elektronische Geräte von ca. $ 200 Mrd. (National Research Council 1998, 3). In 2004 verzeichnete diese „Nahrungskette" des Elektronikmarktes nicht nur eine dramatische Steigerung (siehe Abbildung 21) sondern auch eine Vergrößerung des Verhältnisses zwischen dem Marktwert für Waferstepper-Maschinen (Lithographieausrüstung) und dem Markt für elektronische Systeme von 1:200 (1998) auf 1: 280 (= $ 4,3 Mrd.: $ 1.200 Mrd. in 2004). Auf diese Weise verstärkt sich die Hebelwirkung der optischen Technologien weiter.

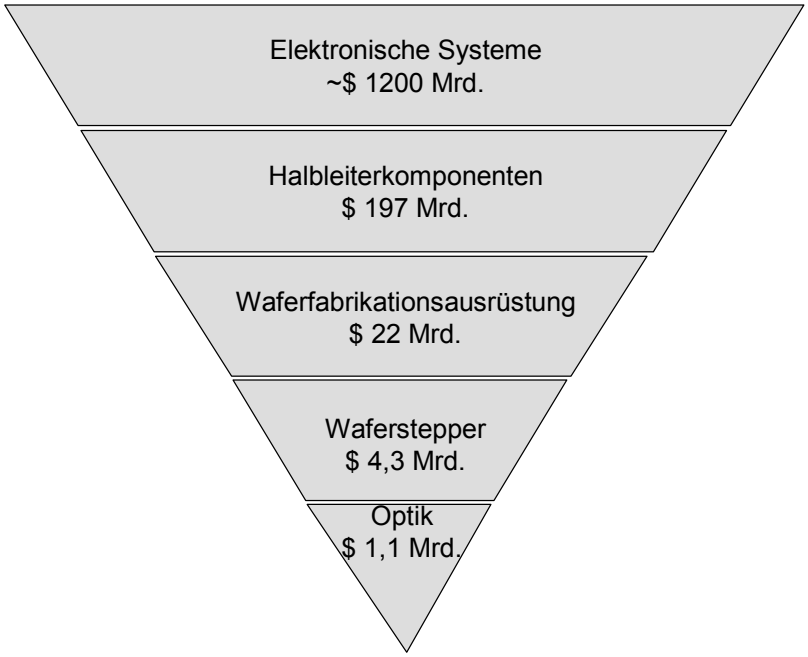


Abb. 21: „Nahrungskette" des Marktes für elektronische Systeme im Jahre 2004
Quelle: Gartner Dataquest, ASML, CZ SMT (zitiert nach SPIE 2006)

Der Hebeleffekt der optischen Technologien auf andere Technologiebereiche und Industrien wird bei einem allgemeinen Überblick über den Entwicklungsstand dieser Technologien und den daraus resultierenden Produktoptionen (siehe Abbildung 22) deutlich. Nach Einschätzung des VDI[46] wird anhand von fünf Anwendungsgebieten der optischen Technologien (I&K,

[46] Der VDI bzw. die VDI Technologiezentrum GmbH ist als Projektträger für das Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Umsetzung der Förderung der optischen Technologien in Deutschland im Rahmen des Förderprogramms „Optische Technologien – Made in Germany" zwischen 2001 und 2006 zuständig.

Beleuchtung, Automobilbau, Life Sciences, Analytik und Gerätebau) der ermöglichende Charakter verdeutlicht. Ihnen sind je nach Entwicklungsstand verschiedene Produktoptionen zugeordnet. Im Bereich der Beleuchtung sind z. B. High-Brightness LEDs oder Kompakt-Leuchtstofflampen bereits im Markt eingeführt und Weißlicht-LED werden derzeit in den Markt in verschiedenen Segmenten eingeführt (von der Christbaumbeleuchtung bis zum Frontscheinwerfer von Automobilen). An der Schwelle vom Prototyp zur Markteinführung befinden sich nach der Aufstellung des VDI quecksilberfreie Entladungslampen, die z. B. in der Straßen-, Industrie- und Fahrzeugbeleuchtung umfangreiche Verwendung finden sollen. Als Prototypen existieren demnach bereits sog. Solid-State-Lighting-Lösungen, also halbleiterbasierte Lichtquellen sowie Mood Lighting Konzepte. Eher noch in der Konzeptphase befinden sich leuchtende Tapeten bestehend z. B. aus derzeit in der Entwicklung befindlichen OLEDs (vgl. VDI Technologiezentrum GmbH 2005).

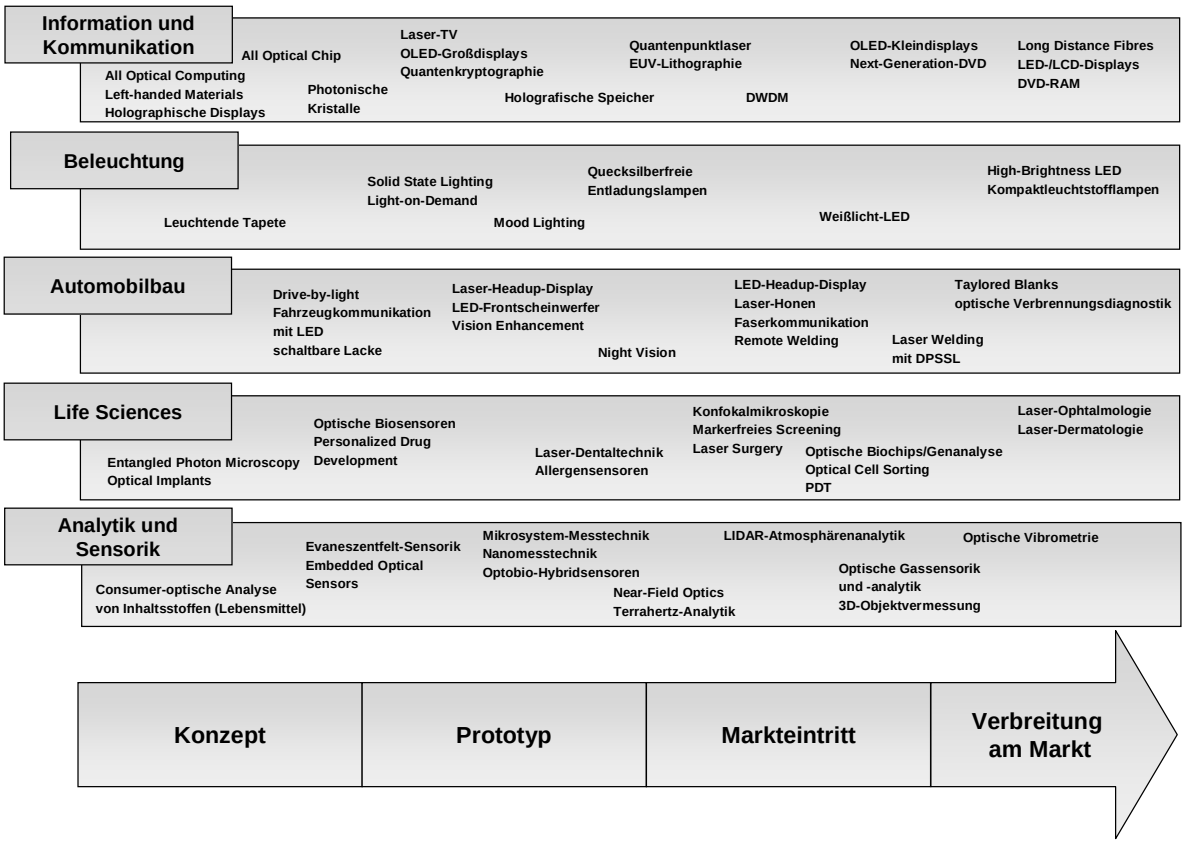


Abb. 22: Entwicklungsstand der optischen Technologien und die daraus resultierenden Produktoptionen (VDI Technologiezentrum GmbH 2005)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die optischen Technologien eine Schlüssel- und enabling Technologie darstellen, die als Querschnittstechnologie für andere Technologien und Industrien angesehen werden muss.

Die Photonikindustrie in Deutschland und auch international ist in weiten Teilen durch KMU geprägt (mehr als zwei Drittel sind KMU) (vgl. Spectaris 2008). Gleichzeitig ist die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen verschiedener Größen untereinander aber auch mit der (internationalen) Wissenschaft sehr weit verbreitet (vgl. Niesing 2005). Dies erscheint notwendig, da Innovationen im Bereich der optischen Technologien meist einen interdisziplinären Charakter aufweisen und einzelne Organisationen selten alle für den Innovationsprozess erforderlichen Ressourcen bei kurzen Innovationszyklen vorhalten (können).

Betrachtet man die optischen Technologien aus globaler Perspektive, wird deutlich, dass Volumenproduktion optischer und photonischer Produkte mit zunehmender Tendenz vornehmlich in Niedrig-Kosten-Standorten in Asien, v. a. in China angesiedelt, wird. Insbesondere opto-elektronische Komponenten und End-Produkte, die einen hohen Elektronikanteil besitzen, werden inzwischen nicht nur in Asien produziert sondern z. B. in Ländern wie Süd-Korea und Taiwan, aber zunehmend auch wiederum in China, entwickelt (z. B. Displaytechnologie, Kamerakomponenten). Gleichzeitig scheinen sich mit hoher Wertschöpfung verbundene Ingenieursleistungen und komplexe Systemintegration in den sog. hochentwickelten Industrienationen zu halten. Z. B. werden komplexe Wafer-Stepper-Systeme für die Produktion integrierter Schaltkreise hauptsächlich in Europa, den USA und Japan hergestellt.

Eine weitere strukturelle Eigenschaft der Photonikbranche ist die verbreitete Existenz globaler Nischenanbieter, d. h. sehr kleine Photonikunternehmen mit einer entsprechenden speziellen Kompetenz besitzen eine globale Reichweite, d. h. sie kaufen global Wissen und Komponenten und bedienen ihre Abnehmer in internationalen Märkten. Dabei kontrollieren sie oftmals einen bedeutsamen Weltmarktanteil um den oftmals nur ein oder zwei (wenn überhaupt) andere Unternehmen oder sogar Forschungseinrichtungen konkurrieren. Als Konsequenz bedeutet dies jedoch, dass in dieser Branche selten komplette Wertschöpfungsketten in einer bestimmten Region anzutreffen sind. Eine Einzelprüfung scheint jedoch jeweils angebracht, da dieser Befund hauptsächlich von der entsprechenden Technologie und den Anwendungsgebieten abhängt. Beispielsweise folgen Photonikunternehmen in Bereichen wie Komponenten für Telekommunikationsapplikationen (optische Schalter und Verstärker oder Transceiver für Internet-Backbone-Infrastruktur) einer globalen Sourcingstrategie, wohingegen in Bereichen wie militärischen und sicherheitsrelevanten Anwendungen oder dem wissenschaftlichen Gerätebau auf nationale und insbesondere regionale Zulieferer zurückgegriffen wird.

Die Feststellung der Größe des weltweiten, nationalen und regionalen Marktes für optische Technologien sowie die Feststellung des Beschäftigungspotenzials dieser Branche ist mit er-

heblichen Schwierigkeiten verbunden. Resultierend aus den unscharfen Grenzen der optischen Industrie, der mal engen und mal weiten Definition und des Hineinreichens in andere Branchen, lassen sich vergleichbare Zahlen nicht oder nur schwer identifizieren. Dies liegt auch darin begründet, dass kein einheitlicher und alle Bereiche der optischen Technologien berücksichtigender Standard Industrial Classification (SIC)-Code bzw. kein Wirtschaftszweig (WZ)-Code für die optische Industrie bzw. die optischen Technologien existiert.[47] Optikunternehmen tauchen vielmehr in anderen SIC-Statistiken auf oder sind verschiedenen WZ-Codes zugeordnet. Gleichzeitig ist festzuhalten, dass nicht alle in den Statistiken vertretenen Unternehmen, die der Optik zugeordnet werden, auch Unternehmen der optischen Technologien darstellen (vgl. auch Feldman/Lendel 2009a, b). Dennoch wurde in den vergangenen Jahren eine Reihe von Studien veröffentlicht, die es ermöglichen, den Markt für optische Technologien sowie das Beschäftigungspotential abzuschätzen.

Eine relativ frühe Abschätzung bewertete den weltweiten Markt für optische Produkte im Jahr 1998 mit einem Umsatzvolumen von $ 55 Mrd. und sagte ein jährliches Wachstum von 10 bis 20 % voraus (Arizona Optics 1999). 1999 identifizierte der VDI ein weltweites Marktpotential für die optischen Technologien von etwa $ 82 Mrd. und erwartete ebenfalls jährlich Wachstumsraten von bis zu 20 % (www.vdi.de).

Das Platzen der sog. Telekom-Blase[48] im Jahr 2001 resultierte in einer Rezession im Telekommunikationssektor und betraf damit auch einen wesentlichen Teil der Photonik-Branche weltweit, insbesondere aber die Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die sich auf optoelektronische Telekommunikationsanwendungen spezialisierten, nicht zuletzt durch den Abzug von Venture Capital und anderen privaten Investitionen. Gleichzeitig war auch ein Rückgang in der öffentlichen Forschungsförderung in diesem Bereich zu verzeichnen.

---

[47] Zu den relevanten WZ-Codes für die optischen Technologien gehören 26140 (Herstellung von Glasfasern und Waren daraus); 26150 (Herstellung, Veredlung und Verarbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischen Glaswaren); 31500 (Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten); 32100 (Herstellung von elektronischen Bauelementen); 32300 (Herstellung von Rundfunkgeräten sowie phono- und videotechnischen Geräten); 33201 (Herstellung von elektrischen Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen); 33202 (Herstellung von feinmechanisch-optischen Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen); 33401 (Herstellung von augenoptischen Erzeugnissen); 33402 (Herstellung von optischen Instrumenten); 51477 (Großhandel mit feinmechanischen, Foto- und optischen Erzeugnissen); 52494 (Einzelhandel mit Foto- und optischen Erzeugnissen (ohne Augenoptiker)).

[48] Moderne Telekommunikationsausrüstung basiert auf der Nutzung der Generierung, Weiterleitung, Verstärkung und Detektion von Licht in Komponenten, die als höher integrierte optoelektronische Systeme das Rückgrad (backbones) der modernen Internet-, Telefon-, Videokommunikation und Multimedia-Anwendungen darstellen. Für die Auf- und Ausrüstung der Kommunikationsinfrastruktur wurden bis 2001 eben so hohe Nachfrageanstiege prognostiziert, was schließlich bis 2001 zu einem überproportionalen Wachstum des Marktes für Photonikkomponenten für Telekommunikationsanwendungen führte (Optimat 2002).

Bis zum Ende des Jahres 2007 gab es nicht nur Anzeichen der Erholung sondern die Konsolidierung der Branche schien zu einem robusteren Wachstumspfad geführt zu haben – die Auswirkungen der aktuellen Finanz- und Wirtschaftskrise findet hier noch keine Berücksichtigung, da zum Abgabetermin der Arbeit noch keine verlässlichen Zahlen vorlagen. 2005 wuchs der weltweite Photonikmarkt auf ein Volumen von $ 120 Mrd. und bis 2015 erwarten Industrieexperten eine Verdopplung des Marktvolumens (vgl. Spectaris 2006c). Eine weitere Einschätzung des weltweiten Photonikmarktes für das Jahr 2005 veranschlagt ein Umsatzvolumen von € 150 Mrd. wovon etwa 40 % I&K ausmachen (vgl. Photonics21 2006a). Auch diese Studie prognostiziert Wachstumsraten, die dramatisch über den gesamtvolkswirtschaftlichen Wachstumsraten der jeweiligen Länder oder über dem Durchschnitt der OECD-Länder liegen. Die euphorische Prognose dieser Wachstumsraten geschah in den meisten Fällen unter Berufung auf vergangene Wachstumsraten z. B. im Lasersektor (+14 % p.a. in den letzten 10 Jahren) oder im Bereich der Optik- und Photonikanwendungen im Bereich der Lebenswissenschaften (+38 %). Die zukünftigen Perspektiven sind demnach viel versprechend: der Gesamtphotonikmarkt soll sich bis 2015 verdreifachen (ebenda). Nach einer weiteren, bisher unveröffentlichten Studie des BMBF soll sich der Weltmarkt für optische Technologien von € 210 Mrd. im Jahr 2005 bis 2015 auf € 440 Mrd. mehr als verdoppeln (vgl. Kroh 2007).

Ein von Vertretern der europäischen Photonikindustrie und Wissenschaftsvertretern aus Europa für die Europäische Kommission zusammengestellter Bericht der die europäische optische Industrie analysiert, errechnete für 2003 in der EU einen jährlichen Produktwert von € 60 Mrd., bezifferte 500.000 Arbeitsplätze und 15.000 Patente, die mit den optischen Technologien in Verbindung stehen. Für 2010 sagt dieser Bericht einen Produktwert von € 250 Mrd., 1,5 Mio. Arbeitsplätze in der EU und 45.000 Patente im Bereich der optischen Technologien voraus (Niehoff/Pearsall 2004).

Deutschland nimmt unter den in den optischen Technologien führenden Nationen eine starke Position ein. Im Bereich von Lasermaterialbearbeitungssystemen z. B. nimmt die deutsche Laserindustrie bei den Laserquellen 1999 mit einem Weltmarktanteil von etwa 38 % (Auer 2000) eine Spitzenposition ein. 2003 lag der weltweite Marktanteil deutscher Hersteller bei Lasersystemen bei rund 23 % und bei Laserquellen allgemein bei 40 %. Bei Laserquellen für die Materialbearbeitung liegt der Weltmarktanteil sogar bei über 50 % (Mayer 2004, 10).

Laut der Studie von Optech Consulting (2007), die im Auftrag des BMBF erstellt wurde, lag das Produktionsvolumen im Bereich der optischen Technologien in Deutschland in 2005 bei € 16,3 Mrd. Bis 2015 wird in Deutschland ein Umsatzwachstum von jährlich 8,5 % auf € 37,0

Mrd. prognostiziert. Die Exportquote liegt derzeit bei 65 %, teilweise höher. Zu Beginn des 21. Jahrhunderts stehen demnach laut einer weiteren Industriestudie bereits 12 % der Beschäftigten im deutschen verarbeitenden Gewerbe mittelbar oder unmittelbar mit den optischen Technologien in Verbindung (Frietsch/Grupp 2002, 36), d. h., neben den direkt im Bereich der optischen Technologien in Deutschland beschäftigten Menschen sind etwa 650.000 Beschäftigte indirekt von diesen Technologien beeinflusst (vgl. kompetenznetze.de 2006).

Die generell unklare und uneinheitliche Abgrenzung der optischen Technologien spiegelt sich auch in den Statistiken der letzten (zwanzig) Jahre des Industrieverbandes SPECTARIS wider. Die optische, medizinische und mechatronische Industrie, die SPECTARIS in Deutschland vertritt, wird aktuell noch einmal untergliedert in die augenoptische Industrie, die Industrie für Optische Technologien, die Industrie für Analysen-, Bio- und Labortechnik, die Industrie für Imaging und Phototechnik sowie die Industrie für Medizintechnik. Ohne Zweifel dürften sich optische Technologien in allen Untergruppen finden, aber nicht in allen Unternehmen (z. B. im Bereich der Medizintechnik oder der Analysen-, Bio- und Labortechnik). Daher soll kurz die Gesamtbranche beschrieben und im Speziellen auf ihren Kernbereich die Industrie für optische Technologien eingegangen werden. Für einen Gesamtüberblick sei auf die jährlichen Branchenberichte von SPECTARIS[49] verwiesen.

Die Gesamtbranche der optischen, medizinischen und mechatronischen Industrie weist in den letzten Jahren kontinuierlich einen positiven Trend bei Umsatz und Beschäftigtenzahlen auf (vgl. Tabelle 5).

	Jahr 2003	**Jahr 2004**	**Jahr 2005**	**Jahr 2006**	**Jahr 2007**	**Abw. 07/06**
Gesamtumsatz (Mrd. €)	31,62	33,76	33,51	38,97	41,90	7,5 %
Inlandsumsatz (Mrd. €)	15,49	15,34	15,27	16,20	17,33	7,0 %
Auslandsumsatz (Mrd. €)	16,13	18,42	20,24	22,77	24,57	7,9 %
Exportquote (%)	51,0	54,6	57,0	58,4	58,6	0,4 %
Beschäftigte (Tsd.)	218,7	220,9	221,6	223,9	234,6	4,8 %
Umsatz je Beschäftigtem (Tsd. €)	144,6	152,8	160,2	174,1	178,6	2,6 %
Betriebe (Anzahl)	2669	2698	2708	2656	2688	1,2 %

Tab. 5: Statistik der Gesamtbranche der deutschen optischen, medizinischen und mechatronischen Industrie (SPECTARIS 2008, 3)

[49] Die Berechnungen von SPECTARIS basieren auf Daten des Statistischen Bundesamtes, externer Branchenstudien und Erhebungen, die SPECTARIS selbst durchführt. „Bezugsgröße der ausgewiesenen Daten sind die fachlichen Betriebsteile, das heißt die Teile der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes mit 20 Beschäftigten und mehr, die optische, medizinische oder mechatronische Güter herstellen. Kleinbetriebe oder reine Handelsunternehmen sind insofern nicht erfasst“ (SPECTARIS 2008, 1).

Der Umsatz im Jahr 2007 stieg um 7,5 % auf € 42 Mrd. und die Beschäftigtenzahl stieg um 4,8 % auf rund 235 000 Beschäftigte. Der Auslandsumsatz verzeichnete mit € 24,6 Mrd. einen Zuwachs von knapp 8 % und die Exportquote lag bei knapp 59 %. Hierbei waren die Länder der Europäischen Union die wichtigste Zielregion der Ausfuhren. Die Anzahl der Branchenbetriebe stieg mit 1,2 % leicht an und betrug rund 2670 Betriebe (vgl. SPECTARIS 2008, 3). Tabelle 5 verdeutlicht ein stabiles Wachstum bis 2007.

Auch im Teilbereich der „Industrie für Optische Technologien" ist ein stabiles Wachstum der Umsatz- und Beschäftigtenzahl bis 2007 zu verzeichnen (vgl. Tabelle 6).

	Jahr 2005	**Jahr 2006**	**Jahr 2007**	**Abw. 07/06**
Gesamtumsatz (Mrd. €)	16,30	19,70	22,30	13,2 %
Inlandsumsatz (Mrd. €)	5,70	6,30	7,20	14,3 %
Auslandsumsatz (Mrd. €)	10,60	13,50	15,10	11,9 %
Exportquote (%)	65%	68%	68%	0 %
Beschäftigte (Tsd.)	101,5	106,6	114,0	6,9 %
Umsatz je Beschäftigtem (Tsd. €)	160,6	184,8	195,6	5,9 %

Tab. 6: Statistik der deutschen „Industrie für Optische Technologien" (SPECTARIS 2008, 11)

In Deutschland sind in diesem Bereich rund 1000 Unternehmen tätig. Der Umsatz stieg um 13 % auf etwas über € 22 Mrd. Die Exportquote lag 2007 bei 68 % und die Mitarbeiterzahl stieg um 7 % auf 114.000 Beschäftigte. Das hohe Innovationspotenzial der Unternehmen in den optischen Technologien belegen überdurchschnittlich hohe Ausgaben für Forschung und Entwicklung. Der Anteil der F&E-Ausgaben am Gesamtumsatz (F&E-Quote) betrug 2007 10,1 %. Gemessen an der Gesamtzahl der Beschäftigten betrug der Anteil an F&E-Beschäftigten 13,6 % und der Umsatzanteil innovativer Produkte (jünger als 3 Jahre) 34,7 % (SPECTARIS 2008, 13). Die Innovationsintensität der optischen Technologien nimmt damit einen Spitzenwert ein und liegt etwa doppelt so hoch wie der Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes.[50] Somit „zählt die Optische Industrie zu den wenigen Branchen der Spitzentechnologie in Deutschland" (Mossig 2008a, 52).

Die Bedeutung der optischen Technologien ist auch auf der politischen Ebene in Deutschland erkannt worden. Der ehemalige Bundeswirtschaftsminister Wolfgang Clement erklärte anlässlich des zweiten gemeinsam von BMBF und BMWi veranstalteten Kongresses „Optische

[50] Im Jahr 2006 lag der Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz im verarbeitenden Gewerbe bei 4,9 % (vgl. ZEW 2008, 1).

Technologien“ am 22. Februar 2004: „Innovative Technologien stärken die Wettbewerbsfähigkeit und schaffen zukunftssichere Arbeitsplätze. Das Potenzial, das eine Schlüssel- und Querschnittstechnologie wie die Optische Technologie bei der Erschließung künftiger und wachsender Märkte hat, kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden. Wir müssen daher alles dafür tun, dass die Unternehmen im immer schärferen weltweiten Wettbewerb in Deutschland die Standortbedingungen vorfinden, die solchen zukunftsweisenden Innovationen zum Erfolg verhelfen.“ Und anlässlich des dritten gemeinsamen BMBF- und BMWi-Kongresses „Optische Technologien“ am 5. Februar 2008 erklärte Thomas Rachel, Parlamentarischer Staatssekretär beim BMBF: „Optik treibt den Fortschritt in vielen Bereichen voran. Sie sorgt für klimaschonende Energieerzeugung durch Photovoltaik, genaue medizinische Diagnoseverfahren oder neuartige Produktionstechniken mit Lasern. […] Um unsere weltweit führende Position auszubauen, müssen wir in den Optischen Technologien Schlüsselfragen erforschen, Investitionen verstärken und den Nachwuchs sichern.“

Diese Erkenntnis spiegelt sich in zahlreichen auf verschiedenen Ebenen angesiedelten Förderprogrammen wider. Auf europäischer Ebene lässt sich ein zunehmendes Bewusstsein für Photonik darin deutlich erkennen, dass im siebenten Forschungsrahmenprogramm (FP) einerseits erstmals ein eigener Bereich für Photonik eingerichtet wurde (Photonics21 2006b) und andererseits die durchschnittlichen jährlichen F&E-Ausgaben für diesen Technologiebereich von € 14 Mio. im FP5 (1999-2002) über € 32 Mio. im FP6 (2003-2006) auf erwartete € 45 Mio. im FP7 (2007-2013) anwachsen (Beernaert 2006). Gleichzeitig ist im FP7 die Unterstützung von Vernetzungsaktivitäten in diesem Technologiebereich als komplementäre Maßnahme geplant (van der Pyl 2007).

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat z. B. im Zeitraum von 1987 bis 2004 Projekte zu Lasertechnik und optischen Technologien in Deutschland mit über € 770 Mio. unterstützt (Niesing 2005, 8). Aktuell werden vom BMBF weite Bereiche der optischen Technologien gefördert. Sie umfassen (vgl. BMBF 2008):

- Für die Erforschung der organischen Photovoltaik, d. h. der Stromgewinnung aus flexiblen Folien aus organischen Materialien, hat das BMBF eine Förderinitiative gestartet. Am 27. Juni 2007 starteten die Bundesministerin für Bildung und Forschung Dr. Annette Schavan sowie die Vorstände von BASF, Bosch, Merck und Schott eine gemeinsame Technologieinitiative für organische Photovoltaik. In den kommenden Jahren sollen insgesamt € 360 Mio. bereitgestellt werden, € 60 Mio. steuert das BMBF bei.

- 2005 startete das BMBF gemeinsam mit Unternehmen der Branche die deutsche OLED-Initiative, in die das BMBF über fünf Jahre etwa € 100 Mio. zur Erforschung der besonders energiesparenden und flexibel einsetzbaren organischen Leuchtdioden als Lichtquellen investieren wird.
- Für den interdisziplinären Austausch von Medizinern und Naturwissenschaftlern unterschiedlicher Fachrichtungen im Bereich der Biophotonik rief das BMBF im Jahre 2001 die Förderinitiative „Biophotonik“ ins Leben. Eine wirksame Tumorfrüherkennung ist eines der zentralen Ziele dieser Initiative. Hierzu wurden etwa € 20 Mio. bereit gestellt. 2005 begann eine zweite Förderphase, wofür insgesamt € 25 Mio. vorgesehen waren. Inzwischen existiert bereits eine dritte Förderphase zu diesem Thema.
- In der BMBF-Förderinitiative „Brillante Hochleistungs-Diodenlaser“ werden Kooperationsvorhaben von Wirtschaft und Wissenschaft zur Erforschung von Hochleistungs-Diodenlasern, die effizient Laserlicht für Anwendungen in der Fertigungstechnik, der Druck- und Medizintechnik bereitstellen sowie diodengepumpte Festkörperlaser mit etwa € 25 Mio. gefördert.
- Für die „Femtonik - Nutzung ultraschneller Phänomene“ stehen aktuell etwa € 25 Mio. BMBF-Fördermittel für industriell geführte Forschungsprojekte zur Verfügung.

Weiterhin rief die deutsche Bundesregierung 2002 das Förderprogramm „Optische Technologien – Made in Germany“ aus, in dem die optischen Technologien über fünf Jahre mit über € 280 Mio. gefördert wurden (vgl. Heybrock et al. 2002). Diese Förderung wurde 2006 um weitere drei Jahre verlängert. Im Zentrum dieser Förderung stand neben Technologieentwicklung auch die Einrichtung und Etablierung regionaler Cluster oder Kompetenznetze.

4.1.3 Cluster im Feld der optischen Technologien und Herausbildung erster Cluster-Allianzen

Auch wenn die optischen Technologien als eine relativ junge Hochtechnologiebranche angesehen werden kann, lassen sich weltweit eine Reihe etablierter regionaler Cluster identifizieren. Beispielhaft seien Jena in Deutschland, Rochester, New York und Tucson, Arizona in den USA sowie Wuhan in China genannt. Diese etablierten regionalen Cluster fußen auf einer langen Tradition der Entwicklung und Anwendung von Fähigkeiten im Bereich der Optik, sowohl in der Wissenschaft als auch in der Industrie sowie der regionalen Zusammenarbeit. Dabei bildeten sich diese Cluster um Kristallisationskerne wie Carl Zeiss in Jena, Kodak in

Rochester oder das Optical Science Center in Tucson. Demgegenüber lassen sich in der jüngeren Vergangenheit, seit etwa Anfang der 1990er Jahre, neuerlich (wieder) entstandene und sich entwickelnde Cluster im Bereich der optischen Technologien beobachten. Diese Entwicklung lässt sich teilweise auf die Weiterentwicklung, Differenzierung und Spezialisierung innerhalb der optischen Technologien und der damit verbundenen wahrgenommenen Notwendigkeit, mit anderen kompetenten Akteuren in Industrie und Wissenschaft eng zusammenzuarbeiten, zurückführen. Nicht unerhebliche Bedeutung haben in letzter Zeit von regionalen und nationalen Regierungen geförderte (in ihrer Zahl zunehmende) Clusterinitiativen. Vor allem scheinen aber sowohl traditionelle als auch jüngere Photonikcluster, wie auch andere High-Tech-Cluster (vgl. z. B. Tallman/Jenkins 2002; Powell et al. 2002), von räumlicher Nähe, die einerseits interpersonale und andererseits interorganisationale Interaktion im Innovationsprozess befördert (vgl. 2.2.3 und 2.2.4), zu profitieren.

SPIE, die International Society for Optical Engineering, identifiziert eine Reihe von auf Optik bzw. Photonik basierenden Clustern in der Welt (16 in Europa, sieben in den USA, fünf in Kanada, sechs in Asien bzw. im Pazifikraum). Auch wenn diese Liste keineswegs vollständig ist, vermittelt sie einen Eindruck über das Vorkommen und die räumliche Verteilung von Clustern der optischen Technologien. Derartige Cluster sind nach Ansicht der SPIE "concentrations of optics-related firms and universities that maintain strong research and workforce ties, create quality jobs, share common economic needs, and work with government and stakeholders to strengthen the industry" (vgl. SPIE 2006). Im April 2008 trafen sich 55 Vertreter von 28 Clustern beim ersten European Photonics Clusters Meeting in Strasbourg zum Austausch über Clusteraktivitäten und Fördermöglichkeiten der optischen Technologien auf der europäischen Ebene. Besonders stark vertreten waren die Länder Großbritannien, Frankreich und Deutschland (vgl. Center for Strategy and Competitiveness 2008; Europäische Kommission 2008).

Die optischen Technologien können demnach als eine internationale oder gar eine globale Hochtechnologie mit regionalen Konzentrationen angesehen werden. Forschung und Entwicklung ist in diesem Hochtechnologiefeld auf personaler wie organisationaler Ebene international miteinander verbunden, da Wissen und Fähigkeiten meist so spezifisch sind, dass sie weltweit nur in wenigen hochspezialisierten Organisationen existieren. Weiterhin sind Komponenten oft so spezifisch, dass Unternehmen oder Wissenschaftler Zulieferer einzig auf globaler Ebene finden. Andererseits weist die internationale Liste der Photonikcluster darauf hin, dass Photonik-Organisationen und -Aktivitäten in bestimmten Regionen konzentriert sind. Weitere prominente Beispiele sind Hamamatsu in Japan, Wuhan (Provinz Hubei) und Chang-

chun (Provinz Jiling) in China, sowie Süd-Korea und Taiwan, oder die Regionen um Rochester und Tucson in den Vereinigten Staaten (für eine derailliertere Analyse vgl. Sydow/Lerch 2007a; Feldman/Lendel 2007) und das 'Silicon Glen' in Schottland (vgl. insbesondere Sydow/Lerch 2007a) aber natürlich auch die Regionen um Jena, Wetzlar, München und Berlin in Deutschland (vgl. z. B. Hassink/Wood 1998; Hendry et al. 1999; Hendry et al. 2000; Schricke 2007).

In Deutschland existieren neben diesen prominenten Regionen eine Reihe regionaler Konzentrationen im Bereich der optischen Technologien. Ein umfassender Überblick oder gar ein tiefer gehender Vergleich nationaler Standorte existiert bis dato nicht (für eine aktuelle Ausnahme vgl. Schricke 2007) und kann natürlich auch hier nicht im Detail, sondern allenfalls ansatzweise geleistet werden. Einen ersten Überblick über aktuelle Agglomerationsräume der optischen Industrie in Deutschland gibt Abbildung 23.[51]

Abb. 23: Agglomerationsräume der optischen Industrie in Deutschland

In Deutschland haben sich ferner neun Cluster bzw. Kompetenznetzwerke im Feld der optischen Technologien herausgebildet. Seit 2001 werden sieben dieser regionalen Kompetenznetzwerke im Rahmen des BMBF Programms „Optische Technologien" (vgl. BMBF 2002 sowie www.optecnet.de) gefördert. Sie sind heute im OptecNet Deutschland e.V., dem „Netz

[51] Grundlage: Optoindex 2008, Teilnehmerlisten der Messen LOB 2008, Optatec 2008, Laser 2007, Mitglieder in deutschen Kompetenznetzen Optische Technologien und Liste des Industrieverbandes SPECTARIS; erstellt mit batchcode auf YAHOO-Karte. Die Karte enthält 869 Unternehmen und gruppiert sie postleitzahlengenau.

der Netze“ zusammengeschlossen. Starke nationale Standorte sind die Hauptstadtregion Berlin, Thüringen und hier insbesondere die Region Jena, die Region München, Süd-Niedersachsen/Hessen, die Region Aachen und die Region um Oberkochen in Baden-Württemberg.

Die optische Industrie in Thüringen (162 Unternehmen mit einem jährlichen Umsatz von € 2,05 Mrd. und etwa 11.700 Beschäftigten plus ca. 800 Beschäftigte in den Forschungseinrichtungen in 2006 (optonet 2007) ist einerseits durch viele kleine und mittlere innovative Unternehmen und andererseits durch die beiden Global Player Carl Zeiss und Jenoptik sowie durch eine vielfältige und leistungsstarke Forschungslandschaft (Friedrich-Schiller Universität Jena, Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (FhG IOF), Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) u.v.m.), die sehr stark auf die optische Industrie ausgerichtet ist, gekennzeichnet. Charakteristisch für die optische Industrie in Thüringen sind die zahlreichen regionalen Zulieferbeziehungen der vielen KMU zu den beiden großen Unternehmen, die z. T. noch aus der Zeit der Zugehörigkeit der heutigen Unternehmen als Abteilungen zum Carl Zeiss Kombinat resultieren. Die optische Industrie ist insbesondere im Vergleich zu anderen Optikregionen in Deutschland sehr breit aufgestellt. Die Aktivitäten im Bereich der Optik spannen in Thüringen von Messtechnik/Sensorik über Optik/Mechanik, Laser und Strahlquellen, von Optoelektronik bis hin zu Mikro- und Faseroptik. In der Thüringer Optikindustrie wird bis zum Ende des Jahrzehnts ein erheblicher Fachkräfteengpass resultierend aus der Verrentung von Know-how-Trägern, der Abwanderung von Fachkräften und des Nachwuchs sowie dem allgemeinen demographischen Wandel prognostiziert, der das Wachstum der Industrie bremsen könnte. 1999 wurde in Jena das Kompetenznetzwerk Optonet Jena e.V. (www.optonet-jena.de) gegründet. Optonet hat heute ca. 80 Mitglieder und engagiert sich in den Bereichen Aus- und Weiterbildung, Technologiemanagement, Unternehmensgründungspolitik und Marketing und fördert die Vernetzung von Mitgliedern und Partnern in diesen Handlungsfeldern.

Ein weiteres Optik-Cluster befindet sich in Bayern in der Region München**.** Es ist durch besondere Kompetenzen in den Bereichen mikrooptische Systeme, Optikdesign, BioPhotonik/Life-Science, optische Messtechnik, optische Informations- und Kommunikationstechnik, Lasertechnologie und Optik-Fertigung gekennzeichnet. Das Kompetenznetzwerk Bayern Photonics (www.bayern-photonics.de) hat zurzeit etwa 60 Mitglieder, unter ihnen sind neben Global Playern wie OSRAM, AGFA und der Rofin-Sinar, hauptsächlich mittelständische Unternehmen vertreten. Besonders erwähnenswert ist die Kooperation mit dem Québec Photonic Network in Kanada sowie die bestehende Kooperation mit der Infineon Technologies AG.

Wichtige Forschungseinrichtungen im Bereich der Optik sind neben der TU München das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt, die Friedrich-Alexander Universität Nürnberg-Erlangen mit dem Institut für Optik, Information & Photonik, die Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies sowie drei Fraunhofer-Institute (Institut für Integrierte Schaltungen (FhG IIS), Institut für Silicatforschung (FhG ISC), Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (FhG IZM)). Herauszuheben ist insbesondere die regionale Ansammlung von High-Tech-Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Garching bei München (Oberbayern). Hier arbeiten rund 4.000 Beschäftigte und studieren 8.500 Studenten. Somit ist das Forschungsgelände, auf dem sich naturwissenschaftliche und technische Forschungseinrichtungen wie die TU München, Institute der Max-Planck-Gesellschaft, der Ludwig-Maximilians-Universität München, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften sowie zahlreiche weitere renommierte Institute und Unternehmen konzentrieren, eines der größten Zentren für Wissenschaft, Forschung und Lehre in Deutschland. Die Arbeitsgebiete auch im Bereich der Optik und angrenzender Bereiche reichen von der Grundlagenforschung bis hin zur Entwicklung zukunftsträchtiger High-Tech-Anwendungen.

In Süd-Niedersachsen/Nordhessen befindet sich ein weiteres traditionsreiches Zentrum der deutschen optischen Industrie. In der Region sind neben bekannten Unternehmen wie Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Leica und der Volkswagen AG eine große Anzahl von innovativen KMU ansässig. Besondere Kompetenzen sind in den Bereichen Lasertechnik, Life Science/biomedizinische Technik sowie Materialbearbeitung und Beschichtung/Mikrooptik vorhanden. Die wichtigsten Forschungseinrichtungen des Landes sind neben dem Laserzentrum Hannover das Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, das Laser-Laboratorium Göttingen, die Universität Hannover sowie die TU Braunschweig. 2000 wurde das Kompetenznetzwerk PhotonicNet (www.photonicnet.de) zur Koordination der Optik-Aktivitäten in Niedersachsen gegründet. Das Netzwerk hat mittlerweile 24 Unternehmen sowie zahlreiche Forschungseinrichtungen und Hochschulen als Partner. PhotonicNet ist insbesondere in den Bereichen Marketing und Kommunikation, Start-Up-Beratung, Aus- und Weiterbildung sowie Technologiemanagement aktiv.

Die optische Industrie in Nordrhein-Westfalen ist in der Region Aachen konzentriert. Sie sticht besonders mit ihren Kompetenzen im Bereich optische Messtechnik, Herstellung und Anwendung optischer Komponenten bzw. Fertigungstechnologien für optische Komponenten, sowie Systemtechnik im Bereich der Hochleistungsstrahlenquellen heraus. Die Optik in Aachen ist durch Mittelständler geprägt, dort sind aber auch Weltmarktführer wie Parsytec ansässig. Bei den Forschungseinrichtungen ist insbesondere das Fraunhofer-Institut für Laser-

technik (FhG ILT) erwähnenswert. Daneben bestehen noch eine Reihe anderer Forschungseinrichtungen wie das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (FhG IPT) und das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen. Die Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Region haben sich im Kompetenznetzwerk PhotonAix (www.photonaix.de) zusammengeschlossen. Ziel des regionalen Netzwerkes ist es, durch Nutzung optischer Technologien eine internationale Spitzenposition der ansässigen Industrie zu erlangen.

Die Region um Oberkochen bzw. Baden-Württemberg ist einer der großen Optik-Standorte in Deutschland und zeichnet sich durch einen ausgewogenen Mix von mittelständischen Unternehmen und Global Playern wie Carl Zeiss, Trumpf, Bosch und Heidelberger Druckmaschinen aus. In der Region sind besondere Kompetenzen im Imaging, in der Fertigungstechnik, der Messtechnik, sowie der Lasertechnik und der Optoelektronik angesiedelt. Die wichtigsten optikrelevanten Forschungsinstitute befinden sich an den Universitäten in Karlsruhe, Konstanz, Stuttgart und Ulm. Bedeutsam sind auch die Forschungskapazitäten der beiden Fraunhofer-Institute in Freiburg (Institut für Angewandte Festkörperphysik (FhG IAF), Institut für Physikalische Messtechnik (FhG IPM)) sowie das Institut für Mikrosystemtechnik (FhG IMTEK) der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und das Forschungszentrum Karlsruhe der Helmholtz-Gemeinschaft. Die Optikorganisationen in Baden-Württemberg sind im Kompetenznetzwerk Photonics BW (www.photonicsbw.de) zusammengeschlossen. Ziel dieses Netzwerkes ist es, Forscher, Hersteller und Anwender im Bereich der optischen Technologien aus der Region branchenübergreifend zu vereinen, um Innovationen in diesem Technologiefeld zu fördern.

In Hamburg haben sich neben zahlreichen Mittelständlern einige Großunternehmen wie Rofin-Sinar und Hauni angesiedelt. Es bestehen besondere Kompetenzen im Bereich Laser- und Fertigungstechnik. Unter den Forschungseinrichtungen sind neben der Universität Hamburg und dem Institut für Laser and System Technologies an der TU Hamburg-Harburg besonders das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) sowie das GKSS Forschungszentrum nennenswert. Die Optik im Nordwesten Deutschlands ist im Kompetenznetzwerk Hansephotonik (www.hansephotonik.de) vernetzt. Ziel von Hansephotonik ist der Aufbau und die Förderung von Netzwerken in Forschung, Ausbildung und Anwendung sowie insbesondere die Vernetzung mit den baltischen Anrainerstaaten.

Die optischen Technologien im Ruhrgebiet bzw. in der Region um Duisburg sind im Wesentlichen durch mittelständische Unternehmen geprägt, es sind aber auch Global Player wie Fuji-

film ansässig. Besondere fachliche Kompetenzen sind in den Bereichen Display-, Signal- und Beleuchtungstechnik, LED-Technik, Messtechnik, Verbindungstechnik sowie Kommunikationstechnik vorhanden. Die wichtigsten Forschungseinrichtungen der Region sind das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (FhG IMS), die FH Köln, das Institut für angewandte Optik und Elektronik sowie die Universität Duisburg-Essen. Das Kompetenznetzwerk OpTech-Net (www.optech-net.de) fasst die wichtigsten Akteure der Region zusammen. Das Netzwerk besteht derzeit aus mehr als 40 Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Wie alle anderen Optik-Kompetenznetze veranstaltet auch OpTech-Net Workshops, Themenabende und gemeinsame Messeauftritte.

In der Region Hessen/Rheinland-Pfalz arbeiten zahlreiche innovative Unternehmen auf dem Gebiet der Optik – allein im Raum Wetzlar sind über 60 Optikunternehmen tätig, unter ihnen befinden sich Merck und Leica. Darüber hinaus besteht ein umfassendes Forschungs- und Entwicklungspotential in der Region. Hierzu sind das Deutsche Kunststoff-Institut, die Hochschule Darmstadt, die TU Kaiserslautern und die Gesellschaft für Schwerionenforschung mbh zu zählen. In den Bereichen Optikdesign, Kunststoffe in optischen Technologien, Bildverarbeitung, photonische Kristalle, Mikrooptiken sowie Licht- und Beleuchtungstechnik liegen besondere Kompetenzen in der Region vor. Die regional ansässigen Unternehmen und Forschungseinrichtungen sind im Kompetenznetzwerk Optence e.V. (www.optence.de) organisiert. Ziel des Netzwerkes ist es, ein innovatives Geschäftsumfeld zu schaffen und Kooperationen zwischen Anbietern und Nutzern im Bereich optische Technologien zu fördern.

Bevor in den nachfolgenden Abschnitten noch sehr viel detaillierter auf die (Entwicklung der) Optikregion Berlin-Brandenburg eingegangen wird, soll an dieser Stelle ein erster kurzer Überblick über die Situation in der Hauptstadtregion gegeben werden. Hier sind um das Jahr 2001 ca. 270 Unternehmen und ca. 30 Forschungseinrichtungen (außeruniversitäre Forschungsinstitute und Universitätsinstitute) im Bereich der optischen Technologien identifiziert worden (vgl. Hornauer 2002).[52] Sie erwirtschafteten 2002 einen Umsatz von ca. € 2 Mrd. und beschäftigten ca. 12.000 Menschen. Diese Zahlen konnten trotz Platzen der Internetblase und der damit verbundenen Verknappung von Risikokapital für Hochtechnologien sowie trotz des generellen berliner Trends der anhaltend rückläufigen Beschäftigung im industriellen Sektor (vgl. Berliner Wirtschaftsgespräche 2009, 50) in etwa gehalten werden (vgl. TSB Adlershof

[52] In der Potentialanalyse für das Jahr 2002 (vgl. nachfolgend Hornauer 2002) wurden 264 Unternehmen im Feld der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg identifiziert (220 in Berlin; 44 in Brandenburg). In diesen Unternehmen waren ca. 8.700 Mitarbeiter tätig (ca. 7.400 Mitarbeiter in Berlin; 1.300 Mitarbeiter in Brandenburg) und es wurde ein Gesamtumsatz in Höhe von insgesamt knapp € 2 Mrd. p. a. generiert (ca. 1,7 Mrd. Euro in Berlin).

2008). Der Umsatz lag 2007 bei € 1,9 Mrd. (+6 % gegenüber 2006). Die Zahl der Beschäftigten stieg im selben Zeitraum um 5 % von 12.200 auf 12.800. Der Rückzug von Samsung (in 2006 Produktion eingestellt: ca. € -595 Mio. p. a.; ca. -1050 Mitarbeiter), JVC (in 2006/2007 geschlossen: ca. € -225 Mio. p. a.; ca. -250 Mitarbeiter) und Infineon (in 2006 geschlossen: zu Umsatz keine Angaben verfügbar; ca. -250 Mitarbeiter) konnte durch die Expansion der anderen Optik- und MST-Unternehmen ausgeglichen werden. In ihrer absoluten Größe sowie Dynamik kommt der Hauptstadtregion damit eine herausragende Stellung im nationalen Kontext zu.

Aus einem ersten Vergleich der Optikregionen in Deutschland ergibt sich, dass Berlin-Brandenburg nach der Anzahl der Unternehmen die größte Agglomeration in der optischen Industrie darstellt (siehe auch die Untersuchung von Schricke 2007). In der Gesamtschau des wirtschaftlichen Potentials ist die Region Berlin-Brandenburg mindestens ebenbürtig mit dem regionalen Branchenprimus Thüringen. Die Struktur der Unternehmen unterscheidet sich aber wesentlich von der in den anderen Regionen. Berlin-Brandenburg ist eher durch (sehr) kleine und jüngere, damit kapitalschwächere und auf internationalen Märkten weniger aktive Unternehmen gekennzeichnet. Die sehr vielfältige und umfangreiche Forschungslandschaft im Bereich der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg ist in Deutschland einmalig.

In den vergangenen Jahren haben einige Photonikcluster damit begonnen Inter-Cluster-Allianzen aufzubauen. Damit tragen sie zur sog. Transnationalisierung von Clustern bei, die „permits to preserve a local system of embedded ties, while favouring their international openness through a parallel system of arm's lengths and embedded ties with foreign organizations belonging to other local clusters. In such a multiple embeddedness, frame innovation is favoured, home structure and culture of firms are subject to renewal, and the risks of lock-in and district sterilization are reduced" (Zucchella 2006: 32). Gleichzeitig werden hierdurch „trans-local-pipelines" zum Transfer von Informationen für die jeweiligen Clusterunternehmen geöffnet und unterhalten (vgl. noch einmal Bathelt et al. 2004; sowie 2.2.2.3 in dieser Arbeit).[53]

Im Bereich der optischen Technologien kann in gewisser Weise auch das zuvor beschriebene „Netz der Netze" als eine Clusterallianz angesehen werden. Zu den Clusterallianzen im Bereich der optischen Technologien mit internationaler Reichweite zählt die 2005 gebildete und mittlerweile exklusive Tri-Cluster-Allianz zwischen den Photonikclustern Berlin-

[53] Auf konzeptionelle Überlegungen zu Clusterallianzen soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Es sei vielmehr auf die Analyse von drei Clusterallianzen aus einer Wissensbasierten Perspektive von Kutsenko und Lerch (2008) verwiesen.

Brandenburg, Tucson, Arizona, und Ottawa, Ontario. Repräsentanten der verschiedenen Regionen plan(t)en (1) den Markteintritt für Unternehmen in den entsprechenden Clustern zu vereinfachen, (2) generell den Austausch von und Kommunikation zwischen Forschern und anderen Clustermitgliedern zur intensivieren – dies beinhaltet(e) die Unterstützung für eine rotierende internationale Summer School (die 2006 zum ersten mal in Berlin abgehalten wurde) sowie den Austausch von Praktikanten, (3) die Förderung der Identifikation und des Erzielens von Synergien und (4) die Einrichtung einer gemeinsamen Internet-Präsenz („Global Advantage"), um Informationen zu verbreiten.

Weitere Photonikclusterallianzen auf der globalen Ebene beinhalten die International Coalition of Optoelectronics Industry Associations (ICOIA), die von 10 nationalen Mitgliedsvereinigungen in den USA, Europa, dem Pazifikraum und Australien gegründet wurde.[54] Insofern stellt die ICOIA, um in der Diktion zu bleiben, das „Netz der Netze der Netze" dar. Auf der europäischen Ebene, und hauptsächlich auf Aus- und Weiterbildung fokussiert, ist die Optranet, eine Vereinigung von fünf Photonikclustern aus Großbritannien, Deutschland, Schweden, Polen und Frankreich zu nennen. Diese Allianz begann ihre Arbeit 2003 im Rahmen des European Information Society Technologies (IST) Programms.

Anfang 2006 wurde eine weite Clusterallianz im Feld der optischen Technologien auf europäischer Ebene unter der neuen Europe INNOVA Initiative[55], die durch das 6. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission unterstützt wird, installiert. Eine der elf branchenbezogenen Clusterallianzen, die eine Plattform für den Austausch und die Analyse von Good Practice in Clustermanagement bereitstellen soll, ist das European Network of Optical Clusters (ENOC), das sich aus Photonikclusterinstitutionen aus Spanien, Frankreich, Italien, Griechenland und Großbritannien zusammensetzt. Ziel dieser Vereinigung ist "to initiate partnerships and relationships between clusters throughout Europe" (vgl. CORDIS News 2005).

Diese Photonikclusterallianzen sind entweder, wie im Fall von Optranet, auf spezifische Domänen begrenzt oder verfolgen breitere bzw. multiple Zielsetzungen. Wie im Fall Berlin-Tucson-Ottawa entstehen diese Allianzen entweder aus einem bestimmten Bedarf der teilnehmenden Cluster oder aufgrund von nationalen und insbesondere supra-nationalen Förderprogrammen. Auch wenn Clusterallianzen, nicht nur im Feld der optischen Technologien (für

---

[54] Hierzu zählen OITDA (Japan), OIDA (Nordamerika), PIDA (Taiwan), SOA (Schottland), KAPID (Korea), PAS (Singapur), OptecNet (Deutschland), HKOEA (Hong Kong), APF (Australien) und EPIC (EU).

[55] Während die Europe INNOVA Initiative einen sektoralen Ansatz vertritt, zielt sie darauf "to inform, assist, mobilise and network the key stakeholders in the field of entrepreneurial innovation, including firm managers, policy makers, cluster managers, investors and relevant associations" (CORDIS News 2005).

eine wissensbasierte Analyse der auf dem Gebiet der Life Sciences aktiven und in Skandinavien und im Baltikum beheimateten Scan Balt Clusteralliance vgl. Kutsenko/Lerch 2008 und für einen Bericht über eine der ersten wissenschaftlich untersuchten Clusterallianzen im I&K-Sektor zwischen dem Silicon Valley und Taiwan vgl. Saxenian/Hsu 2001), noch ein eher neues Phänomen darstellen, ist es doch wahrscheinlich, dass sich diese Kooperationsform weiter verbreiten wird, da sie nicht nur die notwendige Einbettung regionaler High-Tech-Cluster in eine globale Wirtschaftsordnung unterstützen, sondern auch dem Zeitgeist entsprechen. Insbesondere auf europäischer Ebene wird aktuell die interregionale Vernetzung regionaler Agglomerationen bzw. Cluster gefördert (vgl. z. B. Europäische Kommission 2008).

4.2 Historischer Abriss der Entwicklung der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg bis 2000

Bevor im nachfolgenden Abschnitt 4.3 mit der Analyse der aktuellen Entwicklung des Clusters optischer Technologien in der Hauptstadtregion begonnen wird, erscheint es an dieser Stelle notwendig in aller gebotenen Kürze in die Geschichte des Clusters einzuführen, da die historischen Gegebenheiten die aktuellen Entwicklungen bis heute beeinflussen. Im Rahmen einer pfadtheoretisch informierten Untersuchung der Netzwerk- und Clusterentwicklung (vgl. Sydow/Lerch 2007b) wurde die in der Organisationsforschung schon längere Zeit zu vernehmende Forderung nach einem ‚historic turn' (vgl. u.a. Kieser 1994; Clark/Rowlinson 2004; Booth/Rowlinson 2006) für die Netzwerk- und Clusterforschung ein Stück weit eingelöst.[56] Dabei gilt es nicht nur die unmittelbare „Geschichte" vor der Vereinsgründung von OpTecBB, also die Nachwendezeit zwischen 1990 und 2000, einzubeziehen, obwohl die „imprinting"-Effekte (Stinchcombe 1965) hier am unmittelbarsten und am ehesten nachzuweisen und entstandene „institutional legacies" (Crawford/Lijphart 1997) am offensichtlichsten erkennbar sein dürften. Vielmehr reicht die Herausbildung und Entwicklung der für die Clusterentwicklung relevanten Bedingungen bis weit in das vorletzte Jahrhundert zurück, interpunktiert vor allem durch den Ersten und Zweiten Weltkrieg und die Teilung sowie die Wiedervereinigung Deutschlands. Diese Ereignisse wirken bis heute nach, tun dies ohne Zweifel allerdings auf recht verschiedene Weise und in sehr unterschiedlicher Intensität.

Während der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg entwickelte sich die Region Berlin zu einem europäischen Zentrum der optischen und feinmechanischen Industrie, in der wissenschaftliche Einrichtungen und Unternehmen eng miteinander verwoben waren (Zaun 2002). Viele führende deutsche Optikunternehmen – viele von ihnen existieren heute nicht mehr – wie z. B. Busch und Goerz waren in und um Berlin beheimatet. Das clusterähnliche Innovationssystem beherbergte auch Unternehmen in verwandten und angrenzenden Branchen wie z. B. die Glashütten in Weißwasser, Unternehmen der Elektrotechnik (z. B. Siemens & Halske, AEG, Telefunken, Sanitas), Unternehmen der feinmechanischen Industrie (z. B. Fuess, Askania) oder auf Optik spezialisierten Maschinenbau (z. B. Ahlberndt, Weco) sowie Unternehmen der lichttechnischen Industrie (z. B. OSRAM). Gleichzeitig entwickelte sich zu dieser Zeit in Berlin eine einmalige wissenschaftliche Landschaft, die es nicht nur vermochte herausragende wissenschaftliche Grundlagenerkenntnisse zu produzieren, sondern auch diese Ergebnisse der

[56] Gleichzeitig ist festzustellen, dass vereinzelt schon historische Studien zu Clustern vorliegen. Vgl. etwa Rose (2000), Mossig/Klein (2003); Chapman (2005) oder MacKay et al. (2006).

(lokalen) Industrie zugänglich zu machen. Hierzu zählten insbesondere die Berliner Universität, die Preußische Akademie der Wissenschaften, die Technische Hochschule, die Physikalisch Technische Reichsanstalt (PTR) und die Kaiser-Wilhelm-Institute. Unterstützt wurden diese Aktivitäten durch Gremien und Verbände, die in Berlin gegründet wurden und hier ansässig waren (z. B. Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, Deutsche Physikalische Gesellschaft). Zusammengenommen formten sie das technologische, institutionelle und (inter-)organisationale Fundament für die Entwicklung eines frühen optischen Clusters in Berlin-Brandenburg. Da Fragmente dieses Fundaments auch heute noch Einfluss auf die Clusterentwicklung ausüben, sollen nachfolgend zentrale Entwicklungen des Clusters, untergliedert in die drei Zeitperioden (1) bis 1945, (2) 1945 bis 1990 und (3) 1990 bis 2000, an dieser Stelle erstmals in dieser Form zusammengetragen werden.

Die Vielzahl und Vielfalt an Optik- und Feinmechanik-Organisationen in Berlin-Brandenburg über die vergangenen über 200 Jahre wird in Abbildung 24 ersichtlich. Im „Stammbaum“ zeigt sich die Herausbildung, Entwicklung und der Fortbestand der Optik- und Feinmechanikkompetenzen in der Hauptstadtregion und in einzelnen Unternehmen und Forschungseinrichtungen über die Jahre trotz aller Brüche und Transformationen (Überblick in Abbildung 24 und detaillierte Darstellung in Anhang E).

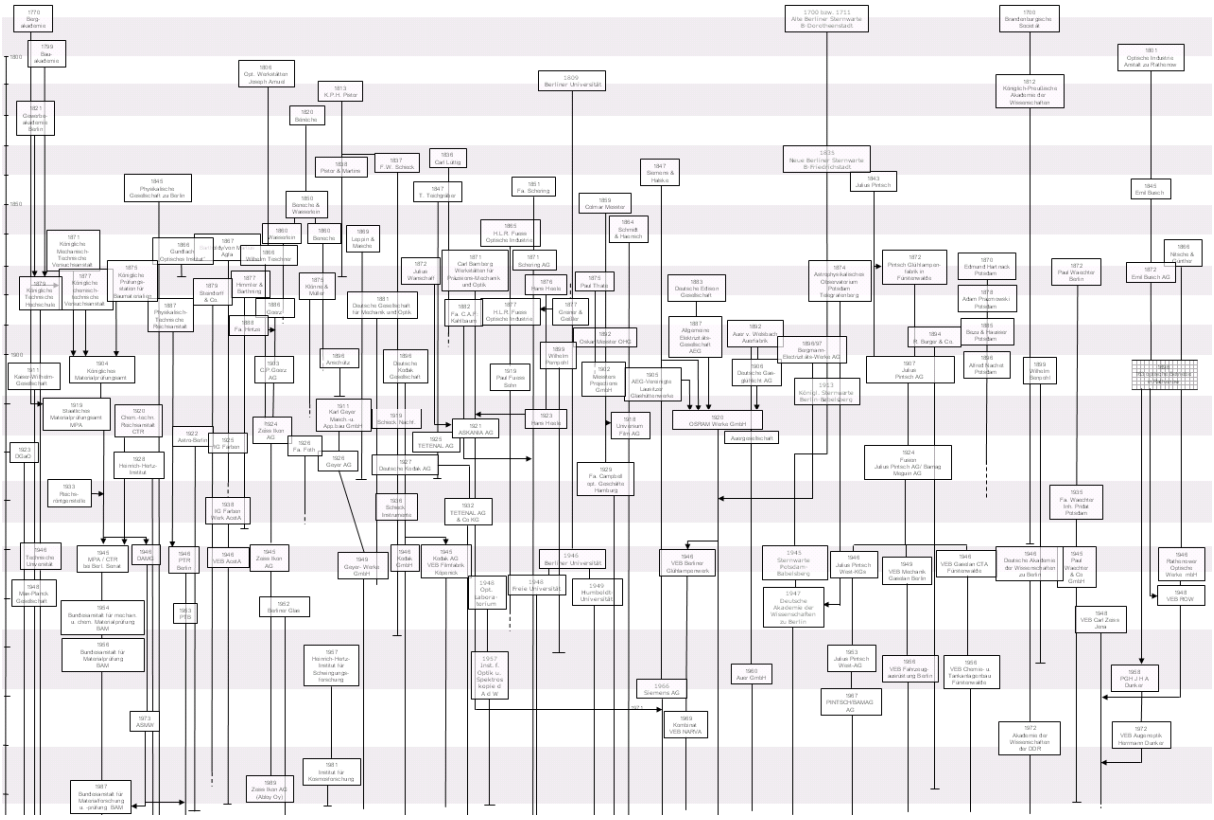


Abb. 24: Stammbaum der optischen Technologien Berlin-Brandenburg 1800-1989

4.2.1 Die Entwicklung des Feldes optischer Technologien bis 1945

Die Region Berlin-Brandenburg hat eine sehr lange Tradition sowohl in der Optikforschung als auch in der Herstellung optischer Instrumente und Geräte (vgl. insbesondere Zaun 2001). Der Grundstein für die Entwicklung der optischen Industrie in Rathenow, einer Stadt etwa 80 km westlich des Berliner Stadtzentrums, wurde bereits im Jahr 1801 durch die Optische Industrie Anstalt von Johann Heinrich August Duncker gelegt (vgl. Albrecht 1925; Buchheim/Hartmann 1991, 193). In den darauf folgenden fast 150 Jahren entwickelte sich daraus die Emil Busch AG, damals ein weltbekanntes Optikunternehmen. „Um 1900 beherrschte die ‚Rathenower Brille' den Weltmarkt" (Spectaris 2006b, 30). Darüber hinaus siedelten sich weitere Unternehmen in Rathenow an, die Komponenten und feinmechanisch-optische Systeme produzierten – teils als lokale Zulieferer, teils aber auch selbständig am Markt auftretend.[57] Das größte und bekannteste von ihnen war das auf Brillenglas spezialisierte Unternehmen „Nitsche & Günther" (vgl. hierzu Nitsche 1922, 261 ff.). Der lokale Wettbewerb zwang die Werkstätten und Betriebe, ihre Fertigungsmethoden zu rationalisieren und ihr Angebot durch innovative neue Produkte zu erweitern (vgl. Spectaris 2006b, 30). Die Rathenower Optikunternehmen dieser Zeit profitierten von in der Stadt ausgebildeten Arbeitskräften, sich hier ansiedelnden Glasproduzenten, Feinmechanikern und Brillengestellherstellern, spezialisierten Zulieferern und abnehmenden Unternehmen entlang der Wertkette, also von den sog. und schon von Marshall 1890 beschriebenen, Agglomerationsvorteilen. Schon zur damaligen Zeit hatte sich Rathenow den Ruf als „Stadt der Optik" erworben (vgl. o.A. 2006). Gleichzeitig entwickelten sich berufsständische Normen und Regeln. In der von Optikbetrieben dominierten Stadt wirkten Unternehmer wie Duncker und Busch auch an der Entwicklung der Stadt mit und richteten bereits im 19 Jh. Sozialeinrichtungen für ihre Arbeiter ein (Rathenower Optische Industrie-Anstalt 1900, 19; Albrecht 1928, 46). Somit zeichnete sich Rathenow zur damaligen Zeit durch Charakteristika aus, die mit dem Konzept des klassischen Industriedistriktes beschrieben werden (vgl. 2.2.1). Zur Entwicklung der optischen Industrie in Potsdam sei an dieser Stelle auf Weil (2003) verwiesen.

[57] Duncker stellte, da sein Unternehmen stark expandierte und gleichzeitig Platzmangel bestand, seinen Arbeitern Maschinen zur Produktion zu Hause zur Verfügung, was zu den damals für Rathenow charakteristischen „Waschküchenbetrieben" führte. Daraus entwickelten sich z. T. eigenständige Betriebe und der zusätzliche Bedarf an optischen Artikeln führte zur Gründung und Ansiedlung neuer Unternehmen, die in einem lokalen Produktionszusammenhang zusammenwirkten. 1896 gab es 163 und 1930 ca. 200 größtenteils kleine optische Firmen in Rathenow (o.A. 2006).

In Berlin waren im 18. Jahrhundert einige „Mechanici und Optici“ insbesondere in den Werkstätten der Akademie der Wissenschaften und der Sternwarte[58] tätig, die insbesondere die Instrumente warteten, die zur damaligen Zeit hauptsächlich aus Paris oder London kamen (vgl. Zaun 2000, 86 ff.). Aus dieser Basis heraus entwickelte sich während der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine aufblühende optische und feinmechanische Industrie, teilweise auch getrieben durch die Industrialisierung der Stadt und das allgemein positive Wirtschaftsklima während der Gründerjahre. In Berlin ansässige und (inter-)nationale Forschungseinrichtungen bildeten ferner eine äußerst anspruchsvolle Nachfrage nach optischen und anderen wissenschaftlichen Geräten. Mikroskope z. B. wurden für das Vordringen in immer kleinere Dimensionen z. B. in der Biologie, Medizin, Chemie und Geologie nachgefragt. Eine besondere Rolle spielte hierbei die Fleischbeschau, die 1877 in Preußen gesetzlich vorgeschrieben wurde und einen Nachfrageanstieg bei Trichinenmikroskopen verursachte. Um weiter in makroskopische Dimensionen vorzudringen wurden Teleskope, Passage- und andere astronomische Instrumente nachgefragt, die größtenteils, ebenso wie viele Mikroskope und andere wissenschaftliche feinmechanisch-optische Instrumente, genau nach den Spezifikationen der jeweiligen Wissenschaftler angefertigt wurden. Optische und feinmechanische Werkstätten und Unternehmen wie C. Bamberg, L. Bénèche, F. Ernecke, R. Fuess, C.P. Goerz, E. Gundlach, B. Halle, H. Heele, O. Himmler, R. Krügelstein, C. Leiss, C. Lüttig, E. Messter, Pistor & Martins, F.W. Schieck, F. Schmidt & Haensch, Steindorff, O. Teichgräber, W. Teschner, P. Thate, O. Toepfer, R. Wasserlein, P. Waechter, Wanschaff und F. Wappenhans produzierten derartige innovative Instrumente und optische Geräte in Berlin und Umgebung (vgl. Zaun 2001; Kettenmann et al. 2001; Kambeck 2002; Museum optischer Instrumente 2004; Zeiss 2004b). Berlin entwickelte sich zu einem Zentrum der Feinmechanik und Optik in Europa. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die Unternehmen von den distrikt- bzw. clusterähnlichen Bedingungen dieser Zeit im Berliner Raum, wie einer sehr spezifischen und anspruchsvollen lokalen und nationalen Nachfrage, der lokalen Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen, spezialisierten Produktionsfaktoren (Arbeitskräfte, Kapital) sowie der physischen, administrativen, als auch der Informations- und wissenschaftlich/technologischen Infrastruktur, den in der Hauptstadt ansässigen Unternehmen der Zulieferindustrie und verwandter Branchen als auch der schon damals äußerst ausgeprägten persönlichen und interorganisationalen Verbindung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft profitierten. Eine umfassende Analyse kann an dieser Stelle nicht geleistet werden und muss letztendlich Wirtschaftshistorikern vorbehalten bleiben. An einigen herausragenden Beispielen sollen aber die clusterähnlichen historischen

[58] Zur Geschichte der Astronomie in Berlin und Potsdam seit 1700 und zum Zusammenwirken mit Instrumentenbauern aus der Region vgl. Dick/Fritze 2000 sowie Gußmann et al. 2000.

Bedingungen beleuchtet und damals bereits bestehende Beziehungsgeflechte und ihre Entwicklung Schlaglichtartig nachgezeichnet werden.

Das seinerzeit wohl bedeutendste Optikunternehmen in Berlin in Bezug auf die angestellten Optiker und Feinmechaniker war die Optische Anstalt C.P. Goerz in Berlin-Friedenau und Berlin-Zehlendorf. Nach einer kaufmännischen Lehre bei Emil Busch in Rathenow gründete Carl Paul Goerz 1886 in Berlin einen Versandhandel für mathematische Instrumente. Ab 1888 produzierte er zunächst Photoausrüstung für den entstehenden Amateur-Fotografiemarkt und ein Jahr später auch Linsen und spezielle Objektive für professionelle Anwendungen (vgl. Zaun 2001, 144 ff.). Zur selben Zeit begann die Konstruktion und Herstellung von Ferngläsern. Bereits 1891 sicherte sich Goerz einen Auftrag für die Produktion militärischer Optiken und 1899 übernahm das Unternehmen die Vertretung des britischen (Militär-)Optikunternehmens Barr & Stroud. 1903 wurde eine spezielle Militäroptikabteilung eingerichtet und C.P. Goerz avancierte zum weltweit größten Produzenten militärischer Optiken. In den 1890er Jahren wurden Vertriebsbüros in Paris (1893), New York (1895) und London (1899) sowie Produktionsbetriebe in New York (1902), in St. Petersburg (1905) und in Preßburg (1908) eingerichtet. Beim 25. Jubiläum im Jahre 1911 beschäftigte das Unternehmen bereits 2.500 Mitarbeiter und hatte 300.000 Objektive produziert (Optische Anstalt C.P. Goerz AG 1911). Während des Ersten Weltkrieges stellte Goerz fast ausschließlich Rüstungsgüter her, was dem Unternehmen nach dem Krieg erhebliche finanzielle Schwierigkeiten brachte, da der Versailler Vertrag deutschen Unternehmen die Herstellung militärischer Güter verbot. Die Fusion der Optischen Anstalt C.P. Goerz (Carl Paul Goerz starb im Jahr 1923) mit den fotooptischen Unternehmen Ica AG (Dresden), Contessa-Nettel AG (Stuttgart) und H. Ernemann (Dresden), die von Zeiss in Jena vorangetrieben wurde und die Zeiss-Ikon AG 1926 entstehen ließ, bedeutete zwar das Überleben des Unternehmens, jedoch wurde das Produktionsprogramm von Goerz dramatisch zugunsten von Zeiss in Jena, die 53 % der Anteile an Zeiss-Ikon hielten, umgestellt. Goerz produzierte fortan keine eigenen Objektive und optischen Systeme mehr. Vielmehr wurden in den ehemaligen Berliner Goerz Fabriken Kameras montiert und Beleuchtungen für Projektoren sowie Schließsysteme produziert.

Ein weiteres sehr bedeutsames Berliner Optikunternehmen gründete Carl Bamberg 1871, der zuvor in Jena bei Carl Zeiss und Ernst Abbé ausgebildet wurde und in Berlin als Gehilfe für Pistor & Martins arbeitete. In der feinmechanisch-optischen Werkstatt wurden zunächst Aufträge von der Admiralität, der Berliner Sternwarte und den Berliner Universitätsinstituten bearbeitet (vgl. König/Köhler 1923; Feldhaus 1929; Brachner 1985; Zaun 2001, 118 ff.). Nach einem größeren Auftrag der Berliner Urania verlagerte Bamberg 1887 das Unternehmen

nach Berlin-Friedenau und errichtete eine neue, größere Werkstatt. Das Unternehmen expandierte weiter. Am Ende des Ersten Weltkrieges, währenddessen insbesondere auch Optiken für die Marine produziert wurden, beschäftigte Carl Bamberg in Berlin-Friedenau ca. 750 Mitarbeiter.[59] 1921 entstand durch die Fusion der Zentralwerkstatt für Gasgeräte (Dessau), mit dem Carl-Bamberg-Werk die Askania AG Friedenau und Dessau. Bis zum Zweiten Weltkrieg produziert die Askania AG in Berlin in drei großen Fabriken.[60]

Ein drittes Unternehmen der Feinmechanik und Optik siedelte sich ganz in der Nähe an. Rudolf Fuess verlagerte sein 1865 in Berlin gegründetes, in der Zwischenzeit stark expandiertes, Unternehmen 1891 in die Düntherstraße in Berlin-Steglitz und produzierte meteorologische und optische Instrumente. In der klassischen Optik und Feinmechanik entstand somit in Berlin-Friedenau und -Steglitz in dieser Zeit eine bedeutende Agglomeration von beachtlichen Optikunternehmen im Umkreis von nur etwa einem bis zwei Kilometern (vgl. Abbildung 25).

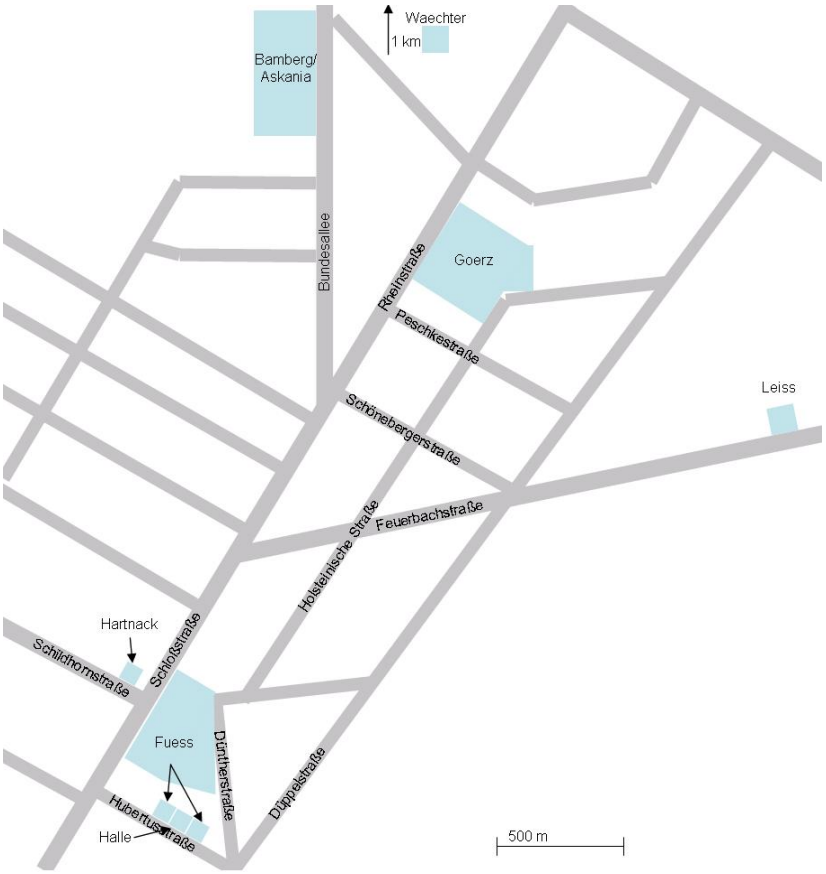


Abb. 25: Optikunternehmen um 1920 in Berlin-Friedenau und -Steglitz

[59] 1919 und 1920 wäre das Unternehmen, ähnlich wie Goerz nach dem Ersten Weltkrieg in finanzielle Schwierigkeiten geraten, doch die Marine bezahlte weiterhin alle Aufträge, die sie bis zum Kriegsende erteilt hatte. Bamberg kaufte noch 1919 das Optik- und Feinmechanikunternehmen Otto Töpfer und Sohn in Potsdam; 1922 Hermann Wanschaff und 1923 Hans Heele.

