

Die Konnektivitätsökonomie des Internets

Architektur – Konventionen – Community

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades
einer Doktorin der Wirtschaftswissenschaft
des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Uta Meier-Hahn

Berlin, 2018

Erstgutachter

Prof. Dr. Leonhard Dobusch

Universität Innsbruck

Zweitgutachter

Prof. Dr. Jörg Sydow

Freie Universität Berlin

Tag der Disputation

6. Februar 2019

Vorbemerkung

Die vorliegende Arbeit bemüht sich, sprachlich die Vielfalt der Geschlechter zu berücksichtigen. Statt des generischen Maskulinums setzt sie deshalb den Gender-Asterisk (*) ein. Die Verwendung des Asterisk leitet sich aus dem IT-Bereich ab – dort dient er als Platzhalter für einen oder mehrere Buchstaben. Verzichtet wird auf den Asterisk hier nur bei Wort-Kopplungen („Netzwerker-Beruf“) oder wenn aus stilistischen Gründen Organisationen personalisiert werden („Netzbetreiber“ statt „Unternehmen, die ein Netzwerk im Internet betreiben“).

Kurzzusammenfassung

Internet-Konnektivität bildet die Grundlage der digital vernetzten Gesellschaft. Rund 25 Jahre nach Beginn des kommerziellen Internets untersucht diese Dissertation die Gestalt der Konnektivitätsökonomie. Sie geht der Frage nach, wie Netzbetreiber weltweit das Spannungsfeld zwischen Kooperation und Wettbewerb überwinden und gemeinsam Internet-Konnektivität bereitstellen. Dafür entwickelt die Arbeit eine disziplinenübergreifende Forschungsperspektive. Sie etabliert einen Zusammenhang zwischen der Architektur des Internets, ökonomischen Koordinationsweisen sowie Gemeinschaftsstrukturen zwischen Netzwerker*innen. Konzeptionell greift die Arbeit Ansätze aus den Science and Technology Studies, der Konventionentheorie und den heterodoxen Wirtschaftswissenschaften auf. Die empirische Grundlage bilden Interviews mit Netzwerker*innen weltweit. Im Ergebnis lässt sich zeigen, dass Netzbetreiber in der Konnektivitätsökonomie architekturbedingt Unsicherheiten ausgesetzt sind, die ein Nebeneinander von Marktkoordination (Transit) und kooperativer Koproduktion (Peering) begründen. Bei der Koproduktion von Konnektivität geschieht die Äquivalenzbildung ohne das Medium Geld. Deshalb kommt produktbezogenen Qualitätskonventionen eine besondere Rolle in Zusammenschaltungsverhandlungen zu. Die Community der Netzwerker*innen fungiert unter anderem als Arena, in der diese Qualitätskonventionen verhandelt und getestet werden. Konzeptionell ergänzt die Arbeit außerdem die Konventionentheorie um eine neue Koordinationslogik. Es ist die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität, in der Internet-Konnektivität als schützenswertes Gut gilt, dessen Bereitstellung dem Gemeinwohl dient.

Abstract

Internet connectivity forms the basis of the digitally networked society. About twenty-five years after the onset of the commercial internet, this thesis explores the economics of internet interconnection. It explores the question of how network operators worldwide overcome the tension between cooperation and competition and jointly provide internet connectivity. For this purpose, this dissertation develops a cross-disciplinary research perspective. It puts the architecture of the internet, economic coordination and community structures between internet engineers into relation. Conceptually, the study draws on approaches from science and technology studies, economics of convention, and heterodox economics. Empirically, the study is based on interviews with network operators worldwide. Taken together, it can be shown that when it comes to internet connectivity economics, network operators are exposed to architectural uncertainties, which in turn induce the coexistence of market coordination (transit) and cooperative co-production (peering). In the co-production of connectivity economic equivalence is established without the medium of money. This explains to a large extent why product-centered quality conventions play a pivotal role in interconnection negotiations. The community of networkers forms an arena in which these quality conventions are negotiated and tested. This thesis also contributes a new order of worth to the economics of convention tradition. It is the quality convention of connectivity, in which internet connectivity is regarded as a commons worth protecting, whose provision serves the common good.

Danksagung

Diese Arbeit ist das Ergebnis von Freiheit und Zutrauen. Für beides habe ich wunderbaren Menschen zu danken. Denjenigen, die mir ermöglicht haben, dieses Abenteuer zu beginnen. Ebenso wie denjenigen, die mir erlaubt haben, ein Forschungsvorhaben zu entwickeln, das zu mir passt. Und natürlich all jenen, die mich auf dem Weg begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Jeanette Hofmann. Sie hat von Anfang an an mich geglaubt und mir den Sprung aus dem Journalismus in die Wissenschaft überhaupt erst ermöglicht. Ohne an ihrem Denken über die digital vernetzte Gesellschaft teilhaben zu dürfen, wäre ich eine andere – und mein Leben hätte sich in eine andere Richtung entwickelt. Ihre Inspiration und kritische Begleitung haben mich wachsen lassen. Ihr Vertrauen in mich, hat mich bestärkt. Danke, Jeanette.

Auch ohne Leonhard Dobuschs Zutrauen gäbe es diese Arbeit nicht. Er hat sich auf ein Forschungsvorhaben eingelassen, das sich an disziplinären Grenzen reibt. Er war auch ein wichtiger Brückenbauer und hat durch seine wertvollen Kommentare die Genese der Arbeit befördert. Bei Jörg Sydow möchte ich mich bedanken, weil er mir in größter Offenheit begegnet ist und in einem späten Stadium den Blick auf die wichtigen Dinge gelenkt hat.

Mit den Kolleg*innen am Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft verbindet mich mehr als der gemeinsame Arbeitsplatz. Sie haben meiner Forschung und mir in Berlin ein Zuhause gegeben. Dem jahrelangen Einsatz von Jeanette Hofmann, Ingolf Pernice, Björn Scheuermann, Thomas

Schildhauer und Wolfgang Schulz ist der besondere Charakter dieser Forschungsstätte zu verdanken. Die scharfsinnigen Kommentare von Björn Scheuermann und Christian Katzenbach haben bedeutend zur Herausarbeitung des Arguments der Dissertation beigetragen. Kirsten Gollatz, Frédéric Dubois, Christian Katzenbach, Rebecca Kahn und Jörg Pohle schätze ich als exzellente Forscher*innen, die in unterschiedlichen Stadien ihre Expertise eingebracht haben. Bedanken möchte ich mich jedoch vor allem, weil sie mir zu Freund*innen geworden sind. Bedanken möchte ich mich auch für den immer anregenden Austausch mit Julian Hölzl, Christian Djeffal, Benedikt Fecher, Leontine Jenner, Sebastian Leuschner und Julian Staben sowie bei Kai Gärtner, Jennifer Wollniok, Jana Schudrowitz, Florian Lüdke und Karina Preiß, die mir in unzähligen Situationen zur Seite standen und das Institut zusammenhalten.

Empirische Forschung steht und fällt mit dem Zugang zum Feld. Deshalb bin ich zutiefst dankbar für die Unterstützung des RIPE NCC, das in dieser Dissertation Relevanz für die Netzwerker-Gemeinschaft gesehen und mich in meiner Forschung ein Jahr lang mit einem substanziellen Fellowship unterstützt hat. Vielen Dank Mirjam Kühne, Chris Buckridge, Marco Hogewoning und Vesna Manojlovic!

Den interviewten Netzwerker*innen schulde ich Dank für ihre Zeit, ihre Offenheit und für das Vertrauen, mit dem sie mich am Geist dieser Community haben teilhaben lassen. Sebastian Wiesinger hat mich in besonderer Weise lange über das Interview hinaus unterstützt und sogar Teile der Dissertation korrekturgelesen.

Dass diese Dissertation so aussagekräftige Grafiken enthält, ist das Verdienst von Alexander Svensson, der mich nicht nur ermutigt hat, den Weg in die

Wissenschaft anzutreten, sondern – wie einige Freund*innen – im Verlauf der Dissertation zu einem Konnektivitätsspezialisten geworden ist.

Die schwerste Danksagung kommt am Ende. Liebe Familie, Euch danke ich, dass Ihr begriffen habt, was es mir bedeutet hat zu promovieren, dass Ihr so viel Geduld und unendliches Verständnis hattet. Hansi und Michael, Marianne, Ole und Pempa, meine liebe Stephanie – gemeinsam habt Ihr ein Sicherheitsnetz aufgespannt, das mir die Freiheit gegeben hat, diesen Schritt zu gehen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	25
1.1	Die Netzwerkforschung beobachtet ein Abflachen der Internet-Topologie	29
1.2	Die Wirtschaftswissenschaften analysieren die Konnektivitätsökonomie als Markt	36
1.3	Wirtschaftssoziologie und politische Ökonomie betonen das Soziale	42
1.4	Plädoyer für eine disziplinenübergreifende Perspektive auf die Konnektivitätsökonomie	44
2	Grundlagen des Internets	53
2.1	Design-Prinzipien der Internet-Architektur	56
2.1.1	Protokolle üben ihre Funktionen auf Schichten aus	59
2.1.2	Der Internet-Protokollstapel hat die Form einer Sanduhr, das Internet Protocol bildet die Taille	61
2.1.3	Das zentrale Internet Protocol garantiert nichts	64
2.1.4	Autonome Systeme sind die Netzwerke, aus denen das Internet besteht	70
2.1.5	Das Border Gateway Protocol dient als Weeginformations- und -wahlsystem	72
2.2	Was die Architektur des Internets für Netzbetreiber bedeutet	76
2.2.1	BGP bringt operative Unsicherheiten	77
2.2.2	Netzbetreiber hängen voneinander ab.....	82
2.2.3	Was in der Internetökonomie möglich ist, bestimmen die Protokolle	90
2.2.4	Die Informationslage: Jeder Netzbetreiber sieht einen eigenen Ausschnitt des Internets.....	101
2.2.5	Netzbetreiber sind nicht gleich – die Rolle der Topologie	109

2.3 Zusammenfassung: Die Rahmenbedingungen der Internet-Architektur auf einen Blick	111
3 Konzeptuelle Forschungsperspektive	115
3.1 Theoriebildung auf Basis einer interpretativen Methodologie	115
3.2 Einführung in die Konventionentheorie	117
3.2.1 Konventionen sind Koordinationslogiken.....	120
3.2.2 Akteure handeln unter Unsicherheit	122
3.2.3 Akteure haben eine politische Kapazität	124
3.2.4 Gemeinwohlbezüge dienen der Legitimierung.....	125
3.2.5 Konflikte lösen Rechtfertigungen aus	128
3.2.6 Mehrere Begriffe für ein Konzept: Qualitätskonventionen, Rechtfertigungsordnungen, Koordinationslogiken.....	129
3.2.7 Produktbezogene Qualitätskonventionen korrespondieren mit Produktionsweisen	131
3.2.8 Systematisierung: zwischen den (bisher) bekannten allgemeinen und den produktbezogenen Qualitätskonventionen unterscheiden	134
3.3 Ökonomische Objektivierung unter den Bedingungen der Internet-Architektur	140
3.4 Methodischer Ansatz	149
3.4.1 Experteninterviews.....	149
3.4.2 Datenanalyse	155
4 Die Konnektivitätsökonomie.....	158
4.1 Marktkoordination und Koproduktion: Transit und Peering als Grundformen der Zusammenschaltung	160
4.2 Produktbezogene Qualitätskonventionen für nicht direkt vergleichbare Konnektivität	173
4.2.1 Inhalte.....	176

4.2.2	Übertragung	184
4.2.3	Zugang zu Endkund*innen	193
4.2.4	Kapazität	201
4.2.5	Internet-Erfahrung.....	204
4.2.6	Spezialdienste.....	207
4.2.7	Katalysator.....	215
4.3	Konflikte um produktbezogene Konventionen in der Praxis	227
4.3.1	Internet-Erfahrung vs. Kapazität	228
4.3.2	Inhalte vs. Übertragung.....	231
4.3.3	Wechsel von Qualitätskonventionen: vom Katalysator zum Zugang zu Endkund*innen	234
4.4	Die Zusammenschaltung: Verbindung produktbezogener Qualitätskonventionen	239
5	Die Rolle der Community in der Konnektivitätsökonomie	250
5.1	Berufliche Qualifizierung erfordert Austausch	256
5.2	Globaler Zusammenhalt ist medial vermittelt	263
5.2.1	Das Routing-System als skopisches Medium	263
5.2.2	Globale Ad-hoc-Koordination per Internet Relay Chat	267
5.3	Die Community fungiert als Arena, in der Qualitätskonventionen verhandelt werden	274
5.4	Aus der Community in die Öffentlichkeit	283
5.5	Die (neue) Rechtfertigungsordnung der Konnektivität	289
5.6	Zusammenfassung: Nicht alle Netzwerker*innen dienen der Community, aber die Community dient allen	304
6	Fazit und Ausblick	307

7	Literaturverzeichnis.....	329
8	Anhang	343
	Anhang 1: Grundzüge der Funktionsweise von BGP	345
	Anhang 2: Interview-Übersicht	353
	Anhang 3: Kommentierter Interviewleitfaden	357
	Anhang 4: Kategoriensystem (Auszug): Oberkategorien mit Ankerbeispielen	363
	Anhang 5: Kodierungsbeispiel	369
	Anhang 6: Gesamtes Kategoriensystem	375
	Anhang 7: Kurzzusammenfassung	385
	Anhang 8: Abstract	387
	Anhang 9: Liste von Publikationen, die im Zusammenhang mit dieser Dissertation entstanden sind	389

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Traditionelle logische Internet-Topologie	30
Abb. 2:	Sich entwickelnde, neue logische Internet-Topologie	30
Abb. 3:	Datenübermittlung von Ende zu Ende durch den Internet- Protokollstapel (ohne administrative Grenzen)	59
Abb. 4:	Verteilung der Interviews auf Länder (Zuordnung nach Hauptsitz der Organisation)	152
Abb. 5:	Unterscheidung zwischen Transit und Peering anhand von Umfang der Konnektivität und Koordinationsmodus	161
Abb. 6:	Transit versus Peering: Geldflüsse und Routenmitteilungen	164
Abb. 7:	Die produktbezogenen Qualitätskonventionen der Konnektivitätsökonomie	175

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Systematisierung der Qualitätskonventionen	138
Tabelle 2: Grundformen der Zusammenschaltung. Vergleich von Transit, Peering und Mischformen	166
Tabelle 3: Produktbezogene Qualitätskonvention der Inhalte	184
Tabelle 4: Produktbezogene Qualitätskonvention der Übertragung	193
Tabelle 5: Produktbezogene Qualitätskonvention des Zugangs zu Endkunden 201	
Tabelle 6: Produktbezogene Qualitätskonvention der Kapazität	203
Tabelle 7: Produktbezogene Qualitätskonvention der Internet-Erfahrung ...	207
Tabelle 8: Produktbezogene Qualitätskonvention der Spezialdienste	215
Tabelle 9: Produktbezogene Qualitätskonvention des Katalysators	227
Tabelle 10: Verbindung von Qualitätskonventionen	242
Tabelle 11: Die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität	293

Abkürzungsverzeichnis

AfNIC	African Network Information Center
APNIC	Asia Pacific Network Information Centre
ARIN	American Registry for Internet Numbers
AS	Autonomes System
BGP	Border Gateway Protocol
CDN	Content Distribution/Delivery Networks
DNS	Domain Name System
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
IPFS	InterPlanetary File System
IRC	Internet Relay Chat
ISO	International Organization of Standardisation
ITU	International Telecommunications Union
LACNIC	Latin America and Caribbean Network Information Centre
NAT	Network Address Translators/Translation
NDA	Non-Disclosure Agreement
NLRI	Network Layer Reachability Information
NOC	Network Operation Center
NOG	Network Operator Group
NSF	National Science Foundation
OSI	Open System Interconnection
PCH	Packet Clearing House
PIB	Policy Information Base
PSTN	Public Switched Telephone Network
RIPE NCC	Réseaux IP Européens Network Coordination

RIB	Routing Information Base
RIR	Regional Internet Registries
SLA	Service Level Agreement
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
STS	Science and Technology Studies
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VPN	Virtual Private Network

1 Einführung

Gäbe es das Internet nicht, wäre die Gestalt der digitalen Gesellschaft eine andere. Rund 50 Prozent der Weltbevölkerung zählen inzwischen zu den Internetnutzenden (ITU 2017). Die Zahl der Netzwerke, die zusammen das Internet bilden, ist seit dessen Kommerzialisierung 1995 um mehr als das Zehnfache gestiegen.¹ Globale Vernetzung ist zum Leitmotiv der digitalen Gesellschaft geworden (Dijk 2013; Castells 2001). Auslöser für das Wachstum des Internets war ein politischer Vorzeichenwechsel: die herbeigeführte Transformation vom öffentlichen Forschungsnetz in eine Netzwerk-Ökonomie.

Vorbereitungen für die Kommerzialisierung des Internets begannen bereits in den 1980er-Jahren. Aber erst am 30. April 1995 tat die US-amerikanische National Science Foundation (NSF) den entscheidenden Schritt: Sie zog sich aus der Finanzierung des ersten Backbone-Netzes NSFNET zurück. Das NSFNET war damals das einzige Weitstreckennetz, das lokale Netzbetreiber miteinander verband. Das NSFNET hörte also auf zu existieren, und mit ihm verschwand die sogenannte Acceptable Use Policy (Werbach 1997: 15). Diese Regel hatte bis dahin die Nutzung des Internet-Backbones zur Übermittlung "kommerziellen" Datenverkehrs untersagt. Zwar hatten schon vorher nicht nur Regierungs-, Forschungs- und Bildungseinrichtungen das Internet benutzt. Unklarheiten

1. Der sogenannte Advertised AS Count ist von rund 5000 Netzwerken im Jahr 1995 auf mehr als 60000 Netzwerke im Jahr 2018 gestiegen (Huston 2018).

darüber, unter welchen Umständen Datenverkehr als kommerziell anzusehen sei, hatten dies begünstigt. Aber mit dem Schritt der NSF waren endgültig alle internetspezifischen, zweckbezogenen Beschränkungen für Datenverkehr im sogenannten Backbone, also den Weitstreckenverbindungen, aufgehoben. Das hatte weitreichende Konsequenzen: Das Internet würde endgültig nicht mehr nur als Kommunikationsinfrastruktur, sondern gleichzeitig als infrastruktureller Wirtschaftsraum, als Netzwerkwirtschaft, zu entwickeln sein. Es sollte nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich funktionieren und gedeihen. Für die Betreiber der ersten Netzwerke des Internets brach eine neue Zeit an. Bisher hatten sie kooperiert, um Konnektivität herzustellen. Sie hatten ihre Netze zusammengeschaltet und einander wechselseitig Datenverkehr übermittelt, ohne dass dafür Geld geflossen war (Clark et al. 2016; Srinagesh 1995: 7; Oram 2005; Baake und Wichmann 1999: 91). Die Zusammenschaltung zwischen Netzwerken verstand man damals als notwendig, um die Idee des Internets überhaupt zu realisieren und zu entwickeln – eine Art Proof of Concept. Die 1995 vollzogene Kommerzialisierung machte Netzbetreiber nun zu potenziellen Wettbewerbern, die um Kunden konkurrierten. Zukünftige Interaktionen zwischen ihnen würden unter marktwirtschaftlichen Bedingungen stattfinden. Spätestens jetzt waren Netzbetreiber frei zu erproben, wie sich Internetdienste kommerziell verwerten lassen könnten. Andersherum betrachtet, standen sie unter dem Druck Einnahmequellen zu identifizieren (Laffont et al. 2003: 370). Dabei ging es auf der öffentlichen Seite um Internetzugang, also um eine Dienstleistung im Verhältnis zwischen Netzbetreibern und Endnutzer*innen des

Internets.² Auf der anderen Seite betraf die Kommerzialisierung die Binnenverhältnisse des Internets. Es ging um die Frage, wie die Netzbetreiber miteinander wirtschaften würden.³ Auf die Erforschung dieser Binnenverhältnisse konzentriert sich diese Arbeit.

Wie ein Wirtschaftsraum zwischen Netzbetreibern im Kernbereich des Internets aussehen könnte, war keine triviale Frage. Die in der Internet Engineering Task Force (IETF) versammelten System-Architekt*innen hatten für das Internet ein funktionales Dienstmodell entworfen, aber kein wirtschaftliches. Sie hatten technische Standards für die sogenannte paketorientierte Datenübertragung definiert. Aber sie wollten keine Produkte, Dienste oder Abrechnungsverfahren bestimmen (Claffy und Clark 2016: 14).⁴

Auch bot der historisch frühere Markt für Telefonie aus diversen Gründen nur bedingt Orientierung. Zwar handelte es sich bei Internet und bei Telefonie um Kommunikationsnetze, aber im technischen Aufbau unterschieden sie sich grundlegend.⁵ Darüber hinaus waren Abrechnungsmodi zwischen Telefon-

2. Ein Internetzugangsanbieter sorgt dafür, dass seine Kund*innen jeden Endpunkt des Internets erreichen können (Erreichbarkeit) und dass sie Daten von und zu jedem Endpunkt bewegen können (Konnektivität).

3. Srinagesh (1995) zeichnet mit vielen Details nach, wie sich die kommerziellen Arrangements zwischen Netzbetreibern in den Frühzeiten des Internets entwickelt haben.

4. Bis heute perlen aus diesem Grund Inwertsetzungsversuche an der Architektur des Internets ab, siehe S. 90 ff.

5. Mehr dazu siehe Kapitel „Was in der Internetökonomie möglich ist, bestimmen die Protokolle“ (S. 90–101).

netzen sowie deren Zusammenschaltung vorwiegend durch die International Telecommunications Union (ITU) reguliert, wohingegen die Zusammenschaltung zwischen Internet-Netzwerken zunächst weitestgehend frei von staatlicher Regulierung stattfand (Srinagesh 1995; Kende 2000).

Rund ein Vierteljahrhundert nach Beginn des kommerziellen Internets untersucht diese Arbeit die Gestalt der Konnektivitätsökonomie. „Ökonomie“ wird hier nach Lee in einem umfassenden Sinn verstanden als „sozialer Bereitstellungsprozess“ (Lee 2011: 541). Die Arbeit geht der Frage nach, wie Netzbetreiber das Spannungsfeld zwischen Kooperation und Wettbewerb überwinden und gemeinsam Konnektivität bereitstellen, die Voraussetzung der digitalen Gesellschaft.

Von einem Forschungsstand zu diesem Thema lässt sich nicht im Singular sprechen. Denn wenn zwei Netzbetreiber ihre Netze zusammenschalten, dann tun sie immer drei Dinge gleichzeitig: Sie gehen erstens eine materiell-logische Verbindung miteinander ein. Sie starten zweitens eine praktische Zusammenarbeit, und sie begeben sich drittens in ein Ressourcenverhältnis. Die akademische Forschung ist mit dieser Situation bisher vorwiegend so umgegangen, dass sie Netzwerkfragen, geschäftliche Arrangements zwischen Netzbetreibern und die operative Praxis getrennt voneinander untersucht hat. Um dadurch entstandene Wissenssilos zu überkommen, stellt die folgende Literaturlauswertung phänomenorientiert Untersuchungsansätze aus der Netzwerkforschung in der Informatik, den Wirtschaftswissenschaften und der Wirtschaftssoziologie vor. Sie fasst deren Erkenntnisse in Bezug auf die

Konnektivitätsökonomie zusammen und diskutiert sie miteinander. Dabei wird deutlich, welche Forschungslücke es konzeptuell zu füllen gilt: Es ist die paradigmatische Lücke, die zwischen den Disziplinen selbst klafft.

1.1 Die Netzwerkforschung beobachtet ein Abflachen der Internet-Topologie

In der Informatik entwickelt die Netzwerkforschung Verfahren, um Erkenntnisse über die Struktur des Internets oder dessen Leistung zu erhalten (Chang und Willinger 2006). Sie klassifiziert Netzbetreiber oder Datenverkehr, oft mit quantitativen Methoden (Clark et al. 2006; Labovitz et al. 2010; Dainotti et al. 2012; Pathan und Buyya 2007; Li et al. 2016). Die Daten dafür stammen vielfach aus kollaborativ betriebenen Mess-Infrastrukturen.⁶ Zu den Ergebnissen gehören quantitativ-empirisch fundierte Repräsentationen des Internets.

Aus der Netzwerkforschung wissen wir, dass sich die topologische Gestalt des Internets Mitte der 2000er-Jahre angefangen hat zu verändern. Unter Topologie versteht man in der Informatik den Aufbau eines Rechnernetzes mit Knotenpunkten und Verbindungen zwischen diesen. Labovitz et al. haben die Veränderung im Jahr 2010 in einer empirischen Langzeitstudie charakterisiert. Sie kommen zu dem Schluss, dass sich die Zusammenschaltungsstruktur abgeflacht

6. Bajpai und Schönwälder (2015) identifizieren weltweit ganze 27 Mess-Projekte, die auf Topology Discovery oder Performance Measurement ausgelegt sind.

habe, „from hierarchy to mesh“ (Labovitz et al. 2010).

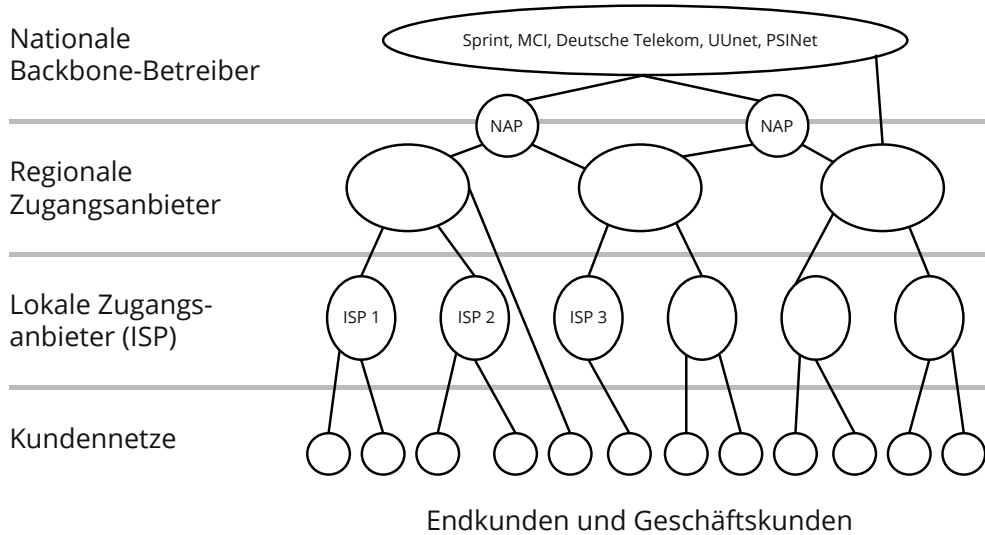


Abb. 1. Traditionelle logische Internet-Topologie. Quelle: Angelehnt an Labovitz et al. (Ibid.).

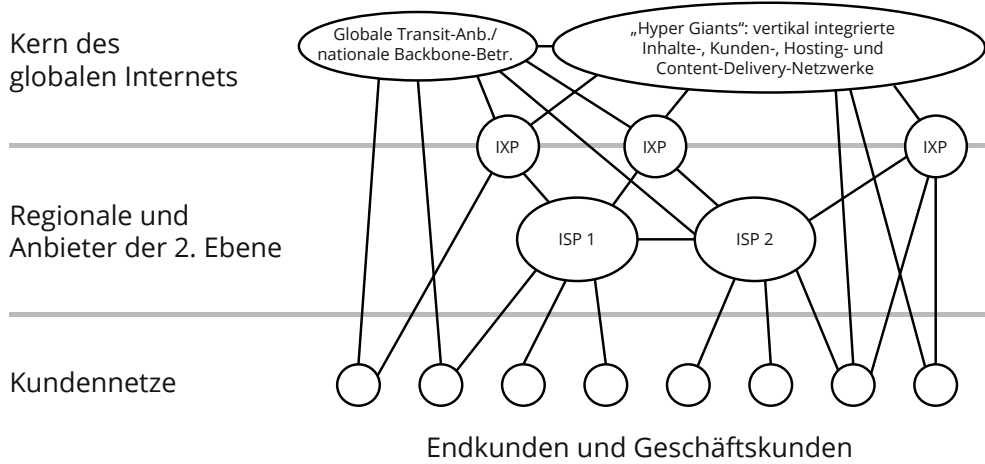


Abb. 2. Sich entwickelnde, neue logische Internet-Topologie. Quelle: Angelehnt an Labovitz et al. (Ibid.).