[60] Bambergwerk-Friedenau: wissenschaftlichen Geräte, Einzeloptiken, Entwicklungslabors, Hauptverwaltung; Produktionsstätte-Steglitz: Reglerfabrik; Werk-Mariendorf: Luftfahrtgeräte, Reihenoptiken, Kreiselgeräte, Sonderbau für die Marine (vgl. Kohler 2004).

Neben den drei herausgegriffenen Unternehmen waren auch Paul Wächter seit 1890 in Friedenau (nach Ausbildung bei Zeiss in Jena 1871 in Berlin als Mikroskopbauwerkstatt gegründet) und als „Ausgründung“ aus dem Fuessschen Unternehmen Bernhard Halle und Carl Leiss in diesem kleinen lokalen Umkreis tätig. Hartnack, der 1870 seinen Betrieb aus Paris nach Potsdam verlagerte, unterhielt z. B. auch eine kleine Dependance in Berlin-Steglitz, „auf der anderen Straßenseite“ von Rudolf Fuess' Feinmechanik- und Optikunternehmen. Bernhard Halle betrieb sein Unternehmen an der Rückseite des Fuessschen Unternehmens, einen Straßenblock weiter in der Hubertusstraße. Carl Leiss arbeitete nur wenige 100 Meter entfernt in der Feuerbachstraße. Auf die anderen in Berlin tätigen Unternehmen kann hier nicht weiter eingegangen werden. Diese Unternehmen waren teilweise gegenseitige Zulieferunternehmen. Sie profitierten von den im sehr nahen Umkreis vorhandenen gut ausgebildeten Arbeitern. Aus den Unternehmen gründeten sich teilweise neue Unternehmen aus (vgl. auch Zaun 2002). Insofern waren viele Zutaten von dem, was heute als Cluster umschrieben wird, aber auch die Wirkzusammenhänge zwischen diesen Zutaten in der optischen und feinmechanischen Industrie in Berlin im Allgemeinen und in Berlin-Friedenau und -Steglitz im Speziellen in den ersten Dekaden des 20. Jahrhunderts bereits vorhanden.

Zwischen der sich damals in Berlin herausbildenden feinmechanisch-optischen Industrie und der lokalen Forschung konstituierten sich, bedingt durch den Bedarf an „High-tech“ optischen Instrumenten, schon in dieser frühen Zeit relativ enge interorganisationale Verbindungen. So entwickelte z. B. Herman Haensch von der Berliner Firma Schmidt & Haensch 1864 Trichinenmikroskope nach den Vorgaben von Rudolf Virchow (Museum optischer Instrumente 2004). Robert Koch nutzte bei der Erforschung des Milzbranderregers und infektiöser Wundkrankheiten um 1876 ein Mikroskop von Edmund Hartnack, der seit 1870 in Potsdam ein Institut für den Bau von Mikroskopen und anderen optischen Instrumenten betrieb (Zeiss 2004a).

Gleichzeitig bildeten sich enge interpersonale und institutionelle Verflechtungen. Die Berliner Optiker und Feinmechaniker Rudolf Fuess, Carl Bamberg und Hermann Haensch waren z. B. Gründungsmitglieder des Fachvereins Berliner Mechaniker und Optiker. In der Nachfolgeorganisation, der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, vertraten die beiden erstgenannten gemeinsam die Interessen der Gesellschaft in der Kommission zur Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) in Berlin-Charlottenburg.[61] Dem Kuratorium

[61] Zu den Unterzeichnern des Memorandums zur Gründung eines Physikalisch-Mechanischen Institutes in Berlin gehörten am 16.06.1883 Oberstleutnant Schreiber (Trigonometrische Abteilung der Königlichen); Geheimer Regierungsrath Dr. Werner Siemens (Mitglied der Königlichen Akademie der Wissenschaften); Geheimer Regierungsrath Prof. Dr. von Helmholtz (Mitglied der Königlichen Akademie der Wissenschaften);

der PTR gehörten beide bis zu deren Tod an. Sie waren ferner Mitbegründer und -herausgeber der Zeitschrift für Instrumentenkunde (vgl. Zaun 2001). Die persönlichen Beziehungen zwischen den Berliner Optikern und Feinmechanikern rührten teils noch aus der Ausbildungs- und Gehilfenzeit.[62] Gleichzeitig bestanden einerseits Zulieferbeziehungen zwischen den Unternehmen der Optik und Feinmechanik untereinander. Andererseits wurden wissenschaftliche Geräte an die neu entstehenden Forschungseinrichtungen geliefert.[63] An diesen charakteristischen Beispielen wird die enge persönliche und institutionelle Verwobenheit im feinmechanischen und optischen Cluster in Berlin zum Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jh. deutlich.

Auch wenn zum Ende des 19. Jh. Zeiss in Jena eine dominierende(re) Stellung im Markt für Mikroskope, Fotoobjektive, Prismenfeldstecher und astronomische Fernrohre einnahm und die optische Industrie in Rathenow weiter expandierte, etablierte sich zumindest ebenbürtig die optische Industrie in Berlin/Potsdam im Bau von Mikroskopen, Objektiven und anderen optischen (Präzisions-) Instrumenten (vgl. hierzu Zaun 2001, 2002; Kettenmann et al. 2001; Kambeck 2002; Museum optischer Instrumente 2004; Zeiss 2004b). Diese Entwicklung deutet bereits zu diesem frühen Zeitpunkt auf positive Rückkopplungseffekte zwischen den Bestimmungsfaktoren des Optikclusters in Berlin hin. Dabei profitierten die Berliner Optikunternehmen einerseits von den von Marshall (1890) beschriebenen „agglomeration economies“ und andererseits zwang der starke lokale und nationale Wettbewerb die Unternehmen Produktivitätssteigerungen zu erarbeiten und Innovationen hervorzubringen. Gleichzeitig waren die Einstiegsbarrieren für Optiker und Feinmechaniker niedrig genug, sodass sich Unternehmer immer wieder Nischen und Bereiche in den sich rasant entwickelnden optischen Technologien jener Zeit suchen konnten, um Werkstätten und Betriebe zu etablieren. Dies sind durchaus erste Hinweise für ein Momentum, das sich in technologischer, institutioneller und organisatorischer Sicht entwickelt hat.

Major von Goessel (Generalstab des Heeres), Geheimer Regierungsrath Prof. Dr. Landoldt (Mitglied der Königlichen Akademie der Wissenschaften), Geheimer Regierungsrath Prof. Reuleaux, Prof. Dr. Vogel (Direktor des Königlichen Observatoriums in Potsdam), Prof. Dr. Paalzow (Technische Hochschule Berlin), Prof. Dr. Doergens, Carl Bamberg (Berliner Mechaniker und Optiker), Rudolph Fuess (Berliner Mechaniker und Optiker), Prof. Dr. Foerster (Direktor des Königlichen Observatoriums) (Huebener/Luebbig 2008, 29). Weitere Memoranden folgten bis die Physikalisch Technische Reichsanstalt 1887 unter ihrem ersten Direktor Hermann von Helmholtz gegründet wurde.

62 Z. B. lernte Otto Toepfer, ein renommierter Unternehmer der Feinmechanik und Optik aus Potsdam sein Handwerk beim Berliner Mechaniker Barrand, als Gehilfe u. a. in den Werkstätten von Pistor & Martins und Franz Schmidt & Haensch in Berlin sowie bei Edmund Hartnack in Potsdam bevor er 1873 seine Werkstatt in Potsdam gründete und zunächst hauptsächlich als Zulieferer für Hartnack tätig war (vgl. Zaun 2001, 153 ff.)

63 Beispielhaft sei hier neben den schon benannten Beispielen der Bambergrefraktor für die Berliner Urania oder auch die enge Zusammenarbeit Toepfers mit dem 1874 auf dem Potsdamer Telegrafenberg gegründeten Astrophysikalischen Observatorium benannte, für das er z. B. Spektrografen entwickelte und lieferte (vgl. Zaun 2001, 153 ff.)

Als ein weiteres für Berlin höchst bedeutsames Beispiel der Optikclusterentwicklung kann die Entwicklung der Beleuchtungsindustrie herangezogen werden (vgl. zum Nachfolgenden insbesondere Keil/Roth 1980; Curter 1996; Liman 2000; Luxbacher 2003; OSRAM 2006; Nentwig 2008). Bereits im Jahr 1678 verfügte der Berliner Regent Kurfürst Friedrich Wilhelm in seinem Edikt über die Straßenbeleuchtung die Beleuchtung des öffentlichen Raumes. Wurden anfänglich noch Öllaternen für die Straßenbeleuchtung genutzt, wurden diese zu Beginn des 19. Jh. durch Gaslaternen abgelöst (Liman 2000, 9 ff). Insofern bestand schon zu dieser Zeit eine große lokale Nachfrage nach Laternen, die zunehmend von Berliner Lampenbauern bedient wurde (Nentwig 2008). Auch in den Privathaushalten war während des 19. Jahrhunderts das Gaslicht weit verbreitet. 1885 erfand und patentierte der Österreicher Carl Auer von Welsbach den Glühstrumpf. Die Verwendung neuer Materialien machte das Auerlicht heller und effizienter im Vergleich zu anderen verfügbaren Lichtquellen. 1892 gründete er die Deutsche Gasglühlichtgesellschaft (Degea später Auer-Gesellschaft) in Berlin. Eine Produktion von Beleuchtungsausrüstung wurde im Auer-Hof in Berlin-Friedrichshain aufgenommen. Im Jahr 1895 wurde das Auerlicht als Berliner Straßenbeleuchtung und ein Jahr später bei der Preußischen Eisenbahn eingeführt und ersetzte zunehmend das traditionelle Gaslicht. Jedoch konnte Gasglühlicht Explosionen, Vergiftungen und hohe Temperaturen in seiner Umgebung verursachen, und so arbeiteten Wissenschaftler und Techniker am Ende des 19. Jahrhunderts bereits an der Realisierung elektrischen Lichts. Die Ära des Gasglühlichtes näherte sich schon wieder ihrem Ende. In den späten 1880er Jahren setzte sich das neuartige Glühlicht langsam durch. Die Diffusion dieser technologischen Innovation war jedoch von pfadabhängigen Prozessen begleitet. Welche Methode der Lichterzeugung sollte sich durchsetzen? Gas oder Strom? Hierbei traten die in Berlin beheimateten Konkurrenten Siemens, Auer und Rathenau in den Vordergrund der technologischen Entwicklung. Siemens versuchte die Entwicklung aktiv in die Richtung des elektrischen Lichtes zu beeinflussen. Hilfreich hierbei waren sicher die Demonstrationen, die Siemens in Berlin an der Akademie der Wissenschaften, z. B. in einem Operationssaal der Universität, in der Maschinensammlung der Technischen Hochschule oder dem Aktsaal der Kunstakademie vor Mitgliedern der Staatsführung und weiteren Würdenträgern durchführen ließ. „Noch fehlte allerorten das Bedürfnis, es musste erst geweckt werden, dem stand aber die Trägheit des Gewohnten und der Kostenpunkt lange entgegen“ (Riedler 1916, 44). Nicht weniger bedeutsam in diesem Prozess war das Wirken von Siemens für die Einrichtung der Physikalisch-TechnischenReichsanstalt (dazu später mehr), die als nationale Standardeinrichtung als eine der ersten Aufgaben auch einen Standard für die Lichtstärke entwickeln sollte. „Da es noch keine einheitlichen Standards für Strom und Span-

nung gab und das den Verkauf seiner elektrotechnischen Geräte ins Ausland erschwerte, drang er [Siemens] weiter auf die Gründung einer staatlichen Stelle, die als Gralshüter der physikalischen Einheiten fungieren sollte“ (Hardy 2008, 15).

Der Erfinder Thomas Alva Edison entwickelte 1879 in den USA die elektrische Kohlefadenglühlampe. Das Edison-Patent wurde in Deutschland durch die Deutsche Edison-Gesellschaft (DEG, später Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft (AEG)) mit Sitz in Berlin verwertet. Sie hatte ihre Produktionsstätte seit 1883/84 in der Schlegelstraße in Mitte, einem frühen industriellen Zentrum der Gründerjahre, eingerichtet, wo damit begonnen wurde Kohlefadenglühlampen herzustellen. Schon bald reichten die räumlichen Kapazitäten nicht mehr aus und die Produktion wurde in die Ackerstaße in Berlin-Wedding verlagert, wo die AEG auch die kürzlich von Walter Nernst in Göttingen erfundene Lampe (patentiert 1897) produzierte. Bei der Auergesellschaft wurde ebenfalls die Beleuchtungstechnologie weiterentwickelt. Im Jahr 1898 wurde die Metallfadenlampe und 1901 die Os-Lampe mit einem Glühfaden aus Osmium von Auer patentiert. 1906 registrierte er den Markennamen OSRAM, der sich aus den zwei Glühdrahtmaterialien Osmium und Wolfram ableitete (vgl. OSRAM 2006).

Auch Siemens und Halske, die 1847 in Berlin die Telegraphenbau-Anstalt von Siemens & Halske gründeten, experimentierten zunächst in einer kleinen Hinterhofwerkstatt mit Glühlampen. Zwischen 1883 und 1901 errichteten sie das Glühlampenwerk in der Helmholtzstraße (später OSRAM-Werk S). Im Wettstreit zwischen Gas- und elektrischer Beleuchtung war eine geeignete Einheit für photometrische Untersuchungen notwendig geworden. Der Chefkonstrukteur von Siemens & Halske, Friedrich Hefner von Alteneck, entwickelte ein reproduzierbares Licht-Normal und schlug es 1884 dem elektrotechnischen Verein vor. Die nach ihm benannte Hefnerkerze wurde 1890 vom Verein Deutscher Gas- und Wasserfachmänner und 1897 auch vom Verband Deutscher Elektrotechniker angenommen und von der Physikalisch-Technische Reichsanstalt beglaubigt. In Deutschland, Österreich und Skandinavien war sie damit die früher übliche Einheit der Lichtstärke (vgl. auch Warburg 1904). In den Diensten von Siemens & Halske entwickelte auch Werner von Bolten maßgebliche technologische Verbesserungen der elektrischen Lichterzeugung. Er entwickelte die Tantallampe, die 1905 in den Markt eingeführt wurde. Sie wurde millionenfach produziert. Jedoch wurde sie bereits ab 1910 von der neuen in Berlin entwickelten Wolframlampe abgelöst, die Siemens unter der Marke Wotan verkaufte (vgl. Siemens 1961). Zu dieser Zeit bestanden bereits enge Verbindungen zwischen den Laboren der Beleuchtungsunternehmen und den Instituten der Berliner Universität, der Technischen Hochschule und er Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Ge-

meinsam wurden neue Technologien und Materialien entwickelt und getestet (vgl. Luxbacher 2003).

1919 fusionierten Deutsche Gasglühlicht AG (Auer-Gesellschaft), Siemens & Halske und AEG die Berliner Glühlampenproduktion und gründeten die OSRAM Werke GmbH KG, Berlin als Folge des verlorenen ersten Weltkrieges (vgl. auch Gneuss 2003; Wulf 2005). In den 1920er und 1930er Jahren wurden mehrere Vertriebsgesellschaften im Ausland (wieder) eingerichtet und eine Vielzahl neuer Produkte in Berlin entwickelt und von hier aus erfolgreich in den Markt eingeführt (z. B. Bilux, Natriumdampf-Niederdrucklampen, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen, Leuchtstofflampen). 1935 kaufte OSRAM die Bergmann-Elektrizitätswerke in der Seestraße in Wedding, die seit etwa 1906 auch Glühlampen produzierte. Dieser Standort (Werk B) wurde nun nach und nach zur zentralen Glühlampenproduktion von OSRAM in Berlin ausgebaut, wohingegen die anderen Werke eine Zulieferfunktion übernahmen. Der Firmensitz verblieb bis 1945 im alten Degea-Werk (Werk D) in Berlin-Friedrichshain (vgl. OSRAM 2006).

Die kontinuierliche Verbesserung der Glühlampentechnologie war nur durch das hohe Engagement dieser Unternehmen in Forschung und Entwicklung und der engen Interaktion von Wissenschaftlern, Technikern und Prozessingenieuren möglich. Der starke Anstieg der Produktionskapazitäten für Glühlampen in Berlin und die millionenfache Herstellung von Glühlampen brachte Berlin schließlich den Titel „Stadt des Lichts“. Auch wenn Elektrounternehmen wie Siemens & Halske, Telefunken und die AEG nicht hauptsächlich in der optischen und feinmechanischen Industrie tätig waren, so hat die rasante wirtschaftliche Entwicklung dieser Unternehmen im späten 19. Jh. und frühen 20. Jh. in optikangrenzenden Bereichen auch wesentlich – wie vom heutigen Clusterkonzept nahe gelegt – zur Entwicklung der optischen Industrie in der Region Berlin beigetragen.

Die Berliner Elektrotechnik-Unternehmen als „industry-based science“ (König 1995), wie auch die kleineren und mittleren Unternehmen der optischen und feinmechanischen Industrie als eher „science-based industry“ (Zaun 2002), (re)produzierten schon damals Regeln der interorganisationalen Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Es erschien beispielsweise als legitim, mit wissenschaftlichen Einrichtungen zusammenzuarbeiten, für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt war dies geradezu notwendig. Durch die Ansiedlung der schnell expandierenden Elektrounternehmen und dem damit verbundenen Aufbau von materiellen (z. B. Fertigungsanlagen) und immateriellen Ressourcen (z. B. Human Ressourcen und interorganisationale Beziehungen) in der Region, die auch für die optische und

feinmechanische Industrie von Bedeutung waren, konnten im regionalen Agglomerationsraum Berlin Komplementäreffekte realisiert werden. Diese Komplementäreffekte engten einen frühen Optionsraum der Entwicklung eines sich herausbildenden Industriedistrikts bereits ein, erweiterten ihn aber auch insofern, als sich nun die wissenschaftsgetriebene Entwicklung des Clusters optischer Technologien und eine industriegetriebene gegenseitig ergänzten.

Ein weiterer für die Clusterentwicklung und somit für diese Arbeit relevanter Prozess ist die Herausbildung von Kompetenzen sowie die organisationale und institutionelle Etablierung der Röntgentechnologien in der Region Berlin-Brandenburg. 1895 entdeckt Wilhelm Conrad Röntgen in Würzburg die X-Strahlen, die die medizinische Diagnostik und die Materialprüfung revolutionieren sollten. Dass derartige wissenschaftlich-technische Neuerungen im Berlin der Gründerjahre auf fruchtbaren Boden fielen zeigen folgende anekdotische Beispiele: (1) Bereits ein Jahr nach der Entdeckung der Strahlung eröffnete Max Levy-Dorn das erste Röntgenlabor in Berlin und 1906 wurde er Chefarzt der Röntgenabteilung im Rudolf-Virchow-Krankenhaus (Rosenbusch et al. 1995, 206). (2) 1897 gründete die AEG eine eigene Röntgenabteilung in ihrem Kabelwerk in Berlin-Oberschöneweide und baute Röntgengeräte sowie passende Röntgenröhren im AEG-Glühlampenwerk gemeinsam mit Siemens (Richter/Heidt 2001). (3) Überliefert ist auch die Zusammenarbeit des Berliner Produzenten von physikalisch-chemischen Instrumenten Reinhold Burger mit Wilhelm Conrad Röntgen. Ab 1900 stellte Röntgen in München Versuche mit Röhren an, die Burger ihm eigens entwickelte und fabrizierte (Kleinhempel 2001, 73).

Die Entwicklung der damals neuen Röntgentechnologie profitierte zum einen von komplementären Industrien in Berlin, z. B. dem (medizinischen) Gerätebau,[64] der sich entwickelnden chemischen Industrie[65] (Agfa, Kodak und Schering produzierten Röntgenplatten[66]) sowie der Entwicklung von Röntgenröhren in glastechnischen und Elektro-Unternehmen (z. B. Burger und Co. oder AEG) und zum anderen von der rasch steigenden lokalen Nachfrage nach frühen Anwendungen, z. B. in den zahlreichen Berliner Krankenhäusern oder auch der Notwendig-

[64] Um die Jahrhundertwende unterhielt z. B. die Elektricitätsgesellschaft Sanitas eine Fabrik für die Produktion elektromedizinischer Apparate, Röntgen-Induktoren und anderen Geräten in der Friedrichstraße und in der Luisenstraße, wo zum Beispiel auch Strahlenschutzkurse angeboten wurden (vgl. Richter/Heidt 2001).

[65] Die 1882 auf dem Gelände der heutigen Berlin-Chemie AG angesiedelte chemisch-pharmazeutische Fabrik C. A. F. Kahlbaum entwickelte und produzierte u.a. Verstärkerfolien und Leuchtschirme für Röntgenanwendungen (Richter/Heidt 2001).

[66] Die 1867 gegründete Farbenfabrik „Actien-Gesellschaft für Anilin Fabrikation“ (Agfa) (vgl. Hetzel 2004) und die 1851 gegründete Firma Schering, die ab 1894 in ihrer „Photographischen Abteilung zur Herstellung von photographischen Papieren, Platten und Filmen“ fertigte (boerse.de 2004) trugen einen wesentlichen Teil zur Röntgen-Wertschöpfungskette in der Region bei.

keit, zerstörungsfreie Prüfverfahren zu entwickeln.[67] Auch im Bereich der Röntgentechnologien sind in Berlin bis zum Zweiten Weltkrieg clusterähnliche Verhältnisse erkennbar. Die damit verbundenen selbstverstärkenden Mechanismen zwischen den Bestimmungsfaktoren des Clusters boten für die sich in der Region Berlin entwickelnde Röntgen-Community einen Anreiz, sich in Berlin auf diesen technologischen Pfad zu konzentrieren und ihn weiterzuentwickeln.[68]

Diese Anreize wurden noch verstärkt da z. B. auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Prüfung spezielle Institutionen in Berlin geschaffen wurden, um die Weiterentwicklung dieses Anwendungsbereichs der Röntgentechnologien zu fördern. Dies wurde durch die industrielle Entwicklung in den zwanziger Jahren zunehmend notwendig. Die Grobstrukturuntersuchung mittels Röntgenstrahlung bot eine Möglichkeit, den rasant ansteigenden Bedarf an Rohstoffen, die die (Berliner) Industrie immer eindringlicher vor das Problem der Materialprüfung wegen der gesteigerten Sicherheitsanforderungen stellte, durch eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfung prozessnah zu untersuchen. Ohne die Röntgenprüfung wäre die ausgedehnte Anwendung der Schweißtechnik im Brücken- und Behälterbau nicht möglich gewesen. In Berlin wurde im Herbst 1929 an der TH Berlin-Charlottenburg der erste Hochschulkurs über „Die Röntgentechnik in der Materialprüfung“ abgehalten, um Nachwuchskräfte auf dem Gebiet der radiologischen Makrostrukturprüfung zu fördern (Becker 1983). Auf Initiative von Rudolf Berthold wurde 1933 beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem (Vorgängerorganisation der BAM) eine „Fördergemeinschaft“ gegründet und eine „Röntgenstelle“ eingerichtet. 1937 wurde die „Fördergemeinschaft“ in einen eingetragenen Verein, die „Gesellschaft zur Förderung zerstörungsfreier Prüfverfahren e.V. (GFZfP)“ umgewandelt und erste spezielle Vorträge in Berlin organisiert. Die institutionelle Verankerung der zerstörungsfreien Prüfung wurde z. B. durch die Übernahme eines Lehrstuhls für zerstörungsfreie Prüfverfahren an der TH Berlin-Charlottenburg durch Rudolf Berthold 1941 weiter verstärkt (vgl. Richter 1998).

---

[67] Hierzu zählten z. B. die Prüfung von Kesseln in der Eisenbahnproduktion in Berlin, die zerstörungsfreie Untersuchung von Brücken und anderer technischer Geräte sowie die Ansiedlung eines Prüflabors für Schadensfälle der Allianz in Berlin (Richter/Heidt 2001).

[68] Dies wird auch durch die Ansiedlung von unterstützenden Einrichtungen und Institutionen, wie z. B. dem 1921 in Neubabelsberg eingerichteten Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung, das 1923 zum Staatl. Materialprüfungsamt (StMPA) Dahlem (der heutigen BAM) verlegt wurde, der Schweißtechnischen Versuchsanstalt der deutschen Eisenbahn im brandenburgischen Wittenberge, der Stoffabteilung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof, der 1929 in Berlin-Marienfelde gegründeten Allianz-Materialprüfstelle, der Abteilung Röntgentechnik der Siemens AG in Berlin-Siemensstadt, der Gründung (1933) der Reichsröntgenstelle beim StMPA in Dahlem und deren Fördergemeinschaft, der Bildung (1937) eines Dezernats für Werkstoffe und Schweißtechnik im Reichsbahn-Zentralamt in Berlin-Tiergarten, der zumindest ab 1936 nachweisbaren Prüfhalle der Borsig Maschinenbau AG in Berlin-Tegel, Forschungseinrichtungen der Berliner Universität und der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg, wie das Clusterkonzept nahe legt, deutlich (vgl. Richter/Heidt 2001).

Ende des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts bestanden in Berlin nicht nur eine enge Verflechtung von Industrie und Wissenschaft, sondern auch ein dichtes und vielfältiges Geflecht zwischen den in der Stadt ansässigen wissenschaftlichen Einrichtungen und deren Repräsentanten untereinander. Hieraus ragten die Berliner Universität, die Akademie der Wissenschaften, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt sowie die Technische Hochschule in Charlottenburg heraus. Diese Einrichtungen waren einerseits auf relativ engem Raum gebündelt (vgl. Abbildung 26) und andererseits existierten engste Verbindungen zwischen den Institutionen (wie schon in Bezug auf die Gründung der PTR ersichtlich wurde).

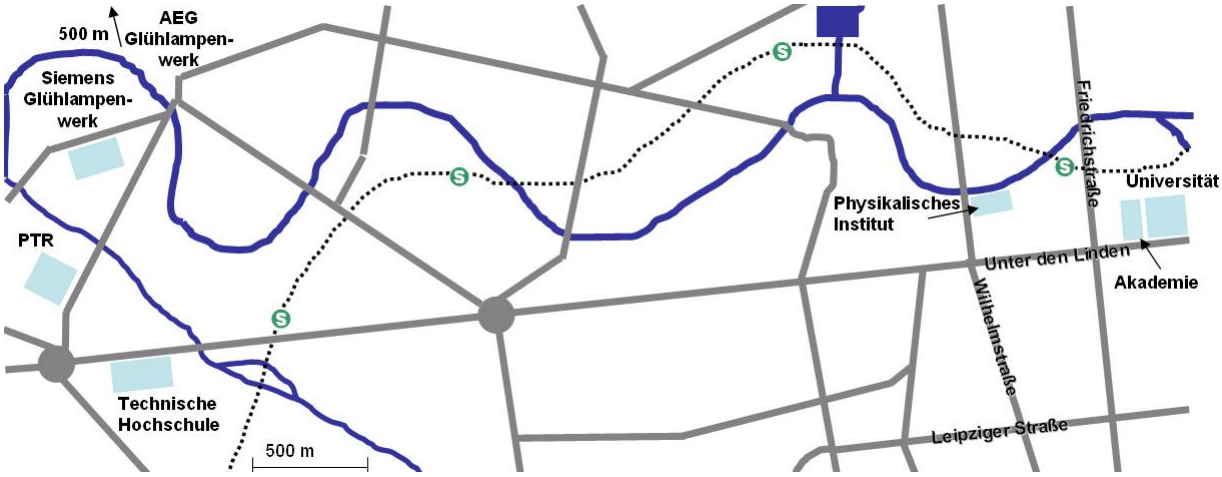


Abb. 26: Agglomeration der physikalischen und optischen Forschungseinrichtungen in Berlin um die Jahrhundertwende

Die industrielle, wissenschaftliche und personale Verknüpfung wird am Beispiel der Einrichtung des optischen Laboratoriums in der PTR besonders deutlich. Otto Lummer (zunächst Doktorand und später Assistent von Helmholtz an der Friedrich-Wilhelm-Universität in Berlin) wurde 1887 der erste Dirktor des Optischen Laboratoriums. Dessen Aufgaben waren, in Anknüpfung an die Deutsche ergo Berliner Beleuchtungsindustrie, u. a. die Verbesserung photometrischer Methoden und die Entwicklung verlässlicher und transportabler photometrischer Instrumente, die Entwicklung quantitativer Messmethoden der Lichtintensität, die Entwicklung von Gasbeleuchtungstechniken, die Testung von Bogenlampen, die photometrische Analyse verschiedener Arten von Petroleum sowie die Lichterzeugung unterschiedlicher Farben (vgl. Huebener/Luebbig 2008, 42 f.). Die ersten Mitarbeiter des Optischen Laboratoriums waren dann auch ehemalige Schüler von Helmholtz (Wilhelm Wien, Ferdinand Kurlmbaum und Ernst Pringsheim). Im Optischen Laboratorium wurden zu jener Zeit insbesondere Strahlungsmessexperimente und Arbeiten mit dem „Schwarzen Körper“ durchgeführt, die grundlegende Experimente für Plancks Formulierung der Quantenhypothese 1900 in Berlin darstellen. Die Ergebnisse der Forscher wurden in regelmäßigen Abständen in der Preußischen Aka-

demie der Wissenschaften und bei der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (jeweils mit Sitz in Berlin) vorgestellt, diskutiert und in den Analen der Physik, zu jener Zeit dem Publikationsmedium für Physiker schlechthin (herausgegeben in Berlin), veröffentlicht.

Zu Beginn des 20. Jh. mangelte es jedoch an Institutionen, die sich primär bzw. ausschließlich der (Grundlagen-)Forschung widmen konnten. Dies erschien jedoch notwendig, um mit dem rasanten wissenschaftlichen Fortschritt mithalten und ihm voraus sein zu können. Großindustrie und Wissenschaftler drängten auf Änderung und Einrichtung einer wissenschaftlichen Gesellschaft. 1911 wurde daraufhin die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin ins Leben gerufen (vgl. Fromm 2000). Berlin hatte sich zu jener Zeit bereits den Weltruf eines anerkannten und geachteten Wissenschaftszentrums erarbeitet; in der Chemie, Physik und Medizin arbeitete man auf Weltniveau. In der Folge gingen viele Nobelpreise nach Berlin. 1918 waren von den insgesamt 22 deutschen Nobelpreisen 16 mit Berlin assoziiert und es war die Rede von der „Stadt der Nobelpreisträger“ (Meyer 2000, 68; DHM 2004)

Zu dieser Zeit bestand in Berlin eine außergewöhnliche Dichte an herausragenden Forschern und Forschungseinrichtungen im Bereich der Physik und insbesondere der Optik. In Berlin waren bis 1945 Forscher wie Magnus, Warburg, v. Helmholz, Kirchhoff, Michelson, Planck, Franck, Hertz, Einstein, v. Laue, Schrödinger, Heisenberg (um nur einige wenige zu nennen) tätig. Sie und andere Wissenschaftler übten oft Lehrtätigkeiten an der Berliner Universität oder der Technischen Hochschule aus. Sie waren häufig Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften und arbeiteten in oder mit den Laboratorien der PTR oder der Kaiser-Wilhelm-Institute sowie den industriellen Forschungslaboren von Siemens, AEG, später OSRAM u.a. zusammen. Bedingt einerseits durch diese hohe Dichte an gut ausgestatteten Forschungseinrichtungen und andererseits, damit verbunden, durch die hohe Dichte an herausragenden Forschern, hatten weitere Weltklasseforscher zu Beginn des 20. Jh. einen starken Anreiz, in Berlin Forschung zu betreiben. Ein sich selbstverstärkender Prozess war in Gang gekommen und zog immer neue Spitzenkräfte nach Berlin. Durch Zuwanderung von weiteren bedeutenden Forschern wurde diese Agglomeration von wissenschaftlichem Potential und somit der Anreiz hier Forschung zu betreiben noch verstärkt.

Die Einrichtung der verschiedenen Forschungseinrichtungen baute die „institutional thickness“ (Amin/Thrift 1994, v) im Berlin der vorletzten Jahrhundertwende weiter aus. An der Berliner Universität, an der Preußischen Akademie der Wissenschaften, am Berliner Gewerbeinstitut, an der Königlich Technischen Hochschule zu Berlin, der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, den Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und anderen wa-

ren bedeutsame Forscher der damaligen Zeit tätig. Von hier ließen sich aber auch der Professorennachwuchs für die Forschungseinrichtungen und die dringend benötigten Ingenieure für die Unternehmen rekrutieren. Solche Verfügbarkeiten von Humankapital werden auch heute als eine der notwendigen Voraussetzungen der Clusterentwicklung angesehen (vgl. insbesondere Krugman 1991, aber auch Porter 1998).

Neben einem breiten Ausbildungsspektrum existierten im Berlin dieser Zeit ein dynamisches Unternehmertum sowie auch Risiko bereite Großbanken. Selbst wenn eine Clusterpolitik damals noch unbekannt war, Infrastrukturmaßnahmen zur Förderung von Gewerbe, Verkehr und Militär wurden von Unternehmern und durchaus auch von der Politik des gerade entstandenen Deutschen Reichs initiiert (Noll 2001). An dieser Stelle kann konstatiert werden, dass (trotz der kommenden historischen Zäsuren) der damalige Aufbau von wissenschaftlicher Infrastruktur in Berlin und die Verzahnung mit der regionalen Wirtschaft noch heute Einfluss auf die Entwicklung des Feldes der optischen Technologien in der Region haben.[69]

Die Attraktivität des Optik-Standortes Berlin führte dazu, dass sich auch internationale Unternehmen, die auf dem Gebiet der optischen Technologien tätig waren, hier ansiedelten. Dazu zählten z. B. die 1896 in Berlin gegründete Deutsche Kodak Gesellschaft, die seit 1927 in Berlin-Köpenick produzierte (Kodak 2004) und die 1926 gegründete Deutsche Philips GmbH, die zum Beispiel Neon-Leuchten und Röntgen-Komponenten in Berlin produzierte und 1932 mit ihrer Hauptverwaltung nach Berlin zog (Royal Philips Electronics 2004). In der Groß-Berliner optischen und feinmechanischen Industrie waren im Jahr 1939 bereits 27.248 Beschäftigte in 2.244 Arbeitsstätten tätig (Statistisches Amt von Groß-Berlin 1947, 11).[70] Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Unternehmen von in der Region vorhandenen anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen und deren Nachfrage, von qualifizierten Arbeitskräften und vom Optik- und Feinmechanikwissen „in the air“ sowie von den unterstützenden Institutionen der optischen Technologien in der Region profitierten. Die sich durch die Clusterdynamik weiterentwickelnden Externalitäten machten wiederum das Cluster attraktiver für externe Unternehmen.

---

[69] Ein Beispiel kann dies verdeutlichen: Das 1864 in Berlin gegründete Berliner Optikunternehmens Schmidt & Haensch baut seit seiner Gründung optische Analysegeräte nach Kundenspezifikation und bezieht sowohl die Kunden als auch (lokale) wissenschaftliche Einrichtungen bei Entwicklung und Produktion mit ein. Hierzu wird intensiv mit lokalen Universitäten, Hochschulen und Fraunhoferinstituten und anderen Forschungseinrichtungen zusammengearbeitet, um neue Geräte zu entwickeln und Methoden zu optimieren (Schmidt & Haensch 2008).

[70] Dies entsprach einem wesentlichen Anteil an der Deutschen feinmechanischen und optischen Industrie. Im Jahr 1942 waren im Deutschen Reich ca. 130.000 Beschäftigte in ca. 1050 Firmen der Feinmechanik und Optik tätig (Albrecht 1944, 1).

Allerdings deuteten sich mit der Machtübernahme der Nationalsozialisten bereits Entwicklungen an, die wenige Jahre später zu Niedergang, Zerstörung und Spaltung des schon damals sehr entwickelten regionalen Clusters optischer Technologien führen sollten. Als Stichwort sei hier nur auf die „Deutsche Physik“ verwiesen.[71]

„Einsteins Ausscheiden aus der Akademie wurde […] zum Auftakt einer beispiellosen Vertreibung von Wissenschaftlern […] aus Deutschland. Eine einmalig zu nennende schöpferische Atmosphäre, diese unwägbare und doch sehr reale Qualität geistigen Schaffens, die […] speziell in Berlin in den ersten Jahrzehnten des zwanzigsten Jahrhunderts zu einem wissenschaftlichen Weltzentrum gemacht hatte, wurde so binnen kurzem dem Verfall preisgegeben und in wichtigen Teilen zerstört. Dies wirkt bis heute nach, denn zerstörte wissenschaftliche Institute lassen sich zwar wieder aufbauen und auch Talente wachsen nach – doch eine Atmosphäre höchster wissenschaftlicher Kreativität und Attraktivität, für die nicht zuletzt Einstein in seinem fast zwanzigjährigen Wirken in Berlin steht, für die er einen aktiven Beitrag geleistet hat, ist das Werk vieler Generationen und ein wohl zu behütendes Gut. Dieses ist so schwer zu schaffen wie es leicht zu verlieren“ (Hoffmann 2006, 8 f.).

Bald danach war das Ergebnis greifbar: „Um 1943/44, zeichnete sich […] das Ende ab, das für die Physik in Berlin in einen Zusammenbruch im Mai 1945 mündete. Im Sommer 1943 wurde das Physik-Gebäude der Technischen Hochschule ein erstes Mal von Bomben getroffen, bis zum Sommer 1944 erheblich beschädigt. Der wachsende Luftkrieg führte zur Verlagerung des Kaiser-Wilhelm-Instituts nach Württemberg. Damit wanderten die Mitarbeiter ab. Auch Laboratorien der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und Industrielaboratorien wurden verlagert. Noch in den letzten Tagen des Kampfes um Berlin wurde das Physik-Gebäude der Universität am Reichstagsufer vollständig zerstört. Unmittelbar nach dem Ende des Krieges setzten die Demontagen ein“ (Freie Universität Berlin 2004).

Die nun katastrophale Lage der Berlin-Brandenburger optischen Industrie soll an prägnanten Beispielen kurz verdeutlicht werden. Gleichzeitig muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass diese Unternehmen auch Profiteure sowohl des Ersten als auch des Zweiten Weltkrieges in Form von militärischen Aufträgen und teils durch Beschäftigung von Zwangsarbeitern waren. In Rathenow lag 1945 die Emil Busch AG in Trümmern und die Fabrikanlagen der Firma Nitsche & Günther waren stark beschädigt. Die Kriegs- und Nachkriegswirren hatten den Zusammenbruch der feinmechanischen und optischen Industrie in Rathenow in ihren Produktions- und Vermarktungsmechanismen zur Folge (vgl. o.A. 2006). Während der letzten Tage

[71] Unter dem Motto „Deutsche Physik“ wurden die fortschrittliche theoretische Forschung in der Quantenmechanik und die Relativitätstheorie massiv behindert (vgl. Schröder 1993).

des Zweiten Weltkrieges wurde das Goerzwerk in Berlin-Zehlendorf durch Kampfhandlungen stark zerstört, wohingegen das Friedenauer Werk den Krieg intakt überstand. Nach dem Waffenstillstand wurden jedoch sämtliche Maschinen, Unterlagen, Materialien und Muster aus den Werken entfernt und als Reparationsleistung abtransportiert. Während des Zweiten Weltkrieges wurden zahlreiche Berliner OSRAM Produktionsstätten in ostdeutsche Städte verlagert. Dennoch wurden die Werke teilweise stark zerstört, die Reste von sowjetischen Truppen schließlich demontiert (Ti 1949; OSRAM 2006).

Ende des Zweiten Weltkrieges waren 75-80 %, mitunter 100 % der Werkanlagen und Laboratorien der optischen und feinmechanischen Industrie in Berlin-Brandenburg zerstört oder als Reparationsleistung abtransportiert (vgl. Karlsch/Ciesla 1999; Schützler, 1999).

Zusammenfassend lässt sich für die Zeit bis zum Zweiten Weltkrieg feststellen, dass in Berlin und Umgebung eine kontinuierliche Entwicklung zu einer bedeutenden Agglomeration in der Optik und Feinmechanik stattgefunden hatte. In Rathenow war eine regionale Industriestruktur mit kleinen untereinander verbundenen Unternehmen ähnlich einem „Industriedistrikt“ (Marshall 1890) entstanden. Im Großraum Berlin kann im Bereich der Optik und Feinmechanik von clusterähnlichen Bedingungen gesprochen werden und die Akteure waren auf vielfältige Weise miteinander vernetzt. Die Entwicklung wurde zudem nicht unwesentlich von Pfadabhängigkeiten in technologischer, institutioneller und (inter-)organisationaler Hinsicht begleitet (vgl. Sydow/Lerch 2007b). Durch Krieg und Demontage kam es dann allerdings nicht nur zu einer Zerstörung des Distrikts in Rathenow und des Clusters in Berlin, sondern in Hinblick auf die materiellen Ressourcen zu einem weitgehenden Pfadbruch der optischen Technologien im Großraum Berlin.

4.2.2 Der Wiederaufbau und die Aufspaltung des Feldes optischer Technologien in Berlin-Brandenburg 1945-1990

Mitarbeiter, die den Krieg überlebt hatten, kehrten an ihre früheren Arbeitsstätten zurück. Wo nicht eine totale Zerstörung oder Demontage anzutreffen war, wurde mit dem Wiederaufbau begonnen. Immaterielle Ressourcen, vor allem aber das Wissen der früheren Beschäftigten sowie kognitive und normative Orientierungen blieben erhalten und wirkten als Leitbilder beim Wiederaufbau weiter.

In Rathenow wurde der Neuanfang durch die umfangreichen Zerstörungen und Reparationsleistungen sowie durch fehlende Fachkräfte gehemmt. Die großen und mittleren Betriebe der optischen Industrie in Rathenow wurden enteignet; einige Firmen verließen Rathenow. 1946 entstand aus dem enteigneten Unternehmen Nitsche & Günther der Betrieb „Rathenower optische Werke mbH“ (ROW). 1948 entstand daraus wiederum, unter Zusammenschluss mit der Emil Busch AG, der Volkseigene Betrieb Rathenower Optische Werke (VEB ROW).[72] 1966 wurde der VEB ROW dem Kombinat Carl-Zeiss-Jena untergeordnet. Die Planwirtschaft der DDR verlangte nach einer weiteren Konzentration der vielen kleinen Betriebe, welche noch als private Firmen in Rathenow produzierten. 1958 fusionierten 45 der 72 noch existierenden Rathenower Optikfirmen zur Produktionsgenossenschaft des Handwerks (PGH) „J.H.A. Duncker“, die 1972 als volkseigener Betrieb eingestuft und nach Hermann Duncker benannt wurde. Das Kombinat Carl-Zeiss-Jena übernahm sechs Jahre später auch die Führung über den VEB Augenoptik Hermann Duncker. Aus dem Zusammenschluss der beiden in Rathenow verbliebenen großen optischen Betriebe entstand 1980 der VEB Rathenower Optische Werke „Hermann Duncker“ in dem bis 1989 ca. 4.420 Mitarbeiter Brillen für den Markt in der DDR herstellten (vgl. o.A. 2006).

Nach 1945 zog sich die (Groß-) Industrie mit ihren (Haupt-) Verwaltungen und Forschungsabteilungen sowie mit erheblichen Teilen der Produktion aus Berlin zurück.[73] Die universitäre Forschungslandschaft wurde für eine Wiederbelebung neu gegliedert. Groß-Berlin hatte die Stellung als einer der bedeutendsten und innovativsten Agglomerationsräume in Deutschland verloren (Leupolt 1993). Viele Disziplinen büßten im Westteil der Stadt ihr außeruniversitäres Umfeld ein,[74] denn Forschungsinstitute, Behörden und Verbände[75] verließen Berlin (West).

---

[72] Ende 1950 waren dort 1.856 Arbeiter beschäftigt (o.A. 2006).

[73] Hierzu gehörten u.a. Siemens und OSRAM, die nach München, Philips nach Hamburg, Kodak nach Stuttgart und Teile von Askania, die in die Bodensee-Region verlagerten.

[74] Zum Beispiel wurden Institute der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Berlin-Dahlem, so zum Beispiel auch das Institut für Physik geschlossen. Die Einrichtung des KWI für Physik wurde von den Sowjets beschlagnahmt

Dennoch wirkten kognitiv-normative „imprints“ mit Folgen für die Rekonstitution der Ressourcenausstattung nach. Zum Beispiel wurde die Technische Hochschule Berlin als Technische Universität Berlin neu eröffnet. In Berlin-Dahlem wurde 1948, auch in Gebäuden der einstigen Kaiser-Wilhelm-Institute, durch geflohene Mitarbeiter und Studenten der Berliner Universität (die sich nunmehr im Ostteil der Stadt befand), eine freie, die Freie Universität Berlin gegründet. An der TU Berlin wurde der anwendungsorientierte Fachbereich Physik und hier insbesondere das Optische Institut eingerichtet, das nach der Entdeckung des Lasers 1960 in der Laserforschung und -anwendung führend war. In den frühen Jahren musste hier wie auch anderswo erst einmal Grundlagenforschung betrieben werden. Darüber hinaus entstanden im Bereich der Ingenieurwissenschaften der TU wieder verschiedene Institute der Nachrichtentechnik, die zunehmend mit optischen Verfahren konfrontiert wurden sowie der Fachbereich Lichttechnik. Diese Institute knüpften an Orientierungen und Know-how früherer Einrichtungen an der Technischen Hochschule und am Campus Charlottenburg an und bildeten gleichzeitig in diesen Jahren die Ausgangspunkte für die heutige Netzwerk- und Clusterentwicklung in diesem Bereich.

Im Westteil der Stadt wurden Teile der verbliebenen Forschungseinrichtungen zum Beispiel der Deutschen Post wieder belebt. An der 1957 in Berlin eröffneten Fachhochschule der Deutschen Bundespost wurde u. a. an Fernsehtechnik und Bildverarbeitung, Informatik und digitaler Signalverarbeitung und integrierter Optik gearbeitet (Germer/Schmidt 1992). Im Bereich der Nachrichtentechnik bestanden zudem traditionell enge Verbindungen zwischen den Instituten der TU Berlin, der Deutschen Bundespost, dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut sowie der Firma Siemens, die einst als Telegraphenbau-Anstalt in Berlin gegründet wurde. In der Nachkriegszeit wurde die Entwicklung von interorganisationalen Beziehungen somit wieder durch erste Agglomerations-, Koordinations- Komplementaritäts- und Lerneffekte positiv beeinflusst. Im Bereich der Nachrichtentechnik bestand im Westteil Berlins schon in dieser Zeit eine recht bedeutsame Agglomeration an Organisationen und Fähigkeiten, die nach dem Krieg wieder günstigere Umstände für technologische Entwicklung und die Generierung von Innovationen bedeuteten. Die sich wieder verbessernden Rahmenbedingungen für die handelnden Akteure schufen auch günstige Ausgangsbedingungen für die spätere Entwicklung eines Netzwerkes im Bereich der optischen Nachrichtentechnik, die bis heute die

---

und die Institutsleitung (Heisenberg und von Laue) sowie mehrere Mitarbeiter kamen in britische Gefangenschaft und kehrten 1946 nach Göttingen zurück, wo sie das Max-Planck-Institut (MPI) für Physik wieder eröffneten. Seit 1958 befindet sich das MPI für Physik in München (MPI für Physik 2006).

[75] Die 1923 in Berlin gegründete Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik (DGaO) eine Interessenvertretung zusammengesetzt aus Hochschulvertretern und Repräsentanten der optischen Industrie verlagerte nach dem Krieg ihren Hauptsitz nach Heidenheim und in der DDR entstand der Fachverband Optik in der Physikalischen Gesellschaft der DDR (DGaO 2006).

Netzwerkentwicklung im Cluster (im Bereich optische Technologien für Telekommunikationsausrüstung und Internetinfrastruktur) positiv beeinflusst.

Im traditionell starken Bereich der Lichttechnik lebten interorganisationale Verbindungen nach dem Krieg teilweise fort. Auch wenn weite Teile der OSRAM-Produktionsstätten in Berlin zerstört und/oder demontiert waren und für die OSRAM GmbH das Ost-Berliner Werk und der Verwaltungshauptsitz verloren gingen, wurde in West-Berlin das OSRAM-Werk in Wedding wieder hergerichtet. Aufgrund der späteren Insellage Berlins verlagerte OSRAM jedoch weite Teile der Verwaltung und die Forschung und Entwicklung nach Bayern. OSRAM bekannte sich aber explizit zu Berlin und investierte.[76] Daneben wurde in Berlin der Bereich Lichttechnik an der TU Berlin aufgebaut, Unternehmen aus der Vorkriegszeit wie z. B. Weinert Leuchten nahmen die Produktion wieder auf und neue Unternehmen wurden gegründet. Semperlux sei als herausragendes Beispiel genannt.

Bei Zeiss-IKON wurde nach dem Zweiten Weltkrieg die Produktion von Sicherheitsschlössern, Lampen und Kameras sowie von Kolorimetern wieder aufgebaut. Im Jahr 1948, Russische Truppen blockierten die Zufahrtswege nach West-Berlin, verlagerte Zeiss-IKON jedoch den Firmensitz nach Stuttgart. Trotz widriger wirtschaftlicher Umstände wurde das Goerzwerk in Zehlendorf wieder aufgebaut. Der Bau der Berliner Mauer verschlechterte die Situation abermals und die Berliner Produktion wurde im Goerzwerk konzentriert und die traditionsreiche Friedenauer Produktionsstätte endgültig geschlossen. 1973 wurde bei Zeiss-IKON gar der komplette Ausstieg aus dem Kamerageschäft beschlossen und somit auch in West-Berlin aufgegeben. Der Firmensitz wurde allerdings wieder nach Berlin verlagert. Im Goerzwerk konzentrierten sich die Aktivitäten zur Weiterentwicklung des Schließanlagengeschäftes. Auch wenn die wirtschaftliche Situation in West-Berlin als bestenfalls angespannt zu bezeichnen war und nur eine geringere Zahl an Unternehmen der optischen und feinmechanischen Industrie in West-Berlin verblieb, gelang es einigen Unternehmen sich (neu) zu etablieren z. B.: Schmidt & Haensch, Bernhard Halle Nachfolger, Astro Berlin, Steindorff & Co., Semperlux oder Berliner Glas. Auf dem Gebiet der (optischen) Wissenschaften nahmen umfassende Veränderungen ihren Lauf. Von einem Cluster kann aber keineswegs mehr gesprochen werden, auch wenn vereinzelt noch Agglomerationseffekte oder Wirkzusammenhänge zwischen den Clusterelementen auftraten.

[76] 1971/1972 eröffnete OSRAM in der Nonnendammallee in Berlin-Siemensstadt einen neuen modernen Produktionsstandort, in dem Leuchtstofflampen und Hochdruckentladungslampen hergestellt wurden. Während OSRAM an weiteren Standorten in Deutschland und zunehmend international expandierte, investierte OSRAM in den 1980ern weiter in die Berliner Standorte. So konnte 1981 im Spanndauer Werk ein neues Lager- und Logistikzentrum eingerichtet werden. Zudem wurde in Berlin die Fabrikation von Premium Entladungslampen ausgeweitet (vgl. OSRAM 2006).

Nach schweren Kriegsschäden und der Verlagerung vieler Laboratorien der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) in den letzten Kriegsjahren beginnt 1946 der Wiederaufbau der PTR in Berlin, jedoch zunächst als Dienststelle des Senats von Berlin-West. Parallel dazu wird die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) 1950 gegründet, jedoch nicht in Berlin, sondern in Braunschweig. 1953 wird die PTR in Berlin-Charlottenburg als „Institut Berlin“ in die PTB eingegliedert. Hier konzentrieren sich die Arbeiten fortan auf Temperatur und Synchrotronstrahlung sowie auf Medizinphysik und metrologische Informationstechnik (Ronzheimer 2003). Die strategische Entscheidung, die PTB nicht mit Berlin als Hauptsitz zu gründen, war für die weitere Entwicklung der Region in diesem Technologiefeld von großer Bedeutung, insbesondere auch dadurch, dass die Abteilung 4 „Optik“ in Braunschweig neu angesiedelt worden war und heute noch ist. Andererseits ermöglichte die Einbindung der in der Region verbliebenen bzw. neu etablierten Technologiebereiche eine entsprechende Stärkung der UV- und Röntgen-Community (Synchrotronstrahlung) sowie eine Stärkung der medizin-physikalischen bzw. -optischen Anwendungsbereiche.

Im Bereich der Synchrotronstrahlung bestanden zwischen der PTB Berlin und dem 1981 in Berlin-Wilmersdorf in Betrieb genommenen Berliner Elektronenspeicherring und Synchrotronstrahlungsquelle (BESSY I) sehr enge Verbindungen. BESSY I konnte in Berlin aufgebaut werden nachdem die PTB auf einen eigenen Speicherring verzichtete und sich BESSY I anschloss. Diese strategische Entscheidung besiegelte die enge Kooperation der beiden Organisationen. Die damals begründete enge Verbindung zwischen BESSY und der PTB und ihrer Schwesterinstitution, der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Dahlem, wirkt sich bis heute auf den aktuellen Clusterentwicklungsprozess aus.[77] Hiermit wurden in diesem Technologiefeld günstige Voraussetzungen für die spätere Clusterentwicklung geschaffen, auch wenn sich – trotz vereinzelter Netzwerke – von einem Cluster an dieser Stelle vermutlich noch nicht sprechen lässt.

[77] Beispielsweise errichtete die PTB 1999 ein Synchrotronstrahlungslaboratorium am Elektronenspeicherring BESSY II in Berlin-Adlershof und nutzt seitdem hier die Synchrotronstrahlung als „Strahlungsnormal“. Die Synchrotronstrahlung wurde schon am alten Speicherring in Wilmersdorf dazu genutzt, um im Radiometrie-Laboratorium Detektoren, Strahlungsquellen und optische Komponenten für Industrie und Forschung zu charakterisieren und zu kalibieren (eichen). Dabei hat sich das PTB-Strahlungslabor seit 1982 in Kooperation mit BESSY zu einem europäischen Zentrum für Radiometrie entwickelt. Es wird von Forschern aus aller Welt genutzt. Hier wurden aber zum Beispiel auch messtechnische Grundlagen für die Sonnenphysik und Radioastronomie erarbeitet. Im neuen Adlershofer PTB-Labor, das über acht Strahlrohre mit Experimentierplätzen verfügt, stehen durch das erweiterte Strahlungsspektrum von BESSY II die Messverfahren für die Röntgenoptik im Mittelpunkt. Besonderes Interesse daran zeigt die Industrie, die an einheitlichen Messstandards z. B. für die Mikrolithographie und bei der Qualitätskontrolle von hochreinen Halbleitermaterialien für die Chipproduktion interessiert ist (vgl. Ronzheimer 1999).

Im Ostteil der Stadt kam es nach 1945 zu umfangreichen Demontagen durch die Sowjets und zahlreiche Unternehmen wurden enteignet. Dennoch wurden auch hier sehr bald wichtige Entscheidungen getroffen, die noch heute – in der wiedervereinigten Stadt – in den optischen Technologien nachwirken. Die Berliner Universität wurde 1946 wiedereröffnet und 1949 in Humboldt-Universität zu Berlin (HU) umbenannt. Bedeutsam ist ferner die Aufspaltung von Lehre und Forschung in der DDR. Letztere erfolgte in großem Umfang in den Instituten der Akademie der Wissenschaften.

1946 wurde im Ostteil Berlins die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin wiedereröffnet, die die Tradition der Preußischen Akademie der Wissenschaften, allerdings nach sowjetischem Vorbild, fortsetzen sollte. In den folgenden Jahren wurden der Akademie eine Reihe Forschungsinstitute einverleibt, u.a. auch ehemalige Kaiser-Wilhelm-Institute (z. B. in Berlin-Buch). Seit 1952 wurden in Berlin-Adlershof, wiederum mit erheblichen (räumlichen) Konsequenzen für die heutige Entwicklung des Clusters der optischen Technologien, gezielt Einrichtungen der Akademie der Wissenschaften (AdW) angesiedelt.[78] Hierzu gehörten u.a. das Zentralinstitut für Elektronenphysik (ZIE) sowie das 1957 als Nachfolger des 1948 gegründeten Optischen Laboratoriums[79] weitergeführte (Zentral-)Institut für Optik und Spektroskopie (ZOS) der Akademie in Berlin-Adlershof. Das ZOS wurde in den folgenden Jahren zum Zentrum der DDR-Laserforschung (Deutsches Museum Bonn 2004) und das ZIE war als zentrales Forschungsinstitut mit GaAs-Elektronik und Si-Leistungselektronik (erforderlich für Anwendungen in der Optoelektronik) in Adlershof beschäftigt. Diese Imprints stellen wichtige (technologische) Wahlen für die aktuelle Entwicklung des Clusters dar. So entstanden in den Adlershofer Forschungsinstituten herausragende Kompetenzen u.a. in der Lasertechnologie (kurze Pulse), der Spektroskopie sowie auf GaAs basierende Hochleistungslaserdiodentechnologie, die auch heute in den Forschungseinrichtungen in Berlin-Adlershof[80] genutzt und weiterentwickelt werden und somit eine technologische Basis für die aktuelle Netzwerk- und Clusterentwicklung in dieser Region stellen.

---

[78] Bis 1989 waren in Adlershof neun wissenschaftliche Institute auf den Feldern Physik und Chemie aktiv. In der Akademie der Wissenschaften der DDR arbeiteten 1989 insgesamt 24 000 Menschen, davon waren 5600 in Adlershof beschäftigt, wo über die Hälfte der naturwissenschaftlichen Forschung der Akademie konzentriert war (WISTA-Management GmbH 2004).

[79] „Das kleine „Optische Institut“, das Dr. Lau 1946 [in Berlin-Karow zunächst mit neun Mann] gründete, kann man als einen Ableger der ehemaligen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) betrachten. Dr. Lau, Prof. Ritschl und Dr. Krug sowie auch der erste Mechanikermeister Walter Wittge und die techn. Assistentin Anita Butzlaff waren bis zum Kriegsende Mitarbeiter der Reichsanstalt.“ (Riekher 2000, 16). Lau hatte 1920 über das Tiefen- und Ebenensehen bei Prof. Stumpf in Berlin promoviert. Im selben Jahr fing er im optischen Laboratorium 1a der PTR unter Prof. Ernst Gehrcke an auf dem Gebiet der Interferrenzspektroskopie zu arbeiten. Gehrcke selbst arbeitete, nachdem er 1901 in die PTR eingetreten war, diesem Gebiet unter Otto Lummer z. B. an Anwendungen der Interferenzen in der Spektroskopie und Metrologie (ebenda 17).

[80] Diese Bereiche wurden nach der Wiedervereinigung weitergeführt und in Teilen in Institute der „Blauen Liste“ überführt.

Eine weitere für den heutigen Clusterentwicklungsprozess relevante Organisation war das Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau (ZWG), das 1963 aus Oberschöneweide nach Adlershof zog (vgl. Langhoff 1979). Das ZWG hatte aus seiner Monopolstellung in der DDR die Aufgabe die DDR-Wissenschaft mit (röntgenoptischen) wissenschaftlichen Geräten zu versorgen. Dies war aufgrund der Autarkiebestrebung der DDR sowie der Liefersperre von Hochtechnologie von Seiten der westlichen Länder notwendig. Dabei war das ZWG durch eine besondere Breite und Vielfalt der Betätigungsfelder[81] sowie durch für eine Forschungseinrichtung ungewöhnliche Größe gekennzeichnet (1990 gehörten 1.617 Mitarbeiter zum ZWG, wovon etwa 550 in der Produktion tätig waren). Sowohl das ZOS, das ZIE und das ZWG als auch die anderen Institute der AdW wurden schnell zu einem integralen Bestandteil der Forschungslandschaft der DDR und des Ostblocks.[82] Obwohl auf diese Weise eine vertikal ungewöhnlich tief integrierte und autarke Forschungsorganisation geschaffen wurde, bestanden weiterhin enge Beziehungen zwischen der Industrie der DDR und den AdW-Instituten.[83] Diese interorganisationalen und institutionellen Verbindungen wurden zwar im Zuge der Wiedervereinigung und Transformation der ostdeutschen Forschungs- und Industrielandschaft fast ausnahmslos gekappt. Gleichwohl lebten viele aufgrund der Zusammenarbeit entstanden Beziehungen auf persönlicher Ebene fort und spielen auch heute noch eine große Rolle im Clusterentwicklungsprozess.

Auf der Seite der Optik-Industrie in Ost-Berlin können zwei Beispiele die Entwicklung illustrieren. Nach 1945 wurde das ehemalige AEG Oberspreewerk in Berlin-Oberschöneweide wieder aufgebaut und die Produktion von (Radio)Röhren wieder aufgenommen. 1950 lief hier die Serienproduktion von 9 Zoll Fernsehbildröhren an, die größtenteils als Reparationsleistung in die Sowjetunion geliefert wurden. In den nachfolgenden Jahren wurde die Produktion von Fernsehschirmen ausgebaut und die Herstellung von Halbleitern (Germaniumdioden) aufgenommen. In den 1960ern, 1970ern und 1980ern wurde das Produktionsportfolio erheblich erweitert und umschloss schließlich auch Siliziumdioden, Licht emittierende Dioden (LEDs), Photodioden, Phototransistoren, optoelektronische Koppler, Flüssigkristallanzeigen (LCDs) und Farbfernsehröhren. Bis 1989 waren im Oberspreewerk bis zu 9.000 Mitarbeiter in

---

81 Zu den Betätigungsfeldern gehörten Halbleitertechnik, Kristallzüchtung, HF-Spektroskopie, Präzisions- und Feinmechanik, Optik und Spektroskopie, Röntgenanalytik, Chromatographie und Biotechnologie (vgl. Wissenschaftsrat 1992).

82 Zur genauen Beschreibung der Aktivitäten der einzelnen Institute der AdW siehe Wissenschaftsrat (1992).

83 Im Bereich der Optik wird dies zum Beispiel durch die Verbindungen zwischen der Außenstelle des ZOS in Jena, dem Physikalisch-Technischen Institut der AdW in Jena und Zeiss Jena im Bereich der angewandten industriebezogenen Forschung und Herstellung zum Beispiel von optischen Fasern, Dünnschichtbauelementen und Gaslasern dokumentiert (Wissenschaftsrat 1992, 137). Im Berliner Raum bestanden beispielsweise Verbindungen zwischen Akademieeinrichtungen und dem Werk für Fernsehelektronik in Oberschöneweide bzw. der ZWG Außenstelle für Röntgenanalytik.

der Produktion von (Fernsehbild-)Röhren und Halbleitern beschäftigt (vgl. Bär 1994; Schmidt 2004). Das Ost-Berliner OSRAM Werk in Berlin-Friedrichshain (Werk D), das bis 1945 OSRAM Firmensitz war, wurde 1945 enteignet und in das VEB Berliner Glühlampenwerk „Rosa Luxemburg“ transferiert. Hier wurde die Produktion von Glühlampen und anderen Leuchtmitteln wieder aufgenommen. 1969 wurde das Werk mit den Lampenwerken in Plauen, Oberweißbach, Brand-Erbisdorf and Tambach-Dietharz zum NARVA Kombinat zusammengeschlossen. Der Markenname NARVA wurde dabei von Nitrogenium (Stickstoff), Argon und Vakuum abgeleitet. Bis 1989 arbeiteten ca. 5.000 Beschäftigte in der Produktion von Leuchtmitteln in Berlin-Friedrichshain (vgl. Keil/Roth 1980; Kalinowski 2004).

Zusammenfassend bleibt für die Zeit der Aufspaltung des Feldes der optischen Technologien in der Zeit zwischen 1945 und 1989 festzuhalten, dass die separate und durch institutionelle Unterschiede von zwei extrem unterschiedlich verfassten Staaten auf Differenz gestellte Entwicklung von Technologien, Institutionen sowie Organisationen wichtige, für die gegenwärtige Clusterentwicklung, kaum zu überschätzende Bedeutung hat. Dies gilt vor allem für die kognitiven und normativen Orientierungen, weniger für die Ausstattung mit immateriellen und schon gar nicht mit materiellen Ressourcen.[84] Diese wirkten in der Nachwendezeit und bis heute in ihrer Unterschiedlichkeit nach. Während politische Programme den neuen – westlichen – Verhältnissen angepasst wurden, blieben informelle, z. B. in der Akademiezeit entstandene Normen und Sichtweisen weiterhin für das Handeln der Akteure in der Hauptstadtregion wichtig. Dies gilt nicht zuletzt auch für die Frage ob, mit wem und wie Kooperationsbeziehungen aufgebaut, wie Projekte organisiert oder Vorhersagen der Technologie- und Marktentwicklung in Technologie- und Produktentwicklung eingebracht werden und diese beeinflussen sollen.

Organisational und interorganisational stand einem Neubeginn im Osten eine Tradierung alter Strukturen im Westteil der Stadt gegenüber. In diesem Neubeginn konnten personale Beziehungen eine größere Wirkung entfalten als in einem traditionell organisierten und institutionalisierten Umfeld.[85] Für die Nachkriegszeit ist somit von einer gespaltenen Entwicklung auszugehen: In Ost und West kommt es zu einem partiellen Wiederaufbau, ohne allerdings distrikt- oder clusterähnliche Arrangements (wieder) zu erschaffen. Das Ergebnis ist in Ost und West materiell zwar das gleiche, nämlich der Wiederaufbau der optischen Technologien in

[84] Mit Blick auf die Technologie kann man nämlich trotz herausragender Leistungen in Teilbereichen von einer Rückständigkeit und Ineffizienz der Technologieentwicklung im Ostteil (z. T. verursacht durch die Abkopplung vom internationalen wissenschaftlichen Austausch) sprechen, die nur im Zuge radikaler Pfadbrüche überwunden werden konnten.

[85] Zu einem ähnlichen Schluss kommen Hassink und Wood (1998) am Beispiel Jenas.

Form von Produktionsanlagen, Forschungseinrichtungen oder unterstützenden Institutionen. Der Weg dahin ist allerdings extrem unterschiedlich, so dass es – trotz gewisser Pfadabhängigkeiten insbesondere der kognitiven und normativen Orientierungen – zur Spaltung des Feldes der optischen Technologien kam.

4.2.3 Erneute Transformation und Neustrukturierung der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg nach 1990

Nach 1989 durchlebte das Feld der optischen Technologien und die feinmechanische Industrie in Berlin und Brandenburg erneut eine umfassende Transformation. Sie erscheint einmalig im Vergleich zu anderen westdeutschen Optikregionen wie z. B. Wetzlar oder ostdeutschen Optikregionen wie z. B. Jena. Während die Entwicklung im Westteil Berlins eher graduell ablief und somit eine gewisse Stabilität ausstrahlte, wurden die meisten Ost-Berliner und Brandenburger Unternehmen und Forschungseinrichtungen geschlossen, verkauft oder zumindest in ihrer Größe beträchtlich reduziert. Als Resultat wurden erhebliche und extrem gut qualifizierte Humanressourcen freigesetzt. Was für die persönliche Situation des Einzelnen in vielen Fällen mit Arbeitslosigkeit und beruflicher Neuorientierung verbunden war, kann in der Rückschau auch als ein Segen für die optischen Technologien in der Region interpretiert werden. So wurden im Ostteil Berlins und insbesondere in Adlershof eine Vielzahl und Vielfalt neuer Optikunternehmen gegründet, die einen Ausgangspunkt für die dynamische Entwicklung, wie sie heute erfahrbar ist, bildeten. Zu dieser Entwicklung hat die Entscheidung des Berliner Senats beigetragen, in Adlershof eine Stadt der Wissenschaft und Wirtschaft (WISTA) einzurichten. Innovations- und Gründerzentren wurden eingerichtet und boten vielen Neugründungen ein Zuhause. Die AdW-Nachfolgeeinrichtungen wie z. B. Max-Born-Institut und Ferdinand-Braun-Institut wurden ebenfalls in Adlershof eingerichtet und beschäftigten teilweise Experten und Fachgruppen aus der ehemaligen AdW. BESSY II wurde in Adlershof aufgebaut und um die Jahrtausendwende die naturwissenschaftlichen Institute der Humboldt Universität hierher verlagert, sodass sich eine einmalige Ballung an wissenschaftlichen Einrichtungen und innovativen Unternehmen in Berlin-Adlershof ergab. Ähnliche Umwälzungen, wenn auch in kleinerem absoluten Umfang, fanden an den Brandenburger Optikstandorten insbesondere in Rathenow, Potsdam und Stahnsdorf statt.

1990 lösten sich die Rathenower Optischen Werke (ROW) aus dem Kombinat Carl-Zeiss-Jena heraus. Der vormals volkseigene Betrieb wurde in eine GmbH umgewandelt und mit

Hilfe von Beraterfirmen wurde ein neues Geschäftskonzept entwickelt und versucht, die Chancen auf dem Markt zu verbessern. Die Treuhandgesellschaft teilte das Unternehmen 1991 in drei Bereiche und der größte Teil der Belegschaft wurde entlassen sowie alte Produktionshallen abgerissen. 1992 wurde die ROW GmbH in verschiedene Einzelunternehmen privatisiert und die Immobilien durch die Treuhandgesellschaft veräußert. 1996 kaufte die Firma Fielmann das ehemalige Verwaltungsgebäude auf, um in Rathenow wieder eine Brillenfertigung aufzubauen (vgl. o.A. 2006). In Rathenow vorhandene Kompetenzen der ehemals bei ROW beschäftigten Menschen waren mit ausschlaggebend für Fielmanns Standortwahl: „Nirgendwo sonst fanden wir eine derartige Konzentration von Fachkräften" (Fielmann 2004 zit. nach Wassink 2004). Neben den Betrieben der Fielmann-Gruppe ist noch die Essilor GmbH in größerem Umfang in der Produktion von (mineralischen) Brillengläsern in Rathenow tätig. Des Weiteren sind in Rathenow noch etwa 25 Betriebe mit Optikbezug tätig. Gemeinsam bilden sie heute das Kompetenzzentrum Optik Rathenow (KOR).

Ähnliche „Abwicklungsschicksale", jedoch mit weit negativeren Auswirkungen, ereilten die Optik-Betriebe im Ostteil Berlins. Das NARVA Glühlampenwerk wurde 1992 de facto geschlossen. Das Werk für Fernsehelektronik wurde an Samsung verkauft. Hier wurden zunächst noch weiter Bildröhren produziert, allerdings mit erheblich weniger Personal (vgl. Schmidt 2004). 2006 wurde auch hier die Produktion eingestellt.

Zwischen 1990 und 1991 wurden die Einrichtungen der AdW der DDR vom Wissenschaftsrat evaluiert (vgl. Wissenschaftsrat 1992). Dieser Evaluations- und Selektionsprozess war von höchster Bedeutung und kann als sog. „critical juncture" (Collier/Collier 1991; Mahoney 2000) für die (Weiter-)Entwicklung und (Wieder-)Herausbildung eines Clusters der optischen Technologien in Berlin interpretiert werden. Durch die in diesem Prozess damals getroffenen Entscheidungen wurden unumkehrbare Entwicklungsoptionen, insbesondere im Bereich der materiellen Ressourcen (in Form von Forschungsinfrastruktur), festgelegt. Die AdW als solche wurde geschlossen, allerdings ein „erhaltenswertes Potenzial" in den 1992 neu gegründeten Instituten der Berliner „Blauen Liste" aufgenommen und in die gesamtdeutsche Forschungslandschaft integriert (vgl. hierzu Mayntz 1994; WISTA-Management GmbH 2004). Zahlreiche für die Optik relevante neue Institute[86] wurden vornehmlich in Berlin-Adlershof angesiedelt. Damit verfolgte der Berliner Senat die Strategie, einen Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Berlin-Adlershof (neu) zu etablieren. Erste Ansätze einer Clusterent-

[86] Auf der Basis der noch im ZOS und ZIE entwickelten Technologien entstehen zu Beginn der 1990er zum Beispiel das Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie auf den Gebieten der Femto-Sekunden-Lasertechnologie sowie das Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik in Bereichen der Hochleistungslaserdioden auf Basis der Gallium-Arsenid-Technologie.

wicklungspolitik, auch im Bereich der optischen Technologien, wurden mit der Schaffung eines Wissenschafts- und Technologieparks in Berlin-Adlershof erkennbar.

Die Ost-Berliner Humboldt Universität wurde nach der Wiedervereinigung „ganz im institutionellen und fachlichen setting des westdeutschen Universitätssystems umstrukturiert, eine Anpassung, die heute vielfach kritisch betrachtet wird“ (Simon 1998; Riedmüller 1999). Deren mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachbereiche stimmten in den Folgejahren dem Konzept eines „naturwissenschaftlichen Campus der HU, also einer Konzentration von weiteren wissenschaftlichen Einrichtungen in Berlin-Adlershof“ zu. Die Entscheidung, Fachbereiche nach Berlin-Adlershof zu verlagern, kann ebenfalls als „critical juncture“ bezeichnet werden, da somit aus den zwischen 1998 und 2003 verlagerten Instituten für Chemie, Geographie, Informatik, Mathematik, Physik und Psychologie mit ihren derzeit (2004) etwa 7.000 Studierenden, 110 Professoren und 600 Mitarbeitern ein hochmoderner Universitätscampus neben den bereits (wieder) etablierten außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Berlin-Adlershof entstand (HU Berlin 2004).

Viele ehemalige gut ausgebildete Wissenschaftler und Mitarbeiter der AdW, des Berliner Glühlampenwerkes (Narva) und des Werkes für Fernsehelektronik machten sich nach 1990/91 selbständig und gründeten kleine innovative Unternehmen, nicht zuletzt in Adlershof, da hier geförderte Infrastruktur in Form von Innovations- und Gründerzentren sowie eines Photonikzentrums, ausgerichtet auf Unternehmen aus diesem Technologiebereich, bereit stand. Auch ein Teil der persönlichen Netzwerke konnte so in Berlin-Adlershof revitalisiert werden. Zu den beschriebenen Ausgründungsaktivitäten existiert bis dato keine umfassende Analyse. Abbildung 27 gibt einen ersten (unvollständigen) Überblick von Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der optischen Technologien in Berlin, die nach 1990 zumindest teilweise aus der AdW, d. h. im Wesentlichen durch Personaltransfer, entstanden sind.[87]

[87] Aus dem Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau, das Teil der Akademie der Wissenschaften in Berlin-Adlershof war, sollen allein 20 Unternehmen entstanden sein, die 2008 noch tätig waren (so N. Langhoff, ehemaliger Direktor des ZWG und heute Geschäftsführender Gesellschafter der IfG GmbH, anlässlich des Jahresempfangs Adlershof 2009).