Früher hatten Netzbetreiber ihre Netze – in der Abbildung dargestellt als Kreise – in hierarchischer Weise miteinander zusammengeschaltet. Von den Endnutzer*innen (unten) aus gesehen sorgte der Internetzugangsanbieter für Konnektivität, indem er sein Netzwerk mit einem lokalen Internetanbieter zusammenschaltete. Dieser wiederum schaltete sein Netz mit einem regionalen Internetanbieter zusammen. Das Netz des regionalen Anbieters war an einen Austauschpunkt (Network Access Point, NAP) angeschlossen, wo dieser mit mehreren anderen regionalen und überregionalen Netzbetreibern Datenverkehr austauschen konnte.⁷ Die Backbone-Betreiber schlossen untereinander die letzte Lücke in der Konnektivität. Unter Backbone-Netzen versteht man überregionale Weitstreckennetzwerke, die Datenverkehr aus vielen Quellen zusammenführen und transportieren. Weil es früher nicht üblich war, dass lokale Internetzugangsanbieter ihre Netze direkt zusammenschalteten, nahm Datenverkehr bisweilen Umwege über andere Kontinente – auch wenn sich Absender und Ziel in einander geografisch nahen Netzen befanden.⁸

Auf der späteren Abbildung sind neue Akteure zu sehen: Die Austauschpunkte heißen inzwischen Internet Exchanges (Internet Exchange Point, IXP⁹), und es

7. Die Wirbelsäulen-Metapher drückt aus, dass im Backbone Datenverkehr aus vielen Strängen zusammenkommt – wie Nervenverbindungen. Sie deutet auch an, für wie existenziell man die Weitstreckennetze für das globale Internet hielt oder hält.

8. Wie Gupta et al. (2014a) zeigen, nimmt Datenverkehr zwischen Regionen auf dem afrikanischen Kontinent teilweise auch aktuell noch Umwege über Austauschpunkte in Europa.

9. Diese Arbeit verwendet den Begriff „Internet Exchanges“ und nicht „Internet Exchange Point“, weil es sich bei den Austauschplattformen inzwischen oft nicht mehr um einzelne Punkte handelt, sondern um mehrere, zum Beispiel über eine Metro-Gegend verteilte,

sind Netze aufgetaucht, die Labovitz et al. als „Hyper Giants“ bezeichnen. Darunter fassen sie große Inhalte-Anbieter mit eigenen Weitstreckenverbindungen und sogenannte Content Delivery Networks (CDNs) zusammen. Content Delivery Networks sind solche Netzbetreiber, die sich darauf spezialisiert haben, Inhalte und Rechenkapazitäten bedarfsangepasst an den Rändern des Netzes vorzuhalten, um die Übertragungswege zu den Endnutzer*innen so kurz wie möglich zu halten. „Hyper Giants“ haben einen hohen Anteil am Datenverkehr des gesamten Internets.

Der Datenverkehr des Internets hat sich im Zeitverlauf zunehmend bei wenigen Netzen geballt. Das lässt sich als Anzeichen für eine Zentralisierung sehen. Wie Labovitz beobachtet, gingen schon 2009 mehr als 50 Prozent des gesamten Datenverkehrs im Internet von nur 150 Netzbetreibern aus.¹⁰ Nur vier Jahre später entfiel derselbe Anteil auf nur noch 25 Netzbetreiber. – Die Topologie hatte sich weiter zentralisiert. Immer weniger Netzbetreiber sind am Austausch des meisten Datenverkehrs beteiligt, so der Trend. „CDN is the network today“, spitzt Labovitz (2013) zu.¹¹ Huston (2016) entwirft gar das Szenario, dass eine Fragmentierung des Internets bevorstehen könne, wenn der Ausbau

miteinander verbundene Punkte.

10. Den größten Einzelanteil daran hatte mit fünf Prozent Google, zurückzuführen auf den Anstieg an Online-Video.

11. Dass die Übertragungskapazitäten an den Rändern des Internets zuletzt stärker gewachsen sind als im Kern, ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass das Internet zur Auslieferungsstruktur neuer und datenintensiver Mediendienste (IP TV, Online-Video, cloud computing) und Anwendungen geworden ist. Dazu gehören auch solche Dienste, die früher über andere Kommunikationsinfrastrukturen (TV über Kabel) bereitgestellt wurden.

von Weitstreckenverbindungen im Backbone gegenüber CDN-Strukturen vernachlässigt würde.¹²

Wegbereiter für die dieser Strukturveränderung zugrundeliegenden Praktiken der Netzbetreiber sind Internet Exchanges (Xu et al. 2004; Chatzis et al. 2013; Ager et al. 2012). Internet Exchanges sind Knotenpunkte, an denen mehrere Netzbetreiber zusammenkommen, um Datenverkehr miteinander auszutauschen. Teilweise schließen sich hunderte Netzwerke pro Exchange zusammen.¹³ Sie haben den Prozess der Zusammenschaltung vereinfacht. Als Plattformen ermöglichen die Internet Exchanges Netzwerkeffekte zwischen ihren Mitgliedern beziehungsweise Kunden¹⁴. Sie wirken wie Katalysatoren für Internet-Konnektivität (Liebenau et al. 2013: 6). Durch Neuentwicklungen in der Verbindungstechnologie agieren sie auch als Innovationstreiber (Richter et al. 2014; Feldmann 2013; Gupta et al. 2014b). Nach zahlreichen Neugründungen in diesem Jahrzehnt ist die Zahl der Internet Exchanges weltweit auf inzwischen

12. Vgl. Rebatta (2018)

13. Die Internet Exchanges in London, Amsterdam und Frankfurt gehören mit zurzeit mehr als 700 angeschlossenen Netzwerken zu den weltgrößten.

14. Internet Exchanges weisen unterschiedliche Organisationsformen und damit Governance-Modelle auf. In Europa sind Internet Exchanges historisch vielfach aus Forschungskollaborationen hervorgegangen und deshalb typischerweise als Vereine organisiert. Im US-amerikanischen Raum wurden sie vorwiegend als kommerzielle Entitäten entwickelt. Welches Governance-Modell sich wie auf die Bereitstellung von Internet-Konnektivität auswirkt, ist eine komplexe Frage, die unter Netzwerker*innen bis heute kontrovers diskutiert wird. Diese Diskussion abzubilden, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Einen guten Einstieg bieten Degezelle (2015), Silvius (2011), Wagner und Mindus (2015) sowie Ryan und Gerson (2012).

mehr als 530 angewachsen.¹⁵ Der Erfolg des Modells hat dazu geführt, dass das Internet heute dichter vermascht ist denn je.¹⁶

Die Netzwerkforschung macht zusammenfassend drei Entwicklungen nachvollziehbar: Erstens eine Diversifizierung der Netzbetreiber, zweitens das Entstehen neuer Zusammenschaltungsplattformen und drittens eine veränderte Allokation von Übertragungskapazitäten. Daraus lässt sich etwas über die Konnektivitätsökonomie insgesamt ablesen: Es ist Bewegung in die starre Zusammenschaltungsordnung des Internets gekommen. Die Vielfalt der Verbindungskonstellationen hat zugenommen. Es gibt mehr Varianten. Lokale Internetzugangsanbieter, die früher nur mit dem nächstgrößeren Internetdienstanbieter verbunden waren, sind heute direkt mit Inhalteanbietern und CDNs zusammenschaltet. Den alten, hierarchischen Strukturen zugrundeliegende Gewissheiten darüber, wie Netzbetreiber zu kategorisieren sind und mit wem sie Zusammenschaltungen zu welchen Bedingungen eingehen, sind ins Wanken geraten.

Hier stößt die diagnostische Kraft der Netzwerkforschung aber auch schon an Grenzen. Denn so große Fortschritte sie bei der Vermessung der Internet-Topologie erzielen konnte, so unzugänglich bleiben der akademischen

15. Stand: September 2018, Quelle: Packet Clearing House (2018).

16. In welchem Ausmaß Internet Exchanges zur Verdichtung der Topologie des Internets beigetragen haben, konnten Ager et al. zeigen: Auf Basis von Daten nur eines großen Internet Exchange Points fanden sie zwischen dessen Mitgliedernetzen mehr Peering-Verbindungen als 2010 bilateral organisierte Peering-Verbindungen zwischen allen Netzwerken weltweit bekannt waren (Ager et al. 2012).

Netzwerkforschung andere Informationen. Verborgen bleibt ihnen, welche Zahlungen zwischen Netzbetreibern erfolgen, welche Kapazitäten einzelne Zusammenschaltungen haben (also auf wie viel Datendurchsatz pro Zeit sie ausgelegt sind) oder wie ausgelastet diese sind (Motamedi et al. 2015; Clark 2016b; Huston 2013; Claffy et al. 2016: 3; Clark et al. 2014: 3; MLAB 2014: 7; Feamster 2016). Clark et al. meinen zwar: “Interconnection agreements do not just route traffic in the Internet, they also route money.” (2011: 2) Aber ohne Mithilfe der Netzbetreiber fehlt den akademischen Netzwerkforscher*innen die Datengrundlage, um kommerzielle Verhältnisse zu analysieren. Entsprechende Informationen liegen nur den Netzbetreibern selbst vor, die sie als Geschäftsgeheimnisse behandeln.

Netzwerkforscher*innen beklagen diesen Zustand seit Jahren (Gill et al. 2014; Anwar et al. 2015). Nachdem Versuche, die Industrie freiwillig zu mehr Forschungskooperation und Offenheit zu bewegen, bisher weitgehend ins Leere gelaufen sind, und angesichts der gesellschaftlichen Relevanz der Konnektivitätsökonomie, fordern einige Forschende inzwischen mehr Transparenz in Zusammenschaltungsmärkten. Netzbetreiber sollten zum Beispiel über Kostenmodelle, Traffic-Trends und Bedingungen der Arrangements Auskunft geben (Claffy et al. 2016: 24; Clark et al. 2016).¹⁷

17. Was sich in dieser Auseinandersetzung zeigt, ist nicht nur, dass Unternehmen sich ungern in die Karten schauen lassen. Sondern es zeigt sich darüber hinaus, wie politisch das Messen und Kategorisieren und Abbilden des Internets selbst ist. Denn Abbildungen werden wie Landkarten immer auf einen Zweck hin entwickelt. Oder, um es mit dem Philosophen Alfred Korzybski zu sagen: “the map is not the territory” (Korzybski 1933: 58-62). Das heißt, die

1.2 Die Wirtschaftswissenschaften analysieren die Konnektivitätsökonomie als Markt

Der schwierige Zugang zu Daten über geschäftliche Arrangements erklärt jenseits allgemeiner Trends in den Wirtschaftswissenschaften auch ein Kennzeichen der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung zur Konnektivitätsökonomie. Es ist die Empirie-Armut. In den Wirtschaftswissenschaften hat sich mit der Internetwirtschaft als Ganzes seit Ende der 1990er-Jahre insbesondere der Zweig der Industrieökonomik befasst (McKnight und Bailey 1998). Besonderheiten von Netzwerkökonomien und Informationswirtschaft wurden konzeptionell analysiert und auf als allgemein verstandene ökonomische Prinzipien bezogen (Shapiro und Varian 1998; Shy 2001). Mit Blick auf die Konnektivitätsökonomie wenden die Autoren Konzepte industrieller Organisation an, indem sie zum Beispiel infrastrukturelle Marktsegmente wie Internetzugangs- und den sogenannten Backbone-Markt unterscheiden und wohlfahrtsökonomisch analysieren (Economides 2005). Arbeiten aus diesem Spektrum adressieren insbesondere Fragen nach Wettbewerb, Marktkonzentration und diskutieren Regulierungsoptionen (Clark et al. 2011; Kende 2000; Ma et al. 2010, 2011; Choi et al. 2015; Kramer und Wiewiorra 2012; Wu und Yoo 2007). Zur Anwendung kommen vor allem mikro-ökonomische Ansätze und Methoden wie die Spieltheorie.

Messmethoden der Netzwerkforschung implizieren folgenreiche Wahlentscheidungen darüber, was überhaupt gezeigt oder gemessen werden soll und stellen damit die Weichen für netzpolitische Interpretationen, die Netzbetreiber betreffen können.

Besonders viel Beachtung haben Arbeiten gefunden, die das Konzept der mehrseitigen Märkte auf Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern beziehen (Armstrong 2001, 2006; Rochet und Tirole 2006). Sie modellieren Zusammenschaltungen als Entscheidungssituationen, in denen Internetzugangsanbieter als Plattformen versuchen, ihren Gewinn mit Blick auf mehrere, voneinander getrennte Gruppen von Kunden zu optimieren, zwischen denen sie stehen.¹⁸ Im Einklang mit der Industrie-Ökonomik kommen diese Ansätze zu dem Schluss, dass Netzbetreiber ihre Dienste im digitalen Zeitalter profitabel gestalten können, indem sie Produkt- und Preisdifferenzierung betreiben (Laffont et al. 2003; Shakkottai und Srikant 2006; Zarnekow et al. 2013: 162-174; Hau und Brenner 2009; Hau et al. 2011). Die Idee ist also, dass Netzbetreiber Zusammenschaltungspartnern über die zwei klassischen Grundformen der Zusammenschaltung – genannt Transit und Peering¹⁹ – hinaus mehrere Service-

18. Auf der einen Seite der Plattform stehen die Internetzugangsanbieter miteinander im Wettbewerb um Internetnutzer*innen. Nutzer*innen umfassen "Konsument*innen" und Webseitenbetreibende (Kundengruppe 1). Das ist der Internetzugangsmarkt. Auf der anderen Seite der Plattform müssen die Internetzugangsanbieter auf einem Zusammenschaltungsmarkt mit anderen Netzbetreibern (Kundengruppe 2) agieren, um Internet-Konnektivität herzustellen. Im Preis für die Zusammenschaltung bildet sich Laffont et al. zufolge ab, wie Netzbetreiber ihre Kosten auf die beiden Kundengruppen verteilen. Bestimmt werden also relevant erachtete Kategorien von Akteur*innen, deren Präferenzen und Ziele sowie logische, quantifizierbare Zusammenhänge zwischen ihnen. Marktergebnisse werden daraus mathematisch hergeleitet.

19. Bei Transit verkauft ein Netzbetreiber einem anderen Konnektivität mit allen Zielen im Internet. Bei Peering gewähren die Zusammenschaltungspartner einander wechselseitig Teil-Konnektivität nur mit Zielen in ihren Netzen und den Netzen ihrer Kunden, traditionell kostenneutral, inzwischen auch gegen Geld. Eine ausführliche Gegenüberstellung von Transit und Peering findet sich auf S. 160 ff.

Level oder Verbindungsoptionen anbieten (Stichwort: „Quality of Service“), für die sie ihren Zusammenschaltungspartnern unterschiedlich hohe Preise berechnen. Hinter dieser Strategieempfehlung steht die Vorstellung, dass eine möglichst granulare Preisdifferenzierung den angenommenen Zusammenschaltungsmarkt insgesamt effizienter mache. Je kleinteiliger sich Produkte und Mengen auf einem Markt fassen ließen, desto kostengerechter erfolge die Bepreisung.

Andere Autor*innen sehen eine hochgradige Ausdifferenzierung von Verbindungsoptionen abwägender. Transaktionskosten würden ausufern und grundsätzliche Unsicherheiten stünden differenzierten Zusammenschaltungsvereinbarungen im Wege: Netzbetreiber könnten Datenflüsse vor der Zusammenschaltung nicht absehen, den wirtschaftlichen Nutzen angesichts komplizierter Transit- und Peering-Verhältnisse nicht klar berechnen, und sie könnten topologisch bedingt Identität und optimale Zusammensetzung möglicher Peers rechnerisch nicht bestimmen. Außerdem hätten Zusammenschaltungen auch Informationswert, der nicht in die Betrachtung einbezogen sei (Lippert und Spagnolo 2008; Valancius et al. 2011; Lodhi 2014: xiii).

Zweifel an einem Trend zu preislich ausdifferenzierten Verbindungsregimen in der Konnektivitätsökonomie untermauern die großen, quantitativen Studien der weithin anerkannten Nicht-Regierungsorganisation Packet Clearing House (PCH) (Woodcock und Frigino 2016; Woodcock und Adhikari 2011). Die Zweifel gelten jedenfalls für die Masse solcher Zusammenschaltungen, die nur

Teilkonnektivität betreffen (also nicht Transit, sondern Peering oder Varianten davon²⁰). Im Jahr 2016 bestätigte eine Wiederholungsstudie von PCH ein erstaunlich erscheinendes Ergebnis von 2011: Bei mehr als 99 Prozent aller Peering-Vereinbarungen weltweit handelt es sich um sogenannte Handshake-Vereinbarungen, also um informelle Zusammenschaltungen.²¹ Diesen Zusammenschaltungen liegen keine Verträge zugrunde. Und für ebenfalls mehr als 99 Prozent aller Zusammenschaltungen haben die Netzbetreiber bei ihren Peerings symmetrische Bedingungen miteinander vereinbart. Mit anderen Worten: In diesen Zusammenschaltungen tauschen Netzbetreiber den Datenverkehr zwischen ihren Netzen und den Netzen ihrer Kunden kostenlos miteinander aus. Es handelt sich um standardisierte, einfache Zusammenschaltungen. Vertragsbasierte Bezahlbeziehungen mit ausdifferenzierten Tarifmodellen sind jedenfalls für Teilkonnektivität noch die Ausnahme.²² Die Beobachtungslage erscheint paradox: Laut mikroökonomischer Theorie sollten Zusammenschaltungsarrangements für Teilkonnektivität differenziert ausgehandelt werden – praktisch aber geschieht das zurzeit offenbar kaum.

20. Zur Unterscheidung zwischen Transit und Peering siehe ausführlich S. 160–172.

21. Vgl. auch Kende (2000) „The Digital Handshake: Connecting Internet Backbones“

22. Dreierlei bedeutet die Erhebung von PCH freilich nicht: Erstens, dass Differenzierungen auch bei Peering zukünftig nicht möglich sind, zweitens dass sie bei Transit-Vereinbarungen nicht stattfinden und drittens gibt sie keinen Aufschluss über die Mengen des informell übertragenen Datenverkehrs im Verhältnis zu via Vertragsregime übertragenen Daten. Bezugsgröße in den Studien ist die *Anzahl* von Peering-Arrangements an Internet Exchanges, nicht die verwendeten Kapazitäten. Möglich ist deshalb, dass über eine kleine Anzahl vertraglich geregelter Peerings ein großer Teil des Datenverkehrs ausgetauscht wird.

Ein Grund für den Widerspruch zwischen wirtschaftswissenschaftlicher Theorie und Zusammenschaltungspraxis könnte darin liegen, dass die wirtschaftswissenschaftliche Konnektivitätsforschung teilweise überholte beziehungsweise strittige Annahmen aus dem „ökonomischen Mainstream“ (Dobusch und Kapeller 2012) fortführt. Diese auch orthodox genannten Denkschulen eint, dass sie die Wirtschaftswissenschaft im traditionellen Sinn als Wissenschaft der Optimierung verstehen. Die Wirtschaftswissenschaft untersucht demnach, wie sich knappe Ressourcen bestmöglich in konkurrierende Ziele übersetzen lassen (Robbins 1932: 31). Auf diesem Selbstverständnis basiert eine Denkfigur, die allen angeführten, mikroökonomischen Ansätzen vorkommt: der sogenannte methodologische Individualismus. Mit dem „methodologischen Individualismus“ geht man davon aus, dass nur Individuen in der Lage sind, etwas zu optimieren. Deshalb lassen sich soziale Tatsachen wie etwa Märkte nur auf Basis von Annahmen über das Individuum erklären. Institutionen, Normen oder Kultur spielen keine Rolle. Zu den Annahmen über das Individuum gehören im ökonomischen Mainstream generalisierte Präferenzen. Alle Individuen haben die Präferenz, dass sie ihren Nutzen maximieren wollen. Dabei gehen sie rational vor (*homo oeconomicus*). Rational kalkulieren können sie überhaupt nur deshalb, weil ihnen unbegrenzte Informationsverarbeitungskapazitäten ebenso unterstellt werden wie vollständige Informationen über die Entscheidungssituation und die potenziellen Ergebnisse der Wahl. Weiter geht man davon aus, dass eine perfekte Wettbewerbssituation besteht, in der jedem

Individuum jede Handlungsoption gegeben ist.²³ Ergebnisse des Handelns finden innerhalb des Marktes, oder bei zweiseitigen Märkten: den Märkten, statt. Was man für dem Markt äußerlich hält, findet keine Beachtung oder wird als „Drittwirkung“ in der Sammelkategorie der Externalitäten²⁴ abgelegt.

Dementsprechend gehen industrieökonomische Ansätze davon aus, dass es einen „Zusammenschaltungsmarkt“ (Zarnekow et al. 2013: 60-95) gibt, der Internet-Konnektivität hervorbringt, und zwar als Summe isolierter, rationaler Einzelentscheidungen informierter Netzbetreiber, die letztlich ihren Gewinn steigern wollen. Analytisch verengt dieser Ansatz den Blick in einer Weise, dass allein der Entscheidungsmoment über die Zusammenschaltung eine ökonomisch relevante Handlung darstellt. Dabei wird negiert, dass Zusammenschaltungen oft langfristige Beziehungen etablieren. Sie auf einen Entscheidungsmoment ohne Vorher und Nachher zu verengen, erscheint realitätsfern. Die Wirtschaftswissenschaften befassen sich insofern zwar intensiv mit Preis- und Produktdifferenzierung, aber den Gegenstand der Zusammenschaltung konzipieren sie äußerst schwach.

Dieser Zustand der Mainstream-Theoriebildung erstaunt, weil das Band der dadurch angebotenen Erklärung so dünn ist. Zweifelsohne lässt sich in der

23. Dieser Abschnitt greift auf wissenschaftshistorische Analysen des Philosophen und Ökonomen Jakob Kapeller zurück.

24. Positive (negative) Externalitäten sind im Kontext dieser Arbeit im Sinne von Frischmann zu verstehen als „benefits (costs) realized by one person as a result of another person’s activity without payment (compensation).“ (2012: 37-38)

Konnektivitätsökonomie ein „kommerzieller Imperativ“ (Hall et al. 2011: 93-100) beobachten. Und auch heterodoxe wirtschaftswissenschaftliche Ansätze haben nach Kenntnis der Autorin kein reichhaltiges Konzept der Transaktion selbst angeboten. Aber sie stellen wenigstens dem eigennützigem Verhalten das soziale Verhalten gegenüber, den optimalen Ergebnissen nicht-optimale, dem vollständigen Wissen unvollständiges oder asymmetrisches Wissen, dem perfekten Wettbewerb imperfekten und passiven Interaktionen strategische (Shaikh et al. 2012). Untersuchungen der Konnektivitätsökonomie haben derartige Impulse bisher nicht aufgenommen.

1.3 Wirtschaftssoziologie und politische Ökonomie betonen das Soziale

Qualitative Untersuchungen aus Wirtschaftssoziologie und politischer Ökonomie sowie praxisorientierte Studien (Hall et al. 2011, 2013; BITAG 2014) bieten Erklärungen dafür an, warum informelle Handshake Agreements in der Konnektivitätsökonomie eine so anhaltend große Rolle spielen. Mathew (2014) und Sowell (2015) zeichnen das Bild eines Feldes, in dem die technische Architektur des Internets Unsicherheiten und wechselseitige Abhängigkeiten erzeugt, die in grundlegende, operative Herausforderungen für Netzbetreiber münden. Diese Herausforderungen müssten Netzbetreiber zwangsläufig gemeinsam bewältigen.

Dass Netzbetreibern kollektiv die Herstellung von Internet-Konnektivität überwiegend gelingt, führen Mathew und Sowell auf ein Zusammenwirken von Gemeinschaftsstrukturen zwischen Internetingenieur*innen und zentralen Institutionen zurück. Für Mathew stellen Internetingenieur*innen eine Praxisgemeinschaft („community of practice“, Lave und Wenger 1991) dar, die Wissensaustausch und den Aufbau persönlicher Vertrauensbeziehungen ermöglicht. Ergänzt durch zentralisierte Organisationen der Internet-Administration erwachse aus den interpersonalen Beziehungen die Kapazität zu einer Form der verteilten Governance (Mathew 2014: 70ff.), die die operativen Unsicherheiten überwinden helfe. Mathew schlägt unter Bezug auf Granovetter (1985) und Evans (1995) eine Denkfigur der doppelten Einbettung vor: Einen Zusammenschaltungsmarkt gebe es, aber dieser sei – wie andere Märkte auch – in Vertrauensbeziehungen eingebettet. Die Vertrauensbeziehungen wiederum seien ihrerseits in Institutionen eingebettet (Mathew 2014: 111).

Sowell denkt eine Gemeinschaft der Netzwerker*innen angelehnt an Haas (1992) stärker normativ als epistemische Gemeinschaft. Das meint ein Netzwerk von Sachkundigen, die auf Basis operativer Expertise den Anspruch erheben, in ihrem Bereich autoritatives, politisches Wissen zu haben. Auf Basis geteilter Vorstellungen darüber, wie das System funktionieren solle und wie mit sogenannten Externalitäten²⁵ umzugehen sei, würden Netzwerker*innen das

25. Externalitäten lassen sich bei Sowell verstehen als unerwünschte Effekte, etwa Konnektivitätsstörungen durch fehlerhafte Routen-Ankündigungen.

Routing-System im Interesse der Gemeinschaft managen.²⁶

Was Mathew und Sowell in ihren dichten Beschreibungen herausarbeiten, ist, dass der Konnektivitätsökonomie starke soziale Strukturen und enge Akteursbeziehungen unterliegen. Dieser Befund spricht dagegen, Handlungen wie in den traditionellen Wirtschaftswissenschaften als Ergebnis isolierter Entscheidungssituationen zu konzipieren, in denen sich Akteure mit angenommerweise festen Interessen verhalten.

1.4 Plädoyer für eine disziplinenübergreifende Perspektive auf die Konnektivitätsökonomie

Die Ergebnisse der existierenden Konnektivitätsforschung sind überwiegend disziplinär gefasst und stehen meist unverbunden nebeneinander. Der Wissenskörper zum Thema ist fragmentiert. Sofern Konnektivitätsforscher*innen aus den unterschiedlichen Disziplinen einander wahrnehmen, so lassen die Forschungsergebnisse dies selten erkennen. Eine deutlich disziplinär geprägte akademische Publikationslandschaft und paradigmatische Unterschiede begünstigen die beschriebenen Wissenssilos.

26. Zum „institutionellen Komplex“ gehören für Sowell die Netzwerker-Vereinigungen, die fünf Regional Internet Registries, Internet Exchanges und die Community zur Missbrauchsbekämpfung. Zusammen kümmern sie sich als „close-nit yet loosely organised“ Community um den Erhalt des Routing-Systems (Sowell 2015: 3)

Die Netzwerkforschung lenkt den Blick auf strukturelle Dynamiken. Sie zeigt an, dass sich das Internet topologisch in Veränderung befindet, dass traditionelle Hierarchien zuletzt abgeflacht sind und dass in den vergangenen Jahren eine Konzentration stattgefunden hat. Dass alte Strukturen aufbrechen konnten, hat mit der Verbreitung von Internet Exchanges zu tun. Sie haben als Intermediäre Bewegung ins System gebracht und eine dichtere Vermaschung des Internets befördert. Dadurch gibt es inzwischen Beziehungen zwischen Arten von Netzbetreibern, die früher nicht existierten oder die nicht miteinander zusammenschaltet waren. Eine – wenigstens vorübergehende – Neuverhandlung von Zusammenschaltungsarrangements ist eingetreten. Im Hinblick auf potenzielle Partner und Zusammenschaltungsorte haben Netzwerker*innen heute deshalb prinzipiell mehr Verbindungsoptionen als in früheren Zeiten. Die Diversifizierung der Akteure deutet darauf hin, dass es insgesamt mehr Verständigungsbedarf und Verhandlungsspielraum gibt – mithin: Raum für persönliche Interaktion zwischen Netzwerker*innen.

Die Wirtschaftswissenschaften sind stark im Modellieren, haben bis auf wenige Ausnahmen bisher allerdings kaum Zugänge etabliert, um ihre Ansätze empirisch rückzukoppeln.²⁷ Gerade die abstrakt-generalisierenden Modelle bleiben der Konnektivitätsökonomie deshalb merkwürdig fremd. Das bringt diesen Ansätzen Kritik ein. Diese Forschung sei „mostly dedicated to the low-level

27. Experimentelle Spieltheorie-Verfahren liegen auf der Grenze zur empirischen Forschung, basieren jedoch trotzdem auf vorgefertigten Klassifikationen von Akteuren und Handlungsoptionen.

communication theory, often show-horning network operations into simplified economic models“ (Ibid.: 74). Tatsächlich erscheint es verwunderlich, dass so ein Graben zwischen mikroökonomischer Theorie und der Zusammenschaltungspraxis aufklafft.²⁸

Derweil belegen sozialwissenschaftliche Arbeiten, wie verwoben Zusammenschaltungen in der operativen Praxis mit Vertrauensbeziehungen und normativen Vorstellungen der Netzwerker*innen sind, die über das Leitmotiv der Nutzenmaximierung hinausgehen. Sie betonen auch, dass die Community eine Rolle in der Konnektivitätsökonomie spielt und dass Netzbetreiber Zusammenschaltungen nicht immer nur durch die Linse der Gewinnmaximierung betrachten (BITAG 2014: 10-11).²⁹ Manche sehen gar „schwarze Magie“ (Dhamdhere et al. 2010: 1) am Werk, weil sich Verhandlungsergebnisse so oft weder durch technische noch durch klassisch-wirtschaftliche Systematik erklären ließen.

28. Es ist möglich, dass die existierenden wirtschaftswissenschaftlichen Modelle die Konnektivitätsökonomie dennoch prägen. Michel Callon bezeichnet dieses Phänomen als „Performativität der Ökonomie“ (Callon 1998, 2006). Damit ist gemeint, dass solch wissenschaftliche Modelle Zukunftsszenarien anbieten, die in wirtschaftspolitische Agenden münden können, welche ihrerseits auf das Wirtschaften zurückwirken. Im Fall der Konnektivitätsökonomie untermauert die industrieökonomische Forschung Plädoyers für differenzierte Bepreisung und Produktdifferenzierung, indem sie diese Aktivitäten als wohlfahrtssteigernd einordnet (MacKenzie et al. 2008).

29. Woodcock und Adhikari weisen nach, dass Netzbetreiber für formale Peering-Vereinbarungen manche Jurisdiktionen statistisch häufiger als Rechtsstandorte nutzen als andere (2011: 2-5).

Ohne die Herstellung von Internet-Konnektivität gleich im Jenseits anzusiedeln, lässt sich zusammenfassend doch ein Plausibilitätskriterium formulieren, an dem sich zukünftige Beiträge zur Erklärung der Konnektivitätsökonomie messen lassen sollten: Es ist das Ausmaß, in dem sie existierende paradigmatische Unterschiede und Wissensilos im Sinne eines „interessierten Pluralismus“ (Dobusch und Kapeller 2013) zusammenbringen. Je schlüssiger technologische Weichenstellungen, ökonomische Aushandlungsprozesse, normative Vorstellungen und operative Praxis gemeinsam betrachtet werden, desto besser können die angebotenen Erklärungen sein.

Diese Arbeit leistet einen transdisziplinären Beitrag zur Konnektivitätsforschung. Sie basiert auf einem interpretativen Forschungsparadigma.³⁰ Das heißt, sie übersetzt keine allgemeinen Konzepte in Variablen oder prüft Hypothesen, sondern sie entwickelt eine empirisch fundierte Erklärung der Konnektivitätsökonomie mit Plausibilitätsanspruch. Folgende drei Fragen leiten diese Forschung:

1. Wie wirkt sich die Internet-Architektur darauf aus, wie sich Konnektivität herstellen lässt?

Diese Frage ist von den Science and Technology Studies (STS) inspiriert und wendet sich in einer offenen Suchbewegung vorwärts (Scharpf 1997: 24-26).³¹

30. Eine ausführlichere Einführung in die interpretative Methodologie findet sich auf S. 115 ff.

31. Die Internet-Architektur als Fixpunkt zu nehmen, ist dabei eine analytische Setzung, die

Ziel ist herauszufinden, welche „Affordanzen“ (Gibson 1986: 127-146; Nagy und Neff 2015) die Architektur den Netzbetreibern macht. Die STS haben in vielfacher Weise empirisch nachgewiesen, dass technische Standards und digitale Interfaces eine normative Kraft entfalten (Star 1999: 379; De Filippi 2013, 2018), die bis zur Beeinträchtigung von Menschenrechten reichen kann (DeNardis 2009). „Code is law“ hat Lessig (2006: 1-8) das zugespitzt genannt. Weniger beachtet wurde lange, dass technische Architekturen auch ökonomische Entscheidungen beinhalten. Van Schewick und Clark legen jedoch nahe, dass sich das Design technischer Protokolle auf die Gestalt ganzer Industrien auswirken kann (Van Schewick 2010; Clark 2016a: 12).

An die Überlegungen der STS schließt die vorliegende Arbeit an. Die Architektur des Internets versteht sie gleichzeitig als unhintergehbare Bedingung und als Möglichkeitsraum, in dem sich das Handeln der Netzbetreiber situiert. Das folgende Grundlagenkapitel führt deshalb in die Design-Prinzipien des Internets ein. Es skizziert, wie das Internet aufgebaut ist, wie Zusammenschaltungen zwischen Netzwerken funktionieren, welche Protokolle dabei zum Einsatz kommen, und welche Eigenschaften diese Protokolle (nicht) haben. Die Darstellung führt die Lesenden auf das Gebiet der Informatik. Der Argumentationsgang erfordert es, zielgerichtet in die Tiefe des technischen Aufbaus zu gehen, vermeidet aber unnötige Komplexität.

dem explorativen Forschungsinteresse an der gegenwärtigen Konnektivitätsökonomie geschuldet ist. Wie Clark (2016b), Braman (2016) und Mathew (2014) nachzeichnen, ist die Architektur des Internets selbst das Ergebnis komplexer historischer Aushandlungsprozesse.

Auf die Beschreibung der Internet-Architektur folgt ebenfalls im Grundlagenkapitel deren Auslegung. Analysiert wird im Sinne der STS, was diese technischen Weichenstellungen für Netzwerker*innen bedeuten und wie sie die Konnektivitätsökonomie rahmen. Eine wichtige Erkenntnis der Analyse des Internet-Designs sei hier bereits angeführt: Netzbetreiber müssen bei der Zusammenschaltung bestimmte Protokolle verwenden. Durch diese Protokolle setzen sie sich speziellen Unsicherheiten aus. Diese Unsicherheiten betreffen sowohl den Netzbetrieb selbst als auch – und darauf fokussiert diese Arbeit –, worauf Netzbetreiber ihre geschäftlichen Verhältnisse gründen können. Unsicher ist also das „Was“ der Konnektivitätsökonomie.

2. Wie überwinden Netzwerker*innen aus der Internet-Architektur erwachsende Unsicherheiten und bewältigen das Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb in der Praxis?

Die im ersten Teil identifizierten Unsicherheiten greift der zweite Teil der Forschungsarbeit auf und macht sie zum Ausgangspunkt der qualitativen Untersuchung. Er lenkt den Blick auf die Berufsgruppe der Netzwerkingenieur*innen und sogenannten Peering-Koordinator*innen (zusammen: Netzwerker*innen). Denn die Netzwerker*innen sind die zentralen Akteure der Konnektivitätsökonomie. Sie handeln Zusammenschaltungsarrangements miteinander aus und kümmern sich operativ um die Zusammenschaltungsbeziehung. Sie sind diejenigen, die die architekturbedingten Unsicherheiten praktisch bewältigen

müssen, und sie sind auch diejenigen, die das Miteinander (Kooperation) und Gegeneinander (Wettbewerb) in der Konnektivitätsökonomie im beruflichen Alltag ausbalancieren müssen. Die Frage kehrt also zum eingangs formulierten Rätsel zurück, auf welcher Basis Netzbetreiber miteinander wirtschaften und wie sie Koordination erreichen. Zur Beantwortung dieser Frage zieht diese Arbeit Konzepte der Konventionentheorie (Economie des conventions, kurz: EC) heran und entwickelt eine transdisziplinäre Perspektive auf die Konnektivitätsökonomie.

3. Wie lässt sich die Gemeinschaft der Netzwerker*innen im Hinblick auf die Konnektivitätsökonomie dimensionieren?

Der Netzbetrieb lässt sich nicht von dessen Protagonist*innen trennen – also den Netzwerker*innen. Existierende Forschung hat Netzwerker*innen bereits in unterschiedlicher Weise als Community charakterisiert. Deshalb nimmt die dritte Frage in den Blick, wie die mögliche Gemeinschaft beschaffen sein könnte, und vor allem, welche Rolle sie in der Konnektivitätsökonomie spielt. Sie thematisiert die Qualität des Zusammenhaltes zwischen Netzwerker*innen und untersucht, was das soziale Band zwischen ihnen ausmacht. Dabei ist insbesondere zu verstehen, inwiefern man sich diese Gemeinschaft als globale Form vorstellen kann. Hat sie eine Handlungskapazität? Und wenn ja, welche? Die Beschaffenheit der Gemeinschaft zu klären ist Voraussetzung, um ihre Rolle in der Konnektivitätsökonomie insgesamt zu verstehen.

Vor Beginn dieser Forschungsarbeit galt es jedoch noch, sich mit der Regulierungsfrage zu beschäftigen. Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern galten lange als unreguliert (Clark et al. 2016: 346; DeNardis 2010: 13). Die angenommene Regulierungsfreiheit gehört zu den Merkmalen, die gern erwähnt werden, um die Liberalität des Internets im Vergleich zu anderen Kommunikationsinfrastrukturen wie der traditionellen Telefonie hervorzuheben. Belastbare Erkenntnisse dafür, dass diese Annahme gegenwärtig gilt, gab es nach Kenntnis der Autorin bisher jedoch nicht. Wären aber Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern reguliert, dann würde das die Konnektivitätsökonomie beeinflussen. Die den Netzbetreibern in dieser Arbeit unterstellte Freiheit, miteinander Zusammenschaltungen nach eigenen Erwägungen einzugehen, könnte dann eingeschränkt sein. Eine Erklärung der Konnektivitätsökonomie müsste das berücksichtigen.

Flankierend zur eigentlichen Studie der Konnektivitätsökonomie wurde daher ein exploratives Online-Survey unter 163 Netzwerker*innen weltweit durchgeführt (Meier-Hahn 2016). Das Ziel war, einen ersten Einblick in die regulatorische Landschaft zu gewinnen, in der sich Netzwerker*innen bewegen, und Hinweise zu bekommen, inwieweit diese die Praktiken der Zusammenschaltung beeinflusst. Als Ergebnis ist zusammenfassend festzuhalten, dass die Konnektivitätsökonomie nicht das unregulierte Feld darstellt als das sie mitunter beschrieben wird. Es hat den Anschein, als würden Regulierer experimentieren. Immerhin hatte rund die Hälfte aller Umfrageteilnehmer*innen bereits mit Regulierung umzugehen. In einigen Jurisdiktionen kommt es sogar

zu weitreichenden Eingriffen. Dieses Ergebnis mahnt an, dass allgemeine Schlüsse über die Konnektivitätsökonomie nur vorsichtig zu ziehen sind und dass etwaige Erklärungsmodelle je konkret empirisch zu verankern sind, wenn sie für netzpolitische Beurteilungen herangezogen werden sollen. Richtig ist aber auch, dass existierende formale Regeln vielfach einzelne, oft operative Aspekte der Zusammenschaltungen beeinflussen, aber selten das gesamte geschäftliche Arrangement determinieren. Insbesondere mit Blick auf die hier interessierende Frage, wie frei Netzbetreiber in der bilateralen Zusammenschaltungsverhandlung selbst sind, lässt sich zurzeit kein allgemeiner Trend zu Regulierung wie Tarifierungsregimen feststellen, und auch Zusammenschaltungsverpflichtungen (Fachjargon: Mandatory Peering) und Offenlegungspflichten sind zurzeit die Ausnahme, nicht die Norm. Darauf basiert die Einschätzung, dass formale Regulierung zwar lokal besondere Situationen erzeugt und dass solch regulatorische Gefälle global auch Spannungen in der Konnektivitätsökonomie erzeugen, dass formale Regulierung aber derzeit keinen allgemein gestaltgebenden Rahmen für bilaterale Zusammenschaltungsarrangements zwischen Netzbetreibern und für die Konnektivitätsökonomie darstellt.

2 Grundlagen des Internets

Dieses Kapitel führt in die Grundprinzipien der Internet-Architektur ein. Architektur meint im Kontext dieser Arbeit die Design-Prinzipien, auf denen das Internet basiert. Design-Prinzipien geben vor, welche Komponenten in einem System welche Funktionalitäten erfüllen sollen, welche Interaktionsmöglichkeiten die Komponenten miteinander haben und wie sie voneinander abhängen (Van Schewick 2010: 38). Für Netzwerker*innen gehört das Design des Internets zu den unhintergehbaren Rahmenbedingungen ihres professionellen Handelns. Die Technologie selbst ist dabei „nie gut, nie schlecht; vor allem aber ist sie nie neutral.“ (Kranzberg 1986: 545). Mit anderen Worten: Die Architektur bestimmt das Handeln der Netzwerker*innen nicht, aber sie konditioniert es durch die Entscheidungen, die in das Design eingeflossen sind.

Die technische Architektur des Internets mag heute zwingend oder gar natürlich erscheinen. Tatsächlich aber ist sie das vorläufige Ergebnis konfligierender Interessen, konkurrierender Konzepte und Zufälle.³² Die Gestalt des Internets war nie alternativlos. Trotz grundsätzlich beobachtbarer Pfadabhängigkeiten (Bijker

32. Claffy und Clark (2016; Clark 2016b; Clark 2016a), Bunz (Bunz 2009) und Mathew (Mathew 2014) zeichnen Grabenkämpfe aus der Frühzeit des Internets nach. Dabei ging es um die Frage, ob das Internet als ein packet-switching network oder ein circuit network entwickelt werden sollte. Es ging auch darum, welche Organisation die Standards für das entstehende Internet beglaubigen sollte und wie deren Entwicklung organisiert werden sollte. Und es ging um die Frage, nach welchen Design-Prinzipien und welchem architektonischen Modell das Internet aufgebaut werden sollte.

2006; Dobusch und Schüßler 2013; Jackson et al. 2007; Sydow et al. 2009) gab und gibt es zu jedem Zeitpunkt und an jeder Entwicklungsstufe unterschiedliche Konzepte und Richtungsentscheidungen, die auch anders hätten gefällt werden können. Die Gestalt des Internets von heute mag deshalb selbstverständlich oder gar zwangsläufig erscheinen, aber sie ist kontingent (Clark 2016b).

Bei den folgenden Erklärungen sind zwei Einschränkungen mitzudenken:

1. Dargestellt wird ein Modell der Internet-Architektur. Modelle dienen dazu, die Wirklichkeit zu verstehen, aber sie abstrahieren zwangsläufig, und zwar auf einen Zweck hin. Dieser Zweck besteht hier zunächst darin darzustellen, wie das Internet funktional aufgebaut ist.³³ Es geht darum deutlich zu machen, wie die Architekt*innen des Internets bestimmte Design-Prinzipien in ein funktionales System übersetzt haben und welche Implikationen dieses technische Modell für Zusammenschaltungsarrangements zwischen Netzbetreibern hat. Dabei wird auch deutlich werden, was die Architektur des Internets nicht leistet, beziehungsweise zu welchen Aspekten das Design des Internets schweigt. Dies sind die Stellen, an denen die sozialen Beziehungen zwischen Netzwerker*innen besonders zum Tragen kommen.

33. Das ist wie mit Landkarten. Eine Autokarte hat einen anderen Maßstab als eine Wanderkarte. Und beide Karten enthalten unterschiedliche Informationsebenen – die eine Autostraßen, die andere Fußwege; die eine die Nummern von Autobahnabfahrten und Tankstellen, die andere Höhenlinien und Schutzhütten. Wer abstrahiert, entscheidet, was in einem bestimmten Kontext wichtig ist. Alternative Darstellungen sind immer möglich und können genauso richtig sein.

2. Zwischen dem Modell der Internet-Architektur und der operativen Praxis ist zu unterscheiden. Das gilt grundsätzlich, weil der Wert von Modellen gerade aus der Vereinfachung erwächst. Es gilt aber in erweiterter Weise für das Internet. Denn das Modell der Internet-Architektur ist zwar jedermann zugänglich. Aber die Umsetzung des Modells geschieht ohne Aufsicht. Es gibt in diesem System keine Ordnungsmacht, die übergreifend prüft oder gar sanktioniert, inwieweit sich Netzbetreiber an den Regeln des präsentierten Modells orientieren, wenn sie ihre Netze gestalten. Es handelt sich beim Internet um miteinander verbundene, aber global verteilte Systeme ohne zentrale Kontrolle. Wer sich an Standards und von Standardisierungsorganisationen publizierten sogenannten Best Practices orientiert, hat zwar eine besonders hohe Chance, dass sein System mit anderen interoperabel ist. Aber niemand hindert Netzbetreiber in der Praxis daran, auf eigenes Risiko abweichende technische Designs auszuprobieren oder sogenanntes Gaming the System zu betreiben und damit im Internet Erfolg zu haben (regulatorische Einschränkungen außen vor). Das Internet ist praktisch ein Abbild dessen, was Netzwerkingenieur*innen weltweit mit unterschiedlichen Zielen, Interessen oder Geschick und mit mehr oder weniger Erfolg probiert haben. Die tatsächliche Gestalt des Internets lässt sich deshalb nur schemenhaft überblicken.

2.1 Design-Prinzipien der Internet-Architektur

Die Architektur folgt keiner übergeordneten, in sich schlüssigen Theorie. Sie ist in einem positivistischen Sinne nicht wissenschaftlich. Sie lässt sich nicht verifizieren oder falsifizieren. Die Design-Prinzipien des Internets sind sowohl orientiert an wissenschaftlichen Erkenntnissen als auch an praktischen Erfahrungen derer, die sich in den Design-Prozess eingebracht haben (Ibid.; Claffy und Clark 2016; Braman 2016). Folgende Design-Prinzipien kennzeichnen heute das architektonische Modell des Internets:

- **Modularer Aufbau.** Das Internet ist so konzipiert, dass Protokolle in Modulen, genauer gesagt: in Schichten, zusammengefasst sind. Die Schichten erbringen bestimmte Dienste und bauen aufeinander auf. Ihre Dienste erbringt eine Schicht, indem sie erstens die Funktionen der in ihr zusammengefassten Protokolle ausführt und zweitens auf Dienste zugreift, die von der direkt darunterliegenden Schicht bereitgestellt werden. Welche Funktionen eine Schicht erfüllt, beschreibt das sogenannte Dienste-Modell einer Schicht (englischsprachiger Fachjargon: Service Model). Komponenten (oder Protokolle) in Module (oder Schichten) zusammenzufassen, zielt darauf ab, dass die Bestandteile eines Systems möglichst unabhängig voneinander sein sollen, aber dennoch miteinander funktionieren.³⁴

34. Vgl. Van Schewick (2010: 38-44) sowie Kurose und Ross (2013: 47).

- **Paketvermittelte Datenübertragung.** Daten werden im Internet in Form von Paketen übermittelt³⁵. Pakete unterschiedlicher Kommunikationsvorgänge nutzen dieselbe Übertragungsleitung und wechseln sich ab, ohne dass das üblicherweise explizit gesteuert wird. Damit unterscheidet sich das Internet von verbindungsorientierten Netz-Architekturen (wie früher der analogen Telefonie), bei denen jeder Kommunikationsvorgang eine exklusive Verbindung von einem Endpunkt des Netzes zum anderen beansprucht.³⁶
- **Das Best-Effort-Prinzip.** Von zentraler Bedeutung ist in der Internet-Architektur die Internet-Schicht mit dem Internet Protocol (IP). Sie erfüllt eine Funktion, die alle darüberliegenden Schichten brauchen, nämlich Pakete von einem Endpunkt zu einem anderen weiterzuleiten. Dies geschieht nach dem sogenannten Best-Effort-Prinzip. Dieses Prinzip besagt, dass die Internet-Schicht das übergebene Paket *so gut wie möglich* zum Ziel bringen wird, ohne jedoch für Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit oder Integrität der Übertragung zu garantieren.³⁷
- **Autonome Systeme.** Das Internet besteht aus vielen einzelnen Netzwerken, die unterschiedlichen Administrationen unterliegen. Das heißt, sie werden von unterschiedlichen Netzbetreibern unterhalten. Im Fachjargon heißen

35. Deren Header hat überall dasselbe Format.

36. Heutige Telefonnetze sind anders aufgebaut. Es bekommt nicht mehr jedes Gespräch eine exklusive Leitung, sondern es werden viele virtuelle Leitungen per Multiplexing über eine physikalische Leitung geschaltet.

37. Für eine Erörterung des Best-Effort-Prinzips siehe Van Schewick 2010: 85.

diese Netzwerke Autonome Systeme oder kurz: AS (siehe S. 70).³⁸

- **Wege-Informationssystem:** Die Autonomen Systeme tauschen miteinander Informationen über verfügbare Wege zu den Endpunkten des Netzes aus. Unterschiedliche Protokolle sind denkbar, aber in der Praxis hat sich dafür einheitlich das Border Gateway Protokoll (BGP) durchgesetzt.

Zwei weitere Design-Prinzipien grenzen Clark zufolge (2016b: 16) an Internet-Architektur, obwohl beide keine zwingende Voraussetzung für dessen Funktionieren darstellen.

- **Ein globaler IP-Adressraum** galt lange als Voraussetzung für das Internet. Diese Annahme wurde jedoch durch die Existenz von Network Address Translators (NATs) widerlegt.
- **Domain Name System (DNS).** Das DNS übersetzt numerische IP-Adressen in Domain-Namen und umgekehrt. In den Status eines Design-Prinzips rückt das DNS Clark zufolge, weil nahezu alle Anwendungen des Internets so aufgebaut sind, dass sie dessen Existenz voraussetzen.

Im Folgenden seien die Grundzüge der Internet-Architektur, der für Verbindungsarrangements zentralen Protokolle IP und BGP sowie der Funktionsweise des Routings zwischen Autonomen Systemen dargestellt. Ein Grundverständnis dieser Prinzipien ist erforderlich, um zu begreifen, welche Vorgaben die technologischen Artefakte den Netzbetreibern für die Ausgestaltung von Zusammenschaltungsarrangements machen.

38. In dieser Arbeit werden die Begriffe Autonomes System und Netzwerk synonym verwendet, soweit nicht anders kenntlich gemacht.

2.1.1 Protokolle üben ihre Funktionen auf Schichten aus

Eines der Design-Prinzipien des Internets ist, dass Funktionen konzeptionell Schichten zugeordnet werden (Fachjargon: Layering). Die Funktionen werden von Protokollen ausgeübt, und jedes Protokoll ist auf einer Schicht angesiedelt. Schichten sind ein Ausdruck des modularen Aufbaus des Internets. Die Schichten bauen aufeinander auf, das heißt: Die Protokolle auf höheren Ebenen greifen auf die Dienste zu, die Protokolle auf niedrigeren Ebenen erbringen. Wegen dieser hierarchischen Anordnung spricht man auch vom Protokollstapel (Internet Protocol Stack).

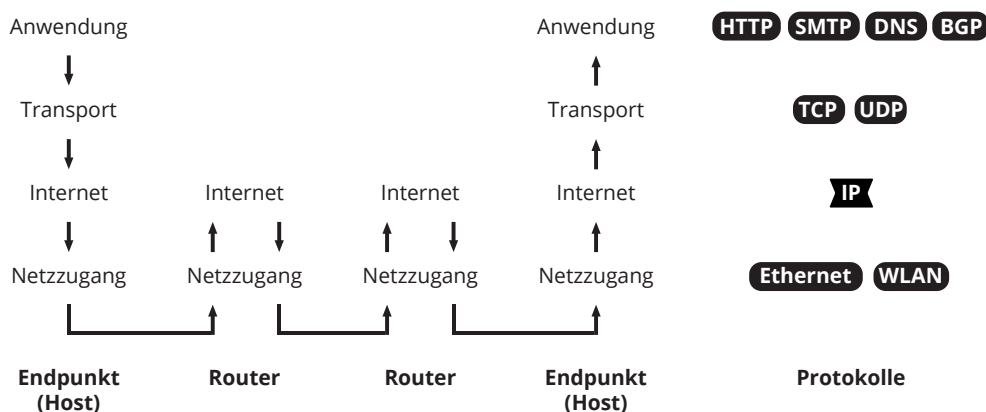


Abb. 3. Datenübermittlung von Ende zu Ende durch den Internet-Protokollstapel (ohne administrative Grenzen). Quelle: Eigene Darstellung.

Oben stehende Abbildung zeigt den Internet-Protokollstapel mit seinen Schichten und die Abfolge von Funktionen. Der Internet-Protokollstapel besteht von oben nach unten aus der Anwendungs-, der Transport-, der

Internet- und der Netzzugangs-Schicht.³⁹ Unterhalb der Netzzugangs-Schicht befinden sich die physikalischen Verbindungen. Jede Schicht nutzt zur Erfüllung ihrer Aufgaben prinzipiell die jeweils niedrigere Schicht. Die rechte Spalte listet die Akronyme einiger bekannter Protokolle auf, die auf diesen Schichten angesiedelt sind.

Liest man die Abbildung von links nach rechts, zeigt sie an, wie Daten im Internet von einem Endpunkt (genannt End Host) über Zwischenstationen (Router) zum anderen geleitet und dabei transformiert werden. Die Abbildung zeigt nur die Abfolge von Funktionen. Autonome Systeme und administrative Grenzen zwischen Netzbetreibern sind in dieser Abbildung nicht eingezeichnet. Im absendenden Endpunkt (in Abb. links) üben die Protokolle von oben nach unten ihre Funktion aus. Man kann sich den Aufbau wie ein System russischer Matroschka-Puppen vorstellen: Jedes Protokoll fügt dem Resultat (den sogenannten Nutzdaten oder der Payload des Pakets) eine weitere Verpackung zu (den sogenannten Header des Pakets), beschriftet diese mit Metadaten und reicht es an das Protokoll der darunterliegenden Schicht weiter. Über Zwischenstationen im Kern des Internets (Router) werden diese mehrfach verschachtelten Pakete bis zum Endpunkt gebracht (in Abb. horizontal von links nach rechts).

39. Zur Darstellung der Schichten-Architektur des Internets sind unterschiedliche Modelle gebräuchlich. Hier verwende ich den sogenannten Internet-Protokollstapel. Häufig wird auch das OSI-Modell (Open System Interconnection) verwendet, das von der International Organization of Standardisation (ISO) unter der Kennung ISO/IEC 7498-1 normiert ist. Es besteht aus sieben Ebenen. Vergleich siehe hier: <https://de.wikipedia.org/wiki/Internetprotokollfamilie>

Jeder Router auf dem Weg entpackt jedes Paket bis zur Internet-Schicht, bestimmt dessen nächsten Wegpunkt, verpackt es wieder, beschriftet es für die darunterliegende Netzzugangsschicht mit Header-Informationen wie der Adresse des nächsten Wegpunktes und leitet es weiter (zur Wegewahl siehe S. 72 ff.). Die Router im Kern des Internets müssen die Pakete nur bis zur Internet-Schicht entpacken, weil diese die Weiterleitungsfunktion ausführt. Für die Weiterleitungsfunktion ist es unerheblich, von welcher Anwendung das Paket stammt oder was dessen Inhalt ist. Am Ziel- und Endpunkt durchlaufen die Pakete den Protokollstapel von unten bis nach ganz oben. Sie werden bis zur Anwendungs-Schicht entpackt und spätestens dort wieder zusammengesetzt.

Was also Endnutzer etwa über einen Bildschirm als Inhalte wahrnehmen können, wird in Bytes übersetzt, verändert auf dem Weg durch den Kern des Netzes durch eine Abfolge von Protokoll-Aktivitäten mehrfach die Form, wird transportiert und wieder zusammengesetzt.

2.1.2 Der Internet-Protokollstapel hat die Form einer Sanduhr, das Internet Protocol bildet die Taille

Charakteristisch für die Internet-Architektur ist die Sanduhr-Form des Protokollstapels mit dem Internet Protocol (IP) als Taille: Auf der Anwendungs- und auf der Transport-Schicht sowie auf der Netzzugangsschicht gibt es eine Vielfalt von Protokollen. Insbesondere auf der Anwendungs-Schicht kommen

durchaus neue Protokolle hinzu.⁴⁰ In der Internet-Schicht aber verengt sich der Protokoll-Stapel auf ein einziges Protokoll: das Internet Protocol. Dieses Charakteristikum der Internet-Architektur hat eine wichtige Konsequenz: Jede Kommunikation zwischen Computern im Internet nimmt einmal die Form des Internet Protocol an und unterliegt somit den Bedingungen und Möglichkeiten dieses Standards.

Für Verbindungsarrangements zwischen Netzbetreibern sind zwei Protokolle von herausragender Bedeutung: BGP und IP. Um diese Protokolle wird es in den folgenden Abschnitten und auch im späteren Verlauf dieser Arbeit immer wieder gehen. Da BGP und IP ihre Funktionen jedoch im Kontext des Protokollstapels ausüben, sei dieser zunächst grob dargestellt.

Oben auf der **Anwendungsschicht** befinden sich die Netzwerk-Anwendungen mit ihren Protokollen. Das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) etwa dient dem Aufruf und Transport von Webseiten. Internetnutzer kennen es aus ihrem Web-Browser. Das Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) dient dem Transfer von E-Mails, und das Domain Name System Protocol (DNS) übersetzt die Namen von Internetseiten (Domains) in numerische Netzwerk-Adressen (zum Beispiel die Domain ietf.org in 4.31.198.44). Auf der Anwendungsebene ist auch das für Netzbetreiber wichtige BGP anzusiedeln. BGP dient der Kommunikation zwischen Netzbetreibern. Mit BGP teilen sie einander mit, welche Routen

40. Jeder ist frei, eigene Protokolle einzuführen. Um ein Anwendungsprotokoll zur Kommunikation mit anderen zu benutzen, muss die Gegenstelle allerdings auch über das Protokoll verfügen.

zu Endpunkten (End Hosts) im Internet sie wie füreinander erreichen können (mehr zu BGP siehe S. 72).