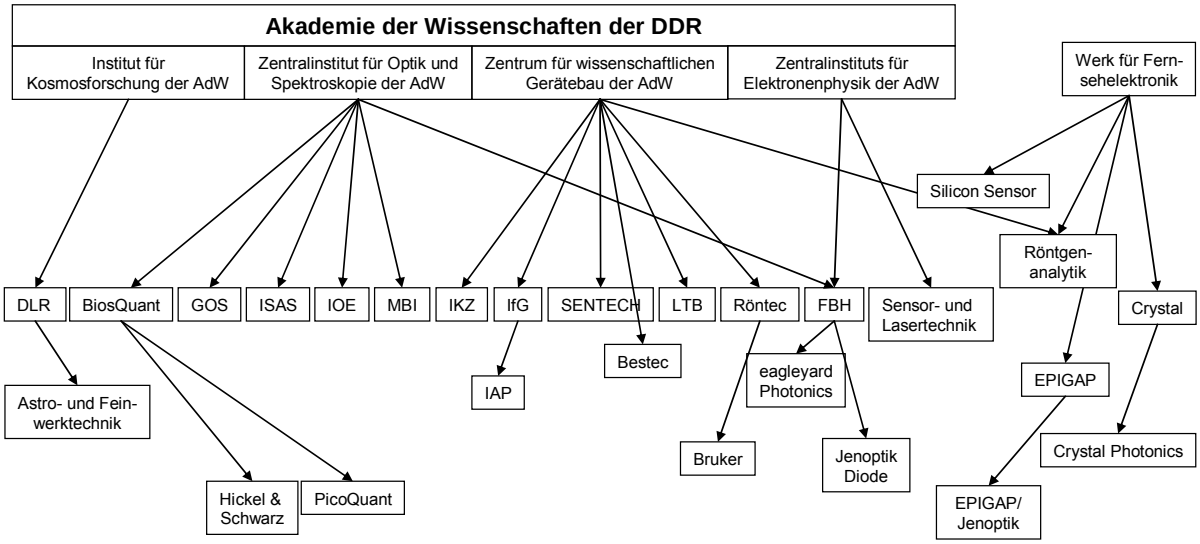


Abb. 27: Ausgründungen und neue Forschungsinstitute aus der AdW und dem Werk für Fernsehelektronik im Ostteil Berlins nach 1990

Durch diese Entwicklungen entstand eine Dynamik, die erheblich zur Entwicklung des Clusters, wie er heute existiert, beitrug. In den ersten Jahren nach 1990 wurden von den noch eigenkapitalschwachen Kleinst- und Kleinunternehmen vor allem nationale (überregionale) und internationale Märkte (da die alten Märkte im Ostblock meist wegbrachen) mit neuen Produkten erschlossen, um zunächst erst einmal Umsätze zu generieren (dies war auf dem noch jungen sich aber entwickelnden regionalen Markt nicht möglich) und die jungen Unternehmen zu konsolidieren. Somit kann die (noch) schwache Nutzung regionaler Zuliefer- und Absatzmärkte zumindest teilweise auf die umfassenden Transformationen zurückgeführt werden. Während dieser Zeit wurden allerdings die alten Kontakte weiter gepflegt und neue aufgebaut. Auf Veranstaltungen der WISTA, auf Messen und auf Kongressen traf man sich, tauschte sich aus und hielt sich gegenseitig darüber informiert, wer wo „untergekommen“ war. Auch wurden langsam wieder gemeinsame Projekte durchgeführt und somit die alten latent existierenden Beziehungsstrukturen unter marktwirtschaftlichen Bedingungen weitergeführt.

Dem Technologiepark Wirtschafts- und Wissenschaftsstadt Adlershof kommt hierbei in den 1990er Jahren eine besondere Stellung zu. Hier wurden einerseits die AdW Einrichtungen „abgewickelt“, andererseits aber durch die gezielte Ansiedlung neuer Institute und junger dynamischer Unternehmen eine besondere Konzentration auch im Bereich der optischen Technologien geschaffen. 1992 waren im Technologiepark 24 Unternehmen angesiedelt, heute sind es ca. 420 (Westphal 2007). Die Mitarbeiter der Unternehmen und Forschungseinrich-

tungen sind hier auf geographisch engem Raum tätig und es existieren sehr kurze Wege (vgl. Abbildung 28).

Abb. 28: Technologiepark Berlin-Adlershof im Jahr 2006 (Quelle: WISTA)

Im Westteil der Stadt bildete sich seit den 1980er Jahren ein Kristallisationspunkt rund um die optische Nachrichtenübertragung heraus. Im Zentrum stand hier das Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik Heinrich-Hertz-Institut (FhG HHI). Den Kern dieses Netzwerks bilden ferner die TU Berlin mit dem Fachgebiet Hochfrequenztechnik-Photonik, die Siemens AG und deren damalige Ausgründung Infineon Technologies. Nicht zu vernachlässigen waren ferner das Engagement der Bundespost bzw. der Deutschen Telekom, die mit dem T-Lab an der TU Berlin ein gemeinsames Applikationslabor betreibt. Die interorganisationale Vernetzung der Optoelektronik-Gemeinde in Berlin wurde um solche erste Netzwerke herum seit Mitte der 1990er Jahre durch den Berliner Senat im Rahmen eines Interdisziplinären Forschungsverbunds (IFV) gefördert. Damit wurden für die spätere Entwicklung unter dem Beziehungsaspekt günstige Voraussetzungen geschaffen, auch wenn eine reflexive, über die einzelnen Kooperationsprojekte hinausreichende Netzwerkentwicklung den Akteuren noch nicht in den Blick geraten war.

Im Westteil Berlins bestand wie bereits angedeutet seit 1981 eine sehr enge, kooperative Zusammenarbeit zwischen der PTB und BESSY. Die PTB war 1979 Gründungsmitglied von BESSY I und bis zu dessen Betriebsende 1999 auch intensiver Nutzer der Einrichtung in Berlin-Wilmersdorf. 1992 wurde die Entscheidung gefällt, die Nachfolgeeinrichtung BESSY II in

Berlin-Adlershof zu errichten und somit den dortigen Wissenschafts-Campus weiter zu stärken. 1998 „leuchtete“ erstmals die „hellste Lampe“ in Adlershof (André 2004; de Padova 2004). Die PTB war von Anfang an an der Bauplanung von BESSY II in Adlershof beteiligt und hatte zu dedden Bau und zu dessen Instrumentierungen maßgeblich beigetragen. Zwischen PTB und BAM bestanden zudem Rahmenvereinbarungen über die Zusammenarbeit in verschiedenen optikrelevanten Bereichen, so z. B. auch über die Zusammenarbeit an Beamlines bei BESSY II in Berlin-Adlershof (vgl. WISTA-Management GmbH 1998).

Über diese exemplarischen Fälle hinaus bestehen zahlreiche weitere Beispiele für Austauschbeziehungen, institutionelle Verbindungen und/oder Kooperationsbeziehungen zwischen Forschungseinrichtungen untereinander, zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie zwischen Unternehmen z. B. in den Bereichen der Lasermaterialbearbeitung, der Lichttechnik, Biomedizinischer Optik und der Nano-Optik. Der Darstellungsversuch muss an dieser Stelle notwendig unvollständig bleiben. Gleichwohl kann aber festgehalten werden, dass in der Nachwendezeit – nach den Brüchen durch Krieg, Teilung und Wiedervereinigung – nunmehr eine eher kontinuierliche Entwicklung einsetzt, die einerseits durch „critical junctures“ in der Netzwerk- und Clusterentwicklung mitbestimmt wurde und nun als „initial conditions“ (Doz 1996) wichtige Anknüpfungspunkte für die aktuelle (Weiter-) Entwicklung der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg zu einem leistungsfähigen Cluster schafft. Für die Zeit zwischen der Wiedervereinigung und dem Jahr 2000, dem Jahr vor offizieller Gründung von OpTecBB und dem Beginn der systematischen Förderung der Clusterentwicklung, ist zusammenfassend festzustellen, dass ein ‚Zusammenwachsen’ der Region mit Blick auf Regeln wie Ressourcen langsam beginnt und zunehmend, insbesondere in einigen Bereichen, an Fahrt gewinnt. Jedoch bleiben in dieser Phase teilweise noch deutlich erkennbare Momente einer Ost-West-Trennung (z. B. Kognitionen, institutionelle Arrangements) für die aktuelle Entwicklung des Clusters optischer Technologien und der Netzwerke im Cluster wirksam.

4.3 Die nationale Initiative zur Förderung der optischen Technologien, Netzwerkentwicklung von OpTecBB und des Clusters optischer Technologien in Berlin-Brandenburg

Bevor in diesem Abschnitt auf die Netzwerkentwicklung von OpTecBB eingegangen wird, soll – neben der Dokumentation der Geschichte – der Kontext der Gründung OpTecBBs in den Blick genommen werden, da dieser maßgeblich die Gründung und die Entwicklung von OpTecBB bestimmte. Gertler (1997) hat z. B. auf die Bedeutung des nationalen Kontextes, insbesondere das nationale Regulationssystem (z. B. das Arbeits- und Wettbewerbsrecht, und/oder die Technologie-, Netzwerk- oder Clusterförderung) als koordinierenden Faktor für die Ausbildung interorganisationaler Beziehungen hingewiesen (vgl. auch die Arbeiten zu nationalen Innovationssystemen von Freeman 1987, 1995; Lundvall 1992). Ohne ein konkreteres Wissen über diesen nationalen Cluster-regulativen Kontext lässt sich die Entwicklung des Netzwerkes OpTecBB und des Clusters optischer Technologien in Berlin-Brandenburg nur schwerlich verstehen.

4.3.1 Die nationale Initiative zur Förderung der optischen Technologien

Auf der nationalen Ebene in Deutschland wurden die optischen Technologien, insbesondere die Lasertechnologien, bereits in den 1990er Jahren durch das BMBF gefördert.[88] Projektträger war auch zu dieser Zeit die VDI Technologiezentrum GmbH. Sowohl in Japan als auch in den USA, den beiden anderen für High-Tech-Optiken bekannten Nationen, wurden die optischen Technologien ebenfalls mit umfangreicher staatlicher Unterstützung weiterentwickelt. In Japan erfolgte eine derartige Förderung durch das RIPE-Programm (R&D Institute for Photonics Engineering) und in den USA veröffentlichte 1998 der National Research Council seine einflussreiche Studie „Harnessing Light – Optical Science and Engineering for the 21st Century“ zur strategischen nationalen und volkswirtschaftlichen Bedeutung der optischen Technologien für die USA. Sie war einerseits eine Bestandsaufnahme und andererseits eine Zukunftsvision, aus der Handlungsempfehlungen zur optimalen nationalen Erschließung die-

[88] Im Rahmen dieser Förderung entstand auch in Berlin Infrastruktur (z. B. in Form von Laserforschungszentren wie dem An-Institut der Freien Universität Berlin Laser- und Medizintechnologie Berlin (LMTB), Forschungsprojekte im Bereich der Lasermaterialbearbeitung z. B. am Optischen Institut der Technischen Universität Berlin. Aus Teilen dieser Aktivitäten entstanden wiederum Unternehmen der Lasermaterialbearbeitung in Berlin. Ferner gründete sich in dieser Zeit (1992) der bis heute aktive Laserverbund Berlin Brandenburg e.V. vor allem aus an der Lasermaterialbearbeitung interessierten persönlichen Mitgliedern.

ser strategisch bedeutsamen Technologien für Wissenschaft, Wirtschaft und Politik abgeleitet werden sollten (vgl. National Research Council 1998).

Im März 1999 trafen sich in Deutschland auf Veranlassung des BMBF Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft, um die Studie der Amerikaner zu bewerten und die Bedeutung der optischen Technologien für die Bundesrepublik Deutschland zu diskutieren. Diese Experten vertraten und repräsentierten gleichzeitig die relevanten Wissenschaftsorganisationen und Wirtschaftsverbände (BDI, DIHT, Verband F+O, VDMA, ZVEI, DGaO, DPG, WLT). In Folge der Bewertung sollte eine auf die deutschen Bedingungen zugeschnittene Strategie entwickelt werden, wie die Chancen und Innovationspotenziale der optischen Technologien in Deutschland zu nutzen und zu fördern seien. Die Koordination übernahm in Abstimmung mit dem BMBF ein Lenkungskreis aus Wirtschaftsvertretern und Experten aus der Wissenschaft (vgl. Lenkungskreis Optische Technologien für das 21. Jahrhundert 2000, V f.).

Über insgesamt etwa ein Jahr tauschten sich Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik u.a. in zwei aufeinander aufbauenden Workshopserien[89] mit je vier thematisch spezialisierten Workshops aus. Charakteristisch für diesen Austausch war der ergebnisoffene, multi- und interdisziplinäre Ansatz sowie der Dialog zwischen Unternehmen und Wissenschaft (vgl. Heybrook et al. 2002, 9).

Im Anschluss an den Strategieprozess wurde vom BMBF ein neues „Förderprogramm Optische Technologien: Optische Technologien – Made in Germany“ ins Leben gerufen. Von 2002 bis 2006 förderte das BMBF die optischen Technologien in den drei Handlungsfeldern (1) Optische Systeme der nächsten Generation, (2) Innovative Anwendungen von Licht für Mensch, Produktion und Umwelt und (3) Schaffung günstiger Start- und Rahmenbedingungen mit insgesamt € 279,5 Mio. (Heybrook et al. 2002, 40).

Im dritten und für diese Arbeit besonders relevanten Handlungsfeld der Förderinitiative des Bundes „Schaffung günstiger Start- und Rahmenbedingungen“ wurde bereits 2001 damit begonnen Ressourcen zu vernetzen. Im Jahr 2000 wurden regionale Kompetenznetzwerke Optische Technologien[90] gegründet, in denen sich regionale Akteure über die spezifischen Fach-

---

[89] In der anwendungsorientierten ersten Workshopserie wurden die vier Themenfelder (1) Informations- und Kommunikationstechnologie; (2) Gesundheitswesen und Biowissenschaften; (3) Beleuchtung und Energie sowie (4) industrielle Fertigung bei einem Treffen in Dresden (23./24.11.1999) erläutert. In der darauf aufbauenden zweiten querschnittsorientierten Workshopserie in Stuttgart (14./15.02.2000) wurden in den vier Themenfeldern (5) Optische Sensorik in Industrie, Gesellschaft und Umwelt; (6) Fertigung von optischen Komponenten und Systemen; (7) Optik-Forschung und (8) Aus- und Weiterbildung in den Optischen Technologien Anforderungen an Forschung und Entwicklung formuliert (vgl. Lenkungskreis 2000).

[90] „Ein „Kompetenznetz“ im Sinne dieses Wettbewerbs ist ein Zusammenschluss von Kompetenz-, Wissens- und Ressourcenträgern („Partner“) zum Zwecke von gemeinschaftlichen Innovationen zur raschen, effektiven und breitenwirksamen Entwicklung der Optischen Technologien. Partner können Unternehmen der ge-

gebiete von Verbundprojekten hinausgehend vernetzten. Damit wurden neue fachübergreifende regionale Strukturen gebildet, in die auch andere photonikfremde Akteure wie Investoren, Technologietransfer-Einrichtungen, andere Dienstleister etc. eingebunden wurden. Ende 2000/Anfang 2001 wurde ein nationaler Wettbewerb durchgeführt, an dem sich die regionalen Optik-Kompetenznetzwerke beteiligen konnten. Sieben dieser Netzwerke wurden in einem zweistufigen Prozess für die BMBF-Förderung ausgewählt.

Die sieben ausgewählten Kompetenznetze optische Technologien bildeten auftragsgemäß ein nationales „Netz der Netze", also eine übergeordnete Struktur um Erfahrungen auszutauschen, eine gemeinsame Strategie zu entwickeln, gemeinsam Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben, Fragen der Aus- und Weiterbildung zu bearbeiten, sich an Messen zu beteiligen, Normierungsprozesse zu beeinflussen etc. Zwei weitere regionale Photoniknetzwerke beteiligten sich später auf vertraglicher Basis am „Netz der Netze".

Das BMBF unterstützt die sieben regionalen Kompetenznetze und die von ihnen gegründeten Geschäftsstellen vor allem finanziell. Die aus der Förderung abgeleiteten Aufgaben für die Geschäftsstellen beinhalten die (1) „Geschäftsführung und Koordination der Aktivitäten des Netzwerkes, (2) Entwicklung von Leitvisionen, Roadmaps, Strategien und Programmen, (3) Förderung des Dialogs im Netzwerk und Sicherstellung professioneller Moderation, (4) Anstoß, Vermittlung und Koordination von Kooperationen, (5) Organisation und Durchführung von Veranstaltungen, Öffentlichkeitsarbeit und Nutzung von Medien (Internet etc.), (6) Dienstleistungen, insbesondere Wissens- und Technologietransfer, sowie Marketingaktivitäten, (7) Initiierung und Koordinierung von FuE-Vorhaben, einschließlich Unterstützung bei der Bildung von Verbünden und Beratung zu Förderprogrammen, (8) Mitwirkung in Fragen von Normung und Standardisierung, (9) Information, Beratung, Unterstützung und Vermittlung von Existenzgründern, (10) Initiierung und Mitwirkung bei Aus- und Weiterbildungsinitiativen insbesondere in den Bereichen Fachhochschulausbildung, Berufsbilder, Zusatzqualifikationen, Fort- und Weiterbildung sowie innovative Bildungsangebote sowie (11) Planung und Vorbereitung der finanziellen Selbständigkeit nach Ablauf der Bundesförderung" (Heybrook et al. 2002, 33).

---

werblichen Wirtschaft und des Dienstleistungssektors, Forschungs- und Bildungseinrichtungen, Einrichtungen des Gesundheitswesens und des Umweltbereichs, die auf dem Gebiet der Optischen Technologien tätig sind, sowie Körperschaften des öffentlichen Rechts sein. Ein Kompetenznetz für Optische Technologien ist regional konzentriert, aber auch überregional agierend. Es umfasst mehrere Wertschöpfungsstufen (vertikale Vernetzung) sowie verschiedene Branchen und Disziplinen (horizontale Vernetzung)." (Quelle: OpTecBB)

4.3.2 Ausgangsbedingungen, Gründung und Herausbildung der Governance-Strukturen von OpTecBB

Auf der nationalen Ebene existierten und existieren eine Reihe von wissenschaftlichen und industriellen Verbänden im Bereich der optischen Technologien. Von Bedeutung für die Erarbeitung des bundesdeutschen Förderprogramms und insbesondere für die Entstehung der regionalen Netzwerke sowie deren Entwicklung waren die VDI Technologiezentrum GmbH, die als Projektträger für den Bund im Bereich der optischen Technologien auftrat, die Verbände BDI, DIHT, Verband F+O bzw. SPECTARIS, VDMA, ZVEI sowie die eher wissenschaftlich ausgerichteten Verbünde DGaO, DPG und WLT. Deren Einfluss auf die Vorbedingungen des Förderprogrammes und ihr Involvement im Gründungsprozess der regionalen Kompetenznetzwerke kann an dieser Stelle nicht näher untersucht werden. Hier wäre weitere Forschung erforderlich. Erste Erläuterungen finden sich in Lenkungskreis Optische Technologien für das 21. Jahrhundert (2000).

Die Ausstattung der Region Berlin-Brandenburg (vgl. die Vorbetrachtungen in 4.2) mit materiellen und immateriellen Ressourcen im Bereich der optischen Technologien in Form von Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie deren Human Ressourcen mit entsprechenden Qualifikationen und Orientierungen, bildete eine entscheidende Anfangsbedingung (initial condition) für den 2001 einsetzenden eher geplanten Clusterentwicklungsprozess, da der Rückgriff auf und die Einbeziehung eben dieser Forschungseinrichtungen und Unternehmen die technologische, institutionelle und (inter-)organisationale Netzwerk- und Clusterentwicklung maßgeblich beschränkte und gleichzeitig ermöglichte.

Das Umfeld für im Bereich der optischen Technologien tätige Unternehmen kann, abgesehen von den in der Region ansässigen Unternehmen selbst, in drei Kategorien unterteilt werden: (1) Forschungsumfeld, (2) unterstützende Einrichtungen und (3) politisches Umfeld. Auf die einzelnen Einrichtungen kann an dieser Stelle nicht im Detail eingegangen werden. Abbildung 29 gibt aber einen ersten Überblick über für die optischen Technologien in der Region Berlin-Brandenburg relevante Einrichtungen.

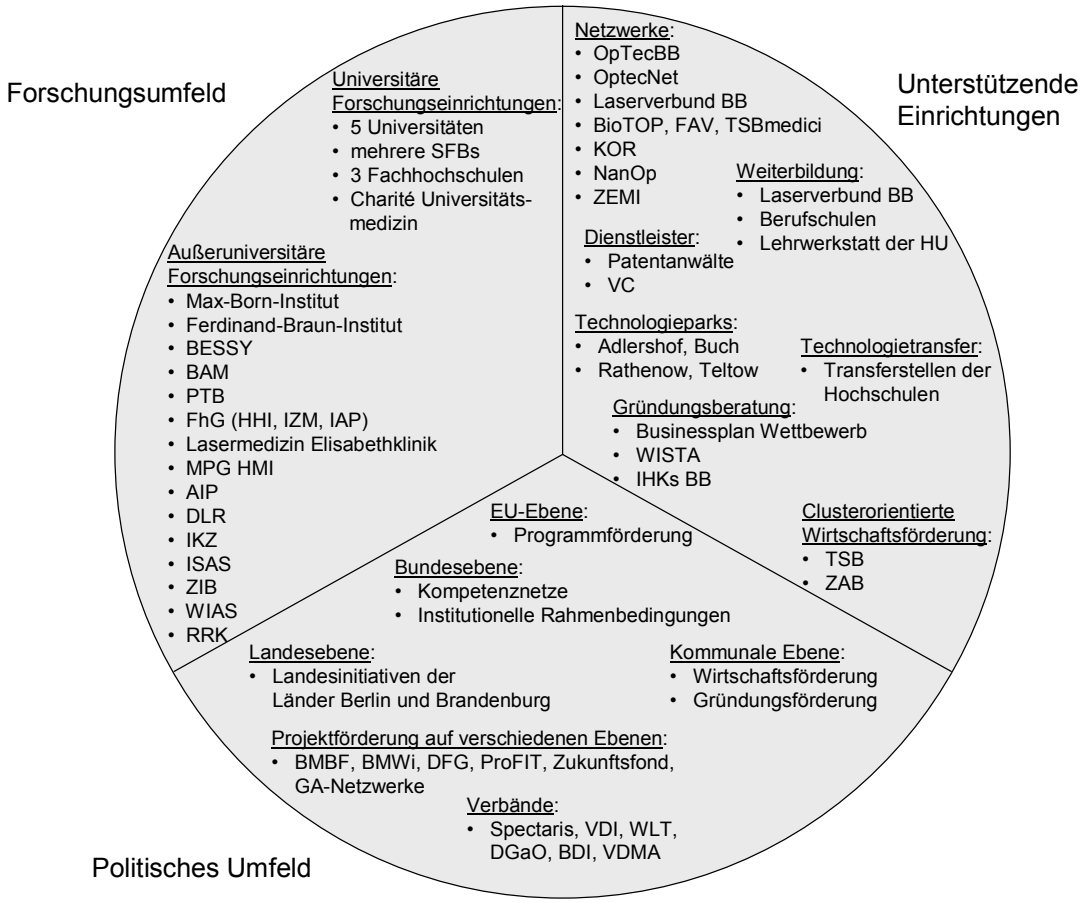


Abb. 29: Clusterumfeld der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg

Bei den unterstützenden Einrichtungen bestehen verschiedene institutionell geförderte Initiativen (Netzwerke) zur Entwicklung des Clusters und zur Vernetzung von Kompetenzen. Eines davon ist der in dieser Arbeit im Zentrum stehende Verein OpTecBB e.V. OpTecBB wird als regionales und die beiden Bundesländer Berlin und Brandenburg umspannendes Optik-Dachnetzwerk bei der Entwicklung zu einem Cluster nicht nur vom BMBF, sondern zudem auf der regionalpolitischen Ebene intensiv unterstützt.[91] Zumindest die Initiierung des hier zu untersuchenden Kompetenzentwicklungsnetzwerkes basiert nicht unwesentlich auf verschiedenen institutionellen Ebenen (Bund, Land) und zielt im Kern auf eine (Weiter-) Entwicklung endogener regionaler Kompetenzen im Bereich der optischer Technologien ab.

Bevor nun auf die Gründung OpTecBBs und die Herausbildung der Governancestrukturen im Detail eingegangen werden soll, werden relevante Studien und Analysen zitiert, die die endo-

[91] OpTecBB wird unterstützt durch die Senatsverwaltungen für Wirtschaft und Technologie sowie die Senatsverwaltung für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Berlin, durch das Ministerium für Wirtschaft und das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg sowie durch die Technologiestiftung-Innovationszentrum Berlin und die Technologie Stiftung Brandenburg (OpTec-Berlin-Brandenburg e.V. 2002).

genen Potentiale in der Region Berlin-Brandenburg für einen potentiellen Clusterentwicklungsprozess identifizierten.

Das European Cluster Observatory (www.clusterobservatory.eu)[92], das in seinem Clustermapping regionale Cluster basierend auf 38 Clusterkategorien (Agglomeration von Beschäftigten in co-located industries) in 259 Regionen (hauptsächlich NUTS 2 Regionen) abbildet und dabei auf verschiedene quantitative Methoden zurückgreift, identifiziert für Berlin-Brandenburg folgende Agglomerationen (vgl. Tabelle 7; optische Technologien dürften in „Instruments" enthalten sein):

Region/Bundesland	**Clusterkategorie**
Berlin	Finance; Business Services; Education; Power; Biopharma; Instruments; Sporting; Tobacco, Transportation; Medical
Brandenburg	Finance; Construction; Transportation

Tab. 7: Agglomerationen in Berlin-Brandenburg identifiziert vom European Cluster Observatory (2008)

Im Rahmen der Neuorientierung der Wirtschaftsförderung in Berlin wurde 2004 eine Studie der Boston Consulting Group in Auftrag gegeben. In dem Gutachten wurden die Kompetenzfelder Biotechnologie, Medien und I&K, Medizintechnologien, Verkehrstechnik sowie die Schlüssel- und Querschnittstechnologien (optische Technologien, Mikrosystemtechnologien, Nanotechnologien) mit besonderer Bedeutung für die wissenschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung des Landes Berlin identifiziert und analysiert. Während für die vier Kompetenzfelder eine umfangreiche öffentliche Förderung und Unterstützung empfohlen wurde, wurde bei den Schlüssel- und Querschnittstechnologien lediglich angeraten, die Entwicklung von Anwendungen dieser Technologien in den vier Kompetenzfeldern zu fördern (vgl. BCG 2004, 18 f.).

Rosenfeld et al. (2004) identifizieren durch eine Kombination quantitativer und qualitativer Methoden sieben Ansätze für sog. „Ökonomische Entwicklungskerne" und 14 ausgeprägte Ökonomische Entwicklungskerne (unter ihnen die optischen Technologien, siehe Abbildung 30).

[92] Auf die Methodik kann an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Eine detaillierte Beschreibung findet sich unter http://www.clusterobservatory.eu/index.php?id=44&nid=

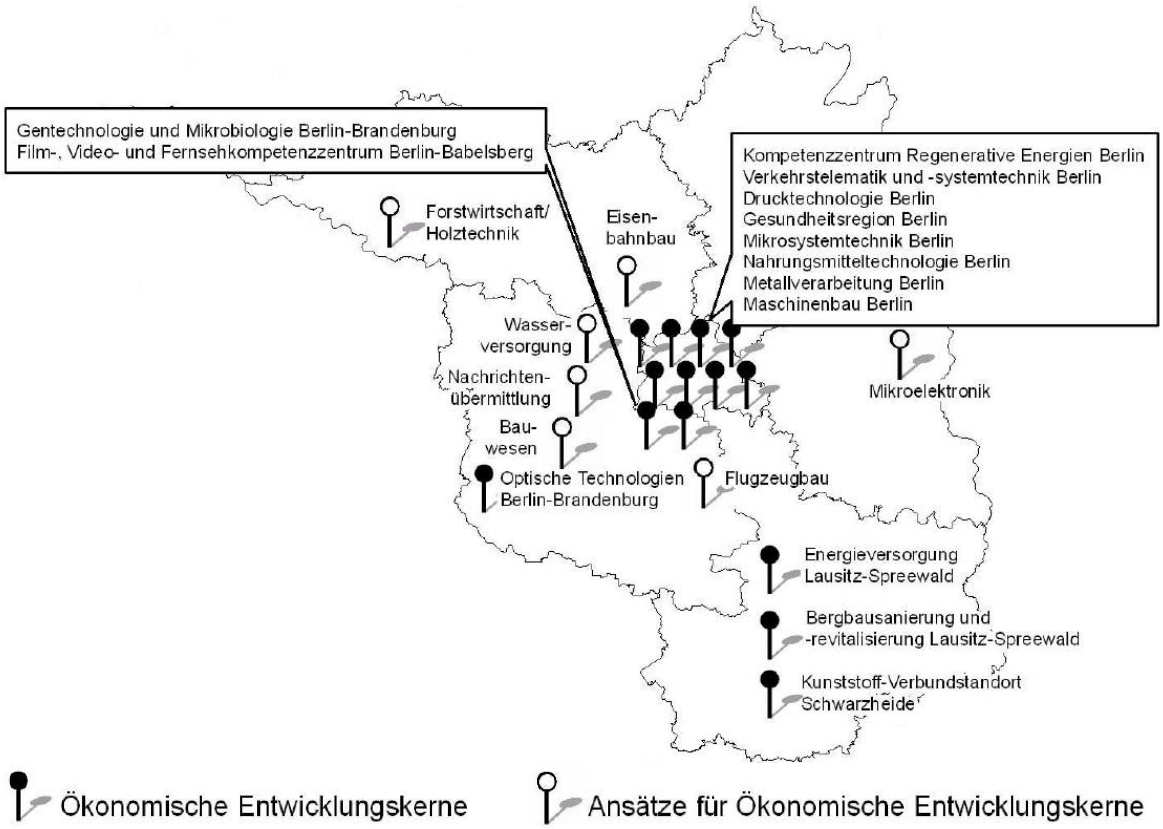


Abb. 30: Ökonomische Entwicklungskerne in Berlin-Brandenburg (Rosenfeld et al. 2004).

Krätke/Scheuplein (2001, 79) präsentieren eine Kompilation vermuteter Branchenkonzentrationen und Produktionscluster in Berlin-Brandenburg, die sich vornehmlich aus Quellen der regionalen Wirtschaftspolitik und -förderung speist. Sie enthält für Berlin (1) Medizintechnik, (2) Biotechnologie, (3) Produktionstechnik, (4) Bahn- und Verkehrstechnik, (5) Medien und I&K, (6) Software, (7) Printmedien, (8) Anwendungen in Telekommunikation, (9) Messen und Kongresse, (10) Telematik, (11) Hebezeuge/Fördertechnik, für Berlin/Potsdam (12) Filmindustrie, (13) Telekommunikationsdienstleistungen, (14) Multimedia, und in Brandenburg (15) Holzwirtschaft, (16) Ernährungsgewerbe, (17) Nachwachsende Rohstoffe, (18) Umwelttechnik, (19) Recycling/Abfallwirtschaft, (20) Baustoffe, (21) Stahl- und Metallindustrie, in Prenzlau (22) Armaturen/Maschinenbau, in Schwarzheide (23) Chemie/Kunststoffe, in Frankfurt/Oder (24) Mikroelektronik, in der Lausitz (25) Textil, in Südbrandenburg (26) Energietechnologien, (27) Rekultivierung und in Rathenow (28) die Optik. Bei dieser Auflistung, so die Autoren, ist jedoch ein Mangel an nachvollziehbaren Vergleichsmaßstäben zu beklagen. Es wird vermutet, dass in den 1990er Jahren „eine Liste der einschlägigen „Zukunftsfelder“ zwischen Regionalpolitikern und Regionalforschern hin- und hergereicht wurde, ohne dass das Wissen über diese Felder bedeutend zunahm. Hier scheint eine qualifizierte Untersuchung regionaler Cluster-Formationen unumgänglich zu sein“ (ebenda, 80).

Bereits angesprochen wurde die von OpTecBB selbst durchgeführte Potenzialanalyse explizit für den Bereich der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg (vgl. Hornauer 2002; 3.2.3). Davor existierte m.W. keine umfassende Bestandsaufnahme in diesem Technologiebereich in der Region.

Die Formation des Netzwerkes, die Herausbildung der Organisations- und Governancestrukturen von OpTecBB, dem wesentlichen Teil des Clusters, sowie der Clusterentwicklungsprozess wurden durch den bereits genannten OptecNet-Wettbewerb des BMBF initiiert und strukturiert, unter anderem, weil schon für die Beteiligung an diesem Wettbewerb ein Vernetzungskonzept vorzulegen war.[93] Diesem Konzept, welches u. a. die Konzentration von Vernetzungsaktivitäten im Clusterentwicklungsprozess auf die bereits in der Region vorhandenen Technologiefelder vorsah, wurde in den Folgejahren im Entwicklungsprozess prinzipientreu gefolgt. Innerhalb von OpTecBB sollten Kompetenzen in vier technologischen Themenschwerpunkten (optische Technologien für Verkehr und Raumfahrt, optische Technologien für das Internet, Biomedizinische Optik und UV- und Röntgentechnologien) sowie im Bereich Aus- und Weiterbildung vernetzt und entwickelt werden. Als Folge konnte eine Herausbildung von Substrukturen (UVR/RSS-, BioMed-, OTI-Netzwerk) festgestellt werden (Lerch et al. 2006). Diese Substrukturen, die in der Antragsphase für den OptecNet-Wettbewerb herausgearbeitet und später implementiert wurden, repräsentieren Netzwerke, die sich aufgrund von in der Region vorhandenen, aus zum Teil oben beschriebenen vergangenen Entscheidungen und Entwicklungen, hier angesiedelten Kompetenzen (wieder) zusammengefunden hatten und teilweise bereits existierten. Mit Blick auf Pfade der Cluster- bzw. Netzwerkentwicklung repräsentieren diese technologischen Schneidungen frühere „imprints“ im Entwicklungsprozess OpTecBBs und des Clusters optischer Technologien.

Am 14.09.2000 wurde der Verein Optische Technologien Berlin-Brandenburg e.V. von ursprünglich 14 Mitgliedern[94] gegründet. Zu ihnen zählten Geschäftsführer von kleinen, mittleren und großen Unternehmen, Präsidenten und Direktoren von universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Vertretern der Landesförderbank und der Technolo-

[93] An der Erarbeitung des Vernetzungskonzeptes war die Forschungsgruppe „Unternehmungsnetzwerke“ an der Freien Universität Berlin beteiligt.

[94] Zu den 14 Gründungsmitgliederorganisationen zählten Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH, Ferdinand-Braun-Institut für Hochfrequenztechnik Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gerätebau GmbH, Infineon Technologies AG Fiber Optics, Investitionsbank AG, KRONE AG, Lasertechnik Berlin GmbH, Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie im Forschungsverbund Berlin e. V., DLR, Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung, Siemens AG Berlin, ICN TR, Technische Universität Berlin und die TSB Technologiestiftung Innovationszentrum Berlin (Quelle: OpTecBB).

gieförderung. Auf der Basis einer gemeinsam getragene Initiative[95] von Unternehmen, Wissenschaft und den Wirtschafts- und Wissenschaftsverwaltungen der Länder Berlin und Brandenburg wurde der Antrag auf BMBF-Förderung erarbeitet und eingereicht. Teil des Förderantrages war das Vernetzungskonzept der Forschungsgruppe „Unternehmungsnetzwerke“, das eine fünfstufige Entwicklung sowie eine rekursive, selbstverstärkende Entwicklung auf den Ebenen der konkreten interorganisationalen Netzwerke und des regionalen Kompetenznetzwerkes sowie verschiedene Maßnahmen in den verschiedenen Phasen vorsah. Die Gründungsmitglieder bewegten in dieser frühen Phase der Entwicklung von OpTecBB einen großen Teil ihrer Kooperationspartner aus der Region, die ebenfalls im Bereich der optischen Technologien tätig waren, ebenso Mitglieder des Vereins zu werden und sich mehr oder minder für das Netzwerk zu engagieren. Im Januar 2001 wurde von OpTecBB ein erster Workshop in Templin mit dem Ziel veranstaltet, Informationen über das Vorhaben zu verbreiten und „Selbstfindung“ zu betreiben. Danach stieg die Anzahl der Mitglieder stark an von 14 (2000) auf 67 (2001) (OpTecBB). Die Entwicklung der OpTecBB-Mitgliederzahl und -struktur wird aus Abbildung 31 ersichtlich.

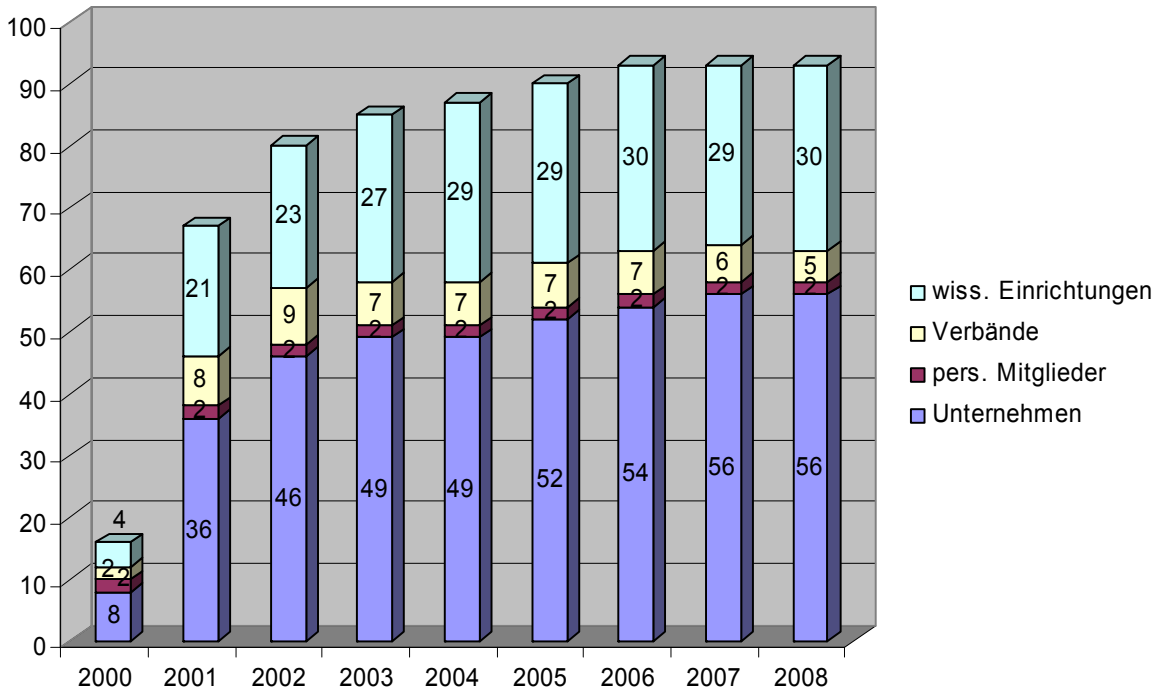


Abb. 31: Entwicklung der OpTecBB-Mitgliederzahl und -struktur zwischen 2000 und 2008

[95] Im Vergleich zu den anderen technologisch orientierten Förderinitiativen auf der Berliner Landesebene (BioTOP, TSBmedici, FAV, TimeKontor) handelte es sich bei OpTecBB, auch wenn zu erheblichen Teilen von der Politik initiiert (Initiative des Bundes), um einen buttom-up Prozess (zur Unterscheidung von expliziten top-down und impliziten bottom-up Ansätzen bei der Institutionalisierung von innovativen regionalen Clustern vgl. Fromhold-Eisebith/Eisebith 2005).

Am 23.03.2001 wurde OpTecBB als einer der sieben Gewinner des BMBF-Wettbewerbs bekannt gegeben. Am 01.07. begann die finanzielle Förderung von OpTecBB, woraufhin im Oktober 2001 schließlich eine Geschäftsstelle mit einem Geschäftsführer, einer Sekretärin, einem IT-Beauftragten sowie einem Verbindungsmann nach Rathenow eingerichtet wurde.

In der Satzung von OpTecBB e.V. werden die Ziele des Vereins festgelegt:

> „Der Zweck des Vereins ist die Förderung von Forschung, Wissenschaft, Entwicklung und Ausbildung auf dem Gebiet der Optischen Technologien. Zu diesen gehören alle Technologien zur Erzeugung, Verstärkung, Formung, Übertragung, Messung und Nutzbarmachung von Licht, einschließlich deren naturwissenschaftliche Grundlagen. Der Verein verfolgt diesen Zweck insbesondere durch regionale Förderung geeigneter Kooperationen von Kompetenz-, Wissens- und Ressourcenträgern mit dem Ziel der gemeinschaftlichen Innovationen und der raschen, effektiven und breitenwirksamen Entwicklung der Optischen Technologien, unter besonderer Berücksichtigung einer regionalen Profil- und Schwerpunktbildung. Er fördert interdisziplinäre Kooperationen in der Forschung und zum Transfer, der Anwendung und zukünftige Nutzenentfaltung dieser Technologien für die Praxis. Bei der Initiierung und Koordinierung von F&E - Vorhaben sowie bei der allgemeinen strategischen Weiterentwicklung der Optischen Technologien agiert der Verein auch überregional“ (Quelle: Satzung OpTecBB).

Da sich die Kompetenzen in der Hauptstadtregion in bestimmten technologischen Bereichen konzentrierten, die aus der Historie der Region resultierten und diese in technologisch orientierte Schwerpunkte auf dem Gebiet der optischen Technologien zusammengefasst werden konnten, wurden, dem Vernetzungskonzept folgend, zunächst vier technologisch orientierte Schwerpunktgruppen innerhalb der Vereinstrukturen eingerichtet. In diesen Schwerpunktgruppen, idealita bestehend aus Vertretern der optischen Industrie und Vertretern aus Forschung und Entwicklung, sollten konkrete (vorwettbewerbliche) Technologieentwicklungs- und Förderprojekte sowie interorganisationale Netzwerke initiiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich operative Strukturen in Form von Verbünden von Forschungseinrichtungen und Unternehmen innerhalb einiger dieser Schwerpunktsfelder in den Jahren zuvor bereits herausgebildet hatten. Die Gruppierung und Orientierung der Schwerpunkte wurde hierbei auch entlang der vom Land Berlin schwerpunktmäßig geförderten Technologien (Verkehrssystemtechnik, Biotechnologie/Medizintechnik, I&K Technologie) ausgerichtet. Den so gebildeten Schwerpunktgruppen „Optische Technologien für das Internet“ (OTI), „UV- und Röntgentechnologien“ (UVR), „Biomedizinische Optik“ (BioMed) und „Optische Technologien für Verkehr und Raumfahrt“ (OTVR) standen dabei jeweils ein Vertreter aus einer zentralen Forschungseinrichtung und ein Unternehmensvertreter aus dem jeweiligen Technologiebereich vor. Ein fünfter, diese Schwerpunkte übergreifender Schwerpunkt „Aus- und Wei-

terbildung“, sollte von allen Mitgliedern getragen werden. Abbildung 32 verdeutlicht diese Struktur.

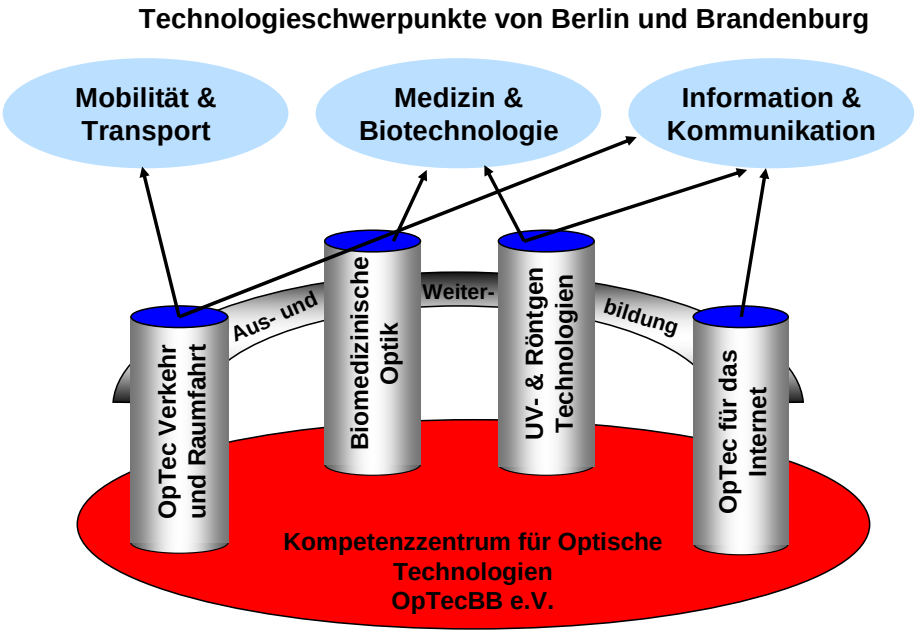


Abb. 32: Technologieschwerpunkte der Region und OpTecBBs (Quelle: OpTecBB)

Neben den vier anwendungsorientierten Säulen, die den Kern von OpTecBB ausmachen sollten, bestanden jedoch noch weitere technologische Schwerpunkte auf dem Gebiet der optischen Technologien in der Region. Hierzu sind insbesondere die Lasermaterialbearbeitung (mikro, makro), die Beleuchtungstechnologie, die klassische (technische) Optik sowie die Augenoptik zu zählen.

Den identifizierten Profil gebenden Schwerpunktfeldern wurde eine besondere Bedeutung für die Entwicklung der optischen Technologien in der Region beigemessen. Sie sollten daher besonders gefördert werden. In jedem der regionalen Schwerpunktfelder sollten möglichst viele Stufen der Wertschöpfungskette vorhanden sein, um die vertikale Vernetzung über möglichst alle Wertschöpfungsstufen (Grundlagenforschung, produktorientierte Forschung, Produktentwicklung, Herstellung und Vermarktung) zu initiieren und weiter zu fördern. Im nationalen Vergleich sollten sie eine „überkritische Masse“ darstellen. Darüber hinaus sollte auf die Kombination mehrerer Technologien in den mehr oder minder präsenten Wertschöpfungsketten abgezielt, die Vernetzung über die Schwerpunkte hinaus angestrebt sowie auf die Einbringung optischer Technologien in verschiedene Anwendungsbereiche im Sinne einer horizontalen Vernetzung der Mitglieder und weiterer Akteure in der Region hingearbeitet werden.

Die Organe des Vereins sind einerseits die Mitgliederversammlung und andererseits der Vorstand. Die Richtlinienkompetenz für die Arbeit des Vereins liegt bei der Mitgliederversammlung. Dem von der Mitgliederversammlung jährlich gewählten Vorstand wurde die externe Vertretung des Vereins übertragen. Der Vorstand, der in der Regel mehrfach im Jahr zusammentraf, erarbeitete zudem die strategische Ausrichtung des Vereins. Für das operative Geschäft von OpTecBB ist die Geschäftsstelle mit hauptamtlichen Mitarbeitern zuständig, die jedoch dem Vorstand bzw. der Mitgliederversammlung untersteht. Die Aufgaben der Geschäftsstelle definieren sich hauptsächlich aus den Vorgaben des BMBF-Förderwettbewerbs. Die konkrete Arbeit an interorganisationalen Innovationsprojekten erfolgt in den technologisch ausgerichteten Schwerpunktgruppen, den Netzwerken im Cluster. Die Mitgliederversammlung findet in der Regel einmal im Jahr statt. In ihr wird von der Geschäftsstelle, dem Vorstand sowie den Schwerpunktsprechern Rechenschaft abgelegt, die Finanzplanung vorgestellt und verabschiedet, der alte Vorstand entlastet und ein neuer Vorstand gewählt. Abbildung 33 verdeutlicht die Governancestruktur von OpTecBB.

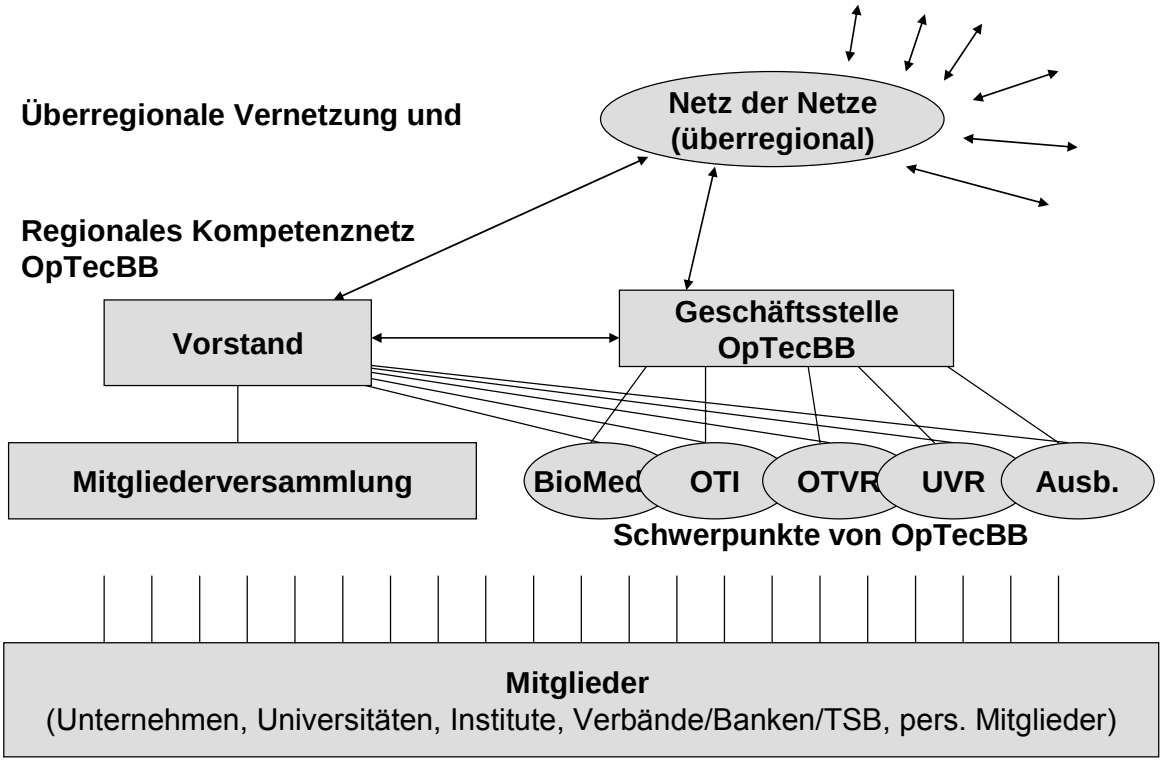


Abb. 33: Governance Struktur von OpTecBB (Quelle: OpTecBB)

Tabelle 8 gibt die Zusammensetzung des ersten Vorstandes von OpTecBB im Jahr 2000 wieder und listet die Repräsentanten der Schwerpunkte auf.

Vorstand	Prof. Dr. I. V. Hertel, Vorsitzender (Max-Born-Institut) Dr. K. Schulz, stellv. Vorsitzender (Infineon Technologies) Dr. T. Mehlhorn, Kassenwart (Investitionsbank Berlin) Frau Dr. G. Arnold (DLR Berlin) Direktor A. Kahsnitz (Krone GmbH) Prof. Dr. H.-J. Lichtfuß (TSB Berlin) Prof. Dr. W. Sandner (Max-Born-Institut).
Biomedizinische Optik (BioMed)	Prof. Dr. G. Müller (LMTB GmbH) Herr J. Tschepe (MGB Endoskopische Geräte GmbH Berlin)
Optische Technologien für das Internet (OTI)	Dr. K. Schulz (Infineon Technologies AG, Berlin) Prof. Dr. C. Baack (Heinrich-Hertz-Institut Berlin)
Optische Technologien für Verkehr und Raumfahrt (OTVR)	Dr. G. Arnold (DLR Berlin) Herr M. Scheiding (Astro + Feinwerktechnik GmbH)
UV- und Röntgentechnologien (UVR)	Prof. Dr. W. Sandner (Max-Born-Institut) Prof. Dr. N. Langhoff (Institut für Gerätebau GmbH)
Aus - und Weiterbildung in Optischen Technologien	Prof. Dr. H. Weber (Technische Universität Berlin) Prof. Dr. J. Mlynek (Humboldt Universität zu Berlin)

Tab. 8: Erste Repräsentanten OpTecBBs in 2000 (OpTecBB 2000)

Das Cluster optischer Technologien Berlin-Brandenburg ist durch eine besondere Situation gekennzeichnet. Es besteht, im Gegensatz zu anderen Photonikregionen in Deutschland, aus zwei Bundesländern. D. h. in den Cluster- und Netzwerkentwicklungsprozess waren immer die Wirtschaftsverwaltungen der beiden Länder Berlin *und* Brandenburg sowie die daran angebundenen Landes- bzw. Investitionsbanken und Technologie- und Wirtschaftsförderungen einzubinden. Auch wenn die Wirtschaftsförderung und -verwaltung in Brandenburg aktiv in den Entwicklungsprozess von OpTecBB in Form assoziierter Mitglieder und „zentraler Moderation“ eingebunden ist, kann konstatiert werden, dass der Berliner Einfluss im Entwicklungsprozess OpTecBBs bedeutend größer war und ist. Dies liegt einerseits darin begründet, dass die Mehrzahl der Mitglieder in Berlin angesiedelt war und ist. Andererseits wird dieser Befund auch durch den Aufbau des Vorstandes von OpTecBB gestützt. Hier waren neben

Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus Berlin fast ausschließlich Vertreter der Berliner Wirtschafts- und Technologieförderung vertreten.[96]

Die Ergebnisse einer von der Unternehmensberatung ADL im Jahr 2002 durchgeführten Studie implizieren, dass fast alle Unternehmen und Forschungseinrichtungen innerhalb von OpTecBB bereits gewachsene Kooperationsbeziehungen unterhielten. Unter diesen Beziehungen dominierten zu jener Zeit jedoch bilaterale Kooperationen. Gleichzeitig existieren „Kooperations-Cluster“ um die großen Forschungseinrichtungen wie FhG HHI, MBI, FBH, DLR und LMTB mit überwiegend engen Kooperationsbeziehungen. Die Studie zeigte ebenfalls, dass einige Mitgliedsunternehmen (große und auch kleinere) noch keine Kooperationen innerhalb von OpTecBB unterhielten, obwohl sie überwiegend aktiv einbezogen waren. Ca. 50% der Befragten gaben an, dass durch OpTecBB Kooperationen für sie entstanden sind (Weidner 2002).[97] Eine zentrale Aufgabe OpTecBBs bestand und besteht darin die Vernetzung der Akteure zu befördern. Hierzu wurden eine Reihe Aktivitäten durchgeführt. Diese sind insofern für diese Arbeit relevant, da sie die Prozesse hinter der Entwicklung der Beziehungsstrukturen zumindest teilweise widerspiegeln. Daher sollen sie nachfolgend kurz erläutert werden.

4.3.3 Vernetzungsaktivitäten von OpTecBB

Durch die Einrichtung einer Geschäftsstelle mit personeller Ausstattung von vier hauptamtlichen Mitarbeitern konnten im Zeitraum 2001 bis 2006 eine Reihe von (Vernetzungs-) Aktivitäten im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg organisiert werden. Die Aufgaben der Geschäftsstelle definierten sich dabei einerseits aus dem Förderprogramm für optische Technologien des BMBF (vgl. Heybrock et al. 2002, 33) sowie aus dem im Förderantrag enthaltenen Vernetzungskonzept. Nachfolgend sollen einige wesentliche Beispiele für derartige Aktivitäten benannt und erläutert werden. Diese Darstellung muss aufgrund der Vielfältigkeit der Aktivitäten an dieser Stelle unvollständig bleiben.

Besondere Bedeutung hatten die jährlich (im November oder Dezember) stattfindenden „Networking Days“. Während der zweitägigen Veranstaltungen in Seminarhotels außerhalb Berlins wurden jeweils einerseits Treffen der OpTecBB-Schwerpunkte organisiert und ande-

[96] Erst in der aktuelleren Entwicklung ist ein Vertreter der Technologiestiftung Brandenburg Mitglied des Vorstandes von OpTecBB. Jedoch bleiben die ZAB und das Ministerium für Wirtschaft im Land Brandenburg im Gegensatz zu ihren Schwestereinrichtungen im Land Berlin eher zurückhaltend im Entwicklungsprozess von OpTecBB.

[97] An dieser Stelle muss auf die eingeschränkte Belastbarkeit der ADL-Studie verwiesen werden (Rücklaufquote von ca. 30%).

rerseits OpTecBB betreffende aktuelle Fragen im Plenum diskutiert. Erörterte Themen beim Workshop 2005 waren z. B. der Masterplan optische Technologien für Berlin, der Beginn der Diskussion zur neuen Struktur von OpTecBB, die Entwicklung internationaler Kontakte und von Kooperationsnetzwerken innerhalb OpTecBBs. Darüber hinaus boten sich Möglichkeiten über die Bewertung OpTecBBs durch die Forschungsgruppe „Unternehmungsnetzwerke“ und über „Best Practice“-Fälle im Netzwerk zu berichten und zu diskutieren sowie zum informellen Austausch der OpTecBB-Mitglieder.

Eine zweite wichtige Vernetzungsaktivität OpTecBBs stellen die Veranstaltungen im Rahmen der Reihe „Mitglieder stellen sich vor“ dar. Aufgrund der Vielfältigkeit der in der Region ansässigen Optikunternehmen und Forschungseinrichtungen mit Bezug zur Optik waren und sind den Clusterakteuren oft nicht alle anderen Clusterakteure mit ihren Leistungsprofilen bekannt. Als eine Möglichkeit dieses Problem zumindest teilweise zu beheben luden jeweils eine Mitgliedsorganisation andere OpTecBB-Mitglieder ein, um sich in einer Präsentation und Führung durch das Unternehmen bzw. durch die Forschungseinrichtung vorzustellen. Anschließend bot sich auch im Rahmen dieser Veranstaltungsreihe immer die Gelegenheit zum informellen Austausch. Zwischen 2001 und 2006 stellten sich so 25 Mitgliedsorganisationen[98] vor. In letzter Zeit sind diese Aktivitäten etwas abgeebbt. Die Veranstaltungen waren im Durchschnitt von 30 bis 35 Vertretern der Mitgliedsorganisationen besucht worden.

Wie die externe Dimension im erweiterten mehrdimensionalen Clustermodell nahe legt, unterhalten die Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus dem Bereich der optischen Technologien in Berlin im Allgemeinen und die Mitglieder OpTecBBs im Besonderen vielfältige clusterexterne und internationale Kooperations- und Kundenbeziehungen in die verschiedensten nationalen und internationalen Märkte. Die Unterstützung bei Messeauftritten (insbesondere für kleine Unternehmen) oder die Repräsentation des Clusters auf Messen und Kongressen zählen ebenfalls zu den Aufgaben von OpTecBB. Durchschnittlich 15 bis 20 Unternehmen der Region sind jeweils auf den wichtigen Leitmessen und Kongressen auf dem Gebiet der optischen Technologien wie z. B. der Laser München, die Optatec in Frankfurt a.M., die OFC in Anaheim, USA und die ECOC in Europa vertreten. Neben deutschen Gemeinschaftsständen (mit OpTecBB-Beteiligung) auf der Photonics West und der Optatec konnten Berliner Unternehmen und Forschungseinrichtungen auf offiziellen von OpTecBB organisierten Berliner Gemeinschaftsständen auf der OFC und ECOC präsentiert werden. Die Berliner

[98] Hierzu zählten in zeitlicher Reihenfolge BG, MBI, BESSY, Schering, Krone, Crystal, FBH, OSRAM, Frank Optic, DLR, ISAS, AIP, RRK/MDC, FhG IZM, BAM, FhG HHI, FhG IAP, PTB, IKZ, Siemens, OpTricon, Elisabethklinik Lasermedizin, Fiber Tech, Patentanwaltskanzlei GHZS, Hella Aglaia.

Kongressmessen Laser-Optics-Berlin (LOB) bzw. µsys ziehen zunehmend internationale Teilnehmer an. Die LOB, organisiert von der TSB, expandierte in den letzten Jahren so stark, dass sie ab 2007 nicht mehr in Adlershof, sondern auf dem Berliner Messegelände stattfand. Darüber hinaus hat sich die ebenfalls in Berlin-Adlershof alle zwei Jahre stattfindende, auf Prozessnahe Röntgenanalytik fokussierte Fachtagung PRORA als nationale Tagung und Ausstellung mit internationaler Beteiligung etabliert. Bei den regionalen Messen bilden Berliner und Brandenburger Forschungseinrichtungen und Unternehmen den wesentlichen Anteil der Aussteller (vgl. TSB 2006a, 2007). Messen und Kongresse werden regelmäßig als „temporäre Cluster“ (Maskell et al. 2006) zum Austausch von Informationen und Know-how genutzt.

Auf europäischer Ebene waren Vertreter der Berliner Glas KGaA Herbert Kubatz GmbH und des Max-Born-Institutes an der Gründung der europäischen Technologieplattform PHOTONICS21 im Dezember 2005 in Brüssel beteiligt. Im „Board of Stakeholders“ werden sie an der weiteren Ausgestaltung dieser Plattform mitarbeiten, die einen erheblichen Einfluss auf die Gestaltung der Technologieförderung der Europäischen Kommission hat und weiter haben wird (vgl. Photonics21 2006a; van der Pyl 2007).

Auf der globalen Ebene haben neue und frühere Kontakte zu einer Cluster-Allianz mit den Optik-Clustern in Tucson, Arizona, USA und Ottawa, Kanada im Rahmen der „GlobalAdvantage“-Initiative geführt (vgl. 4.1.3). Nach gegenseitigen Besuchen in den vergangenen Jahren ist das sog. „Cluster-Breakfast“ während der Photonics West zu einer festen und nachgefragten Institution geworden, bei dem die gegenseitigen Kontakte gepflegt und Ideen für gemeinsame Projekte, wie die Organisationen in den drei Clustern durch die Zusammenarbeit der drei Cluster unterstützt werden können, generiert werden. Als ein konkretes Ergebnis kann die erste International Photonics Summer School „Adaptive Optics and Microoptics“ vom 7.-11. August 2006 in Berlin-Adlershof angesehen werden. Ob das Ziel, mit den Cluster-Allianz-Aktivitäten auch den Marktzugang für Unternehmen in den jeweiligen Märkten der Cluster-Allianz-Partner, zu erreichen ist, scheint derzeit noch unklar. Weitere Forschung sollte an dieser relevanten Frage ansetzen, da derzeit insbesondere auf europäischer Ebene die interregionale Vernetzung über das Medium der Cluster-Allianzen gefördert werden soll.

Im Bereich Aus- und Weiterbildung sollten von OpTecBB die in der Region vorhandenen, exzellenten Ausbildungspotenziale wirksam gebündelt und weiterentwickelt werden. Die geplanten Maßnahmen beinhalteten (1) die Weiterentwicklung der vorhandenen Studiengänge, (2) die Etablierung eines Master-Studienganges ”Advanced Optics”, getragen von den Universitäten und den einschlägigen außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Region, (3)

die Entwicklung eines kooperativen Studienganges zwischen TU Berlin und TFH Berlin im Bereich Laser/Optik/Messtechnik, (4) die Modernisierung und Neustrukturierung der vorhandenen Praktika zu einem Photonik-Praktikum, (5) Nutzung von praxisorientierten Beiträgen der regionalen Optikunternehmen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Praktika und Vorlesungen, (6) Erarbeitung einer Bedarfsanalyse für und Durchführung von Weiterbildungsveranstaltungen auf verschiedenen Ebenen (Akademiker, Ingenieure, Techniker) und (7) Veranstaltung von Ringvorlesungen. Diese ambitionierten Pläne konnten, aufgrund von institutionellen Beharrungstendenzen, nur teilweise umgesetzt werden. Zu den durchgeführten Aktivitäten im Bereich der Aus- und Weiterbildung ist z. B. die Unterstützung des BMBF Workshops „Duale Berufsausbildung in innovativen Technologiefeldern“ 2005 in Berlin zu nennen, der gemeinsam mit dem auf Ausbildung im Bereich der Mikrosystemtechnologie konzentrierten MANO- Netzwerk organisiert wurde. Weiterhin unterstützte OpTecBB gemeinsam mit den Mitgliedern das Wecken von Interesse für die optischen Technologien bei Kindern durch Unterstützung der BMBF-„Roadshow“ und Ausstellung „Faszination Licht“ im Jahr 2006 in Berlin. Hierzu stellten zahlreiche OpTecBB-Mitglieder Exponate für die Ausstellung in der Urania zur Verfügung. Im Bereich der akademischen Ausbildung konnten gemeinsame Aktivitäten der in der Region ansässigen Fachhochschulen im Rahmen von OpTecBB initiiert und koordiniert werden. Seit Sommersemester 2003 werden in einem gemeinsamen 3-semestrigen Aufbau-Studiengang „Master of Engineering in Photonics“ 24 Studierende jährlich aufgenommen und an den drei Fachhochschulen, der TFH Wildau, der Fachhochschule Brandenburg und der TFH Berlin ausgebildet. Die Ausbildung erfolgt in maßgeblicher Zusammenarbeit mit Berliner und Brandenburger Unternehmen aus dem Cluster. Schließlich ist die jährliche bereits erwähnte International Photonics Summer School zu nennen, deren Aufbau und Durchführung maßgeblich von OpTecBB unterstützt wurden.

Neben den in Schwerpunkten organisierten Treffen und Workshops wurde 2006 von OpTecBB damit begonnen, weitere themenbezogene Workshops, sog. Fokusseminare, zu organisieren, um so auch die Mitglieder, die sich in den bestehenden Schwerpunktstrukturen bisher weniger engagierten, einzuladen, sich zu beteiligen. Ein zweites Ziel war die Erschließung von Themengebieten, die quer zur bestehenden Säulenstruktur lagen oder zwei oder mehr Anwendungsbereiche der optischen Technologien berührten. Mit Unterstützung der TSB konnten 2006/07 fünf Fokusseminare mit den Themen Photonische Fasern, Röntgenoptik und Medizin, Cultural Heritage – Bewahrung des Kulturerbes, Optische Analytik sowie Sicherheitstechnik organisiert werden.

Innerhalb der Schwerpunkte wurden im Rahmen OpTecBBs weitere Vernetzungsaktivitäten initiiert und durchgeführt. In der Rückschau auf die fünf Jahre seit 2001 ist festzustellen, dass in den vier OpTecBB-Schwerpunkten z. T. regelmäßig unterjährige Treffen durchgeführt wurden (OTI: monatlich; UVR/RSS mindestens zweimal jährlich; BioMed und OTVR sporadisch). Neben der z. T. in den Schwerpunkten organisierten Arbeit an F&E-Projekten wurden Workshops und gemeinsame Messeauftritte organisiert. Im Schwerpunkt UVR wurden zusätzlich die Fachtagung PRORA organisiert und die Aktivitäten der Akteure im Rahmen eines „Roadmap“ Prozesses organisiert (siehe Abschnitt 4.4.3).

Seit 2005 wird im Verein OpTecBB eine Adaption der Schwerpunktstruktur diskutiert. War zunächst von einer Matrixstruktur die Rede, die stärker die Eigenständigkeit der optischen Technologien in der Region verkörpern und einerseits originär optische Technologiefelder (Branchenschwerpunkte) und andererseits ihre Anwendungsfelder (Anwendungsschwerpunkte orientiert auch an den Berliner Kompetenzfeldern) repräsentieren sollte (vgl. Abb. 34), so ist doch faktisch eher eine Erweiterung der Säulenstruktur durch Öffnung für neue Schwerpunktgruppen, d. h. Netzwerke im Cluster, daraus geworden. An den jeweiligen Schnittpunkten sollten (sog. „Leuchtturm“)Projekte initiiert und durchgeführt werden.

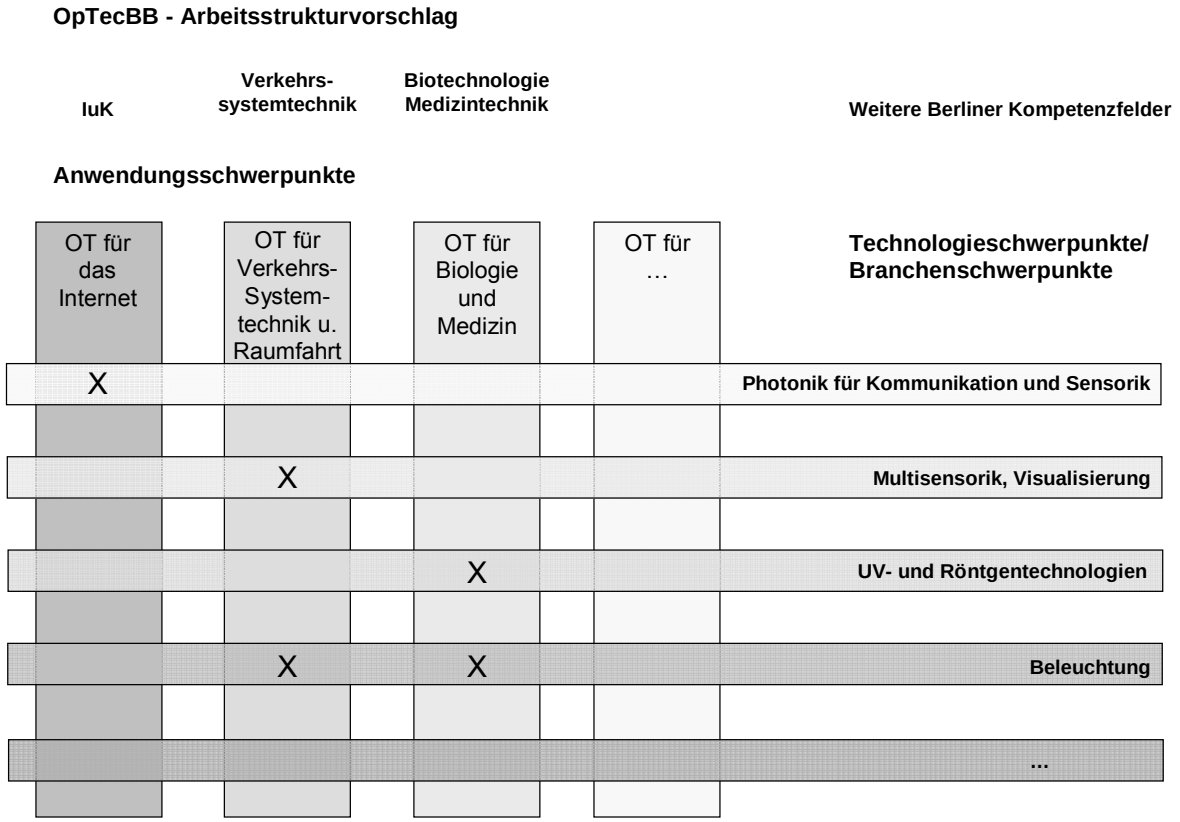


Abb. 34: Vorschlag für eine adaptierte Arbeitsstruktur OpTecBBs aus dem Jahr 2005

Heute sind neben die vier alten Schwerpunktgruppen, die sich teilweise umbenannten, fünf weitere Gruppierungen aus Optikunternehmen und Forschungsinstituten, in denen Innovationsprojekte bearbeitet werden sollen, getreten, die sich teilweise noch im Aufbau befinden. Hierzu zählen aktuell (1) Biomedizinische Optik (ehem. BioMed), (2) Innovative Augenoptik (ehemals KOR), (3) Lasertechnik, (4) Lichttechnik, (5) Multisensorik, Visualisierung und Signalverarbeitung (ehem. OTVR), (6) Optische Prozessmesstechnik, (7) Photonik für Kommunikation und Sensorik (PhoKoS) (ehem. OTI), (8) Terahertz-Technologie sowie (9) UV- und Röntgentechnologien (ehem. UVR).

Da die Generierung von Innovationen in Netzwerken in Clustern sowohl im Zentrum vieler Beiträge der Clusterforschung, als auch dieser Arbeit steht und die Durchführung von Innovationsprojekten einen bedeutsamen Teil einer Clusterentwicklung ausmacht, soll auf diesen Aspekt in den Vernetzungsaktivitäten OpTecBBs und im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg nachfolgend noch etwas vertiefend eingegangen werden.

Die öffentliche Förderung von F&E-Projekten spielte und spielt für OpTecBB und seine Vereinsmitglieder eine wichtige Rolle. Informationen über Förderprogramme auf den verschiedenen Ebenen (EU, Bund, Länder) wurden von der Geschäftsstelle gesammelt und an die Mitglieder in Newslettern, E-Mails oder auf gemeinsamen Veranstaltungen weitergegeben. In den Schwerpunkten wurden darüber hinaus diskutierte Projektideen mit diesen Informationen abgeglichen und Förderanträge gestellt.

Ein kontinuierliches und vollständiges Monitoring von Innovationsprojekten im Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg ist unmöglich – der zu leistende Aufwand stünde in keinem Verhältnis zum Nutzen. Die nachstehende ausführlichere Analyse soll schlaglichtartig einige, allerdings wesentliche Aspekte herausgreifen, die öffentliche Projektförderung (soweit Daten zugänglich sind) auf den Ebenen Land, Bund und z. T. EU quantifizieren und beispielhaft kooperative Innovationsaktivitäten im betrachteten Cluster erläutern, bevor dann in 4.4.3 eines der Netzwerke im Cluster speziell herausgegriffen und die Netzwerkdynamiken verdeutlicht werden sollen.

Zu den ersten kooperativen Innovationsprojekten, die nach der Gründung von OpTecBB im Juni 2001 vom Technologie- und Innovationsrat des Landes Berlin (TIR) zur Förderung durch den Berliner Zukunftsfonds[99] empfohlen wurden, zählten vier Optik-Verbundprojekte. In „Terabit Optics Berlin“ sollten Komponenten zur optischen Datenübertragung von einem Konsor-

[99] Der Zukunftsfond Berlin wurde aus Mitteln des Verkaufes der Berliner Wasserbetriebe gebildet (10% des Erlöses), steht unter der Verwaltung der Technologiestiftung Berlin und soll für Projekte eingesetzt werden, die dazu beitragen, die Zukunftsfähigkeit der Stadt zu sichern (TSB 2001)

tium aus 12 mittelständischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen entwickelt werden. Im Projekt zu „Mikrosystemtechnischen Baukastenmodulen für die Endoskopie“ sollten zwei mittelständische Unternehmen gemeinsam mit zwei wissenschaftlichen Einrichtungen neuartige miniaturisierte und sterilisierbare Kamerasysteme für den Einsatz in der Endoskopie entwickeln. Die beiden Projekte „Luftgestütztes Verkehrsmonitoring“ und „Optische Informationssysteme für die Verkehrslenkung“ befassten sich mit Methoden, Daten aus Flügen zur Verkehrsüberwachung und Daten aus Satellitenbildern in Echtzeit zur Verkehrslenkung einzusetzen. Diese Projekte wurden jedoch letztendlich nur teilweise durch den Zukunftsfonds finanziert, der aufgrund der katastrophalen Berliner Haushaltslage anfänglich Finanzierungsschwierigkeiten aufwies. In diesen Projekten und Projektideen waren die Schwerpunktgruppen OTI, BioMed und OTVR eingebunden. Der Schwerpunkt UVR bekam zwischen 01.01.2001 und 31.12.2003 eine indirekte Förderung zum Aufbau eines Interdisziplinären Forschungsverbundes UV- und Röntgentechnologien (IFV UVR) von der Senatsverwaltung für Wissenschaft, Forschung und Kultur, zur vertikalen und horizontalen Vernetzung, zur Bündelung und Fokussierung der in Berlin-Brandenburg tätigen Forschungseinrichtungen und Unternehmen auf dem Gebiet der UV- und Röntgentechnologien. Im Rahmen der dreijährigen Förderung wurden auch Innovationsprojekte von den Unternehmen und Forschungseinrichtungen bearbeitet und ein strategischer „Roadmapprozess“ initiiert und verstetigt (vgl. 4.4.3).