Die Protokolle der **Transportschicht** bringen die Nachrichten, die ihnen die Anwendungsschicht in einem Endpunkt gibt, zur Anwendungsebene im anderen Endpunkt. Die prominenten Protokolle dieser Schicht sind TCP (das Transmission Control Protocol) und UDP (das User Datagram Protocol). TCP stellt eine virtuelle Verbindung zwischen zwei Endpunkten her. Es ist daher ein verbindungsorientiertes Protokoll. Es teilt die Nachrichten, die es von den Anwendungen bekommt, in Segmente und sorgt unter anderem dafür, dass die Bytes des absendenden Endpunkts in derselben Reihenfolge beim empfangenden Endpunkt ankommen. TCP sorgt auch für Flusskontrolle und übernimmt die Überlastkontrolle beim Transport. Wird ein IP-Paket auf darunterliegenden Schichten verworfen (siehe S. 64), überträgt TCP die entsprechenden Abschnitte der Daten noch einmal (Fachjargon: Retransmit). Das oder die Ersatzpakete können auf einem anderen Pfad übertragen werden. (UDP dagegen ist nicht verbindungsorientiert und bietet keine Eigenschaften wie Flusskontrolle oder andere Verlässlichkeiten.)

Die im Kontext dieser Arbeit besonders interessante **Internetschicht** hat die Funktion, die Pakete von der IP-Adresse an einem Endpunkt zur IP-Adresse eines anderen Endpunktes zu bewegen. Sie bekommt die Segmente von der Transport-Schicht mitsamt der IP-Adresse des Zielpunktes und kümmert sich um die Zustellung der (auf dieser Ebene Datagramme genannten) Pakete. Das dafür zuständige Protokoll ist das Internet Protocol. Es muss auf jedem an das

Internet angeschlossenen Gerät vorhanden sein. Manche bezeichnen es deshalb als Klebstoff des Internets.

Wichtig mit Blick auf Zusammenschaltungsarrangements ist, dass die Zusammenschaltung von Autonomen Systemen (AS) standardmäßig auf der Ebene des Internet Protocol stattfindet. AS nennt man die Netze, die gemeinsam das Internet bilden.⁴¹

Die unter der Internetschicht liegende **Netzzugangsschicht** hat die Kernaufgabe, Pakete zwischen Rechnern zu übertragen, die an dasselbe Netzsegment angeschlossen sind. Das heißt, sie sorgt für den physikalischen Transport von Daten zwischen zwei miteinander verbundenen Wegpunkten, gleich ob diese Endpunkte darstellen oder Zwischenstationen, zum Beispiel zwischen zwei Rechnern an demselben Ethernet-LAN oder zwischen zwei Rechnern an den Endpunkten einer DSL-Strecke oder zwei Rechnern im selben WLAN. Die Übertragung erfolgt in aller Regel unzuverlässig (Best Effort). Bei Netzbetreibern hat sich Ethernet als Standard für die Netzzugangsschicht durchgesetzt.

2.1.3 Das zentrale Internet Protocol garantiert nichts

Netzbetreiber schalten ihre Autonomen Systeme auf der Schicht des Internet Protocol zusammen. Es ist der Standard für den Austausch von Daten zwischen

41. Es gibt Verbindungsarrangements zwischen Netzbetreibern, die auf tiefer liegenden Schichten realisiert werden. Dann allerdings handelt es sich streng genommen nicht mehr um Routing zwischen Autonomen Systemen, sondern um Ethernet-Verbindungen.

Netzbetreibern. Datenflüsse im Kern des Internets bestehen aus sogenannten IP-Paketen. Was auch immer im Inneren eines Autonomen Systems mit den IP-Paketen passiert, ob sie sogenannte Middle Boxes durchlaufen, die sie entpacken, analysieren und unterschiedlich behandeln: Bei der Zusammenschaltung geschieht wieder alles unter den Voraussetzungen des Internet Protocol. Die Zentralität des Internet Protocol ist kein unwichtiges Detail, sondern hat weitreichende Konsequenzen. Denn weil IP sowohl vorgibt, wie die Datenübertragung abläuft, als auch in welcher Form, prägen sich die Eigenschaften dieses einen Protokolls in die Beziehungen zwischen Netzbetreibern mit gravierenden Folgen ein (siehe S. 70).

Zu den wichtigsten Eigenschaften des Internet Protocol gehört, dass es sich um ein Paket vermittelndes, sogenanntes verbindungsloses Protokoll handelt. Im ersten offiziellen Standard für das Internet Protocol von 1981 heißt es dazu:

“There are no mechanisms to augment end-to-end data reliability, flow control, sequencing, or other services commonly found in host-to-host protocols.” (Postel 1981)

Anders als das oben genannte TCP hat das Internet Protocol kein Konzept von einer Verbindung über mehrere Zwischenstationen hinweg. In der Fachsprache sagt man, es hat keinen „Zustand“, keine Pakete übergreifende Erinnerung. IP erkennt und notiert keinen Zusammenhang zwischen den Paketen. Es registriert also beispielsweise nicht, zu welchem Kommunikationsvorgang die Pakete gehören. Vielmehr ist das Protokoll nur darauf ausgelegt, je ein IP-Paket

genau einen Schritt weiter auf dem Weg zum Ziel zu bringen.⁴² Jedes IP-Paket wird einzeln über die zwischen den Endpunkten liegenden Router und die sie verbindenden Netze weitergeleitet.

Angesichts dessen, wie robust das Internet von außen erscheint, mag es überraschen, dass die grundlegenden Mechanismen des Internet Protocol bei diesem Weiterleitungsvorgang nichts garantieren. Insbesondere garantieren sie nicht,

- dass ein IP-Paket am Ziel ankommt,
- dass es bei seiner Ankunft heil und nicht fragmentiert ist,
- dass es innerhalb einer bestimmten Zeit ankommt,
- dass es in einer bestimmten Reihenfolge mit anderen IP-Paketen ankommt oder
- dass ein IP-Paket einen bestimmten Weg durch das Internet nimmt.

Diese Eigenschaften des Internet Protocol führen konkret zum Beispiel dazu, dass Router IP-Pakete bei Überlastung verwerfen können. Das Internet Protocol garantiert auch nicht, dass Pakete unterwegs nicht dupliziert werden. Und wenn ein IP-Paket beim Empfänger ankommt, gibt es weder eine Garantie dafür, dass der Inhalt des Pakets derselbe ist wie beim Versand, noch dass das IP-Paket tatsächlich von dem Absender kommt, den es ausweist (Hall et al. 2011: 44).⁴³

42. Weiterführend siehe dazu die Diskussion zum Per-Hop Behaviour und dessen Anreicherung bei Clark (2016b: 69 ff.)

43. Die Architektur des Internets erzwingt die Prüfung der Quell-Adresse nicht. Im Jahr 2000 ist die Prüfung jedoch als Best Practice in BCP38 dokumentiert worden. Deren Einhaltung durch soziale Mechanismen wie "Shaming" ist anscheinend jedoch nur schwach gewährleistet (Clark 2016b: 188).

Dass IP keine Garantien gibt, ist kein Versehen, sondern eine Design-Entscheidung. Es hat viele Vorteile, die hier zu diskutieren den Rahmen sprengen würde.⁴⁴ Die Kehrseite aber ist, dass das Internet Protocol grundlegende Unsicherheiten im Kern des Internets platziert. Denn das Internet Protocol ist für Nutzungsweisen offen, die nicht den ursprünglich angedachten entsprechen. Es stellt zum Beispiel der Überwachung von Internetverkehr nichts entgegen. Wenn jemand die Kapazitäten hat, IP-Datenverkehr im laufenden Betrieb umzuleiten oder zu duplizieren, nimmt das Protokoll davon keine Notiz.

Die Eigenschaften und Beschränkungen des Internet Protocol, konkret: der Mangel an Garantien und die Anfälligkeit für Manipulation, übertragen sich auf die Netzbetreiber. So kann ein einzelner Netzbetreiber seinen Kunden auf Basis des Internet Protocol grundsätzlich nicht garantieren, dass deren IP-Verkehr von einem Endpunkt des Internets zu einem anderen zuverlässig übertragen wird (Quality of Service), dass unverschlüsselte Pakete von anderen Netzbetreibern nicht ausgelesen werden, dass die Nutzlast (Payload) der Pakete unterwegs nicht manipuliert wird oder dass der Absender nicht gefälscht ist (Spoofing).

Exkurs: IP-Adressen als zentral verwaltete Internet-Ressourcen

Zum Internet Protocol gehört auch ein Adressierungsschema. Dieses Schema wird von anderen Protokollen aufgegriffen, unter anderem vom Border

44. Ein Vorteil: Dass jedes Paket einzeln geroutet wird, impliziert nämlich, dass von überlasteten Routern verworfene Pakete erneut auf den Weg gebracht werden können. Den gesamten Transmissionsvorgang zu schützen, wird daher weniger wichtig.

Gateway Protocol, mit dem Netzbetreiber einander Routeninformationen mitteilen (S. 72). Jeder Knotenpunkt, der im Internet erreichbar sein soll, braucht eine eindeutige Kennung. Man nennt diese Kennungen IP-Adressen. IP-Adressen haben einen einheitlichen Aufbau, und jede IP-Adresse ist global einzigartig.⁴⁵

Welcher Knotenpunkt in einem Netzwerk zu welchem Zeitpunkt welche IP-Adresse erhält, entscheiden die Netzbetreiber. Allerdings sind die Netzbetreiber dabei nicht ganz frei. Sie sollen nur solche Adressen verwenden, die ihnen vorher zugewiesen wurden. "Sollen" deutet bereits an, dass es sich um eine administrative Regel handelt, nicht um eine Regel, die die Architektur erzwingt. Mit der Aufgabe, die IP-Adressvergabe zu verwalten, hat das US-amerikanische Wirtschaftsministerium die Multi-Stakeholder-Organisation ICANN betraut. Diese lässt die Aufgabe ihrerseits operativ von den sogenannten Regional Internet Registries (RIRs) ausführen. Weltweit gibt es fünf solcher Organisationen. Jede deckt eine geografische Region ab: ARIN den Nordamerikanischen Raum, LACNIC Latein-Amerika, AFRINIC Afrika, RIPE NCC den eurasischen und den arabischen Raum und APNIC die Asien-Pazifik-Region.⁴⁶ Die

45. Nur global einzigartige Adressen können miteinander kommunizieren. Beim Verfahren der Network Address Translation (NAT) müssen die nicht einzigartigen, privaten IP-Adressen vorher über eine Zwischenstelle zu einer globalen IP-Adresse abgeändert werden. Dabei können mehrere private Adressen zu einer öffentlichen Adresse zusammengefasst werden. Dies muss spätestens passieren, bevor das IP-Paket das Netz des ersten Netzbetreibers verlässt.

46. Die Abkürzungen mit Gründungsjahren in Klammern: Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (1992), Asia Pacific Network Information Centre (1993), American Registry for Internet Numbers (1997), African Network Information Center (2005) und Latin

RIRs teilen den Netzbetreibern die IP-Adressen in Blöcken zu, sogenannte IP-Adressbereiche. Somit gehören IP-Adressen zu den wenigen Internet-Ressourcen, die – wenngleich durch die RIRs vermittelt – letztlich weltweit zentral verwaltet werden.⁴⁷

Es gibt zwei Versionen des Internet Protocol. In der IPv4 genannten Version von 1981 sah das Adressierungsschema 4 Milliarden IP-Adressen vor.⁴⁸ Das entsprach zur Zeit der Einführung knapp der Anzahl der Weltbevölkerung. Das Internet wuchs jedoch so schnell, dass bald deutlich wurde, dass zukünftig mehr Adressen erforderlich sein würden. Nach rund drei Jahren Entwicklung standardisierte die Internet Engineering Task Force (IETF) daher bereits 1998 eine neue Version des Internet Protocol: IPv6. Die beiden Versionen sind nicht miteinander kompatibel und unterscheiden sich unter anderem in der Anzahl der Internet-Adressen, die sie bereitstellen können. Das Adressierungsschema von IPv6 erlaubt 2^{128} mögliche Adressen – eine Menge, die so groß ist, dass sie sich griffigen Vergleichen entzieht. Die vollständige Umstellung von IPv4 auf IPv6 ist bis heute nicht gelungen. Beide Versionen von IP sind heute in Gebrauch.

America and Caribbean Network Information Centre (1999).

47. Weitere zentral verwaltete Internet-Ressourcen sind zum Beispiel AS-Nummern, sogenannte well known Ports, Protokollnummern, MAC-Adressen oder Optionsheadernummern für IP und TCP.

48. Eine IPv4-Adresse ist eine 32-Bit-Zahl, was 2^{32} Adressen erlaubt. Bei IPv6 sind die Adressen 128-Bit-Zahlen, was 2^{128} Adressen erlaubt.

2.1.4 Autonome Systeme sind die Netzwerke, aus denen das Internet besteht

Das Internet ist ein Netzwerk aus Netzwerken. Diese Netzwerke heißen im Fachjargon Autonome Systeme, meist abgekürzt durch das Akronym AS. Im Dezember 2018 bestand das Internet aus mehr als 60000 miteinander zusammengeschalteten AS (Huston 2018).⁴⁹ In den allermeisten Fällen repräsentiert ein AS im Internet einen Netzbetreiber, also ein Unternehmen oder eine Organisation.⁵⁰

Autonom sind diese Systeme insofern, als dass jeder Netzbetreiber die volle administrative Verfügungsgewalt über das eigene Netz hat. Jeder Betreiber kann sein oder ihr Netzwerk nach eigener Façon gestalten und betreiben. Die Internet-Architektur enthält dafür keine Vorgaben. Die Autonomie in “Autonomous System” beinhaltet auch, dass ein Netzbetreiber sein Netz abschalten oder vom Internet trennen kann, ohne damit die Funktionsweise des Internets prinzipiell zu beeinträchtigen.⁵¹ Das Internet als Ganzes hat keine Schaltzentrale, sondern besteht aus verteilten, zusammengeschalteten Autonomen Systemen.

49. Diese Zahl ist der Advertised AS Count. Sie beinhaltet nur all diejenigen Autonomen Systeme, die ihre Präsenz im Routing System signalisieren.

50. In Ausnahmefällen wie bei der Zusammenlegung oder Aufspaltung von Unternehmen kann ein Netzbetreiber auch mehrere Autonome Systeme haben, oder mehrere Autonome Systeme können von einem Netzbetreiber verwaltet werden.

51. Netzausfälle mögen Endnutzer*innen beeinträchtigen, aber sie stören nicht das ganze Internet. Die Routing-Mechanismen des Internets berechnen alternative Wege zum Ziel, sobald Störungen auftreten (wenn etwa ein Router ausfällt oder eine Verbindung überlastet ist).

Soll ein Netzwerk allerdings Teil des Internets werden, muss es an den Zusammenschaltungspunkten mit allen anderen Autonomen Systemen zusammenpassen. Es muss interoperabel sein. Bei der Zusammenschaltung müssen alle Autonomen Systeme des Internets dieselben Internet-Standards verwenden, und sie brauchen zwei Ressourcen: eine gewisse Menge der oben erwähnten IP-Adressen – um ihre Endpunkte adressierbar zu machen – und eine AS-Nummer – um sich selbst adressierbar zu machen.⁵² Beides erhalten Netzbetreiber auf Antrag von der für ihr Gebiet zuständigen Regional Internet Registry oder – so inzwischen der Fall bei den knappen IPv4-Adressen – gegen Geld von anderen Netzbetreibern.⁵³

IP-Adressen dienen als Kennungen für Knotenpunkte innerhalb des Autonomen Systems. Ein Netzbetreiber teilt die ihm zugeordneten IP-Adressen den Computern in seinem Netz frei zu – seien es Router oder Endpunkte. Nur mit IP-Adresse können Computer zu Empfängern oder Sendern von Datenverkehr im Internet – oder kurz: internetfähig – werden. Mit der AS-Nummer identifiziert

52. RFC 1930 aus dem Jahr 1996 definiert ein Autonomes System als eine miteinander verbundene Gruppen von Routern, die üblicherweise von einem Netzbetreiber betrieben werden. Sie bilden eine administrative Einheit. Jedes Autonome System hat eine eindeutige Nummer (die AS-Nummer) sowie eine bestimmte Gruppe von IP-Adressen (Group of Prefixes) zur Verfügung.

53. In der Vergangenheit wurden IPv4-Adressblöcke nach Bedarf verteilt, inzwischen ist es eine Mangelwirtschaft. Je nach Region gibt es nur noch einen begrenzten, rationierten Pool an Adressen (bei RIPE NCC) oder gar keine Adressen mehr (bei ARIN in Nordamerika). So ist ein Handel mit den knappen IPv4-Adressen entstanden. Zu den Hemmnissen der Umstellung auf IPv6 siehe S. 87; für eine ausführliche Analyse des Marktes für IPv4-Adressen siehe Mueller et al. (2013).

ein Netzbetreiber sein Netz bei der Zusammenschaltung gegenüber anderen Autonomen Systemen. Wie IP-Adressen sind auch AS-Nummern global eindeutig.

Wollen Netzbetreiber ihre Autonomen Systeme miteinander zusammenschalten, werden beide Informationen wichtig: Jedes Autonome System sendet an seine Zusammenschaltungspartner standardmäßig seine AS-Nummer und zu welchen Blöcken von IP-Adressen es Datenverkehr zustellen kann. Um diese Erreichbarkeitsinformationen mit den benachbarten Autonomen Systemen austauschen zu können, verwenden Autonome Systeme weltweit einen weiteren gemeinsamen Standard, nämlich das Border Gateway Protocol. Der Standard zur tatsächlichen Übermittlung von Daten ist also das Internet Protocol; der Standard zum Kommunizieren über die Wege für die IP-Pakete ist das Border Gateway Protocol.

2.1.5 Das Border Gateway Protocol dient als Wegeinformations- und -wahlsystem

Ging es bisher darum, wie die Übertragung von Daten in Form von IP-Paketen zwischen Autonomen Systemen abläuft, thematisiert dieser Abschnitt das *Wege-Informations-* und *Wege-Wahl-*System des Internets (im Fachjargon auch Control Plane). Um ein IP-Paket zwischen Autonomen Systemen übertragen zu können, brauchen die Netzbetreiber Informationen darüber, wie sich die Ziel-IP-Adresse des Pakets erreichen lässt. Dafür gibt es im Internet keine zentrale oder übergreifende Auskunftsstelle. Es gibt keine Instanz die Routen-Informationen für

Netzbetreiber vorhält, koordiniert oder gar kontrolliert. Es gibt auch keine offizielle, logische Landkarte des Internets, nach der sich alle richten könnten. Vielmehr teilen Netzbetreiber einander diese Informationen direkt gegenseitig mit, und zwar mit dem Border Gateway Protocol (BGP). Es dient zur Übermittlung von Navigationsdaten, möglichen Wegen zu einem bestimmten Ziel (IP-Adressblock). BGP kommt als Protokoll der Anwendungsschicht⁵⁴ auf allen Border Routern eines jeden Autonomen Systems zum Einsatz. Dort „spricht“ es mit benachbarten Border Routern anderer AS die Variante eBGP, um die Außenbeziehungen eines Netzwerkes zu regeln.⁵⁵

Via BGP erhält jedes AS Routen-Informationen von den Nachbar-AS, mit denen es zusammenschaltet ist. Ebenfalls via BGP gibt es eigene Informationen seinerseits auch nur an diese AS weiter. Den Mechanismus kann man sich vorstellen wie bei dem Spiel „Stille Post“ – nur etwas komplizierter, weil die Informationen in beide Richtungen und im Netzwerk ausgetauscht werden, nicht sequenziell. Anders als bei „Stille Post“ bleiben die Routen-Informationen unterwegs auch dieselben.

54. Manche bezeichnen es sogar als eigene Anwendung. BGP nutzt das Transmission Control Protocol (TCP), um Verbindungen zu benachbarten Routern aufzubauen.

55. Oft wird BGP auch auf den Routern in einem AS eingesetzt, die keine Border Router sind. Hier wird dann die Variante iBGP gesprochen, um die von den Border Router zusammengetragenen Informationen innerhalb des AS zu verbreiten und für das Routing in Richtung zum jeweils „richtigen“ Border Router zu realisieren. Das Gegenstück dazu sind Interior Gateway Protocols, die nur innerhalb eines Autonomen Systems zum Einsatz kommen.

Auf Basis der empfangenen Routen-Informationen sowie Informationen aus einigen weiteren Quellen berechnet jeder Border Router eine eigene Weiterleitungstabelle (Fachjargon: Forwarding Table). Kommt ein IP-Paket beim Router an, sucht er in dieser Tabelle, welche Route er zur Zieladresse kennt, und leitet das Paket an den nächsten Knotenpunkt – also das nächste Autonome System – auf diesem Weg weiter. Unter Rückgriff auf diese Weiterleitungstabellen regeln die Border Router also die Außenbeziehungen eines Netzwerks, indem sie entscheiden, wohin ein IP-Paket weitergeleitet wird.^{56, 57} Die tatsächliche Weiterleitung der IP-Pakete übernimmt das Internet Protocol.

BGP als Management- und Kommunikationswerkzeug

Für Netzwerker*innen ist das Border Gateway Protocol Managementwerkzeug und Kommunikationsmittel in einem. Mit BGP gestalten sie die Verbindungsarrangements mit anderen Autonomen Systemen praktisch aus. Sie steuern

56. Für jede Verbindung zu einem anderen Knotenpunkt haben Router eine eigene Schnittstelle (Fachbegriff: Interface) zur Netzwerk-Schicht. Jede dieser Schnittstellen hat eine eigene IP-Adresse (Kurose und Ross 2013: 338). Ein Router kann nach außen also mehrere IP-Adressen repräsentieren.

57. Die Information, wie sich ein Endpunkt im Internet erreichen lässt, beinhaltet eine Liste aller Autonomen Systeme auf dem Weg, die diese Information übermitteln. In RFC 4271, der das Border Gateway Protocol in der Version 4 spezifiziert, heißt es dazu *“The primary function of a BGP speaking system is to exchange network reachability information with other BGP systems. This network reachability information includes information on the list of Autonomous Systems (ASes) that reachability information traverses. This information is sufficient for constructing a graph of AS connectivity for this reachability from which routing loops may be pruned, and, at the AS level, some policy decisions may be enforced.”* (Rekther et al. 2006)

ausgehenden Datenverkehr zu benachbarten Autonomen Systemen (leiten ihn weiter), aber sie teilen ihren Nachbarnetzen mittels BGP auch verfügbare Routen mit. Indem BGP den ausgehenden Datenverkehr steuert, erfüllt es im globalen Routing-System eine Gestaltungsfunktion. Indem es benachbarten Routern Informationen über verfügbare Wege mitteilt, eine Signalisierungsfunktion.

Beide Funktionen haben kommunikative Qualitäten für Netzwerkingenieure. Bei der Signalisierungsfunktion ist es offensichtlich. Aber auch die Weiterleitungsentscheidung selbst bedeutet Kommunikation. Indem ein Autonomes System einem anderen Datenverkehr schickt und die Verbindung beansprucht, teilt es dem Gegenüber mit, dass es Bedarf hat, bestimmte Ziele zu erreichen.⁵⁸ Es richtet ein Signal an das benachbarte AS. Das Senden von Datenverkehr wirkt sich beim Empfänger unmittelbar als kommunikativer Akt aus. Manche bezeichnen BGP auch deshalb als die "Sprache der Router" und Router als "BGP-Sprecher". Im linguistischen Sinne mag Sprache ein etwas zu großer Begriff sein, aber BGP gibt eine Syntax vor. Es regelt, wie die Kommunikation aufgebaut zu sein hat.

Aus den Erreichbarkeitsinformationen, die Autonome Systeme mittels BGP erhalten, gewinnen die Netzwerker*innen Einsicht in den Zustand der Konnek-

58. In dieser Hinsicht funktioniert BGP wie in der Linguistik ein Sprechakt. Das sind Konstruktionen, in denen Sprechen gleich Handeln ist, zum Beispiel "ich traue euch", "ich bedanke mich" oder "ich lade dich ein".

tivität ihres Autonomen Systems zu anderen Autonomen Systemen.⁵⁹ Indem BGP Veränderungen der Erreichbarkeitslage eines Netzes unmittelbar übermittelt, schafft es die Grundlage für ein globales, situatives Aufmerksamkeitsregime. Clark spricht von „situational awareness“ (Clark 2016b: 228). Die Funktionsweise von BGP verleiht dem Routing-System des Internets eine sensorische Dimension, die Netzwerker*innen als dessen Bediener*innen fortwährend umgibt. Diese Sensorik macht Internet-Konnektivität zum Objekt einer „distributed cognition“ (Hutchins 1995), indem es den Blick aller Netzwerker*innen fortwährend auf das Internet als Ganzes richtet.

2.2 Was die Architektur des Internets für Netzbetreiber bedeutet

Die Architektur des Internets rahmt das Verhalten der Netzwerker*innen. Sie konturiert einen Möglichkeitsraum. Dieser Abschnitt beschreibt, was es für Netzbetreiber bedeutet, unter den Bedingungen der Internet-Architektur Konnektivität herzustellen. Er adressiert Forschungsfrage Nummer eins:

1. Wie wirkt sich die Internet-Architektur darauf aus, wie sich Konnektivität herstellen lässt?

59. Mehr dazu im Kapitel „Die Informationslage: Jeder Netzbetreiber sieht einen eigenen Ausschnitt des Internets“ ab S. 101.

Praktikern wird auffallen, dass sich einige der nachstehend skizzierten Problematiken in der Praxis weniger dramatisch darstellen als es hier den Anschein erwecken mag. Dass man einen Umgang damit gefunden hat. Dass es Lösungen gibt. Dass erfolgreiche Zusammenschaltungen Teil der Erfolgsgeschichte des Internets sind. Das ist alles richtig, und diese Koordinationsleistungen thematisiert der empirische Teil dieser Arbeit (siehe S. 158-249). Hier geht es jedoch zunächst darum sichtbar zu machen, womit die Architektur des Internets deren Verwender*innen, hier: die Netzwerker*innen, zurücklässt. Erst so wird deutlich, an welchen Stellen, wie und warum sie den Austausch zwischen ihnen und ihren koordinierten Einsatz bisweilen nahelegt.

2.2.1 BGP bringt operative Unsicherheiten

Das Border Gateway Protocol setzt Netzwerker*innen grundlegenden Unsicherheiten aus.⁶⁰ Alle Autonomen Systeme des Internets verwenden es, um einander Routen-Informationen mitzuteilen. Aber die mit BGP verbreiteten Informationen sind ungeprüft. Jedes AS kann den benachbarten AS beliebige Routen-Informationen mitteilen. Es gibt keinen Mechanismus, der verhindern würde, dass ein AS fehlerhafte Informationen aussendet, und Empfänger

60. Unsicherheit bezeichnet einen Zustand, in dem sich Unwägbarkeiten nicht in eine Kalkulation übersetzen lassen, bei der dem Eintreten bestimmter Zustände Wahrscheinlichkeiten zugewiesen werden. Unsicherheit lässt sich demnach nicht als Faktor externalisieren, zum Beispiel in eine Versicherung überführen. Vgl. dazu Knight (1921) und darauf Bezug nehmend Beckert (1996: 804).

können deren Richtigkeit nur näherungsweise einschätzen. Darüber hinaus gilt das Protokoll als schwierig zu konfigurieren. BGP kann Quelle unvorhersehbarer Ereignisse im Netzwerkbetrieb sein und ist es auch oft.⁶¹

Fehlerhafte Routenangaben verbreiten sich mittels BGP genauso wie richtige: von einem AS zum nächsten und weiter durch das gesamte Internet – bis ein AS die Angaben nicht weitergibt. Es gibt weltweit keine zentrale, administrative Stelle, die das Routing-System beaufsichtigt oder kontrolliert. Kein Empfänger von BGP-Nachrichten kann sich sicher sein, dass die darin enthaltene Absender-Angabe oder die Routen-Angaben stimmen. BGP garantiert auch nicht, dass die im Parameter `AS_PATH` angegebene Liste der Autonomen Systeme stimmt, die die Routen-Angaben propagiert haben sollen. Technische Vorsichtsmaßnahmen und Initiativen gegen fehlerhafte Routen-Mitteilungen gibt es – zu erwähnen sind hier insbesondere die Resource Public Key Infrastructure (RPKI) und die Sicherungserweiterung für BGP, BGPsec. Jüngst hat mit Cloudflare ein erster großer CDN-Anbieter RPKI implementiert. Trotzdem solche Initiativen das allgemeine Verifizierungsniveau im Routing System anheben, bleibt die grundsätzliche Unsicherheit bestehen.

Die weitestgehende Abwesenheit eines Verifizierungsmechanismus' macht das Routing-System des Internets anfällig für Störungen und Missbrauch. Das Border Gateway Protocol lässt Nutzungsweisen zu, die der Funktionalität des

61. Der kommerzielle Dienst BGPmon beobachtet und analysiert Störungen im Routing-System. Im Twitter-Feed <https://twitter.com/bgpmon> des Dienstes lässt sich ein Eindruck von Frequenz und Störungsarten gewinnen.

Routing-Systems zuwiderlaufen. Derweil lassen sich Gründe für Störungen nicht nachvollziehen, weil das Internet absichtlich nicht mit Talk-Back-Funktionen entworfen wurde, die die Absender über Störungen benachrichtigen würden.

Folgende Szenarien gehören zur Realität des Internets, wie Netzwerker*innen es erleben. Sie zeigen, wie offen BGP für Nutzungsweisen ist, die das Routing-System destabilisieren, und welche Folgen das haben kann.⁶²

Konnektivitätsstörung nach „fat finger mistake“

Ein Autonomes System annonciert per BGP fehlerhafte Routenangaben. Da BGP die Korrektheit der Routenangaben nicht verifiziert, verbreiten sie sich von AS zu AS weiter. Konnektivitätsstörungen sind die Folge. – So ein Szenario kann unbeabsichtigt eintreten. Es muss nur einem/r Netzwerkingenieur*in eine Fehlkonfiguration in BGP unterlaufen, und schon teilt er/sie zum Beispiel allen Nachbar-AS mit, sein/ihr AS könne Datenverkehr zum Rest des Internets weiterleiten. Die dafür notwendigen Kapazitäten hat das AS aber gar nicht. Nehmen andere Autonome Systeme diese Information für wahr, löst dies zwei Reaktionen aus: Erstens leiten sie die falsche Routen-Information ihrerseits an benachbarte AS weiter und infizieren bildlich gesprochen andere AS mit den falschen Routen. Zweitens schicken sie dem annoncierenden AS den gesamten IP-Datenverkehr, für den sie keine aus ihrer Sicht bessere Route haben. Machen

62. Vgl. Hall et al. 2011: 58-59, hier deutlich mit Beispielen ausgebaut.

weitere AS und deren Nachbar-AS dasselbe, überlastet die unerwartete Menge von IP-Datenverkehr bald das annoncierende AS. Dessen Border Router verwerfen die auf diesen Weg gebrachten, sich stauenden IP-Pakete. Von etwaigem Paketausfall und daraus resultierenden Konnektivitätsstörungen betroffen wären in diesem Fall also Internetnutzende aller Autonomen Systeme, die die fehlerhafte Information für wahr genommen haben. Derartige Fehlkonfigurationen werden im Netzwerker-Jargon auch Fat Finger Mistake genannt. Das ist eine Anspielung darauf, dass schon ein Tippfehler in BGP große Auswirkungen haben kann.

Verschleierung durch Missbrauch fremder IP-Adressen

Ein Netzbetreiber annonciert unbefugt ungenutzte IP-Adressen eines anderen Netzbetreibers. – Nicht jedes Autonome System verwendet zu jedem Zeitpunkt alle ihm von der zuständigen Regional Internet Registry zugeteilten IP-Adressen (siehe S. 67). Niemand hindert einen Netzbetreiber praktisch daran, solche ungenutzte Blöcke von IP-Adressen an Knotenpunkte im eigenen Netz zu verteilen und die fremden IP-Adressen per BGP zu annoncieren. Im Effekt verschleiern solche Netzbetreiber auf diesem Weg, dass sie die mit den fremden IP-Adressen verbundenen Hosts und damit Internetangebote in ihrem Netz beherbergen. Schließlich sind die IP-Adressen in der Datenbank der zuständigen Regional Internet Registry einem anderen Netz zugeordnet. Im Netzwerker-Jargon nennt man diese unbefugte Fremdnutzung von IP-Adressen Hijacking. Der potenzielle Schaden entsteht in diesem Szenario zunächst nicht im Routing-System selbst,

sondern bei dem AS, dessen IP-Adressen von Dritten unbefugt genutzt werden. Werden die Adressen etwa verwendet, um rechtswidrige Inhalte zugänglich zu machen, fällt das auf den Betreiber dieses Netzes zurück, der sich gegenüber Strafverfolgungsbehörden verantworten muss. Mittelbar steigert die Möglichkeit derartiger Nutzungen von BGP die Unsicherheit für alle BGP-Nutzenden.

Ausleitung von Datenverkehr

Ein Netzwerk annonciert überspezifische Routen. – Genaue Pfadangaben „stechen“ in BGP allgemeine Angaben. Das heißt, Router ziehen die Pfade zu einem kleinen Block von IP-Adressen denen zu einem großen Block vor. Annonciert ein AS also gezielt sehr genaue, aber falsche Routenangaben, kann es Datenverkehr an sich ziehen, der für diese IP-Adressen bestimmt ist – etwa mit dem Ziel, die Daten im Kontext von Spionage oder Überwachung auszu-lesen, oder um falsche Daten ins DNS einzuspeisen.⁶³ Überspezifische Routeninformationen ins System zu bringen, ist also ein Trick, um Datenverkehr gezielt abzuzweigen. Werden die ausgeleiteten Daten danach wieder zurück ins System geleitet, bekommen die Internetnutzer den Missbrauch allenfalls als Verzögerung zu spüren.

63. Falsche Daten ins DNS einzuspeisen, war zum Beispiel das Ziel beim Hijacking von Amazon, über das Cryptowährung gestohlen werden sollte (Madory 2018).

Manipulation von innen

Das Wege-Wahl- und Wege-Informationssystem des Internets ist – wie viele andere Systeme auch – nicht davor gefeit, dass es von innen heraus missbraucht wird. Gelingt es etwa jemandem, Mengen fremder Router zu hacken und unter die eigene Kontrolle zu bringen, lassen sich mittels der oben beschriebenen Methoden gezielt Konnektivitäts-Störungen herbeiführen.

Die beschriebenen Anfälligkeiten von BGP können für unvorhersehbare Irritationen im Betrieb eines jeden Autonomen Systems sorgen. Denn wer Teil des Internets sein will, muss BGP nutzen und sich auf die wechselseitige Abhängigkeit mit anderen Netzbetreibern einlassen, die BGP bewirkt. Berücksichtigt man, dass jedes der inzwischen mehr als 62000⁶⁴ registrierten Autonomen Systeme BGP derart nutzen kann, wird das Ausmaß der Unsicherheit deutlich, das mit BGP im laufenden Betrieb verbunden ist. Globale Internet-Konnektivität erscheint nicht mehr selbstverständlich.

2.2.2 Netzbetreiber hängen voneinander ab

Netzbetreiber bewegen sich in einem Spannungsfeld zwischen Wettbewerb und Kooperation. Als privat wirtschaftende Unternehmen können sie miteinander im Wettbewerb stehen. Je nach unternehmerischer Ausrichtung bieten sie ähnliche Leistungen an und konkurrieren mitunter um dieselben Kunden. Gleichzeitig bestehen zwischen ihnen aufgrund der globalen Netzwerkstruktur,

64. Stand: 21. Oktober 2018, Quelle: CIDR Report (Bates et al. 2014).

in die sie eingebunden sind, wechselseitige Abhängigkeiten.

Mit Abhängigkeiten im Internet-Design und damit verbundener Komplexität ließe sich ein eigenes Buch füllen.^{65, 66} Mit Blick auf die Netzbetreiber geht es hier jedoch erstens nur um wechselseitige Abhängigkeiten, und zweitens nur um solche Abhängigkeiten, die die Netzwerk-Ebene des Protokollstapels (S. 61) betreffen.⁶⁷

Die grundsätzlichen Abhängigkeiten zwischen den Netzbetreibern begünstigen, dass sie sich einander zuwenden und trotz Wettbewerbs miteinander kooperieren. Kooperieren meint hier, dass die Netzwerker*innen bewusst zusammenarbeiten, um gemeinsame Ziele zu erreichen. Zu diesen Zielen gehören die Datenübermittlung von Ende zu Ende, die Verlässlichkeit des globalen Routing-Systems und prinzipiell auch die Entwicklung von Standards.

65. Bester Ausdruck vertikaler Abhängigkeit ist das Schichten-Prinzip, nach dem Protokolle auf höheren Schichten auf die Dienste darunterliegender Protokolle zugreifen können, aber nicht umgekehrt. Das Web-Protokoll HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) zum Beispiel ist abhängig von der weiter unten liegenden Internetschicht; diese funktioniert aber ohne die Existenz von HTTP.

66. Braman (2016) rekonstruiert, wie vertikale Abhängigkeiten zwischen Protokollen bereits im Design-Prozess des Internets immer wieder zur Überarbeitung bereits erreicht geglaubter Grundlagen führten oder diese in Frage stellten.

67. Vereinfachend unterscheidet dieser Abschnitt nicht zwischen symmetrischer und asymmetrischer Interdependenz und geht damit vorläufig über strukturell erscheinende Effekte hinweg. Diese Aspekte kommen später gesondert unter dem Gesichtspunkt der Topologie zur Sprache (S. 109).

Datenübermittlung von Ende zu Ende

Die erste wechselseitige Abhängigkeit betrifft die Datenübermittlung im Internet. Von dem Weg, den ein IP-Paket von Ende zu Ende durch das Internet zurücklegt, haben Netzbetreiber üblicherweise nur einen Abschnitt unter ihrer Kontrolle⁶⁸, und zwar den im eigenen Netzwerk. Individuelle Abkommen mit benachbarten Netzbetreibern mögen die Qualität einzelner Zusammenschaltungen weiter sichern (siehe S. 207 ff.). Aber wie das IP-Paket über fernerliegende Autonome Systeme hinweg übermittelt wird, entzieht sich architekturbedingt der Kontrolle des absendenden Netzbetreibers. Für Netzbetreiber ist es daher grundsätzlich wichtig, dass Zusammenschaltungen übergreifend gelingen. Das betrifft nicht nur die Zusammenschaltungen des eigenen Netzes, sondern auch Zusammenschaltungen zwischen Dritten. Schließlich stellt das Prinzip der Zusammenschaltung die Grundlage für eine universelle Erreichbarkeit aller Netzbetreiber und deren Kunden dar. Ohne Internet-Konnektivität hat kein Netzbetreiber ein Produkt. Und Konnektivität – das Gut des Internets – können Netzbetreiber nur gemeinsam hervorbringen.

Routing-Informationen

Die zweite wechselseitige Abhängigkeit betrifft das globale Routing-System. Netzbetreiber sind von der Güte der Wege- und Erreichbarkeitsinformationen

68. Die wenigsten Netzbetreiber haben so große (viele Knotenpunkte, geografisch abdeckend, umfangreiche Zusammenschaltungen) Netze, dass sie alle Endpunkte des Internets aus eigener Kraft beziehungsweise über benachbarte Netze ersten Grades erreichen können.

abhängig, die sie von ihren Zusammenschaltungspartnern erhalten. Falsche Routen-Informationen können den Netzbetrieb ernsthaft beeinträchtigen (siehe S. 77 ff.). Angesichts der Tatsache, dass das Border Gateway Protocol in der gebräuchlichen Version 4 die Routen nicht verifiziert und sich die Erweiterung BGPsec bisher nicht flächendeckend durchgesetzt hat, verankert es eine grundlegende Unsicherheit in der Internet-Architektur.

Netzbetreiber ergreifen zwar vielfältige Maßnahmen, um die Qualität der verbreiteten Routen-Informationen hochzuhalten. Einige dieser Maßnahmen erfolgen individuell (zum Beispiel das sogenannte Route Filtering), andere haben gemeinschaftlichen Charakter (Prefix-Datenbanken der RIRs). Doch gleich welcher Art die Maßnahme: Das Ergebnis der Bemühungen wirkt sich auf alle aus. Verbreiten sich falsche Routen, schädigt es das System, von dem alle abhängig sind. Falsche Routen sorgen für Unsicherheit. Sie erhöhen für alle den Aufwand sich zu schützen, und sie steigern systemweit die Kosten. Hinzu kommt, dass mit der Intensität individueller Schutzmaßnahmen auch das Risiko steigt, dass Netzbetreiber auf False Positives reagieren und versehentlich korrekte Routen verwerfen. Falsche Routen mindern daher die Zuverlässigkeit des Routing-Systems insgesamt.

Entwicklung technischer Standards

Gemeinsame technische Standards für den Austausch von Datenpaketen und Routing-Informationen sind die Voraussetzung für ein funktionierendes Internet. Zu den zentralen Standards für Netzbetreiber gehören das Internet

Protocol, das Border Gateway Protocol, aber auch das Domain Name System Protocol. Gleichwohl die grundlegenden Funktionen dieser Protokolle in den Frühzeiten des Internets bestimmt und die Protokolle damals entworfen wurden, wurden im Laufe der Zeit Änderungen an diesen Protokollen wünschenswert oder erforderlich⁶⁹.

Anders als Anwendungsprotokolle wie SMTP für E-Mail (S. 61), die nur an wenigstens zwei Endpunkten vorhanden sein müssen, um ihren Nutzen für die beiden Nutzenden voll zu entfalten, unterliegt der Nutzen bei Netzwerkprotokollen jedoch einem Netzwerkeffekt. Das heißt, mit jedem/r neuen Nutzer*in eines Protokolls steigt der Wert für alle anderen Nutzenden (Shapiro und Varian 1998). Er ist also abhängig von der gesamten Anzahl der Implementationen. Doch nicht nur das. Da das Internet keine zentrale Steuerungsinstanz hat, ist der Nutzen darüber hinaus abhängig von den Verbindungen zwischen den Implementationen. Innovation auf der Netzwerkebene erfordert deshalb ein gewisses Maß an Konsens über das Ziel und Koordination zwischen den Netzbetreibern. Erneuerung auf Netzwerkebene – ohne eine Fragmentierung des Internets zu riskieren – ist ohne Kooperation nicht möglich und dementsprechend anspruchsvoll.

69. Ob die Überarbeitung eines Protokolls nur wünschenswert oder erforderlich ist, lässt sich zu Beginn der Arbeiten nicht immer eindeutig beantworten. Die Entwicklung und globale Adaption des Internet Protocol Version 6 (IPv6) zum Beispiel hielten viele lange für erforderlich, um dem Ausgehen der IPv4-Adressen zu begegnen. Das Entstehen eines Marktes für IPv4-Adressen (Mueller et al. 2013) und der (mehr oder weniger) erfolgreiche Einsatz von NATs widerlegen jedoch praktisch, dass ein globaler Adressraum eine architektonische Notwendigkeit des Internets ist – vgl. Huston (2013) und Clark (2016b: 16).

Wie schwierig gemeinsame Standard-Entwicklung – trotz und wegen der Interdependenz! – ist, zeigt die Geschichte des Internet Protocol der Version 6 (IPv6). Bereits Anfang der 1990er-Jahre zeichnete sich ab, dass die alten IPv4-Adressen mit anhaltendem Wachstum des Internets in absehbarer Zeit knapp werden würden. Mit einer Überarbeitung des Internet Protocol wollten die Netzwerkarchitekt*innen der drohenden Knappheit begegnen. Eine neue Version des Protokolls sollte den globalen IP-Adressraum um mehrere Größenordnungen erweitern und so der Idee Rechnung tragen, dass jeder an das Internet angeschlossene Knotenpunkt auch zukünftig eine einzigartige IP-Nummer erhalten können sollte. Mit der Standardisierung von IPv6 gelang die Kooperation auf dem Papier bereits im Jahr 1998. Praktisch stellte die Umstellung Netzbetreiber jedoch vor eine Herausforderung. Denn IPv6 und dessen Vorgänger IPv4 sind nicht miteinander kompatibel. Um Daten-Pakete des Standards IPv6 zu routen, benötigen Netzbetreiber anderes Equipment als für IPv4 (Dual-Stack-Geräte) und/oder müssen aufwendige Techniken einsetzen (Tunneling). Das erzeugte das Dilemma, IPv6 aus Zukunftsorientierung heraus unterstützen zu sollen und vielleicht auch zu wollen, es aber erst verwenden zu können, wenn ausreichend viele andere Netzbetreiber mitmachten. Es war für Netzbetreiber nicht absehbar, wann sich die Investition bezahlt machen würde. Und das, obwohl sogar diverse Regierungen die Verbreitung von IPv6 ins Programm aufnahmen (DeNardis 2009: 97-122). Gleichzeitig tauchten Workarounds auf, die die Verbreitung von IPv6 weniger dringend erscheinen ließen. Einzelne Netzwerke begannen, sich mit Network Address Translators (NAT)

zu behelfen. Das ist eine Technik, mittels derer sich eine größere Anzahl von Geräten wenige IP-Adressen teilen können. Außerdem entstand ein Markt für unbenutzte IPv4-Adressen (Mueller et al. 2013). Beide Entwicklungen minderten die Abhängigkeit von IPv6 und damit den Anreiz es einzuführen. Schätzungen zufolge lassen sich heute – mehr als 20 Jahre nach der Standardisierung von IPv6 – erst gut ein Viertel der Top 1000 Websites darüber erreichen.⁷⁰ Der Fall IPv6 deutet darauf hin, dass wechselseitige Abhängigkeit Kooperation bei der Entwicklung von Standards zwar begünstigt, aber dass sie keine hinreichende Voraussetzung für den Erfolg der Zusammenarbeit darstellt. Abhängigkeiten stehen für negativen Druck, aber sie geben keine positive Richtung vor.

Das Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb

Die wechselseitigen Abhängigkeiten bei der Datenübermittlung und der Routen-Information machen deutlich, dass Netzbetreiber einige übergeordnete, gleich gerichtete Interessen haben, die alle auf den Erhalt des Guts der Konnektivität zielen. Alle Netzbetreiber brauchen das Zusammenschaltungssystem als Ganzes. Der operative Erfolg selbst unbekannter Dritter kann ihnen nicht egal sein, weil sie selbst auf Internet-Konnektivität angewiesen sind. Und sie müssen sich um das Routing-System bemühen, weil alle davon abhängen. Da ist es

70. Weitere, aktuelle Statistiken siehe <http://worldipv6launch.org/measurements>.

naheliegender, zugunsten dieser Ziele zusammenzuarbeiten.

Dem gegenüber steht das Wettbewerbsprinzip, dem zufolge Netzbetreiber gewinnorientiert ihren Vorteil suchen. Es behindert Kooperation. Mit Blick auf die Einführung von IPv6 konstatiert DeNardis ein "klassisches Problem kollektiven Handelns" (DeNardis 2009). Entgegen des ersten Anscheins belegen erfolglose Innovationen auf Netzwerkebene jedoch nicht allgemein die Dominanz des Wettbewerbsprinzips über Kooperation. Kooperationen misslingen nicht zwingend, weil zum Beispiel bei kostenintensiven Neuerungen keiner einen First-Mover-Nachteil eingehen will. Sie können auch die Folge eines Mangels an Koordination sein oder auf Uneinigkeit über den Inhalt der anzustrebenden Lösung zurückgehen.⁷¹

Was das Beispiel der Entwicklung und Implementierung gemeinsamer Standards verdeutlicht, ist, dass einige gleich gerichtete Interessen und eine abstrakte Neigung zur Kooperation weder Umfang noch Inhalt noch Erfolg einer Zusammenarbeit determinieren. Ein geteiltes Problem führt auch bei hoher wechselseitiger Abhängigkeit im Netzwerk nicht unbedingt zu einer gemeinsamen Lösung. Vor dem Hintergrund dieser ambivalenten Ausgangslage, stellt sich die Frage, nach den Kontextfaktoren, die Kooperation zwischen Netzbetreibern bedingen.

71. Wie Netzbetreiber diesen Inhalt, also den Gegenstand der Zusammenschaltung, definieren, thematisiert das Kapitel „Ökonomische Objektivierung unter den Bedingungen der Internet-Architektur“ ab S. 140.

2.2.3 Was in der Internetökonomie möglich ist, bestimmen die Protokolle

Die Architektur konditioniert die Beziehungen zwischen den Netzbetreibern auch in ökonomischer Hinsicht. Wie van Schewick hervorhebt, “können sich technische Unterschiede zwischen Architekturen auch in unterschiedliche wirtschaftliche Beschränkungen für diejenigen übersetzen, die Systeme gestalten, produzieren und verwenden” (2010: 37). Prägend sind auch hier wieder die beiden Protokolle, die die Zusammenschaltungen technisch etablieren: das Internet Protocol und das Border Gateway Protocol. Das Internet Protocol leitet die Datenpakete weiter, das Border Gateway Protocol übermittelt die dafür notwendigen Routing-Informationen. Dieser Abschnitt zeigt, dass keines der beiden Protokolle auf die Übermittlung wirtschaftlich relevanter Metriken ausgelegt ist, und skizziert, welche Herausforderungen sich daraus für Netzbetreiber ergeben.⁷²

72. Dieser Zustand, der in den Augen mancher einen architektonischen Mangel darstellt, geht wenigstens teilweise auf bewusste Entscheidungen und aus heutiger Sicht netzpolitische Auseinandersetzungen zurück. Die Abwesenheit kommerzieller Prinzipien in den Internet-Standards hat mit dem Selbstverständnis der Entwickler*innen dieser Standards zu tun. Das Gremium, das die Protokolle entwickelt hat – die Internet Engineering Task Force (IETF) –, beschränkte sich damals auf das, was es als seinen Kernauftrag ansah: technische Internet-Standards zu entwickeln. Es sah seine Aufgabe nicht darin, Abrechnungsmodi und Geschäftsmodelle zu standardisieren. Claffy und Clark (2016: 14) dokumentieren diese historische Diskussion zu dieser Grundsatzfrage innerhalb der IETF am Beispiel des Internet Protocol.

Das Internet Protocol registriert keine Transaktionen

Wenn Netzbetreiber ihre Autonomen Systeme zusammenschalten, dann schaffen sie dadurch die Voraussetzung, um miteinander Datenströme in Form des Internet Protocol auszutauschen. Doch durch die Art und Weise, wie das Internet Protocol aufgebaut ist, entzieht es sich ökonomischer Bewertung. Das kritische Charakteristikum des Internet Protocol ist dabei dessen Transaktionslosigkeit. Um zu verstehen, warum dieses Charakteristikum die gesamte Konnektivitätsökonomie tiefgreifend beeinflusst, sei noch einmal an die Design-Prinzipien des Internets erinnert, zu denen die paketvermittelte Datenübertragung in Form des Internet Protocol gehört.

Das Internet Protocol unterteilt die Daten, die es von den Anwendungsprozessen erhält, in IP-Pakete (Datagramme). Es beschriftet die Pakete mit Header-Informationen, und es hat die Aufgabe, die Pakete zu ihren Ziel-Adressen zu bringen (siehe S. 61 ff.), wo das Betriebssystem die Pakete für alle Anwendungen wieder zusammensetzt. Sobald die Daten das Quellsystem verlassen, sind sie im IP-Format. An den Border Routern – also dort, wo die Autonomen Systeme zusammengeschaltet werden –, haben die Daten eines jeden Anwendungsprozesses die Form des Internet Protocol, unterliegen dessen Eigenschaften und werden nach IP-Routing-Regeln verarbeitet. Netzbetreiber übergeben einander also wechselseitig IP-Pakete. Wenn von Datentransport im Internet die Rede ist, dann meint das die wechselseitige Übermittlung von IP-Paketen.

Sich die Übermittlung von IP-Paketen allerdings allzu bildlich wie die Übergabe von Post-Paketen vorzustellen, wäre irreführend. Denn anders als bei Post-

Paketen handelt es sich bei IP-Paketen um Abschnitte der Daten aus einem Kommunikationsvorgang, nicht zwingend um in sich geschlossene Entitäten. IP-Pakete sind digitale Versatzstücke aus einem Strom von Daten, die ein Anwendungsprozess erzeugt hat. Ein etwaiger Zusammenhang zwischen Paketen lässt sich am Border Router nicht erkennen. Denn Router speichern keine Informationen über die durchgeleiteten Pakete. Im Fachjargon sagt man auch: Router haben keinen Zustand oder keine Erinnerung.⁷³

Hinzu kommt, dass das Internet Protocol Weiterleitungsanfragen für jedes Paket einzeln behandelt. Gibt es beispielsweise auf einem Pfad eine Unterbrechung, weil etwa ein Router oder die Verbindung zwischen zwei Routern ausfällt, kann das Internet Protocol spätere Pakete über andere Pfade leiten. So kann es passieren, dass Pakete, die zu demselben Anwendungsprozess gehören, im Internet über verschiedene Autonome Systeme und in beliebiger Reihenfolge zur Ziel-Adresse gelangen. Auch kann der Rückweg ein anderer sein als der Hinweg.⁷⁴ Nacheinander an einem Router ankommende IP-Pakete stammen nicht zwingend von demselben Anwendungsprozess und bilden also nicht zwangsläufig eine Einheit.

73. Netzwerkingenieure haben Hilfsmittel, mit denen sie Pakete aus demselben Datenstrom (flow) über denselben Pfad schicken können. Aber man kann nicht davon ausgehen, dass diese überall im Einsatz sind, da deren Verwendung optional ist.

74. Dieser Aufbau des Internet Protocol hat den Vorteil, dass Störungen im Netz zum Verwerfen einzelner Pakete führen mögen. Aber sie verhindern nicht zwingend einen gesamten Kommunikationsvorgang, wenn entweder ausreichend viele Pakete über andere Wege zum Ziel kommen oder nur die verworfenen Pakete erneut gesendet werden müssen.

Und zuletzt leitet das Internet Protocol IP-Pakete zwar weiter, aber es verarbeitet sie nicht. Es interagiert mit dem Header – also den Metadaten –, nicht aber mit dem Inhalt der Pakete. Deshalb “sieht” das Netzwerk die Inhalte nicht ohne Weiteres. Der Netzbetreiber benötigt nur die Information aus dem Header, um seine Aufgabe zu erfüllen – und das sind keine Informationen über den Zusammenhang eines IP-Paketes mit anderen.⁷⁵ Der Header enthält im Internet Protocol der Version 6 (IPv6) sieben Felder, von denen nur die Länge des Paketinhaltes, die sogenannte Lebensdauer (Time to Live) und die Zieladresse funktional erforderlich sind.⁷⁶ Netzbetreiber können an den Zusammenschaltungspunkten deshalb nur mit diesen wenigen Informationen sicher rechnen – die, zur Erinnerung, nicht verifizierte Informationen enthalten (vgl. S. 64). Solange sie keine extra Maßnahmen ergreifen, um die IP-Pakete zu entpacken und deren Inhalte auszulesen, sind Netzbetreiber als Transporteure blind für ihre Fracht.⁷⁷

75. Wenn sie wollen, können Netzbetreiber in den Rest des Paketes hineinschauen und sehr viel mehr erfahren – aber sie müssen es nicht und es erzeugt extra Aufwand.

76. Die sieben Felder sind: Protocol Version, Traffic Class, Flow Label, Payload Length, Hop Counter, die Quelladresse und die Zieladresse. Funktional erforderlich sind davon Payload Length, der Hop Counter und die Zieladresse. Payload Length enthält die Länge des Paketinhaltes. Der Hop Counter führt die sogenannte Lebenszeit eines IP-Pakets auf. Er wird vom Sender auf maximal 255 gesetzt und an jedem Knotenpunkt um eins verringert; bei 0 wird das IP-Paket verworfen, um endloses Kreisen und Verstopfung zu verhindern. Und die Zieladresse ist die IP-Adresse des Endpunktes. Für eine ausführliche Diskussion der Felder des Internet Protocol in Version 4 und 6 siehe Huston (2013: 5-7).

77. Anwendungsspezifische Informationen lassen sich im Internet nur erhalten, wenn IP-Pakete in höhere Protokoll-Schichten geleitet und dort ausgelesen werden. Switches können in

Weil also erstens das Internet Protocol Anwendungsprozesse in Pakete unterteilt, weil zweitens Router keine paketübergreifende Erinnerung haben, weil drittens das Internet Protocol jedes Paket einzeln weiterleitet, und weil viertens bei der Weiterleitung nur der Header eines IP-Paketes ausgelesen wird, können Netzbetreiber kommerziell nicht mit inhaltlich greifbaren, digitalen Entitäten oder mit deren Übermittlung handeln. Auf der Netzwerk-Ebene können sie derartige Entitäten schlicht nicht erkennen. Das Internet Protocol enthält kein Konzept von Dingen. Netzbetreiber übertragen einander zusammenhanglos erscheinende Versatzstücke, die nicht einmal gleich aussehen. Die Implikationen sind gravierend.

Dem gegenüber stehen gängige Auffassungen von Märkten. Sie setzen das Konzept der Transaktion voraus. Ein Marktteilnehmer überlässt einem anderen *etwas* – seien es Güter, Dienstleistungen oder Rechte an etwas. Entitäten mit Bedeutungsgehalt zum Gegenstand einer Aushandlung zu machen, setzt voraus, sie unterscheiden zu können. Was sich aber nicht erkennen lässt, lässt sich nicht zählen, messen, bewerten oder handeln. Eben weil sich auf Netzwerkebene aber

unterschiedlichen Schichten arbeiten. Auf der Anwendungsebene können sie beispielsweise identifizieren, welches Protokoll ein Paket verwendet. Erst diese Kenntnis erlaubt es, Datenverkehr im Internet anwendungsspezifisch zu unterscheiden und unterschiedlich zu behandeln. Allerdings erhöht jede Verarbeitung eines Paketes über das zur Weiterleitung nötige Auslesen der IP-Informationen hinaus die Komplexität. Es verzögert den Zustellungsprozess, steigert den Ressourcenbedarf und erhöht die aufzuwendende Energie. Weil solche Funktionen für den allgemeinen Betrieb des Internets nicht notwendig sind, aber auch, weil eine tiefere Integration das Ende-zu-Ende-Prinzip des Internets verletzen würde, hat man sie auf höheren Schichten angesiedelt. Für eine ausführliche Diskussion unterschiedlicher Varianten des Ende-zu-Ende-Prinzips siehe van Schewick (2010: 57-81).

keine Entitäten erkennen lassen, weil sich kein Ding und dessen Grenzen feststellen lässt, lassen sich auch keine Transaktionen registrieren. Das für Märkte so zentrale Konzept der Transaktion läuft beim Internet Protocol ins Leere (Huston 2013: 7). Nicht einmal die Richtung der Datenübermittlung korrespondiert zwangsläufig mit der Richtung der angenommenen Wertmehrung bei den beteiligten Parteien. Man könnte sagen, das Internet Protocol schweigt sich über einen etwaigen Markt zwischen Netzbetreibern aus. Es bietet mit der Paketübermittlung ein funktionales Dienstmodell, aber es sieht kein geschäftliches Dienstmodell vor.