Im Jahr 2002 bewilligte der Berliner Senat finanzielle Unterstützung für Projekte im Technologiefeld optische Technologien. Bei diesen Projekten war OpTecBB einerseits direkt als eine Art Projektträger für den Berliner Senat tätig; andererseits wurden die Aktivitäten im Rahmen der Arbeit von OpTecBB initiiert und realisiert. Bei OpTecBB wurden von den Mitgliedern 16 Projektanträge mit 32 Mitgliedsfirmen und Forschungseinrichtungen mit einer Projektsumme von insgesamt € 2,3 Mio. eingereicht (Stand Dezember 2002). Durch OpTecBB wurden seinerzeit 10 Projekte mit insgesamt 26 beteiligten Mitgliedsfirmen und Forschungseinrichtungen (Projektvolumen von € 1,935 Mio., davon € 688.000 Eigenanteil) ausgewählt (Hertel 2002). Das Gesamtinvestitionsvolumen des Berliner Senats lag schließlich in den Jahren 2002/03 im Rahmen dieser Projektförderung bei € 2.398.957 für elf Projekte. Zu diesem Investitionsumfang steuerte der Europäische Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) € 1.564.801 und die Unternehmen und Forschungsinstitute € 623.071 bei. Die Schwerpunkte der geförderten Projekte lagen in der Anwendung von optischen Technologien in der Medizintechnik, in der Mess- und Analysetechnik, in der Materialbearbeitung sowie in der Verkehrstechnik (Berliner Senat 2002).

In den 2004 von der Forschungsgruppe „Unternehmungsnetzwerke“ geführten 81 Interviews konnten insgesamt 52 kooperative regionale Innovationsprojekte (mindestens zwei OpTecBB-Mitglieder) für das Jahr 2003 identifiziert werden. Ca. 2/3 dieser für die Befragten „wichtigen“ Kooperationsprojekte liefen unabhängig von OpTecBB, d. h. nicht in den von OpTecBB organisierten Schwerpunktgruppen.

Weitergehende Recherchen (Analyse von Geschäftsberichten, Zeitschriftenartikeln, Pressemitteilungen und Internetrecherchen) ergaben, dass ca. 140 Innovationskooperationen mit mindestens zwei OpTecBB-Mitgliedern in der Region Berlin-Brandenburg in 2003 bestanden. Davon waren ca. 53% bilateral, d. h. es waren ausschließlich zwei OpTecBB-Partner beteiligt. Von den 47 % multilateraler Projekte zeichneten sich ca. 60% dadurch aus, dass noch zusätzlich ein Partner vertreten war, der nicht aus der Region stammte. Ca. 36% dieser Projekte hatten mehr als einen externen Partner.

Durch die kontinuierliche Lobbyarbeit OpTecBBs konnte 2005/6 erreicht werden, dass die optischen Technologien in die durch den Zukunftsfond Berlin (unter Verwaltung der TSB) zu fördernden Technologien aufgenommen wurden. Somit konnten die optischen Technologien neben den aktuellen Technologieschwerpunkten auf der Berliner Landesebene (Bio- und Medizintechnologie, I&K und Verkehrstechnologie) etabliert werden. Diese Fixierung war und ist für die Vergabe von Fördergeldern relevant, da auf die nun fünf Technologiefelder der Hauptteil der Berliner Technologieförderung konzentriert werden sollte. Heute steht in der Technologieförderung auf der Berliner Landesebene eine stärkere Vernetzung der Bereiche Forschung und Industrie im Zentrum der Initiativen. „Unterstützt werden deshalb nur Kooperationen“ (Hammel 2007). Seit der Zukunftsfond 2001 eingeführt wurde, erfuhren 24 Kooperationsprojekte eine Förderung von insgesamt rund € 33,26 Mio. In 2006 kamen sieben neue Projekte hinzu, in die insgesamt € 15,05 Mio. investiert wurden.

Ein weiteres Programm zur Förderung von Forschung, Innovationen und Technologien auf der Berliner Landesebene wird von der Investitionsbank Berlin (IBB) betreut. Die aufgewendeten Mittel für das ProFIT-Programm betrugen im Jahr 2006 rund 36 Millionen Euro. Im Unterschied zum Zukunftsfonds ist bei „ProFIT“ aber auch klassische Einzelunternehmensförderung möglich. In den letzten Jahren war OpTecBB im Rahmen einer Professionalisierung der Projektförderung und des Förderprogramms ProFIT der Investitionsbank Berlin (IBB) in die Beratungstätigkeit für die Antragstellung nach Abstimmung mit Senat und IBB eingebunden. Hierbei stellte der Verein OpTecBB ein Bindeglied zwischen Antragstellern und IBB in Form eines „Gesprächspartners“ der TSB und der IBB für Fragen der Technolo-

gieförderung dar. Die durchaus als ambivalent einzuschätzende Situation, dass Mitglieder des Vereins einerseits Antragsteller und andererseits Gutachter waren, wurde dadurch versucht zu lösen, dass darauf zu achten war, dass die Beziehung zwischen IBB und Projekt-Antragsteller (OpTecBB-Mitgliedsorganisation) nicht berührt war. Nach einer Verabredung mit der IBB wurden und werden die Projektabschlüsse im Bereich der optischen Technologien über OpTecBB der Öffentlichkeit vorgestellt.

In der Projektförderung auf Landesebene waren die optischen Technologien in den vergangenen Jahren sehr erfolgreich. Diese Erfolge werden zuweilen von Nichtmitgliedern und Vertretern der anderen Technologiefelder in der Region als Ergebnis eines „Adlershofer Förderkartells" kritisiert. Die nachfolgende Statistik relativiert jedoch derartige Äußerungen. Tabelle 9 zeigt die Auflistung der Berliner Technologiegesamtförderung[100] im Vergleich zu den einzelnen Technologiebereichen in den Jahren 2005 bis 2007. Es wird ersichtlich, dass sich die optischen Technologien neben den anderen Technologieschwerpunkten in den Förderstrukturen Berlins etabliert haben – wenn auch noch nicht gleichwertig.

	IuK	Medien u. Kultur-wirtschaft	Biotechnologie u. Biomedizin	Medizin-technik	Verkehr u. Mobilität	**Optische Technolog.**	Summe Kompetenz-felder	Andere	Summe
Gesamt Ist 2005	17,17	20,38	9,54	11,23	7,94	**11,61***	77,87	38,76	116,63
Gesamt Ist 2006	25,15	32,12	17,68	13,63	11,65	**11,10**	111,33	40,13	151,46
Gesamt Soll 2007 **	34,95		10,50	11,05	13,95	**10,05**	80,50	30,80	111,30

* Als Basistechnologie bei Überschneidungen teilweise anderen Technologiebereichen zugeordnet

** In den Jahren 2005 und 2006 wichen die Ist-Zahlen teilweise erheblich von den Soll-Zahlen ab

Tab. 9: Technologieförderung des Berliner Senats 2005-2007 (Quelle: SenWAF)

Im Berliner ProFIT-Programm wurden seit 2004 (Betrachtung bis 12/2006) 33 Projekte im Bereich der optischen Technologien mit einem Gesamtvolumen von € 22,65 Mio. (gewährte Förderung von € 14,33 Mio.) genehmigt. Davon waren 13 kooperative Projekte, d. h. mit mindestens zwei lokalen Forschungseinrichtungen als Projektteilnehmer (Quelle: SenWAF), wo-

[100] In den Gesamtzahlen sind die wesentlichen Technologieförderinstrumente Berlins zusammengefasst (ProFIT Zuschuss, IBB-Zukunftsfonds Zuschuss, Zukunftsfonds Berlin Zuschuss, Innovationsassistent, TSB-Technologieförd. Zuschuss, GA-gewerblich, ProFIT Darlehen/ Beteiligungen, IBB-Zukunftsfonds Darlehen/ Beteiligung, Zukunftsfonds Berlin Darlehen/ Beteiligung, Zwifi Filmproduktion, VC-Fonds, IBB-Darlehensprogramme, TCC-Beratungen).

bei bemerkt werden muss, dass in Projekten Unteraufträge an z. B. in der Region ansässige Unternehmen für Auftragsforschung, z. B. zur Entwicklung von Komponenten vergeben werden konnten.

Im Rahmen der seit 2001 möglichen Technologieförderung unter dem Dach des Zukunftsfonds Berlin wurden bisher (bis Ende 2006) 24 Projekte gefördert. Davon sind fünf Projekte (Terrabit Optics Berlin (TOB), Berlin Access, Imaging-Therapy-Computer-Tomograph (IT-CT), Dezentraler Systemaufbau von Lichtsignalen auf Basis optischer Verkehrsdatenerfassung und verkehrsaufkommenabhängiger Steuerung (DELIOS), Planungsgruppe Freier Elektronenlaser (FEL)) generisch im Bereich der optischen Technologien anzusiedeln und drei Projekte entweder mit optischen Fragestellungen, z. B. durch beteiligte bildgebende Verfahren, beschäftigt (Nichtinvasive Differenzierung vulnerabler und stabiler Plaques mit Magnetresonanztomographie (MRT), offene Magnetresonanztomographie (o-MRT)) oder mit Implikationen für die optischen Technologien (Kristallzüchtung im Magnetfeld (KristMAG)). Offiziell wird hier nur das Projekt FEL den optischen Technologien zugeordnet.[101] Die fünf generisch optischen Projekte haben ein Projektvolumen von € 24,89 Mio. (32 % des im Zukunftsfonds versammelten Projektvolumens) und ein Fördervolumen von € 14,1 Mio. (31 % der Gesamtförderung zwischen 2001 und 2006). Damit wird auch hier die Bedeutung der optischen Technologien in der Technologieförderung Berlins deutlich. Diese Innovationsprojekte, die generell mit mehreren lokalen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft komplexe Fragestellungen bearbeiteten, bildeten dabei mehrere Bereiche der Innovations- und Wertkette in der Region mit dem Ziel ab, die Verwertung der wissenschaftlichen Ergebnisse in der Region zu realisieren und finanzielle Rückflüsse an den Zukunftsfond zu generieren.

Beispielhaft seien zwei Zukunftsfondprojekte aus dem Jahr 2006 genannt: „Berlin Access – Fiber to the Home“ entstand als Nachfolgeprojekt des eher auf Grundlagen orientierten Projektes „Terrabit Optics Berlin“ und wie schon das Vorgängerprojekt aus einer Initiative des FhG HHI und des OpTecBB-Schwerpunktes OTI mit den Projektpartnern und Entwicklern FhG HHI, MergeOptics, FOC, FhG IZM, Berliner Glas, VPI, AVM, Elbau (sowohl Mitglieder als auch Nicht-Mitglieder von OpTecBB aus der Region). Das Projekt, das ein Volumen von € 2,66 Mio. über eine Laufzeit von zwei Jahren hatte, verzeichnete bereits 2005 Interesse von großen Netzanbietern wie z. B. Versatel, Tele Columbus, RuhrNet, Stadtwerke Schwerte,

[101] Bis Ende 2005 standen die optischen Technologien nicht explizit in der Förderrichtlinie des Zukunftsfonds und konnten daher nicht als Schlagwort vergeben werden. „Offiziell“ ist deshalb der FEL als „Sonstige“ Technologie eingeordnet worden. Es ist festzuhalten, dass die Abgrenzung und Zuordnung der einzelnen Projekte zu Technologieschwerpunkten schwierig ist, da insbesondere bei den vom Zukunftsfonds geförderten komplexen Innovationsprojekten Ideen an den Schnittstellen verschiedener Disziplinen und Technologien gefördert werden.

NetCologne, ADVA sowie Anwendern in der Medizintechnologie wie z. B. der Charité (FhG HHI 2005). Aus den Projektbestandteilen der Unternehmen sind Produkte entstanden, deren Markteinführung bereits erfolgte.

Als weiteres Projekt im Rahmen des Zukunftsfonds, welches auf Initiative und basierend auf Aktivitäten in einem OpTecBB Schwerpunkt (UVR) entstand, ist das „Imaging-Therapy-Computer-Tomograph“ Projekt mit dem Projektkoordinator Schering AG und mit den Partnern IfG GmbH, IAP e.V., PTB, Charité und Siemens AG Erlangen zu nennen, welches in den Jahren 2004 bis 2007 mit € 3,88 Mio. gefördert wurde (TSB 2006b, 11). Hervorzuheben bei diesem Projekt ist, dass bei Erfolg des Projektes große Teile der Wertschöpfung in der Region verbleiben sollen, d. h. die entscheidenden Komponenten, wie Röntgenoptiken und Kontrastmittel, würden in Berlin gefertigt und von hier aus vertrieben. Darüber hinaus waren aus dieser Zusammenarbeit bereits weitere Projekte entstanden und somit konnten die neuen Kooperationsstrukturen im Schwerpunkt UVR verstetigt werden (TSB 2007 Projektförderung aus dem Zukunftsfonds des Landes Berlin).

Für die Technologieförderung im Land Brandenburg stehen Mittel aus dem „Frühphasenfonds“, dem „Innovationsfonds“, „F&E KMU“ und „F&E Große Richtlinie“ zur Verfügung. Eine Aufschlüsselung nach Technologiebereichen war bis dato nicht zugänglich.

Auch wenn in der Vergangenheit vereinzelt Kooperationsprojekte über die Landesgrenzen zwischen Berlin und Brandenburg hinweg durchgeführt wurden, so ist zu konstatieren, dass diese, sofern sie mit öffentlichen Mitteln im Rahmen von Technologieförderung finanziert wurden, mit z. T. erheblichen Schwierigkeiten verbunden waren. Eine aktuelle Studie von PricewaterhouseCoopers (Stegh 2008) kommt zu dem Ergebnis, dass die Technologieförderung der Länder Berlin und Brandenburg aufgrund sehr unterschiedlicher involvierter Akteure und Institutionen, Förderkonditionen und Programme sowie Förderkulturen und Instrumenten zueinander wenig kompatibel und für Unternehmen, die eine länderübergreifende Verbundförderung benötigen, wenig geeignet ist.

Die Berliner Forschungseinrichtungen und Unternehmen beteiligen sich auf vielfältige Weise an EU- und Bundesprojekten. Dadurch konnten zusätzlich zu den Landesmitteln EU-Mittel (in 2004 ca. € 1,3 Mio. und in 2005 ca. € 3,4 Mio.) und Bundesmittel (in Höhe von ca. € 10,9 Mio. in 2004 und ca. € 10,2 Mio. in 2005 für die Entwicklung des Kompetenzfeldes optische Technologien eingeworben werden (vgl. Berliner Senat 2006, 37).

Insgesamt werden (Recherche am 26.04.2007 in FöKat) in Berlin-Brandenburg 112 Projekte mit inhaltlichen Anteilen[102] im Bereich der optischen Technologien mit 75 verschiedenen Projektpartnerorganisationen[103] vom Bund (BMBF, BMWi, BMU) gefördert. Die insgesamt 152 Projektteilnehmer (Mehrfachnennungen möglich) akquirierten Bundesmittel in Höhe von € 88,55 Mio. für laufende Projekte[104] mit OT-Anteil (Berlin: € 70,13 Mio. und Brandenburg: € 18,32 Mio.)[105]. 24 dieser Projekte weisen mindestens zwei Projektpartner in der Region Berlin-Brandenburg aus. Lediglich sechs Projekte haben Partner in beiden Bundesländern.

Die Einbindung Berliner-Brandenburger Forschungseinrichtungen in internationale Netzwerke zeigt sich z. B. auch in einem wichtigen EU-Projekt, dem „Laserlab Europe", in dem 17 nationale Laserzentren mit dem Ziel zusammenarbeiten, die interdisziplinäre Laserforschung in Europa zu stärken. Das Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI) in Berlin-Adlershof war maßgeblich an der Gründung des Konsortiums beteiligt und koordiniert das Projekt, das mit € 14 Mio. gefördert wird (vgl. Berliner Senat 2006, 37).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass kooperative Innovationsprojekte innerhalb des Clusters optischer Technologien in Berlin-Brandenburg in konkreten Netzwerkstrukturen erfolgen. Diese Netzwerkstrukturen ähneln „Projektnetzwerken" (Sydow/Windeler 1999), d. h. sie zeichnen sich dadurch aus, dass latent bestehende Beziehungen für konkrete gemeinsame Innovationsprojekte im Cluster aktiviert werden und nach Projektende weiter latent bestehen. Eine der wesentlichen Aufgaben OpTecBBs ist es, diese Latenz der Beziehungen zu unterstützen und die Akteure durch konkrete Vernetzungsaktivitäten dazu zu animieren, sich in Innovationsprojekten zu engagieren. Von besonderer Bedeutung für die Innovationsprojekte sind aber nach wie vor öffentliche Fördermittel, die es den Forschungseinrichtungen und Unternehmen oftmals erst ermöglichen, in diesem High-Techfeld vorwettbewerblich Technologien und/oder Prototypen zu entwickeln, für die teilweise noch keine Märkte existieren, sodass die Finanzierungsmöglichkeiten der Unternehmen eingeschränkt sind. Bei der Technologieentwicklung spielt die Schwerpunktgruppenstruktur OpTecBBs, d. h. die konkreten Netzwerke im Cluster der optischen Technologien, eine herausragende Rolle, da sie einen „social space" für die interaktive kooperative Innovationsgenerierung bereitstellen.

---

[102] Stichwortsuche in den Projekttiteln (Laser, Bild, Video, Röntgen, Mikroskop, Licht, Lampe, optic, optisch, Teles, opto, photo, Lidar, fluore, Synchrotron, imag, observator, amera, refra, spectroscop, spektroskop, FEL, solar, leucht, LED, Display, infrarot, uv, spectra, spektra)

[103] Verschiedene Forschergruppen oder Fachbereiche der Hochschulen oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen wurden unter dem Dach der Hochschule oder Forschungseinrichtungen zusammengefasst und so nur einmal gezählt.

[104] Der Projektbeginn kann dabei schon einige Jahre zurückliegen und das Projektende erst in einigen Jahren angesetzt sein.

[105] D. h. 9,65 % der vom Bund (BMBF, BMWi, BMU) in Berlin und 6,71 % der in Brandenburg geförderten Projekte haben einen gewissen inhaltlichen Anteil im Bereich der optischen Technologien.

4.3.4 Aktueller Status der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg

Betrachtet man die regionale Verteilung der Optikunternehmen (blaue Kreise in den nachfolgenden beiden Abbildungen) und der Forschungseinrichtungen (rote Kreise) auf dem Gebiet der optischen Technologien in Berlin und Brandenburg, so ist ersichtlich, dass sie sich sowohl in Brandenburg in bestimmten Städten als auch in Berlin in bestimmten Stadtgebieten ballen. Untersucht man die räumliche Verteilung der Optikunternehmen und der in ihnen beschäftigten Mitarbeiter in Brandenburg, so wird sehr deutlich, dass der eigentliche regionale Schwerpunkt der optischen Industrie im Land Brandenburg in Rathenow liegt (vgl. Abbildung 35). Hier sind neben den meisten Optikunternehmen und der Optikbranche zuliefernden Unternehmen auch die meisten der Beschäftigten der Optikindustrie Brandenburgs beschäftigt (ca. 1.200 – 1.300 Mitarbeiter) Daneben befinden sich noch regionale Schwerpunkte in Teltow/Stahnsdorf und Potsdam/Golm. Als wichtige Standorte sind weiterhin Henningsdorf und Straußberg/Dahlwitz-Hoppegarten/Neuenhagen sowie Standorte mit z. T. erheblichem Zukunftspotential in Frankfurt/Oder und Wildau einzustufen (vgl. Lerch 2007).

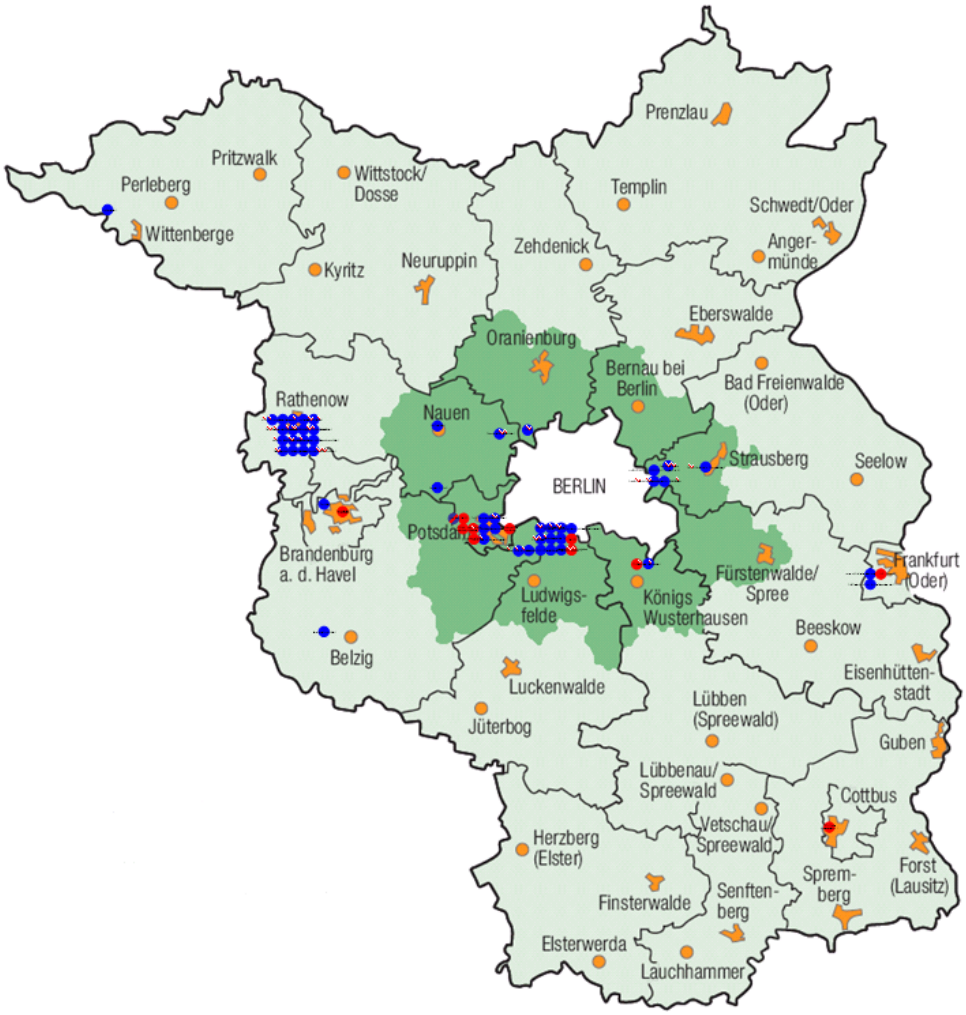


Abb. 35: Optik-Unternehmen und -Forschung in Brandenburg (Lerch 2007, 22)

In Berlin besteht eine deutliche Konzentration an insbesondere kleinen Optikunternehmen und renommierten international tätigen Forschungseinrichtungen in Adlershof (etwa 70 Unternehmen und zehn Forschungseinrichtungen). Diese Konzentration wird durch die Ballung von Unternehmen im nördlich angrenzenden Schöneweide (Innovationspark Wuhlheide und ehemaliges Oberspreewerk) ergänzt. Darüber hinaus bestehen weitere Schwerpunkte mit Siemens und OSRAM in Spandau insbesondere bedingt durch die hohe Anzahl an Mitarbeitern in diesen beiden Unternehmen, die im Bereich der optischen Technologien tätig sind, in Charlottenburg im Umkreis der TU Berlin und in Marienfelde, wie aus Abbildung 36 ersichtlich wird.

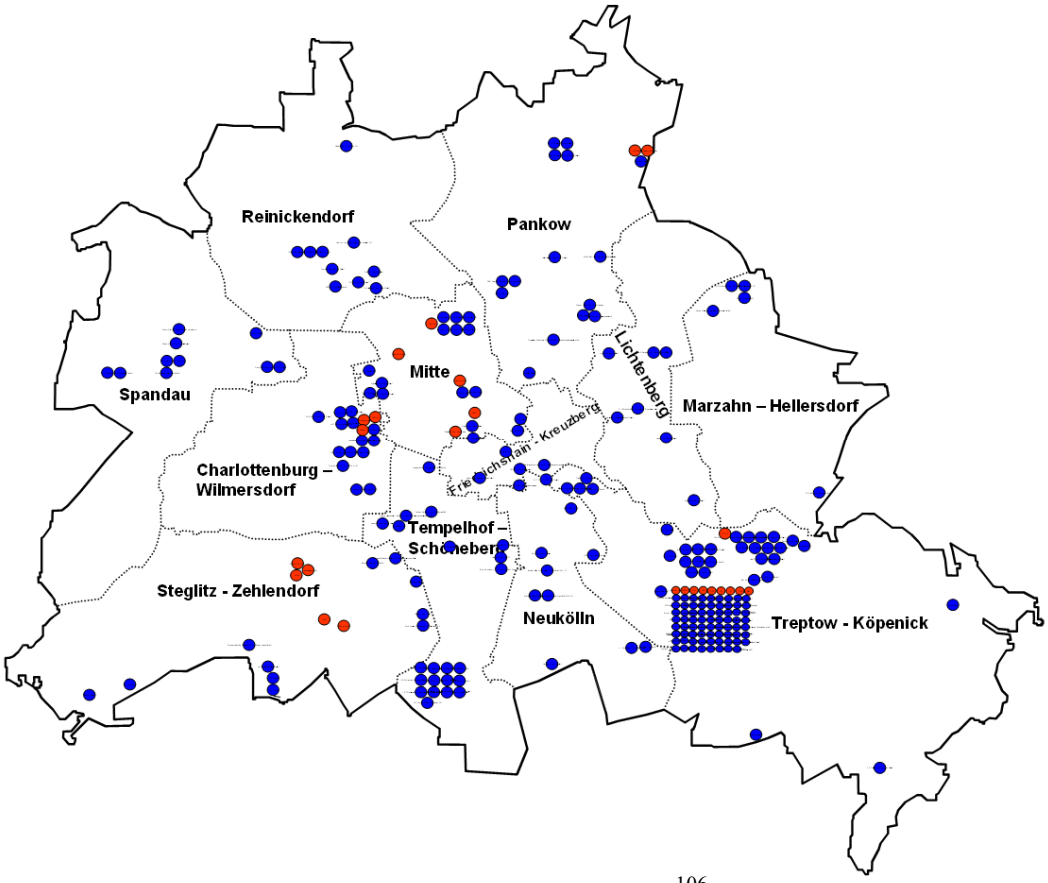


Abb. 36: Optik-Unternehmen und -Forschung in Berlin[106]

Das Cluster optischer Technologien ist trotz seiner langen Tradition durch überwiegend junge, dynamische Unternehmen gekennzeichnet. Untersucht man den Zeitraum der letzten 20 Jahre (vgl. Abbildung 37) so fällt zunächst der starke Anstieg der Neugründung 1990 und 1991 auf. Dieser Befund ist auf die Schließung der optikrelevanten Einrichtungen in Ost-Berlin und in Brandenburg in Folge der Wende und der damit verbundenen politischen und ökonomischen Umbrüche nach 1989 zurückzuführen (vgl. 4.2.3). Ein weiterer Höhepunkt der

[106] Eigene Darstellung auf Grundlage der Liste der TSB Adlershof der Optik-Unternehmen in Berlin 2008 und eigene Recherche (229 Unternehmen).

Neugründungen konnte im Jahr 2000 verzeichnet werden, der mit der sog. New Economy und den damit verbundenen guten Bedingungen für High-Tech-Unternehmensgründungen in Verbindung gebracht werden kann. Nach einer Phase der Konsolidierung nach dem Platzen der „Internet-Blase“ wurde 2005 mit ca. 20 Neugründungen wieder ein hohes Niveau erreicht, das in den Folgejahren wieder sank.

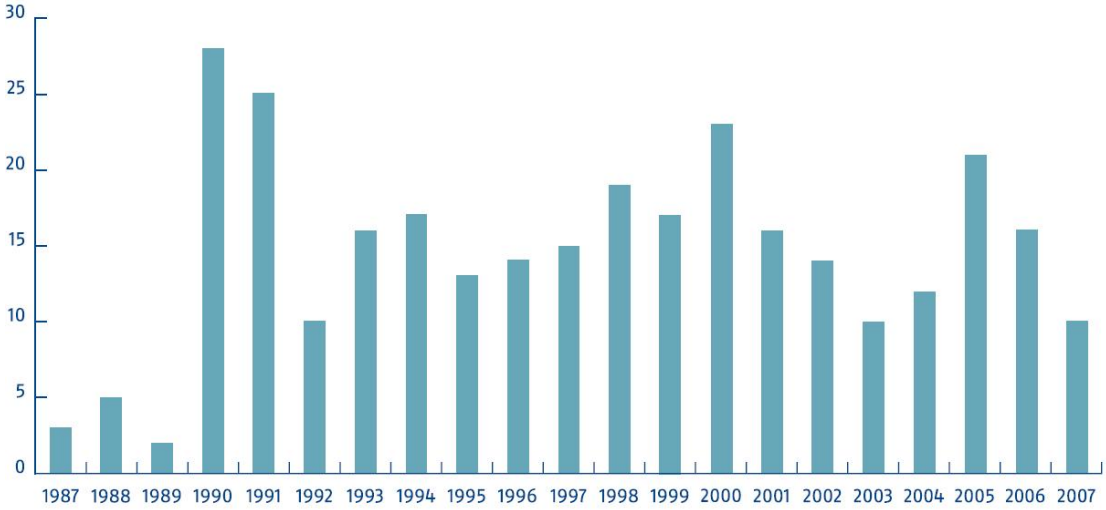


Abb. 37: Anzahl der Unternehmensgründungen in Optik, MST und Solar/PV in Berlin Brandenburg (TSB 2008a, 10)

In der Region Berlin-Brandenburg lassen sich aktuell 272 Unternehmen dem Cluster der optischen Technologien zuordnen.[107] Insofern hat sich der Bestand an Optik-Unternehmen in der Region Berlin-Brandenburg im Vergleich zur Erhebung von 2001 (vgl. Hornauer 2002) stabil gehalten. Die Verteilung nach den beiden Bundesländern und danach ob sie im Kernbereich der optischen Technologien oder an der Schnittstelle zur MST tätig sind, lässt sich aus Tabelle 10 entnehmen.

Optische Technologien in Berlin	Optische Technologien in Brandenburg	Optische Technologien Σ
170	62	232
Optische Technologien/MST in Berlin	Optische Technologien/MST in Brandenburg	Optische Technologien/MST Σ
31	9	40
Gesamt Berlin	Gesamt Brandenburg	Gesamt Σ
201	71	272

Tab. 10: Verteilung der Optik- und Optik/MST-Unternehmen in Berlin und Brandenburg in 2008 (Quelle: TSB Adlershof)

[107] Grundlage: Liste der Optik- und MST-Unternehmen in Berlin-Brandenburg 2008 der TSB Adlershof

Die Attraktivität des Clusters optischer Technologien in Berlin Brandenburg zeigt sich einerseits in der Anzahl der in dieser Region in diesem Bereich tätigen Unternehmen und darin, dass einige der Unternehmen, die in der Nachwendezeit gegründet wurden, in den letzten Jahren verstärkt durch größere, international tätige Unternehmen aufgekauft wurden, die bisher nicht in der Region beheimatet waren. Zwei Beispiele verdeutlichen dies: Die Röntec AG wurde 1991 aus dem ZWG ausgegründet und 2005 von Bruker AXS GmbH übernommen. Die Epigap Optoelektronik GmbH, die 1995 aus dem ehemaligen Werk für Fernsehelektronik herausgegründet wurde, wurde 2008 von JENOPTIK Polymer Systems übernommen. Auch das Engagement von international tätigen Unternehmen wie OSRAM im Bereich der Beleuchtungstechnik und Siemens im Bereich der optischen Nachrichtenübertragung oder nationaler „Champions" wie Fielmann in Rathenow sprechen für die Standortvorteile im Bereich der optischen Technologien.

Weitere Belege für eine positive Entwicklung lassen sich mit Blick auf die Umsatz- und Beschäftigungszahlen finden. Das Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg wächst. Zwischen 2002 und 2007 stieg der Umsatz um 55% und die Anzahl der Beschäftigten erhöhte sich um 32%. Die jährlichen Steigerungen können Tabelle 11 entnommen werden (vgl. TSB 2008a, 15).

Jahr	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Umsatz					
Berlin-Brandenburg	20,3%	4,6%	7,6%	7,5%	6,3%
Berlin	23,8%	5,8%	3,8%	7,9%	6,3%
Brandenburg	5,3%	-1,5%	27,2%	5,8%	6,6%
Beschäftigte					
Berlin-Brandenburg	3,6%	5,2%	1,8%	13,6%	4,5%
Berlin	3,9%	6,6%	1,9%	7,5%	5,5%
Brandenburg	2,8%	0,7%	1,4%	33,8%	2,0%

Tab. 11: Veränderung von Umsatz und Beschäftigung in den optischen Technologien in Berlin und Brandenburg (TSB 2008a, 15)

Die Entwicklung der absoluten Zahlen kann Abbildung 38 entnommen werden. Bezogen auf die Umsätze ist die optische Industrie in Berlin etwa viermal größer als in Brandenburg. Bei der Anzahl der Beschäftigten ist dieses Verhältnis etwas kleiner. Nach Analyse der TSB waren in 2007 etwa 5.500 Menschen in Berlin und ca. 2.000 Menschen in Brandenburg im Kernbereich der optischen Technologien tätig. In Brandenburg machten in 2007 die Optikun-

ternehmen etwa € 200 Mio. und in Berlin etwa € 850 Mio. Umsatz. An dieser Stelle sei nochmals auf die Abgrenzungsschwierigkeiten bei einer Querschnittstechnologie und insbesondere bei den optischen Technologien verwiesen, die bedingen, dass in jeder Studie der vergangenen zehn Jahre unterschiedliche Teilbereiche der optischen Technologien berücksichtigt wurden und die Zahlen in den jeweiligen Studien nicht miteinander verglichen werden können. Alle Studien weisen jedoch auf eine positive und dynamische Branchenentwicklung hin.

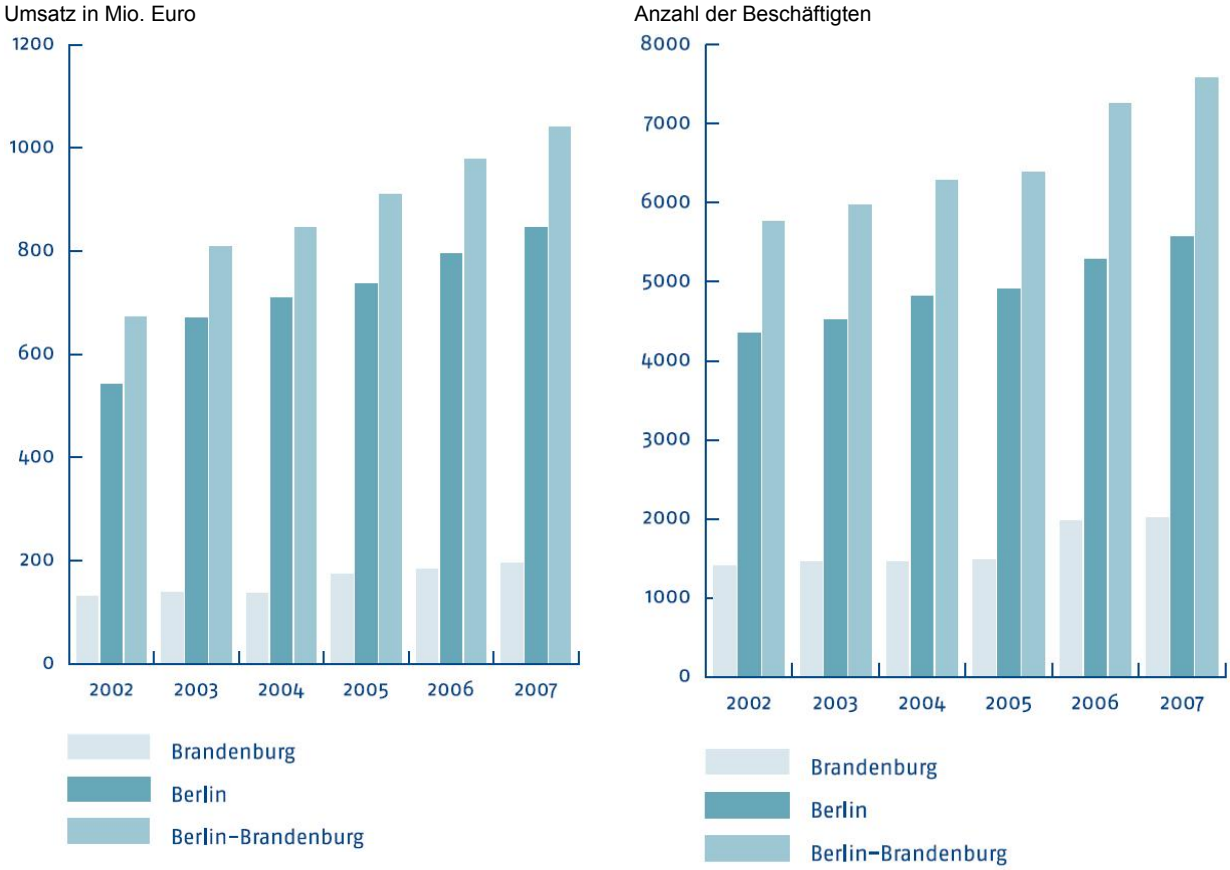


Abb. 38: Entwicklung der Umsätze und der Beschäftigtenzahlen in den Optikunternehmen in Berlin und Brandenburg (TSB 2008a, 11)

Auch im Vergleich zu den anderen Berliner Kompetenzfeldern entwickelte sich die Optik/MST sehr positiv (vgl. Tabelle 12). Die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen der letzten fünf Jahren zeigt, dass die Optik/MST neben der Medizintechnik mit weitem Abstand die größte Dynamik entfaltet hat. Diese beiden Kompetenzfelder liegen ferner über dem Durchschnitt der Kompetenzfelder und weit über dem gesamtwirtschaftlichen Wert.

Kompetenzfeld	2003	2004	2005	2006	2007
Medizintechnik	100,0	104,1	118,1	131,2	144,9
Optik/MST	100,0	105,9	109,3	119,9	137,2
I&K Technologie	100,0	101,9	105,2	106,3	116,7
Verkehrssystemtechnik	100,0	100,7	103,5	105,9	108,3
Biotechnologie/Pharma	100,0	101,5	101,2	103,2	102,9
Alle Kompetenzfelder	**100,0**	**101,9**	**105,2**	**108,3**	**115,4**
Wirtschaft insgesamt	100,0	100,7	100,7	101,8	104,1

(Quellen: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Bundesagentur für Arbeit, TSB, ZAB)

Tab. 12: Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen in den Berliner Kompetenzfeldern in Berlin-Brandenburg (Entwicklung, 2003 = 100 %), (TSB 2008b, 15)

Die regionale Clusterforschung geht davon aus, dass regionalen Absatzmärkten eine hohe Bedeutung zukommt (vgl. vertikale Dimension in 2.2.2.3). Hiernach stehen Clusterunternehmen mit regionalen Zulieferern und Abnehmern in engen (Austausch-)Beziehungen – eine explizite Analyse der Beziehungen erfolgt im nachfolgenden Kapitel. Die Analyse der Absatzmärkte der Berlin-Brandenburger Optikunternehmen ergibt ein ambivalenteres Bild. Große Bedeutung haben derzeit eher die überregionalen Märkte (Deutschland 73 %; Westeuropa 48 %; Nordamerika 43 %). Nur für 29 % der befragten Unternehmen hat der regionale Markt eine herausragende Bedeutung. Jedoch sehen zumindest 43 % der Befragten eine größere zukünftige Bedeutung im regionalen Absatzmarkt (TSB 2008a, 18 ff.). Hierin spiegelt sich allerdings der Charakter einer Hochtechnologie: Die Produkte, Verfahren und Dienstleistungen sind oftmals so spezialisiert, dass hierfür ausschließlich internationale Märkte existieren, auf denen die Berlin-Brandenburger Optikunternehmen tätig sind/sein müssen.

Und dennoch besteht in der Hauptstadtregion ein dichtes Netzwerk an Austausch- und Kooperationsbeziehungen. Die wichtigsten Kooperationspartner bei Innovationsprojekten befinden sich zudem in der Region, was ein Indiz für die Vorteilhaftigkeit kurzer Wege im Innovationsprozess von KMU in regionalen Clustern darstellen könnte. Die regionalen Forschungseinrichtungen haben für die Clusterakteure eine besondere Bedeutung, da hier der Zugang zu externem Wissen aufgrund der räumlichen, kulturellen und kognitiven Nähe besonders leicht ist. Tabelle 13 verdeutlicht, dass die Optik-Forschungseinrichtungen aus Berlin (und Brandenburg) aber auch einige zentrale Unternehmen für die Clusterakteure die bedeutendsten Partner in Innovationsprojekten darstellen. Sie sind gleichzeitig auch die zentralen Akteure im Cluster (siehe 4.4.1). Gleichzeitig bestehen vielfältige Beziehungen zu Clusterexternen Innovationspartnern. Etwa 20 % der genannten bedeutsamsten Partner in Innovationsprojekten

befinden sich außerhalb der Region, 5,7 % im Ausland. Tabelle 13 verdeutlicht ferner, dass kein dominanter Forschungs- und Entwicklungspartner im Bereich der optischen Technologien in der Region Berlin-Brandenburg existiert.

Wichtigste Kooperationspartner der OpTecBB-Mitglieder in Innovationsprojekten	Nennungen absolut	relativ
Technische Universität Berlin	18	4,5 %
Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie (MBI)	15	3,7 %
Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut (HHI)	14	3,5 %
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)	12	3,0 %
Berliner Elektronenspeicherring-Ges. f. Synchrotronstrahlung m.b.H. (BESSY)	11	2,7 %
Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH)	11	2,7 %
Charité - Universitätsmedizin Berlin	10	2,5 %
Berliner Glas KGaA Herbert Kubatz GmbH & Co	9	2,2 %
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) (Berlin)	9	2,2 %
Universität Potsdam	9	2,2 %
LTB Lasertechnik Berlin GmbH	8	2,0 %
Siemens AG (Berlin)	8	2,0 %
U2t Photonics AG	8	2,0 %
Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration	7	1,7 %
IfG Institute for Scientific Instruments GmbH	7	1,7 %
Humboldt Universität zu Berlin	7	1,7 %
Sonstige Nennungen	238	

Tab. 13: Die für die Clusterakteure wichtigsten Kooperationspartner in Innovationsprojekten in 2005 (eigene Erhebung)

Das Innovationspotential des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg ist zudem als hoch einzuschätzen. Die von der TSB in 2008 befragten Berliner und Brandenburger Unternehmen investieren durchschnittlich hohe 8 % ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung. Damit liegen sie zwar 2 % unter dem nationalen Durchschnitt im Bereich der optischen Technologien, aber denn noch über dem Durchschnittswert für das verarbeitende Gewerbe. Der Anteil der Mitarbeiter in F&E liegt in Berlin-Brandenburg bei 15 %. Im Jahr 2007 wurden pro 100 Mitarbeiter fünf wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht, 19 Prototypen entwickelt und davon 16 in den Markt eingeführt (TSB 2008a, 22).

Betrachtet man die Wertschöpfungsstufen, die in der Region Berlin-Brandenburg vertreten sind, so ist festzustellen, dass fast alle Stufen einer idealtypischen Optikwertschöpfungskette in der Region Berlin-Brandenburg durch zumindest ein Clusterunternehmen vertreten sind

(vgl. Abbildung 39). Ob tatsächlich vollständige Wertschöpfungsketten, d. h. durch regionale Zuliefer- und Abnehmerbeziehungen verbundene Wertschöpfungsstufen in der Region existieren, konnte aufgrund des mit einer Analyse verbundenen Aufwandes im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden.

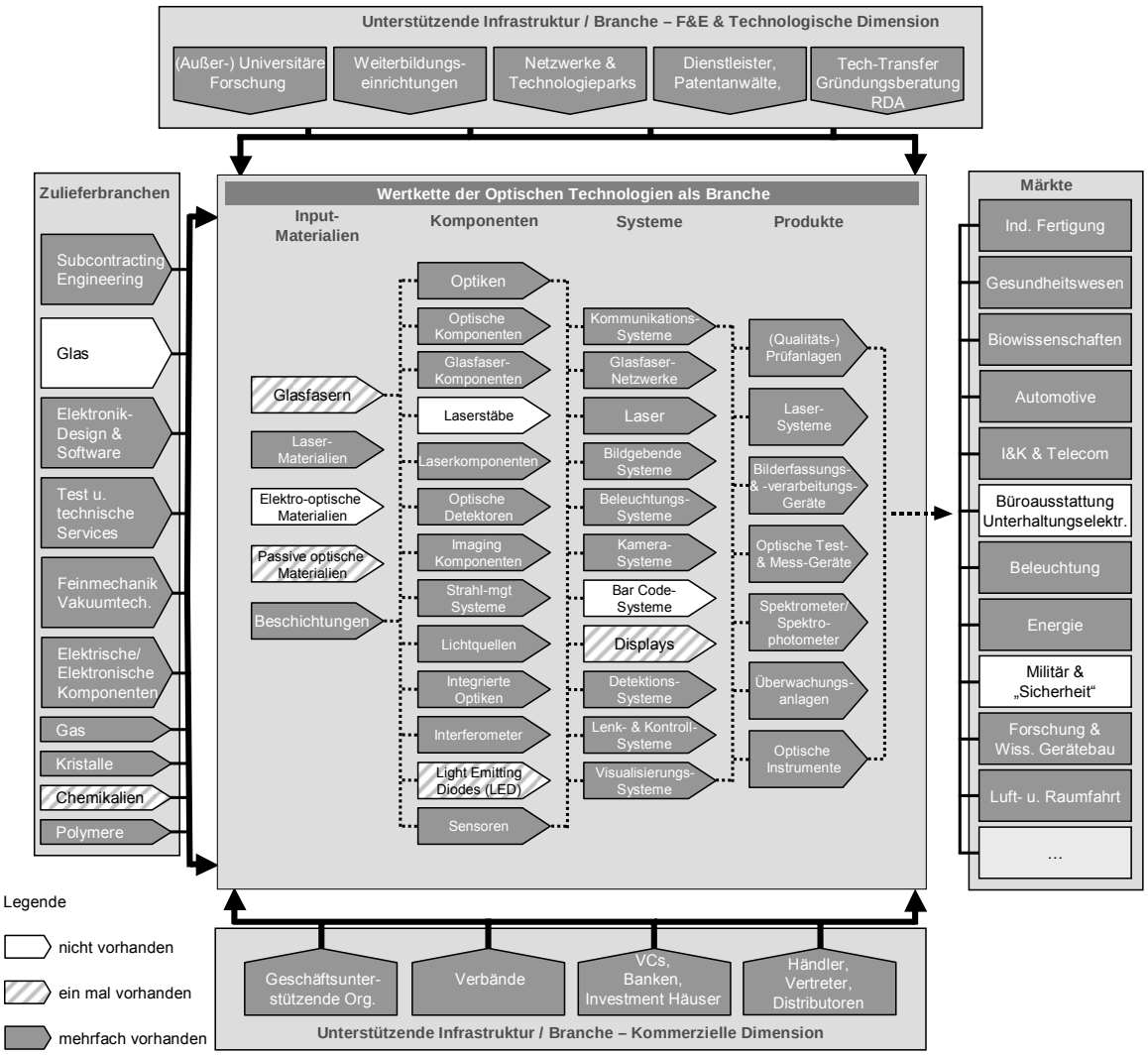


Abb. 39: In der Region Berlin-Brandenburg präsente Stufen der Optik-Wertschöpfungskette (Quelle: OpTecBB und eigene Erhebung 2006)

Nachdem die generelle Entwicklung des Clusters optischer Technologien und des regionalen Kompetenznetzes OpTecBB in Breite erläutert wurden, sollen im nachfolgenden Abschnitt drei Aspekte genauer analysiert werden. Zunächst werden die Beziehungsstrukturen OpTecBBs und ihre Veränderung über die letzten Jahre untersucht. Danach wird auf einen besonderen Aspekt der Vernetzung – Cliquen und Cliquenüberlappung – und seine Implikationen für die Generierung von Innovationen im Netzwerk eingegangen und schließlich wird auf den Prozess der Innovationsgenerierung in einem konkreten Netzwerk im Cluster fokussiert.

4.4 Strukturelle Netzwerkanalyse und technologische Innovationen im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg

4.4.1 Strukturelle Einsichten in das Cluster optischer Technologien Berlin-Brandenburg

Die zuvor aufgeführten „initial conditions“ (Doz 1996) und der dargestellte konkrete Formationsprozess der Kooperationen (vgl. auch Doz et al. 2000; Ring et al. 2005) auf Cluster- aber auch auf Netzwerkebene führten durch entsprechende, daran anschließende Handlungen/Praktiken der Akteure zur Herausbildung der nachfolgend abgebildeten Beziehungsstrukturen zwischen den Mitgliedern des regionalen Kompetenznetzwerkes OpTecBB als einem bedeutenden Teil des Clusters optischer Technologien in der Region Berlin-Brandenburg. Gleichzeitig bedingten diese Beziehungsstrukturen die Handlungen der in der Region tätigen Akteure – sie machten bestimmte Handlungen möglich, begrenzten aber auch mögliche Handlungsoptionen.

Zur Analyse der Beziehungsstruktur zwischen den Mitgliedern von OpTecBB werden die Beziehungsdaten der in den Jahren 2004 und 2006 durchgeführten Mitgliederbefragungen herangezogen. Hier konnten nahezu vollständig Beziehungsdaten für die Jahre 2000, 2003 und 2006 erhoben werden. Die Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt und erläutert. Damit liefert diese Analyse einen wichtigen Beitrag zur Clusterforschung, da nur sehr wenige Studien, die Entwicklung innovationsbezogener Netzwerke in regionalen Clustern strukturell abbilden und damit auch einer Analyse der Innovativität der Clusterakteure zugänglich machen (Cantner/Graf 2006; Boschma/ter Wal 2007; Fleming/Frenken 2007; Giuliani/Bell 2008).

In Abbildung 40 sind die 74 späteren OpTecBB-Mitgliedsorganisationen, die im Jahr 2000 bereits im Feld optischer Technologien tätig waren sowie die sie verbindenden von beiden Seiten bestätigten potentiell mehrdimensionalen, d. h. persönlichen, F&E- und/oder kommerziellen, Beziehungen abgebildet.[108] Die stärkeren Linien in den nachfolgenden Abbildungen repräsentieren dabei bedeutsame Beziehungen insofern, dass sie durch die unterschiedliche Stärke die unterschiedliche Intensität der Beziehungen, d. h. die Häufigkeit der Kontakte, widerspiegeln. Hierbei wurde sich in der Befragung und Analyse an der Einteilung Granovetters

[108] Die Gruppierung der Organisationen in den Abbildungen erfolgt mithilfe der UCINET 6 und NetDraw Software (Borgatti et al 2002), die diejenigen Akteure näher zueinander gruppiert, die viele Beziehungen zu einander unterhalten.

(1982, 109) orientiert. Die Farbe der kleinen Kreise (OpTecBB-Mitgliedsorganisationen) repräsentiert Unternehmen (blau), universitäre (rot) oder außeruniversitäre (orange) Forschungseinrichtungen, Technologieförderung, Serviceeinrichtungen oder Kapitalgeber (gelb) und Verbünde (violett).

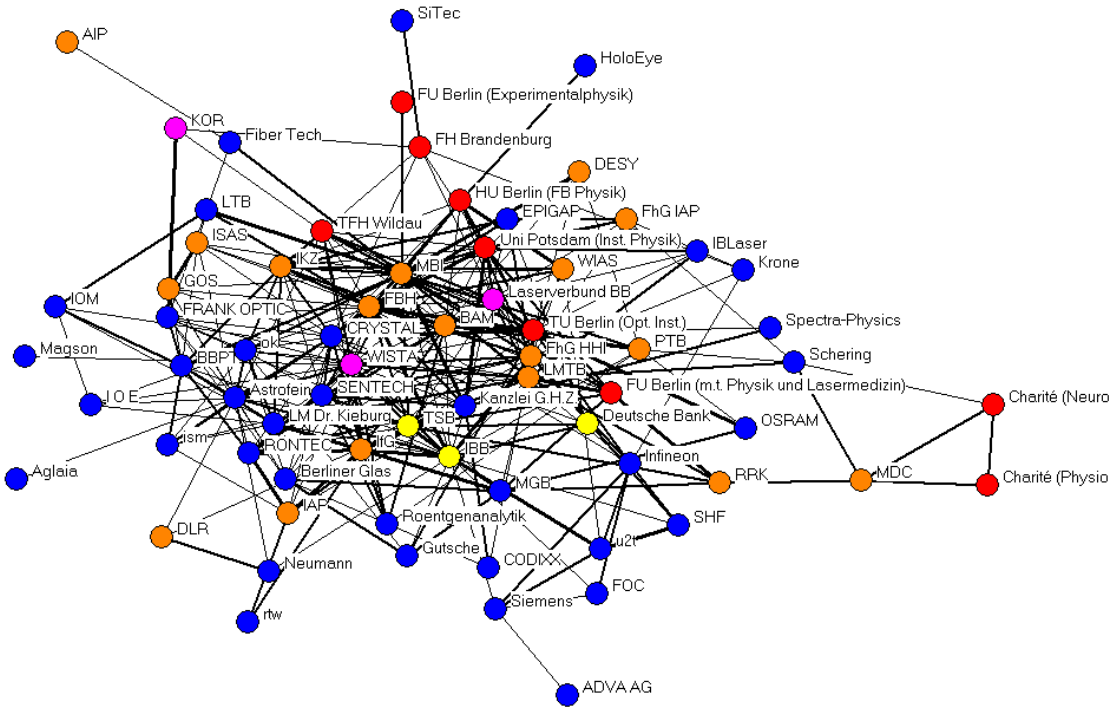


Abb. 40: Beziehungsstrukturen im regionalen Kompetenznetz in 2000 (Eigene Erhebung: 81 Interviews)

Als zentrale[109] Akteure sind im Jahr 2000, also im Jahr der Gründung von OpTecBB und vor dem gezielteren Netzwerk- und Clusterentwicklungsprozess, BAM, LTB, TU Berlin (Opt. Inst.), FBH, FhG IZM, MBI, WISTA, FhG HHI, LMTB, Crystal erkennbar. Das regionale Kompetenznetz zeichnet sich ferner in 2000 dadurch aus, dass sich die Unternehmen eher am Rande des Graphen, in der Peripherie des regionalen Kompetenznetzwerkes befinden.

Im Jahr 2003 nimmt gegenüber 2000 die Anzahl der betrachteten Organisationen von 74 auf 81 zu, was auf Neugründungen und Eintritte in OpTecBB zurückzuführen ist. Darüber hinaus wird eine erhebliche Zunahme der Anzahl als auch der Intensität der Beziehungen sichtbar (s. Abb. 41). Die Dichte[110] des Netzwerkes steigt von 21,47 % (2000) auf 28,77 % (2003). Des

[109] Zentralität wird hier in Form der in-degree Zentralität (vgl. Freeman 1979) gemessen. Die Rangfolge ergiebt sich, indem die in-degree Zentralitäten sowohl in der F&E- als auch in der kommerziellen Beziehungsdimension des jeweiligen Akteurs aufsummiert wurden. Damit wird eine Gesamtbetrachtung dieser beiden wesentlichen Beziehungsdimensionen gewährleistet.

[110] Die Dichte eines Netzwerkes ist definiert als das Verhältnis von potenziell möglichen Beziehungen zu den tatsächlich realisierten Beziehungen (vgl. Jansen 2003, 110 f.; Scott 2000, 69 ff.)

Weiteren stieg der Grad der Multiplexität[111], d. h. die Mehrdimensionalität der Beziehungen (mindestens zwei-dimensional) im Netzwerk von 8,46 % (2000) auf 11,65 % (2003). OpTecBB ist 2003 ein relativ stark vernetztes Kompetenznetzwerk. Über wenige Stationen sind alle anderen Akteure im Netzwerk zu erreichen. Eine zentrale Rolle nimmt hierbei die Geschäftsstelle von OpTecBB ein. Sie befindet sich im Zentrum des Beziehungsnetzwerkes und bietet den Mitgliedern die Möglichkeit als Relaisstation oder Broker Beziehungen zu vermitteln, wenn dies nicht schon auf einer der vielen Vernetzungsveranstaltungen geschehen ist.

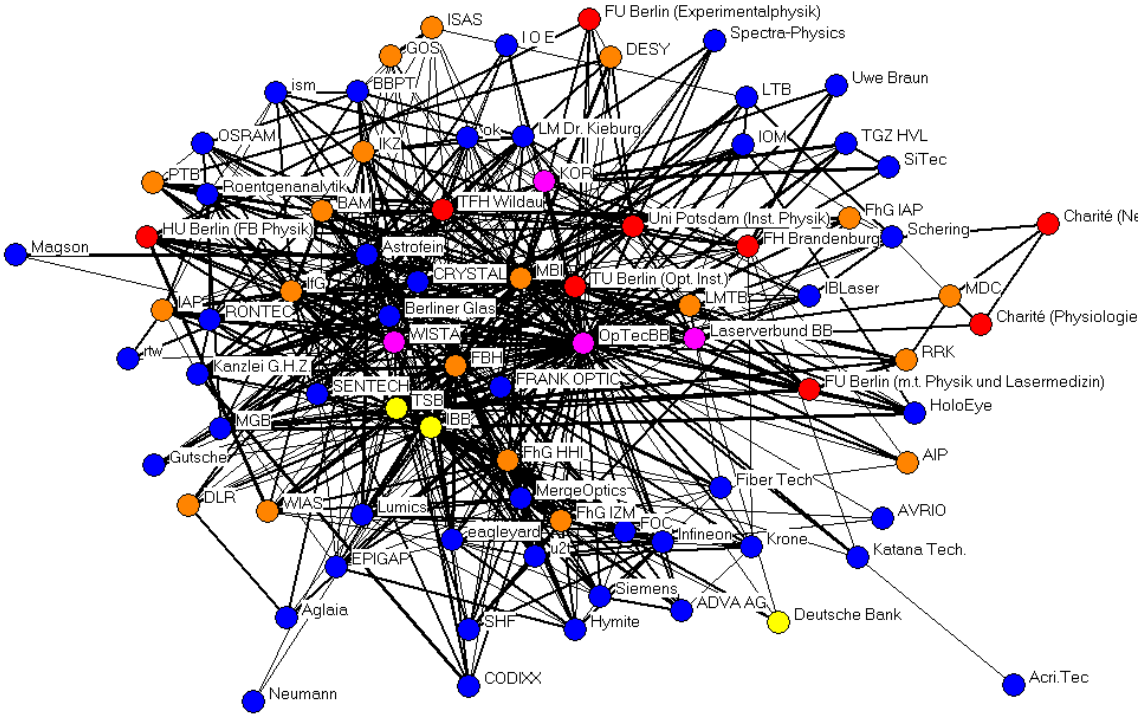


Abb. 41: Beziehungsstruktur zwischen OpTecBB-Mitgliedern in 2003 (Eigene Erhebung: 81 Interviews)

Als zentrale Akteure lassen sich 2003 die BAM, FBH, FhG HHI, Berliner Glas, MBI, TU Berlin (Opt. Institut), LTB, IfG, FhG IZM, WISTA identifizieren. Den größten „Sprung" macht dabei Berliner Glas. 2003 beginnt sich ferner eine stärkere Durchmischung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen abzuzeichnen. Die von OpTecBB implementierten Profil bildenden technologisch ausgerichteten Schwerpunktgruppen (OTI, UVR, BioMed) lassen sich in 2003 in der Beziehungsstruktur jeweils durch eine lokale Gruppierung im Gesamtnetzwerk identifizieren (siehe Abbildung 42). Dies trifft jedoch nicht auf den Schwerpunkt OTVR zu; er lässt sich als Subgraph nicht im Gesamtnetzwerk ausmachen.

[111] Multiplexität oder Mehrdimensionalität von Beziehungen impliziert Stabilität von Beziehungen sowie soziale Kontrolle und Norm- und Identitätsbildungs- und -durchsetzungspotential (vgl. Jansen 2003, 111).

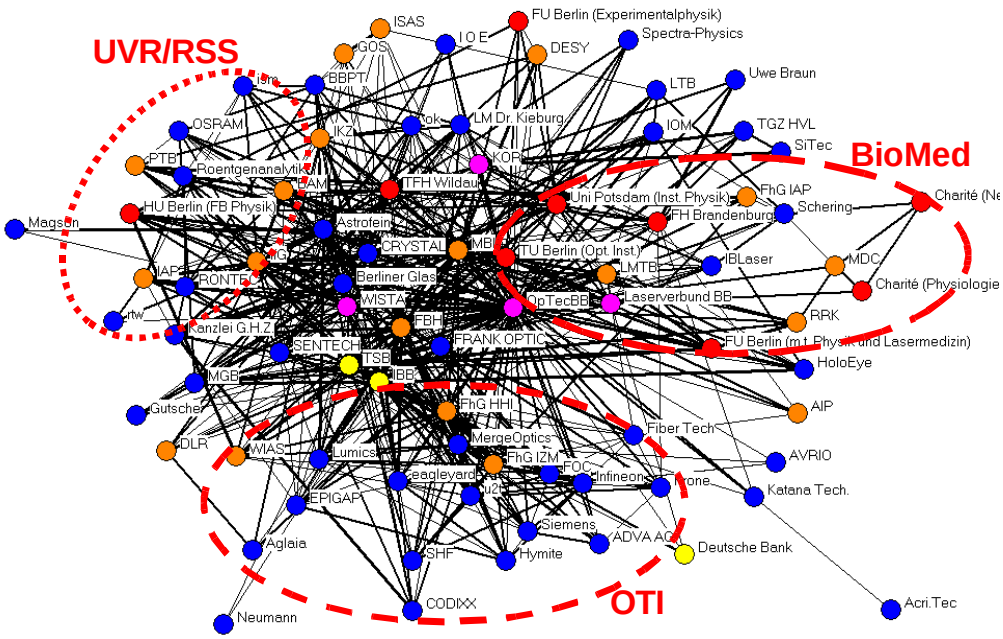


Abb. 42: Strukturell identifizierbare technologische Schwerpunktgruppen OpTecBBs 2003

Die visuelle Analyse offenbart bereits, dass sich wesentliche Teile der Mitgliedschaft OpTecBBs nicht in den Gruppierungen wiederfinden. Dies kann entweder daran liegen, dass Mitgliedsorganisationen in mehreren Bereichen aktiv sind und der Zuordnungsmechanismus sie zwischen den Gruppen oder wenn Akteure mit Akteure aus allen drei Gruppen viele Beziehungen unterhalten, in der Mitte des Beziehungsnetzwerkes anordnet. Ein alternativer Grund kann darin bestehen, dass sich Mitglieder nicht thematisch in OpTecBB wiederfinden. Sie werden in der Peripherie und jeweils zwischen den Schwerpunktgruppen angesiedelt.

Die Positionierung von Akteuren in der Peripherie bedeutet an dieser Stelle weder, dass sie für das Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg weniger Bedeutung haben oder weniger Einfluss ausüben, noch, dass sie wenig Nutzen aus dem Cluster ziehen. Es zeigt hingegen nur, dass sich diese Akteure weniger im Beziehungsnetzwerk OpTecBBs engagieren. Es deckt zwar einen wesentlichen Teil des Clusters ab, aber eben auch nicht 100%.

In Abbildung 43 ist das Beziehungsnetzwerk zwischen den in OpTecBB als Mitglieder organisierten Vertretern des regionalen Clusters optische Technologien im Jahr 2006 abgebildet. Dabei lässt sich eine Stabilisierung der Zahl der Akteure sowie der Anzahl und der Intensität der Beziehungen auf hohem Niveau feststellen. Die bereits in 2003 einsetzende Durchmischung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Netzwerk hat sich fortgesetzt. Zudem sind Unternehmen nicht mehr hauptsächlich in der Peripherie des Netzwerkes zu finden. Vielmehr gilt: Mit TSB, MBI, Berliner Glas, TU Berlin, Optisches Institut sind alle Ty-

pen von Organisationen auch im Zentrum vertreten. Die strukturell zentralsten Organisationen in OpTecBB sind 2006 FhG HHI, FBH, MBI, BAM, IBB, TSBerlin, WISTA, Berliner Glas, FhG IZM, Astro-Fein, IfG, LMTB, LTB und PTB.

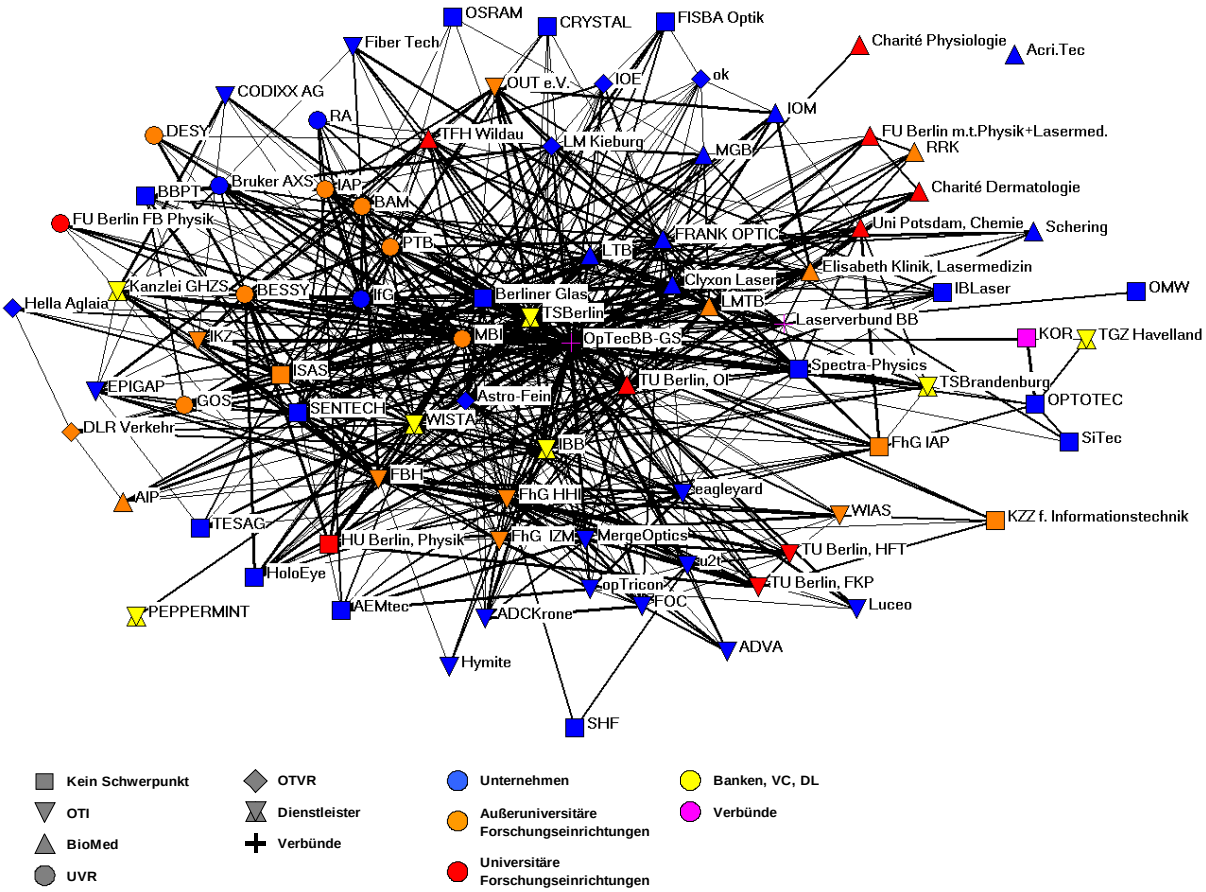


Abb. 43: Beziehungsstruktur zwischen OpTecBB-Mitgliedern in 2006 (Eigene Erhebung: 83 Interviews)

Bei der Erhebung im Jahre 2006 wurden die Mitglieder befragt, welcher Profil bildenden Schwerpunktgruppe und damit welchem technologischen Teilbereich sie sich selbst zuordnen (n=77). Betrachtet man die Selbstzuordnungen der OpTecBB-Mitglieder zu den offiziellen Schwerpunktgruppen (repräsentiert durch die verschiedenen Formen der Knoten in Abbildung 43), dann ergibt sich folgendes Bild: Dem Schwerpunkt OTI (Dreieck nach unten) ordneten sich 21 Organisationen (27,3 %), dem Schwerpunkt BioMed (Dreieck nach oben) 17 Organisationen (22,1 %), dem Schwerpunkt UVR (Kreis) 13 Organisationen (16,9 %) und dem Schwerpunkt OTVR (Quadrat auf der Spitze) 6 Organisationen (7,8 %) zu. Keinem Schwerpunkt (Quadrat) zugehörig stuften sich 20 der befragten Organisationen ein (25,9 %). Darüber hinaus sind Verbünde (Plus-Zeichen) sowie Technologieförderung, Serviceeinrichtungen oder Kapitalgeber (Eieruhr) in dem Graph abgebildet. Aus den Gruppierungen der unterschiedlichen Formen lassen sich in der Abbildung 44 die alten Schwerpunkte OTI (unten), BioMed

(rechts) und RSS als der wesentlicher Teil von UVR (links) wieder als Netzwerke im Cluster strukturell identifizieren.

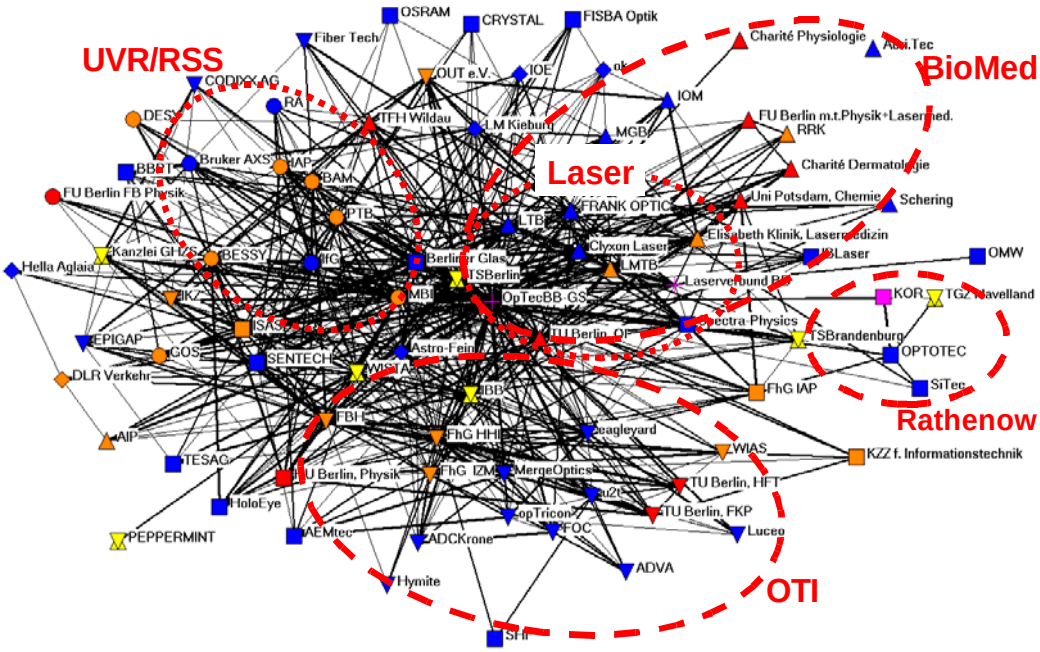


Abb. 44: Strukturell identifizierbare technologischen Schwerpunktgruppen OpTecBBs 2006

Hinzu kommt eine strukturelle Clusterung im Bereich der Lasertechnologien, im Kern bestehend aus LTB, TU Berlin (Optisches Institut), Frank Optic Products, Clyxon Laser, LMTB, Spectra-Physics, Laserverbund BB und der Elisabeth Klinik Lasermedizin. Ferner lassen sich Akteure aus Brandenburg bzw. spezifischer aus Rathenow als Sub-Cluster identifizieren. Dies bedeutet jedoch aufgrund der peripheren Lage, dass diese Region bezüglich OpTecBBs randständiger geworden ist. OTVR ist erneut als Profil bildender Schwerpunkt im Beziehungsnetzwerk OpTecBBs nicht in den Strukturen identifizierbar. Es kann festgestellt werden, dass die Interaktionen und Aktivitäten der OpTecBB-Akteure in den abgebildeten Strukturen reflektiert werden. Die zusätzlich identifizierten technologischen Schwerpunkte wie z. B. Laser oder Augenoptik sind in der neuen Schwerpunktstruktur ab 2007 abgebildet.

Die zunehmende Vernetzung der OpTecBB angehörenden Organisationen spiegelt sich, das ist schon angedeutet worden, in der Dichte des Beziehungsgeflechtes wider. Unter der Dichte versteht man das Verhältnis tatsächlich vorhandener Beziehungen zu den potenziell möglichen Beziehungen. Dieses Maß hat für OpTecBB und für alle drei Typen von Beziehungen (F&E-Beziehungen, Geschäftsbeziehungen und persönliche Beziehungen) von 21,47 % im Jahr 2000 über 28,77 % im Jahr 2003 zugenommen und ist dann mit 28,20 % im Jahr 2006 weitgehend konstant geblieben. Die Abbildung 45 gibt einen Überblick nicht nur über die

Entwicklung dieses Gesamtmaßes, sondern auch für die Dichte der einzelnen Typen von Beziehungen.