Das Internet Protocol hinterlässt Netzbetreiber mit einer Unsicherheit darüber, wie sie miteinander wirtschaften können, wenn sie doch das Internet Protocol benutzen müssen. Die Architektur des Internets bietet mit Blick auf das Internet Protocol keine praktikablen Anknüpfungspunkte für transaktionsorientierte Tarifmodelle.⁷⁸ Sie legt keine Handelseinheit nahe, und sie lässt offen, wie sich Wert oder Nutzen bemisst. Schalten Netzbetreiber ihre Netze zusammen, gehen sie eine a priori meist unbefristete Verbindung ein, ohne dass damit eine Transaktion mit Anfang und Ende bestimmt wäre. Dadurch entsteht qua Architektur eine zu füllende Leerstelle im geschäftlichen Verhältnis der Netzbetreiber untereinander.

78. Die Einschränkung "praktikabel" ist notwendig, weil der Header des Internet Protocol mit dem DiffServ-Feld eine Möglichkeit bietet, IP-Pakete Qualitätsklassen zuzuteilen, die sich unterschiedlich behandeln lassen. Die Verwendung dieses Feldes hat sich mehreren Gründen jedoch nicht internetweit durchgesetzt. Einige praktische Hindernisse führt ein Netzwerker auf S. 210 ff. aus. Hinzukommt, dass die meisten Router das DiffServ-Feld nicht einmal auslesen.

Das Border Gateway Protocol hat eingeschränkte Ausdruckskraft

Mit dem Border Gateway Protocol (BGP) ist es ähnlich wie mit dem Internet Protocol. Auch in BGP ist kein wirtschaftlicher Mechanismus angelegt.⁷⁹ Netzbetreiber kommunizieren mit BGP, welche Routen sie füreinander erreichen können. Dessen Nachrichtenformate legen fest, welche Kategorien von Information Netzbetreiber einander mitteilen können. Aus den Nachrichtenformaten wird aber auch ersichtlich, welche Informationen Netzbetreiber einander mit BGP nicht mitteilen können. Denn ohne Nachrichtenformat kein Ausdruck – jedenfalls nicht mittels BGP. Daher lohnt es sich zu fragen, ob BGP alle Kommunikationsbedarfe von Netzbetreibern auszudrücken in der Lage ist, oder ob es Arten von Information gibt, die Netzbetreiber vielleicht gerne (im Routing-System) standardisiert miteinander austauschen würden, es mangels Nachrichtenformat in BGP aber nicht können.⁸⁰

79. Man mag richtigerweise einwenden, dass viele technische Protokolle keinen wirtschaftlichen Mechanismus erzwingen, sondern dass wirtschaftliche Mechanismen grundsätzlich auf existierende Standards und Protokolle aufsetzen. An der Netzarchitektur des Internets erscheint jedoch speziell, wie bewusst die Informationsarmut von BGP und die „Transaktionslosigkeit“ von IP herbeigeführt wurden. Die Design-Entscheidung, dass das Internet kein Geld routen sollte, war das Ergebnis früher netzpolitischer Auseinandersetzungen, in denen sich die Architekt*innen des offenen Internets gegenüber Interessenvertreter*innen durchsetzten, die die protokollarische Standardisierung von Dienstmodellen wollten (Clark 2016a).

80. Eine ausführlichere Erläuterung zur Funktionsweise des Border Gateway Protocol findet sich im Anhang ab S. 345.

Explizit geschäftlich interessante Nachrichtenformate zum Beispiel enthält BGP nicht. Nachdem das Gros der Netzbetreiber aus privatwirtschaftlichen Unternehmen besteht, erscheint das auffällig. Man könnte sich gut vorstellen, dass manche Unternehmen es begrüßen würden, wenn das Routing-System bereits Einheiten, Metriken, Messmethoden oder gar einen Anreizmechanismus beinhaltet hätte, die sich einem Markt für die Datenübermittlung im Internet zugrunde legen lassen würden. Doch BGP enthält derartige Nachrichtenformate nicht. Aspekte wie Abrechnungsmodus, Preis, Besitzstand, Kapazität, Auslastung oder Authentifizierungsschlüssel kann BGP nicht ausdrücken. Clark diagnostiziert BGP einen Mangel an “expressive power”. Ein Befragter bezeichnet BGP als „information losing protocol“ [25:129].

„BGP was specifically designed to allow for multiple, competing wide-area Internet Service Providers. At the same time, BGP has limited expressive power, and these limitations have arguably limited the business relationships among the interconnecting ISPs.“ (Clark 2016b: 214)

Mit dem Border Gateway Protocol sieht nach dem Internet Protocol der zweite wichtige Standard für Netzbetreiber keine expliziten Anknüpfungspunkte für geschäftliche Aspekte der Zusammenschaltung vor. Über die Routen-Information hinaus bietet BGP kaum Zugriffspunkte zum Wirtschaften. Auch in BGP ist ein ökonomischer Mechanismus nicht explizit mitgedacht.

Die Architektur des Internets gibt eine Industriestruktur vor, aber sie bietet kein wirtschaftliches Dienstmodell für Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern

Weder das Internet Protocol noch das Border Gateway Protocol sehen ein bestimmtes Modell für den Zahlungsausgleich zwischen Netzbetreibern vor, noch bieten sie ein Abrechnungssystem, oder abstrakter: ein wirtschaftliches Dienstmodell. Auf Protokoll-Ebene ist die Beziehung zwischen Netzbetreibern transaktionslos. Diese beiden Protokolle sind aber alles, womit Netzbetreiber an den Zusammenschaltungspunkten automatisiert kommunizieren können.

Offensichtlich wirtschaften Netzbetreiber trotzdem miteinander. Nach eingehender Betrachtung von IP und BGP lässt sich jedoch sagen, dass das nicht auf ein durch die Architektur vorgesehenes Marktmodell im Kern des Internets zurückgeht. Im Gegenteil: Die Design-Prinzipien sorgen für Unsicherheit. Das liegt in erster Linie daran, dass ein Pendant zum Konzept der Transaktion fehlt. Weder das Gut, um das es in einem etwaigen Markt im Kern des Internets geht, noch die Rollen der Marktteilnehmer als Anbieter oder Käufer zeichnet die Internet-Architektur vor. Deshalb ist davon auszugehen, dass das Gelingen der Zusammenschaltungen als Aspekt der Konnektivitätsökonomie von Netzbetreibern anders abgesichert wird.

An der mangelnden Ausdruckskraft des Internet Protocol und des Border Gateway Protocol manifestiert sich aber noch etwas anderes: Es zeigt sich, wie die Architektur des Internets die Macht der Netzbetreiber in der weiteren Inter-

netökonomie begrenzt.⁸¹ Je weniger Möglichkeiten zur Unterscheidung, Kategorisierung und Diskriminierung von Datenverkehr Netzbetreiber haben, desto klarer beschränkt das Design ihre Rolle darauf, Datenverkehr zu übertragen.

In diesem Sinne zeichnet die Architektur des Internets eine Industriestruktur vor. In dieser Struktur kommen Netzbetreiber als Übermittler von IP-Datenpaketen vor, die keine Kontrolle über (die Produzenten und Nutzer von) Anwendungen oder über Internet-Inhalte haben. Denn das Internet ist als General Purpose Network (etwa: Universal- oder Vielzwecknetz) angelegt. Das heißt, das Netzwerk bedient keinen Zweck und keine Anwendungen optimal, sondern es bietet einen universellen Internet-Dienst, auf den Anwendungen und Dienste aufbauen können. Diese Idee kommt in der Schichten-Architektur des Internets zum Ausdruck. Die Internet-Schicht beinhaltet nur essenzielle Funktionen, die alle höher angesiedelten Anwendungen brauchen. Spezifische Funktionen müssen auf höheren Ebenen des Protokollstapels implementiert werden. Die Internet-Schicht beispielsweise garantiert weder, dass IP-Pakete mit niedriger Verzögerung oder vollständig übermittelt werden. Geringe Verzögerungsraten mögen für sogenanntes Multi-Player Online Gaming erforderlich sein, nicht aber für andere Anwendungen wie E-Mail. Folglich gehören solche Garantien nicht zu den generellen Funktionen der Internet-Schicht. In den Augen mancher handelt es sich dabei um eine Fehlkonstruktion, weil das

81. Für eine Abgrenzung zwischen Internetökonomie, Telekommunikationswirtschaft und Internetwirtschaft siehe Zarnekow et al. (2013: 2-3).

Internet ihre Anwendungen nicht bestmöglich unterstützt. Andere bewerten es als Feature. Denn die Universalität der Internet-Schicht sichert die Innovationsoffenheit des Internets auf den höher gelegenen Anwendungs- und Diensteschichten.⁸²

Die unternehmerischen Innovationssysteme auf Netz- und Anwendungsebene erscheinen qua Architektur nahezu voneinander entkoppelt. Anwendungsentwickler unterliegen zwar im Sinne des Protokollstapels der vertikalen Einschränkung, ihre Produkte so entwickeln zu müssen, dass diese mit dem Internet Protocol funktionieren. Aber sie müssen die Netzbetreiber nicht um Erlaubnis fragen, um zu innovieren. Wenn von der Innovationsoffenheit des Internets die Rede ist, ist dies gemeint.

Die Innovationsmöglichkeiten der Netzbetreiber hingegen können sich nur horizontal entfalten. Und da ist jeder Einzelne nach außen behindert durch die Grenzen zwischen den Autonomen Systemen. Will ein Netzbetreiber beispielsweise Qualitätsgarantien (Quality of Service) einführen, kann er das aus eigener Kraft nur im direkten Umfeld schaffen, indem er Vereinbarungen mit seinen Zusammenschaltungspartnern darüber trifft, mit welcher Priorität bestimmte IP-Pakete zu übertragen sind. Aber individuelle Arrangements skalieren nicht gut, und Netzbetreiber sind auf ihre wechselseitigen Abhängigkeiten zurückgeworfen (S. 82).⁸³ Deshalb stellt netzwerkübergreifende Innovation Netzbetreiber

82. Dieses Argument arbeitet van Schewick in ihrem Grundlagenwerk "Internet Architecture and Innovation" (2010) aus.

83. Zur praktischen Umsetzung von Spezialdiensten siehe ausführlich ab S. 207.

vor eine Herausforderung.⁸⁴ Netzwerkinterne Innovation hingegen kann unabhängig von anderen geschehen.

Angesichts der oben beschriebenen, architekturbedingten Ohnmacht der Netzbetreiber gegenüber Endnutzer*innen, Anwendungs- und Inhaltenanbietern, verwundert es nicht, dass Netzbetreiber mit so viel Aufwand daran arbeiten, den Datenverkehr in ihren Netzen zu differenzieren, zu kategorisieren oder zu qualifizieren. Es handelt sich um Versuche, Produkte im Kern des Internets bereitzustellen, und um Übungen der Vermarktlichung.⁸⁵

2.2.4 Die Informationslage: Jeder Netzbetreiber sieht einen eigenen Ausschnitt des Internets

Die Art und Weise, wie das Border Gateway Protocol Routing-Informationen kommuniziert, hat Implikationen für die Informationslage der Netzbetreiber. BGP ist nicht nur Quelle operativer Informationen, sondern es liefert indirekt

84. Netzbetreiber haben im Internet weniger Einfluss als in der traditionellen Telekommunikationsindustrie. Das analoge Telefon-Netz (PSTN) etwa ist auf Sprachverbindungen spezialisiert. Betreiber können bei jeder Verbindung alle verwendeten Ressourcen identifizieren, deren Verbrauch messen und miteinander abrechnen. Das gibt Netzbetreibern Spielraum bei der Tarifgestaltung. Und Kabelnetzbetreiber integrierten die Anwendungen ("Sprache", "Fernsehen") direkt ins Netz – und kontrollieren, welche Anwendungen dazu kommen. Mit solchen Netz-Architekturen haben Netzbetreiber viel mehr Kontrolle über den Kommunikationvorgang. Ihre Rolle ist mächtiger als in der offenen Internet-Architektur.

85. Wirtschaftswissenschaftliche Modellierungen bieten wie beschrieben eine argumentative Grundlage für diese Aktivitäten, siehe S. 36 ff.

auch geschäftliche Informationen. Wie beeinflusst BGP die Informationslage im Kern des Internets konkret? Der folgende Abschnitt geht zur Beantwortung dieser Frage zwei architektonischen Weichenstellungen nach: erstens der Tatsache, dass das BGP-basierte Wissen über die Konnektivitätssituation des Internets immer an die eigene Perspektivität gebunden ist, und zweitens dem Umstand, dass Netzbetreiber einander mit BGP beobachten können, aber unvollständig.

Perspektivität

Der Betreiber eines jeden Autonomen Systems hat eine einzigartige Kenntnis vom Internet. Autonome Systeme "sehen" ihre Konnektivität und damit den Rest des Internets prinzipiell nur aus der eigenen, begrenzten Perspektive.⁸⁶ Einzigartig ist diese Kenntnis deshalb, weil jedes Autonome System Erreichbarkeitsinformationen nur direkt von benachbarten Autonomen Systemen erhält.⁸⁷ Es gibt keine zentrale Routing-Autorität. Das Border Gateway Protocol, das die Erreichbarkeitsinformationen liefert, kommuniziert nicht über mehrere Netze hinweg, sondern immer nur von einem Autonomen System zum nächsten. Und weil jedes Autonome System mit unterschiedlichen anderen Autonomen Systemen zusammengeschaltet ist, zeichnet sich qua Architektur für jeden

86. Mathew spricht von „situated visibility, situated control“ (2014: 57-58)

87. Hinzu kommt, dass jedes Autonome System seinen Nachbarn auch nur seine „beste“ Route zu einem Ziel übermittelt, das heißt die Route, die es anhand seiner eigenen Routing Policy ermittelt hat.

Netzbetreiber ein eigenes Konnektivitätsbild ab.⁸⁸ Über die eigenen Netzgrenzen hinaus, haben Netzbetreiber keine unmittelbare, vollständige Einsicht ins Internet.

„If it doesn't cross our network, we have no view.“ [24:59]

Wie umfangreich ein Netzbetreiber die globale Konnektivitätsordnung einsehen kann, hängt von der Topologie des eigenen Netzes ab. Unter Topologie versteht man in der Informatik die Anordnung von Knotenpunkten und Verbindungen zwischen ihnen in einem Netzwerk. Je mehr externe Zusammenschaltungspartner (Fachjargon: BGP Peers) ein Autonomes System hat, desto mehr und potenziell auch unterschiedliche Erreichbarkeitsinformationen erhält es. Je größer der Vernetzungsgrad ist, desto umfangreicher also die Einsicht in den Zustand der Internet-Konnektivität und die informationelle Ausgangslage eines Netzbetreibers.

Sogenannte Content Distribution Networks (CDN) zum Beispiel zeichnen sich typischerweise durch eine Topologie mit vielen, an den Rändern des Internets verteilten Knotenpunkten aus. Diese Netze sind darauf ausgelegt, Inhalte geografisch möglichst nah an den Endnutzern vorzuhalten. Deshalb etablieren sie möglichst viele Zusammenschaltungen, auch mit lokalen Internetzugangsanbietern. Das andere topologische Extrem sind kleinste, lokale Netzbetreiber. Ihr

88. Die unwahrscheinliche Ausnahme, dass zwei Autonome Systeme am selben Ort mit nur einem und demselben anderen Autonomem System unter denselben Bedingungen zusammengeschaltet sind, wird hier außen vor gelassen.

Verhältnis zum Rest des Internets lässt sich mit der Metapher des Blatt beschreiben. Es hängt mit einem Stängel am Baum des Internets. Das heißt, solche Netze haben nur eine – oder aus Redundanzgründen vielleicht zwei – Zusammenschaltungen mit größeren Autonomen Systemen, die für sie die Konnektivität zum Rest des Internets organisieren. Im Fachjargon werden solche Netzwerke auch als Leaf AS bezeichnet. Während Leaf AS den Rest des Internets also nur durch ein anderes AS “sehen”, erfahren CDNs verfügbare Routen von vielen anderen AS. Letztere können dadurch aus eigener Kraft besser widersprüchliche Routen-Angaben bemerken und entsprechend reagieren. CDNs und kleinste Netzbetreiber sind nur zwei Beispiele. In der Praxis gibt es so viele unterschiedliche Netz-Topologien, wie es Autonome Systeme gibt. Wichtig zu behalten ist an dieser Stelle, dass keine zwei Netzbetreiber denselben Einblick in die globale Konnektivitätsordnung haben und dass umfänglich zusammenschaltete Autonome Systeme eine größere Informationsvielfalt zur Verfügung haben als spärlich vernetzte. Aufgrund der dezentralen Natur von BGP hat aber kein Netzbetreiber einen vollständigen Überblick.

Information ist ein Mittel zur Risikominimierung. Sie erlaubt Vorhersagen, kreiert Annahmen und Erwartungen. Aus dem Routing-System erhalten Netzbetreiber Informationen über die Konnektivitätsordnung des Internets. Weil diese Informationen qua Architektur aber immer unvollständig und an ihre eigene Perspektivität gebunden sind, hat kein Netzbetreiber vollständige Information über verfügbare Routen im Internet. Aus eigener Kraft kann sich auf

Basis von BGP kein Netzbetreiber aller erhaltenen Routen-Informationen sicher sein beziehungsweise legitime von illegitim annoncierten Routen unterscheiden. Es bleibt immer eine Unsicherheit.

Gekoppelt mit der gemeinsamen Abhängigkeit vom Routing-System und den operativen Unsicherheiten, die BGP bringt (S. 77), begünstigt die Perspektivität, dass Netzbetreiber miteinander Einblicke in das Routing-System teilen und so gemeinschaftlich Unsicherheit mindern. Bei Störungen im Routing-System zum Beispiel, käme es den Empfängern zweifelhafter BGP-Informationen zugute, über den eigenen Horizont hinausschauen und den Informationsstand anderer Netzbetreiber hinzuziehen zu können. Da prinzipiell alle Netzbetreiber von falschen Routenangaben betroffen sein können, begünstigt die Perspektivität des Border Gateway Protocols, dass Netzbetreiber in solchen Situationen Informationen miteinander teilen. Gemeinsam sehen sie mehr.

Gleichzeitigkeit von Transparenz und Intransparenz

Das Border Gateway Protocol sorgt in den Beziehungen zwischen Netzbetreibern für eine Gleichzeitigkeit von Transparenz und Intransparenz.

BGP-Nachrichten legen offen, welche Netzbetreiber ihre Autonomen Systeme miteinander zusammengeschaltet haben. Zur Erinnerung: BGP UPDATE-Nachrichten enthalten pro Ziel-IP-Adresse eine Liste der Autonomen Systeme, die IP-Pakete zu diesem Endpunkt durchlaufen würden. BGP zeigt dadurch,

dass zwischen den gelisteten Autonomen Systemen Verbindungen bestehen.^{89, 90} Bei jedem Netzbetreiber entsteht aus der Gesamtheit aller Routeninformationen ein Bild vom Internet und dessen Zusammenschaltungsstruktur.⁹¹ Dieses Bild lässt sich der Routing Information Base (RIB) eines jeden Border Routers entnehmen.

Trotz der oben beschriebenen Einschränkung durch die Perspektivität gibt BGP somit Aufschluss über Verhältnisse, die in anderen Kontexten als Geschäftsgeheimnisse verstanden würden, nämlich über die Existenz von Geschäftsbeziehungen zwischen Betreibern der zusammenschalteten Autonomen Systeme. Geht man davon aus, dass Netzbetreiber in einer von Konkurrenz geprägten Umgebung miteinander interagieren, dann heißt das, dass die Konkurrenten anhand der beobachteten Verbindungen wissen können, wer dort mit wem zusammenarbeitet. Negatives Wissen gibt es allerdings (fast) nicht: Eine Netzbetreiberin kann nicht sicher ausschließen, dass es zwischen zwei AS eine Verbindung gibt, nur weil eine solche auf keinem ihr angekündigten AS-Path liegt.

89. Routenangaben in BGP sind wie auf S. 77 ff. beschrieben nicht verifizierbar. Der Einfachheit sei hier jedoch vorausgesetzt, dass die Angaben stimmen.

90. Endnutzer*innen können mit dem Programm Traceroute eine ähnliche Transparenz herstellen, nur auf andere Weise. Traceroute erlaubt es auch Endnutzer*innen, die Route zu einem bestimmten Endpunkt im Internet mitsamt der Zwischenstationen herauszufinden.

91. Subjektiv ist das Bild, da kein Netzbetreiber aufgrund der oben beschriebenen Perspektivität alle verfügbaren Routen sehen kann.

Was Netzbetreiber durch BGP ebenfalls nicht erfahren, ist, welchen Charakter die Geschäftsbeziehungen zwischen den anderen Netzbetreibern haben. BGP teilt den Benutzern des Systems nicht mit, wessen Konto bei Nutzung der kommunizierten Routen wann wofür und in welcher Höhe belastet wird. Netzbetreiber können auch nicht wissen, wie stark die beobachteten Verbindungen ausgelastet sind. BGP teilt auch keine Angebotsinformationen mit. Da in BGP alle Verbindungen insofern gleich aussehen, als dass sie keine explizit wirtschaftlichen Informationsformate enthalten, bleiben die Zahlungsarrangements zwischen den Betreibern deren Geschäftsgeheimnis.

Beispiel

Das Autonome System A sendet dem Autonomen System B eine BGP-Nachricht mit der Information, dass es die IP-Adresse 1.2.3.4 über das benachbarte Autonome System C erreichen kann. B erfährt dadurch, dass zwischen A und C eine Verbindung besteht. Aber B kann nicht wissen,

- ob A von C Geld bekommt (und C damit Kunde von A ist),
- ob weder A noch C Geld bekommen (und es sich um eine Peering-Verbindung handelt),
- oder ob A C bezahlt (und es sich somit um eine Transit oder Paid Peering genannte Verbindung handelt).

Warum ist dieses Spannungsverhältnis von Transparenz und Intransparenz relevant? Dass Marktteilnehmer ihre Geschäfte vertraulich miteinander aushandeln ist in unregulierten Märkten schließlich der Normalfall. Relevant ist an der

Informationslage im Kern des Internets, dass der Grad von Vertraulichkeit im Zusammenschaltungsmarkt nicht einmal in Abwesenheit von Regulierungsvollumfänglich in der Hand der beteiligten Akteure liegt, sondern dass die Architektur Informationen teilweise preisgibt.

Durch die Folie von BGP erscheint die Konnektivitätsökonomie vorläufig wie ein eigentümlich halbtransparenter Netzwerk-Markt.⁹² Bedingt durch die Architektur des Internets wissen Netzbetreiber mehr voneinander als Konkurrenten in anderen Märkten. Diese informationellen Rahmenbedingungen geben Netzbetreibern Kontextinformationen übereinander. Bei Verhandlungen zum Beispiel können beide Parteien aus den erhaltenen AS-Pfadankündigungen vorhandene Geschäftsbeziehungen der anderen Partei ablesen. BGP gibt mit etwas Geschick auch Einblicke in die Topologie anderer Autonomer Systeme, was Rückschlüsse über die strategische Ausrichtung des Netzbetreibers zulässt.

In den Vordergrund rückt durch die teilweise Transparenz weniger die Frage, mit wem ein Marktteilnehmer interagiert, sondern vielmehr, wie die bereits festgestellten, weil beobachteten Beziehungen zu interpretieren sind. Diese Vorinformation versetzt Netzbetreiber in die Lage, ihre Handlungsoptionen besser zu bewerten. Man könnte auch sagen: Die Transparenz gibt Netzbetreibern Leads. En passant stärkt sie auch die individuelle Macht/Position derjenigen, die in der Lage sind, die Informationen zu interpretieren, nämlich

92. Die Konnektivitätsökonomie lässt sich nur in Teilen als Markt bezeichnen. Tatsächlich vereint sie die Mechanismen des Marktes und der Koproduktion. Die Analyse findet sich im Kapitel „Marktkoordination und Koproduktion: Transit und Peering als Grundformen der Zusammenschaltung“ ab S.160.

die der Netzwerker*innen.^{93, 94}

2.2.5 Netzbetreiber sind nicht gleich – die Rolle der Topologie

Bisher wurde aus Gründen der Vereinfachung indifferent über Netzbetreiber gesprochen beziehungsweise Unterschiede wurden nur angedeutet. Dabei beeinflussen die Größe und Stellung eines Autonomen Systems in der Topologie des Internets sowie dessen Aufbau alle genannten wechselseitigen Aspekte – das Risiko, zum Empfänger falscher Routeninformationen zu werden ebenso wie die verfügbaren Informationen über den Zustand des Routing-Systems. „In der Topologie versammelt sich Macht“, schreibt Mathew (Mathew 2014: 69). Zwischen den Netzbetreibern gibt es, je nach Betrachtungswinkel, große

93. Zu den Fähigkeiten, die das Berufsbild „Netzwerker*in“ ausmachen, siehe „Berufliche Qualifizierung erfordert Austausch“, ab S. 256.

94. Die Spannung zwischen Transparenz und Intransparenz von Verbindungsarrangements spielt auch vis à vis externen Dritten wie Regulieren oder der Öffentlichkeit eine Rolle. Das öffentliche Interesse an Internet-Konnektivität ist heute stärker denn je, weil so viele kritische Dienste vom Internet abhängen – von der Energieversorgung über die öffentliche Verwaltung bis zum Mediensystem (Vgl. Hall et al. 2011). Es ist im öffentlichen Interesse, dass Netzbetreiber verlässlich Internet-Konnektivität produzieren. Und Transparenz gilt als Instrument, um Märkte zu stabilisieren und deren Legitimität zu steigern (Garste und Thedvall 2014: 1). Insofern schließt sich die Frage an, ob die architektonisch bedingte Transparenz durch BGP dafür hinreichend ist. Einerseits gewährt sie wie ein Fenster einen Einblick in die Konnektivitätsordnung und stellt die Basis für Legitimitätsprüfungen dar. Durch das, was intransparent bleibt, wirkt sie aber auch wie eine Scheibe, die davon abhält näherzutreten und Details zu sehen.

Machtgefälle.

Ein Internetzugangsanbieter – also ein Autonomes System am Rande des Internets – kann beispielsweise durch seine Stellung als Gatekeeper zwischen Endnutzer*innen und dem Rest des Internets die Endkund*innen gegenüber anderen Netzbetreibern monopolisieren. Ein Content Delivery Network kann aufgrund seiner verteilten Struktur besonders gut mit sogenannten DDOS-Attacken⁹⁵ umgehen, weil es die plötzlich hohen Zugriffe von diversen Standorten aus bedienen und die Last damit verteilen kann (Fachjargon: Load Balancing). Und wenn sich einer der “Hyper Giants” genannten Netzbetreiber entschließt, an allen Zusammenschaltungspunkten einen neuen technischen Standard anzubieten, etwa IPv6, dann entsteht dadurch ein Anreiz für lokale Netzbetreiber, diesen Standard ebenfalls einzuführen (Meier-Hahn 2016: 22). Umgekehrt kaum.

Auch die Einsichten der Netzbetreiber in das Internet unterscheiden sich, wie bereits bei der Perspektivität angedeutet. Je näher ein Netzbetreiber am Rand des Internets ist, desto verlässlicher können seine Zusammenschaltungspartner beurteilen, ob Routen-Informationen plausibel erscheinen und woher sie wirklich stammen. Je weiter entfernt vom Rand, also je zentraler in der Topologie, Zusammenschaltungen stattfinden, desto aggregierter sind dagegen auch die Routen-Informationen. In der Topologie des Internets materialisiert sich inso-

95. DDOS steht für distributed denial of service. Bei einer DDOS-Attacke kontrolliert die angreifende Person eine Vielzahl von Hosts – zum Beispiel ein Bot-Netz – und lässt diese Datenverkehr an das Ziel der Attacke senden, um eine Überlastung zu bewirken (Kurose und Ross 2013: 57).

fern, dass Netzwerker*innen bei der Herstellung von Internet-Konnektivität unter unterschiedlichen Voraussetzungen arbeiten. Je nachdem, welches Netzwerk sie vertreten, haben sie Zugriff auf unterschiedliche informationelle Ressourcen. Und die Topologie verstärkt oder vermindert die Effekte ihrer operativen Entscheidungen.⁹⁶

2.3 Zusammenfassung: Die Rahmenbedingungen der Internet-Architektur auf einen Blick

Technische Architekturen sind weder gut noch schlecht. Aber sie geben denjenigen, die mit ihnen interagieren, Möglichkeitsräume, und sie rahmen deren Handeln. Die den Architekturen zugrundeliegenden Gestaltungsprinzipien implizieren soziale und damit auch ökonomische wie politische Wahlentscheidungen. Das Internet wurde konzipiert als global verteiltes System ohne zentrale Kontrolle. Es gibt keine alleinige Aufsicht oder Ordnungsmacht, die das Internet in seiner tatsächlichen Gestalt vollständig überblickt oder das Verhalten von Netzbetreibern prüfen oder sanktionieren könnte.