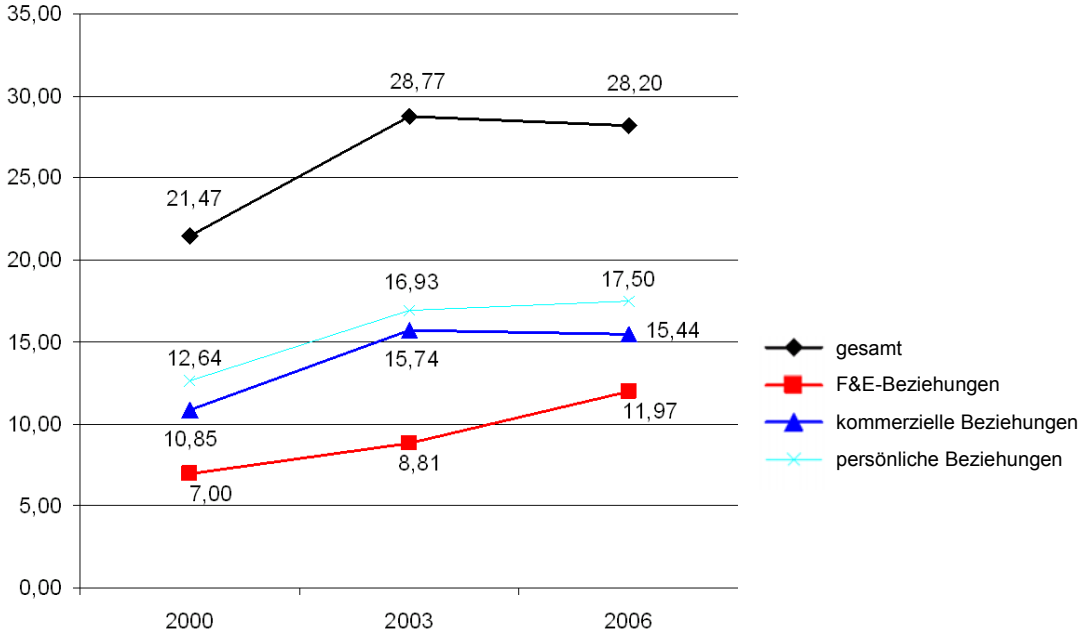
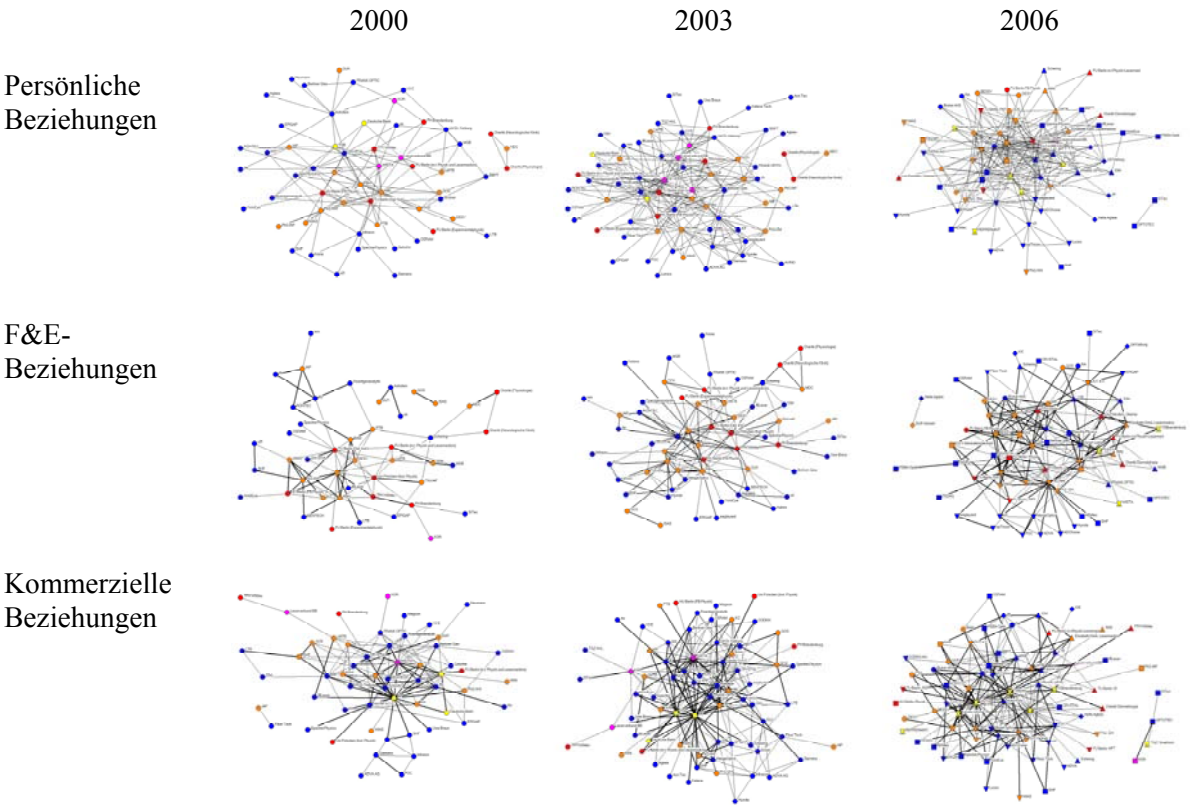


Abb. 45: Entwicklung der Beziehungsdichte (in %) in OpTecBB

Betrachtet man die einzelnen Beziehungsdimensionen, so wird ein etwas ambivalentes Bild deutlich. Während die Dichte der persönlichen und F&E-Beziehungen sowohl zwischen 2000 und 2003 als auch zwischen 2003 und 2006 zunahm, war bei den kommerziellen Beziehungen nach einer Zunahme zwischen 2000 und 2003 eine leichte Reduzierung der Beziehungsdichte in 2006 festzustellen. Der weitere Anstieg der F&E-Beziehungen spiegelt sich in der Gesamtbetrachtung des Beziehungsgeflechtes demnach scheinbar noch nicht in der Umsetzung in einem weiteren Anstieg der kommerziellen Beziehungen wider. Dies ist jedoch für ein forschungsintensives Feld wie die optischen Technologien nicht besonders überraschend.

Die weitere Analyse der OpTecBB-Beziehungsnetzwerke, differenziert nach Beziehungsdimensionen und Jahren erlaubt tiefgründigere Diagnosen (vgl. Tabelle 14). Betrachtet man erneut zunächst das Netzwerk persönlicher Beziehungen zwischen den OpTecBB-Mitgliedsorganisationen, wird zunächst der schon oben beschriebene Anstieg der Anzahl der Beziehungen deutlich sichtbar. Darüber hinaus zeichnet sich jedoch auch eine Ballung der persönlichen Beziehungen in bestimmten Bereichen Netzwerk deutlich. Diese findet sich im Jahr 2003 und 2006 in den identifizierten Subnetzwerken OTI, UVR/RSS und BioMed wieder. Bei der Untersuchung der Entwicklung der F&E-Beziehungen, die auf niedrigem Niveau starten, ist augenscheinlich, dass einerseits die Anzahl an Beziehungen zwischen den OpTecBB-Mitgliedern recht stark zunehmen und andererseits, dass insbesondere die Anzahl stärkerer Beziehungen zunimmt. Diese stärkeren Beziehungen befinden sich zunächst (2003) eher zwi-

schen den zentralen Akteuren im Netzwerk und nehmen dann weiter zu, sodass in 2006 auch Akteure in der Peripherie durch starke Beziehungen vernetzt sind. Im F&E-Bereich lassen sich 2006 Sub-Netzwerke bei OTI unter Einbeziehung der Unternehmen sowie im Bereich UVR/RSS identifizieren. Betrachtet man schließlich noch die kommerziellen Beziehungen, so ist im Vergleich zu den anderen Beziehungstypen erkennbar, dass bereits 2000 kommerzielle Beziehungen mit erheblichem Anteil bestanden. Die Anzahl der Beziehungen, sowohl normale als auch starke, strategisch bedeutsame Beziehungen, nimmt generell über die Jahre weiter zu.



Tab. 14: Entwicklung der Beziehungen in OpTecBB zwischen 2000 und 2006 differenziert nach Beziehungstypen

Neben der komparativ-statischen Analyse des Gesamtnetzwerkes kann die (Veränderung der) Einbindung von einzelnen Akteuren in Netzwerkstrukturen untersucht werden. Hierzu soll die Zentralität der Akteure im Netzwerk betrachtet werden. Konkret wurden für die nachfolgende Analyse die beiden Beziehungstypen F&E-Beziehungen und kommerzielle Beziehungen simultan und in ihrer Veränderung über die Zeit betrachtet (vgl. Abbildung 46). Diese beiden Beziehungen wurden an dieser Stelle ausgewählt, weil sie für die Generierung von Innovationen in OpTecBB als wesentlich erachtet werden. Als Zentralitätsmaß wurde das einfache degree-basierte Zentralitätsmaß herangezogen, d. h. die Anzahl der Beziehungen, die ein Akteur

im Netzwerk unterhält. Da es sich bei den Beziehungsdaten um gerichtete Beziehungsdaten handelt, muss in in-degree (eingehende Beziehungen) und out-degree (ausgehende Beziehungen) unterschieden werden. In Abbildung 46 wurden in-degree basierte Maße verwendet, um, bedingt durch den Normalverteilungseffekt, übermäßig positive als auch negative (Eigen-) Einschätzungen zu vermeiden. Weiterhin wurde die Größe des Netzwerkes normalisiert. D. h. ein Datenpunkt von 0,45 x 0,70 würde bedeuten, dass 45 % der möglichen eingehenden F&E-Beziehungen realisiert und 70 % der möglichen eingehenden kommerziellen Beziehungen im entsprechenden Jahr realisiert wurden.

Die Zentralität eines Akteurs im Netzwerk lässt sich generell als Bedeutsamkeit dieses Akteurs im Netzwerk interpretieren. Zentrale Akteure haben die Möglichkeit Wissens- und Ressourcenflüsse zu beeinflussen und zu kontrollieren. Sie verfügen tendenziell schneller über relevante Informationen. Die akteursbezogene Maßzahl ‚Prestige' (in-degree) bedeutet, dass derjenige Akteur prestigereich ist, der viele Wahlen erhält. Insofern handelt es sich um ein Maß für die Wertschätzung im Netzwerk. Der prestigereiche Akteur verfügt zudem möglicherweise über knappe Ressourcen (Jansen 2003, 142 ff.). Die akteursbezogenen Maßzahl Prestige (in-degree) berechnet sich durch:

$P'_D(n_i) = id_i/(n-1)$

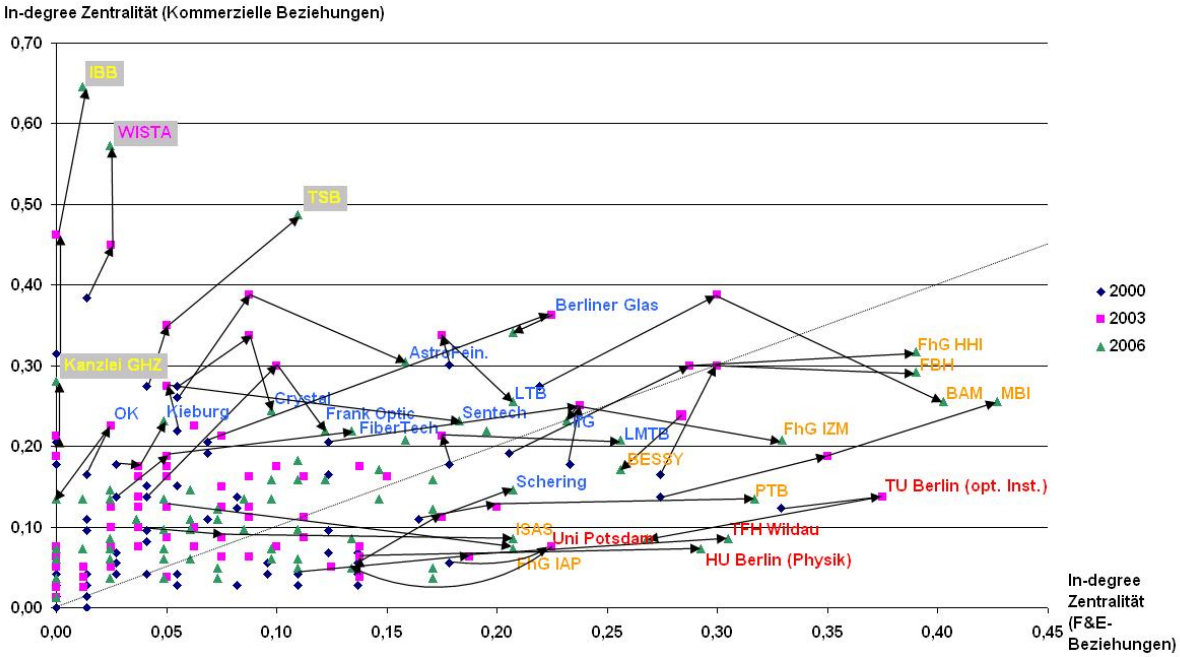


Abb. 46: Entwicklung der Zentralität der OpTecBB-Mitglieder in OpTecBB zwischen 2000 und 2006

Betrachtet man vor diesem Hintergrund Abbildung 46 so wird zunächst eine wenig überraschende Gruppierung der Akteurstypen deutlich. Im unteren rechten Bereich befinden sich

zentrale Akteure im Netzwerk der F&E-Beziehungen und gleichzeitig weniger zentrale Akteure im Netzwerk der kommerziellen Beziehungen. Hier befinden sich die Hochschulen (rot gekennzeichnet) mit ihren optikrelevanten Bereichen. Überraschender Weise findet sich hier auch die TFH Wildau. Als eher transferorientierte (Fach-)Hochschule hätte man sie auch etwas zentraler im kommerziellen Bereich erwarten können. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte darin begründet liegen, dass sie von den Akteuren im Cluster eher als F&E-Einrichtung wahrgenommen und genutzt wird. Die zentralsten Akteure in 2006 im Netzwerk der F&E-Beziehungen waren vier außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (MBI, BAM, FBH und FhG HHI). Gleichzeitig sind sie auch zentraler als die Hochschulen im Netzwerk der kommerziellen Beziehungen, d. h. diese Forschungseinrichtungen werden von den Optik-Unternehmen der Region stärker als die Universitäten sowohl im F&E-Bereich als auch im kommerziellen Bereich als Partner angesehen und genutzt. Zu den zentralen Unternehmen in 2006 zählen LMTB, IfG und Schering, die vor allem eine hohe Zentralität im F&E-Netzwerk besaßen und Berliner Glas, LTB, Sentech und Astro- und Feinwerktechnik, die insbesondere im Netzwerk der kommerziellen, aber auch im Netzwerk der F&E-Beziehungen eine zentrale Position inne hatten. Im linken oberen Bereich der Abbildung 46, d. h. vorwiegend zentral im Netzwerk der kommerziellen Beziehungen, befanden sich die regionalen Kapitalgeber, Infrastrukturbereitsteller und Dienstleister IBB, WISTA, TSB und Kanzlei GHZ.

Betrachtet man nachfolgend die Veränderung der Position der Akteure zwischen 2000 und 2003 sowie zwischen 2003 und 2006 in Abbildung 46, so werden weitere interessante Diagnosen möglich. Verschiedene Arten der Veränderung werden deutlich. Die erste Art bildet die simultane Erhöhung der Zentralität im Netzwerk der F&E- und kommerziellen Beziehungen in beiden Zeiträumen. Beispiele hierfür sind das MBI oder die TSB, ersteres vornehmlich im F&E-Bereich und letzteres im kommerziellen Bereich. Eine zweite Veränderungsart wird durch stärker „geknickte“ zusammengesetzte Pfeile gekennzeichnet. Interessanter Weise zeigen die „Knicke“ der zentralen Akteure in 2006 hin zu einer höheren Zentralität im F&E-Netzwerk. Dieser Befund korrespondiert natürlich mit der höheren Dichte im Netzwerk der F&E-Beziehungen im Vergleich zu 2003. Dies verdeutlicht die zunehmende Bedeutung der F&E-Beziehungen bei OpTecBB und möglicherweise im Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg. Beispiele für diese Fälle sind FhG HHI und FBH. Bei BAM und AstroFein geht die Erhöhung der Zentralität im F&E-Netzwerk mit einer ausgeprägten Verringerung der Zentralität im Netzwerk der kommerziellen Beziehungen einher. Eine mögliche Erklärung für die veränderte Wertschätzung im Netzwerk kann ein Strategiewechsel der OpTecBB-Mitgliedsorganisationen sein, der eine stärkere Fokussierung und Ausnutzung der in

der Region vorhandenen F&E-Ressourcen vorsieht. Neben diesen Veränderungen ist auch die rückläufige Wertschätzung von zentralen Akteuren im Cluster der optischen Technologien bemerkenswert. Diese findet sich z. B. bei der TU Berlin (opt. Inst.), bei BESSY, der Universität Potsdam und bei Berliner Glas, die zwischen 2000 und 2003 den größten Anstieg in der Zentralität in den beiden betrachteten Beziehungsdimensionen zu verzeichnen hatten. Erklärungsversuche müssen an dieser Stelle offen bleiben. Den größten Wertschätzungszuwachs zwischen 2000 und 2003 verzeichneten neben Berliner Glas, Frank Optic und FOC und zwischen 2003 und 2006 neben IBB und TSB, die BAM und die HU Berlin (Physik).

Im Rahmen der Untersuchung der Beziehungsstrukturen OpTecBBs wurden in den vergangenen Jahren weitere Analysen durchgeführt, auf die an dieser Stelle nur verwiesen werden soll. In einer für die Zeitpunkte 2000 und 2003 angestellten Blockmodellanalyse (vgl. Blümel et al. 2007; Heidler 2006) konnte gezeigt werden, dass sich die oben visuell identifizierten strukturelle Gruppierung im Gesamtbeziehungsgeflecht auch in den strukturell äquivalenten Positionieren wiederfinden.

4.4.2 Cliquen und Cliquenoverlap im Innovationsprozess von OpTecBB

In Anknüpfung an die konzeptionellen Überlegungen zur Netzwerkintegration in Clustern und deren Bedeutung für die Generierung von Innovationen in Clusterunternehmen (vgl. 2.2.4.5) sollen in diesem Abschnitt, nachdem die verwendeten Konstrukte und deren Maße erörtert wurden, die aufgestellten Hypothesen getestet werden. Hierzu werden die Beziehungsdaten des regionalen Kompetenznetzwerkes OpTecBB aus dem Jahr 2005 herangezogen.[112]

Mit 83 der im Dezember 2005 94 OpTecBB-Mitgliedsorganisationen (vertreten größtenteils durch Geschäftsführer oder Direktoren) konnte in der ersten Jahreshälfte 2006 ein halbstrukturiertes Telefon-Interview u.a. zur Gewinnung der Beziehungsdaten geführt werden (88,3 % Rücklaufquote). Die 83 Organisationen beinhalteten 46 Unternehmen und 37 Forschungseinrichtungen oder Dienstleister. Von den 46 Unternehmen, für die Beziehungsdaten erhoben werden konnten, standen für 37 auch die notwendigen Attributsdaten für die hier vorliegende Auswertung zur Verfügung (80,4 %). Die Netzwerkbeziehungen und Innovationsoutputs dieser 37 Unternehmen stehen im Fokus der nachfolgenden Analyse. In der Analyse wurden die Beziehungen zwischen den 37 Unternehmen untereinander sowie zwischen den 37 Unternehmen und den restlichen interviewten Clusterorganisationen berücksichtigt. Für diese Analyse wurden die Beziehungen zunächst dichotom gemessen, d. h. ob sie existieren oder nicht. In einem zweiten Schritt wurden sie, sofern eine Beziehung existierte, nach der Beziehungsdimension (F&E- und/oder kommerzielle Beziehung) differenziert. Diese beiden Beziehungstypen, die eindeutig interorganisationale und nicht interpersonale Beziehungen zwischen den Clusterorganisationen darstellen, werden für die Cliquenanalyse herangezogen.

Zunächst wurden zwei Matrizen generiert. Z ist eine n x n binäre asymmetrische Matrix, die die Existenz (Z_{ij}= 1) und die Nichtexistenz (Z_{ij}= 0) einer Beziehung zwischen n (=83) Organisationen repräsentiert. Die zweite Matrix, M, ist eine n x n asymmetrische Matrix, die die Existenz einer zweidimensionalen Beziehung (F&E- und kommerzielle Beziehung) zwischen Akteur a_i und a_j (M_{ij}= 2), die Existenz einer eindimensionalen Beziehung (F&E- oder kommerzielle Beziehung) zwischen Akteur a_i und a_j (M_{ij}= 1) oder die Nicht-Existenz einer Beziehung zwischen Akteur a_i und a_j (M_{ij}= 0) repräsentiert. Nutzt man den Cut-Off-Wert von 2 und dichotomisiert M, entsteht eine binäre symmetrische Matrix, die das Vorhandensein zweidimensionaler Beziehungen repräsentiert.

[112] Für die Jahre 2000 und 2003 liegen die erforderlichen Attributsdaten der Clusterunternehmen nicht vor, sodass das Sample nicht ausgedehnt bzw. keine komparativ-statische Analyse durchgeführt werden konnte.

Die organisationsbezogenen Innovationsergebnisse wurden als Patente, Entwicklung bzw. Fertigstellung von Prototypen sowie die Publikation einer Innovation in einem branchenbezogenen Magazin oder technologischen Fachjournal oder einer Branchenkonferenz gemessen und in einem Firm-level Innovation Index (InnoIndex) zusammengefasst. Die Beziehungsdaten wurden mit UCINET 6 (Borgatti et al. 2002) und die organisationsbezogenen Daten wurden mit SPSS analysiert. Die erhobenen umfangreichen qualitativen Daten dienen als Hintergrundinformationen und unterstützen die Interpretation der Ergebnisse. Zudem verschaffen sie ein tieferes Verständnis der Prozesse, die die Netzwerkstrukturen und die Innovationsergebnisse der Unternehmen im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg hervorgebracht haben.

Konstrukte und deren Messung

Als unabhängige Variablen werden die Zentralität der Clusterunternehmen im regionalen Netzwerk sowie die Eingebundenheit der Clusterunternehmen in überlappenden Cliquen in diesem Netzwerk herangezogen. Die abhängige Variable bildet der clusterunternehmensbezogene Innovationsindex.

Zentralitätsmaß: In-degree-Zentralität

Die Frage nach der Zentralität oder dem Prestige eines Netzwerkakteurs adressiert die Identifikation der „wichtigsten“ Akteure in einem Netzwerk (vgl. Wasserman/Faust 1994, 169).[113] In der strukturellen Netzwerkanalyse stehen drei unterschiedliche Grundlagen für die Berechnung von Zentralitätsindizes zur Verfügung (vgl. Freeman 1979): Das einfachste Maß, „Degree“ Zentralität, repräsentiert die Einbindung eines Akteurs im Netzwerk und misst, wie viele direkte Beziehungen ein Akteur besitzt. Zentral ist derjenige, der viele direkte Beziehungen unterhält. Weitere komplexere Zentralitätsmaße ziehen auch indirekte Beziehungen und ihre Weglänge in Betracht z. B. nähebasierte Zentralität (Repräsentation von Macht im Netzwerk) oder Betweenness-Zentralität (Informationskontrolle im Netzwerk) (vgl. auch Jansen 2003, 129 ff.). Da in dieser Analyse die direkte Beteiligung der Clusterunternehmen im Innovationsprozess von Interesse ist, Zeit im Innovationsprozess eine wichtige Rolle spielt und der Ressourcen- und Informationsfluss über viele Akteure als unsicher einzuschätzen ist sowie der direkte Einfluss der Akteure (und nicht der indirekte, z. B. bei längeren Einflussketten) von Bedeutung ist, konzentriert sich diese Betrachtung auf Degree-basierte Zentralität (vgl. auch Friedkin 1991).

[113] Dabei geht die Unterscheidung zwischen “Sternen” und „Isolierten“ bereits bis auf die Arbeiten von Moreno (1934) zurück.

Degree-Zentralität ist einfach die Anzahl an Akteuren (Individuen, Organisationen etc.) mit denen ein betrachteter Akteur benachbart ist, respektive direkt verbunden ist (vgl. auch Scott 2000). Ein Akteur ist zentral, wenn er mehr direkte Beziehungen zählt als andere Akteure im Netzwerk. Akteure mit geringer Degree-Zentralität sind isoliert von direkter Einbindung im Netzwerk und sind abgeschnitten von aktiver Beteiligung an Informations- und Kommunikationsflüssen (vgl. Freeman 1979). Clusterunternehmen mit geringer Degree-Zentralität unterhalten nur wenige direkte Beziehungen mit anderen Clusterunternehmen und können daher nicht in dem Umfang von den im Cluster reichhaltig vorhandenen Informationen profitieren und sich am Wissensaustausch im Innovationsprozess mit anderen Clusterorganisationen beteiligen wie zentrale Clusterunternehmen, die auf vielfältige Art mit anderen Clusterorganisationen verwoben sind und eine hohe Degree-Zentralität aufweisen.

Degree-Zentralität kann sowohl in Netzwerken mit ungerichteten Beziehungen zwischen den Knoten als auch in Netzwerken mit gerichteten Beziehungen zwischen den Knoten berechnet werden. In letzterem Fall hat jeder Knoten zwei Degree-Zentralitäts-Maße: In-degree-Zentralität (eingehende Beziehungen bzw. Empfänger von Beziehungen) und Out-degree-Zentralität (ausgehende Beziehungen bzw. Sender von Beziehungen). In gerichteten Graphen/Netzwerken ist es sinnvoll zwischen diesen beiden Maßen zu unterscheiden (vgl. Knoke/Burt 1983).[114] In der Stichprobe an Clusterunternehmen, die hier untersucht werden soll, schienen einige Akteure übermäßig generös mit der Beschreibung ihrer direkten Beziehungen und hatten einen viel höheren Out-degree als In-degree. In den Daten des Netzwerks der eingehenden Beziehungen ist dieser Effekt durch die Normalverteilung der generösen und ungenerösen Bekundung der Netzwerkakteure bezüglich ihrer Beziehungen zu anderen Akteuren im Netzwerk geglättet. Da in dieser Untersuchung keine Fragen zu Prestige, Affekt, Macht oder Einfluss im Mittelpunkt stehen, kann der In-degree als verlässlicher Indikator für die Zentralität, d. h. die Anzahl an direkten Beziehungen herangezogen werden. In-degree wurde berechnet, indem für jedes Clusterunternehmen die Zellen in den Spalten der binären Matrix Z aufsummiert wurden.

Einbindung von Unternehmen in überlappenden Cliquen

Eine Clique ist netzwerkanalytisch als Netzwerkstruktur mit wenigstens drei Knoten definiert, in der jedes mögliche Knotenpaar direkt miteinander verbunden und die Clique nicht in einer

[114] Auf die Unterscheidung wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Stattdessen sei auf die ausführliche Diskussion in Wasserman/Faust 1994, 198 ff. verwiesen.

anderen Clique enthalten ist (Wassermann/Faust 1994, 254; Scott 2000, 114).[115] In dieser Untersuchung wird also das striktere graphentheoretische Konstrukt der Clique (vgl. Luce/Perry 1949; Harary 1969) verwendet. Insofern repräsentiert die Clique das graphentheoretische Konstrukt einer kohäsiven Subgruppe in Colemans Closure-Argument (vgl. 2.2.4.4). Da sich die hier vorliegende Untersuchung explizit für Überlappung der Cliquen interessiert, berücksichtigt diese Operationalisierung die Einbindung der Akteure in multiple Cliquen verschiedener (hier F&E- und kommerzielle Beziehungen) Beziehungsdimensionen.

Cliquenüberlappung stellt ein komplementäres Maß der Netzwerkintegration dar und repräsentiert als netzwerkanalytisches Maß den Fakt, dass Netzwerke in regionalen Clustern in mehreren Dimensionen gleichzeitig zwischen Akteuren bestehen. Cliquenüberlappung kann im Allgemeinen als Ausmaß in dem Cliquenmitglieder mit Mitgliedern anderer Cliquen verknüpft sind oder als mehrdimensionale Cliquenüberlappung gemessen werden (vgl. Kilduff/Tsai 2003, 47; Provan/Sebastian 1998, 457). Eindimensionale Cliquenüberlappung untersucht, wie Akteure in einem eindimensionalen Netzwerk miteinander verbunden sind und wie die Substrukturen dieses Netzwerkes miteinander überlappen. Multidimensionale Cliquenüberlappung hingegen zeigt an, wie Akteure in einem Netzwerk mit mehr als einer Beziehungsdimension miteinander verbunden sind und, wie Substrukturen – in dieser Untersuchung in zwei Beziehungsdimensionen – in der Gesamtnetzwerkstruktur überlappen. Abbildung 47 verdeutlicht die Unterschiede.

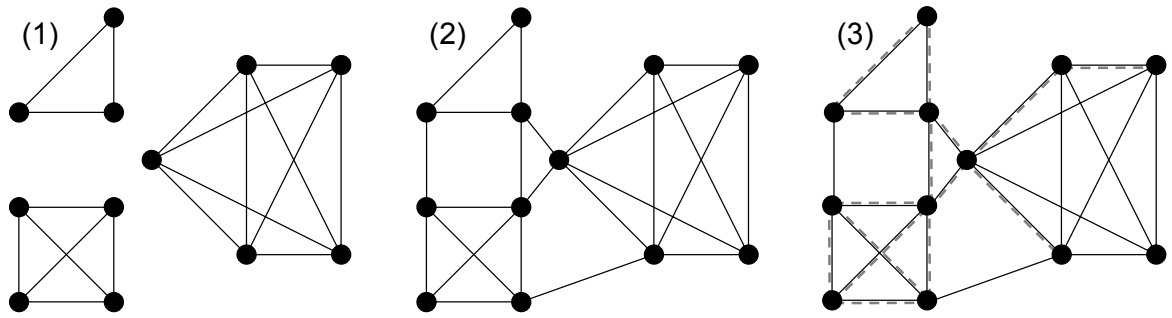


Abb. 47: Keine, ein- und zwei-dimensionale Cliquenüberlappung

Vergleicht man z. B. die drei Netzwerke in Abbildung 47 wird deutlich, dass sich im ersten (eindimensionalen) Netzwerk die Cliquen nicht überlappen, im zweiten (eindimensionalen) Netzwerk die Cliquen teilweise überlappen und im dritten (zweidimensionalen) Netzwerk einige Cliquen zweidimensional überlappen. Aufgrund der konzeptionellen Vorüberlegungen

[115] Da die sehr eng definierten, total vernetzten Sub-Gruppierungen in der sozialen Realität selten auftreten können, wurden verschiedene weniger eng definierte Maße entwickelt. Hierzu zählen insbesondere n-Cliquen, n-Clans und k-Plexes (vgl. z. B. Scott 2000; Mokken 1979; Seidman/Foster 1978). Sie sollen aber aufgrund der wiederum damit verbundenen Probleme (vgl. Scott 2000, 116 f.) hier keine Verwendung finden.

in dieser Arbeit würde man vermuten, dass im dritten Netzwerk im Vergleich zum zweiten Netzwerk (wegen (höherer) Multiplexität) und im zweiten im Vergleich zum ersten (wegen (höherer) Vernetzung) Informationen schneller fließen, Wissen leichter ausgetauscht und Innovationen schneller diffundieren und generiert werden können.

Zur clusterunternehmensbezogenen Operationalisierung dieses Sachverhaltes wurde die Einbindung eines Clusterunternehmens in überlappende Cliquen gemessen, indem zunächst die Matrix M generiert wurde in der beide Beziehungen (F&E- und kommerzielle Beziehungen) enthalten sind. Die multiplexe Matrix wurde dann inklusiv symmetrisiert, da das Potential der unbeantworteten Verbindungen, welches zwischen Clusterunternehmen existiert, in der Analyse berücksichtigt werden sollte (Voruntersuchungen zeigten, dass nicht alle Beziehungen benannt wurden, auf diese Art aber berücksichtigt werden konnten). Unter Verwendung von UCINET 6 konnten 120 überlappende Cliquen mit mindestens drei Akteuren (Triaden oder höhere Cliquen) identifiziert werden. Die Einbindung individueller Clusterunternehmen in multiplex überlappende Cliquen wurde von der Diagonalen des actor-by-actor co-membership UCINET 6 Output abgeleitet. D. h. eine Clique wurde berücksichtigt, wenn alle Cliquenmitglieder in beiden Beziehungsdimensionen F&E- und kommerziellen Beziehungen miteinander verbunden waren.

Z-Standardisierter Unternehmensbezogener Innovationsindex (InnoIndex)

Innovationen können auf vielfältige Weise gemessen werden (vgl. 2.2.3.2). Wie gezeigt sind Patente oder neuartige in den Markt eingeführte Produkte weitverbreitete Indikatoren, die die Innovativität von Unternehmen anzeigen können (vgl. z. B. Hagedoorn/Schankenraad 1994; Shan et al. 1994; Stuart 2000). Wie bereits erörtert, weisen diese Maße sowohl Vor- (vgl. erneut z. B. Kamien/Schwartz 1982; Griliches 1990; Patel/Pavitt 1997), als auch erhebliche Nachteile (vgl. erneut z. B. Cohen/Levin 1989; Santarelli/Piergiovanni 1996; Coombs et al. 1996; Brouwer/Kleinknecht 1996; Carayannis/Provance 2008) auf. Da diese Nachteile im Allgemeinen im Bereich der optischen Technologien (Querschnittstechnologie) und im Besonderen im Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg (z. B. viele kleine Unternehmen) auftreten, sollen nicht allein Patente als Maß der Innovativität der Clusterunternehmen verwendet werden. Daher wird in dieser Untersuchung ein kombinierter unternehmensbezogener Innovationsindex Verwendung finden. Ziel ist es, die Robustheit des Innovationsmaßes zu erhöhen.

Um die Zeitverzögerung zwischen (gemeinsamer) Erfindung und Patentanmeldung bzw. Gewährung eines Patentes zu berücksichtigen, wurden die jährlichen Patentzahlen für die be-

trachteten Clusterunternehmen für die Jahre 2005 und 2006 gesammelt. Gleichzeitig wurden nur deutsche Patente gezählt, da einerseits die Mehrheit der Unternehmen kleine Unternehmen darstellen, die primär im Heimatmarkt (Deutschland) patentieren und andererseits die weltweite Berücksichtigung von Patenten (USA, Europäische Patente und Deutsche Patente) die Gefahr der Doppelzählung birgt. Zur Zählung der erfolgreichen Patentanmeldungen bzw. gewährten Patente wurde die Datenbank des Deutschen Patent- und Markenamtes DEPATIS-Net genutzt.[116] Zusätzlich zu den Patentdaten wurden die Anzahl der von den Clusterunternehmen in den Jahre 2005 und 2006 entwickelten Prototypen sowie die Anzahl an Publikationen in Fachjournalen und auf Fachkonferenzen in 2005/2006 in den im ersten Halbjahr 2006 durchgeführten Interviews erhoben. Die drei unternehmensbezogenen Innovationsmaße (Patente, Prototypen und Publikationen) wurden z-standardisiert und gleichwertig im Innovationsindex zusammengefasst. Tabelle 15 zeigt die verwendeten Maße und die Zeit(spanne), die sie abdecken.

Maß	**Abgedeckte Zeit (spanne)**
Beziehungen der Unternehmen im Cluster	Ende 2005/Anfang 2006
Unternehmensalter	Ende 2005
Unternehmensgröße	Ende 2005
F&E in %	Ende 2005
Patente angemeldet und gewährt*	2005 und 2006
Anzahl der entwickelten Prototypen*	2005 und 2006
Publikationen*	2005 und 2006

* Z-standardisiertes Maß dieser drei Indikatoren wurde als abhängige Variable in der Regressionsanalyse verwendet (InnoIndex).

Tab. 15: In der Regressionsanalyse verwendete Maße

Da unternehmensbezogene Innovationsoutputs wie Patente, Prototypen oder Publikationen sehr wahrscheinlich mit zeitlich vorgelagerten interaktiven Innovationsprozessen korrespondieren, wird zusätzlich zum Jahr 2005 ein zeitlicher Vorlauf von einem Jahr bei den Innovationsmaßen berücksichtigt. Insofern wird der Innovationsindex für 2005/06 zusammen mit den 2005er Werten der unabhängigen Variablen in der Regressionsanalyse verwendet.

[116] Die meisten Patentanträge in Deutschland werden innerhalb einer Frist von eineinhalb Jahren entschieden und veröffentlicht. D. h. Patente, die eine Erfindung im Jahr 2005 absichern sollen und im gleichen Jahr angemeldet worden sind, wurden bis spätestens Mitte 2007 veröffentlicht. Zu diesem Zeitpunkt fand die Erhebung der DEPATIS-Daten statt.

Kontrollvariablen

Die am meisten in unternehmensbezogenen Innovationsuntersuchungen verwendeten Kontrollvariablen sind Unternehmensgröße, Unternehmensalter und F&E-Intensität des Unternehmens. Dabei wird erwartet, dass ältere Unternehmen mehr Ressourcen für F&E und Produktinnovationen aufbringen/bereits aufgebracht haben sowie mehr "absorptive capacity" (Cohen/Levinthal 1990) akkumuliert haben und daher einen höheren Innovationsoutput aufweisen dürften. Auch wenn einige Studien (Powell/Brantley 1992; Shan et al. 1994; Bell 2005) eine geringe oder keine positive Beziehung zwischen dem Alter eines (Start-up) Unternehmens und seinem Innovationsoutput nachweisen konnten, soll hier davon ausgegangen werden, dass das Unternehmensalter einen positiven Effekt auf den Innovationsoutput eines Clusterunternehmens aufweist (vgl. auch Zaheer/Bell 2005, 820). Gleichzeitig sollte der Effekt der Unternehmensgröße in der Analyse der Innovationsgenerierung von Unternehmen berücksichtigt werden (vgl. z. B. Cohen/Levin 1989; auch Ahuja 2000). Es wird erwartet, dass größere Unternehmen mehr Ressourcen für F&E und Innovationsprozesse zur Verfügung haben. Zusätzlich ist es sehr wahrscheinlich, dass die F&E-Intensität den Innovationsoutput von Unternehmen positiv beeinflusst. Je mehr Ressourcen und Mitarbeiter im Unternehmen für F&E eingesetzt werden, umso wahrscheinlicher ist es, dass das Unternehmen Innovationen hervorbringt.

Die Größe der Clusterunternehmen wurde einfach dadurch gemessen, wie viele Vollzeitmitarbeiter im Dezember 2005 im jeweiligen Unternehmen tätig waren. Quelle dieser Information waren die Telefoninterviews von 2006. Das Alter der Clusterunternehmen wurde durch die Anzahl an Jahren seit der Gründung in der Region gemessen. Die Informationen für dieses Maß stammen aus der Datenbank von OpTecBB (die Daten dieser beiden Variablen wurden durch die Daten der Markus- bzw. Creditreform-Datenbank validiert). Schließlich wurde die F&E-Intensität der Unternehmen durch den Anteil an F&E-Personal an der Gesamtbelegschaft in den Standorten in der Region im Dezember 2005 gemessen. Auch diese Informationen stammen aus den Interviews von 2006.

Weitere mögliche Kontrollvariablen wie Diversifikation (Cohen/Levin 1989), F&E-Ausgaben, besondere technologische Möglichkeiten in spezifischen Branchen und Sektoren in denen ein Unternehmen tätig ist, Internationalität der Forschungspräsenz eines Unternehmens oder die technologische Distanz zwischen Partnern im Innovationsprozess (Ahuja 2000) können auch relevant für Analysen wie die hier durchgeführte Untersuchung sein; jedoch standen keine Daten für derartige Variablen zur Verfügung.

Empirische Ergebnisse

Wie die Einblicke in die Netzwerkstruktur von OpTecBB im vorigen Abschnitt zeigen, handelt es sich beim Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg um ein recht stark vernetztes Cluster. Zudem ist ein Anstieg der Vernetzung in den gemessenen Beziehungsdimensionen zu verzeichnen. Das Beziehungsnetzwerk der OpTecBB-Mitglieder beinhaltet im Jahr 2005 immerhin 325 Dreier-Cliquen und 120 multiplexe Cliquen, d. h. in den Beziehungsdimensionen F&E- und kommerzielle Beziehungen überlappende Cliquen. Tabelle 16 zeigt die Korrelationsmatrix.

Variable	M.W.	S.A.	1	2	3	4	5
1. InnoIndex	0,00	0,68					
2. In-degree-Zentralität	0,24	0,13	0,434**				
3. Einbindung der Unternehmen in überlappende Cliquen	3,54	3,93	0,480**	0,646***			
4. Alter	14,57	19,15	0,146	0,263+	0,284*		
5. Größe	31,89	45,73	0,320*	0,347*	0,064	0,337*	
6. F&E in %	44,38	28,32	-0,227+	-0,357*	0,036	0,142	-0,329*

*** $p<0.001$; ** $p<0.01$; * $p<0.05$; + $p<0.10$

Tab. 16: Deskriptive Statistik: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen

Die signifikanten Korrelationen, insbesondere der starke, positive, lineare Zusammenhang (0,646; p<0.001) zwischen den Variablen „Einbindung der Unternehmen in überlappende Cliquen“ und „In-degree-Zentralität“, deutet auf das Problem der Multikollinearität hin. Eine Maßzahl, die zur Identifikation von Multikollinearität berechnet werden kann, ist der Varianzinflationsfaktor (VIF). Ist dieser hoch, ist auch die multiple Korrelation hinsichtlich der anderen im Modell enthaltenen Variablen groß.

Dies hat zu Folge, dass die geschätzten Parameter in einem Regressionsmodell unverhältnismäßig hoch sein können, ihre Standardfehler größer werden und demzufolge die Schätzungen ungenau sind. Daher können sowohl Koeffizienten, als auch die Vorzeichen der Koeffizienten nicht vorbehaltlos interpretiert werden. Des Weiteren kann bei Aufnahme oder Entfernung einer Variablen eine bedeutende Veränderung der geschätzten Regressionsparameter beobachtet werden und sie werden öfter als nicht signifikant ausgewiesen. Ebenso wie Tests, die auf Basis dieser Werte durchgeführt werden, eher nicht signifikant sind. Die Ergebnisse einer Regression, in der Multikollinearität vorliegt, kann daher nur unter Vorbehalt interpretiert werden.

Hypothese 1 und 2 wurden mit einer Regressionsanalyse getestet, die den Einfluss der Netzwerkvariablen In-degree-Zentralität und Einbindung der Unternehmen in überlappende Cli-

quen sowie der Kontrollvariablen auf den Innovationsoutput der Unternehmen modelliert (siehe Modell 4 in Tabelle 17).

Unabhängige Variablen	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
In-degree-Zentralität		1,808^{+}		-0,107
		(0,908)		(1,171)
		[1,321]		[2,515]
Einbindung der Unternehmen in überlappende Cliquen			0,084**	0,087*
			(0,026)	(0,036)
			[1,089]	[2,074]
Alter	0,003	0,000	-0,002	-0,002
	(0,006)	(0,006)	(0,006)	(0,006)
	[1,227]	[1,318]	[1,326]	[1,340]
Größe	0,004	0,003	0,004	0,004
	(0,003)	(0,003)	(0,002)	(0,003)
	[1,348]	[1,375]	[1,350]	[1,425]
F&E in %	-0,004	-0,001	-0,004	-0,004
	(0,004)	(0,004)	(0,004)	(0,004)
	[1,219]	[1,378]	[1,220]	[1,499]
F	1,578	2,281^{+}	4,146**	3,216*
R^2	0,125	0,222	0,341	0,342

N = 37. Nicht-standardisierter linearer Regressionskoeffizient B, Standardfehler (in Klammern) und Varianzinflationsfaktor [in eckigen Klammern].
*** p<0,001; ** p<0,01; * p<0,05; $^{+}$ p<0,10.

Tab. 17: Regressionsanalyse: Vorhersagewerte für Innovationsoutput der Unternehmen

Das Problem der Multikollinearität zeigt sich hier besonders in Bezug auf die Variable „In-degree-Zentralität“. Sie hat den größten VIF (2,515) und ihr Standardfehler ist sehr groß (1,171). Durch die zusätzliche Aufnahme der Variable „Einbindung der Unternehmen in überlappende Cliquen“ in das Modell, kehrt sich das Vorzeichen der „In-degree-Zentralität“ um und der Koeffizient ist nicht mehr signifikant.

Hypothese 1, die besagte, dass die Anzahl an direkten Beziehungen in einer positiven Beziehung zum Innovationsoutput der Clusterunternehmen steht, konnte durch die „zero order correlations“ (r = 0,434; p<0,01) bestätigt werden. Dieser positive Einfluss konnte jedoch nicht durch die Regressionsanalyse (B = -0,107; n.s.) bestätigt werden, was auf eine Verzerrung durch die Multikollinearität zuzuführen sein könnte. Im Gegensatz dazu wurde Hypothese 2 sowohl in der Korrelationsanalyse (r = 0,480; p<0,01) als auch in der Regressionsanalyse (B = 0,087; p<0,05) bestätigt. D. h. Clusterunternehmen mit einer umfangreicheren Einbindung in mehrdimensionale überlappende Cliquen hatten einen signifikant höheren Innovationsoutput als Clusterunternehmen, die weniger in derartigen Cliquen eingebettet waren. Betrachtet man die Kontrollvariablen (Alter, Größe und F&E-Intensität), so zeigt sich, dass nur die Größe der Clusterunternehmen in einer positiven signifikanten Beziehung mit dem Innovationsoutput

der Unternehmen in der Korrelationsanalyse (r = 0,320, p<0,05) stehen. Diese Beziehung konnte jedoch nicht durch die Regressionsanalyse bestätigt werden (B = 0,004; n.s.), erneut könnten die gegensätzlichen Ergebnisse auf die vermehrte Ausweisung von nichtsignifikanten Koeffizienten durch Vorhandensein von Kollinearität zurückzuführen sein.

Für den Vergleich der beiden Netzwerkintegrationsmaße wurden drei zusätzliche Regressionsmodelle berechnet. Modell 1 in Tabelle 17 beinhaltet lediglich die Kontrollvariablen, wovon keine signifikante Vorhersagewerte für den Innovationsoutput der Clusterunternehmen lieferte. Das zweite und dritte Modell beinhalten die Kontrollvariablen sowie entweder das Zentralitätsmaß (Modell 2) oder das Maß für Cliquenüberlappung (Modell 3). In Modell 4 wurden sowohl das Zentralitätsmaß als auch das Maß für Cliquenüberlappung zu Modell 1 hinzugefügt. In Modell 2 hatte die In-Degree-Zentralität der Clusterunternehmen nur einen geringen Vorhersagewert (p<0,10) für den Innovationsoutput der Clusterunternehmen. Im Gegensatz dazu weist die Einbindung der Clusterunternehmen in mehrdimensional überlappende Cliquen (Modell 3) einen starken Einflusswert auf den Innovationsoutput der Clusterunternehmen auf (p<0,01), wobei auch eine erhebliche zusätzliche Varianz im Vergleich zu Modell 2 ((ΔR^2 = 0,119) erklärt wird. In Modell 4 wurden sowohl das Zentralitätsmaß als auch das Maß für Cliquenüberlappung zur Berechnung hinzugefügt. Cliquenüberlappung behält hierbei einen signifikanten Vorhersagewert (p<0,05), jedoch wird wenig zusätzliche Varianz erklärt (ΔR^2 = 0,001).

Der hohe Standardfehler der „In-degree-Zentralität“ hat auch Auswirkungen auf den Test, der zum testen der Hypothese 3 angewandt werden könnte: Testet man auf Gleichheit der beiden Variablen, so muss bei einem p-Wert von 0.8726 die Nullhypothese angenommen werden. Da die Multikollinearität jedoch eine Beeinflussung des Standardfehlers der „In-degree-Zentralität“ zur Folge haben kann und der Standardfehler das Testergebnis beeinflusst, kann dieses Ergebnis nicht eindeutig interpretiert werden.

Die Nicht-Signifikanz der „In-degree-Zentralität“ und die Signifikanz der „Einbindung der Unternehmen in überlappende Cliquen“ können so interpretiert werden, dass die „Einbindung der Unternehmen in überlappende Cliquen“, ein stärkerer Vorhersagewert für den Innovationsoutput ist, zumal beim Vorliegen von Multikollinearität dazu tendiert wird, die betreffende Variable aus dem Modell zu entfernen. Somit kann die dritte Hypothese ebenfalls nur unter Vorbehalt bestätigt werden.

Insofern erhält Hypothese 1, basierend auf der Regressionsanalyse, eine schwache Bestätigung. Hypothesen 2 und 3, die auf die Überlappung von Cliquen fokussieren erhalten jedoch eine starke Bestätigung, jeweils unter Vorbehalt der Interpretationsmöglichkeit.

Die Ergebnisse legen nahe, dass Innovationsaktivitäten in wissensintensiven Branchen wie den optischen Technologien in Cliquen und nicht allein in dyadischen Beziehungen erfolgen. Diese Schlussfolgerung wird durch qualitative Belege, die aus der tiefgründigen Fallstudie OpTecBBs und im Besonderen aus der Untersuchung des RSS-Netzwerkes resultieren, unterstützt. Thematisch fokussierte Workshops mit Vertretern der OpTecBB-Subgruppen sowie die beschriebenen Veranstaltungen, wie z. B. „Mitglieder stellen sich vor“ oder „Networking Days“, bieten nicht nur Gelegenheit zur interdisziplinären Interaktion und zum Austausch von Ideen, sondern auch zur Anbahnung von Innovationsprojekten oder kommerziellen Beziehungen. Das in dieser Arbeit verwendete Maß der mehrdimensionalen Cliquenüberlappung scheint hierbei besser als Indikator für enge und interdisziplinäre Beziehungen zwischen Clusterakteuren geeignet zu sein, als klassische Maße für dyadische eindimensionale Beziehungen. Das Maß der mehrdimensionalen Cliquenüberlappung ist zudem eher dazu in der Lage, die bedeutsamen relationalen Dimensionen des kollaborativen Innovationsprozesses in regionalen Clustern zu erfassen.

Durch die Konzentration auf Triaden und größere Cliquen in der Analyse von Innovationsoutput von Clusterunternehmen, wird das alte Simmelsche Argument, das besagt, dass Gruppennormen in Triaden effektive Koordinationsmechanismen darstellen und das Handeln der Akteure maßgeblich beeinflussen, wieder belebt. Derartige Beziehungsstrukturen ermöglichen den Aufbau von Vertrauen, das durch die Möglichkeit der Sanktionierung von Fehlverhalten durch die anderen eng vernetzten Netzwerkmitglieder weiter befördert werden kann. Dergestalt abgesicherte Beziehungen wiederum ermöglichen es den Netzwerkakteuren, in diesem Fall den Clusterunternehmen, komplexes Wissen mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen auszutauschen. Dies stellt, wie bereits ausgeführt, eine wichtige Voraussetzung für interorganisationale Innovationsprozesse in regionalen Clustern dar (vgl. Cooke et al. 2004; Asheim/Gertler 2005). Für die Interaktion in Gruppen oder Netzwerken halten Cliquen somit eine zusätzliche Form von sozialer Kontrolle bereit. Sydow und Windeler (2003) bezeichnen diese als „Netzwerkkontrolle“. Diese Kontrollform basiert dabei größtenteils auf der Präsenz anderer vernetzter Akteure und funktioniert weniger als Substitut für Kontrolle, sondern eher als potentielle Quelle für Vertrauen, resultierend aus „overdrawn“ Informationen (Luhmann 1979). Zudem kann der Austausch von nichtkodifiziertem Wissen durch mehrdi-

mensional überlappende Cliquen befördert werden, wie sich in den qualitativen Daten, insbesondere im Fall des RSS-Netzwerkes, zeigen lässt.

In Bezug auf die verwendeten Kontrollvariablen lässt sich feststellen, dass die Größe der Clusterunternehmen positiv mit dem Innovationsoutput der Clusterunternehmen korrelierte (in der Regressionsanalyse bestand dieser Einfluss jedoch nicht mehr). Das positive Ergebnis deutet in Richtung des Schumpeterschen Argumentes, dass größere (Start-up) Unternehmen mehr Ressourcen für F&E-Aktivitäten zur Verfügung haben sollten, die wiederum den Innovationsoutput positiv beeinflussen würden. Dieses Argument lässt sich auf eine relationale Dimension erweitern: größere, Clusterunternehmen dürften auch mehr Ressourcen für den Aufbau und das Unterhalten kollaborativer interorganisationaler Beziehungen in Netzwerken in Clustern zur Verfügung stehen. Der Zugang zu und das Absorbieren von Ressourcen im Cluster durch derartige Beziehungen könnte wiederum den Innovationsoutput der Clusterunternehmen erhöhen. Hierdurch würde das weitere Wachstum des Unternehmens befördert. Andererseits wurde in der Regressionsanalyse festgestellt, dass der Anteil der F&E-Beschäftigten an der Gesamtbelegschaft nicht im Zusammenhang mit dem Innovationsoutput der Clusterunternehmen stand.

Im nachfolgenden Abschnitt soll nun explizit ein Netzwerk im Cluster – das RSS-Netzwerk – in den Analysefokus genommen werden, um an einem konkreten Beispiel einerseits die Netzwerkdynamiken im Cluster und andererseits die rekursiven Zusammenhänge zumindest zwischen der Netzwerk- und der Clusterebene zu erläutern.

4.4.3 Ein Netzwerk im Cluster: Der Fall des RSS-Netzwerkes

Innerhalb des Clusters optischer Technologien in der Region Berlin-Brandenburg können eine Vielzahl konkreter, größerer und kleinerer, zumeist F&E-bezogener Netzwerke identifiziert werden. *Ein* Beispiel ist das RSS-Netzwerk (zu weiteren Untersuchungen zu diesem Netzwerk vgl. Sydow et al. 2003, 106 ff.; Lerch et al. 2007; Sydow/Zeichhardt 2008; Sydow et al. 2009).[117]

Um der Bedeutung konkreter Netzwerke im Cluster und dem Mehrebenen-Ansatz in dieser Arbeit weiter Rechnung zu tragen, soll nachfolgend der Fall des RSS-Netzwerkes erörtert und damit ein tiefer Einblick in die konkreten Prozesse der kooperativen Innovationsgenerierung in einem Netzwerk im Cluster gewährt werden. Die Vertreter der Organisationen im RSS-Netzwerk bilden eine kohäsive Gruppe, wie sie Coleman (1988) beschrieben hat. Das Netzwerk ist, je nach Beziehungsdimension, in weiten Teilen total vernetzt: „jeder kennt jeden". Auch wenn die Akteure natürlich Kontakte zu externen Gruppen und Netzwerken nutzen, um Informationen in das Netzwerk einzubringen, und somit auch strukturelle Löcher, wie sie Burt (1992) beschrieben hat, überbrücken und (aus)nutzen, soll der Analysefokus auf das Netzwerk selbst gelegt werden, um die Netzwerkdynamiken und die Innovationsprozesse im Netzwerk – und damit auch im Cluster – zu beleuchten.

Beim RSS-Netzwerk handelt es sich um ein regional verankertes interorganisationales Netzwerk bestehend, aus kleinen, noch recht jungen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die sich mit einem Spezialgebiet der optischen Technologien, der Röntgen-Stoff- und -Strukturanalyse (RSS) beschäftigen (vgl. zum Folgenden auch Sydow et al. 2003, 106 ff.). Dabei ist das RSS-Netzwerk auf verschiedenen Ebenen in das Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg eingebettet (vgl. Abbildung 48). Wie in den vorhergehenden Abschnitten gezeigt, beschäftigen sich in der Region Berlin-Brandenburg etwa 300 Unternehmen und Forschungseinrichtungen maßgeblich mit optischen Technologien – diese Gesamtheit kann als Cluster bezeichnet werden. Der Verein OpTecBB e.V. deckt mit seinen ca. 90 Mitgliedern einen wesentlichen Teil dieser Organisationen ab. Neben OpTecBB bestehen weitere Vereine im Bereich der optischen Technologien in der Hauptstadtregion. Zu nennen wären hierbei der Laserverbund, das Kompetenzzentrum Optik Rathenow bzw. die optic alliance brandenburg berlin (oabb) und das in 2008 gegründete Netzwerk PhotonikBB. Diese

[117] Die Auswahl dieses Netzwerkes für eine detailliertere Untersuchung erfolgte aufgrund der umfangreichen Netzwerkmanagementaktivitäten mit dem Fokus der Innovationsgenerierung, die zunächst separat vom Berliner Senat in Form eines Interdisziplinären Forschungsverbundes gefördert wurden.

Netzwerke sind nicht überschneidungsfrei und decken mit ihren Mitgliedern in Gänze nicht das gesamte Cluster ab. Von den ca. 300 Berliner und Brandenburger Optik-Organisationen beschäftigen sich ca. 60 mit UV- und Röntgentechnologien (UVR). Hiervon sind wiederum 48 Mitglieder bei OpTecBB. Diese bilden den OpTecBB-Schwerpunkt UVR. Den aktiveren Kern hiervon bildet das RSS-Netzwerk mit seinen 14 Partnern (engerer Kreis). Die schematische Abbildung verdeutlicht, dass die RSS-Netzwerkpartner auch Beziehungen zu Organisationen außerhalb des Netzwerkes, der UVR-Community und zu clusterexternen Partnern unterhalten, wie dies die Arbeiten von Bathelt et al. (2004) nahelegen. Die unterschiedliche Stärke der Beziehungen soll ferner andeuten, dass die RSS-Netzwerkorganisationen verschieden starke Beziehungen zueinander und zu anderen Organisationen unterhalten. Es ist zudem davon auszugehen, dass die schematisch dargestellten Beziehungen auch multiplexe Beziehungen beinhalten. Neben dem OpTecBB-Schwerpunkt UVR bestehen weitere Schwerpunktgruppen, in denen sich jeweils einzelne oder mehrere verschiedenartige Netzwerke herausgebildet haben.

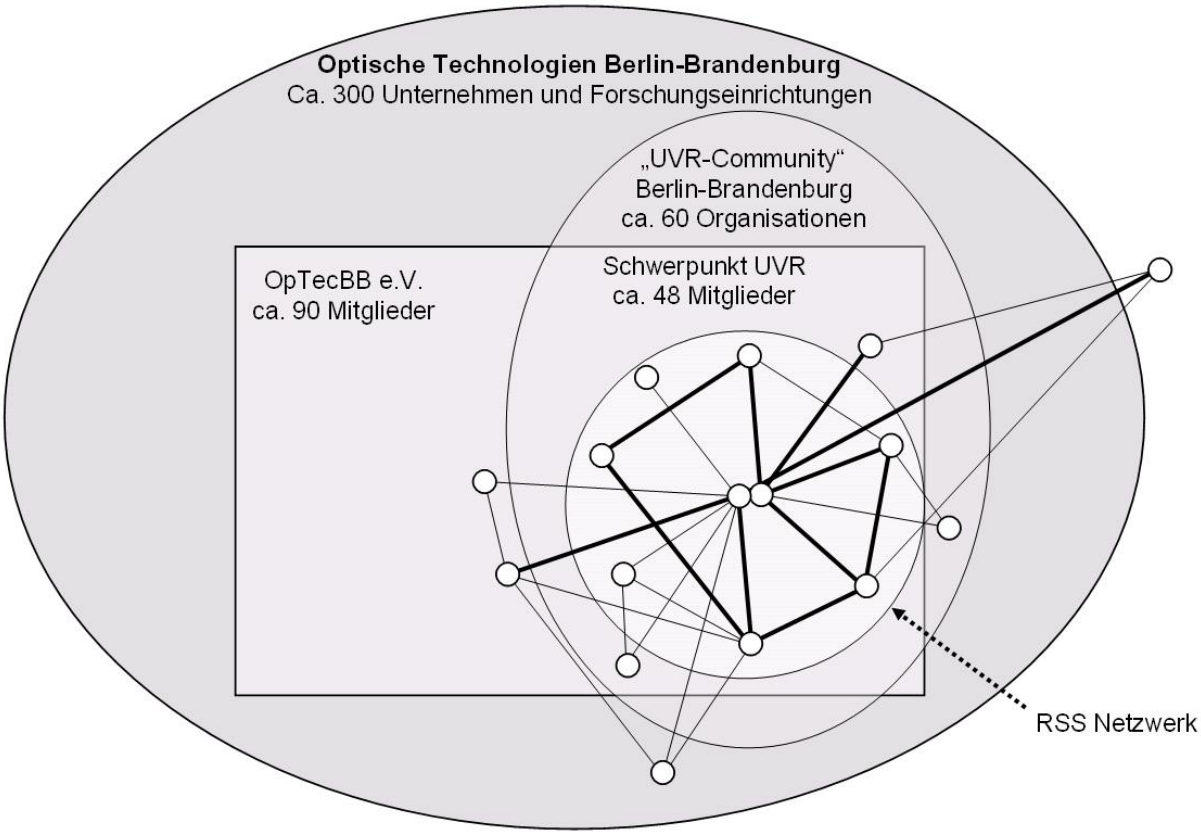


Abb. 48: Schematische Darstellung des RSS-Netzwerks im Cluster optischer Technologien in Berlin-Brandenburg (in Anlehnung an Sydow/Zeichhardt 2008)

Entstehung und Inhalt des Netzwerkes

Für die Herausbildung des RSS-Netzwerkes ist die Historie der Akteure und der Beziehungen von entscheidender Bedeutung (vgl. 4.2). Ein wesentlicher Teil der Akteure hat seine wissenschaftlichen Wurzeln in der früheren AdW der DDR, wodurch die heutigen Beziehungen und Aktivitäten noch deutlich geprägt sind. Zudem hat die Existenz von BESSY (Synchrotron-Strahlungsquelle) sowie die besonderen Kompetenzen im Röntgentechnologiebereich bei den ehemals West-Berliner Bundeseinrichtungen PTB und BAM sowie eine Arbeitsgruppe an der TU Berlin entscheidend zur Herausbildung dieses Netzwerkes beigetragen.

Wie beschrieben siedelten sich in den 1990er Jahren nach der Abwicklung der AdW-Einrichtungen (für diesen Fall insbesondere von Bedeutung ist das Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie sowie das Zentrums für Wissenschaftlichen Gerätebau)[118] zahlreiche Forschungseinrichtungen und viele kleine Unternehmungen in Berlin-Adlershof mit Kompetenzen in den UV- und Röntgentechnologien an. Nachdem die AdW aufgelöst wurde, blieb das ehemals organisationsintern etablierte Netzwerk von Wissenschaftlern zumindest latent als interpersonales Netzwerk bestehen. Deutlich wird dies beispielsweise dadurch, dass sich das RSS-Netzwerk heute zu einem erheblichen Teil aus einzelnen Experten und Kompetenzträgern, ehemaligen Projekt- oder Abteilungsleitern des ehemaligen Zentrums für wissenschaftlichen Gerätebaus und des Zentralinstituts für Optik und Spektroskopie zusammensetzt. Einige dieser Akteure wurden Mitarbeiter in den neuen Adlershofer Forschungsinstituten oder gründeten eigene Unternehmen oder wurden Mitarbeiter in diesen neuen Unternehmen. Sie entwickelten nun neue Technologien und Produktideen, basierend auf ihrem Wissen und Kenntnissen, weiter und brachten neue Produkte und Dienstleistungen auf den nun eher westlichen Markt. Hierbei handelte es sich in überwiegendem Maße um Akteure, die vormals auch bereits an den Schnittstellen zwischen Forschung und angewandter Forschung bzw. Prototypen-/Produktentwicklung tätig waren. Damit werden noch einmal die Bedeutung der Anfangsbedingungen sowie Pfadabhängigkeiten für die Netzwerk- und Clusterentwicklung deutlich sichtbar.

Unmittelbares Ziel dieser Akteure war es, die (nun prekäre) Überlebensfähigkeit in Form von Wettbewerbs- und Forschungsfähigkeit der (jetzt) rechtlich selbständigen Unternehmen und unabhängigen Institute durch die Organisation von nachhaltigen und organisationsübergreifenden Produkt- und Prozessinnovation zu sichern. In den 1990er Jahren wurden die neuen

[118] Das ZWG beschäftigte bis zur Wende 1989 ca. 1700 Mitarbeiter und erwirtschaftete ein Produktionsvolumen von ca. 100 Mio. DDR Mark. Es produzierte die wissenschaftlichen Geräte für die Forschungseinrichtungen der DDR und für viele Forschungseinrichtungen in den Ländern im Ostblock.

Möglichkeiten genutzt und Beziehungen zu den ehemals West-Berliner Röntgeneinrichtungen aufgebaut. Mit der Verlagerung von BESSY II nach Adlershof erfuhren die Röntgentechnologien in Berlin und im Besonderen in Adlershof eine immense Stärkung. Die Anziehungskraft war nun so groß, dass auch die PTB und die BAM in Adlershof (in unmittelbarer Nähe zu BESSY II) eigene Infrastruktur aufbaute und in Projekten nutzte.

Zu dem noch relativ dicht ausgeprägten Netzwerk persönlicher Kontakten zwischen Unternehmern, leitenden Mitarbeitern und Wissenschaftlern, die sich aus „Akademiezeiten“ und zum Teil noch aus früheren gemeinsamen Universitätszeiten kannten, kamen neue Beziehungen zu sehr potenten ehemals West-Berliner Einrichtungen hinzu. Dieses interpersonale Netzwerk bot und bietet eine günstige Voraussetzung nicht nur für eine Ansiedlung weiterer Unternehmungen und Forschungseinrichtungen, sondern gerade auch für die ein Cluster kennzeichnende interorganisationale Interaktion und Kooperation im Innovationsprozess.

In diesem Kontext formierte sich das RSS-Netzwerk. Die bereits bestehenden Beziehungen ermöglichten es den federführenden Akteuren in diesem Prozess, die RSS-Akteure der Hauptstadtregion zusammenzubringen und einen Austausch über gemeinsame Interessen anzustoßen. Der zunehmende Austausch zwischen den RSS-Akteuren der Hauptstadtregion fiel in die gleiche Zeit wie die Gründung OpTecBBs im Jahr 2001. Davor bestand es eher latent und wurde in einzelnen, allerdings noch nicht koordinierten Projekten von den Akteuren reproduziert. Die Gründung OpTecBBs und die Einrichtung von Schwerpunktgruppen kann als Katalysator der RSS-Netzwerkbildung und frühen Netzwerkentwicklung gesehen werden. Parallel zum beginnenden koordinierten Clusterentwicklungsprozess OpTecBBs wurde zudem zwischen 2001 und 2003 ein so genannter „Interdisziplinärer Forschungsverbund“ (IFV) vom Berliner Senat mit dem Ziel gefördert, die wissenschaftliche Berliner UVR-Community, die bis dato, bedingt durch die tief greifenden wendebedingten Transformationen in der Region, ja noch relativ unintegriert agierten, zu vernetzen. Im Falle des IFV UVR, der mit dem OpTecBB-Schwerpunkt UVR zunächst nahezu identisch war, wurden insbesondere auch die Unternehmen mit in die Maßnahmen einbezogen, was für die Berliner IFVs eher untypisch war. „Der IFV war ein hervorragendes Werkzeug, um vieles andere anzustoßen“ so einer der Direktoren des MBI. Somit konnte der Boden für die spätere Entwicklung dieses Teils des Clusters optischer Technologien bereitet werden. Der Austausch zwischen den Akteuren und die nun beginnenden Vernetzungsaktivitäten, d. h. z. B. erste konkrete Projekte, involvierte z. T. auch neue, bisher noch nicht so stark in der Region vernetzte Akteure und führte somit einerseits zu einer Erweiterung des Netzwerkes und andererseits zu einer Verdichtung der Beziehungen im Netzwerk. Netzwerkbeziehungen ermöglichten und begrenzten durch den

vermittelten Zugriff auf Regeln und Ressourcen also Handlungen der RSS-Akteure im Netzwerk und im Cluster und die Strukturen und Ressourcen, auf die sich die RSS-Akteure dabei bezogen, wurden dadurch reproduziert.

Das zentrale Ziel dieses Netzwerkes war und ist die Neu- und Weiterentwicklung von Komponenten und Geräten sowie Verfahren der Röntgenanalytik, die auf den in der Region Berlin-Brandenburg starken Kompetenzen und Ressourcen im Bereich Ultraviolett- und Röntgentechnologien basieren. Produkt- und Verfahrensinnovationen soll(t)en hierbei vom Netzwerk initiiert, moderiert, organisatorisch begleitet und vor allem durchgeführt werden. Die Akteure im Netzwerk verständigten sich auf spezielle Bereiche der Röntgenanalytik, die die Kompetenzbereiche der einzelnen Netzwerkmitglieder widerspiegelten, um diese im Rahmen der gemeinsamen Netzwerkarbeit zu bearbeiten. Innovationsprojekte wurden im Verbund in den folgenden Themengebieten vorangetrieben: Entwicklung von Quellen, Optiken, Komponenten und Detektoren im UV- und Röntgenbereich, Röntgen-Stoff- und Strukturanalytik, Röntgenmikroskopie, Metrologie und Dosimetrie im UV- und Röntgenbereich sowie Medizinische Anwendungen der UV- und Röntgentechnologien (vgl. Sandner 2002). Die Röntgenfluoreszenzanalyse und Röntgendiffraktometrie (Thema: Röntgen-Stoff- und Strukturanalytik[119], Röntgenmikroskopie) stellen fest etablierte Methoden der Stoff- und Strukturanalyse in Forschung und Industrie dar. Gleichwohl vollzieht sich durch die Entwicklung neuer Quellen, leistungsfähigerer Optiken, effektiverer Komponenten und Detektoren ein Generationswechsel in den Messgeräten, der nach Aussagen von Experten zum Teil deutlich über rein evolutionäre Weiterentwicklungen hinaus geht.

Das Netzwerk wurde strategisch explorativ ausgerichtet, sowohl auf Grundlagenforschung als auch auf angewandte Forschung sowie Entwicklung. Die Entwicklung der erforderlichen Produkte und Verfahren erstreckte sich, typisch für Explorationsstrategien (vgl. Sydow et al. 2003 Abschnitt 4.1), über einen längeren Zeitraum und war durch hohe Unsicherheit und Risiko in Bezug auf die Ergebnisse und Erträge (insbesondere im Rahmen der Forschung) gekennzeichnet. Gleichwohl konnte festgestellt werden, dass es im RSS-Netzwerk zugleich „um eine Produktpflege [geht], um vorhandene Kompetenzen so zu verbessern, dass die Kosten verringert werden, die technischen Parameter besser gestaltet werden können. Es geht aber

[119] Das physikalische Grundprinzip hinter der Röntgen-Stoff- und Strukturanalytik besagt, dass wenn ein Röntgenstrahl mit einem Festkörper zur Wechselwirkung kommt, aus den inneren Schalen der Atome Elektronen herausgeschossen werden. Um die Energiebilanz des Atoms aufrecht zu erhalten, rücken aus den äußeren Energieniveaus Elektronen auf die inneren Schalen nach. Dabei wird eine typische Fluoreszenzstrahlung nach außen abgegeben. Diese Fluoreszenzstrahlung ist typisch für jedes Element im periodischen System. Die Fluoreszenzstrahlung wird mit Hilfe eines Detektors nachgewiesen und hinsichtlich ihrer spektralen Verteilung durch spezielle Software dargestellt. Über die charakteristischen Ausprägungen (Spitzen) im Spektrum kann auf die stoffliche Zusammensetzung der Probe geschlossen werden.

auch darum, parallel dazu, völlig neue Produkte zu entwickeln, mit denen man auf den Markt kommen kann − möglichst als Erster“ (Geschäftsführer IfG). Insofern ist das Netzwerk vor allem explorativ ausgerichtet. Gleichzeitig wurden aber bereits bestehende Technologien ausgenutzt und Kompetenzen kontinuierlich und inkrementell weiterentwickelt.

Die eher grundlegenden Innovationen der Messmethoden der Röntgen-Stoff- und -Strukturanalyse sind durch (1) eine höhere laterale Auflösung auf der Probenoberfläche (µm-Bereich), durch (2) eine höhere Nachweisgenauigkeit und kürzere Messzeiten und durch (3) verbesserte Programme zur qualitativen und quantitativen Auswertung (Software) der Spektren gekennzeichnet. In Hinsicht auf Produktinnovationen, die natürlich unauflösbar mit den Messverfahren gekoppelt sind, stehen insbesondere Miniaturisierungen der Messsysteme auf dem Programm, damit diese dann zum Beispiel aufgrund geringerer Abmessungen oder geringerem Aufwand für die Kühlung der Systeme in technologische Prozessabläufe besser oder gar überhaupt erst integrierbar werden.[120] Hierdurch werden folglich auch gänzlich neue Felder der wissenschaftlichen und industriellen Anwendung erschlossen.

Akteure und Beziehungsstrukturen im RSS-Netzwerk

Im RSS-Netzwerk hatten sich sechs kleinere Unternehmen mit jeweils etwa 20 bis 50 Mitarbeitern und Umsätzen im einstelligen Mio. Euro Bereich, sieben außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, die zwischen 30 und 200 Mitarbeiter im UVR-Bereich und über diese Anwendungsgebiete hinaus noch weitaus mehr Mitarbeiter auch an anderen Standorten beschäftigen, sowie ein Institut der TU Berlin zusammengefunden (vgl. Abbildung 49).

Der zentrale Akteur im Formationsprozess und auch noch im heutigen RSS-Netzwerk, der Geschäftsführer und Miteigentümer der IfG GmbH, wurde in den 80er Jahren in das Leitungsgremium des ehemaligen ZWG berufen und hatte lange Zeit in dieser Funktion am Auf- und Ausbau dieser Einrichtung mitgearbeitet. In dieser Zeit liefen die Informationen über einzelne Kompetenzen in diesem Gremium zusammen. Zentral von dort aus wurde dann die (Weiter-) Entwicklung von Kompetenzen gesteuert, die Umwandlung von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in anwendungsspezifische Laborgeräte organisiert und die Entscheidungen über die Umwandlung in Kleinserien gefällt. Im für das RSS-Netzwerk und seine Weiterentwicklung zentralen Strategieprozess tauschen sich die Akteure heute in einem sehr

[120] Beim heutigen Stand der Technik werden neue Analysemethoden ausschließlich stationär in Forschungslaboratorien genutzt, d. h. zu untersuchende Proben können nur in diesen Laboratorien analysiert werden. Durch die Neu- und Weiterentwicklung der Analysemethoden und die damit verbundene Möglichkeit der kompakteren Gestaltung der Geräte kann dieses Prinzip umgekehrt werden, sodass Proben vor Ort analysiert werden können. Messsysteme können somit in eine Vielzahl von Prozessen (z. B. Industrie, nichtphysikalische Forschung) integriert werden. Sehr relevant ist dies beispielsweise in der Zementindustrie.

ähnlichen Prozess über Technologie- und Markttrends im Bereich der Röntgen-Stoff- und -Strukturanalyse aus und schreiben die Analysen in der sog. Technologischen Roadmap nieder.

Drei der sechs Unternehmungen können als unmittelbare Wettbewerber auf dem Gebiet des (wissenschaftlichen) Gerätebaus bzw. von Modulen für den Gerätebau charakterisiert werden (zu einer differenzierten Analyse des Verhältnisses von Kooperation und Konkurrenz im Allgemeinen vgl. Wilhelm (2009) und im Besonderen in diesem Netzwerk vgl. Lerch et al. 2007). Der Wettbewerb ist allerdings in das oben beschriebene enge Geflecht persönlicher Beziehungen eingebettet. Dazu zählt, dass der Geschäftsführer der IfG GmbH, der ehemalige Leiter des ZWG in der AdW, viele seiner ehemaligen Mitarbeiter und deren Kompetenzen an sein 1994 gegründetes Unternehmen gebunden hat: „Bei dieser speziellen Konstellation … sind es bei allen drei Unternehmen alles meine ehemaligen Mitarbeiter. Die sind aus dem ZWG hervorgegangen. … das sind alles ZWG-Mitarbeiter, die sich seit 20, 30 Jahren kennen“ (Geschäftsführer IfG).

Die Röntec AG, hatte sich 1992 zunächst aus Mitarbeitern der AdW gegründet und wurde 2004 von Bruker AXS GmbH, einem großen international tätigen Unternehmen mit Sitz in Westdeutschland, übernommen.[121] Die Geschäftsführer der beiden Unternehmen kannten sich aus ZWG-Zeiten und Röntec war mit IfG über einen Aufsichtsratssitz institutionell verbunden. Einer der Geschäftsführer von Röntgenanalytik und Apparatebau GmbH (RA) kam ebenfalls aus dem ZWG, hat sich aber nach Auflösung der AdW zunächst mit einem Unternehmen aus Westdeutschland verbunden. In den letzten nunmehr fast 20 Jahren wechselten auch Mitarbeiter zwischen den Unternehmen. Diese sog. „labor mobility“ ist ein wesentliches Merkmal von regionalen Clustern (vgl. Saxenian 1994).