Zwei technische Protokolle stellen die Weichen der Konnektivitätsökonomie, indem sie zwei Arten von Unsicherheiten im Kern des Internets platzieren. Es

96. Siehe dazu auch Mathew (2014: 163).

handelt sich um das Border Gateway Protocol (BGP) und das Internet Protocol (IP), und die Unsicherheiten sind operativer und ökonomischer Natur. Das Border Gateway Protocol bringt die operativen Unsicherheiten. Netzbetreiber etablieren damit auf der Anwendungsebene des Internets das Wegeinformations- und Wegewahlsystem. Netzbetreiber übermitteln einander mit BGP wechselseitig Informationen über ihnen verfügbare Wege zur Weiterleitung von Datenverkehr. Weil diese Routen-Informationen in der gängigen Version von BGP allerdings nicht verifiziert sind und weil das Protokoll als schwierig zu konfigurieren gilt, besteht die Gefahr, dass es zu Missbrauch kommt oder dass Netzbetreiber einander versehentlich durch die Weitergabe illegitimer oder fehlerhafter Routenangaben schaden, indem sie zum Beispiel durch Überlast Konnektivitätsstörungen verursachen. Netzbetreiber sind insofern wechselseitig voneinander abhängig. Für alle ist es wichtig, dass auf das globale Routing-System Verlass ist. Und es ist im Interesse aller, dass Zusammenschaltungen auch Dritter generell gelingen, damit im Internet eine Datenübermittlung von Ende zu Ende stattfinden kann. Würden Netzbetreiber auf dieses Ziel hin nicht zusammenarbeiten, hätte keiner von ihnen ein Produkt. BGP induziert insofern eine operative Unsicherheit in die Konnektivitätsökonomie, die Kooperation zwischen Netzbetreibern zwar nicht gewährleistet, aber begünstigt.

Ein weiterer Aspekt von BGP begünstigt, dass Netzbetreiber trotz Konkurrenz zusammenarbeiten. Denn weil das Wegeinformationssystem des Internets auf Basis von BGP dezentral entsteht, ist die Informationslage perspektivisch gebunden. So sieht jeder Netzbetreiber durch die von seinen Zusammenschal-

tungspartnern erhaltenen Routeninformationen ein je eigenes Bild des Internets. Keiner hat vollständige Übersicht. Art und Umfang der Einblicke, die ein Netzbetreiber in die Konnektivitätsordnung haben kann, unterscheidet sich nach dem Aufbau seines Netzes und nach dessen Position in der Internet-Topologie insgesamt. Weil keiner allein alles wissen kann, aber alle die Information brauchen, liegt es nahe, dass Netzbetreiber insbesondere bei Irritationen im Routing-System, Erkenntnisse miteinander austauschen.

Mit Blick auf die Konnektivitätsökonomie schafft die Abhängigkeit von BGP eine Art von Transparenz, die es in anderen Branchen und Märkten nicht gibt. Denn jede Verbindung, die im Routing-System sichtbar wird, legt offen/impliziert die Auskunft, dass zwei Unternehmen miteinander eine Geschäftsbeziehung haben. Der umgekehrte Schluss ist jedoch nicht richtig: Verzeichnet das Routing-System keine Verbindung zwischen zwei Netzbetreibern, heißt das nicht, dass diese Netze nicht doch zusammengeschaltet sind. Jeder Netzbetreiber ist frei, seine Routen selektiv zu annoncieren. Die Konnektivitätsökonomie ist also geprägt von einer Gleichzeitigkeit von Transparenz und Intransparenz.

Zur Intransparenz gehört auch, dass BGP zwar die Existenz von Beziehungen zwischen Netzbetreibern enthüllt, nicht aber deren kommerziellen Charakter. Von außen lassen sich keine Einzelheiten über Zusammenschaltungsarrangements erkennen – nicht wer Anbieter ist oder wer Kunde, nicht ob oder wem bezahlt, nicht der Umfang oder die Auslastung einer Zusammenschaltung. Durch BGP schillern also geschäftliche Verbindungen auf, aber deren Charakter

müssen Netzwerker*innen interpretieren. Damit lässt sich überleiten zur angesprochenen ökonomischen Unsicherheit.

Die ökonomische Unsicherheit verankern BGP und IP gemeinsam im Kern des Internets. Denn automatisiert interagieren Netzbetreiber nur mittels dieser zwei Protokolle miteinander. Aber keines von ihnen ist darauf ausgelegt, wirtschaftlich als für relevant erklärbare Metriken zu übermitteln. BGP gilt als ausdrücksschwach, weil es keinen Mechanismus mitbringt, um automatisiert geschäftliche Aspekte der Zusammenschaltung zu regeln – es kann keinen Werteübertrag abbilden, und es etabliert auch kein Abrechnungssystem. Zwei Ebenen tiefer im Protokollstapel setzt sich die ökonomische Unsicherheit beim Internet Protocol fort. Als einziges Protokoll sitzt es auf der Netzwerkebene des Internet-Protokollstapels, wo es die Weiterleitung von IP-Paketen übernimmt. Das heißt, es stellt das universelle Format und den universellen Mechanismus für Datenaustausch im Internet dar. Doch stellen die IP-Pakete nur Ausschnitte aus Kommunikationsvorgängen dar, keine begreifbaren Entitäten. Das Internet Protocol selbst kennt keinen Zusammenhang zwischen den IP-Paketen – es hat keinen Zustand –, und IP-Pakete aus unterschiedlichen Kommunikationsvorgängen werden über denselben Kommunikationskanal gesendet. Deshalb kann dieses für das Internet so zentrale Protokoll keine Transaktionen registrieren. Weil die Internet-Architektur keine praktikablen Anknüpfungspunkte für transaktionsorientierte Tarifmodelle zwischen Netzbetreibern bietet, stellt sich die Frage, wie Netzbetreiber diese Lücke füllen, wenn sie doch miteinander wirtschaften wollen. Dies ist eines der Rätsel der Konnektivitätsökonomie.

3 Konzeptuelle Forschungsperspektive

3.1 Theoriebildung auf Basis einer interpretativen Methodologie

Die Arbeit basiert auf einer interpretativen, empirischen Methodologie (Schwartz-Shea und Yanow 2012). Sie geht davon aus, dass gesellschaftliche Zusammenhänge nicht objektiv gegeben sind, sondern dass das Verhalten von Akteuren und deren Sensemaking grundsätzlich situiert sind. Das heißt, dass Akteure unterschiedliche soziale Realitäten erleben und wahrnehmen. Insofern gibt es nicht eine einzige Wahrheit, die sich entdecken und deduktiv erklären lässt. Vertreter der interpretativen Methodologie tun sich deshalb schwer mit Generalisierungen, sofern diese nicht eng mit Beschreibungen verbunden sind. Auch diese Arbeit unternimmt Verallgemeinerungen so, dass deren Kontext-Bezug erhalten bleibt. Hinzu kommt, dass sich Wissenschaftler*innen selbst in den intersubjektiven Welten befinden, die sie untersuchen. Deutungen wie wissenschaftliche Paradigmen bilden damit eine gesellschaftliche Konstruktion der Realität (Berger und Luckmann 1966; Lamnek und Krell 2016: 46; Flick 2007: 100-105).

Aus der interpretativen Methodologie folgt, dass diese Arbeit keine Konzepte in abstrakte Variablen übersetzt, sie operationalisiert oder deduktiv testet. Sie prüft keine formalen Hypothesen über allgemeine Zusammenhänge (Schwartz-Shea und Yanow 2012: 18). Vielmehr informieren zwar theoretische Konzepte diese Forschung und die Forschungsfragen – schlechterdings ist es unmöglich, ohne Haltung oder Vorwissen in eine Untersuchung zu gehen. Aber Verständnis, Interpretation und Theoretisierung bleiben empirisch generiert und grundiert⁹⁷. Mit anderen Worten: Die im Verlauf dieser Arbeit entwickelten Konzepte sind Vorschläge, die aus den erhobenen Evidenzen hervorgehen. Aus dieser empirischen Verbundenheit folgt auch, dass keine beweisbare, wahre Theorie entsteht (Whetten 1989). Es ergibt sich vielmehr ein Vorschlag für eine gerechtfertigte, weil konsistente und plausible Erklärung der Konnektivitätsökonomie, die das rätselhafte Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb beschreibt und schlüssig begründet.

Die diesem Ansatz der Theoriebildung zugrundeliegende Denkbewegung lässt sich als abduktiv bezeichnen. Der abduktive Theoriebildungsansatz geht zurück auf den US-amerikanischen Pragmatisten Charles Peirce (Swedberg 2014: 101-106). Abduktives Theoretisieren liegt induktiven Verfahren nahe, startet aber nicht mit einem vollständig offenen Blick auf die Empirie, sondern mit einem Rätsel. Im Prozess des Theoretisierens vollzieht der oder die Forschende

97. Ich verwende das Wort „generiert“ anstatt „gefunden“, um deutlich zu machen, dass bereits das Forschungsdesign Wahlentscheidungen impliziert, die zur Hervorbringung bestimmter (und nicht anderer) Evidenzen führen.

eine Wechselbewegung. Sie bewegt sich rekursiv hin und her zwischen einer Exploration des Rätsels und möglichen Erklärungen, die die Beobachtungen normaler oder „natürlicher“ erscheinen lassen (Schwartz-Shea und Yanow 2012: 27-28; Reichertz 2013: 284-286).

Die Rätsel dieser Arbeit wurden nicht einfach vorgefunden. Die Forschungsfragen erwuchsen daraus, dass existierende Forschung zur Konnektivitätsökonomie Wissenssilos produziert hat, die Erklärungslücken bezüglich der Frage lassen, wann Netzbetreiber wie und warum miteinander kooperieren (oder nicht). Teilweise bietet die existierende Forschung auch Erklärungen an, die sich nicht mit eigenen, ersten Beobachtungen im Feld decken. Deshalb wurde der abduktive Ansatz gewählt. Die Auswahl der konkreten Methoden und Datenerhebungsverfahren (S. 149 ff.) erfolgte im Lichte der skizzierten interpretativen Methodologie und ist theoretisch informiert durch die Konventionentheorie. Diese wird im folgenden Abschnitt vorgestellt.

3.2 Einführung in die Konventionentheorie

Der empirische Teil der Arbeit adressiert die Forschungsfragen Nummer zwei und Nummer drei:

2. Wie überwinden Netzwerker*innen aus der Internet-Architektur erwachsende Unsicherheiten und navigieren das Spannungsverhältnis zwischen

Kooperation und Wettbewerb in der Praxis?

3. Wie lässt sich die Gemeinschaft der Netzwerker*innen im Hinblick auf die Konnektivitätsökonomie dimensionieren?

Die Analyse baut auf den theoretischen Ansatz der Konventionentheorie auf (im französischen Original „*économie des conventions*“, im Folgenden EC) und leistet hier einen theoretischen Beitrag.

Bei der EC handelt es sich um eine transdisziplinäre Forschungsperspektive, die die ökonomische Koordination von Akteuren in den Blick nimmt. Sie weist Gemeinsamkeiten mit der pragmatischen Soziologie auf, eröffnet aber neue Perspektiven auf Forschungsfelder, die lange anderen Disziplinen vorbehalten waren, wie etwa Märkte den Wirtschaftswissenschaften, Gemeinwohlfragen den Politikwissenschaften oder formale Regulierung den Rechtswissenschaften. Dieses Kapitel stellt Grundpositionen und Konzepte der EC vor.

Das Besondere an der EC ist, dass sie drei Aspekte sozialen Handelns integriert, die oft voneinander getrennt betrachtet werden. Dies sind erstens die Gründe, aus denen Akteure handeln, zweitens die Art und Weise, wie Handlungen koordiniert werden, und drittens, welche Rolle dabei Werte und Gemeingüter spielen (Eymard-Duvernay et al. 2003: 1). Dadurch verbindet die EC pragmatische mit normativen Elementen.

Die Ursprünge der EC gehen auf eine französische Forschergruppe zurück, die sich Mitte der 1980er-Jahre mit Fragestellungen befasste, die quer zu den Wirtschafts-, Sozial- und Politikwissenschaften lagen. Zu dieser Gruppe gehörten unter anderem Luc Boltanski, Francois Eymard-Duvernay, André Orléan,

Robert Salais und Laurent Thévenot. In Frankreich früh wahrgenommen fand die EC erst im Laufe der 1990er-Jahre auch international Beachtung. Das könnte teilweise auf Sprachbarrieren zurückzuführen sein – die Grundlagenwerke der EC waren zunächst nur auf Französisch erschienen. Weitere Verbreitungshemmnisse dürften jedoch formaler Natur sein. Denn die EC proklamiert mit ihrem namensgebenden Konzept der „Konvention“ keine vollständige Theorie im klassischen Sinne, sondern präsentiert die Konvention in einem Bündel von weiteren Konzepten. Das macht es bis heute schwierig, von einer Theorie zu sprechen. Auch der offene, transdisziplinäre Charakter der EC hat dazu beigetragen, dass zwar Forschende aus unterschiedlichen Disziplinen bei der EC Anleihen genommen und sie in Feldern wie Arbeitsmärkten (Salais 2007), industrieller Produktion (Salais und Storper 1992) oder dem Recht weiterentwickelt haben. Nicht immer haben die Forschenden dabei aber ihre Ergebnisse rückgekoppelt und auf eine theoretische Konsolidierung hingewirkt. Die Bedeutung der EC spiegelt sich heute daher in einem inzwischen kaum mehr überschaubaren Korpus von Arbeiten, die die EC entweder als analytische Perspektive empirisch anwenden oder die Theorieentwicklung vorantreiben, etwa aus Deutschland (Diaz-Bone 2009; Diaz-Bone und Salais 2011; Diaz-Bone 2011, 2014, 2018; Knoll 2013a, b, 2017b, a; Mützel 2013), Schweden (Aspers 2008) oder den USA (Young 1996; Lamont und Thévenot 2000; Thévenot et al. 2000).⁹⁸ Manche sehen in der EC aufgrund all dieser unkonventionellen Merk-

98. Für eine ausführliche, historische Rekonstruktion der Entstehungsgeschichte der Ökonomie der Konventionen als Grundlagentheorie und Wissenschaftsbewegung siehe Diaz-

male eine Wissenschaftsbewegung (Ibid.: 51-54).

Die folgende Darstellung zentraler Konzepte bleibt insofern zwangsläufig lückenhaft. Auch das Verhältnis der EC zu Paradigmen der Disziplinen, in deren traditionellen Tatsachenbereichen sie sich bewegt, deutet diese Arbeit aus Platzgründen nur an und verweist für ausführlichere Diskussionen zum Beispiel auf die Arbeiten zum Verhältnis der EC zur Institutionenforschung (Knoll 2013b, 2017c; Diaz-Bone 2009, 2014), dem Pragmatismus (Bogusz 2013; Knoll 2013a) oder dem breiten Bouquet der Wirtschaftswissenschaften (Rallet und Motlow 1995).

3.2.1 Konventionen sind Koordinationslogiken

Ihren zentralen Begriff, die Konventionen⁹⁹ (konzeptionell immer gedacht im Plural), versteht die EC nicht im herkömmlichen Sinne als Gewohnheiten, Bräuche, Standards oder Sitten wie etwa in der Feldtheorie von Pierre Bourdieu oder der klassischen Soziologie Max Webers. Im Sinne der EC handelt es sich

Bone (2015).

99. Der Begriff der „Konvention“ ist im Deutschen aufgrund der früheren wissenschaftlichen Verwendung nicht selbsterklärend. So haben sich mehrere Begriffe herausgebildet, die häufig verwendet werden, um das Konzept im Sinne der EC zu umschreiben. Dazu gehören „interpretative Rahmen“ und „Koordinationslogiken“. Auch der Begriff der „Qualitätskonventionen“ wird häufig gleichbedeutend mit „Konventionen“ verwendet. Er ist etwas später entstanden, als man sich auf Prozesse der Qualifizierung konzentriert hat. Der Begriff der „Rechtfertigungsordnungen“ wird ebenfalls synonym mit „Konventionen“ verwendet, hebt aber auf eine andere Dimension des Konzeptes ab, nämlich die der Legitimierung sozialen Handelns (siehe dazu S. 129 ff.).

bei Konventionen vielmehr um interpretative Rahmen, auf die Akteure zurückgreifen, um Situationen zu begreifen, sie zu evaluieren und darin zu handeln.¹⁰⁰

„Konventionen sind Koordinationslogiken, die in Situationen von kompetenten Akteuren pragmatisch in Werk gesetzt werden.“ (Diaz-Bone 2018: III)

Konventionen erwachsen aus kollektiven Alltagserfahrungen möglicher Problemwahrnehmungen und -lösungen. Deshalb geht die EC nicht von einer fixen Menge gegebener Konventionen aus, sondern von einer grundsätzlichen, erweiterungsfähigen Pluralität.

Das Besondere an Konventionen im Sinne der EC ist, dass diese sowohl in der Praxis verankert sind als auch immer eine normative Dimension haben: „Akteure verwenden Konventionen, um ihre Aussagen [...] darüber, wie die Dinge sein sollten, zu konstruieren und zu rechtfertigen.“ (Diaz-Bone und Thévenot 2010: par.10) Konventionen sind zu verstehen als dialektisches Zusammenspiel zwischen individuellem Urteil und Bezug auf kollektive Prinzipien. Ihre Fokussierung auf einzelne Akteure bringt die EC in eine Nähe zum methodologischen Individualismus der orthodoxen Ökonomie¹⁰¹. Abweichend davon

100. Synonyme Begriffe für Konventionen sind kollektiv etablierte Koordinationslogiken (Diaz-Bone 2015) oder Handlungsgrammatiken (Knoll 2012).

101. „Methodologischer Individualismus“ bezeichnet solche theoretischen Ansätze, die gesellschaftliche Phänomene als Summe unabhängiger, individueller Einzelentscheidungen erklären – und nicht etwa als das Ergebnis von Gruppen- oder Organisationsprozessen oder als Ausdruck von Normen oder Kultur. Die vielleicht prominenteste Denkschule, die auf methodologischem Individualismus fußt, ist die neoklassische Ökonomie, die den Markt so

geht sie aber gleichzeitig davon aus, dass Akteure soziale Wesen sind. Sie können sich nicht der Kenntnis sie umgebender, konkurrierender Kollektivvorstellungen darüber erwehren, was im Sinne des Gemeinwohls wertvoll ist und was nicht. Kollektivvorstellungen müssen dabei nicht als solche reflektiert sein, um sich einzuprägen. Sie finden im gesellschaftlichen Leben mannigfaltig indirekt Ausdruck – sei es in akzeptierten wissenschaftlichen Erkenntnissen, in Gesetzen, in Institutionen, in Diskussionen über die richtige Politik oder in den Dos und Don'ts des alltäglichen Miteinanders. In all solchen Lagen beruft sich auf kollektive Vorstellungen von richtig und falsch, wer andere überzeugen will oder das eigene Handeln rechtfertigen muss. Die EC unterscheidet sich insofern sowohl vom methodologischen Individualismus, der soziale Ordnung ganz aus dem Individuum ableitet, als auch von holistischen Ansätzen (Rallet und Motlow 1995: 175; Diaz-Bone 2015: 330-332).¹⁰²

3.2.2 Akteure handeln unter Unsicherheit

Vertreter der EC verstehen Konventionen als Antworten auf Unsicherheit. Unsicherheit erwächst aus der Ungewissheit über die Handlungen anderer und deren Erwartungen. Anders als etwa die Mainstream-Wirtschaftswissenschaften, die Unsicherheit primär auf fehlende Information beziehen (Beckert 1996),

erklärt.

102. Die pragmatische Ökonomie der Konventionen wählt die „Internalisierung von Institutionen (in die Koordination von Handelnden) als Erklärungsstrategie“, nach der sich Konventionen praktisch artikulieren. (Diaz-Bone 2015: 296)

gehen die EC von einer weitgehenderen Unsicherheit aus.

„Jede soziale Koordination (und spezifischer: jede Ökonomie) ist durch Unsicherheit über die Annahme von Koordinationsangeboten, über das Zustandekommen geteilter Interpretation und über das Gelingen von Koordination (und spezifischer: von Produktion und Absatz) gekennzeichnet.“ (Diaz-Bone 2018: 217)

Die EC nehmen an, dass menschliches Handeln per se unter Unsicherheit geschieht, und zwar, weil es keine allgemeinen Determinanten gibt. Ihrer Auffassung nach beeinflussen Faktoren, die in anderen Gesellschaftstheorien betont werden – wie etwa externe Strukturen, politische Institutionen, Normen oder Werte – zwar menschliches Handeln. Aber sie bestimmen es nicht. Und auch folgen Akteure nicht einem einzelnen Grundprinzip, wie etwa der sogenannte homo oeconomicus in der neoklassischen Wirtschaftstheorie der Nutzenmaximierung folgt.

Mit dem Konzept der Konvention präsentieren die EC stattdessen einen Erklärungsansatz dafür, wie Akteure praktisch Unsicherheit überwinden. Die EC postulieren, dass Akteure in Situationen auf eine Pluralität von Koordinationslogiken zurückgreifen. Weil Akteure die jeweilige Angemessenheit einer Konvention nicht allgemein evaluieren, sondern situativ, sind die Untersuchungseinheit der EC Situationen (Bogusz 2013; Biggart und Beamish 2003; Knoll 2013b: 40). Deshalb wird die EC auch als „pragmatischer Situationismus“ (Diaz-Bone 2015: 23-24) bezeichnet.

3.2.3 Akteure haben eine politische Kapazität

Die EC baut methodologisch auf ein starkes Akteursbild auf. Sie geht von kompetenten, handlungsfähigen Akteuren aus, die nicht nur eine kognitive, sondern auch eine kritische, das heißt: politische Kapazität haben (Boltanski und Thévenot 1999). Akteure sind demnach in der Lage, Situationen kognitiv zu reflektieren, sie zu interpretieren und sie zu bewerten. Die angenommene Pluralität von Konventionen impliziert das Vorhandensein einer interpretativen Rationalität bei den Akteuren. Sie kann den Akteuren unterschiedliche Denkweisen oder Grundlagen für Erkenntnis (Epistemologien) vernünftig erscheinen lassen. Rationales Handeln bedeutet in den EC also nicht zwingend Kalkulation. Vielmehr ist rationales Handeln ein solches Handeln, das *auf Konventionen bezogen* vernünftig erscheint. Akteure können bewerten, welchen interpretativen Rahmen sie für eine Situation für angemessen, für rational halten. Salais nennt das eine „praktische Rationalität“ (2007: 97).¹⁰³ Damit bieten die EC eine pragmatische Perspektive auf soziales Handeln, die die Kompetenzen und politischen Fähigkeiten der Akteure betont, anstatt etwa von generalisierten Präferenzen auszugehen.¹⁰⁴

103. Das Menschenbild der EC unterscheidet sich außerdem von dem des homo oeconomicus dahingehend, dass ihm keine vollständige Aufnahme- und Verarbeitungsfähigkeit aller Informationen unterstellt wird, um Nützlichkeit maximieren zu können, sondern „bounded rationality“. So lassen sich die EC eher bei einem „cognitive realism“ einordnen (Favereau et al. 2002: 216).

104. Indem die EC eine Dualität annehmen zwischen der Praxis des individuellen Urteilens und dem Bezug auf allgemeine Prinzipien erinnern sie an Giddens Strukturierungstheorie (Giddens 1984). Ohne an dieser Stelle eine Diskussion dieser beiden Ansätze leisten zu können, scheint

Weil es eine Pluralität von Konventionen gibt und weil Akteure ein kritisches Urteilsvermögen haben, haften ihnen Konventionen nicht dauerhaft an (wie etwa Werte). Akteure greifen situativ auf sie zu.

„[T]he same persons have, on the same day and in the same social space, to use different devices for assessment, including the reference to different types of worth, when they shift from one situation to another.“ (Boltanski und Thévenot 1999: 369)

3.2.4 Gemeinwohlbezüge dienen der Legitimierung

Mit dem Topos des Gemeinwohls in der Konventionentheorie haben sich besonders Thévenot und Boltanski in „Über die Rechtfertigung“ (2006, franz. Original 1991) beschäftigt. Diese Monografie gilt neben Storper und Salais' „Worlds of Production“ (1997) als eines von zwei Grundlagenwerken der EC. Thévenot und Boltanski argumentieren, dass interpretative Rahmen nur dann auch als legitime Koordinationslogiken gelten können, wenn sie einen Gemeinwohlbezug aufweisen. Denn um gemeinsam und gewaltfrei ökonomische Koordination zu erreichen, müssen Akteure eine Übereinstimmung (oder einen Kompromiss) über die moralische Ordnung erzielen, nach der sie die Situation

doch ein Unterschied zwischen beiden darin zu liegen, welche Qualität des Allgemeinen angenommen wird. Gegenüber den normativ gehaltvollen allgemeinen Rechtfertigungsordnungen in der EC scheint die Strukturierungstheorie einen weiteren Begriff des Allgemeinen zugrundezulegen.

beurteilen und in Übereinstimmung mit der sie handeln. Ohne impliziten Gemeinwohlbezug kann zwar Koordination gelingen, aber solcher Koordination fehlt eine gesellschaftliche Legitimierung.

Um welche Gemeinwohlvorstellungen handelt es sich aber? Welches sind empirische Beispiele für den Inhalt bisher rein formal beschriebener Konventionen? Wie eingangs geschildert, basieren Konventionen auf kollektiven Alltagserfahrungen und Wahrnehmungen möglicher Lösungen. Der Inhalt hängt also erstens praktisch davon ab, welche kollektiven Erfahrungen Gesellschaften machen, und zweitens normativ von den Gemeinwohlvorstellungen, die Gesellschaften im Kontext ihrer Erfahrungen als mögliche Lösungen auf Probleme entwickeln.

Thévenot und Boltanski rekonstruieren in „Über die Rechtfertigung“ historische Gemeinwohlvorstellungen. Dafür werten sie unter anderem bekannte Schriften der okzidentalen, politischen Philosophie aus. Sie analysieren die Schriften daraufhin, welche moralischen Wertordnungen und Vorstellungen von Gemeinwohl in ihnen zum Ausdruck kommen.¹⁰⁵ Sie identifizieren zunächst sechs, später zwei weitere Konventionen. Weil Konventionen meist im Konfliktfall zum Vorschein kommen, wenn jemand versucht, sein Urteil zu rechtfertigen, nennen sie diese allgemeinen Konventionen Rechtfertigungs-

105. Die beschränkte Werkauswahl hat ihnen bisweilen den Vorwurf eines okzidentalen Bias eingebracht. Dieser Vorwurf allerdings relativiert sich, wenn man berücksichtigt, dass die EC nicht von einem festen Korpus von Konventionen und damit verbundenen Gemeinwohlvorstellungen ausgeht, sondern von der Möglichkeit einer grundsätzlich nicht abgeschlossenen Pluralität von Konventionen.

ordnungen. Sie identifizieren eine inspirierte, eine handwerkliche und eine zivilgesellschaftliche Rechtfertigungsordnung sowie solche der Meinung, des Marktes, der Industrie, der Umwelt und des Netzwerks.¹⁰⁶

Zu jeder Rechtfertigungsordnung gehören nach Thévenot und Boltanski mit der Ordnung assoziierte Koordinationsweisen und Bewertungsmodalitäten sowie ein eigenes Inventar. Das Inventar besteht aus innerhalb dieser Ordnung als relevant erachteten Wesen. Das können Menschen sein, Objekte, aber auch konzeptionelle Dinge wie sogenannte Informationsformate. Informationsformate charakterisieren zum Beispiel die je eigene Art und Weise, wie Informationen einander innerhalb des Ordnungsrahmens weitergegeben werden (zum Beispiel informell-mündlich in der häuslich-handwerklichen Rechtfertigungsordnung, in Form von Standards und Statistiken in der industriellen, als Gesetze in der zivilgesellschaftlichen oder monetär in der Rechtfertigungsordnung des Marktes). Jede Ordnung beinhaltet auch eine eigene Auffassung davon, welche Eigenschaften ein Akteur haben muss, um in ihr legitimerweise gesellschaftliche Größe/Geltung/Wert zu haben. Wert repräsentiert zum Beispiel in der Rechtfertigungsordnung der Meinung Ruhm, in der zivilgesellschaftlichen Rechtfertigungsordnung ein gutes Wahlergebnis.

Wie gesagt nennen Thévenot und Boltanski diese interpretativen Rahmen nicht Konventionen oder Wertordnungen sondern Rechtfertigungsordnungen oder auch orders of worth. Mit dieser Begrifflichkeit tragen sie einem weiteren

106. Eine auf wirtschaftssoziologische Zusammenhänge hin angepasste Übersicht dieser Konventionen und ihrer Charakteristika findet sich auf Seite 129.