Die PTB, die BAM und BESSY, die drei alten West-Berliner Einrichtungen, hatten, wie im geschichtlichen Teil der Analyse der Clusterentwicklung deutlich geworden, historisch bedingt eine besonders enge Beziehung zueinander, die sie auch im RSS-Netzwerkentwicklungsprozess einbrachten und weiterentwickelten. Das Max-Born-Institut als Nachfolgeeinrichtung des ZOS war einerseits von besonderer wissenschaftlicher Bedeutung, da hier teilweise optische Technologien und insbesondere auch röntgenanalytische Technologien und Anwendungen weiterentwickelt wurden und andererseits, da es durch die übernommenen Mitarbeiter aus der AdW extrem gut (in der Region) vernetzt war. Durch neue Mitarbeiter und Direktoren kamen aber gleichzeitig völlig neue Vernetzungsmöglichkeiten hinzu. Schließlich

[121] Bruker war 1995 selbst aus der Röntgenanalysesparte der Siemens AG, einem der weltweiten Pioniere in diesem Technologiefeld, ausgegründet worden.

ist noch die Technische Universität Berlin mit dem Institut für Optik und Atomare Physik als wesentlicher Partner im RSS-Netzwerk, insbesondere im Grundlagenforschungsbereich sowie in der Ausbildung von Fachkräften, zu benennen. Sie stellt neben der Einbindung in Forschungsprojekte die Ausbildung junger Menschen im Bereich der Röntgenanalytik sicher, damit diese den Unternehmen und Forschungseinrichtungen als Arbeitskräfte und Forscher zu Verfügung stehen.

Alle Akteure im Zentrum (dunkelgrauer Kreis in Abbildung 49) des RSS-Netzwerkes unterhalten zumindest zum zentralen Akteur eine sehr intensive Beziehung, teilweise auch untereinander. In der Peripherie des RSS-Netzwerkes befinden sich kleiner Unternehmen sowie die Forschungseinrichtungen Leibniz-Institut und das Kristall-Institut, die einzelne Komponenten zuliefern und diese auch im Netzwerk weiterentwickeln bzw. Wissen und technologische Expertise dazu beisteuern, aber nicht wesentlich am Netzwerkentwicklungsprozess beteiligt sind. Neben diesen Akteuren bestehen noch vielfältige weitere Austausch- und F&E-Beziehungen zu weiteren Unternehmen und Forschungseinrichtungen in einem erweiterten RSS-Netzwerk, die jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf die Netzwerkentwicklung nehmen.

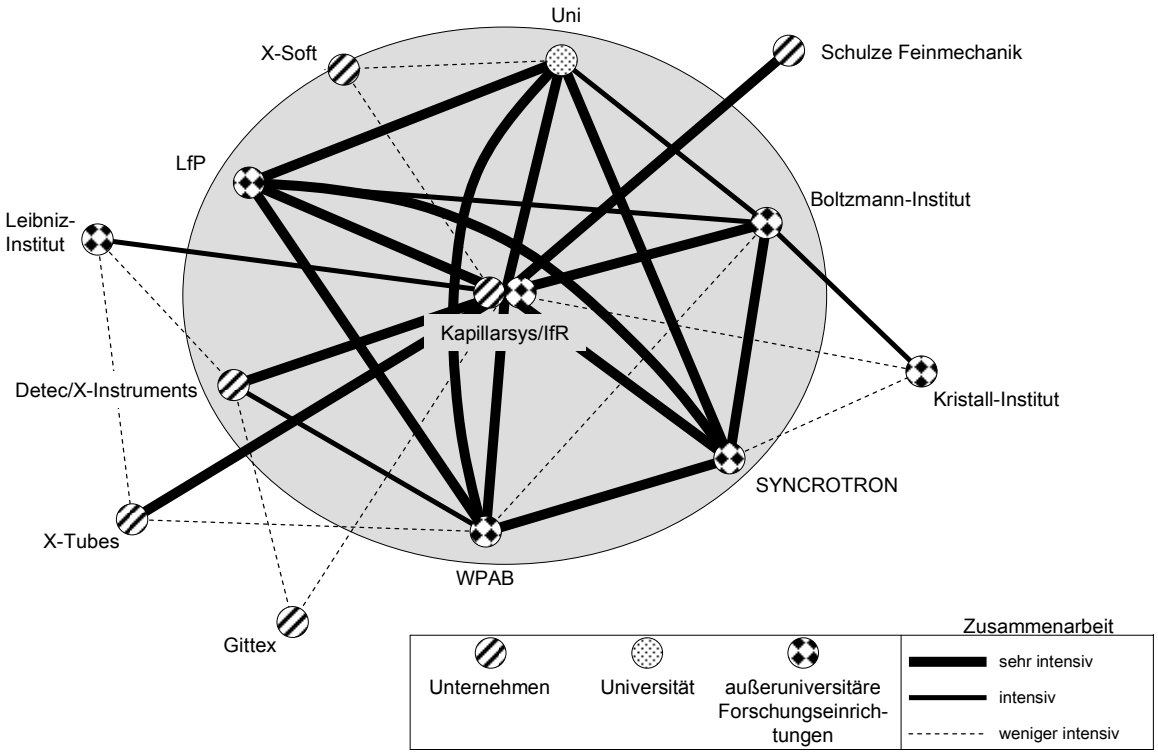


Abb. 49: Akteure[122] und Beziehungen im RSS-Netzwerk (Stand 2006, Quelle: IFV UVR)

[122] Die Akteure und Projektinhalte werden nachfolgend verändert und anonymisiert dargestellt.

Zur Förderung von Forschung und Bildung auf dem Gebiet der Röntgenanalytik und zur operativen Umsetzung gemeinsamer Technologieentwicklung wurde 1999 von einem Teil der Netzwerkakteure ein Verein, als gemeinnützige außeruniversitäre Forschungseinrichtung gegründet. Gemeinsam wird seit 2001 die Fachtagung Prozessnahe Röntgenanalytik (PRORA) durchgeführt. Der wesentliche Schwerpunkt der Arbeit des Vereins liegt jedoch in der Vorbereitung und Durchführung von kollaborativen wissenschaftlich-technischen F&E-Projekten zu neuen röntgenanalytischen Komponenten, Geräten und Verfahren, vornehmlich im Bereich der angewandten industriellen Forschung.

Aufgrund der Komplexität der Entwicklung derartiger Komponenten und Analysesysteme erscheint – trotz oder gerade wegen der nun notwendig zu entwickelnden interorganisationalen Netzwerkstruktur − eine effiziente Vernetzung der unterschiedlichsten Markt- und Technologiekompetenzen für Produkt- und Prozessinnovationen für die Akteure unumgänglich. Dabei wurde erkannt, dass eine hoch spezialisierte Arbeitsteilung und gleichzeitig kooperative Zusammenarbeit bei der Generierung und Vermarktung neuer innovativer Ideen in diesem High-Tech-Bereich nicht nur förderlich, sondern unverzichtbar ist. Wettbewerb wird domestiziert, indem insbesondere im vorwettbewerblichen Bereich zusammengearbeitet wird. Hierbei nahm die (Weiter-) Entwicklung der technologischen Roadmap eine Schlüsselrolle ein.

Prozesse der Innovationsgenerierung im RSS-Netzwerk

Im ersten Jahr der Formation des RSS-Netzwerkes wurde zunächst eine Reihe von Workshops organisiert, auf denen netzwerkinterne und -externe Experten die neuesten technologischen und marktlichen Entwicklungen der RSS-Technologie erläuterten. Daran anschließend wurden in einem weiteren Workshop, dem moderierten „Marktforum“, der auf die Entwicklung von OpTecBB ausgerichtet war und allen Schwerpunktgruppen einen Rahmen zum Austausch über Marktpotentiale der in der Region verfügbaren Technologien bot, Kooperationsprojekte in den einzelnen OpTecBB-Schwerpunkten identifiziert. In der Schwerpunktgruppe UV- und Röntgentechnologien wurden insbesondere Marktpotentiale auf dem Gebiet der Röntgenanalytik identifiziert und Projektideen generiert, die den Transfer neuer Technologien in marktfähige Produkte zum Ziel hatten. Es wurde damit begonnen, Technologie- und Markttrends sowie potentielle Applikationen für die in den Netzwerkorganisationen vorhandenen Kompetenzen in der sog. Technologischen Roadmap festzuhalten.

Bereits in der AdW war die besondere Bedeutung der Überwindung der Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und Anwendung bei der Entwicklung physikalischer Geräte erkannt worden. Zur damaligen organisationsinternen Verbindung von technologischen Kompe-

tenzen und „Markt“-Kompetenzen wurde ein Instrument entwickelt, der sog. „Rahmenplan“: „Also wenn ich das für das Gebiet der Elektronen-Resonanz-Spektroskopie nehme, da wurde ein Dokument erstellt, das ausweisen musste, wohin sich mit einiger Wahrscheinlichkeit die Grundlagenforschung entwickeln wird: ‚Was ist möglicherweise in drei bis fünf Jahren zu erwarten?’ Das war die eine Seite. Die zweite Seite war: ‚Was brauchen die Anwender, was braucht der Markt, was erwarten sie von uns, was muss über diese Entwicklung hinausgehen?’ Und dann wurde das Ganze in Bezug auf die Anwendung zur Deckung gebracht. (…) Und das muss sich einigermaßen harmonisch entwickeln. Wir sind mit diesem Themenprogramm hervorragend gefahren“ (Geschäftsführer Kapillarsys).

Im RSS-Netzwerk wurde diese Idee wieder aufgegriffen. Dabei wurde (weiterhin) insbesondere, auch und gerade im Bereich interorganisationaler Kooperation, auf eine enge Verzahnung zwischen Forschung, Entwicklung und Anwendung geachtet. Auf eine Netzwerkebene übertragen wurde – im Sinne einer „dormant capability“ (Baden-Fuller/Volberda 2001), also einer Rekreation früher schon einmal relevanter Fähigkeiten (vgl. Sydow et al. 2003, Abschnitt 4.2) – der „Rahmenplan“ aktuell zu einer Netzwerk-Roadmap weiterentwickelt: „Wir sind mit diesem Themenprogramm hervorragend gefahren. Dass die Unternehmen hier so schnell [auf dem Markt sind], also beispielsweise Detec, die waren innerhalb von fünf Jahren in Europa marktführend mit ihren Detektoren. Das war nur deshalb möglich, weil wir über Jahre die Märkte beobachtet haben und wussten, wohin das geht. Da habe ich nur gesagt, also, da es mal funktioniert hat, da machen wir das doch jetzt auch. Und deshalb diese Idee mit der Roadmap“ (Geschäftsführer Kapillarsys).

Neben der führenden Rolle des Kapillarsys Geschäftsführers im Netzwerkformationsprozess und im Prozess der Erstellung der ersten Roadmap war die durch den IFV bereitgestellte Infrastruktur (u. a. ein Koordinator) maßgeblich in diesem Prozess. Etwa zweimal pro Jahr trafen sich die Akteure, um in einer Positionsbestimmung über die aktuelle Forschung, den technologischen Hintergrund der Röntgenanalytik, gemeinsame Kooperationsprojekte und netzwerkexterne Wettbewerber zu referieren und zu diskutieren. Daraus abgeleitet wurden weitere Kooperationsprojekte initiiert sowie die Roadmap fortgeschrieben. Bei diesen Aktivitäten wurde das RSS-Netzwerk von einer fokalen Organisation, Kapillarsys, strategisch gesteuert. Die Roadmap-Aktivitäten im Schwerpunkt UVR bzw. im RSS-Netzwerk haben in der Wahrnehmung der Akteure innerhalb OpTecBBs heute Vorbildcharakter.

Im Rahmen des IFV UVR wurden neben den Vernetzungsaktivitäten verschiedene kooperative Innovationsprojekte, welche die oben angesprochenen Trends der Miniaturisierung und

Prozessintegration adressierten, wie z. B. das Verbundprojekt „Neue Methoden und Geräteentwicklungen der Röntgenfluoreszenzanalyse und Röntgendiffraktometrie für den Einsatz in Industrie und Forschung“ (Laufzeit: 1.7.2002 bis 30.08.2004), bearbeitet. In sechs Teilprojekten arbeiteten Kapillarsys, IfR, X-Tubes, Boltzmann-Institut, Detec, WPAB, LfP, X-Soft, die Berliner Universität, SYNCROTRON sowie Schulze Feinmechanik kooperativ zusammen, um in den einzelnen Arbeitspaketen Innovationen bei Röntgenquellen sowie bei hochauflösenden Röntgen- und Infrarot-Photonen-Detektoren, bei mobilen Röntgenanalytikgeräten, bei Methoden der zeitaufgelösten Röntgenanalytik, bei der Kopplung der Röntgenanalytik und der Rasterelektronenmikroskopie sowie bei Evaluations- und Quantifizierungssoftware für die Röntgenanalytik im vorwettbewerblichen Bereich zu erarbeiten und anschließend durch die beteiligten regionalen Unternehmen zu vermarkten. Der zeitliche Vorlauf des IFV UVR und die in seinem und im Rahmen der beginnenden Clusterentwicklung von OpTecBB in der Schwerpunktgruppe UVR erarbeiteten Projektideen waren funktional für die Beantragung der Fördergelder und die anschließende Projektbearbeitung.

Neben diesen anekdotisch berichteten interaktiven Innovationsprojekten wurden von den RSS-Netzwerkpartnern im betrachteten Zeitraum zahlreiche weitere Projekte, auch Industrieprojekte, bearbeitet. Dabei wird deutlich, dass sich ein Kern von RSS-Akteuren immer wieder in Projekten zusammenfindet, um sowohl Komponenten, ganze Geräte und röntgenanalytische Systeme, Methoden oder Software weiterzuentwickeln. Gemeinsamer Nenner in der Vielfalt der Innovationsprojekte ist die XRF- und XRD-Technologie. In diesem Bereich arbeiten in der Region Berlin-Brandenburg eine kritische Masse an Forschungseinrichtungen in der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung sowie Unternehmen auf dem Gebiet der industriellen Forschung, Produktion und Vermarktung, um die Innovationsaktivitäten in Gang zu halten. Die sehr gut in verschiedenen Beziehungsdimensionen vernetzten regionalen Akteure finden sich hierbei im begleitenden Roadmapprozess zusammen um sich parallel zu konkreten Projekten kontinuierlich auszutauschen.

Die Roadmap bildet eine Art vorgehaltenen Innovationsprojektideenpool. Die jeweiligen Kompetenzträger in den Forschungseinrichtungen und Unternehmen im RSS-Netzwerk berichten einerseits über die Technologie- und Markttrends auf den Roadmap-Treffen (zweimal pro Jahr) und schreiben diese in der Roadmap, dem netzwerkintern zur Verfügung gestellten-Dokument, nieder. Dabei gliederte sich die erste Roadmap in (1) allgemeine Ausgangssituation, (2) Röntgenquellen, (3) Röntgenoptiken, (4) Röntgendetektoren, (5) Energiedispersive Röntgenspektrometrie, (6) Röntgendiffraktometrie, (7) Energiedispersive Röntgendiffraktometrie, (8) Referenzmaterialien, Referenzverfahren, (9) Software für die Röntgenanalytik,

(10) Schichtanalytik, (11) Verbundprojekte im IFV UVR und (12) XUV-Technologien. Aus diesen Themenbereichen wurden nachfolgend Projektideen für gemeinsame Innovationsprojekte mit dem Ziel, marktfähige Produkte zu entwickeln, abgeleitet und umgesetzt. Dabei war Kapillarsys/IfR zumindest im Zeitraum zwischen 2000 und 2006 nicht nur Koordinator und Projektpartner in den meisten der RSS-Projekte (vgl. Abbildung 50) sondern führte das RSS-Netzwerk strategisch an.

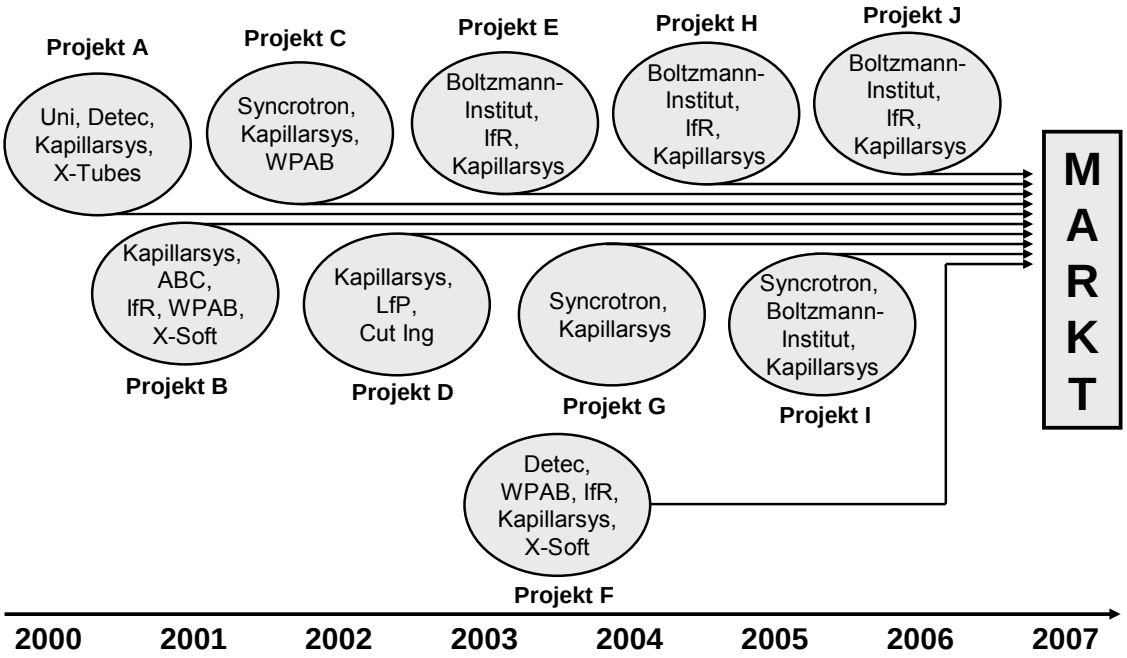


Abb. 50: Von der Roadmap beschriebene und vorhergesagte RSS-Projekte (Stand: 2003, Quelle: OpTecBB)

Bis heute hat die Roadmap ihre zentrale Bedeutung für die Koordination im RSS-Netzwerk behalten. Sie liegt bereits in der zweiten, überarbeiteten Version vor und steht bereits wieder vor der Aktualisierung durch die Netzwerkmitglieder. Zu den aktuellen Entwicklungen ist ein Generationswecksel in der offiziellen Führung des RSS-Netzwerkes zu zählen. So wurden die langjährigen Sprecher des Schwerpunktes UVR, der Geschäftsführer von Kapillarsys und einer der Direktoren des Boltzmann-Institutes, im Jahr 2007 durch die neu von den RSS-Netzwerkmitgliedern gewählten Sprecher abgelöst. Seither sind die Leiterein der Arbeitsgruppe Analytische Röntgenphysik an der Berliner Universität und eine Vertreter von X-Instruments Sprecher des Schwerpunktes UVR. Darüber hinaus wurde im Jahr 2008/09 eine Stiftungsprofessur im Bereich der Röntgenanalytik an der Universität eingereichtet, die maßgeblich durch RSS-Netzwerkmitglieder mitinitiiert und teilweise finanziert wurde.[123] Schließ-

[123] Die Stiftungsprofessur „Analytische Röntgenphysik“ wurde von 13 in- und ausländischen Unternehmen, der TSB und der Technischen Universität Berlin initiiert.

lich wird derzeit ein Röntgenanalytik-Applikationslabor an der Universität unter maßgeblicher Beteiligung des MBoltzmann-Institutes und der meisten der Stifterunternehmen aufgebaut. Das Applikationslabor soll neben eigener Forschung und Entwicklung einerseits die Ausbildungsmöglichkeiten und Technologietransfermöglichkeiten durch bereitgestellte neueste gerätetechnische Infrastruktur verbessern und andererseits eine Vermittlerrolle zwischen Unternehmen und der in der Region verteilten herausragenden Forschungsinfrastruktur einnehmen.

Rekursive Beeinflussung der Netzwerk- und der Clusterentwicklung

Die Aktivitäten im RSS-Netzwerk zeugen seit 2000 von einer hohen Stabilität des Netzwerkes, die in der regionalen Verankerung des Netzwerkes im gesamten Cluster der optischen Technologien in der Hauptstadtregion und in der äußerst ausgeprägten regionalen und überregionalen Vernetzung der RSS-Akteure begründet liegt. Die hohe Dichte im Beziehungsnetzwerk der RSS-Akteure in den verschiedenen Beziehungsdimensionen, die weit über dem Durchschnitt der anderen OpTecBB-Schwerpunktgruppen liegt, führt in der kohäsiven Gruppe dieser Akteure, wie Coleman (1988) es vorhersagte, zu sozialer Kontrolle. Hierbei spielt auch der überdurchschnittlich hohe Anteil an sich gegenseitig überlappenden Cliquen, in die RSS-Akteure im Cluster optischer Technologien in der Hauptstadtregion eingebettet sind, eine herausragende Rolle. Hieraus allein resultiert ein Mindestmaß an Vertrauen, das im Wissensaustauschprozess in den Innovationsprojekten erforderlich ist. Die enge Vernetzung führt zur Durchsetzung von Netzwerk- und Clusternormen. Auf diese berufen sich die RSS-Netzwerkmitglieder explizit oder implizit in ihrem alltäglichen Handeln in ihren Innovationsaktivitäten und reproduzieren sie dadurch unbewusst oder bewusst auf der Netzwerk- bzw. Clusterebene (vgl. auch Sydow/Windeler 1998). Fehlverhalten kann durch andere RSS-Netzwerkmitglieder sanktioniert werden. Die enge Netzwerkstruktur und die historisch gewachsenen vertrauensvollen Beziehungen, die trotz teilweise wettbewerblicher Momente zwischen einem Teil der RSS-Netzwerkmitglieder bestehen, ermöglicht die Vermittlung bei Problemen durch dritte Netzwerkakteure. Dies erscheint, für den effektiven Austausch von Wissen in Innovationsprojekten zwischen den Netzwerkpartnern von besonderem Vorteil zu sein. Diese Normen und Werte bestimmen und begrenzen das kooperative wie das wettbewerbliche Handeln der RSS-Akteure.

Betrachtet man nun die rekursive Beeinflussung der Netzwerk- und der Clusterentwicklung etwas genauer, so lassen sich zwei wesentliche Beeinflussungsrichtungen erkenn. Zunächst ist festzustellen, dass Entwicklungen auf der Ebene des gesamten Clusters die Entwicklung der

Netzwerke im Cluster und die Praktiken in ihnen beeinflusst. Ist es z. B. Ziel einer koordinierten Clusterentwicklung, konkrete Netzwerke zu initiieren und zu stabilisieren, in diesen Netzwerken Innovationsprojekte von fokussierten Gruppen von Clusterunternehmen und Forschungseinrichtungen bearbeiten zu lassen, wie dies bei OpTecBB der Fall war und ist, kann davon ausgegangen werden, dass auch Netzwerke entstehen, die dieser (Cluster-)Strategie folgen. Im Jahr 2003 konstatierte z. B. der Geschäftsführer von Kapillarsys: „Die Gründung von OpTecBB hat entscheidende Voraussetzungen für die Netzwerkbildung, insbesondere für die engeren Verbindungen zwischen Forschungsinstituten und Unternehmen geschaffen und mit der Erarbeitung der Roadmap wurde eine gemeinsame Plattform für die gezielte Entwicklung neuerer Produkte und Verfahren fixiert“.

Zusätzlich waren und sind OpTecBB-Veranstaltungen, also Veranstaltungen, organisiert auf der Clusterebene, immer so ausgerichtet, dass sie den bereits beschriebenen sozialen Raum für die Akteure bereitstellen, um sich auszutauschen und Beziehungen aufzubauen und zu pflegen. Als Beispiel können in diesem Zusammenhang die jährlich stattfindenden „Networking Days“ angeführt werden. Wie in 4.3.3 bereits erörtert, boten sie Gelegenheit clusterrelevante Probleme und Aktivitäten zu erörtern. Die „Networking Days“ waren aber gleichzeitig immer so ausgerichtet, dass die Mitglieder der Netzwerke im Cluster bzw. der Schwerpunktgruppen sich in separaten Workshops treffen und schwerpunktrelevante Probleme und Aktivitäten diskutierten konnten. Etwa ein Drittel der Zeit stand hierfür zur Verfügung. Insofern fördern die Aktivitäten auf der Clusterebene die Entwicklung des Beziehungsgeflechtes auf der Netzwerkebene.

Regeln und Normen, verankert auf der Clusterebene, die in Marshalls „industrial atmosphere“ bereits angesprochen sind, beeinflussen das Handeln der Akteure sowohl auf der Clusterebene als auch auf anderen Ebenen, nicht zuletzt eben gerade auf der Netzwerkebene. Die Anerkennung, dass die optischen Technologien für Berlin eine bedeutende Zukunftstechnologie darstellen, ermöglichte den Zugang zu öffentlicher Förderung sowohl auf der Cluster- als auch auf der Netzwerkebene. Auf der Clusterebene beteiligen sich sowohl der Berliner Senat als auch die Landesregierung Brandenburgs an der (finanziellen) Unterstützung des Netzwerkes OpTecBB, was wiederum einen Teil der Vernetzungsaktivitäten auf der Clusterebene erst ermöglicht. Auf der Netzwerkebene stehen den vernetzten Clusterorganisationen im Bereich der optischen Technologien, sofern sie förderwürdige Anträge einreichen, Technologiefördermittel zur Verfügung, die Initiierung, Durchführung und Verwertung kollaborativer Innovationsprojekte ermöglichen und somit die Beziehungen zwischen diesen Organisationen reproduzieren helfen.

Andererseits beeinflussen Entwicklungen auf der Ebene einzelner Netzwerke wiederum die Entwicklung auf der Clusterebene. Die Herausbildung leistungsfähiger innovativer interorganisationaler Netzwerke stärkt gleichzeitig das Cluster selbst durch Komplementaritätseffekte und verleiht dem Clustermanagement Legitimität im Handeln und Auftreten gegenüber politischen Akteuren und Vertretern der Regionalentwicklungsorganisationen.

Praktiken, die auf der Ebene einzelner Netzwerke erfolgreich oder nicht erfolgreich waren, können auch die Praktiken auf der Ebene des Clusters beeinflussen. Z. B. wurde die Entwicklung und Nutzung einer Roadmap durch einen Vertreter des RSS-Netzwerkes bei einer OpTecBB-Veranstaltung als „good practice“ präsentiert. Die darauf folgende Diskussion auf der Clusterebene resultierte u. a. darin, dass nun auf Clusterebene eine Art Roadmap, das Strategiepapier „Masterplan für die optischen Technologien“ entwickelt wurde. Dieses Papier wurde in Teilbereichen wiederum von den Netzwerken im Cluster mit Inhalten gefüllt. Diese Aktivitäten auf der Clusterebene animierten in der Folge wiederum OpTecBB-Scherpunktgruppen dazu, eigene Roadmaps zu entwickeln, um das innovationsbezogene Handeln zu strukturieren.

Diese anekdotischen Beispiele verdeutlichen den rekursiven Einfluss zwischen den verschiedenen Betrachtungsebenen, die es in der Analyse von Netzwerken in Clustern zu berücksichtigen gilt. Die relationale Perspektive richtet ihren analytischen Fokus auf Beziehungsgeflechte im Cluster und ermöglicht somit simultan diese beiden Ebenen zu berücksichtigen.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

5.1 Zusammenfassung

Insgesamt kann für das sich in Berlin-Brandenburg entwickelnde Cluster optischer Technologien sowie für die sich in diesem Cluster entwickelnden interorganisationalen Netzwerke festgehalten werden, dass der aktuelle Entwicklungsprozess wesentlich von früheren Entwicklungen in der Region – der langen Optik-Tradition, aber auch dem Niedergang und der Spaltung des Feldes in Folge des Zweiten Weltkriegs sowie der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten und der beiden Teile Berlins – beeinflusst ist. Mit anderen Worten gilt die für Historiker und Sozialwissenschaftlicher wenig überraschende Diagnose: „history matters".

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich nicht um eine klassische betriebswirtschaftliche Arbeit. Vielmehr bewegt sie sich an den Schnittstellen der Wirtschaftswissenschaft, der Wirtschaftsgeographie, der Soziologie und der Geschichtswissenschaft. Gleichzeitig soll sie eine umfassende Bestandsaufnahme der Entwicklung des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg darstellen und als Referenz und Ausgangspunkt für weitere Arbeiten in diesem Bereich dienen.

Der interdisziplinäre Charakter dieser Arbeit spiegelt sich auch in den verwendeten Konzepten und Methoden wider. Ausgehend von in der traditionellen Wirtschaftsgeographie diskutierten Konzepten der regionalen Agglomeration, wurde ein Überblick über verschiedene heute in der betriebswirtschaftlichen, wirtschaftsgeographischen und soziologischen Clusterforschung diskutierte Ansätze erarbeitet. Hieraus wurde die Bedeutung von *Netzwerken in Clustern* abgeleitet und eine relationale Perspektive erörtert. Aus dieser Perspektive, die Beziehungsgeflechte und die Einbindung von Clusterakteuren in Beziehungsgeflechte ernst nimmt, wurden Hypothesen abgeleitet. Hierbei interessierte die Beziehung zwischen der Netzwerkintegration von Unternehmen im regionalen Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg und deren Innovationsgenerierung. Es wurden Hypothesen aufgestellt, wonach die Zentralität von Clusterunternehmen und deren Einbindung in multiplex überlappende Cliquen den Innovationsoutput dieser Unternehmen befördern. Bezogen auf Zentralität der Clusterunternehmen konnte nur eine schwache positive Beziehung zwischen der Anzahl direkter Beziehungen, die ein Clusterunternehmen mit anderen Clusterorganisationen unterhält und dessen Innovationsoutput nachgewiesen werden. Hingegen wies die Einbindung von

Clusterunternehmen in multidimensional überlappende Cliquen eine starke positive Beziehung zu deren Innovationsoutput auf.

Neben der Analyse dieses Zusammenhangs konnte die Beziehungsstruktur von OpTecBB, einem wesentlichen Teil des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg, in seiner Veränderung über drei Zeitpunkte analysiert werden. Die Nutzung der strukturellen Netzwerkanalyse als methodischen Zugang ermöglichte dabei auch Einsichten in die Veränderung der Netzwerkpositionen von Clusterakteuren. Anhand eines konkreten Falles, dem RSS-Netzwerk, konnten schließlich die Netzwerkdynamiken bei kollaborativer Innovationsgenerierung sowie die rekursive Beeinflussung von Netzwerk- und Clusterentwicklung nachgezeichnet werden.

Neben diesem Netzwerk sind im Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg noch weitere vielfältige, innovative und projektbasierte Netzwerke identifizierbar, die einen weiteren dynamischen und diversen Verlauf deutlich wahrscheinlicher machen als eine Hyperstabilisierung mit der potenziellen Folge eines Lock-in, auch wenn eine beliebige Umkehr aufgrund der tiefen historischen Wurzeln der regionalen Entwicklung nicht denkbar ist (dazu auch Tödtling/Trippl 2004). Freilich muss bemerkt werden, dass interorganisationale Netzwerke, insbesondere wenn sie – was oft das Ziel entsprechender Entwicklungsprozesse ist – eng gekoppelt, dicht und stabil sind, gerade eine Ursache für eine problematische „overembeddedness“ (Uzzi 1997) im Allgemeinen und für technologische, institutionelle und/oder (inter-) organisationale Pfadabhängigkeiten (Sydow/Lerch 2007b) auf der Clusterebene im Besonderen sein können. Insoweit bleibt Raum für eine sorgfältige, idealer Weise parallele, Bewertung und Begleitung im Rahmen eines reflexiven Cluster- und Netzwerkentwicklungsprozesses.

5.2 Kritische Würdigung des Untersuchungsdesigns – Limitationen der vorliegenden Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wurden eine Vielzahl an Datenquellen zugänglich gemacht und sowohl quantitative als auch qualitative Daten ausgewertet. Zudem wurden, durch die Einnahme nicht nur einer dynamischen, sondern einer historischen Perspektive, die Netzwerkdynamiken im Cluster – die Entwicklung des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg – sehr detailliert nachgezeichnet. Weiterhin konnten relationale Daten in ver-

schiedenen Dimensionen zwischen den OpTecBB-Mitgliedsorganisationen zu drei Zeitpunkten erhoben und ausgewertet werden.

Der Datensammelleidenschaft des Autors waren jedoch auch Grenzen gesetzt. So konnten aus forschungspragmatischen und ressourcenbedingten Gründen nicht die Beziehungsdaten aller ca. 300 Clusterorganisationen über mehrere Zeitpunkte hinweg und deren wesentliche Attributsdaten (Alter, Umsatz/Budget, Mitarbeiterzahlen, Innovationskennzahlen etc.) zu diesen Zeitpunkten gesammelt werden. Auch konnten keine clusterexternen Verbindungen in die Analyse mit einbezogen werden – und die Analyse bleibt auf ein regionales Cluster beschränkt.

Die in dieser Arbeit mit den zur Verfügung stehenden Daten angestellte Analyse des Einflusses der Netzwerkintegration von Clusterunternehmen auf den Innovationsoutput dieser Unternehmen weist auch innerhalb dieses Rahmens gewisse Limitationen auf. Zunächst konzentrierte sich diese Analyse lediglich auf 37 Unternehmen aus dem Cluster der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg. Während die Ergebnisse repräsentativ für die Optik-Unternehmen in diesem Cluster sind, können doch nur 37 Unternehmen eines bestimmten Clusters analysiert werden. Aus diesem Grund ist die Generalisierbarkeit für andere Unternehmen in anderen Regionen und in anderen Branchen eingeschränkt. Die Erhebung eines vollständigen Datensets (Beziehungs- *und* Attributsdaten) für alle Organisationen eines bestimmten Clusters zu mehreren Zeitpunkten ist wünschenswert, jedoch sehr schwer zu realisieren. Die durchgeführte Analyse erfasst die Beziehung zwischen dem Involvement der Akteure im Netzwerk und deren Innovation zu lediglich einem Zeitpunkt. Daher konnte die relative Bedeutung von dyadischen versus cliquenbasierten Beziehungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten bzw. zu verschiedenen Phasen des Netzwerk- und Clusterlebenszyklus nicht untersucht werden.

Ernst et al. (2001) hoben in ihrer empirischen Analyse die Bedeutung von clusterexternen Verbindungen, in denen Wissen ausgetauscht wird, in dynamischen Umwelten hervor. Boschma und ter Wal (2007) konnten zeigen, dass lokal vernetzte Akteure innovativer sind als weniger vernetzte Akteure. Dieser Befund konnte aber auch in Bezug auf clusterexterne Vernetzung festgestellt werden. Insofern scheint es nicht auszureichen, nur lokal vernetzt zu sein. An dieser Stelle weist diese Arbeit eine entscheidende weitere Limitation auf, da nur Beziehungsdaten der clusterinternen Vernetzung erhoben wurden und in der strukturellen Analyse herangezogen werden konnten.

Im Allgemeinen konzentriert sich die vorliegende Fallstudie auf ein Cluster einer bestimmten Branche in einer bestimmten Region sowie auf ein Netzwerk in diesem Cluster. Hierbei stellt sich generell die Frage der Übertragbarkeit der Ergebnisse. Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten. Bei den in dieser Fallstudie angetroffenen Netzwerkdynamiken im Cluster könnte es sich um ein sehr spezifisches Phänomen der optischen Technologien, einer Querschnittstechnologie, in einer von historisch bedingten Brüchen und Transformationen gekennzeichneten Region handeln. Netzwerkdynamiken wurden zwar aus einer relationalen Perspektive allgemein beschrieben, der Verlauf und die Ergebnisse von Netzwerk- und Clusterentwicklungsprozessen können aber in anderen Regionen und/oder anderen Branchen bzw. Technologiebereichen vollkommen anders ausfallen. Zumindest der Analyserahmen und die erarbeitete relationale Perspektive können aber, im Sinne einer analytischen Generalisierbarkeit (Yin 1989, 38), auf andere Netzwerk- und Clusterkontexte übertragen werden.

Die eingenommene historische Perspektive lädt dazu ein, wie dies schlaglichtartig an vereinzelten Stellen dieser Arbeit bereits geschehen ist, eine stärker pfadtheoretisch informierte Analyse des Clusters der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg durchzuführen. Da sich diese Arbeit auf die relationale Perspektive beschränkt hat, muss die Analyse von selbstverstärkenden Mechanismen, also von „agglomeration economies“, direkten und indirekten Netzwerkeffekten, Lerneffekten, vor allem aber auch der Koordinations- und Komplemen¬taritäts¬effekten der Technologien, Institutionen und Organisationen bzw. interorganisationalen Netzwerke auf und zwischen verschiedenen Analyseebenen weiteren Arbeiten vorenthalten bleiben.

5.3 Implikationen für die Netzwerk- und Clusterforschung sowie für das Management von Netzwerken in Clustern

Genauso wie die Analysen dieser Studie Antworten auf die gestellten Forschungsfragen bereithalten, werfen die Ergebnisse dieser Arbeit neue Fragen auf. Gleichzeitig konnten viele Themenbereiche, sowohl bezüglich des bearbeiteten empirischen Falles als auch hinsichtlich der verwendeten theoretischen Konzepte, nur angerissen werden.

Aus der Limitation, dass in der vorliegenden Arbeit lediglich ein Cluster in einer bestimmten Region in den Analysefokus genommen werden konnte, ergibt sich die Empfehlung, weitere Cluster, zunächst in der Region Berlin-Brandenburg, und Netzwerke in ihnen, bezüglich der Netzwerkdynamiken im Cluster zu untersuchen und bei gleichen institutionellen und regio-

nalpolitischen Rahmenbedingungen zu vergleichen. Zukünftige Untersuchungen sollten weitere Cluster der optischen Technologien in den Vergleich mit einbeziehen. In Deutschland bietet sich hierzu zunächst ein günstiger Zugang über die Kompetenznetze im Bereich der optischen Technologien, die im „Netz der Netze“, im OptecNet Deutschland e.V., organisiert sind.

Die Erkenntnis, dass Netzwerkintegration durch überlappende Cliquen in einem starken Zusammenhang mit dem unternehmensbezogenem Innovationsoutput in regionalen Clustern steht, hat bedeutende Implikationen für die Weiterentwicklung von Netzwerk- und Clustertheorien.

Im Bereich theoretischer Weiterentwicklungen verweisen die Forschungsergebnisse dieser Arbeit auf die herausragende Bedeutung von Beziehungsnetzwerken. In der Innovationsforschung im Allgemeinen und der Untersuchung der unternehmensbezogenen Innovationen in regionalen Clustern im Besonderen sind diese Beziehungsstrukturen zu berücksichtigen. Aktuelle Arbeiten der Innovationsforschung unterstützen diese Forderung mit dem Befund, dass „…a firm does not innovate in isolation, but depends on extensive interaction with its environment“ (Fagerberg 2006, 20). Diese Arbeit bildet einen Beitrag zu vorhergehenden Arbeiten, die Innovationen in Netzwerken betrachten (Powell et al. 1996; Ahuja 2000), indem sie zu der sich entwickelnden relationalen Perspektive auf Innovationen beiträgt. Die Analyseergebnisse legen nahe, dass beim Untersuchungsdesign nicht nur dyadische Beziehungen zu berücksichtigen sind, sondern, dass reichhaltigere Netzwerkbeziehungen in den Analysefokus rücken sollten. Derartige Netzwerkbeziehungen finden sich in Cliquen und insbesondere in multiplex überlappenden Cliquen. Forschung zu diesen Fragestellungen existiert bis dato nur in sehr eingeschränktem Maße (Provan/Sebastian 1998) – im betriebswirtschaftlichen Kontext gar nicht. Die Fokussierung auf cliquenbasierte Verbindungen erscheint besonders bedeutsam in regionalen Clustern, in denen Wissenstransfer als kritisch gelten und Innovationen zu den erwarteten Ergebnissen von Netzwerken in Clustern zählen. Es ist wahrscheinlich, dass derart multiplexe, in der Sozialstruktur tief verankerte Beziehungen zum Aufbau von Sozialkapital der am Netzwerk beteiligten Clusterorganisationen beitragen. Insofern wird Colemans Argument, dass sich Sozialkapital durch eine enge Vernetzung der Akteure ergibt, durch die vorliegende Analyse unterstützt. Gleichzeitig bleibt festzuhalten, dass diese Strukturen, insbesondere die eng durch multiplex überlappende Cliquen vernetzten Subgruppen, die in regionalen Clustern existieren (Netzwerke im Cluster), durch die alltäglichen Innovationsaktivitäten immer wieder reproduziert werden müssen (Giddens 1984).

Bezogen auf die Entwicklung interorganisationaler Netzwerke im Cluster kann ebenfalls weiterer Forschungsbedarf identifiziert werden. Hier sei insbesondere auf die Betrachtung der Dynamik von Netzwerkstrukturen allgemein und in Clustern im Besonderen verwiesen. Die aktuellen Arbeiten im Bereich der strukturellen Netzwerkanalyse von Snijders (1996, 2001) und Snijders et al. (2007) zur stochastischen akteursbasierten dynamischen Netzwerkanalyse weisen hier in eine interessante Richtung, die über rein komparativ-statische Untersuchungen hinausgeht. Hierzu sind entsprechende Daten zu erheben. Eine Verknüpfung dieser Forschungsrichtung mit der in dieser Arbeit angestellten Analyse des Einflusses der Beziehungsstruktur auf Innovationsoutputs von Clusterunternehmen erscheint vielversprechend. So könnte eine Dynamisierung der Fragestellung auch die Veränderung der Netzwerkposition der Clusterakteure über mehrere Zeitpunkte berücksichtigen und erklären, welche Beziehung zwischen Veränderung der Netzwerkposition und Innovationsoutput besteht.

Die Messung von Innovationsoutput erfolgte in dieser Arbeit auf der Ebene der Organisation bzw. auf der Ebene des Clusterunternehmens. Weitere Studien sollten aber auch auf die Beziehung zwischen Netzwerkstruktureigenschaften und Netzwerkoutput in regionalen Clustern fokussieren. Hierzu sind jedoch nicht nur die Kausalitäten zwischen Netzwerkstruktur und Netzwerkoutput (z. B. Netzwerkperformanz) bzw. zwischen Netzwerkoutput und Netzwerkstruktur konzeptionell zu erklären, sondern auch zu erörtern, wie Netzwerkoutputs zu operationalisieren und zu messen sind.

In der vorliegenden Analyse des Einflusses der Netzwerkintegration auf den Innovationsoutput von Clusterunternehmen wurden nur wenige, weit verbreitete unternehmensspezifische Kontroll- und Einflussvariablen in das Modell aufgenommen. Weitere unternehmensspezifische Faktoren dürften die Innovativität von Clusterunternehmen beeinflussen. Faktoren wie „absorptive capacity“ (Cohen/Levinthal 1990) wurden in der vorliegenden Analyse jedoch nicht berücksichtigt, da der Analysefokus hier auf regionalen Clustern und der Netzwerkintegration der Unternehmen in Clustern lag und nicht auf den Lerneigenschaften von Organisationen per se (vgl. Argote 1999). Derart unternehmensspezifische Faktoren haben jedoch ebenfalls Einfluss auf die Fähigkeiten der Clusterunternehmen, Informationen und Wissen, das im Cluster „in der Luft“ liegt (Marshall 1890), aufzunehmen und zu verarbeiten. Daher sollten sie in weiteren Untersuchungen einer relationalen Perspektive in die Analysen mit aufgenommen werden.

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen haben ferner wichtige Implikationen für das Management von regionalen High-Tech-Clustern und von Netzwerken in derartigen Clustern.

Für die Managementpraxis interorganisationaler Netzwerke im Allgemeinen und in regionalen Clustern im Besonderen bedeutet dies, dass Clustermanagement durch eine Cluster- oder Netzwerkgeschäftsstelle ausreichenden sozialen Raum zur Verfügung stellen sollte, der die Beförderung des Aufbaues und der Aufrechterhaltung von komplexen, interdisziplinären und multiplexen, eng vernetzten Beziehungsstrukturen zwischen den Clusterakteuren ermöglicht. Im in dieser Arbeit untersuchten Cluster konnte das Clustermanagement (Vorstand und Geschäftsstelle) sowie in einigen Bereichen die Sprecher der Netzwerke im Cluster (OpTecBB-Subgruppen) derart sozialen Raum bereitstellen bzw. organisieren, sodass sich Vertreter von Clusterorganisationen kennenlernen konnten, Vertrauen zwischen ihnen sich entwickelte, Projektideen entwickelt und zur Umsetzung geführt wurden und schließlich in vielen Fällen auch Innovationen in den Markt eingeführt werden konnten. Hierzu sind Veranstaltungen wie die beobachteten „Networking Days“ oder im Rahmen der Reihe „Mitglieder stellen sich vor“ von entscheidender Bedeutung. Nicht zu vernachlässigen sind jedoch Projekte bzw. die Bereitstellung von Finanzierungsmöglichkeiten für Innovationsprojekte. Hierfür sind innovative Förderinstrumente der Regionalentwicklungsorganisationen und Investitions- und Landesbanken zu fordern.

Eine Mehrebenenperspektive auf Netzwerkdynamiken im Cluster impliziert zudem, dass Entwicklungsmaßnahmen auf der Netzwerk- und/oder der Clusterebene immer auch Einfluss auf Entwicklungsprozesse auf anderen Ebenen haben. Darüber sollte sich ein Netzwerk- und Clustermanagement bewusst sein und Vernetzungsaktivitäten gezielt darauf ausrichten. Die Vorstellung von Netzwerk-„good practice“ und Diskussion auf Clusterebene könnte eine derartige Maßnahme darstellen.

Ferner ist das Netzwerk- und Clustermanagement immer auch durch technologische, institutionelle und/oder (inter-)organisationale Rahmenbedingungen, in manchen Fällen gar durch Pfadabhängigkeiten, begrenzt. Derart historische Bedingungen ermöglichen aber gleichzeitig vielfältige Handlungsoptionen. Eine begleitende Beobachtung der Netzwerk- und Clusterentwicklung kann indes die notwendigen Informationen bereitstellen, die für eine reflexive Netzwerk- und Clusterentwicklung erforderlich sind.

Literaturverzeichnis

Ackermann, R. (2001): Pfadabhängigkeit, Institutionen und Regelreform. Tübingen: Mohr Siebeck.

Adler, P.S./Kwon, S.-W. (2002): Social capital – Prospects for a new concept. In: Academy of Management Review 27(1), 17-40.

Ahuja, G. (2000): Collaboration networks, structural holes, and innovation: a longitudinal study. In: Administrative Science Quarterly 45(3), 425-455.

Ahuja, G./Katila, R. (2001): Technological acquisition and the innovative performance of acquiring firms: A longitudinal study. In: Strategic Management Journal 22(3), 197-220.

Albrecht, K. (1925): Die Geschichte der Emil Busch A.-G.: Optische Industrie, Rathenow, vom wirtschaftswissenschaftlichen Standpunkt. Ein Beitrag zur Erkenntnis der Struktur des Wirtschaftslebens. Erfurt: Richters.

Albrecht, K. (1928): Eduard Duncker. Geschichte seines Wirkens. Weimar: Borkmann.

Albrecht, K. (1944): Bericht über die Maßnahmen zur Produktionssteigerung und Warenbewirtschaftung in der Optik, Feinmechanik und Medizintechnik. Zweite, auf den Stand von Anfang 1944 ergänzte Fassung. Berlin.

Alonso, W. (1964): Location and land use. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Amin, A. (1999): An institutionalist perspective on regional economic development. In: International Journal of Urban and Regional Research 23(2), 365-378.

Amin, A. (Hrsg.) (1994): Post-Fordism: A reader. Oxford: Blackwell.

Amin, A./Robins, K. (1990) The re-emergence of regional economies? The mythical geography of flexible accumulation. In: Environment and Planning. D: Society and Space 8, 7-34.

Amin, A./Robins, K. (1991): These are not Marshallian times. In: Camagni, R. (Hrsg.): Innovation networks: Spatial perspectives. London: Belhaven Press, 105-118.

Amin, A./Thrift, N. (1994): Living in the global. In: Amin, A./Thrift, N. (Hrsg.): Globalization, institutions, and regional development in Europe. Oxford u.a.: Oxford University Press, 1-22.

Anderson, A.R./Jack, S.L. (2002): The articulation of social capital in entrepreneurial networks. A glue or a lubricant? In: Entrepreneurship and Regional Development 14 (3), 193-210.

Andersson, T./Schwaag Serger, S./Sörvik, J./Wise Hansson, E. (2004): The cluster policies whitebook. Malmö: IKEP.

André, G. (2004): 25 Jahre Synchrotronstrahlung in Adlershof. In: Adlershof News: http://www. Adleshof.de/index.php?id=146&tx_ttnews%5Btt_news%5D=1767&tx_ttnews%5 BbackPid%5D=199&cHash=d07a85d5d2 (24.09.04).

Andriani, P./Jones, C./Perkmann, M./De Propris, L./Sena, V./Delbridge, R./Möslein, K./Neely, A. (2005): Challenging clusters: The prospects and pitfalls of clustering for innovation and economic development. London: Advanced Institute of Management (AIM) Research.

Archer, M./Bhaskar, R./Collier, A./Lawson, T./Norrie, A. (Hrsg.) (1998): Critical realism. Essential reading. London, New York: Routledge.

Argote, L. (1999): Organizational learning: Creating, retaining and transferring knowledge. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.

Arizona Optics (1999): A targeted industry summery report.

Arthur, W.B. (1989): Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. In: Economic Journal 99(394), 116-131.

Arthur, W.B. (1990): 'Silicon Valley' locational clusters: When do increasing returns imply monopoly? In: Mathematical Social Science 19(3), 235-251.

Arthur, W.B. (1994): Increasing returns and path dependency in the economy. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Asheim, B.T. (1995): Industrial districts as 'learning regions': A condition for prosperity. STEP Report, Präsentation vor der IGU Commission 'interdependent and uneven development: Global-local perspectives', 7.-11. August 1995, Seoul, Süd Korea; und auf der ESST Konferenz: "The ESST research agenda for the year 2000", 15.-17. September 1995 in San Sebastian, Spanien.

Asheim, B.T. (1996): Industrial districts as 'learning regions': A condition for prosperity. In: European Planning Studies 4(4), 379-400.

Asheim, B.T./Cooke, P./Martin, R. (Hrsg.) (2006): Clusters and regional development. Critical reflections and explorations. London, New York: Routledge.

Asheim, B.T./Gertler, M.S. (2005): The geography of innovation: Regional innovation systems. In: Fagerberg, J./Mowery, D.C./Nelson, R.R. (Hrsg.): The Oxford handbook of innovation. Oxford: Oxford University Press, 291-317.

Asheim, B.T./Herstad, S.J. (2003): Regional innovation systems and the globalising world economy. SPACES 2003-12. Marburg: Fachbereich Geographie, Universität Marburg.

Asheim, B.T./Isaksen, A. (1997): Location, agglomeration and innovation: Towards regional innovation systems in Norway? In: European Planning Studies, 5(3), 299-330.

Asheim, B.T./Isaksen, A./Nauwelaers, C./Todtling, F. (Hrsg.) (2003): Regional innovation policy for small-medium enterprises. Cheltenham U.K. u.a.: Elgar.

Atkinson, J. (1984 wieder veröffentlicht 1994): Flexibility, uncertainty and manpower management. Brighton: The Institute for Employment Studies (IES) Report 89.

Audretsch, D.B. (1998): Agglomeration and the location of innovative activity. In: Oxford Review of Economic Policy 14(2), 18-29.

Audretsch, D.B./Feldman, M.P. (1996): Knowledge spillovers and the geography of innovation and production. In: American Economic Review 86(3), 630-640.

Auer, J. (2000): Wachstumsbranche Lasertechnik: Deutschland vorne. Deutsche Bank Research. Frankfurt.

Autio, E. (1998): Evaluation of RTD in regional systems of Innovation. In: European Planning Studies 6(2), 131-140.

Aydalot, P. (Hrsg.) (1986): Milieux innovateurs en Europe. Paris: GREMI.

Baden-Fuller, C./Volberda, H.W. (2001): Dormant capabilities, complex organizations and renewal. In: Sanchez, R. (Hrsg.): Knowledge management and organizational competence. Oxford: Oxford University Press, 114 136.

Baden-Fuller, C./Winter, S.G. (2005): Replicating organizational knowledge: Principles or templates? The Papers on Economics and Evolution, Nr. 0515. Jena: MPI Evolutionary Economics Group.

Baker, W. (1990): Market networks and corporate behaviour. In: American Journal of Sociology 96(3), 589-625.

Baptista, R. (1998): Clusters, innovation, and growth: A survey of the literature. In: Swann, G.M.P./Prevezer, M./Stout, D. (Hrsg.): The dynamics of industrial clustering: International comparisons in computing and biotechnology. Oxford u.a.: Oxford University Press, 13-51.

Baptista, R. (2003): Productivity and the density of regional clusters. In: Bröcker, J./Dohse, D./Soltwedel, R. (Hrsg.): Innovation clusters and interregional competition. Berlin: Springer, 163-181.

Baptista, R./Swann, P.G.M. (1998): Do firms in clusters innovate more? In: Research Policy 27(5), 525-540.

Bär, J. (1994): Oberspreewerk 1945-52. In: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte 39(3), 145-164.

Barnes, T.J. (2001): On theory, history, and anoraks. In: Antipode 33(2), 162-168.

Barnes, T.J. (2002): Critical notes on economic geography from an aging radical. Or radical notes on economic geography from a critical age. In: ACME: An International E-Journal for Critical Geographies (www.acme-journal.org), 1(1), 8-14.

Barnes, T.J./Gertler, M.S. (Hrsg.) (1999): The new industrial geography: Regions, regulation and institutions. London, New York: Routledge.

Barney, J.B. (1991): Firm resources and sustained competitive advantage. In: Journal of Management 17(1), 99-120.

Bathelt, H. (1998): Regionales Wachstum in vernetzten Strukturen: Konzeptioneller Überblick und kritische Bewertung des Phänomens “Drittes Italien”. In: Die Erde 129, 247-271.

Bathelt, H. (2001): Regional competence and economic recovery: Divergent growth paths in Boston’s high technology economy. In: Entrepreneurship & Regional Development 13(4), 287-314.

Bathelt, H. (2004): Toward a multidimensional conception of clusters: The case of the Leipzig media industry, Germany. In: Power, D./Scott, A. J. (Hrsg.): Cultural industries and the production of culture. London: Routledge, 147-168.

Bathelt, H. (2005): Cluster relations in the media industry: Exploring the „distanced neighbor“ paradox in Leipzig. In: Regional Studies 39(1), 105-127.

Bathelt, H. (2006): Geographies of production. Growth regimes in spatial perspective 3 – Toward a relational view of economic action and policy. In: Progress in Human Geography 30(2), 223-236.

Bathelt, H./Glückler, J. (2000): Netzwerke, Lernen und evolutionäre Regionalentwicklung. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 44(3-4), 167-182.

Bathelt, H./Glückler, J. (2002): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. Stuttgart: Ulmer.

Bathelt, H./Glückler, J. (2003): Zur Bedeutung von Ressourcen in der relationalen Wirtschaftsgeographie. Von einer substanzialistischen zu einer relationalen Perspektive. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 47(3/4), 249-267.

Bathelt, H./Glückler, J. (2003b): Toward a relational economic geography. In: Journal of Economic Geography 3(2), 117-144.

Bathelt, H./Malmberg, A./Maskell, P. (2004): Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. In: Progress in Human Geography 28(1), 31-56.

Bathelt, H./Taylor, M. (2002): Clusters, power and place: Inequality and local growth in time-space. In: Geografiska Annaler 84(2), 93-109.

BCG – The Boston Consulting Group (2004): Evaluierung und Neuordnung der Wirtschaftsförderung in Berlin. Unveröffentlichtes Gutachten.

Beaudry, C./Breschi, S. (2003): Are firms in clusters really more innovative? In: Economics of Innovation & New Technology 12(4), 325-342.

Becattini, G. (1990): The Marshallian industrial district as a socio-economic notion. In: Pyke, F./Becattini, G./Sengenberger, W. (Hrsg.): Industrial districts and inter-firm co-operation in Italy. Genf: International Institute of Labour Studies, 37-51.

Becattini, G. (1991): The industrial district as a creative milieu. In: Benko, G./Dunford, M. (Hrsg.): Industrial change and regional development: The transformation of New Industrial Spaces. London, New York: Belhaven Press, 102-114.

Becattini, G. (2002): Industrial sectors and industrial districts: Tools for industrial analysis. In: European Planning Studies 10(4), 483-493.

Becattini, G. (2004): Industrial Districts. A new approach to industrial change. Cheltenham, Northampton, MA: Elgar.

Becker, E. (1983): Biographische Skizze: Ernst Schiebold. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Magdeburg 27(3). www.uni-magdeburg.de/uniarchiv/biographien/schiebold.pdf (15.05.2008).

Beernaert, D. (2006): Photonics21 and Photonics in FP7. Präsentation auf dem Jahrestreffen der Photonics21 in Brüssel am 5. Dezember 2006. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/docs/ph21eu-components-beernaert_en.pdf (29.12.2006).

Bell, G.G. (2005): Clusters, networks, and firm innovativeness. In: Strategic Management Journal 26(3), 287-295.

Bellandi, M. (1989): The role of small firms in the development of Italian manufacturing industry. In: Goodman, E./Bamford, J./Saynor, P. (Hrsg.): Small firms and industrial districts in Italy. London, New York: Routledge, 31-68.

Bendavid-Val, A. (1992): Regional and local economic analysis for practitioners. New York: Praeger.

Berg, S./Duncan, J./Friedman, P. (1982): Joint venture strategies and corporate innovation. Cambridge, MA: Oelgeschlager, Gunn & Hain.

Berger, P.L./Luckmann, T. (1980): Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit: Eine Theorie der Wissenssoziologie. Frankfurt am Main: Fischer-Taschenbuch-Verl..

Bergman, E.M. (2007): Cluster life-cycles: An emerging synthesis. SRE-Diskussionspapier 2007/04.

Bergman, E.M./Charles, D./den Hertog, P. (2001): In pursuit of innovative clusters. In: OECD (Hrsg.): Innovative clusters: Drivers of national innovation systems. Paris: OECD, 7-15.

Bergman, E.M./Feser, E.J. (1999a): Industrial and regional clusters: Concepts and comparative applications. The web book of regional studies, West Virginia University. http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Bergman-Feser/contents.htm (28.03.2008).

Bergman, E.M./Feser, E.J. (1999b): Industry clusters: A methodology and framework for national and regional development policy in the United States. In: OECD (Hrsg.): Boosting innovation: The cluster approach. Paris: OECD, 243-268.

Berliner Senat (2002): Fördergelder für Forschungsprojekte bewilligt: 2,4 Millionen Euro für optische Technologien. Pressemitteilung der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Arbeit und Frauen vom 27. Dezember 2002. http://www.berlin.de/landespressestelle/archiv/2002/12/27/10114/index.html (27.12.2002).

Berliner Senat (2006): Berliner Landes-Innovationsbericht. http://www.berlin.de/imperia/md/content/senatsverwaltungen/senwaf/publikationen/innobericht.pdf (10.10.2006).

Berliner Wirtschaftsgespräche e.V. (2009): Industrie und Innovation. Themenbroschüre 2009. Berlin: Besscom.

Berndt, C. (1996): Arbeitsteilung, institutionelle Distanz und Ortsgebundenheit: Strategische Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen am Beispiel der mittelständischen Industrie im Ruhrgebiet. In: Geographische Zeitschrift 84, 220-237.

Best, M.H. (1990): The new competition: Institutions of industrial restructuring. Cambridge: Polity Press.

Best, M.H. (1991): The new competitive advantage: The renewal of American industry. Oxford u.a.: Oxford University Press.

Beutl, T. (2002): Die Nordostbayrische Porzellanindustrie – Krise und Strukturwandel. Reorganisation betrieblicher Beziehungen einer regional konzentrierten Industrie. Nürnberger wirtschafts- und sozialgeographische Arbeiten, Bd. 57.

Beyer, F. (2005): Verflechtungen zwischen Biotechnologie-Unternehmen und Hochschulen in der Rhein-Main-Region. SPACES 2005-07.

Beyer, J. (2005): Pfadabhängigkeit ist nicht gleich Pfadabhängigkeit! Wider den impliziten Konservatismus eines gängigen Konzepts. In: Zeitschrift für Soziologie 34(1), 5-21.

Bianchi, G. (1998): Requiem for the Third Italy. The rise and fall of a too successful concept. In: Entrepreneurship and Regional Development 10, 93-116.

Bianchi, P./Giordani, M.G. (1993): Innovation policy at the local and national levels: The case of Emilia-Romagna. In: European Planning Studies 1(1), 25-41.

Biemans, W.G. (1992): Managing innovation within networks. London u.a.: Routledge.

Billing, F. (2003): Koordination in radikalen Innovationsvorhaben. Wiesbaden: DUV.

Blesses, P. (2007): Input-Output-Rechnung. In: Wirtschaft und Statistik 1, 86-96.

Blümel, C./Heidler, R./Lerch, F. (2007): Struktur vor Entscheidung. Ein Beitrag zur Diskussion der Governance am Beispiel der Blockmodellanalyse eines interorganisationalen Netzwerkes. In: Wagner, D./Lattemann, C./Kupke, S./Legel, A. (Hrsg.): Governance-Theorien oder Governance als Theorie? Berlin: Wissenschaft-licher Verlag, 85-110.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006): Glossar „Unternehmen Region“. In: http://www.unternehmen-region.de/_media/Glossar_korr_05_07_Hiepe_ohne_Korrzeichen.pdf (31.07.2007).

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2008): Optische Technologien - Mit Licht in die Zukunft. http://www.bmbf.de/de/3591.php (27.12.2008).

Boari, C./Lipparini, A. (1999): Networks within industrial districts: Organising knowledge creation and transfer by means of moderate hierarchies. In: Journal of Management and Governance 3(4), 339-360.

Boerse.de (2004): Schering AG Firmengeschichte. http://snapshot.boerse.de/geschichte.php3?WKN=717200&schablone=0 (29.09.2004).

Bönte, W. (2004): Innovation and employment growth in industrial clusters: Evidence from aeronautical firms in Germany. In: International Journal of the Economics and Business 11(3), 259-278.

Booth, C./Rowlinson, M. (2006): Management and organization theory: Prospects. In: Management & Organization Theory 1(1), 5-30.

Borgatti, S.P./Everett, M.G./Freeman, L.C. (2002): UCINET for Windows. Software for social network analysis. Harvard: Analytic Technologies.

Bortz, J./Döring, N. (1995): Forschungsmethoden und Evaluation. 2., vollst. überarb. und aktualisierte Aufl.. Berlin u.a.: Springer.

Boschma, R.A. (1999): Evolutionary economics and economic geography. In: Journal of Evolutionary Economics 9(4), 411-430.

Boschma, R.A. (2005): Proximity and innovation: A critical assessment. In: Regional Studies 39(1), 61-74.

Boschma, R.A./Frenken, K. (2006): Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. In: Journal of Economic Geography 6(3), 273-302.

Boschma, R.A./ter Wal, A.L.J. (2007): Knowledge networks and innovative performance in an Industrial District: The case of a footwear District in the south of Italy. In: Industry and Innovation 14(2), 177-199.

Bourdieu, P. (1986): The forms of capital. In: Richardson, J.G. (Hrsg.): Handbook of theory and research for the Sociology of education. New York: Greenwood, 241-258.

Brachner, A. (1985): German nineteenth-century scientific instrument makers. In: de Clercq, P.R. (Hrsg.): Nineteenth-century scientific instruments and their makers. Tagungsband des Fourth Scientific Instruments Symposium, 23-26 October 1984 in Amsterdam, Leiden- Amsterdam, 117-157.

Braczyk, H.-J./Cooke, P./Heidenreich, M. (Hrsg.) (1998): Regional innovation systems. The role of governance in a globalized world. London und Bristol: UCL Press.

Brass, D.J./Galaskiewicz, H.R./Tsai, W. (2004) Taking stock of networks and organizations. A multilevel perspective. In: The Academy of Management Journal 47(6), 795-817.

Braunerhjelm, P./Carlsson, B./Cetindamar, D./Johansson, D. (2000): The old and the new: The evolution of polymer and biomedical clusters in Ohio and Sweden. In: Journal of Evolutionary Economics 10(5), 471-488.

Brenner, T. (2004): Local industry cluster: Existence, emergence and evolution. London, New York: Routledge.

Brenner, T./Fornahl, D. (2003): Theoretische Erkenntnisse zur Entstehung und Erzeugung branchenspezifischer Cluster. In: Dopfer, K. (Hrsg.): Studien zur Evolutorischen Ökonomik VII – Evolutorische Ökonomik – Methodologische, ökonometrische und mathematische Grundlagen. Berlin: Duncker & Humblot, 133-162.

Brenner, T./Gildner, A. (2006): The long-term implications of local industrial clusters. In: European Planning Studies 14(9), 1315-1328.

Breschi, S./Lissoni, F. (2001): Knowledge spillovers and local innovations systems: A critical survey. In: Industrial and Corporate Change 10(4), 975-1005.

Breschi, S./Lissoni, F. (2001b): Localised knowledge spillovers versus innovative milieux: Knowledge 'tacitness' reconsidered. In: Papers in Regional Science 80(3), 255-273.

Breschi, S./Malerba, F. (1997): Sectoral innovation systems: Technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: Edquist, C. (Hrsg.): Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. London: Pinter, 130-156.

Breschi, S./Malerba, F. (2001): The geography of innovation and economic clustering: Some introductory notes. In: Industrial and Corporate Change 10(4), 817-833.

Breschi, S./Malerba, F. (2005): Clusters, networks, and innovation: Research results and new directions. In: Breschi, S./Malerba, F. (Hrsg.) Clusters, networks, and innovation. Oxford: Oxford University Press, 1-26.

Bresnahan, T./Gambardella, A./Saxenian, A. (2001): 'Old economy' inputs for 'new economy' outcomes: cluster formation in the new Silicon Valleys. In: Industrial and Corporate Change 10(4), 835-860.

Brockhoff, K. (1999): Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle. 5., erg. und erw. Aufl., München, Wien: Oldenbourg.

Brockhoff, K./Zanger, C. (1993): Meßprobleme des Neuigkeitsgrades – dargestellt am Beispiel von Software. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 45, 835-851.

Brouwer, E./Kleinknecht, A. (1996): Determinants of innovation output. A microeconomic analysis of three innovation output indicators. In: Kleinknecht, A. (Hrsg.): Determinants of innovation. A message from new indicators. Houndmills: Macmillan, 99-124.

Brown, P./McNaughton, R.B. (2002): Global competitiveness and local networks: A review of the literature. In: McNaughton, R.B. (Hrsg.): Global competition and local networks. Aldershot u.a.: Ashgate, 3-37.

Brusco, S. (1982): The Emilian model: Productive decentralisation and social integration. In: Cambridge Journal of Economics 6(2), 167-184.

Brusco, S. (1990): The idea of the Industrial District: Its genesis. In: Pyke, F./Becattini, G./Sengenberger, W. (Hrsg.): Industrial Districts and inter-firm co-operation in Italy. Genf: International Institute for Labour Studies, 10-19.

Buchheim, G./Hartmann, W.D. (1991): Biographien bedeutender Unternehmer. Berlin: Volk-und-Wissen.

Burt, R.S. (1992): Structural holes: The social structure of competition. Cambridge, MA, London: Harvard University Press.

Burt, R.S. (2001): Structural holes versus network closure as social capital. In: Lin, N./Cook, K./Burt, R.S. (Hrsg.): Social capital: Theory and research. New York: de Gruyter, 31-56.

Burt, R.S. (2004): Structural holes and good ideas. In: American Journal of Sociology 110(2), 349-399.

Burt, R.S. (2005): Brokerage and closure. Oxford u.a.: Oxford University Press.

Camagni, R. (1991): Introduction: From the local 'milieu' to innovation through cooperation networks. In: Camagni, R. (Hrsg.): Innovation networks: Spatial perspectives. London: Belhaven Press, 1-9.

Cantner, U./Graf, H. (2006): The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. In: Research Policy 35(4), 463-480.

Cao, X./Xi, Y./Zeng, X.-J. (2008): Upgrading resource-based regional industrial clusters to innovative clusters: The case of Shanxi Province in China. In: Asian Business and Management 7(3), 277-295.

Capello, R./Faggian, A. (2005): Collective learning and relational capital in local innovation processes. In: Regional Studies 39(1), 75-87.

Carayannis, E.G./Gonzales, E./Wetter, J. (2003): The nature and dynamics of discontinuous and disruptive innovations from a learning and knowledge management perspective. In: Shavinina, L.V. (Hrsg.): The international handbook on innovation. Amsterdam u.a.: Elsevier, 115-138.

Carayannis, E.G./Provance, M. (2008): Measuring firm innovative performance: A review of the literature and empirical exploration. In: Carayannis, E.G./Assimakopoulos, D./Kondo, M. (Hrsg.): Innovation networks and knowledge clusters: Findings and insights from the US, EU and Japan. Basingstoke u.a.: Palgrave Macmillan, 21-53.

Carlsson, B./Jacobsson, S. (1997): Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective. In: Edquist, C. (Hrsg.): Systems of innovation: technologies, institutions and organizations. London: Pinter, 266-294.

Carlsson, B./Stankiewitz, R. (1991): On the nature, function and composition of technological systems. In: Journal of Evolutionary Economics 1(2), 93-118.

Castells, M./Hall, P. (1994): Technopoles of the world: The making of the 21st century. London: Routledge.

Ceglie, G./Dini, M. (1999): SMEs cluster and network development in developing countries: The experience of entrepreneurship and development: The role of cluster. UNIDO – Private Sector Development Branch, Working Paper Nr. 2, 1-25.

Center for Strategy and Competitiveness (2008): European Cluster Memorandum. Promoting European innovation through clusters: An agenda for policy action. http://www. proinno-europe.eu/NWEV/uploaded_documents/Cluster_Memorandum.pdf (15.12.2008).

Chapman, K. (2005): From 'growth centre' to 'cluster': Restructuring, regional development, and the Teesside chemical industry. In: Environment and Planning A 37(4), 597-615.

Chesbrough, H.W. (2006): Open innovation. A new paradigm for understanding industrial innovation. In: Chesbrough, H.W./Vanhaverbeke, W./West, J. (Hrsg.): Open innovation: Researching a new paradigm. Oxford: Oxford University Press, 1-12.

Chesbrough, H.W./Teece, D.J. (1996): Organizing for innovation. When is virtual virtuous? In: Harvard Business Review 74(1), 65-73.

Child, J. (1997): Strategic choice in the analysis of action, structure, organizations and environment: Retrospect and prospect. In: Organization Studies 18(1), 43-76.

Christaller, W. (1933): Die Zentralen Orte in Süddeutschland. Jena: Fischer.

Ciccone, A. (2002): Agglomeration effects in Europe. In: European Economic Review 46(2), 213-222.

Ciccone, A./Hall, R.E. (1996): Productivity and the density of economic activity. In: American Economic Review 86(1), 54-70.

Clark, P./Rowlinson, M. (2004): The treatment of history in organization studies: Toward an 'historic turn'? In: Business History 46(3), 331-352.

Cohen, S.S./Fields, G. (1999): Social capital and capital gains in Silicon Valley. In: California Management Review 41(2), 108-130.

Cohen, W./Levinthal, D. (1990): Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. In: Administrative Science Quarterly 35(1), 128-152.

Cohen, W.M./Levin, R.C. (1989): Empirical studies of innovation and market structure. In: Schmalensee, R./Willig, R.D. (Hrsg.): Handbook of industrial organization. New York: North-Holland, 1059-1107.

Coleman, J.S. (1984): Introducing social structure into economic analysis. In: The American Economic Review 74(2), 84-88.

Coleman, J.S. (1988): Social capital in the creation of human capital. In: American Journal of Sociology 94(Suppl.), 95-120.

Coleman, J.S. (1990): Foundations of social theory. Cambridge: Harvard University Press.

Coleman, J.S./Katz, E./Menzel, H. (1966): Medical Innovation. A diffusion study. Indianapolis u.a.: Bobbs-Merrill.

Collier, R.B./Collier, D. (1991): Shaping the political arena: Critical junctures, the labor movement, and regime dynamics in Latin America. Princeton, Penn: Princeton University Press.

Cook, K.S. (1982): Network structures from an exchange perspective. In: Marsden, P.V./Lin, N. (Hrsg.): Social structure and network analysis. Beverly Hills, Ca.: Sage, 177-199.

Cook, K.S./Whitmeyer, J.M. (1992): Two approaches to social structure: exchange theory and network analysis. In: Annual Review of Sociology 18(1), 109-127.

Cooke, P. (1996): Networking for competitive advantage. Dublin: National Economic and Social Council.

Cooke, P. (1998): Introduction: Origins of the concept. In: Braczyk, H.-J./Cooke, P./Heidenreich, M. (Hrsg.): Regional innovation systems. The role of governance in a globalized world. London und Bristol: UCL Press, 2-25.

Cooke, P. (2001): Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. In: Industrial and Corporate Change 10(4), 945-974.

Cooke, P. (2002): Knowledge economies: Clusters, learning and cooperative advantage. London: Routledge.

Cooke, P. (2002b): Regional innovation systems: General findings and some new evidence from biotechnology clusters. In: Journal of Technology Transfer 27(1), 133-145.

Cooke, P. (2004): The accelerating evolution of biotechnology clusters. In: European Planning Studies 12(7), 915-920.

Cooke, P. (2006): Regional knowledge capabilities and open innovation: Regional innovation systems and clusters in the asymmetric knowledge economy. In: Breschi, S./Malerba,

F. (Hrsg.): Clusters, Networks & Innovation. Oxford: Oxford University Press, 80-111.

Cooke, P./Boekholt, P./Tödtling, F. (2000): The governance of innovation in Europe. Regional perspectives on global competitiveness. London, New York: Pinter.

Cooke, P./Heidenreich, M./Braczyk, H.-J. (2004) (Hrsg.). Regional Innovation Systems. 2. Aufl. London: Routledge.

Cooke, P./Morgan, K. (1994): Growth regions under stress: Renewal strategies in Baden-Württemberg and Emilia-Romagna. In: Amin, A./Thrift, N. (Hrsg.): Globalization, institutions and regional development in Europe. Oxford: Oxford University Press, 91-117.

Cooke, P./Wills, D. (1999): Small firms, social capital and the enhancement of business performance through innovation programmes. In: Small Business Economics 13(3), 219-234.

Coombs, R./Harvey, M./Tether, B.S. (2003): Analysing distributed processes of provision and innovation. In: Industrial & Corporate Change 12(6), 1125-1155.

Coombs, R./Narandren, P./Richards, A. (1996): A literature-based innovation output indicator. In: Research Policy 25(3), 403-413.

Cooper, R.G./Edgett, S.J./Kleinschmidt, E.J. (2002): Optimizing the stage-gate process: What best-practice companies do – II. In: Research Technology Management 45(6), 43-49.

CORDIS News (2005): Commission set out to unveil new generation of innovation initiatives. http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=NEWS_INNO& SESSION=& ACTION=D&RCN=24589, (12.10.2005).

Corno, F./Reinmoeller, P./Nonaka, I. (1999): Knowledge creation within industrial systems. In: Journal of Management and Governance 3(4), 379-394.

Courault, B.A./Romani, C. (1992): A reexamination of the Italian model of flexible production from a comparative point of view. In: Storper, M./Scott, A.J. (Hrsg.): Pathways to industrialization and regional development. London: Routledge, 205-215.

Crawford, B./Lijphart, A. (1997): Old legacies, new institutions: Explaining political and economic trajectories in post-communist regimes. In: Crawford, B./Lijphart, A. (Hrsg.): Liberalization and Leninist legacies. Berkeley: University of California, Berkeley. International and Area Studies Nr. 96, 1-39.

Crawford, C.M. (1994): New products management. Burr Ridge, Ill.: Irwin.

Creditreform (2005): MARKUS Datenbank: Handbuch. Neuss.

Crevoisier, O (2001): Der Ansatz des kreativen Milieus. Bestandsaufnahme und Forschungsperspektiven am Beispiel urbaner Milieus. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 45 (3+4), 246-256.

Crevoisier, O./Maillat, D. (1991): Milieu, industrial organization and territorial production system: Towards a new theory of spatial development. In: Camagni, R. (Hrsg.): Innovation networks: Spatial perspectives. London: Belhaven Press, 13-34.

Crouch, C./Le Gales, P./Trigilia, C./Voelzkow, H. (2001): Local production systems in Europe. Rise or demise? Oxford: Oxford University Press.

Curter, M. (1996): Wenn ein Grundstück erzählen könnte. Vom Wasserwerk zu OSRAM, von NARVA zur City. In: Edition Luisenstadt (Hrsg.): Berlinische Monatsschrift, 5(7), 3-11.

Dahl, M.S. (2001): What is the essence of geographic clustering? Paper presentation at the DRUID Nelson & Winter Conference 12-15 June 2001 in Aalborg, Denmark.

Dalum, B. (1995): Local and global linkages: The radiocommunications cluster in northern Denmark. In: Journal of Industry Studies 2(2), 89-109.

David, P.A. (1985): Clio and the economics of QWERTY. In: American Economic Review 75(2), 332-337.

de Padova, T. (2004): Dürer durchleuchtet. Vom Gemälde zum Chip: Berlins Strahlungsquelle „Bessy II“ macht Materie durchsichtig. Zum 25. Geburtstag. In: Der Tagesspiegel vom 23.09.2004.

De Vet, J.M. (1993): Globalization and local and regional competitiveness. STI Review 13, 89-122.

DeBresson, C. (1996): Economic interdependence and innovative activity. Cheltenham, UK: Elgar.

DeBresson, C./Hu, X. (1999): Identifying clusters of innovative activity: A new approach and a toolbox. In: OECD (Hrsg.): Boosting innovation: The cluster approach. Paris: OECD, 27-59.

Der Lenkungskreis „Optische Technologien für das 21. Jahrhundert“ (Hrsg.) (2000): Deutsche Agenda Optische Technologien für das 21. Jahrhundert – Potenziale, Trends und Erfordernisse.

Deutsches Historisches Museum (DHM) (Lebendiges virtuelles Museum online des Deutsches Historisches Museum) (2004): Wissenschaft & Forschung 1900-1914. http://www.dhm.de/lemo/html/kaiserreich/wissenschaft/index.html (29.09.2004).

Deutsches Museum Bonn (2004): Der Laser. http://www.deutsches-museum-bonn.de/ exponate/laser/exponat.html, (29.09.2004).

DGaO (Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik) (2006): Wer wir sind: Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik e.V. http://www.dgao.de/info/wir_d.php, (20.08.2006).

Di Tommaso, M.R./Paci, D./Rubini, L./Schweitzer, S.O. (2006): Is distance dead? High-tech clusters, analysis and policy perspectives. In: Pitelis, C./Sugden, R./Wilson, J.R. (eds.): The development of urban and regional economies. Cheltenham u.a.: Elgar, 281-308.

Dick, W.R./Fritze, K. (Hrsg.) (2000): 300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam. Acta Historica Astronomiae, Vol. 8. Thun, Frankfurt am Main: Harri Deutsch.

Dicken, P. (1998): Global shift: Transforming the world economy. 3. Aufl. London: Chapman.

DiMaggio, P./Powell, W.W. (1983): The iron cage revisited. Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. In: American Sociological Review 48(2), 147-160.

Dimou, P. (1994): The industrial district: A stage of a diffuse industrialization process: The case of Roanne. In: European Planning Studies 1(2), 23-38.

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (2005): Results of complementary research to the InnoRegio-program. Berlin: mimeo.

Dohse, D. (1998): The BioRegio-Contest: A new approach to technology policy and its regional consequences. Kiel (The Kiel Institute of World Economics: Kiel Working Paper No. 880).

Dohse, D. (2000): Technology policy and the regions: The case of the BioRegio contest. In: Research Policy 29(9), 1111-1133.

Dohse, D. (2003): Taking regions seriously: Recent innovations in German technology policy. In: Bröcker, J./Dohse, D./Soltwedel, R. (Hrsg.): Innovation clusters and interregional competition. Heidelberg: Springer, 372-394.

Dohse, D. (2007): Cluster-based technology policy – The German experience. In: Industry and Innovation 14(1), 69-94.

Döring, T./Schnellenbach, J. (2006): What do we know about geographical knowledge spillovers and regional growth? A survey of the literature. In: Regional Studies 40(3), 375-395.

Dörre, K./Röttger, B. (2006): Im Schatten der Globalisierung. Strukturpolitik, Netzwerke und Gewerkschaften in altindustriellen Regionen. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaft.

Dosi, G. (1988): The nature of the innovative process. In: Dosi, G./Freeman, R./Nelson, G./Silverberg, G./Soete, L. (Hrsg.): Technological change and economic theory. London: Pinter, 221-238.

Doz, Y.L. (1996): The evolution of cooperation in strategic alliances: Initial conditions or learning processes? In: Strategic Management Journal Special Issue 17(7), 55-83.

Doz, Y.L./Olk, P.M./Ring, P.S. (2000): Formation processes of R&D consortia: Which path to take? Where does it lead? In: Strategic Management Journal 21(3), 239-266.

Draulans, J./deMan, A.-P./Volberda, H.W. (2003): Building alliance capability: Management techniques for superior alliance performance. In: Long Range Planning 36(2), 151-166.

DTI – Department of Trade and Industry UK (2001): Business clusters in the UK – A first assessment. London.

DTI – Department of Trade and Industry UK (2006): Photonics: A UK strategy for success. Painting a bright future. http://www.dti.gov.uk/files/file30415.pdf (17.08.2006).

Dunning, J.H. (1997): Alliance capitalism and global business. London: Routledge.

Duschek, S. (1998): Kooperative Kernkompetenzen - Zum Management einzigartiger Netzwerkressourcen. In: Zeitschrift Führung+Organisation 67(4), 230-236.

Duschek, S. (2002): Innovation in Netzwerken. Renten, Ressourcen, Relationen. Wiesbaden: DUV.

Dybe, G./Kujath, H.J. (2000): Hoffnungsträger Wirtschaftscluster: Unternehmensnetzwerke und regionale Innovationssystem: Das Beispiel der Deutschen Schienenfahrzeugindustrie. Berlin: Edition Sigma.

Dyer, J.H./Singh, H. (1998): The relational view. Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. In: Academy of Management Review 23(4), 660-679.

Ebert, G./Pleschak, F./Sabisch, H.(1992): Aktuelle Aufgaben des Forschungs- und Entwicklungscontrolling in Industrieunternehmen. In: Gemünden, H.G./Pleschak, F. (Hrsg.): Innovationsmanagement und Wettbewerbsfähigkeit. Wiesbaden: Gabler, 137-157.

Edquist, C, (1997): Introduction: Systems of innovations approaches – Their emergence and characteristics. In: Edquist, C. (Hrsg.): Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations. London: Pinter, 1-35.

Eickelpasch, A./Fritsch, M. (2005): Contests for cooperation – A new approach in German innovation policy. In: Research Policy 34(8), 1269-1282.

Eickelpasch, A./Kauffeld, M./Pfeiffer, I. (2002): The InnoRegio programme: Implementing the promotion and developing the networks. In: Economic Bulletin 39(8), 281-290.

Eickelpasch, A./Pfeiffer, I./Pfirrmann, O. (2004): Zur Evaluierung der Förderung regionaler Innovationsnetzwerke – Ansatz und Erfahrungen am Beispiel des InnoRegio-Programms. Zeitschrift für Evaluation 3(2), 181-198.

Eisenhardt K.M. (1989): Building theories from case study research. In: Academy of Management Journal 14(4), 532-550.

Eisenhardt, K.M./Graebner, M.E. (2007): Theory building from cases: Opportunities and challenges. In Academy of Management Journal 50(1), 25-32.

Elsässer, T. (2004): Jahrhundert des Photons. Interview mit Prof. Thomas Elsässer Direktor am Max-Born-Institut (MBI), über Forschung und Anwendung optischer Technologien. In: http://www.berlinews.de/archiv-2004/1182.shtml, (01.04.2004).

Emirbayer, M. (1997): Manifesto for a relational sociology. In: American Journal of Sociology 103(2), 281-317.

Emirbayer, M./Goodwin, J. (1994): Network analysis, culture, and the problem of agency. In: American Journal of Sociology 99(6), 1411-1454.

Enge, T. (2005): Cluster im Strukturwandel alter Industrieregionen. Das Ruhrgebiet und Glasgow im Vergleich. Marburg: Schüren.

Enright, M.J. (1995): Organization and coordination in geographically concentrated industries. In: Naomi, R.L./Raff, D.M.G. (Hrsg.): Coordination and information: Historical perspectives on the organization of enterprise. Chicago: University of Chicago Press, 103-146.

Enright, M.J. (1996): Regional clusters and economic development: A research agenda. In: Staber, U./Schaefer, N.V./Sharma, B. (Hrsg.): Business networks. Prospects for regional development. Berlin: De Gruyter, 190-213.

Enright, M.J. (1999): The globalization of competition and the localization of competition: Policies toward regional clustering. In: Hood, N./Young, S. (Hrsg.): The globalization of multinational enterprise activity and economic development. Basingstoke: Macmillan, 303 -331.

Enright, M.J. (2003): Regional clusters: What we know and what we should know. In: Bröcker, J./Dohse, D./Soltwedel, R. (Hrsg.): Innovation clusters and interregional competition. (Advances in Spatial Science). Berlin u.a.: Springer, 99-129.

Enright, M.J./Fflowcs-Williams, I. (2001): Local partnership, clusters and SME globalization: In: OECD (Hrsg.): Enhancing SME-Competitiveness. Paris: OECD, 115-150.

Ernst, B. (2002): Die Evaluation von Beratungsleistungen. Prozesse der Wahrnehmung und Bewertung. Wiesbaden: DUV.

Ernst, D./Guerrieri, P./Iammarino, S./Pietrobelli, C. (2001): New challenges for industrial clusters and districts. Global production networks and knowledge diffusion. In: Guerrieri, P./Immarino, S./Pietrobelli, C. (Hrsg.): The global challenge to industrial districts: small and medium-sized enterprises in Italy and Taiwan. Cheltenham, U.K.: Elgar, 131-144.

Ettlinger, N. (2003): Cultural economic geography and a relational and microspace approach to trust, rationalities, networks, and change in collaborative workplaces. In: Journal of Economic Geography 3(2), 145-172.

Europäische Kommission (2002): Regional clusters in Europe. Observatory of European SMEs. 2002/no. 3. Report by A. Isaksen und E. Hauge. Brüssel: Europäische Union.

Europäische Kommission (2008): Auf dem Weg zu Clustern von Weltrang in der Europäischen Union: Die Umsetzung der breit angelegten Innovationsstrategie. KOM(2008)652, Brüssel, 17.10.2008.

Everett, M.G./Borgatti, S.P. (1998): Analyzing clique overlap. In: Connections 21(1), 49-61.

Fabiani, S./Pellegrini, G. (1998): Un'analisi quantitativa delle imprese nei distretti industriali italiani: redditività, produttività e costo del lavoro. In: L'Industria. Rivista di economia e politica industriale 19, 811-831.

Fagerberg, J. (2006): Innovation: A guide to the literature. In: Fagerberg, J./Mowery, D.C./Nelson, R.R. (Hrsg.): The Oxford handbook of innovation. Oxford und New York: Oxford University Press, 1-26.

Fagerberg, J./Verspagen, B. (1996): Heading for divergence? Regional growth in Europe reconsidered. In: Journal of Common Market Studies 34(3), 431-449.

Feldhaus, F.M. (1929): Carl Bamberg: Ein Rückblick auf sein Wirken und auf die Feinmechanik. Berlin-Friedenau: Askania-Werke.

Feldman, M.P. (1994): The geography of innovation. Dordrecht u.a.: Kluwer.

Feldman, M.P. (2000): Location and innovation: The new economic geography of innovation, spillovers, and agglomeration. In: Clark, G.L./Feldman, M.P./Gertler, M.S. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Economic Geography. Oxford: Oxford University Press, 379-394.

Feldman, M.P./Audretsch, D.B. (1996): Location, location, location: The geography of innovation and knowledge spillovers. WZB discussion paper 96-28. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.

Feldman, M.P./Lendel, I. (2007): Illuminating regional technology trajectories: Commercializing optical science in the U.S. Paper presentation at the Max-Planck-Institute of Economics Workshop on "Regional technological and industrial trajectories – Theoretical background and empirical observations", September 27 - 29, 2007 in Jena.

Feldman, M.P./Lendel, I. (2009a): Under the Lens: The Geography of Optical Science as an Emerging Industry. In: Economic Geography (im Druck)

Feldman, M.P./Lendel, I. (2009b): The Emerging Industry Puzzle: Optics Unplugged. In: (im Druck).

Fischer, M.M./Diez, J.R./Snickars, F. (2001): Metropolitan regional innovation systems. Theory and evidence from three metropolitan regions. Berlin: Springer.

Fleming, L./Frenken, K. (2007): The evolution of inventor networks in the Silicon Valley and Boston regions. In: Advances in Complex Systems 10(1), 53-71.

Flick, U. (1998): Qualitative Forschung: Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. 3. Aufl.. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Flick, U. (Hrsg.) (2007): Qualitative Forschung: Ein Handbuch. 5. Aufl.. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Flor, M.L./Oltra, M.J. (2004): Identification of innovating firms through technological innovation indicators: An application to the Spanish ceramic tile industry. In: Research Policy 33(2), 323-336.

Florida, R. (1995): Toward a learning region. In: Futures 27(5), 527-536.

Fornahl, D./Menzel, M.P. (2003): Co-development of firm foundings and regional clusters. Conference presentation at "Clusters, Industrial Districts and Firms: The Challenge of Globalization", Modena, Italy.

Foss, N.J. (1997): Resources and strategy: Problems, open issues, and ways ahead. In: Foss, N.J. (Hrsg.): Resources, firms, and strategies: A reader in the resource-based perspective. Oxford: Oxford University Press, 345-365.

Fraunhofer-Heinrich-Hertz-Institut (FhG-HHI) (2005): Berlin Access - Fiber to the Home. Unveröffentlichte Präsentation im Rahmen der Mitgliederversammlung OpTecBBs 2005.

Freel, M. (2006): Patterns of technological innovation in knowledge intensive business services. In: Industry & Innovation 13(3), 335-358.

Freeman, C. (1982): The economics of industrial innovation. London: Pinter.

Freeman, C. (1987): Technology policy and economic performance: Lessons from Japan. London: Pinter.

Freeman, C. (1995): The national innovation systems in historical perspective. In: Cambridge Journal of Economics 19(1), 5-24.

Freeman, C./Perez, C. (1988): Structural crisis of adjustment: Business cycles and investment behaviour. In: Dosi, G./Freeman, R./Nelson, G./Silverberg, G./Soete, L. (Hrsg.): Technical change and economic theory. London: Pinter, 38-66.

Freeman, L.C. (1979): Centrality in social networks: Conceptual clarifications. In: Social Networks 1: 215-239.

Freie Universität Berlin (2004): Fachbereich Physik. Zur Vorgeschichte. http://www.physik.fu-berlin.de/de:w/portrait/geschichte/vorgesch.html, (02.02.2005).

Friedkin, N.E. (1991): Theoretical foundations for centrality measures. In: American Journal of Sociology 96(6), 1478-1504.

Frietsch, R./Grupp, H. (2002): Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands auf dem Gebiet der Optischen Technologien. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. http://www.isi.fhg.de/publ/downloads/isi02b06/optische-technologie.pdf, (28.12.2006).

Fromhold-Eisebith, M. (1995): Das „kreative Milieu" als Motor regionalwirtschaftlicher Entwicklung. Forschungstrends und Erfassungsmöglichkeiten. In: Geographische Zeitschrift 83, 30-47.

Fromhold-Eisebith, M. (1999): "Das kreative Milieu" – nur theoretisches Konzept oder Instrument der Regionalentwicklung? In: Raumforschung und Raumordnung 57(2/3), 168-175.

Fromhold-Eisebith, M. (2004): Innovative milieu and social capital. Complementary or redundant concepts of collaboration-based regional development? In: European Planning Studies 12(6), 747-765.

Fromhold-Eisebith, M./Eisebith, G. (2005): How to institutionalize innovative clusters? Comparing explicit top-down and implicit bottom-up approaches. In: Research Policy 34(8), 1250-1268.

Fromm, E. (2000): Oxford in Berlin: Die Kaiser-Wilhelm- Gesellschaft in ihren ersten Jahren. In: Edition Luisenstadt (Hrsg.): Berlinische Monatsschrift 9(4), 65-69.

Fujita, M./Krugman, P./Venables, A. (1999): The spatial economy: Cities, regions and international trade. Cambridge, MA u.a.: MIT Press.

Gabbay, S./Leenders, R. (1999): CSC – The structure of advantage and disadvantage. In: Leenders, R./Gabbay, S. (Hrsg.): Corporate social capital and liability. Boston u.a.: Kluwer, 1-14.

Gargiulo, M./Benassi, M. (1999): The dark side of social capital. In: Leenders, R./Gabbay, S. (Hrsg.): Corporate social capital and liability. Boston u.a.: Kluwer, 298-322.

Garofoli, G. (1991): The Italian model of spatial development in the 1970s and 1980s. In: Benko, G./Dunford, M. (Hrsg.): Industrial change and regional development: The transformation of new industrial spaces. London und New York: Belhaven, 85-101.

Garofoli, G. (2001): Local networks, innovation and policy in Italian industrial districts. In: Bergman, E./Maier, G./Tödtling, F. (Hrsg.): Regions reconsidered – Economic networks, innovation, and local development in industrialized countries. London: Mansell, 119-140.

Garud, R./Karnøe, P. (2001): Path creation as a process of mindful deviation. In: Garud, R./Karnøe, P. (Hrsg.): Path dependence and creation. Mahwah, N.J.: Erlbaum, S. 1-38.

Gerlach, M.L. (1992): Alliance capitalism: The social organization of Japanese business. Berkeley, CA.: University of California Press.

Germer, R./Schmidt, H. (1992): Angewandte Forschung und Entwicklung an der Fachhochschule Berlin der Deutschen Bundespost Telekom. 1985-1991. Berlin: Fachhochschule der Deutschen Bundespost – Telekom.

Gerpott, T.J. (1999): Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement: Eine konzentrierte Einführung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Gertler, M.S. (1988): The limits to flexibility: Comments on the Post-Fordist vision of production and its geography. In: Transactions of the Institute of British Geographers 13, 419-432.

Gertler, M.S. (1993): Implementing advanced manufacturing technologies in mature industrial regions: Towards a social model of technology production. In: Regional Studies 27(7), 665-680.

Gertler, M.S. (1995): Being there: Proximity, organization, and culture in the development and adoption of advanced manufacturing technologies. In: Economic Geography 71 (1), 1-26.

Gertler, M.S. (1997): The invention of regional culture. In: Lee, R./Wills, J. (Hrsg.): Geographies of Economies. London: Arnold, 47-58.

Gertler, M.S. (2003): Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there). In: Journal of Economic Geography 3(1), 75-99.

Gertler, M.S. (2004): Manufacturing culture: The institutional geography of industrial practice. Oxford, New York: Oxford University Press.

Giddens, A. (1984): The constitution of society. Outline of the theory of structuration. Cambridge: Polity Press.

Gilsing, V.A./Nooteboom, B. (2005): Density and strength of ties in innovation networks. An analysis of multimedia and biotechnology. In: European Management Review 2(3), 179-197.

Giuliani, E./Bell, M. (2008): Industrial clusters and the evolution of their knowledge networks: Revisiting the Chilean case. SPRU Paper 171.

Gläser, J./Laudel, G. (2006): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 2. Aufl., Wiesbaden: VS.

Glasmeier A. (2000): Economic geography in practice. Local economic development policy. In: Clark, G.L./Feldman, M.P./Gertler, M.S. (Hrsg.): The oxford handbook of economic geography. Oxford: Oxford University Press, 559-579.

Glasmeier, A. (1994): Flexible districts, flexible regions? The institutional and cultural limits to districts in an era of globalization and technological paradigm shifts. In: Amin, A./Thrift, N. (Hrsg.): Globalization, institutions, and regional development in Europe. Oxford: Oxford University Press, 118-146.

Glückler, J. (2001): Zur Bedeutung von Embeddedness in der Wirtschaftsgeographie. In: Geographische Zeitschrift 89, 211-226.

Glueck, N. (1940): The other side of the Jordan. New Haven, CT: American Schools of Oriental Research.

Gneuss, M. (2003): Maßanzüge für die Feuerwehr – Mit Glühlampen fing es an - seit Erfindung der Atemschutzmaske ist MSA Auer in Berlin erste Wahl bei Arbeitsschutz-Produkten. In: Welt am Sonntag. http://www.wams.de/data/2003/07/13/132799.html, (13.07.2003).

Gordon, I./McCann, P. (2005): Clusters, innovation and regional development: An analysis of current theories and evidence. In: Karlsson, C./Johansson, B./Stough, R. (2005): Industrial clusters and inter-firm networks. Northampton: Elgar, 29-57.

Gordon, I.R./McCann, P. (2000): Industrial clusters: Complexes, agglomeration and/or social networks? In: Urban Studies 37(3), 513-532.

Grabher, G. (1993a): The weakness of strong ties: The lock-in of regional development in the Ruhr area. In: Grabher, G. (Hrsg.): The embedded firm: On the socioeconomics of industrial networks. London: Routledge, 255-277.

Grabher, G. (1993b): Wachstums-Koalitionen und Verhinderungs-Allianzen. Entwicklungsimpulse und -blockierungen durch regionale Netzwerke. In: Informationen zur Raumentwicklung 3-4(11), 749-758.

Grabher, G. (1993c): Rediscovering the social in the economics of interfirm relations. In: Grabher, G. (Hrsg.): The embedded firm. On the socioeconomics of industrial networks. London: Routledge, 1-31.

Graf, H. (2006): Networks in the innovation process. Local and regional interactions. Cheltenham, UK & Northhampton, MA: Elgar.

Granovetter, M.S. (1973): The strength of weak ties. In: American Journal of Sociology 78(6), 1360-1380.

Granovetter, M.S. (1982): The strength of weak ties. A network theory revisited. In: Marsden, P.V./Lin, N. (Hrsg.): Social structure and network analysis. Beverly Hills u.a.: Sage, 105-130.

Granovetter, M.S. (1985): Economic action and social structure. The problem of embeddedness. In: American Journal of Sociology 91(3), 481-510.

Granovetter, M.S. (1990): The old an new economic sociology. A history and an agenda. In: Friedland, R./Robertson, A.F. (Hrsg.): Beyond the market place: Rethinking economy and sociology. New York: DeGruyter, 89-112.

Granovetter, M.S. (1992a): Economic institutions as social constructions. A framework for analysis. In: Acta Sociologica 35(1), 3-11.

Granovetter, M.S. (1992b): Problems of explanation in economic sociology. In: Nohria, N./Eccles, R.G. (Hrsg.): Networks and organizations. Boston: Harvard Business School Press, 25-56.

Granovetter, M.S. (2005): Business groups and social organization. In: Smelser, N.J./Swedberg, R. (Hrsg.): The handbook of economic sociology. Princeton: Princeton University Press, 429-450.

Griliches, Z. (1990): Patent statistics as economic indicators: A survey. In: Journal of Economic Literature 28(4), 1661-1707.

Grossman, G.M./Helpman E. (1991): Innovation and growth in the global economy. Cambridge, MA: MIT Press.

Gulati, R. (1995a): Social structure and alliance formation patterns. A longitudinal analysis. In: Administrative Science Quarterly 40(4), 619-652.

Gulati, R. (1995b): Does familiarity breed trust? The implications of repeated ties for contractual choice in alliances. In: Academy of Management Journal 38(1), 85-112.

Gulati, R./Gargiulo, M. (1999): Where do interorganizational networks come from? In: American Journal of Sociology 104(5), 1439-1493.

Gunz, J. (1986): Handlungsforschung: Vom Wandel der distanzierten zur engagierten Sozialforschung. Wien: Braumüller.

Gußmann, E.-A./Scholz, G./Dick, W.R. (Hrsg.) (2000): Der Große Refraktor auf dem Potsdamer Telegrafenberg. Vorträge zu seinem 100jährigen Bestehen. (Acta Historica Astronomiae, 11). Thun, Frankfurt am Main: Harri Deutsch.

Haas, H.-D./Fleischmann, R. (1986): Probleme industrieller Standortentwicklung im Münchner Raum aus der Sicht einer verhaltensorientierten Industriegeographie. In: Schaffer, F./Poschwatta, W. (Hrsg.): Angewandte Sozialgeographie: Karl Ruppert zum 60. Geburtstag (Beiträge zur angewandten Sozialgeographie, Band 12). Augsburg: Selbstverl. Lehrstuhl für Sozial- und Wirtschaftsgeographie der Universität Augsburg, 303-328.

Haas, H.-D./Neumair, S.-M. (2007): Wirtschaftsgeographie. Darmstadt: WGB.

Hagedoorn, J./Cloodt, M. (2003): Measuring innovative performance: Is there an advantage in using multiple indicators? In: Research Policy 32(8), 1365-1379.

Hagedoorn, J./Schakenraad, J. (1994): The effect of strategic technology alliances on company performance. In: Strategic Management Journal 15(4), 291-309.

Halder, G. (2006): Strukturwandel in Clustern am Beispiel der Medizintechnik in Tuttlingen. Berlin: Lit.

Hammel, C. (2007): Aus einem Interview mit dem Vertreter der Technologiestiftung Innovationszentrum Berlin. In: Honert, M.: Zartes Pflänzchen Förderung. Ein paar Initiativen bietet das Land. Aber es fehlt an Kooperationswillen: Jeder wurstelt für sich. In: Tagesspiegel vom 15.04.2007, http://www.tagesspiegel.de/berlin/archiv/15.04.2007/3202506.asp (17.04.2007).

Hanifan, L.J. (1920): The community centre. Boston.

Hannan, M.T./Freeman, J. (1984): Structural inertia and organizational change. In: American Sociological Review 49(2), 149-164.

Hannan, M.T./Freeman, J. (1989): Organizational ecology. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Hansen, M.T. (1999): The search-transfer problem: The role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. In: Administrative Science Quarterly 44(1), 82-111.

Harary, F. (1969): Graph theory. Reading, MA: Addison-Wesley.

Hardy, A. (2008): Kirchhoffs schwarzer Kasten. In: Maßstäbe Heft 9: November 2008, 15-17.

Harrison, B. (1992): Industrial districts: Old wine in new bottles? In: Regional Studies 26(5), 469-483.

Harrison, B. (1994): Lean and mean. New York: Basic Books.

Harrison, B./Kelley, M.R./Gant, J. (1996): Innovative firm behaviour and local milieu: Exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change. In: Economic Geography 72(3), 233-258.

Hassink, R. (1997): Die Bedeutung der Lernenden Region für die regionale Innovationsförderung. In: Geographische Zeitschrift 85, 159-173.

Hassink, R./Wood, M. (1998): Geographic 'clustering' in the German opto-electronics industry: Its impact on R&D collaboration and innovation. In: Entrepreneurship & Regional Development 10(4): 277-296.

Hauknes, J. (1999): Norwegian input-output clusters and innovation patterns. In: OECD (Hrsg.): Boosting innovation: The cluster approach. Paris: OECD, 61-90.

Hauschildt, J./Salomo, S. (2007): Innovationsmanagement. 4., überarb., erg. u. akt. Aufl., München: Vahlen.

Hayter, R. (1997): The dynamics of industrial location: The factory, the firm and the production system. Chichester u.a.: Wiley.

Hayter, R./Patchell, J. (1993): Different trajectories in the social divisions of labour: The cutlery industry in Sheffield, England, and Tsubame, Japan. In: Urban Studies 30(8), 1211-1213.

Heidenreich, M. (2000): Regionale Netzwerke in der globalen Wissensgesellschaft. In: Weyer, J. (Hrsg.): Soziale Netzwerke. München, Wien: Oldenbourg, 87-110

Heidenreich, M./Krauss, G. (1998): The Baden-Württemberg production and innovation regime. Past successes and new challenges. In: Braczyk, H.-J./Cooke, P./Heidenreich, M. (eds.): Regional innovation systems. The role of governance in a globalized world. London u.a.: UCL Press, 214-244.

Heidler, R. (2006): Die Blockmodellanalyse: Zur theoretischen Grundlegung und Anwendbarkeit einer netzwerkanalytischen Methode. Wiesbaden: DUV.

Heidler, R. (2008): Zur Evolution sozialer Netzwerke – theoretische Implikationen einer akteursbasierten Methode. In: Stegbauer, C. (Hrsg.): Netzwerkanalyse und Netzwerktheorie. Wiesbaden: VS, 359-372.

Hendry, C./Brown, J./DeFillippi, R. (2000): Regional clustering of high technology-based firms: Opto-electronics in three countries. In: Regional Studies 34(2), 129-144.

Hendry, C./Brown, J./DeFillippi, R./Hassink, R. (1999): Industry clusters as commercial knowledge and institutional networks: Opto-electronics in six regions in the UK, USA and Germany. In: Grandori, A. (Hrsg.): Inter-firm networks. Organization and industrial competitiveness. London u.a.: Routledge, 151-184.

Herstatt, C. (1999): Theorie und Praxis der frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: io Management 68(10), 72-81.

Hertel, I. (2002): Wie wir gemeinsam noch wirksamer werden können. Unveröffentlichter Einführungsvortrag anlässlich des OpTecBB Workshops „Kompetenz und Kooperationsforum“ am 22./23. 11. 2002 in Niewitz.

Hertel, I. (2007): Aus einem Interview mit dem Direktor des Max-Born-Instituts für nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie in Berlin-Adlershof. In: Honert, M.: Zartes Pflänzchen Förderung. Ein paar Initiativen bietet das Land. Aber es fehlt an Kooperationswillen: Jeder wurstelt für sich. In: Tagesspiegel vom 15.04.2007, http://www.tagesspiegel.de/berlin/archiv/15.04.2007/ 3202506.asp (17.04.2007).

Hetzel, H. (2004): Agfa Gevaert kappt die Wurzeln. In: Die Welt. http://www.welt.de/data/ 2004/08/20/321572.html, (20.08.2004).

Heybrock, E./Brinkmann, U. (2000): Die deutsche Agenda optische Technologien für das 21. Jahrhundert. Düsseldorf: VDI Technologiezentrum.

Heybrook, E./Märten, O./Prasse, H./Röhrig, R./von Schaewen, J. (2002): Förderprogramm Optische Technologien. Optische Technologien – Made in Germany. BMBF Programm. Bonn.

Hirschman, A.O. (1958): Strategy of economic development. New Haven: Yale University Press.

Hitt, M.A./Hoskisson, R.E./Ireland, R.D./Harrison, J.S. (1991): Effects of acquisitions on R&D inputs and outputs. In: Academy of Management Journal 34(3), 693-706.

Hodgson, G. (1993): Economics and evolution. Bringing life back into economics. Cambridge: Polity Press.

Hodgson, G.M. (2003): The hidden persuaders. Institutions and individuals in economic theory. In: Cambridge Journal of Economics 27(2), 159-175.

Hoffmann, D. (2006): Einsteins Berlin. Auf den Spuren eines Genies. Weinheim: Wiley-VCH.

Hollenstein, H. (1996): A composite indicator of a firm’s innovativeness. An empirical analysis based on survey data of Swiss manufacturing. In: Research Policy 25(4), 633-645.

Hoover, E.M. (1936): Location theory and the shoe and leather industries. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Hoover, E.M. (1971): An introduction to regional economics. New York: Knopf.

Hoover, E.M./Vernon, R. (1959): Anatomy of metropolis. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Hornauer, U. (2002): Potenzial der optischen Technologien in Berlin. Berlin: OpTecBB e.V.

Hoskisson, R.E./Hitt, M.A./Johnson, R.A./Grossman, W. (2002): Conflicting voices: The effects of institutional ownership heterogeneity and internal governance on corporate innovation strategies. In: Academy of Management Journal 45(4), 697-716.

Hudson, R. 2004: Conceptualizing economies and their geographies. Spaces, flows and circuits. Progress in Human Geography 28(4), 447-471.

Huebener, R.P./Luebbig, H. (2008): A focus of discoveries. New Jersey u.a.: World Scientific.

Hughes, G.D./Chafin, D.C./Don C. (1996): Turning new product development into a continuous learning process. In: Journal of Product Innovation Management 13(2), 89-104.

Humboldt-Universität zu Berlin (2004): Chronologie. In: http://www.hu-berlin.de/hu/ adlershof/chron.html, (28.09.2004).

Humphrey, J./Schmitz, H. (1996): The Triple C approach to local industrial policy. In: World Development 24(12), 1859-1877.

Iacobucci, D. (Hrsg.)(1996): Networks in marketing. Thousand Oaks u.a.: Sage.

Iammarino, S./McCann, P. (2006): The structure and evolution of industrial clusters: Transactions, technology and knowledge spillovers. In: Research Policy 35(7), 1018-1036.

Ingram, P./Roberts, P. (2000): Friendships among competitors in the Sydney hotel industry. In: American Journal of Sociology 106(2), 387-423.

Inkpen, A.C./Tsang, E.W.K. (2005): Social capital, networks, and knowledge transfer. In: Academy of Management Review 30(1), 146-165.

Inzerelli, G. (1990): The Italian alternative: Flexible organization and social management. In: International Studies of Management and Organizations 20(4), 6-21.

Isaksen, A. (1997): Regional clusters and competitiveness: The Norwegian case. In: European Planning Studies 5(1), 65-76.

Isaksen, A. (2001): Building regional innovation systems: Is endogenous industrial development possible in the global economy? In: Canadian Journal of Regional Studies 24(1), 101-120.

Isaksen, A. (2003): 'Lock-in' of regional clusters: The case of offshore engineering in the Oslo region. In: Fornahl, D./Brenner, T. (Hrsg.): Cooperation, networks and institutions in regional innovation systems. Cheltenham, UK, Northampton, MA: Elgar, 247-273.

Isaksen, A./Hauge, E. (2002): Regional clusters in Europe. Observatory of European SME, Nr. 3. Luxembourg: Enterprise Publications.

Isard, W. (1956): Location and space-economy. A general theory relating to industrial location, market, areas, land use, trade, and urban structure. Cambridge, MA: Technology Press of Massachusetts Institute of Technology.

Iwer, F./Dispan, J./Grammel, R./Stieler, S. (2002): Strukturwandel und regionale Kooperation. Arbeitsorientierte Strukturpolitik in der Region Stuttgart. Marburg: Schüren.

Jacobs, D./de Man, A.P. (1996): Clusters, industrial policy and firm strategy: A menu approach. In: Technology Analysis and Strategic Management 8(4), 425-437.

Jaffe, A.B. (1986): Technological opportunity and spillovers of R&D. Evidence from firms' patents, profits, and market value. In: The American Economic Review 76(5), 984-1001.

Jaffe, A.B./Trajtenberg, M./Henderson, R. (1993): Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. In: Quarterly Journal of Economics 108(3), 577-598.

Janis, I.L. (1982): Victims of group think. 2. Aufl. Boston: Mifflin.

Jansen, D. (2003): Einführung in die Netzwerkanalyse: Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele. 2., erw. Aufl., Opladen: Leske+Budrich.

Jarillo, J.C. (1988): On strategic networks. In: Strategic Management Journal 9(1), 31-41.

Johnson, B. (1992): Institutional learning. In: Lundvall, B. (Hrsg.): National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter, 23-44.

Johnson, D.K.N./Siripong, N./Brown, A.S. (2006): The demise of distance? The declining role of physical proximity for knowledge transmission. In: Growth & Change 37(1), 19-33.

Jonas, M./Berner, M./Bromberg, T./Kolassa, A./Sözen, S. (2002): Clusterbildung im Feld der Mikrosystemtechnik – Das Beispiel Dortmund. Arbeitspapier Nr. 11 des Lehrstuhls Wirtschafts- und Industriesoziologie an der Universität Dortmund.

Jones, C./Hesterley, W.S./Borgatti, S.P. (1997): A general theory of network governance: Exchange conditions and social mechanisms. In: Academy of Management Review 22(4), 911-945.

Kahn, K.B. (2002): An exploratory investigation of new product forecasting practices. In: Journal of Product Innovation Management 19(2), 133-143.

Kale, P./Dyer, J.H./Singh, H. (2002): Alliance capability, stock market response, and long term alliance success: The role of the alliance function. In: Strategic Management Journal 23(8), 747-767.

Kale, P./Singh, H./Perlmutter, H. (2000): Learning and protection of proprietary assets in strategic alliances: Building relational capital. In: Strategic Management Journal 21(3), 217-237.

Kalinowski, B. (2004): Sie störten die Raubvögel nicht. In: Freitag – Die Ost-West-Wochenzeitung vom 09.07.2004, Download: http://www.freitag.de/2004/29/04290501.php (09.07.2004).

Kambeck B.U. (2002): Firmengeschichte Schieck. In: http://www.kambeck.com/kap6.html, (24.02.2005).

Kamien, M.I./Schwartz, N.L. (1982): Market structure and innovation. Cambridge u.a.: Cambridge University Press.

Karlsch, R./Ciesla, B. (1999): Vom "Karthago-Frieden" zum Besatzungspragmatismus. Wandlungen der sowjetischen Reparationspolitik und ihre Umsetzung 1945/46. In: Mehringer, H./Schwartz, M./Wentker, H. (Hrsg.): Erobert oder befreit? Deutschland im internationalen Kräftefeld und die sowjetische Besatzungszone(1945/46). München: Oldenbourg, 71-92.

Keeble, D./Wilkinson, F. (2000): High-technology clusters, networking and collective learning: An overview. In: Keeble, D./Wilkinson, F. (Hrsg.): High-technology clusters, networking and collective learning. Aldershot u.a.: Ashgate, 1-20.

Keil, H./Roth, H. (1980): Arbeiter machen Geschichte. Berlin: Tribüne.

Kenney, M. (Hrsg.) (2000): Understanding Silicon Valley: The anatomy of an entrepreneurial region. Palo Alto: Stanford University Press.

Kenney, M./Burg, U.V. (1999): Technology, entrepreneurship and path dependence: Industrial clustering in Silicon Valley and Route 128. In: Industrial and Corporate Change 8(1), 67-103.

Ketels, C. (2003): The development of the cluster concept – Present experiences and further developments. NRW conference on clusters, 5.12.2003 in Duisburg.

Ketels, C. (2004): European clusters. In: Innovative city and business regions. 3. Structural Change in Europe. Bollschweil: Hagbarth Publications, 1-5.

Ketels, C./Lindqvist, G./Sölvell, Ö. (2007): Clusters and cluster organisations. Stockholm: Center for Strategy and Competitiveness.

Ketels, C./Lindqvist, G./Sölvell, Ö. (2008): Clusters and cluster initiatives. Harvard, Stockholm: Center for Strategy and Competitiveness & Stockholm School of Economics.

Kettenmann, H./Zaun, J./Korthals, S. (2001): Unsichtbar – Sichtbar – Durchschaut. Das Mikroskop als Werkzeug des Lebenswissenschaftlers. Berlin.

Khanna, T. (1998): The scope of alliances. In: Organization Science 9(3), 340-355.

Kiese, M. (2004): Regionale Innovationspotentiale und innovative Netzwerke in Südostasien: Das Innovations- und Kooperationsverhalten von Industrieunternehmen in Singapur. Münster, Hamburg: Lit.

Kiese, M. (2008): Stand und Perspektiven der regionalen Clusterforschung. In: Kiese, M./Schätzl, L. (Hrsg.): Cluster und Regionalentwicklung. Theorie, Beratung und praktische Umsetzung. Dortmund: Rohn, 9-50.

Kiese, M./Schätzl, L. (Hrsg.) (2008): Cluster und Regionalentwicklung. Theorie, Beratung und praktische Umsetzung. Dortmund: Rohn.

Kieser, A. (1994): Why organization theory needs historical analysis – And how this should be performed. In: Organization Science 5(4), 608-620.

Kilduff, M./Tsai, W. (2003): Social networks and organizations. London u.a.: Sage.

Kim, T.-Y./Oh, H./Swaminathan, A. (2006): Framing interorganizational network change: A network inertia perspective. In: Academy of Management Review 31(3), 704-720.

Kleinhempel, F. (2001): Glashüttes größter Sohn. Der Glastechniker und Erfinder Reinhold Burger (1866-1954). In: Edition Luisenstadt (Hrsg.): Berlinische Monatsschrift, 10(4), 71-76.

Kleinknecht, A. (1993): Why do we need new innovation output indicators. In: Kleinknecht, A./Bain, D. (Hrsg.): New concepts in innovation output measurement. Houndmills u.a.: St. Martin, 1-9.

Kleinknecht, A./Reijnen, J.O.N./Smits, W. (1993): Collecting literature-based innovation output indicators. The experience in the Netherlands. 42-84.

Klepper, S. (2002): The capabilities of new firms and the evolution of the US automobile industry. In: Industrial & Corporate Change 11(4), 645-666.

Kline, S.J./Rosenberg, N. (1986): An overview of innovation. In: Landau, R./Rosenberg, N. (Hrsg.): The positive sum strategy – Harnessing technology for economic growth. Washington: National Academic Press, 275-305.

Knoke, D./Burt, R.S. (1983): Prominence. In: Burt, R.S./Minor, M. (Hrsg.): Applied network analysis: A methodological introduction. Beverly Hills, CA: Sage, 195-222.

Knoke, D./Kulinsky, J.H. (1982): Network analysis. Beverly Hills, CA.: Sage.

Kodak GmbH (2004): Die Geschichte von Kodak in Deutschland. http://wwwde.kodak.com/DE/de/corp/kodakInDE.jhtml?pq-path=2218, (29.09.2004).

Kohler, M. (2004): Die Stereo-Colorist und ihre Geschichte. http://www.3d-historisch.de/Bodenseewerk/Geschichte-BSW.htm, (29.09.2004).

kompetenznetze.de (2006): Optische Technologien/Lasertechnik. http://www.kompetenznetze.de/navi/de/Innovationsfelder/optische-technologien-lasertechnik.html, (29.12.2006).

König, A./Köhler, H. (1923): Die Fernrohre und Entfernungsmesser. Berlin: Springer.

König, W. (1995): Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaften zwischen 1880 und 1914. Chur: G + B Fakultas.

Koschatzky, K./Lo, V. (2007): Methodological framework for cluster analyses. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research Working Papers 'Firms and Region' No. R1/2007, Karlsruhe.

Kowol, U./Krohn, W. (2000): Innovation und Vernetzung: Die Konzeption der Innovationsnetzwerke. In: Weyer, J. (Hrsg.): Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. München, Wien: Oldenbourg, 135-160.

Krackhardt, D. (1998): Simmelian tie: Super strong and sticky. In: Kramer, R.M./Neale, M. (Hrsg.): Power and influence in organizations. Thousand Oaks, CA: Sage, 21-38.

Krackhardt, D. (1999): The ties that torture: Simmelian tie analysis in organizations. In: Research in the Sociology of Organizations 16, 183-210.

Krätke, S. (2001): Institutionelle Ordnung und soziales Kapital der Wirtschaftsregionen: Zur Bedeutung der Raumbindungen im Kontext der Globalisierung. In: Geographische Zeitschrift 89, 144-164.

Krätke, S. (2002): Netzwerkanalyse von Produktionsclustern. Das Beispiel der Filmwirtschaft in Potsdam/Babelsberg. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 46(2), 107-123.

Krätke, S./Scheuplein, C. (2001): Produktionscluster in Ostdeutschland. Methoden der Identifizierung und Analyse. Hamburg: VSA-Verlag.

Kroh, R. (2007): Laser 2007. Der Schwerpunkt Fertigung wird ausgeweitet. http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanaele/produktion/trenntechnik/articles/59778/ (08.03.2007).

Kromrey, H. (2002): Empirische Sozialforschung: Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung. 10., vollst. überarb. Aufl.. Opladen: Leske und Budrich.

Krugman, P.R. (1991a): Geography and trade. 2. Auflage, Leuven: Leuven University Press u.a.

Krugman, P.R. (1991b): Increasing returns and economic geography. In: Journal of Political Economics 99(3), 483-499.

Kulicke, M., (2003): Stärkung der Starken: Öffentliche Förderung spezifischer Aspekte im Innovationsprozess durch regionale fokussierte Netzwerke. In: Koschatzky, K. (Hrsg.): Innovative Impulse für die Region – Aktuelle Tendenzen und Entwicklungsstrategien. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 23-40.

Kutsenko, D./Lerch, F. (2008): Cluster alliances from a knowledge-based perspective: A comparison of three alliances. Paper presentation at the Regional Studies Association Workshop on "Sub-national collaboration for regional development: the role of networking among regions", 13-14 June 2008 in Pisa, Italy.

Lamnek, S. (2005): Qualitative Sozialforschung. 4., vollst. überarb. Aufl.. Weinheim u.a.: Beltz PVU.

Langhoff, N. (1979): Gerätebau im Spannungsfeld der Wissenschaft. In: Spectrum 10(8), 4-7.

Lawson, C. (1999): Towards a competence theory of the region. In: Cambridge Journal of Economics 23(2), 151-166.

Lazarson, M. (1993): Factory or putting-out? Knitting networks in Modena. In: Grabher, G. (Hrsg.): The embedded firm. London u.a.: Routledge, 203-226.

Lazerson, M. (1995): A new phoenix? Modern putting-out in the Modena knitwear industry. In: Administrative Science Quarterly 40(1), 34-59.

Lazerson, M./Lorenzoni, G. (1999): The firms that feed industrial districts: A return to the Italian source. In: Industrial and Corporate Change 8(2), 235-266.

Lee, C.-M./Miller, W.F./Hancock, M.G./Rowen, H.S. (2000): The Silicon Valley edge: A habitat for innovation and entrepreneurship. Palo Alto: Stanford University Press.

Leifer, R./McDermott, C.M./O'Connor, G.C./Peters, L.S./Rice, M.P./Veryzer, R.W. (2000): Radical innovation. How mature companies can outsmart upstarts. Boston, MA: Harvard Business School Press.

Lerch, F. (2007): Branchenstrategie zur Unterstützung des Branchenkompetenzfeldes Optik im Land Brandenburg. Unveröffentlichtes Strategiepapier des Ministeriums für Wirtschaft des Landes Brandenburg. Berlin und Potsdam.

Lerch, F./Provan, K.G./Sydow, J. (2008): Network Integration in Regional Clusters and Firm Innovation – A Comparison of Measures. Academy of Management Annual Meeting, 8.-13. August 2008 in Anaheim, Kalifornien, USA.

Lerch, F./Sydow, J./Provan, K.G. (2006): Cliques within Clusters – Multi-dimensional Network Integration and Innovation Activities. 22. EGOS Colloquium, 6.-8. July 2006 in Bergen, Norwegen.

Lerch, F./Sydow, J./Wilhelm, M. (2007): Wenn Wettbewerber zu Kooperationspartnern (gemacht) werden. In: Schreyögg, G./Sydow, J. (Hrsg.): Managementforschung 17. Wiesbaden: Gabler, 207-255.

Leupolt, B. (1993): Entwicklung der Industrie in Berlin-Brandenburg. In: Geographische Rundschau 45(10), 594-599.

Levy, T.E./Higham, T./Ramsey, C.B./Smith, N.G./Ben-Yosef, E./Robinson, M./Münger, S./Knabb, K./Schulze, J.P./Najjar, M./Tauxe, L. (2008): High-precision radiocarbon dating and historical biblical archaeology in southern Jordan. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105(43), 16460-16465.

Liman, H. (2000): Mehr Licht. Die Geschichte der Berliner Straßenbeleuchtung. Berlin: Haude & Spener.

Lin, N. (2001): Social capital: A theory of social structure and action. New York: Cambridge University Press.

Lin, N. (2001b): Building a network theory of social capital. In: Lin, N./Cook, K./Burt, R.S. (Hrsg.): Social capital: Theory and research. New York: de Gruyter, 3-29.

Lincoln, J.R./Gerlach, M.L. (2004): Japan's network economy. Cambridge: Cambridge University Press.

Loda, M. (1989): Das "Dritte Italien". Zu den Spezifika der peripheren Entwicklung in Italien. In: Geographische Zeitschrift 77, 180-194.

Lorenz, E.H. (1992): Trust, community, and cooperation: Toward a theory of industrial districts. In: Storper, M./Scott, A.J. (Hrsg.): Pathways to industrialization and regional development. London: Routledge, 195-204.

Lorenzen, M. (2005): Why do clusters change? In: European Urban and Regional Studies 12(3), 203-208.

Lorenzioni, G./Baden-Fuller, C. (1995): Creating a strategic center to manage a web of partners. In: California Management Review 37(3), 146-163.

Lösch, A. (1940): Die Räumliche Ordnung der Wirtschaft. Jena: Fischer.

Lösch, A. (1954): The Economics of Location - English Edition. New Haven: Yale University Press.

Lublinski, A.E. (2003): Does geographic proximity matter? Evidence from clustered and non-clustered aeronautic firms in Germany. In: Regional Studies 37(5), 453-467.

Luce, R.D./Perry, A. (1949): A method for matrix analysis of group structure. In: Psychometrika 14, 95-116.

Luhmann, N. (1979): Trust and power. Chichester: Wiley.

Lundvall, B.-Å. (1988): Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to national system of innovation. In: Dosi, G./Freeman, C./Nelson, G./Silverberg, G./Soete, L. (Hrsg.): Technical change and economic theory. London: Pinter, 349-369.

Lundvall, B.-Å. (1992a): Introduction. In: Lundvall, B.-Å. (Hrsg.): National systems of innovation. London: Pinter, 1-19.

Lundvall, B.-Å. (2007): National innovation systems. Analytical concept and development tool. In: Industry & Innovation 14(1), 95-119.

Lundvall, B.-Å. (Hrsg.) (1992b): National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter.

Luxbacher, G. (2003): Massenproduktion im globalen Kartell : Glühlampen, Radioröhren und die Rationalisierung der Elektroindustrie bis 1945. Berlin: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik.

MacKay, R./Masrani, S./McKierman, P. (2006): Strategy options and cognitive freezing: The case of the Dundee jute industry in Scotland. In: Futures 38(8), 925-941.

MacSummit, B./Martin, J. (1990): Die Silicon-Valley-Story. 2. Aufl., München: Systhema-Verlag.

Mahoney, J. (2000): Path dependence in historical sociology. In: Theory and Society 29(4), 507-548.

Maillat, D. (1991): The innovation process and the role of the milieu. In: Bergman, E.M./Maier, G./Tödtling, F. (Hrsg.): Regions reconsidered. London, New York: Mansell, 103-117.

Maillat, D. (1998): Vom "Industrial District" zum innovativen Milieu: Ein Beitrag zur Analyse der lokalen Produktionssysteme. In: Geographische Zeitschrift 86, 1-15.

Maiman, T.H. (1960): Stimulated optical radiation in ruby. In: Nature 187 4736, 493-494.

Malecki, E.J. (1987): The R&D location of the firm and creative regions: A survey. In: Technovation 6(3), 205-222.

Malecki, E.J. (1991): Technology and economic development. The dynamics of local, regional and national change. Harlow: Longman.

Malerba, F. (2002): Sectoral systems of innovation and production. In: Research Policy 31(2), 247-264.

Malerba, F. (2005): Sectoral systems of innovation: A framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. In: Economics of Innovation & New Technology 14(1/2), 63-82.

Malmberg, A. (1996): Industrial geography: Agglomeration and local milieu. In: Progress in Human Geography 20(3), 392-403.

Malmberg, A./Maskell, P. (1997): Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration. In: European Planning Studies 5(1), 25-41.

Malmberg, A./Maskell, P. (2002): The elusive concept of localization economies: Towards a knowledge-based theory of spatial clustering. In: Environment and Planning A 34(3), 429-449.

Malmberg, A./Maskell, P. (2006): Localized learning revisited. In: Growth and Change 37(1), 1-18.

Malmberg, A./Power, D. (2005a): On the role of global demand in local innovation processes. In: Fuchs, G./Shapira, P. (Hrsg.): rethinking regional innovation and change – path dependency or regional breakthrough? New York: Springer, 273-290.

Malmberg, A./Power, D. (2005b): (How) do (firms in) clusters create knowledge? In: Industry and Innovation 12(4), 409-431.

March, J.G. (1991): Exploration and exploitation in organizational learning. In: Organization Science 2(1), 71-87.

Markusen, A. (1996): Sticky places in slippery spaces: A typology of industrial districts. In: Economic Geography 72(3), 239-313.

Marshall, A. (1890): Principles of economics: An introductory volume. London: Macmillan.

Marshall, A. (1910): Principles of economics: An introductory volume. 6. Aufl., London: Macmillan.

Marshall, A. (1919): Industry and trade. London: Macmillan.

Martin, R. (2006): Pfadabhängigkeit und die ökonomische Landschaft. In: Berndt, C./Glückler, J. (Hrsg.): Denkanstöße zu einer anderen Geographie der Ökonomie. Bielefeld: Transcript, 47-76.

Martin, R./Sunley, P. (2003): Deconstructing clusters: Chaotic concept or policy panacea? In: Journal of Economic Geography 3(1), 5-35.

Martin, R./Sunley, P. (2006): Path dependence and regional economic evolution. In: Journal of Economic Geography 6(4), 395-437.

Martinez-Fernandez, C./Leevers, K. (2004): Knowledge transfer and industry innovation: The discovery of nanotechnology by South-West Sydney organisations. In: International Journal of Technology Management 28(3-6), 560-581.

Maskell, P. (2000): Social capital, innovation, and competitiveness. In: Baron, S./Field, S./Schuller, T. (Hrsg.): Social capital: Critical perspectives. Oxford: Oxford University Press, 111-123.

Maskell, P. (2001): Towards a knowledge-based theory of the geographical cluster. In: Industrial and Corporate Change 10(4), 921-943.

Maskell, P./Bathelt, H./Malmberg, A. (2006): Building global knowledge pipelines: The role of temporary clusters. In: European Planning Studies 14(8), 997-1013.

Maskell, P./Eskelinen, H./Hannibalsson, I./Malmberg, A./Vatne, E. (1998): Competitiveness, localised learning and regional development. Specialisation and prosperity in small open economies. London: Routledge.

Maskell, P./Kebir, L. (2005): What qualifies as a cluster theory? DRUID Working Paper No 05-09, Department of Industrial Economics and Strategy, Copenhagen Business School.

Maskell, P./Malmberg, A. (1999): Localised learning and industrial competitiveness. In: Cambridge Journal of Economics 23(2), 167-185.

Maskell, P./Malmberg, A. (2007): Myopia, knowledge development and cluster evolution. In: Journal of Economic Geography 7(5), 603-618.

Massey, D. (1984): Spatial division of labor: Social structures and the geography of production. London: Macmillan.

Matis, H./Bachinger, K. (2004): Joseph A. Schumpeter. Entwicklung als unternehmerische Innovation. Wirtschafts- und Sozialgeschichte. TELEMATIK WU-WIEN.

Maurer, I. (2003): Soziales Kapital als Erfolgsfaktor junger Unternehmen. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.

Maurer, I./Ebers, M. (2006): Dynamics of social capital and their performance implications: Lessons from biotechnology start-ups. In: Administrative Science Quarterly 51(2), 262-292.

Max-Planck-Institut (MPI) für Physik (2006): Geschichte des Instituts. http://www.mppmu.mpg.de/deutsch/Geschichte.html (20.08.2006).

Mayer, A. (2004): Laser in der Materialbearbeitung. Eine Marktübersicht. In: LTJ April/Mai 2004 Nr. 1, 9-12.

Mayhew, B.H. (1980): Structuralism versus individualism: Part 1, shadowboxing in the dark. In: Social Forces 59, 335-375.

Mayntz, R. (1994): Deutsche Forschung im Einigungsprozess. Die Transformation der Akademie der Wissenschaften der DDR 1989 bis 1992. Frankfurt am Main, New York: Campus.

Mayring, P. (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5., überarb. u. neu ausgestattete Aufl.. Weinheim u.a.: Beltz.

McCann, P. (1995): Rethinking the economics of location and agglomeration. In: Urban Studies 32(3), 563-557.

Meeus, M.T.H./Faber, J. (2006): Interorganizational relations and innovation: A review and a theoretical extension. In: Hage, J./Meeus, M.T.H. (Hrsg.): Innovation, science, and institutional change. Oxford, New York: Oxford University Press, 67-87.

Mensch, G. (1975): Das technologische Patt. Innovationen überwinden Depressionen. Frankfurt a. M.: Umschau-Verlag.

Menzel, M.-P. (2005): Networks and technologies in an emerging cluster: The case of bioinstruments in Jena. In: Karlsson, C./Johansson, B./Stough, R.R. (Hrsg.): Industrial clusters and inter-firm networks. Cheltenham, UK, Northampton, MA: Elgar, 413-449.

Menzel, M.-P./Fornahl, D. (2007): Cluster life cycles: Dimensions and rationales of cluster development. Jena Economic Research Papers #2007-076.

Meyer, B. (2000): Berlin - Stadt der Nobelpreisträger. In: Edition Luisenstadt (Hrsg.): Berlinische Monatsschrift 9(4), 58-64.

Meyer-Stamer, J. (2000): Clusterförderung als Element lokaler und regionaler Standortpolitik: Optionen, Hindernisse und Grenzen – Perspektiven für NRW. Projektbericht Meso-NRW, INEF Duisburg.

Miles, R.E./Snow, C.C. (1986): Organizations: New concepts for new forms. In: California Management Review 28(3), 62-73.

Mitchell, J.C. (1969): The concept and use of social networks. In: Mitchell, J.C. (Hrsg.): Social networks in urban situations. Manchester: Manchester University Press, 1-50.

Mitchell, W./Singh, K. (1996): Survival of businesses using collaborative relationships to commercialize complex goods. In: Strategic Management Journal 17(3), 169-195.

Mizruchi, M.S. (1994): Social network analysis: Recent achievements and current controversies. In: Acta Sociologica 37(4), 329-343.

Mokken, R.J. (1979): Cliques, clubs and clans. In: Quality and Quantity 13, 161-173.

Molina-Morales, F.X./Martinez-Fernandez, M.T. (2003): The impact of industrial district affiliation on firm value creation. In: European Planning Studies 11(2), 155-170.

Möllering, G. (2006): Trust: Reason, routine, reflexivity. Oxford: Elsevier.

Moreno, J.L. (1934): Who shall survive? Beacon NY: Beacon House.

Morgan, K. (1997): The learning region: Institutions, innovation and regional renewal. In: Regional Studies 31(5), 491-504.

Mossig, I. (2000a): Lokale Spin-off-Gründungen als Ursache räumlicher Branchencluster: Das Beispiel der deutschen Verpackungsmaschinenbau-Industrie. In: Geographische Zeitschrift 88, 220-233.

Mossig, I. (2000b): Räumliche Konzentration der Verpackungsmaschinenbauindustrie in Westdeutschland. Eine Analyse des Gründungsgeschehens. Diss. Universität Gießen.

Mossig, I. (2002): Konzeptioneller Überblick zur Erklärung der Existenz geographischer Cluster. Evolution, Institution und Bedeutung des Faktors Wissen. In: Jahrbuch für Regionalwissenschaft 22(2), 143-161.

Mossig, I. (2008a): Entstehungs- und Wachstumspfade von Clustern: Konzeptionelle Ansätze und empirische Beispiele. In: Kiese, M./Schätzl, L. (Hrsg.): Cluster und Regionalent-

wicklung: Theorie, Beratung und praktische Umsetzung. Dortmund: Verlag Dorothea Rohn, 51-68.

Mossig, I. (2008b): Global networks of the motion picture industry in Los Angeles/Hollywood using the example of their connections to the German market. In: European Planning Studies 16(1), 43-59.

Mossig, I./Klein, J. (2003): Das Produktionscluster der Optischen Industrie im Raum Wetzlar: Ansatzpunkte für eine clusterorientierte Strukturpolitik. In: Raumforschung und Raumordnung 61(4), 237-251.

Moulaert, F./Sekia, F. (2003): Territorial innovation models: A critical survey. In: Regional Studies 37(3), 289-302.

Museum optischer Instrumente (2004): R. Fuess: Einfaches petrografisches Mikroskop. http://www.musoptin.com/mikro1.html, (29.09.2004).

Myrdal, G. (1957): Rich lands and poor. New York u.a.: Harper & Row.

Nadel, S.F. (1965): The theory of social structure. 3. Aufl., London: Cohen & West.

Nadvi (1995): Industrial clusters and networks: Case studies of SME growth and innovation. UNIDO, 1-78.

Nagel, R. (1993): Lead User Innovationen. Entwicklungskooperationen am Beispiel der Industrie elektronischer Leiterplatten. Wiesbaden: DUV.

Nahapiet, J./Goshal, S. (1998): Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage. In: Academy of Management Review 23(2), 242-286.

Narayan, D./Protchett, L. (1999): Economic progress and the idea of social capital. In: Dasgupta, P./Serageldin, I. (Hrsg.): Social capital: A multifaceted perspective. Washington, D.C.: The World Bank.

Narula, R. (2002): Innovation systems and 'inertia' in R&D location: Norwegian firms and the role of systemic lock-in. In: Research Policy 31(5), 795-816.

National Research Council (1998): Harnessing light – Optical science and engineering for the 21st century. Washington, D.C.: National Academy Press.

Nelles, J./Bramwell, A./Wolfe, D.A. (2005): History, Culture and Path Dependency: Origins of the Waterloo ICT Cluster. DRUID Working Paper. Danish Research Unit for Industrial Dynamics.

Nelson, R.R. (1993): National innovation systems: A comparative analysis, New York: Oxford University Press

Nelson, R.R. (1995): Recent evolutionary theorizing about economic change. In: Journal of Economic Literature 33(1), 48-90.

Nelson, R.R./Winter, S. (1982): An evolutionary theory of economic change. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Nentwig, F. (2008): Berlin im Licht. Ausstellungskatalog der Stiftung Stadtmuseum Berlin. Berlin: Verlag Berlin.

Nerlinger, E. (1999): Innovative Unternehmensgründungen in Deutschland: Ein Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse und Trends. In: Bögenhold, D./Schmidt, D. (Hrsg.): Eine neue Gründerzeit? Die Wiederentdeckung kleiner Unternehmen in Theorie und Praxis. Amsterdam: G-und-B-Verl. Fakultas, 111-136.

Niehoff, J./Pearsall T.P. (2004): Consolidated European photonics research initiative: Photonics for the 21st Century. Paris, Düsseldorf: VDI Technologiezentrum.

Niesing, B. (2005): Licht – Universelles Werkzeug. In: Fraunhofer Magazin 4.2005, 8-12.

Nitsche, H. (1922): Die Rathenower Brillen-Industrie mit besonderer Berücksichtigung ihrer geschichtlichen und technischen Entwicklung. In: Central-Zeitung für Optik und Mechanik 43. Berlin.

Noll, P. (2001): Nachrichtentechnik an der TH/ TU Berlin – Geschichte, Stand und Ausblick. http://www.nue.tu-berlin.de/history/th_nachr.pdf, (29.09.2004).

Nonaka, I./Reimoeller P./Senoo, D. (1998): The art of knowledge: Systems to capitalize on market knowledge. In: European Management Journal 16(6), 672-684.

Nooteboom, B. (2008): Learning and innovation in inter-organizational relationships. In: Cropper, S./Ebers, M./Huxham, C./Ring, P.S. (Hrsg.): The oxford handbook of inter-organizational relations. Oxford: Oxford University Press, 607-634.

North, D.C. (1990): Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge: Cambridge University Press.

Nuhn, H. (1985): Industriegeographie. In: Geographische Rundschau 37, 187-193.

Nuhn, H. (1989): Technologische Innovation und industrielle Entwicklung: Silicon Valley – Modell zukünftiger Regionalentwicklung? In: Geographische Rundschau 41(5), 258-265.

o.A. (2006): Die Geschichte der optischen Industrie. http://www.rathenow.de/fileadmin/ dateien/PDF/Allgemein/Geschichte_der_Optik.pdf, (06.06.2006).

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (1992): New data on industrial innovation. Paris: OECD.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (1996a): Networks of enterprises and local economic development. Paris: OECD.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (1996b): The knowledge based economy. Paris: OECD.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (2001b): World Congress on Local Clusters – Proceedings. Paris. OECD – DATAR.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (2001c): Cities and regions in the new learning economy. Paris: OECD.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (2002): International Conference on Territorial Development: Local Clusters, Restructuring Territories, and Environment-Enterprises-Districts - Proceedings. Paris: OECD – DATAR.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (Hrsg.) (1999): Boosting innovation: The cluster approach. Paris: OECD.

OECD (Organization of Economic Cooperation and Development) (Hrsg.) (2001a): Innovative clusters: Drivers of national innovation systems. Paris: OECD.

Ohmae, K. (1993): The rise of the region state. In: Foreign Affairs 72(2), 78-87.

Ohmae, K. (2006): Die guten Unternehmen der Zukunft sind heimatlos. In: Manager-Magazin 9/2006, 79-83.

OpTecBB (2000): Optec-Berlin-Brandenburg (OptecBB). Vorhabenskurzbeschreibung im Rahmen des Wettbewerbs „Kompetenznetze Optische Technologien (OptecNet)“ Unveröffentlichter Förderantrag.

Optech Consulting (2007): Optische Technologien. Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland. Herausgegeben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin.

Optimat Ltd. (2002): Midlands photonics sector: Cluster mapping and analysis. Unveröffentlichte Präsentation. Glasgow, Birmingham: Optimat Ltd.

Optische Anstalt C. P. Goerz AG (1911): Festschrift Herausgegeben von der Optischen Anstalt C. P. Goerz AG Berlin-Friedenau anlässlich der Feier ihres 25jährigen Bestehens 1886-1911. Berlin.

Optonet (2007): Die optische Industrie in Thüringen. Hightech-Branche weiter auf Wachstumskurs. Jena: Optonet.

Ortmann, G. (1995): Formen der Produktion. Organisation und Rekursivität. Opladen: Westdeutscher Verlag.

OSRAM GmbH (2006): 100 Jahre OSRAM – Licht hat einen Namen. Markenjubiläum 2006. München: OSRAM GmbH, Corporate Communications.

Padgett, J.F./Ansell, C.K. (1993): Robust action and the rise of the Medici, 1400-1434. In: American Journal of Sociology 98(6), 1259-1319.

Padgett, J.F./Doowan, L./Collier, N. (2003): Economic production as chemistry. In: Industrial and Corporate Change 12(4), 843-877.

Paniccia, I. (1998): One, a hundred, thousands of industrial districts. Organizational variety in local networks of small and medium-sized enterprises. In: Organization Studies 19(4), 667-699.

Paniccia, I. (2002): Industrial districts: Evolution and competitiveness in Italian firms. Cheltenham, UK: Elgar.

Paniccia, I. (2006): Cutting through the chaos. Towards a new typology of industrial districts and clusters. In: Asheim, B./Cooke, P./Martin, R. (Hrsg.): Clusters and regional development. London, New York: Routledge, 90-114.

Pappi, F.U. (1993): Policy-Netze: Erscheinungsformen moderner Politiksteuerung oder methodischer Ansatz? In: Héritier, A. (Hrsg.): Policy-Analyse: Kritik und Neuorientierung (PVS Sonderheft 24). Opladen: Westdeutscher Verlag, 84-94.

Pappi, F.U./Kappelhoff, P./Melbeck, C. (1987): Die Struktur der Unternehmensverflechtungen in der Bundesrepublik. Eine Blockmodellanalyse der Personal- und Kapitalverflechtungen zwischen den größten Unternehmen. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 39(4), 693-717.

Patchell, J. (1993): Composing robot production systems: Japan as a flexible manufacturing system. In: Environment and Planning A 25(8), 923-944.

Patel, P./Pavitt, K. (1997): The technological competencies of the world’s largest firms: Complex and path-dependent, but not much variety. In: Research Policy 26(2), 141-156.

Pavitt, K. (2002): Knowledge about knowledge since Nelson and Winter: A mixed record. Electronic Working Paper Series, paper No. 83, SPRU, University of Sussex.

Peck, J. (1996): Workplace: The social regulation of labour markets. New York: Guilford

Peeters, L./Tiri, M./Berwert, A. (2001): Identification of techno-economic clusters using input-output data: Application to Flanders and Switzerland. In: OECD (Hrsg.): Innovative clusters. Drivers of national innovation systems. Paris: OECD Proceedings, 251-272.

Penrose, E.T. (1959): The theory of the firm. Oxford: Blackwell.

Perroux, F. (1955): Note sur la notion de 'pôle de croissance'. (wieder veröffentlicht und übersetzt in: McKee, D.L./Dean, R.D./Leahy, W.H. (Hrsg.) (1970) Regional economics. New York: Free Press, 93-103).

Pfähler, W./Lublinski, A.E. (2003): Luftfahrt-Cluster Hamburg, Norddeutschland: Bestandsaufnahme, Perspektiven und Vision für die Zulieferindustrie. Frankfurt am Main u.a.: Lang.

Phelps, N.A. (1992): External economies, agglomeration and flexible accumulation. In: Transactions of the Institute of British Geographers 17(1), 35-46.

Photonics21 (2006a): Towards a bright future for Europe: Strategic research agenda in photonics. http://www.epic-assoc.com/download/sra_1.pdf (26.04.2006).

Photonics21 (2006b): Europe intensifies support for photonics. http://www.photonics21.org/index.php (28.12.2006).

Pierson, P. (2000): Increasing returns, path dependence, and the study of politics. In: American Political Science Review 94(2), 251-267.

Pinch, S./Henry, N. (1999): Paul Krugman's geographical economics, industrial clustering and the British motor sport industry. In: Regional Studies 33(9), 815-827.

Piore, M.J./Sabel, C.F. (1984): The second industrial divide: Possibilities for prosperity, New York: Basic Books.

Podolny, J.M. (1993): A status-based model of market competition. In: American Journal of Sociology 98(4), 829-872.

Podolny, J.M./Page, K.L. (1998): Network forms of organization. In: Annual Review of Sociology 24(1), 57-76.

Polanyi, M. (1967): The tacit dimension. London: Routledge & Kegan Paul.

Porter, M.E. (1985): Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. New York u.a.: Free Press.

Porter, M.E. (1990): The competitive advantage of nations. London u.a.: Macmillan.

Porter, M.E. (1998a): On competition. Boston, Mass: Harvard Businesss School Publishing.

Porter, M.E. (1998b): Clusters and the New Economics of Competition. In: Harvard Business Review 76, 77-90.

Porter, M.E. (2000a): Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. In: Economic Development Quarterly 14(1), 15-34.

Porter, M.E. (2000b): Locations, clusters, and company strategy. In: Clark, G.L./Feldman, M.P./Gertler, M.S. (Hrsg.): The oxford handbook of economic geography. Oxford: Oxford University Press, 253-274.

Porter, M.E. (2003): The economic performance of regions. In: Regional Studies 37(6/7), 549-578.

Porter, M.E./Monitor Group/ontheFRONTIER/Council on Competitiveness (2001): Clusters of innovation: Regional foundations of U.S. competitiveness. Washington, D.C.: Council of Competitiveness.

Portes, A. (1998): Social capital: Its origins and applications in modern sociology. In: Annual Review of Sociology 24(1), 1-24.

Pouder, R./StJohn, C.H. (1996): Hot spots and blind spots: Geographical clusters of firms and innovation. In: Academy of Management Review 21(4), 1192-1225.

Powell, W.W. (1985): Getting into print: The decision-making process in scholarly publishing. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Powell, W.W. (1990): Neither market nor hierarchy: Network forms of organization. In: Research in Organizational Behavior 12, 295-336.

Powell, W.W./Brantley, P. (1992): Competitive cooperation in biotechnology: Learning through networks? In: Nohria, N./Eccles, R. (Hrsg.): Networks and organizations. Boston: Harvard Business School Press, 366-394.

Powell, W.W./Grodal, S. (2005): Networks of innovators. In: Fagerberg, J./Mowery, D.C./Nelson, R. (Hrsg.): The Oxford handbook of innovation. Oxford: Oxford University Press, 56-85.

Powell, W.W./Koput, K.W./Bowie, J.I./Smith-Doerr, L. (2002): The spatial clustering of science and capital: Accounting for biotech firm-venture capital relationships. In: Regional Studies 36(3), 291-305.

Powell, W.W./Koput, K.W./Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. In: Administrative Science Quarterly 41(1), 116-145.

Powell, W.W./Smith-Doerr, L. (1994): Networks and economic life. In: Smelser, N.J./Swedberg, R. (Hrsg.): The handbook of economic sociology. Princeton, NJ: Princeton University Press, 368-402.

Powell, W.W./White, D.R./Koput, K.W./Owen-Smith, J. (2005): Network dynamics and field evolution. The growth of inter-organizational collaboration in the life sciences. In: American Journal of Sociology 110(4), 1132-1205.

Prahalad, C.K./Hamel, G. (1990): The core competence of the corporation. In: Harvard Business Review 68(3), 79-91.

Predöhl, A. (1925): Das Standortproblem in der Wirtschaftstheorie. In: Weltwirtschaftliches Archiv 21, 294-321.

Provan, K.G./Kenis, P. (2008): Modes of network governance: Structure, management, and effektiveness. In: Journal of Public Administration Research and Theory 18(2), 229-252.

Provan, K.G./Milward, H.B./Isett, K.R. (2002): Collaboration and integration of community-based health and human services in a nonprofit managed care system. In: Health Care Management Review 27(1), 21-32.

Provan, K.G./Sebastian, J.G. (1998): Networks within networks: Service link overlap, organizational cliques, and network effectiveness. In: Academy of Management Journal 41(4), 453-463.

Putnam, R.D. (1993a): Making democracy work. Civic traditions in modern Italy. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Putnam, R.D. (1993b): The prosperous community: Social capital and public life. In: The American Prospect, Spring, 35-42.

Putnam, R.D. (1995): Bowling alone: America's declining social capital. In: Journal of Democracy 6(1), 65-78.

Pyke, F./Becattini, G./Sengenberger, W. (Hrsg.) (1990): Industrial districts and inter-firm cooperation in Italy. Genf: International Institute for Labour Studies.

Pyke, F./Sengenberger, W. (1992): Industrial districts and local economic regeneration: research and policy issues. In: Pyke, F./Sengenberger, W. (Hrsg.): Industrial districts and local economic regeneration. Genf: International Institute for Labour Studies.

Pyke, F./Sengenberger, W. (Hrsg.) (1992): Industrial districts and local economic regeneration. Genf: International Institute for Labour Studies.

Rabelotti, R. (1995): Is there an „Industrial District Model"? Footwear districts in Italy and Mexico compared. In: World Development 23(1), 29-41.

Rammer, C./Gassler, H. (1999): Alles Cluster? Über den Boom einer neuen wirtschaftspolitischen Strategie. Wien: GWU Materialien, 3/99.

Rasche, C. (2000): Der Resource-Based View im Lichte des hybriden Wettbewerbs. In: Hammann, P./Freiling, J. (Hrsg.): Die Ressourcen- und Kompetenzperspektive des strategischen Managements. Wiesbaden: DTV, 69-125.

Rathenower Optische Industrie-Anstalt (1900): Zum 100jährigen Jubiläum der Rathenower optischen Industrie Anstalt vorm. Emil Busch und der optischen Industrie zu Rathenow. Berlin-Schöneberg: Meisbach Riffbarth.

Ratti, R. (1989): PME, synergies locales et cycles spatiaux d'innovation. Working Paper 135, Barcelona: GREMI.

Ratti, R. (1992): Innovation technologique et developpement regional. Lausanne: Meta-Editions S.A.

Ratti, R./Bramanti, A./Gordon, R. (Hrsg.) (1997): The dynamics of innovative regions. The GREMI-Approach. Aldershot: Ashgate.

Raueiser, M. (2005): Das Biotechnologie-Cluster im nordeuropäischen Wachstumsraum Øresundregion. Köln: Kölner Wissenschaftsverlag.

Reagans, R./McEvily, B. (2003): Network structure and knowledge transfer: The effects of cohesion and range. In: Administrative Science Quarterly 48(2), 240-267.

Reagans, R./Zuckerman, E. (2001): Networks, diversity and performance: The social capital of R&D units. In: Organization Science 12(4), 502-517.

Rehfeld, D. (1994): Produktionscluster und räumliche Entwicklung – Beispiele und Konsequenzen. In: Krumbein, W. (Hrsg.): Ökonomische und politische Netzwerke in der Region. Münster, Hamburg: Lit, 187-206.

Rehfeld, D. (1999): Produktionscluster: Konzeption, Analysen und Strategien für eine Neuorientierung der regionalen Strukturpolitik. München, Mering: Hampp.

Richter, H.-U. (1998): Chronik der Zerstörungsfreien Materialprüfung. Berlin: DVS-Verlag.

Richter, H.-U./Heidt, H. (2001): Vieles begann in Berlin - Eine ZfP-historische Stadterkundung. In: DGZfP-JAHRESTAGUNG 2001 Zerstörungsfreie Materialprüfung. ZfP in Anwendung, Entwicklung und Forschung. Berlin, 21.-23. Mai 2001 -Berichtsband 75-CD. http://www.ndt.net/article/dgzfp01/papers/v65/v65.htm (29.09.2004).

Richter, R. (2007):'Is friendly cooperation worth while?' Die Netzwerke der Werkzeugmaschinenbauer von Chemnitz (Deutschland) und Cincinnati (USA), 1890er bis 1930er Jahre. In: Berghoff, H./Sydow, J. (Hrsg.): Unternehmerische Netzwerke. Eine historische Organisationsform mit Zukunft? Stuttgart: Kohlhammer, 143-173.

Riedler, A. (1916): Emil Rathenau und das Werden der Großwirtschaft. Berlin: Springer.

Riedmüller, B. (1999): Wissenschaftsstadt Berlin. Hochschulen und Forschung im Vereinigungsprozess. In: Süß, W. (Hrsg.): Berlin. Die Hauptstadt. Vergangenheit und Zukunft einer europäischen Metropole. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 715-738.

Riekher, R. (2000): Zur Vor- und Frühgeschichte des Zentralinstituts für Optik und Spektroskopie. In: Wissenschaftlich-technische Gesellschaft Adlershof (WITEGA e.V.) (Hrsg.): Wissenschaftshistorische Adlershofer Splitter 6. Vom Optischen Laboratorium in Berlin-Karow bis zum Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie in den Jahren 1946-1991. Berlin: WITEGA.

Ring, P.S./Doz, Y.L./Olk, P.M. (2005): Managing Formation Processes in R&D Consortia. In: California Management Review 47(4), 137-156.

Ritter, T./Gemünden, H.-G. (1999): Wettbewerbsvorteile im Innovationsprozeß durch Netzwerk-Kompetenz: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: Engelhard, J./Sinz, E. (Hrsg.): Kooperation im Wettbewerb. Neue Formen und Gestaltungskonzepte im Zeichen von Globalisierung und Informationstechnologie. Wiesbaden: Gabler, 385-409.

Roberts, B./Stimson, R.J. (1998): Multi-sectoral qualitative analysis: A tool for assessing the competitiveness of regions and formulating strategies for economic development. In: Annals of Regional Science 32(4), 469-494.

Roberts, E.B. (1987): Generating technological innovation. New York: Oxford University Press.

Roelandt, T.J.A./den Hertog, P. (1999): Cluster analysis and cluster-based policy making: The state of the art. In: OECD (Hrsg.): Boosting innovation: The cluster approach. Paris: OECD, 413-427.

Romanelli, E./Kessina, O.M. (2005): Regional industrial identity: Cluster configurations and economic development. In: Organization Science 16(4), 344-358.

Rometsch, M. (2008): Organisations- und Netzwerkidentität. Systemische Perspektiven. Wiesbaden: Gabler.

Ronzheimer, M. (1999): PTB weiht Labor bei BESSY II ein. Einweihung des Synchrotronstrahlungslaboratoriums der PTB am Elektronenspeicherring BESSY II in Berlin-Adlershof am 29. März 1999. In: WistaNews: http://www.berlinews.de/wista/archiv/129. shtml, (29.09.2004).

Ronzheimer, M. (2003): 50 Jahre „Institut Berlin" der PTB. In: Berlinews: http://www.berlinews.de/archiv-2003/1622.shtml, (27.09.2003).

Rösch, A. (1998): Kreative Milieus als Erklärungsansatz regionaler Entwicklung. Arbeitsmaterialien zur Raumordnung und Raumplanung. Nr. 179. Bayreuth: Universität Bayreuth, Lehrstuhl Wirtschaftsgeographie und Regionalplanung.

Rösch, A. (2000): Kreative Milieus als Faktoren der Regionalentwicklung. In: Raumforschung und Raumordnung 59(2/3), 161-172.

Rose, M. (2000): Firms, networks and business value: The British and American cotton industry since 1750. Cambridge, UK, New York: Cambridge University Press.

Rosenbusch G./Oudkerk M./Ammann E. (1995): Radiology in medical diagnostics. Evolution of X-ray applications 1895-1995. Blackwell Science. Zitiert nach: Van Tiggelen, R. (2001): Since 1895, Orthopaedic Surgerey Needs X-Ray Imaging: A Historical Overview From Discovery to Computed Tomography. In: JBR–BTR, 2001, 84: 204-213. http://www.radiology-museum.be/English/History/ article_0006.pdf (29.09.2004).

Rosenfeld, M./Franz, P./Günther, J./Heimpold, G./Kawka, R./Kronthaler, F./Barkholz, M. (2004): Innovative Kompetenzfelder, Produktionsnetzwerke und Branchenschwerpunkte der ostdeutschen Wirtschaft. Halle/Saale: IWH.

Rosenfeld, S.A. (1997): Bringing business clusters into the mainstream of economic development. In: European Planning Studies 5(1), 3-23.

Rowley, T.J./Greve, H.R./Rao, H./Baum, J.A.C./Shipilov, A.V. (2005): Time to break up: Social and instrumental antecedents of firm exits from exchange cliques. In: Academy of Management Journal 48(3), 499-521.

Royal Philips Electronics (2004): Historie Philips Deutschland. http://www.philips.de/ about/company/deutschland/section-13620/index.html (29.09.2004).

Sabel, C.F. (1989): Flexible specialization and the re-emergence of regional economies. In: Hirst, P.Q./Zeitlin, J. (Hrsg.): Reversing industrial decline? Industrial structure and policy in Britain and her competitors. Oxford: Berg, 17-70.

Sabel, C.F./Herrigel, G./Deeg, R./Kazis, R. (1989): Regional Prosperities Compared: Massachusetts and Baden-Württemberg in the 1980s. In: Economy & Society 18(4), 374-404.

Sadler, D. (2004): Cluster evolution, the transformation of old industrial regions and the steel industry supply chain in North East England. In: Regional Studies 38(1), 55-66.

Salomo, S. (2003): Konzept und Messung des Innovationsgrades. Ergebnisse einer empirischen Studie zu innovativen Entwicklungsvorhaben. In: Schwaiger, M. (Hrsg.): Empirie und Betriebswirtschaft: Entwicklungen und Perspektiven. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 399-427.

Sandefur, R.L./Laumann, E.O. (1998): A paradigm for social capital. In: Rationality and Society 10(4), 481-501.

Sandefur, R.L./Laumann, E.O./Heinz, J. (1999): The changing value of social capital in an expanding social system: Lawyers in the Chicago Bar, 1975 and 1995. In: Leenders, R./Gabbay, S. (Hrsg.): Corporate social capital and liability. Boston: Kluwer, 217-233.

Sandner, W. (2002): Optik und optische Technologien. Unveröffentlichter Bericht an den Berliner Senat. Berlin.

Santarelli, E./Piergiovanni, R. (1996): Analyzing literature-based innovation output indicators: The Italian experience. In: Research Policy 25(5), 689-711.

Saxenian, A. (1994): Regional advantage. Culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Saxenian, A. (1999): Comment on Kenney and von Burg ‘Technology, entrepreneurship and path dependence: Industrial clustering in Silicon Valley and Route 128’. In: Industrial and Corporate Change 8(1), 105-110.

Saxenian, A./Hsu, J.-Y. (2001): The Silicon Valley – Hsinchu connection: Technical communities and industrial upgrading. In: Industrial and Corporate Change 10(4), 893-920.

Sayer, A. (1989): Post-Fordism in question. In: International Journal of Urban and Regional Research 13(4), 666-695.

Sayer, A. (1992): Method in social science. London: Routledge.

Sayer, A. (2000): Realism and social science. London: Sage.

Schamp, E.W. (1983): Grundsätze der zeitgenössischen Wirtschaftsgeographie. In: Geographische Rundschau 35(2), 74-80.

Schamp, E.W. (1995): Arbeitsteilung, neue Technologien und Regionalentwicklung. In: Barsch, D./Karrasch, H. (Hrsg.): Umbau alter Industrieregionen. Stuttgart: Steiner, 71-84.

Schamp, E.W. (2000): Vernetzte Produktion: Industriegeographie aus institutioneller Perspektive. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Schamp, E.W. (2001): Reorganisation metropolitaner Wissenssysteme im Spannungsfeld zwischen lokalen und nicht-lokalen Anstrengungen. Das Beispiel Frankfurt/Rhein-Main. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 45(3-4), 231-245.

Schätzl, L. (2000): Wirtschaftsgeographie 2: Empirie. 3., überarb. u. erw. Aufl., Paderborn u.a.: UTB.

Schielke, O.S. (2007): Organizational routines as alliance capabilities: The missing link. In: Academy of Management Proceedings, 2007, 1-6

Schlaak, T.M. (1999): Der Innovationsgrad als Schlüsselvariable. Perspektiven für das Management von Produktentwicklungen. Wiesbaden: DUV.

Schmidt + Haensch GmbH & Co. (2008): Es war einmal... 140 Jahre Tradition. In: www.schmidt-haensch.com (02.11.2008).

Schmidt, H.-T. (2004): Oberspreewerk Berlin. http://www.hts-homepage.de/DDR/OSW.html#WF (20.08.2004).

Schoenberger, E. (1987): Technical and organizational changes in automobile production: Spacial implications. In: Regional Studies 21(3), 199-214.

Schramm-Klein, H. (2005): Wettbewerb und Kooperation in regionalen Branchenclustern. In: Zentes, J./Swoboda, B./Morschelt, D. (Hrsg.): Kooperationen, Allianzen und Netzwerke. Grundlagen – Ansätze – Perspektiven. 2. Aufl., Wiesbaden: Gabler, 531-556.

Schreyögg, G./Sydow, J./Koch, J. (2003): Organisatorische Pfade – Von der Pfadabhängigkeit zur Pfadkreation? In: Schreyögg, G./Sydow, J. (Hrsg.): Strategische Prozesse und Pfade. Managementforschung 13. Wiesbaden: Gabler, 257-294.

Schricke, E. (2007): Lokalisierungsmuster und Entwicklungsdynamik von Clustern der Optischen Technologien in Deutschland. Untersucht am Beispiel von Clusterstrukturen in Thüringen, Bayern und Niedersachsen. Berlin: wvb Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

Schröder, R. (1993): Die „schöne deutsche Physik“ von Gustav Hertz und der „weiße Jude“ Heisenberg – Johannes Starks ideologischer Antisemitismus. In: Albrecht, H. (Hrsg.): Naturwissenschaft und Technik in der Geschichte. Stuttgart: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, 327-342.

Schumpeter, J.A. (1912): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Leipzig: Duncker & Humblot.

Schumpeter, J.A. (1939): Business cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process. New York u.a.: Mc-Graw-Hill.

Schumpeter, J.A.: (1993): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus. 3. Aufl., Leipzig: Duncker & Humblot.

Schützler, H. (1999): Die Russen schienen erfreut ... Demontagen in der Berliner Industrie 1945. In: Edition Luisenstadt (Hrsg.): Berlinische Monatsschrift 8(5), 39-45.

Schwab, K./Porter, M.E./Sachs, J. (2001): The Global Competitiveness Report 2001-2002. New York: Oxford University Press.

Schwerin, J. (2004): The evolution of the Clyde region's shipbuilding innovation system in the second half of the nineteenth century. In: Journal of Economic Geography, 4(1), 83-101.

Scott, A.J. (1986): Industrial organization and location: Division of labor, the firm, and spatial process. In: Economic Geography 63(3), 215-231.

Scott, A.J. (1988): New industrial spaces: Flexible production organization and regional development in North America and Western Europe. London: Pion.

Scott, A.J. (1998a): From Silicon Valley to Hollywood: Growth and development of the multimedia industry in California. In: Braczyk, H.-J./Cooke, P./Heidenreich, M. (Hrsg.): Regional innovation systems. The role of governance in a globalized world. London, Bristol: UCL Press, 136-162.

Scott, A.J. (1998b): Regions and the world economy: The coming shape of global production, competition and political order. Oxford/New York: Oxford University Press.

Scott, A.J. (2004): A perspective of economic geography. In: Journal of Economic Geography 4(5), 479-999.

Scott, A.J./Storper, M. (1992): Industrialization and regional development. In: Storper, M./Scott, A.J. (Hrsg.): Pathways to industrialization and regional development. London: Routledge, 3-17.

Scott, J. (2000): Social network analysis: A handbook. 2. Aufl., London u.a.: Sage.

Seidman, S.B./Foster, B.L. (1978): A note on the potential for genuine cross-fertilisation between anthropology and mathematics. In: Social Networks 1, 65-72.

Semlinger, K. (1993): Effizienz und Autonomie in Zuliefernetzwerken – Zum strategischen Gehalt von Kooperation. In: Staehle, W.H./Sydow, J. (Hrsg.): Managementforschung 3. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 309-354.

Senatsbeschluss Nr. 2264/92 vom 15. September 1992.

Sforzi, F. (1989): The geography of industrial districts in Italy. In: Goodman, E./Bamford, J./Saynor, P. (Hrsg.): Small firms and industrial districts in Italy. London: Routledge, 153-173.

Shah, S.K./Corley, K.G. (2006): Building better theory by bridging the quantitative-qualitative divide. In: Journal of Management Studies 43(8), 1821-1835.

Shan, W./Walker, G./Kogut, B. (1994): Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry. In: Strategic Management Journal 15(5), 387-394.

Shefer, D./Frenkel, A. (1998): Local milieu and innovations: Some empirical results. In: Annals of Regional Science 32(1), 185-200.

Siemens G. (1991): Der Weg der Elektrotechnik. Geschichte des Hauses Siemens. Freiburg, München: Alber.

Simmel, G. (1908): Soziologie. Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung. Leipzig: Duncker & Humblot

Simmel, G. (1950): The Sociology of Georg Simmel. Übersetzung von Kurt Wolff, Glencoe IL: Free Press.

Simon, D. (1998): Wiedervereinigung des deutschen Hochschulwesens. In: Berg,C./Buck, A./Führ, C./Furck, K.-L. (Hrsg.): Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Band 6: 1945 bis zur Gegenwart. München: Beck, 390-397.

Smith, A. (1776 wieder veröffentlicht 1976): An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations. Chicago: University of Chicago Press.

Smith, D.M. (1971): Industrial location. An economic geographical analysis. New York: Wiley.

Smith, K. (1994): New directions in research and technology policy: Identifying the key issues. STEP Report, Nr.1, Oslo: The STEP-group.

Smith-Doerr, L./ Powell, W.W. (2005): Networks and economic life. In: Smelser, N.J./Swedberg, R. (Hrsg.): The handbook of economic sociology. 2. Aufl., Princeton: Princeton University Press, 379-402.

Snijders, T.A. (1996): Stochastic actor-oriented dynamic network analysis. In: Journal of Mathematical Sociology 21, 149-172.

Snijders, T.A. (2001): The statistical evaluation of social network dynamics. In: Sociological methodology 31(1), 361-395.

Snijders, T.A./Steglich, C.E./Schweinberger, M. (2007): Modeling the co-evolution of networks and behavior. In: van Montfort, K./Oud, H./Satorra, A. (Hrsg.): Longitudinal models in the behavioral and related sciences. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 41-71.

Sölvell, Ö./Lindqvist, G./Ketels, C. (2003): The cluster initiative greenbook. Gothenburg: Ivory Tower AB, http://www.ivorytower.se/eng/projgrnbk.htm.

Spectaris (2006a): Optische Industrie für 2006 optimistisch. Pressemitteilung des Deutschen Industrieverbandes für optische, medizinische und mechatronische Technologien e.V. http://spectaris.de/downloads/presse/125jahre/Event125_PM_090506.doc, (10.05.2006).

Spectaris (2006b): 125 Jahre Spectaris. Innovationen verändern die Welt. Berlin: Spectaris.

Spectaris (2006c): Branchenbericht 2006. Die optische, medizinische und mechatronische Industrie in Deutschland. Berlin: Spectaris.

Spectaris (2008): Branchenbericht 2007. Die optische, medizinische und mechatronische Industrie in Deutschland. Berlin: Spectaris.

SPIE (2006): Optics and photonics clusters. http://photonicsclusters.com/ (17.07.2006).

Staber, U. (1996): The social embeddedness of industrial districts. In: Staber, U./Schaefer, N.V./Sharma, B. (Hrsg.): Business networks. Prospects for regional development. Berlin: De Gruyter, 148-174.

Staber, U. (1997): Specialization in a declining industrial district: The case of Baden-Württemberg textiles and clothing. In: Growth and Change 28(4), 475-495.

Staber, U. (1998): Sociology and economic development policy: The case of industrial district promotion. In: Canadian Journal of Sociology 23, 239-261.

Staber, U. (2001): Spatial proximity and firm survival in a declining industrial district: The case of knitwear firms in Baden-Württemberg. In: Regional Studies 35(4), 329-341.

Staber, U. (2007a): Contextualizing research on social capital in regional clusters. In: International Journal of Urban and Regional Research 31(3), 505-521.

Staber, U. (2007b): A matter of distrust: Explaining the persistence of dysfunctional beliefs in regional clusters. In: Growth and Change 38(3), 341-363.

Statistisches Amt von Groß-Berlin (1947): Ergebnisse der Arbeitsstättenzählung in Berlin vom 12. August 1945. Mitteilungen aus Verwaltung und Wirtschaft, Sonderheft 2. Berlin.

Staudacher, C. (2005): Wirtschaftsgeographie regionaler Systeme. Wien: WUV.

Staw, B.M. (1981): The escalation of commitment to a course of action. In: Academy of Management Review 6(4), 577-587.

Stegh, T. (2008): Analyse und Bewertung der länderübergreifenden Technologieförderung in der Region Berlin-Brandenburg. Unveröffentlichte Studie von PricewaterhouseCoopers, Berlin.

Steglich, C./Snijders, T./Pearson, M. (2007): Dynamic networks and behavior: Separating selection from influence. (Submitted for publication). http://www.stats.ox.ac.uk/~snijders/siena/SteglichSnijdersPearson2007.pdf.

Steiner, M. (1998): Clusters and regional specialisation. London. Pion.

Steinle, C./Schiele, H. (2002): When do industries cluster? A proposal on how to assess an industry's propensity to concentrate at a single region or nation. In: Research Policy 31(6), 849-858.

Steinle, C./Schiele, H./Mietzner, K. (2007): Merging a firm-centred and a regional policy perspective for the assessment of regional clusters: Concept and application of a "dual" approach to a medical technology cluster. In: European Planning Studies 15(2), 235-251.

Sternberg, R. (1995a): Die Konzepte der flexiblen Produktion und der Industriedistrikte als Erklärungsansätze der Regionalentwicklung. In: Die Erdkunde 49, 161-175.

Sternberg, R. (1995b): Technologiepolitik und High-Tech-Regionen: ein internationaler Vergleich. Münster u.a.: Lit.

Sternberg, R. (1995c): Innovative Milieus in Frankreich: Empirischer Befund und politische Steuerung dargestellt an den Beispielen Paris, Grenoble und Sophia Antipolis. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 39(3-4), 199-218.

Sternberg, R. (2000): Innovation networks and regional development: Evidence from the European Regional Innovation Survey (ERIS): Theoretical concepts, methodological approach, empirical basis and introduction to the theme issue. In: European Planning Studies 8(4), 389-407.

Sternberg, R. (Hrsg.) (2003): Endogene Regionalentwicklung durch Existenzgründungen? Empirische Befunde aus Nordrhein-Westfalen. (Arbeitsmaterial / ARL, 299). Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

Sternberg, R./Litzenberger, T. (2004): Regional clusters in Germany their geography and their relevance for entrepreneurial activities. In: European Planning Studies 12(6), 767-791.

Stinchcombe, A. (1965): Social structures and organizations. In: March, J.G. (1965): Handbook of Organizations. Chicago: MacNally, 142-193.

Storper, M. (1997): The regional world: Territorial development in a global economy. New York: Guilford Press.

Storper, M./Scott, A.J. (1989): The geographical foundations and social regulations of flexible production complexes. In: Wolch, J./Dear, M. (Hrsg.): The power of geography: How territory shapes social life. London: Unwin Hyman, 21-40.

Storper, M./Venables, A.J. (2004): Buzz: face-to-face contact and the urban economy. In: Journal of Economic Geography 4(4), 351-370.

Storper, M./Walker, R. (1989): The capitalist imperative – Territory, technology, and industrial growth. New York, Oxford: Blackwell.

Streb, J. (2003): Shaping the national system of inter-industry knowledge exchange: Vertical integration, licensing and repeated knowledge transfer in the German plastics industry. In: Research Policy 32(6), 1125-1140.

Stuart, T. (2000): Interorganizational alliances and the performance of firms: A study of growth and innovation rates in a high-technology industry. In: Strategic Management Journal 21(8), 791-811.

Sugden, R./Wei, P./Wilson, J.R. (2006): Clusters, governance and the development of local economies: A framework for case studies. In: Pitelis, C./Sugden, R./Wilson, J.R. (Hrsg.): Clusters and globalization. Cheltenham, UK u.a.: Elgar, 61-81.

Sunley, P. (1992): Marshallian industrial districts: The case of the Lancashire cotton industry in the interwar years. In: Transactions of the Institute of British Geographers 17(3), 306-320.

Sunley, P. (2008): Relational economic geography: A partial understanding or a new paradigm? In: Economic Geography 84(1), 1-26.

Swann, G.M.P. (2002): Towards a model of clustering in high-technology industries. In: Swann, G.M.P./ Prevezer, M./Stout, D. (Hrsg.): The dynamics of industrial clustering. Oxford: Oxford University Press, 52-76.

Swann, G.M.P./Prevezer, M./Stout, D. (1998): The dynamics of industrial clustering. International comparisons in computing and biotechnology. New York: Oxford University Press.

Sydow, J. (1992): Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation. Wiesbaden: Gabler.

Sydow, J. (2006): Management von Netzwerkorganisationen – Zum Stand der Forschung. In: Sydow, J. (Hrsg.): Management von Netzwerkorganisationen. 4. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 387-472.

Sydow, J. (2007): Innovation durch Organisation – Pfadabhängigkeiten und Pfadbrechungen. In: Hof, H./Wengenroth, U. (Hrsg.): Innovationsforschung – Ansätze, Methoden, Grenzen und Perspektiven. Münster: Lit, 315-329.

Sydow, J./Duschek S./Möllering G./Rometsch M. (2003): Kompetenzentwicklung in Netzwerken – Eine typologische Studie. Wiesbaden: VS.

Sydow, J./Lerch, F. (2007a): Developing photonics clusters – Commonalities, contrasts and contradictions. AIM working paper. London: Advanced Institute of Management (AIM) Research.

Sydow, J./Lerch, F. (2007b): Pfade der Netzwerkentwicklung im Feld optischer Technologien – Die Region Berlin-Brandenburg zwischen Emergenz und Planung. In: Berghoff, H./Sydow, J. (Hrsg.): Unternehmerische Netzwerke. Stuttgart: Kohlhammer, 197-232.

Sydow, J./Lerch, F./Staber, U. (2009): Planning for path dependence? The case of a network in the Berlin-Brandenburg optics cluster. In: Economic Geography (im Druck).

Sydow, J./Schreyögg, G./Koch, J. (2005): Organizational paths: Path dependency and beyond. Paper presented at the 21st EGOS Colloquium, 30. Juni - 2. Juli 2005 in Berlin.

Sydow, J./Staber, U. (2002): The institutional embeddedness of project networks: The case of content production in German television. In: Regional Studies 36, 215-227.

Sydow, J./Windeler, A. (1998): Organizing and evaluating interfirm networks – a structurationist perspective on network process and effectiveness. In: Organization Science 9(3), 265-284.

Sydow, J./Windeler, A. (1999): Projektnetzwerke: Management von (mehr als) temporären Systemen. In: Engelhard, J./Sinz, E.J. (Hrsg.): Kooperation im Wettbewerb. Wiesbaden: Gabler, 211-235.

Sydow, J./Windeler, A. (2000): Steuerung von und in Netzwerken – Perspektiven, Konzepte, vor allem aber offene Fragen. In: Sydow, J./Windeler, A. (Hrsg.): Steuerung von Netzwerken: Konzepte und Praktiken. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 1-24.

Sydow, J./Windeler, A. (2003): Knowledge, trust and control: Managing tensions and contradictions in a regio¬nal network of service firms. In: International Studies of Management & Organization, 33, 69-100.

Sydow, J./Windeler, A. (2008): Netzwerke im Cluster – Innovation und Evaluation. In: Universität Bielefeld/Survey GmbH + Co. KG/Bertelsmann Stiftung/Initiative für Beschäftigung in OWL e.V. (Hrsg.): Netzwerke: Businessinnovationen und Kooperationskultur im Spannungsbogen zwischen Forschung und Praxis. Edition Netzwerkwelten, Band 4. Bielefeld: Kleine Verlag. 95-103.

Sydow, J./Windeler, A./Loose, A./Krebs, M./van Well, B. (1995): Organisation von Netzwerken. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Sydow, J./Zeichhardt, R. (2008): Führung in neuen Kontexten: Netzwerke und Cluster. In: Zeitschrift Führung + Organisation 77(3), 156-162.

Tallman, S./Jenkins, M. (2002): Alliances, knowledge flows, and performance in regional clusters. In: Contractor, F.J./Lorange, P. (Hrsg.): Cooperative strategies and alliances. Amsterdam u.a.: Pergamon, 163-187.

Täube, G.V. (2002): Zur Messung des Sozialkapitals von Akteuren mit Einfluss in empirischen Netzwerken. Bern, Berlin, u.a.: Lang.

Tengler, H. (1989): Die Shift-Analyse als Instrument der Regionalforschung. Stuttgart: Poeschel.

Teubner, G. (1992): Die vielköpfige Hydra: Netzwerke als kollektive Akteure höherer Ordnung. In: Krohn, W./Küppers, G. (Hrsg.): Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung. Frankfurt/Main: Suhrkamp, 189-216.

Thelen, K. (1999): Historical institutionalism and comparative politics. In: Annual Review of Political Science 2(1), 369-404.

Thom, N. (1992): Innovationsmanagement. Bern: Schweizerische Volksbank.

Thomi, W./Sternberg, R. (2008): Cluster – Zur Dynamik von Begrifflichkeiten und Konzeptionen. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 52(2-3), 73-78.

Thorelli, H.B. (1986): Networks: between markets and hierarchies. In: Strategic Management Journal 7(1), 37-51.

Ti (1949): Osram baut auf und verlagert. In: Telegraf vom 2. August 1949. http://www. osramhoefe.de/presseforum/pressespiegel/osramaufbau.html (07.01.2007).

Tichy, G. (1991): The product-cycle revisited: Some extensions and clarifications. In: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 111, 27-54.

Tichy, G. (1997): Cluster-Konzepte – ihre Bedeutung für die österreichische Wissenschafts- und Technologiepolitik. In: Wirtschaftspolitische Blätter 44(3-4), 249-256.

Tichy, G. (1998): Clusters: Less dispensible and more risky than ever. In: Steiner, M. (Hrsg.): Clusters and regional specialization: On geography, technology and networks. London: Pion, 226-237.

Tichy, G. (2001): Regionale Kompetenzzyklen. Zur Bedeutung von Produktlebenszyklus- und Clusteransätzen im regionalen Kontext. In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, 45(3-4), 181-201.

Tödtling, F./Trippl, M. (2004): Like phoenix from the ashes? The renewal of clusters in old industrial areas. In: Urban Studies 41(5/6), 1175-1195.

Tödtling, F./Trippl, M. (2005): One size fits all? Towards a differentiated policy approach with respect to regional innovation systems. In: Research Policy 34(8), 1203-1219.

Totterdell, P./Leach, D./Birdi, K./Clegg, C./Wall, T. (2002): An investigation of the contents and consequences of major organizational innovations. In: International Journal of Innovation Management 6(4), 343-368.

Treado, C.D./Giarratani, F. (2008): Intermediate steel-industry suppliers in the Pittsburgh region: A cluster-based analysis of regional economic resilience. In: Economic Development Quarterly 22(1), 63-75.

Trezzini, B. (1998): Theoretische Aspekte der Sozialwissenschaftlichen Netzwerkanalyse. In: Schweizerische Zeitschrift für Soziologie 24(3), 511-514.

Trippl, M. (2004): Innovative Cluster in alten Industriegebieten. Münster: Lit.

Tsai, W. (2001): Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. In: Academy of Management Journal 44(5), 996-1004.

TSB (Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin) (2001): Technologie- u. Innovationsrat empfiehlt weitere Projekte zur Förderung aus dem Zukunftsfonds Berlin. Darunter vier wichtige Projekte aus dem Bereich Optische Technologien. Pressemitteilung der TSB am 12.06.2001.

TSB (Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin) (2006a): Optische Technologien. Katalog zur Kongressmesse Laser-Optik-Berlin 23.-24.03.2006, Berlin.

TSB (Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin) (2006b): Branchenreport Medizintechnik Berlin-Brandenburg. Report 2006. Berlin: Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin.

TSB (Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin) (2007): Mikrosystemtechnik. Katalog zur Kongressmesse µ-sys 07.-08.03.2007, Berlin.

TSB (Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin) (2008b): Wie aus Wissen Arbeit wird. Zahlen zur Entwicklung der Berliner Kompetenzfelder. Berlin: typosatz.

TSB Adlershof (Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin) (2008a): Optische Technologien und Mikrosystemtechnik Berlin-Brandenburg. Report 2008/2009. Berlin: Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin Adlershof.

Tünnermann, A. (2008): Nicht Gewinner und doch vorne. In: BMBF (Hrsg.): Mit Perspektive: Cluster als Chance. „Unternehmen Region“ Ausgabe 3/2008, Bonn, Berlin, 39-41.

UNIDO – (United Nation Industrial Development Organization) (2001): Development of Clusters and Networks of SMEs – The UNIDO Programme. Wien: UNIDO.

Uzzi, B. (1996): The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations. The network effect. In: American Sociological Review 61(4), 674-698.

Uzzi, B. (1997): Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness. In: Administrative Science Quarterly 42(1), 35-67.

Uzzi, B. (2004): Collaboration and creativity. The small world problem. In: American Journal of Sociology 111(2), 447-504.

Vahs, D./Burmester, R. (1999): Innovationsmanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

van der Linde, C. (2003): The demography of clusters – Findings from the cluster meta-study. In: Bröcker, J./Dohse, D./Soltwedel, R. (Hrsg.): Innovation clusters and interregional competition. Heidelberg: Springer, 130-149.

van der Linde, C. (2005): Cluster und regionale Wettbewerbsfähigkeit. Wie Cluster entstehen, wirken und aufgewertet werden. In: Cernavin, O./Führ, M./Kaltenbach, M./Thießen, F. (Hrsg.): Cluster und Wettbewerbsfähigkeit von Regionen: Erfolgsfaktoren regionaler Wirtschaftsentwicklung. Berlin: Duncker & Humblot, 15-33.

van der Pyl, T. (2007): Photonics in the 2007-2008 workprogramme. Präsentation am 26.04.2007 in Brüssel. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/photonics/infoday-26042007-tvdp_en.pdf (16.05.2007).

Van Dijk, M. P./Rabellotti, R. (1997): Enterprise clusters and networks in developing countries. London, Portland, Or.: Frank Cass.

Vedin, B.-A. (1980): Large company organization and radical product innovation. Lund: Studentlitteratur.

Vernon, R. (1966): International investment and international trade in the product cycle. In: The Quarterly Journal of Economics 80(2), 190-207.

Visser, E.-J./Boschma, R. (2004): Learning in districts: Novelty and lock-in in a regional context. In: European Planning Studies 12(6), 793-808.

von Hippel, E. (1987): The sources of innovation. New York: Oxford University Press.

von Hippel, E. (1994): Sticky information and the locus of problem solving: Implications for innovation. In: Management Science, 40(4), 429-439.

von Thünen, J.H. (1826): Der isolierte Staat in Beziehung auf Landschaft und Nationalökonomie. Hamburg: F. Perthes.

Wagner, U. (1997): Interaktive Sozialforschung: Zur Frage der Wissenschaftlichkeit und Brauchbarkeit der Aktionsforschung. Weinheim: Dt. Studien-Verl..

Walker, G./Kogut, B./Shawn, W. (1997): Social capital, structural holes and the formation of an industry network. In: Organization Science 8(2), 109-125.

Warburg, E. (1904): Hefner-Alteneck. In: Elektrotechnische Zeitschrift 25(4), 63-64.

Wasserman, S./Faust, K. (1994): Social network analysis: Methods and applications. Cambridge u.a.: Cambridge University Press.

Wassink, M. (2004): Aufbau Ost - Made in Hamburg. Fielmann expandiert kräftig. Warum ein kleiner Ort in Brandenburg dabei eine große Rolle spielt. In: Hamburger Abendblatt vom 30. April 2004.

Weber, A. (1909): Über den Standort der Industrien. Tübingen: Mohr.

Weidner, B. (2002): Überblick über Kooperationen: Wie entwickeln sich die Kooperationen innerhalb OpTecBBs. Unveröffentlichter Vortrag anlässlich des OpTecBB Workshops „Kompetenz und Kooperationsforum“ am 22./23.11.2002 in Niewitz.

Weil, H. (2003): Edmund Hartnack (1826-1891) und die Begründung der optischen Industrie in Potsdam. In: Mitteilungen der Studiengesellschaft Sanssouci 8(1), 8-25.

Wellman, B. (1988): Structural analysis: From method and metaphor to theory and substance. In: Wellman, B./Berkowitz, S.D. (Hrsg.): Social structures. A network approach. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 19-61.

Wellman, B./Berkowitz, S. (1988): Introduction: Studying social structures. In: Wellman, B./Berkowitz, S.D. (Hrsg.): Social structures: A network approach. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 1-18.

Westphal, D. (2007): Erfolgsgeschichte Adlershof. In: Die Welt. Artikel erschienen am 28.01.2007.

Weyer, J. (2000): Einleitung: Zum Stand der Netzwerkforschung in den Sozialwissenschaften. In: Weyer, J. (Hrsg.): Soziale Netzwerke: Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. München, Wien: Oldenbourg, 1-34.

Whetten, D.A. (1987): Organizational growth and decline processes. In: Scott, W.R./Short, Jr., J.F. (Hrsg.): Annual Review of Sociology 13, 335-358. Palo Alto, CA: Annual Reviews.

Whetten, D.A. (1989): What constitutes a theoretical contribution? In: Academy of Management Review 14(4), 490-495.

White, H.C./Boorman, S.A./Breiger, R. (1976): Social structure from multiple networks. I: Blockmodels of roles and positions. In: American Journal of Sociology 81(4), 730-780.

Wilhelm, M. (2009): Kooperation und Wettbewerb in Automobilzuliefernetzwerken. Erkenntnisse zum Management eines Spannungsverhältnisses aus Deutschland und Japan. Marburg: Metropolis.

Williamson, O.E. (1975): Markets and hierarchies: Analysis and antitrust implications. New York: Free Press.

Williamson, O.E. (1985): The economic institutions of capitalism. Firms, markets, relational contracting. New York: Free Press.

Willke, H. (1998): Systematisches Wissensmanagement. Stuttgart: Lucius & Lucius.

Wilson, J.F./Popp, A. (2003): Districts, networks and clusters in England: An introduction. In: Wilson, J.F./Popp, A. (Hrsg.): Industrial clusters and regional business networks in England, 1750-1970. Aldershot, Hampshire u.a.: Ashgate, 1-18.

Windeler, A. (2001): Unternehmungsnetzwerke: Konstitution und Strukturation. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.

Windeler, A. (2003a): Spuren im Netzwerkdschungel: Typen von Unternehmungsnetzwerken und Besonderheiten ihrer Koordination. In: Hirsch-Kreinsen, H./Wannöffel, M.

(Hrsg.): Netzwerke kleiner Unternehmen: Praktiken und Besonderheiten internationaler Zusammenarbeit. Berlin: edition sigma, 35-60.

Windeler, A. (2003b): Kreation technologischer Pfade: Ein strukturationstheoretischer Analyseansatz. In: Schreyögg, G./Sydow, J. (Hrsg.): Strategische Prozesse und Pfade. Managementforschung 13. Wiesbaden: Gabler, 295-328.

Wirth, P. (2005): Das Jahrhundert des Photons. In: Fraunhofer Magazin 4.2005, 13.

Wissenschaftsrat (1992): Stellungnahmen zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen der ehemaligen Akademie der Wissenschaften der DDR auf dem Gebiet der Physik. Köln: Wissenschaftsrat.

WISTA-MANAGEMENT GmbH (2004): Geschichte von Adlershof. In: http://www. adlershof.de/index.php?geschichte&L=0, (28.09.2004).

WISTA-MANAGEMENT GmbH (Hrsg.) (1998): Wista-News Nr. 11/98: Sonderausgabe BESSY II. http://www.berlinews.de/wista/archiv/53.shtml, (07.09.1998).

Witt, J. (1996): Grundlagen für die Entwicklung und die Vermarktung neuer Produkte. In: Witt, J. (Hrsg.): Produktinnovation. 8. Aufl., München: Vahlen, 1-110.

Wolfe, D.A. (2002): Social capital and cluster development in learning regions. In: Holbrook, J.A./Wolfe, D.A. (Hrsg.): Knowledge, clusters and learning regions. Kingston: School of Policy Studies, Queen's University, 11-38.

Wolfe, D.A./Gertler, M. (1998): The regional innovation system in Ontaria. In: Braczyk, H.-J./Cooke, P./Heidenreich, M. (Hrsg.): Regional innovation systems. The role of governance in a globalized world. London, Bristol: UCL Press, 99-135.

Wolfe, D.A./Gertler, M. (2004): Clusters from the inside and out: Local dynamics and global linkages. In: Urban Studies 41(5/6), 1071-1093.

Wulf, J.-H. (2005): Wir sind alle ein bisschen Gasleuchte. In: taz die tageszeitung, Berlin lokal vom 19.8.2005, 26 http://www.taz.de/pt/2005/08/19/a0204.1/text.ges,1, (19.8.2005).

Yin, R.K. (1989): Case study research: Design and methods. Newbury Park, CA u.a.: Sage.

Zaheer, A./Bell, G.G. (2005): Benefiting from network position: Firm capabilities, structural holes, and performance. In: Strategic Management Journal 26(9), 809-825.

Zander, I. (2004): The microfoundations of cluster stickiness – Walking in the shoes of the entrepreneur. In: Journal of International Management 10(2), 151-175.

Zaun, J. (2000): Optici und Mechanici der Berliner Akademie und ihrer Sternwarte. In: Dick, W.R./Fritze, K. (Hrsg.): 300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam. Eine Sammlung von Aufsätzen aus Anlaß des Gründungsjubiläums der Berliner Sternwarte. (Acta Historica Astronomiae 8). Thun, Frankfurt am Main: Harri Deutsch, 86-90.

Zaun, J. (2001): Instrumente für die Wissenschaft. Innovationen in der Berliner Feinmechanik und Optik 1871-1914. Berlin: Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte.

Zaun, J. (2002): Innovationen im optischen und feinmechanischen Instrumentenbau. Der Einfluss der Wissenschaft auf die Instrumentenentwicklung im 19. Jahrhundert. In: Technikgeschichte 69(3), 207-222.

Zeiss (2004a): Robert Koch – Landarzt mit privatem Forschungslabor. http://www.zeiss.de/C12567A10053133C/allBySubject/76CC436DFBD1E0C1C1256AFE0051D60A, (29.09.2004).

Zeiss (2004b): Die Zeiss IKON-Story. http://www.zeiss.de/C12567A8003B0478/ ContentsWWWIntern/4E073E6D14A50394C1256DDC0047B8F7, (29.09.2004).

Zeller, C. (2001): Die Biotech-Regionen München und Rheinland: Räumliche Organisation von Innovationssystemen und Pfadabhängigkeit der regionalen Entwicklung. In: Grotz, R./Schätzl, L. (Hrsg.): Regionale Innovationsnetzwerke im internationalen Vergleich. Münster: Lit, 59-82.

ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH) (2008): ZEW Branchenreport. Innovationsreport: Instrumententechnik 15(8), 1-4.

Zollo, M./Reuer, J.J./Singh, H. (2002): Interorganizational routines and performance in strategic alliances. In: Organization Science 13(6), 701-713.

Zucchella, A. (2006): Local cluster dynamics: Trajectories of mature industrial districts between decline and multiple embeddedness. In: Journal of Institutional Economics 2(1), 21-44.

Zuliani, J.-M. (2008): The Toulouse cluster of on-board systems: A process of collective innovation and learning. In: European Planning Studies 16(5), 711-726.

Anhang

Anhang A: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (Erhebung 2004)

Organisation	Name	Position	Datum

1. Fragen zur Person und Aufgabe

- Name?
- Bitte beschreiben Sie knapp Ihr Aufgabenfeld und welche Position/Funktion Sie innerhalb Ihrer Unternehmung/Institut inne haben?
- Geschichte von OpTecBB ist uns wichtig und auch die Geschichte der Mitglieder. Wann und wie ist Ihre Organisation entstanden?
- Welche Position nimmt Ihr Unternehmen vornehmlich in der Wertkette ein?

2. Matrix erheben

- Lassen Sie uns nun zur Erhebung der Beziehungsdaten zwischen Ihnen und den OpTecBB-Mitgliedern kommen. Dazu habe ich eine Liste der OpTecBB-Mitglieder vorbereitet. Ich werde Sie gleich fragen, zu welchem Mitglied eine Beziehung besteht. Zu den bestehenden Beziehungen werde ich dann noch Nachfragen zur Qualität der Beziehungen stellen. Ich würde gern die Daten zu zwei Zeitpunkten erheben. Zeitpunkt eins ist das Jahr 2003 und Zeitpunkt zwei ist das Jahr 2000, also vor OpTecBB. Beginnen wir mit 2003. Tabelle erfragen…
- In welchen anderen (regionalen) Netzwerken sind Sie Mitglied? (z.B. ZEMI, NanOp)
- Welche der Beziehungen sind im OpTecBB-Kontext entstanden?
- Gibt es innerhalb der Mitglieder von OpTecBB einen direkten Wettbewerber?
- Wie äußert sich dieser Wettbewerb?

3. Projekte und Projektkontext

Lassen Sie uns nun zu einzelnen Kooperationsprojekten kommen.

- Welches waren 2003 ihre wichtigsten Kooperationspartner? (max. 10, auch außerhalb OpTecBB)?
- Kooperationspartner heißt dabei für Sie? (Qualität der Beziehungen)

Projekte

- Welches waren in 2003 die wichtigsten 3 Projekte, die Sie mit anderen Unternehmungen oder Organisationen durchgeführt haben? (auch außerhalb OpTecBB)

Bitte lassen Sie uns die einzelnen Projekte der Reihe nach durchgehen… A B C

- Bitte beschreiben Sie kurz, und für einen Laien wie mich verständlich, worum es in Projekt … ging? (Label)
- Wer waren die Partner bei Projekt …? (bei zu vielen, die wichtigsten fünf)
- Auf welcher Basis erfolgt die Zusammenarbeit? Charakterisieren Sie diese bitte! (Qualität der Beziehungen unter den Organisationen in den Projekten)
- Welcher Art war Projekt …? (Forschungsprojekte, Produktentwicklungsprojekte, Infrastrukturprojekte)
- Entstehen aus dem Projekt … heraus Patente? Bitte erläutern Sie?
- Wie wird Projekt … finanziert? (Eigenmittel der Beteiligten, öffentliche Förderung (EU, Bund, Land, Venture Capital, Banken, …)
- Gibt es jemanden der das Projekt (offiziell/inoffiziell) … führt/managet?
- Gibt es so etwas wie Folgeprojekten mit annähernd den selben Partnern?
- Bei Folgeprojekten oder projektübergreifend – wer koordiniert oder steuert die Zusammenarbeit (Gremien, Akteure … - Führungsstruktur)
- Wie erfolgt diese Koordination/Steuerung?
- Nutzen Sie innerhalb des Projektes … die Infrastruktur von OpTecBB?
- Nutzen Sie die technische Infrastruktur anderer OpTecBB-Mitglieder

Projektkontext

- In welchem Kontext haben Sie die Partner für die Projekte gefunden, oder wie sind Sie von den Partnern im Projekt gefunden worden? (man kennt sich (woher?), interdisziplinäre Forschungsverbund, Verbände, Konferenzen, OpTecBB-Veranstaltungen, …)
- Inwiefern unterstützt OpTecBB bei der Vermittlung von Projektpartnern (Forschung, Herstellung, Vertrieb, Dienstleistung)?
- Inwiefern waren Vernetzungsmaßnahmen von OpTecBB für Sie bedeutsam?
- Wie schätzen Sie im Vergleich dazu Ihre Beziehung zum Schwerpunkt und IFV projektübergreifend ein!
- Bitte charakterisieren Sie Ihre projektübergreifende Beziehung zur Geschäftstelle!

- (Hat Ihre Organisation zwischen 2001 und 2003 Patente angemeldet? Wie viele?)

4. Historie

- Lassen Sie uns kurz in die Vergangenheit gehen. Wenn Sie sich an die Zeit vor der Gründung von OpTecBB im Jahre 2000 zurückerinnern: Welches waren damals Ihre wichtigsten Kooperationspartner?
- Welches waren in 2000 die wichtigsten 3 organisationsübergreifenden Projekte?

Bitte lassen Sie uns auch hierbei die einzelnen Projekte der Reihe nach durchgehen…

A B C

- Bitte beschreiben Sie kurz, worum es in den Projekten ging?
- Wer war damals an Projekt … beteiligt?
- Welcher Art war Projekt …? (Forschungsprojekte, Produktentwicklungsprojekte, Infrastrukturprojekte, Vertriebskooperationen)
- Wie würden Sie die Beziehungen zu den einzelnen Partnern einschätzen?
- Wie wurden damals Projekt … finanziert?

Projektkontext

- Wie fanden Sie damals die Partner für die Projekte, oder wie wurden Sie von den Partnern im Projekt gefunden?
- Bei Folgeprojekten oder projektübergreifend – wer koordinierte oder steuert damals wenn überhaupt die Zusammenarbeit (Gremien, Akteure … - Führungsstruktur)
- Wie erfolgt diese Koordination/Steuerung?
- Hat sich die Qualität der Beziehungen zwischen den Beteiligten in den jetzigen Projekten gegenüber den früheren verändert?
- (Wie viele Patente haben Sie zwischen 1998-2000 angemeldet?)

5. Abschluss

- Worin sehen Sie denn den größten Vorteil, den OpTecBB Ihnen bietet?
- Welches wäre Ihr größter Wunsch an OpTecBB? (bitte nehmen Sie sich eine halbe Minute Zeit zum Überlegen)

Anhang B: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (Erhebung 2006)

Organisation	Name	Position	Datum

1. Matrix erheben

- Lassen Sie uns gleich zur Erhebung der Beziehungsdaten zwischen Ihnen und den OpTecBB-Mitgliedern kommen. Dazu habe ich eine Liste der derzeitigen OpTecBB-Mitglieder vorbereitet. Ich werde Sie gleich fragen, zu welchem Mitglied Sie eine Beziehung unterhalten und welche Qualität diese Beziehung hat. Ich würde also gern diese Daten für die letzten 12 Monate erheben. Tabelle erfragen…

2. Projekte und Projektkontext

Lassen Sie uns nun direkt zu einzelnen Kooperationspartnern und -projekten kommen.

Projekte

- Welches waren in den letzten 12 Monaten (Mitte 2005- heute) Ihre wichtigsten Kooperationspartner? (max. 10, auch außerhalb OpTecBB)?

- Welches waren in den letzten 12 Monaten (Mitte 2005- heute) die wichtigsten 3 Projekte, die Sie mit anderen Unternehmungen oder Forschungseinrichtungen durchgeführt haben? (auch außerhalb OpTecBB)

Bitte lassen Sie uns die einzelnen Projekte der Reihe nach durchgehen

	1)……...	**2)……...**	**3)……...**
Inhalt Bitte beschreiben Sie kurz, und für einen Laien wie mich verständlich, worum es in Projekt … ging? **OT?**			
Teilprojekt von?			
Partner Wer waren die Partner bei Projekt …?			
Art des Projektes GF; AF; IF; PE; ME			
Laufzeit			
Finanzierung (Eigenmittel der Beteiligten, öffentliche Förderung (EU, Bund, Land, Venture Capital, Banken, …)			

- Welchem OpTecBB-Schwerpunkt ordnen Sie sich selbst schwerpunktmäßig zu?
- Welche Bedeutung hatte die Zusammenarbeit in Ihrem NW/SP für Ihre Organisation?
- Welche Bedeutung hatte (die Mitarbeit) Ihre(r) Organisation für die Entwicklung Ihres NW/SP?
- Inwiefern war Ihre Mitgliedschaft in OpTecBB für Ihre Organisation bedeutsam? Was hat es Ihrer Organisation konkret gebracht?
- Eines der Ziele von OpTecBB ist ja die Unterstützung bei der Generierung von Innovationen in OT. Inwiefern war die Zusammenarbeit im Rahmen von OpTecBB für den konkreten Innovationserfolg Ihrer Organisation relevant?

3. Attributsdaten/Eigenschaften

Welchem der folgenden Technologieschwerpunkte würden Sie sich hauptsächlich zuordnen?

☐ Messtechnik/Sensorik/Analytik
☐ Klassische Optik/Mechanik
☐ Laser/Strahlquellen (inkl. Komponenten im sichtbaren Bereich)
☐ Optoelektronik
☐ Mikro-/Faseroptik
☐ Beleuchtung
☐ UV- und Röntgentechnologien (inkl. Komponenten)
☐ sonstige

Mitarbeiter (Dez. 2005) am Standort Berlin-Brandenburg (inkl. Zeitarbeit; Azubis;…)

……

Unternehmens-/Organisationsgröße (1-9 MA) (10-49 MA) (50-249 MA) (250 + MA)

Davon Azubis ……

Davon in F&E ……

Davon in OT ……

Mitarbeiterwachstum gegenüber 2003 ……

Personalstandsprognose 2010 ……

Umsatz/Budget am Standort Berlin-Brandenburg in OT ……

Umsatzkategorien (≤ €2 Mio.) (2<x≤ €10 Mio.) (10<x ≤ €50 Mio.) (x> €50 Mio.)

Davon in OT ……

Umsatzwachstum gegenüber 2003 ……

Exportanteil am Umsatz ……

Umsatzprognose bzw. Budgetprognose 2010 ……

Wie beurteilen Sie die derzeitige Geschäftssituation?

Sehr gut eher gut befriedigend eher schlecht sehr schlecht

Welche Kundengruppe ist Ihr wichtigster Abnehmer?

(Industrie) (Wissenschaft) (öffentliche/private DL) (Endverbraucher)

Welches sind die wichtigsten Einsatzgebiete Ihrer Produkte/Ihrer wiss. Ergebnisse?

Industrielle Fertigung	Gesundheitswesen BioWiss.	Fahrzeugbau
I&K Tech	Beleuchtung/Energie	Militär/Rüstung
Wiss. Gerätebau	Verkehrssteuerung/Raumfahrt	sonstige

4. Innovation

Hat Ihre Org. in 2004 u. 2005 Patente angemeldet/eingereicht? Wie viele?……

Gemeinsam? Mit wem? (U) (AU) (F) / Eher (Region) (D) (international)?

Wurden Ihrer Org. in 2004 u. 2005 Patente gewährt? Wie viele?……

Gemeinsam? Mit wem? (U) (AU) (F) / Eher (Region) (D) (international)?

Hat Ihre Organisation Prototypen entwickelt?

Wie viele? 2000/2001 (….) 2003/2004 (….) 2005/2006 (….)

2005/06 – Gemeinsam? Mit wem? (U) (AU) (F) / Eher (Region) (D) (international)?

Neue Produkte/Service in den Markt eingeführt

Wie viele? 2000/2001 (….) 2003/2004 (….) 2005/2006 (….)

2005/06 – Gemeinsam? Mit wem? (U) (AU) (F) / Eher (Region) (D) (international)?

Wie viele Publikationen haben Mitglieder Ihrer Organisation in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlicht? 2000/2001 (….) 2003/2004 (….) 2005/2006 (….)

Wie beurteilen Sie persönlich den Innovationserfolg der vier Schwerpunkte auf der folgenden Skala (1 sehr gering - 7 sehr hoch)?

	Beurteilung heute (**2006**)	Beurteilung heute (**2003**)
OTI	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
UVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
[**RSS**]	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
Biomedizin	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
OTVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Wie beurteilen Sie die Schwerpunkte in Hinsicht auf kooperative Aktivitäten?
Bitte nutzen Sie die folgende Skala (1 sehr wenige - 7 sehr viele)

	Beurteilung heute (**2006**)	Beurteilung heute (**2003**)
OTI	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
UVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
[**RSS**]	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
Biomedizin	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
OTVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Bitte beurteilen Sie die Situation des Informationsaustausches in den Schwerpunkten. Wie (angemessen) offen wird sich in den Schwerpunkten über Innovationsaktivitäten ausgetauscht? (1 sehr restriktiv - 7 sehr offen)

	Beurteilung heute (**2006**)	Beurteilung heute (**2003**)
OTI	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
UVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
[**RSS**]	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
Biomedizin	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
OTVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

In welchem Schwerpunkt werden die in der Region vorhandenen Kompetenzen am besten für die Generierung von Innovationen genutzt?

	Beurteilung heute (**2006**)	Beurteilung heute (**2003**)
OTI	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
UVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
[**RSS**]	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
Biomedizin	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__
OTVR	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__	1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

5. Abschluss

In der Satzung von OpTecBB sind die fünf wichtigsten Ziele des Vereins festgehalten. Wie schätzen Sie auf einer Skala von eins bis sieben die Erreichung dieser Ziele ein?
(1 absolut nicht erreicht 7 zu 100% erfüllt)

Ziel 1. Regionale Förderung geeigneter Kooperationen von Kompetenz-, Wissens- und Ressourcenträgern mit dem Ziel der gemeinschaftlichen Innovationen und der raschen, effektiven und breitenwirksamen Entwicklung der Optischen Technologien.

1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Ziel 2. Regionale Profil- und Schwerpunktbildung und Sichtbarmachung (extern und intern).

1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Ziel 3. Förderung interdisziplinärer Kooperationen in der Forschung und zum Transfer, der Anwendung und zukünftige Nutzenentfaltung dieser Technologien für die Praxis.

1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Ziel 4. Überregionales Agieren des Vereins bei der Initiierung und Koordinierung von F&E - Vorhaben sowie bei der allgemeinen strategischen Weiterentwicklung der Optischen Technologien. 1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Ziel 5. Förderung der Aus- und Weiterbildung auf dem Gebiet der Optischen Technologien, (Initiierung neuer Studienangebote und Studiengänge an Hochschulen, Universitäten und Fachhochschulen, Unterstützung bei Erstellung neuer Berufsbilder und Zusatzqualifikationen). 1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Ziel 6: Verankerung in der regionalen Technologiepolitik

1__ 2__ 3__ 4__ 5__ 6__ 7__

Welches Ziel sollte OpTecBB als Verein Ihrer Meinung nach stärker verfolgen (alte oder auch neues Ziel)?

- Welches wäre Ihr größter Wunsch an OpTecBB? Und welches wäre Ihr größter Wunsch für Ihr(en) Netzwerk/Schwerpunkt (bitte nehmen Sie sich eine halbe Minute Zeit zum Überlegen)

Anhang C: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (OpTecBB-Schwerpunkt)

I. Ist-Analyse (2001-2003)

1. Lassen Sie uns das Interview damit beginnen, die einzelnen bis Ende 2003 existenten Unternehmungs-/Projektnetzwerke innerhalb Ihres Schwerpunktes zu identifizieren.
    - Tabelle für Unternehmungsnetzwerke ausfüllen (mit Netzwerkname, Partner, Ansprechpartner)
        - Wie viele Netzwerkprojekte an denen mind. zwei Mitglieder beteiligt sind, wurden insgesamt in den letzten drei Jahren verabredet?
        - Welche Innovationen konnten bis 2003 aus organisationsübergreifenden Projekten realisiert werden? (Zunahme der Innovationshäufigkeit und -qualität)
        - Wie viele Folgeprojekte entstanden aus etablierten Unternehmungs-/Projektnetzwerken heraus?
        - Wie hoch ist die Anzahl (aus-)gegründeter Joint Ventures?
    - Lassen Sie uns jetzt die einzelnen Netzwerke/Projekte aufzeichnen
        - (Akteure, Beziehungen, Wettbewerber)
        - Kurzbeschreibung des Netzwerkes (Thema, Label),
        - Wertschöpfung (der einzelnen Akteure),
        - evtl. Qualifizierung der Beziehungen (strong vs. weak) (1, 2 oder 3)
        - Beziehungsdimensionen: Forschung/Geschäft/Freundschaft)
    - Art der Netzwerke
        - (Forschungsnetzwerke, Produktentwicklungsnetzwerke, Vertriebskooperationen, …)
        - (horizontal, vertikal)
    - Finanzierung der Projekte/Netzwerke
        - Wie wurden die Netzwerke finanziert (Fördermittel, Eigenmittel)
        - Wie hoch war das beantragte Fördervolumen aus diesen Projekten?

2. Welches waren für die Vernetzung wichtige Schwerpunktaktivitäten (pro Jahr die fünf wichtigste Ereignisse)
   - Schwerpunkt-Treffen;
   - Mitglieder stellen sich vor;
   - Gemeinsame Messeauftritte;
   - Workshops), andere?
   - Wie trugen diese Aktivitäten zur Vernetzung bei (Effektivität/Wirkungen)?

- Welche Aktivitäten erfolgten im Rahmen von OpTecBB?
- Wer war daran beteiligt?
- Auf wessen Initiative wurden diese Aktivitäten durchgeführt?
- Wer hat diese Aktivitäten getragen? Wer war besonders aktiv?
- Entstanden aus den Schwerpunktaktivitäten Projekte? Welche?

3. Was waren weitere wichtige Aktivitäten (z.B. in interdisziplinären Forschungsverbünden) oder Ereignisse (z.B. Aufnahme als 3. Förderungsschwerpunkt der Senatsverwaltung), die zur Vernetzung der OpTecBB-Mitglieder beitrugen? (auch national / international)

4. Für die ereignisbezogene Analyse der Vernetzung der OpTecBB-Mitglieder ist es notwendig Teilnehmerlisten der einzelnen Aktivitäten auszuwerten. Besteht die Möglichkeit, in Teilnehmerlisten der Schwerpunkttreffen Einsicht zu nehmen? (je mit Teilnehmer (Name/Institution))
   - Schwerpunkttreffen
   - IFV-Treffen (UVR und OTVR)
   - Messeauftritte
   - Workshops

II. Ausgangszustand und Historie (vor 2000)

- Wie schätzen sie die Lage der optischen Technologien (mit Bezug auf den jeweiligen Schwerpunkt) in Berlin und Brandenburg vor der Gründung von OpTecBB ein?
- Welche Netzwerke existierten bereits?
- Welchen Einfluss hatten und haben sie auf die Bildung und Vernetzung von OpTecBB?

- Wer hatte mit wem welchen Kontakt? (Zulieferbeziehungen, F&E, Ressourcenaustausch, persönlicher Kontakt) Bitte Charakterisieren Sie die Beziehungen beispielhaft.

III. Netzwerkentwicklung (2001-2003)

- Welche Wirkung hatten die ersten Schwerpunk-Treffen in Templin, in Potsdam und Niewitz und darüber hinaus für die Vernetzung und die Entstehung von Projekten zwischen den Mitgliedern?
- Bitte erläutern Sie den Prozess wie sich einzelne konkrete Unternehmungs-/Projektnetzwerke in der Zeit zwischen 2001 und 2003 fanden und trafen?
- Welches waren signifikante Ereignisse die zur Initiierung von Projekten führten?
- Was waren vor/während oder nach derartigen Ereignisse relevante Begebenheiten, die die Vernetzung unterstützten/hemmten? Was war daran besonders wichtig?
- Gab es über die letzten drei Jahre Unterschiede im Prozess der Findung und der Zusammenarbeit in einzelnen konkreten Unternehmungs-/Projektnetzwerken? Wenn ja, dann bitte erläutern Sie kurz die Unterschiede im Prozess!
- Veränderte sich der Prozess der Zusammenarbeit in einzelnen organisationsübergreifenden Projekten? (Routinisierung, von einander lernen)
- Haben sich bis einschließlich 2003 verbindliche Netzwerkregeln zur Zusammenarbeit ausgebildet?
- Welche Ressourcen (Förder-Informationen, konkretes Wissen, Kapazitäten, Personal) wurden zwischen den Mitgliedern ausgetauscht bzw. gemeinsam genutzt?
- Werden innerhalb der Projekte, Netzwerke, Schwerpunkte auch sensible Daten ausgetauscht? Bitte erläutern Sie kurz. Probleme dabei?

- Wie erfolgte generell die Einrichtung von Gremien, Institutionen innerhalb Ihres SP? Welche?
- Von wem ging die Initiative aus?
- Wie gestaltete sich das Engagement der einzelnen Mitglieder im Schwerpunkt in dieser Anfangsphase (2001-2003)?
- Wie veränderte sich das Engagement der Mitglieder in den Steuerungsgremien und im SP?

- Wurden Innovationen aus Vernetzung oder andere Erfolge nach außen und innen kommuniziert? Wie?
- Und wie werden Ergebnisse von Vernetzung innen und außen wahrgenommen? (Zufriedenheit; Legitimität der Geschäftstelle)

- Wie schätzten die Mitglieder die ersten drei Jahre OpTecBB ein?
- Veränderte sich die interne und externe Wahrnehmung von OpTecBB in den letzten drei Jahren? (Zufriedenheit; Legitimität der Geschäftstelle)

- Wie bewerten Sie selbst die Netzwerkentwicklung von OpTecBB?
- Was verstehen Sie dabei unter Netzwerkerfolg?
- An welchen Kriterien würden Sie diesen messen?

IV. Abschluss

- Wenn Sie die Aktivitäten in Ihrem SP mit denen anderer SP vergleichen: Was ist allen SP gemein, was ist an besonderen Aktivitäten in Ihrem oder in anderen SP hervorzuheben?
- Wenn sie sich einen Wunsch bezüglich Ihres SP erfüllen könnten, welcher wäre dies?

Anhang D: Fragebogen Bewertung von OpTecBB (Geschäftstellenleitung)

I. Vorbereitung der Netzwerkerhebung und Ist-Analyse (2001-2003)

1. Lassen Sie uns das Interview damit beginnen, die einzelnen bis Ende 2003 existenten Unternehmungs-/Projektnetzwerke innerhalb von OpTecBB zu identifizieren.
    - Tabelle für Unternehmungsnetzwerke ausfüllen (mit Netzwerkname, Partner, Ansprechpartner)
        - Wie viele Netzwerkprojekte an denen mind. zwei Mitglieder beteiligt sind, wurden insgesamt in den letzten drei Jahren verabredet?
        - Welche Innovationen konnten bis 2003 aus organisationsübergreifenden Projekten realisiert werden? (Zunahme der Innovationshäufigkeit und -qualität
        - Wie viele Folgeprojekte entstanden aus etablierten Unternehmungs-/Projektnetzwerken heraus?
        - Wie hoch ist die Anzahl (aus-)gegründeter Joint Ventures?
    - Lassen Sie uns jetzt die einzelnen Netzwerke aufzeichnen
        - (Akteure, Beziehungen
        - Kurzbeschreibung des Netzwerkes (Thema, Label),
        - Wertschöpfung (der einzelnen Akteure),
        - evtl. Qualifizierung der Beziehungen (strong vs. weak) (1, 2 oder 3)
        - Beziehungsdimensionen: Forschung/Geschäft/Freundschaft)
    - Art der Netzwerke
        - (Forschungsnetzwerke, Produktentwicklungsnetzwerke, Vertriebskooperationen, …)
        - (horizontal, vertikal)
    - Finanzierung der Projekte/Netzwerke
        - Wie hoch war das beantragte Fördervolumen aus diesen Projekten?
        - Wie wurden die Netzwerke finanziert (Fördermittel, Eigenmittel)

2. Welches waren neben den jährlichen Vernetzungstreffen (Templin, Potsdam, Niewitz, Motzen) für die Vernetzung wichtige Geschäftstellenaktivitäten (pro Jahr die fünf wichtigste Ereignisse)
    - Mitglieder stellen sich vor;
    - Vorstandssitzungen;

- Mitgliederversammlungen;
- Gemeinsame Messeauftritte;
- Workshops)
- Wie trugen diese Aktivitäten zur Vernetzung bei (Effektivität/Wirkungen)?

3. Welches waren für die Vernetzung wichtige Schwerpunktaktivitäten in den letzten drei Jahren (je fünf wichtigste Ereignisse) (z.B. UVR Treffen Müggelsee)
    - Biomedizin
    - Verkehr und Raumfahrt
    - Internet
    - UV und Röntgen
    - Aus- und Weiterbildung
    - Welche Aktivitäten erfolgten im Rahmen von OpTecBB?
    - Wer war daran beteiligt?
    - Auf wessen Initiative wurden diese Aktivitäten durchgeführt?
    - Wer war besonders aktiv?
    - Entstanden aus den Schwerpunktaktivitäten Projekte? Welche?

4. Was waren weitere wichtige Aktivitäten (z.B. in interdisziplinären Forschungsverbünden) oder Ereignisse (z.B. Aufnahme als 3. Förderungsschwerpunkt der Senatsverwaltung), die zur Vernetzung der OpTecBB-Mitglieder beitrugen?

5. Für die ereignisbezogene Analyse der Vernetzung der OpTecBB-Mitglieder ist es notwendig Teilnehmerlisten der einzelnen Aktivitäten auszuwerten. Sie hatten uns ja schon einen ganzen Stapel geschickt. Danke dafür. Der Abgleich mit den Aktivitäten hat noch ein paar Lücken ergeben… (je mit Teilnehmer (Name/Institution))
    - Jahrestreffen OpTecBB-Ebene (bereits erhalten)
    - Jährliche Mitgliederversammlungen des Vereins (2003)
    - Schwerpunkttreffen
    - IFV-Treffen (UVR und OTVR)
    - „Mitglieder stellen sich vor“
    - Messeauftritte
    - Workshops wie „BioPhotonik“ oder „Arizona“

6. Lassen Sie uns nun zu einer Einschätzung der einzelnen Mitglieder kommen: Dazu haben wir eine vollständige Mitgliederliste (82) mitgebracht.

7. Akteur-Akteur-Matrix (Geschäftstelle-OpTecBB-Mitglieder
    - Kommen wir nun zur Erhebung der Beziehungsdaten zwischen den OpTecBB-Mitgliedern. Dazu habe ich eine Liste der OpTecBB-Mitglieder mitgebracht. Ich werde Sie gleich fragen, zu welchem Mitglied eine Beziehung von der Geschäftstelle aus besteht. Zu den bestehenden Beziehungen werde ich dann noch Nachfragen zur Qualität der Beziehungen stellen.
      Zunächst aber eine generelle Frage zu den Beziehungsarten - Welche verschiedenen Beziehungsarten werden innerhalb OpTecBB von den Mitgliedern unterhalten? (Beziehungsdimensionen (Forschung, Geschäft, persönlich))
        - Bei Geschäftsbeziehungen: Befinden sich diese Beziehungen eher generell am Beginn oder sind sie schon lang etabliert?
        - Worum geht es generell in diesen Beziehungen?

MATRIX erheben

II. Ausgangszustand und Historie (vor 2000)

- Wie schätzen sie die Lage der optischen Technologien in Berlin und Brandenburg vor der Gründung von OpTecBB ein?
- Gibt es Statistiken zu Umsatzzahlen Beschäftigtenzahlen und Patenten der Unternehmen/Institutionen im Bereich der opt. Technologien vor OpTecBB?
- Welche Netzwerke existierten bereits?
- Welchen Einfluss hatten und haben sie auf die Bildung und Vernetzung von OpTecBB?
- Wer hatte mit wem welchen Kontakt? (Zulieferbeziehungen, F&E, Ressourcenaustausch, persönlicher Kontakt) Bitte Charakterisieren Sie die Beziehungen beispielhaft.
- Welche Bedeutung haben/hatten die 13 Gründungsmitglieder von OpTecBB? (Astro- und Feinwerktechnik; DLR (Fr. Dr. Arnold); Ferdinand-Braun-Institut; HU Berlin (Charite); Institut für wissenschaftlichen Gerätebau, Infineon Technologies AG; Investitionsbank Berlin; Krone; LTB Lasertechnik Berlin; Max-Born-Institut; Siemens AG; TU Berlin (Optisches Institut); Technologiestiftung Innovationszentrum Berlin)

III. Netzwerkentwicklung (2001-2003)

- Welche Wirkung hatten die ersten OpTecBB-Treffen in Templin, in Potsdam und Niewitz für die Vernetzung und die Genese von Projekten zwischen den Mitgliedern?
- Bitte erläutern Sie den Prozess wie sich einzelne konkrete Unternehmungs-/Projektnetzwerke in der Zeit zwischen 2001 und 2003 fanden und trafen?
- Welches waren signifikante Ereignisse die zur Initiierung von Projekten führten?
- Was war vor/während oder nach derartigen Ereignisse relevante Begebenheiten, die die Vernetzung unterstützten/hemmten?
- Gab es über die letzten drei Jahre Unterschiede im Prozess der Findung und der Zusammenarbeit in einzelnen konkreten Unternehmungs-/Projektnetzwerken? Wenn ja, dann bitte erläutern Sie kurz die Unterschiede im Prozess!
- Veränderte sich der Prozess der Zusammenarbeit in einzelnen organisationsübergreifenden Projekten? (Routinisierung, von einander lernen)
- Haben sich bis einschließlich 2003 verbindliche Netzwerkregeln zur Zusammenarbeit ausgebildet?
- Welche Ressourcen (Förder-Informationen, konkretes Wissen, Kapazitäten, Personal) wurden zwischen den Mitgliedern ausgetauscht bzw. gemeinsam genutzt?

- Werden innerhalb der Projekte, Netzwerke, Schwerpunkte auch sensible Daten ausgetauscht? Bitte erläutern Sie kurz. Probleme dabei?

- Wie erfolgte generell die Einrichtung von Gremien, Institutionen innerhalb von OpTecBB z.B. „Mitglieder stellen sich vor“?
- Gibt es andere relevante Institutionen/Gremien?
- Von wem ging die Initiative aus? (vom Vorstand; von der Geschäftstelle, von Mitgliedern initiiert?)
- Bezogen auf den Vorstand und die Schwerpunkte, wie gestaltete sich das Engagement der einzelnen Mitglieder in dieser Anfangsphase (2001-2003)?
- Wie veränderte sich das Engagement der Mitglieder in den Steuerungsgremien?
- Durch wen wird OpTecBB in operativen und strategischen Fragen gesteuert? (Geschäftstelle, Vorstand, einzelne Mitglieder, Mitgliedergesamtheit) (Herausbildung einer klaren Netzwerksteuerung) Gibt es hierbei über die Jahre eine Veränderung?

- Wurden Innovationen aus Vernetzung oder andere Erfolge nach außen und innen kommuniziert? Wie?
- Und wie werden Ergebnisse von Vernetzung innen und außen wahrgenommen? (Zufriedenheit; Legitimität der Geschäftstelle)
- Wie schätzten die Mitglieder die ersten drei Jahre OpTecBB ein?
- Veränderte sich die interne und externe Wahrnehmung von OpTecBB in den letzten drei Jahren? (Zufriedenheit; Legitimität der Geschäftstelle)

- Wie wurden neue Mitglieder auf OpTecBB aufmerksam?
- Ändern sich die Gründe warum die neuen Mitglieder eine Mitgliedschaft anstrebten?

- Wie bewerten Sie selbst die Netzwerkentwicklung von OpTecBB?
- Was verstehen Sie dabei unter Netzwerkerfolg?
- An welchen Kriterien würden Sie diesen messen?

IV. Abschluss

Wenn sie sich einen Wunsch bezüglich OpTecBB erfüllen könnten, welcher wäre dies?

Anhang E: Stammbaum der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg 1800-1989

Der Stammbaum der optischen Technologien in Berlin-Brandenburg 1800-1989 wird, da er das Format DIN A2 besitzt in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht in Originalgröße veröffentlicht. Er kann auf Anfrage beim Autor bezogen werden.

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Mein Lebenslauf wird aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Fassung meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationsverzeichnis

Blümel, C./Heidler, R./Lerch, F. (2007): Struktur vor Entscheidung. Ein Beitrag zur Diskussion der Governance am Beispiel der Blockmodellanalyse eines interorganisationalen Netzwerkes. In: Wagner, D./Lattemann, C./Kupke, S./Legel, A. (Hrsg.): Governance-Theorien oder Governance als Theorie? Berlin: Wissenschaftlicher Verlag, 85-110.

Sydow, J./Lerch, F. (2007): Developing clusters – commonalities, contrasts and contradictions. AIM White Paper, Advanced Institute of Management (AIM) Research, London.

Sydow, J./Lerch, F. (2007): Pfade der Netzwerkentwicklung im Feld optischer Technologien – Die Region Berlin-Brandenburg zwischen Emergenz und Planung. In: Berghoff, H./Sydow, J. (Hrsg.): Unternehmerische Netzwerke. Stuttgart: Kohlhammer, 197-232.

Lerch, F./Sydow, J./Wilhelm, M. (2007): Wenn Wettbewerber zu Kooperationspartnern (gemacht) werden – Einsichten aus zwei Netzwerken in einem Cluster optischer Technologien. In: Schreyögg, G./Sydow, J. (Hrsg.): Managementforschung 17. Wiesbaden: Gabler, 207-255.

Sydow, J./Lerch, F./Staber, U. (2009): Planning for path dependence? The case of a network in the Berlin-Brandenburg optics cluster. In: Economic Geography, (in print).