Charakteristikum der EC Rechnung, nämlich der Auffassung, dass Akteure Konventionen vor allem im Konfliktfall artikulieren müssen. Denn akzeptieren Akteure eine Konvention, dann gilt sie und wirkt wie selbstverständlich. Sie wirkt auf die Akteure natürlich und bleibt unreflektiert, weil Akteure sich regelhaft auf die darin enthaltenen Bewertungsmaßstäbe beziehen und sich in der darin angemessen erscheinenden Art und Weise gelingend koordinieren. Konflikte hingegen lassen Wandlungsdruck erkennen. Deshalb sind sie von zentraler analytischer Bedeutung.

3.2.5 Konflikte lösen Rechtfertigungen aus

Die Gleichzeitigkeit von Bewertung und Unsicherheit gilt in der EC als Motor sozialer Veränderung. Denn unter Unsicherheit bewerten zu müssen, impliziert eine Suchbewegung. Und bei dieser Suche nach dem richtigen Verhalten kann es dazu kommen, dass der Suchende den interpretativen Rahmen prüft. In diesem Realitätstest steckt das Potenzial des Wandels.¹⁰⁷

Weicht das Resultat der Prüfung von der Erwartung ab, kommt es zum Konflikt. Im Konflikt kommt zum Vorschein, dass die von den Akteuren zur Stabilisierung der Situation mobilisierten Ressourcen strittig sind und welche das sind. Denn im Moment der Auseinandersetzung sind die Beteiligten aufgefordert sich zu rechtfertigen. Sie müssen offenlegen, auf welche übergeordneten

107. Die Ökonomie der Konventionen betont insofern Dynamik vor Stabilität (obwohl sie letztere nicht ablehnt, wie später gezeigt werden wird) (Thévenot 2001: 406).

Prinzipien sie ihr Urteil gründen.

Idealtypisch gibt es in der EC zwei Arten von Konflikten: Ein Konflikt kann sich innerhalb der Konvention abspielen oder er kann über die Konvention hinausgehen. Bei einem Konflikt innerhalb der Konvention besteht Uneinigkeit darüber, ob eine ansonsten akzeptierte Bewertungsordnung in einer Situation richtig ausgeführt wird. Das führt zu einem Test, der das Ausmaß der Übereinstimmung mit dieser Ordnung prüft. Über die Konvention hinaus geht ein Konflikt, wenn ein Akteur die Legitimität des interpretativen Rahmens selbst für die Situation in Frage stellt und verlangt, dass eine andere Konvention in der Situation als interpretativer Rahmen dienen solle (Boltanski und Thévenot 2007: 222-276). Wie bei einer Kamera-Linse zoomt der Akteur dann aus der Konvention heraus. In diesem Moment werden unterschiedliche Gemeinwohlstellungen miteinander in Konkurrenz gebracht und es kommt zur Prüfung.

3.2.6 Mehrere Begriffe für ein Konzept:

Qualitätskonventionen,

Rechtfertigungsordnungen, Koordinationslogiken

Die Vielzahl von Einzelkonzepten sowie eine gewisse begriffliche Frönsigkeit erschweren die Rezipierbarkeit der EC. Einige Autoren haben Begriffe für unterschiedliche Kontextualisierungen im Wesentlichen gleicher Konzepte hervorgebracht. Insbesondere der von Thévenot und Boltanski geprägte Begriff der Rechtfertigungsordnungen (Ibid.) – der in diesem Kapitel bereits weiter oben mit Blick auf die Gemeinwohldimension von Konventionen Erwähnung

findet – sowie der später von Eymard-Duvernay und Thévenot vermehrt verwendete Begriff der Qualitätskonventionen liegen dicht beieinander und führen dadurch zu Verwirrung.

Wie Diaz-Bone (Diaz-Bone 2018: 147) herausarbeitet, verwenden Autor*innen den Begriff Qualitätskonventionen vor allem, wenn sie auf das Erfordernis eingehen, dass Akteur*innen Situationen von Unsicherheit evaluieren müssen, um in ihnen handeln zu können. Qualitätskonventionen betonen gewissermaßen stabilisierende Momente der Koordinationslogiken und lassen sich etwas besser auf Produktionszusammenhänge anwenden. Der Begriff der Rechtfertigungsordnungen hebt demgegenüber eher Konzepte hervor, die erforderlich sind, um Koordinationslogiken in Konfliktfällen diskursiv begründen und kritisieren zu können. Rechtfertigungsordnungen verweisen auf spannungsgeladene Momente. Der Begriff der Koordinationslogik wiederum, verweist darauf, dass sich mit jeder einzelnen Konvention ein Rationalitätsanspruch verbindet. Zur Erinnerung: Die EC geht davon aus, dass es nicht die eine Rationalität gibt, sondern dass Rationalität praktisch situiert ist. Akteuren können je nach Situation unterschiedliche Handlungsmaßstäbe rational erscheinen. Der selten explizit gemachten, aber innerhalb der EC geübten Praxis der hier beschriebenen Begriffsverwendung schließt sich diese Arbeit an.

3.2.7 Produktbezogene Qualitätskonventionen korrespondieren mit Produktionsweisen

Die Autoren der zweiten EC-Grundlagenmonografie „Worlds of Production“ (1997), Salais und Storper, entwickeln die EC mit Blick auf industrielle Branchen weiter. Sie stellen Produkte ins Zentrum ihrer Theorieentwicklung. Dabei entwickeln sie ungefähr zeitgleich mit Eymard-Duvernay und Thévenot ein besonderes Interesse an Qualifikationsprozessen. Zunehmend ist bei den EC nicht mehr nur von Konventionen die Rede, sondern von Qualitätskonventionen.

Salais' und Storpers grundlegende Hypothese besagt, dass die Art und Weise, wie die industrielle Produktion in einer Branche erstens organisiert ist, wie sie zweitens koordiniert wird und drittens, welche Geschäftsmodelle in der Branche existieren, letztlich darauf zurückzuführen seien, wie die produzierten Güter definiert würden. Die EC ist für sie damit eine

„**product-centred** theory of production organisation, where it is the choice of product, within a set of possibilities and limits influenced by technologies and markets, which defines forms of production organisation and economic coordination.“ (Salais und Storper 1992: 170, Hervorhebung ebd.)

Wie Unternehmen die Qualitäten ihrer eigenen Produkte definieren, bestimmt demnach, wie sich die Unternehmen organisieren und wie sie sich in ihrem Feld koordinieren, das heißt: wie sie Produktion und Absatz gestalten. Unterschied-

liche Qualitätskonventionen charakterisieren ihrer Ansicht nach unterschiedliche „Produktionswelten“. Das ist ihr Begriff für Typen der betrieblichen und inter-betrieblichen Koordination und Organisation.¹⁰⁸

Der Begriff der Qualität ist in der EC generischer zu verstehen als etwa im Deutschen, wo Qualität häufig mit „guten Eigenschaften“ gleichgesetzt wird. Bei Qualitätskonventionen geht es allgemeiner darum, wie ein Ding ökonomisch bestimmt wird, wie aus einem Ding ein Produkt wird. Mit Qualitätskonventionen etablieren Akteure Maßstäbe für Wertigkeiten und objektivieren Dinge, sodass sie für den Markttausch anerkannt werden. Qualifikation ist im Sinne der EC sowohl der Objektivierungsprozess, bei dem ein Ding zu einem Gut mit kollektiv anerkannten Eigenschaften gemacht wird, als auch das Ergebnis dieses Prozesses.

Im Sinne von Salais und Storper spiegeln sich in einer Branche oder einem Unternehmen – also gewissermaßen im Backend eines Wirtschaftsraumes – die Qualitätskonventionen des Produktes. Je nachdem, wie Akteure das Produkt verstehen, so wird es hervorgebracht. Dementsprechend gestalten Firmen die Beziehungen zu anderen Firmen unterschiedlich aus. Beispielsweise tarieren sie das Verhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb anders aus – je nachdem, ob es sich um ein spezialisiertes, ein generisches oder ein standardisiertes

108. Der Wahrnehmbarkeit der EC als de facto breit getragener Forschungsperspektive war es sicherlich nicht zuträglich, dass ihre Protagonisten mit wenig abgestimmt erscheinenden Begriffen gearbeitet haben. Rechtfertigungsordnungen, Produktionswelten, interpretative Rahmen, Koordinationslogiken, Handlungsgrammatiken – all diese Begriffe können weitestgehend synonym verwendet werden (vgl. S. 129 f.).

Produkt handelt.

In der Arena des Markttausches, also gewissermaßen dem Frontend eines Unternehmens, hat das Konzept der Qualifikation eine weitere Implikation. Die Notwendigkeit der Qualifikation von Gütern bedeutet, dass Märkte nicht einfach da sind. Märkte werden geschaffen, und zwar unter anderem dadurch, dass die zu tauschenden Objekte oder Leistungen von Marktteilnehmern zu Marktgütern mit abgleichbaren Charakteristika erhoben werden. Das ist der gemeinschaftliche Prozess der Qualifikation.

Qualifikation ist damit eine notwendige Voraussetzung für Märkte. Die EC versteht Märkte deshalb nicht in erster Linie als Orte der Preisbestimmung, sondern als „Orte, an denen die Qualität von Gütern getestet und evaluiert wird“ (Eymard-Duvernay et al. 2003: 12, eigene Übersetzung). Dahinter steht folgende Annahme: Wer beurteilen, bewerten und später tauschen will, der muss vergleichen und klassifizieren können – und zwar anhand von „gemeinschaftlichen Übereinkommen zwischen Käufern und Verkäufern darüber, was Qualität definiert“ (Favereau et al. 2002: 13). Qualitätskonventionen gehen Märkten demnach voraus, und sie halten sie zusammen.¹⁰⁹

“[...] the existence of stable goods markets is linked to implicit collective

109. Das Markt-Konzept der Ökonomie der Konventionen unterscheidet sich damit deutlich von dünnen Marktkonzepten, wie sie sowohl in der wirtschaftswissenschaftlichen Orthodoxie, aber auch in der Governance-Forschung Verwendung finden. Dort beginnt die Analyse, wenn Märkte bereits existieren (Krippner 2002: 787). Sie werden quasi als gegeben genommen, nicht als etwas, das die Marktteilnehmer beeinflussen.

agreements between buyers and sellers, on what defines quality: these ‘quality conventions’ are translated by firms into coherent ways of management, whose pure forms are studied as ‘enterprise models.’” (Favereau et al. 2002: 13)

Die EC entwickeln mittels Qualitätskonventionen sowohl ein relationales Konzept wirtschaftlicher Güter (Diaz-Bone 2008: 5) als auch einen endogenen Erklärungsansatz dafür, warum es Vielfalt in der unternehmerischen Produktionsorganisation gibt.¹¹⁰ In Regionen mit unterschiedlichen Produktionslogiken variieren demnach nicht etwa nur lokale Regulierungen, Diskurse oder Werte, sondern auch die Qualitätskonventionen (2008: 8). Es lassen sich zum Beispiel regionale Märkte als eigenständige Konfigurationen analysieren, sodass Charakteristika der Koordination sichtbar werden.

3.2.8 Systematisierung: zwischen den (bisher) bekannten allgemeinen und den produktbezogenen Qualitätskonventionen unterscheiden

Der Begriff der Qualitätskonventionen findet innerhalb der EC verwirrenderweise in unterschiedlichen Dimensionen Anwendung. Mal geht es um

110. Der endogene Erklärungsansatz unterscheidet die EC zum Beispiel vom institutionentheoretischen Rational-Choice-Ansatz, der Unterschiedlichkeit von Produktionsweisen mit exogenen Faktoren (wie Eigentumsrechten oder anderer Regulierung) erklärt (Hall und Taylor 1996).

allgemeine Qualitätskonventionen, auch Rechtfertigungsordnungen genannt. Sie erfordern die höchste gesellschaftliche Legitimation. Dann wieder haben Qualitätskonventionen nur eine begrenzte Reichweite.

Von begrenzter Reichweite sind zum Beispiel produktbezogene Qualitätskonventionen wie Salais und Storper sie beschreiben und wie sie auch der empirische Teil dieser Arbeit herausarbeitet. Es handelt sich um branchenspezifische Koordinationslogiken. Der Anwendungshorizont dieser engen Konventionen ist ganz praktisch eingeschränkt dadurch, dass sie nur innerhalb einer Branche bekannt sind und dort Verwendung finden. Die Koordinationsaufgaben, deren Überwindung die Konventionen ermöglichen, stellen sich nur in dieser Branche. Die Legitimität produktbezogener Qualitätskonventionen wird für gewöhnlich innerhalb eingeschränkter Handlungsöffentlichkeiten getestet – es sei denn, es kommt in einer Branche zu moralischen Konflikten, die Akteure eine Erweiterung der Öffentlichkeit fordern lassen.

Die allgemeinen, Haupt-Qualitätskonventionen, die die Tabelle auf Seite 138 zeigt, wirken in die spezifischen, produktbezogenen Qualitätskonventionen hinein. Anhand der gesichteten Literatur lassen sich leicht einige allgemeine Konventionen benennen, die in der Konnektivitätsökonomie des Internets einen Platz haben. Das sind insbesondere die Konvention des Marktes (Streben nach Preis- und Produktdifferenzierung), der Industrie (Effizienzstreben), der Zivilgesellschaft (Regulierungsdruck) und des Hauses (informelle Zusammenschaltungsarrangements).

Für die Rechtfertigungsordnungen (aka Haupt-Qualitätskonventionen) mit höchster gesellschaftlicher Legitimität formulieren Thévenot und Boltanski in „Über die Rechtfertigung“ ein Modell (Boltanski und Thévenot 2007: 108-114). Nur wenn sechs Axiome zutreffen, entfalten Koordinationslogiken höchste Reichweite und gelten in ihrem Sinne als allgemeine Rechtfertigungsordnungen. Diese philosophisch anmutenden Prinzipien lauten zusammengefasst wie folgt:

1. Es gilt das Prinzip des gemeinsamen Menschseins, das heißt alle einigungsfähigen Mitglieder eines Gemeinwesens müssen als solche identifizierbar sein und teilen das Menschsein.
2. Es gilt das Prinzip der Verschiedenartigkeit: Es gibt mehrere Zustände eines Gemeinwesens, auf die Verhaltensweisen hin abgestimmt werden können.
3. Alle Menschen haben eine gemeinsame Würde, die ihnen dieselben Zugangsmöglichkeiten zu den höchsten Qualitäten und Wertigkeiten gibt.
4. Die Qualitäten und Wertigkeiten lassen sich in eine Rangordnung bringen.
5. Es gibt einen spezifischen Investitionsmodus, der die Qualitäten und Wertigkeiten (unter Verzicht auf andere) erreichbar macht.
6. Die Qualitäten und Wertigkeiten bringen mehr Annehmlichkeiten, je weiter oben die sie erreichende Person in der Rangordnung steht – und befördern zugleich das Gemeinwohl.

Thévenots und Boltanskis erste sechs Rechtfertigungsordnungen – die des Handwerks, des Marktes, der Industrie, der Inspiration, der Bekanntheit und die staatsbürgerliche Konvention – wurden inzwischen ergänzt um zwei weitere: die ökologische Konvention und eine sogenannte Netzwerk-Konvention (die

sich missverständlicherweise nicht auf Infrastrukturen bezieht, sondern auf Selbstmanagement). Insgesamt sind bis dato also acht Rechtfertigungsordnungen bekannt.

Im umfassendsten deutschsprachigen Überblickswerk zur EC „Die ‚Economie des conventions‘“ (Diaz-Bone 2018) findet sich eine Systematisierung der Rechtfertigungsordnungen/Qualitätskonventionen, und zwar zugunsten einer Anwendung in der Wirtschaftssoziologie. Dafür wurden die Konventionen ergänzt um Kriterien der „Produktionswelten“ von Salais und Storper. Die Übersicht dient in dieser Arbeit zunächst vor allem als Matrix, um erstens die bisher abstrakten Beschreibungen der EC-Konzepte inhaltlich greifbar zu machen und zweitens nachvollziehbar zu machen, wie sich jede der allgemeinen Konventionen „durchkonjugieren“ lässt. Inhaltlich werden diese Haupt-Qualitätskonventionen erst wieder relevant in Verbindung mit dem späteren Kapitel „Die (neue) Rechtfertigungsordnung der Konnektivität“ (S. 289 ff.). Die in der linken Spalte genannten Kriterien spiegeln die zu Beginn des Kapitels bereits erwähnten Haupt-Dimensionen sozialer Koordination, die die EC zusammenbringt: Werte, Koordination und Rationalität. Um explizit wirtschaftliche Zusammenhänge mitzuerfassen kommen unten Produkt- und Organisationskriterien hinzu.

	Handwerkliche Konvention	Marktkonvention	Industrielle Konvention	Konvention der Inspiration
Wertigkeit	Vertrautheit, Tradition und Handarbeit	Nachfrageorientierung, freier Tausch	Planung und Standardisierung	Kreativität, Genie, Nonkonformität
Bewertungskriterium	Anerkennung, Reputation	Preis	Effizienz, Produktivität	Schöpfungskraft, Innovativität, Originalität
Format der relevanten Information	mündliche Überlieferung, Beispiele	Geldeinheiten	messbare wissenschaftliche Daten, Statistiken	Neuheit, Emotionalität
Qualifikation von Personen	Autorität und Flexibilität	Bedürfnisse und Kaufkraft	professionell-wissenschaftliche Kompetenz	Erfindungsreichtum, Innovationskraft
Beziehungslogik	... des Vertrauens	... des Tausches	... der Funktionalität	... des Glaubens an Kreativität
Produktqualität	Produkt ist individuell für Kunden hergestellt, besteht aus der in das Produkt eingegangenen Expertise des Herstellers, Qualität ist dauerhaft	Produktqualität ist instabil, weil nachfrageabhängig, und besteht in der Leistung, diese Nachfrage aktuell zu befriedigen	Produkt wurde kostengünstig, massenhaft, effizient produziert, Qualität besteht in der Angemessenheit von technischen Standards für den Massenkonsum	Produkte sind gegenüber anderen Produkten durch Neuerungen ausgezeichnet und sollen zukünftige Produktstandards repräsentieren
Produktion ist geprägt durch	geringe Arbeitsteilung, eher kleine Unternehmen	hohe Arbeitsteilung in Unternehmen, die viele Vorprodukte einkaufen	hohe Arbeitsteilung in großen Unternehmen, die viele Produktionsschritte integrieren	Flexibilität und Bereitschaft zur laufenden Verbesserung und Neuorganisation
Unternehmensformen, in denen Konvention typischerweise einflussreich ist	Familienbetrieb, mittelständisches Unternehmen (in Familienbesitz), Handwerksbetrieb	Börse, Aktiengesellschaft mit kurzfristiger Orientierung an Börsenwert	Konzern mit langfristiger Unternehmensstrategie, „Fabrik“	Forschungseinrichtung, Unternehmen der „creative industries“ (Designfirmen, Softwareentwickler, Werbefirmen, Eventagenturen)
Abteilungen in Unternehmen, i.d. Konvention typischerw. einflussreich ist	Produktion, Forschung- und Entwicklung	Marketing, Einkauf, Marktforschung	Produktion, Qualitätssicherung, Planung und Strategie, Rechnungswesen, Personalabteilung, Controlling, Einkauf, Marktforschung	Forschung und Entwicklung, Planung und Strategie, Produktion
Prüfung erfolgt anhand	Vertrauenswürdigkeit	Wettbewerbsfähigkeit	Stabilität und Kompetenz	Durchsetzung von Innovationen
Zeithorizont	Mittelfristig, an Tradition orientiert	kurzfristig, aktueller Preis relevant	eher langfristig, Planung	kurzfristig

Tabelle 1. Systematisierung der Qualitätskonventionen. Quelle: Diaz-Bone (Ibid.: 162-163).

Konvention der Bekanntheit	Staatsbürgerliche Konvention	Ökologische Konvention	Netzwerkkonvention
Bekanntheit, Ruhm, Ehre, Prominenz	Gleichheit, Fairness, Partizipation	Umwelt (deren Integrität)	Aktivität („Selbstmanagement“)
Menge der Anerkennenden	Kollektivität von Anliegen	Umweltverträglichkeit, Vermeidung von Externalitäten	Gelungener Abschluss des Projekts
Quoten und Reichweiten, Verkaufszahlen, Symbole, Logos	formal, offiziell, juristisch	ökologische Diskurse/ Berücksichtigung ökologischer Aspekte	Gespräche (Treffen, Sitzungen)
Bekanntheit in der Öffentlichkeit	Kollektive Anliegen vertreten können, sich für andere engagieren	Kenntnis u. Respektierung ökologischer Zusammenhänge bzw. Integrität	Projektfähigkeit, Teamfähigkeit, Begeisterungsfähigkeit, Flexibilität
... der Reputation	... des sozialen Engagements	... der Verantwortlichkeit	... der Projektorientierung
Produkte sind vertraut und verbreitet, sie erscheinen als verlässlich. Qualität erscheint im Lichte der Reputation des Herstellers	Produkt wurde hergestellt, ohne die Integrität der Rechte Dritter zu beeinträchtigen sowie um möglichst viel Partizipation zu ermöglichen	Produkt wurde hergestellt und konsumiert, ohne dass die Umwelt oder die Gesundheit beeinträchtigt wurde	Produkt ist Resultat einer Projektkoordination, dessen Qualität wesentlich in der Koordinationsfähigkeit von Einzelnen begründet liegt
Vermehrung und Wahrung des Markenimages	Berücksichtigung von Rechten, die weite Gleichheit und Partizipation stärken	geringe Arbeitsteilung in eher kleinen Unternehmen	Integration von Koordination, Planung und Herstellung
Markenhersteller, Dienstleistungsunternehmen (Beratungsunternehmen), „hanseatischer Kaufmann“	öffentlich-rechtliches Unternehmen, Genossenschaft, Verein, Nichtregierungsorganisation (NGO), Non-Profit-Organisation (NPO)	angelehnt an handwerkliche Konvention: regional produzierender und absetzender Betrieb, der in ökologischer Weise wirtschaftet	Einzelunternehmer („Freiberufler“), Projektkooperationen zwischen eigenständigen Unternehmen, Beratungsunternehmen
Marketing und Werbung, Öffentlichkeitsarbeit (PR), Marktforschung	Öffentlichkeitsarbeit (PR), Werbung, Rechtsabteilung, Gleichstellungsbeauftragte, Personalabteilung	Einkauf, Marketing, Planung und Strategie, Werbung, Öffentlichkeitsarbeit (PR)	Personalabteilung (interner und externer Arbeitsmarkt), Forschung und Entwicklung, Planung und Strategie
Gelungene Präsentationen und Auftritte; Anerkennung durch Öffentlichkeit, Publikum, Kritiker	Durchsetzung, Formulierung und Verteidigung von kollektiven Anliegen („für eine gerechte Sache“)	Nachhaltigkeit und Erneuerbarkeit, Vermeidung von Umweltbeeinträchtigungen	Gelingen des Projektes und Abnahme durch Auftraggeber (Arbeitgeber)
eher kurzfristig, Welt hat kaum Gedächtnis	langfristig	sehr langfristig	mittelfristig (Projekt als Zeithorizont)

Was die EC zusammenfassend zu einer vielversprechenden Analyseperspektive für die Konnektivitätsökonomie macht, ist, dass sie Koordination disziplinenübergreifend erklärt. Unterschiedliche interpretative Rahmen bringt dieser praxistheoretische Ansatz unter das gemeinsame Dach der situativen Beurteilung unter Unsicherheit, deren Ergebnis Koordination ist. Dabei geht die EC auf die stabilisierende Rolle von Artefakten ebenso ein wie auf die treibende Rolle von Konflikten. Sie beleuchtet eine Vielfalt von Bewertungsrationalitäten und spannt den Bogen zwischen individueller Praxis und Gemeinwohlvorstellungen. Die Frage nach dem Produkt stellt sie dabei ins Zentrum der Untersuchung von Produktionsprozessen und -strukturen.

3.3 Ökonomische Objektivierung unter den Bedingungen der Internet-Architektur

Zu den wenig thematisierten, aber doch allgemein anerkannten Vorstellungen von Wirtschaftssystemen und insbesondere von Märkten gehört, dass die auf ihnen gehandelten Güter oder Leistungen marktgängig gemacht werden müssen. Erst dann kann der Marktmechanismus greifen. Das steckt auch im deutschen Wort „produzieren“. In ihm kommen das Lateinische „pro“ (vor) und „ducere“ (führen) zusammen. Dinge werden vorgeführt. Sie werden zum Markt gebracht, ihm zugeführt. Dafür werden sie bestimmt und objektiviert.¹¹¹ Sie

111. Callon et al. verwenden dafür den Begriff „Singularisierung“, zu Deutsch: Vereinzelung

werden zu Produkten oder Diensten.¹¹² Dieser Vorgang wird selten betont – vielleicht auch deshalb, weil die Analysen der Mainstream-Wirtschaftswissenschaft vornehmlich auf solche Zusammenhänge fokussieren, in denen Produkte bereits als existent angenommen werden. Ein solcher Fokus blendet jedoch Fragen der Marktentstehung aus und führt implizit dazu, dass Produkte und damit Märkte naturalisiert werden. Ihre Warenförmigkeit wird nicht mehr hinterfragt. Dabei besteht – so eine zentrale Annahme dieser Arbeit – eine Wechselwirkung zwischen der Art und Weise, wie Produkte definiert werden und wie sich wirtschaftliche Akteure miteinander koordinieren.

Die EC befassen sich mit dem Vorgang der Vermarktlichung ausgiebig. Für Aspers (2011: 82 f.) ist die Frage, was auf einem Markt gehandelt wird, ein zentrales Kriterium zur Analyse von Märkten. Die EC bezeichnen den Vorgang der Vermarktlichung von Gütern oder Leistungen als „Qualifizierung“ (Callon et al. 2002; Favereau et al. 2002) und sprechen deshalb auch von Qualitätskonventionen. In einem Rückblick auf die Anfangszeiten der EC schreiben Favereau, Biencourt und Eymard-Duvernay:

„The existence of stable goods markets is linked to implicit collective agree-

(Callon et al. 2002). Dieser Begriff hebt das Einzigartige hervor. Diese Arbeit betont jedoch den Um-zu-Charakter von Produkten und verwendet daher den Begriff der Objektivierung oder auch des Dinges (um auch nicht-physische Objekte wie Konzepte oder virtuelle Produkte zu erfassen).

112. Analog bezeichnet Polanyi die Zuführung von Arbeit, Boden und Geld zum Markt als Vorgang, der sie warenförmig mache (Polanyi 1944: 72-73).

ments between buyers and sellers, on what defines quality: these ‚quality conventions‘ are translated by firms into coherent ways of management, whose pure forms are studied as enterprise models.“ (2002: 213)

Um miteinander handeln zu können, müssen Akteure gemeinsame Interpretationsrahmen für den Gegenstand ihrer Bemühung finden. Qualifizierung ist ein Schritt in diesem Objektivierungsprozess. Die Marktteilnehmer verständigen sich über die Merkmale, die den Gegenstand des Tausches ausmachen (Storper und Salais 1997: 38).

Bei der Qualifizierung handelt es sich um einen gemeinschaftlichen Prozess. Unbestimmte Dinge macht sie zu bestimmten Produkten oder Diensten. Qualifizierung erhebt ein Irgendetwas zu einem Um-zu von Wert. Aus einer Eisenlegierung wird zum Beispiel ein besonderer Stahl zur Produktion von Maschinen. Aus einer Tätigkeit wird eine Dienstleistung. Aus einem Versprechen, zu einem zukünftigen Zeitpunkt Aktien einer Firma zu einem vereinbarten Preis zu kaufen, wird ein Finanzprodukt. Bestimmte Eigenschaften und Charakteristika werden an dem Gut für relevant erklärt. Qualitätsvorstellungen bilden sich heraus. An die hervorgehobenen Eigenschaften können Bewertungspraktiken anknüpfen wie Haken an Ösen. Maßstäbe für Qualität bereiten Güter für Vergleich, Quantifizierung und Bewertung vor. Nur durch Qualifizierung kann es zu einer Verständigung über die Konkurrenz von Angeboten kommen. Das Qualifizieren von Gütern ist in einer Ökonomie

Voraussetzung für Wettbewerb.¹¹³

Zu den wenig offensichtlichen Aspekten von Qualifizierung gehört auch, dass Produkte mit Bezügen zum Gemeinwohl ausgestattet werden können. Allgemeiner gesprochen erfahren ökonomische Bereitstellungsprozesse eine Stabilisierung, wenn ihre Existenz und ihr Wirken im Streitfall gesellschaftlich akzeptiert werden oder sogar als dem Gemeinwohl zuträglich verstanden werden. Bei den meisten Produkten stellt sich die Frage nach dem Gemeinwohlbezug beim alltäglichen Tausch nicht. Aber in dem Moment, in dem zum Beispiel Zweifel über Ethik und Moral bestimmter Märkte aufkommen, entsteht ein Rechtfertigungsbedarf dafür, welchen gesellschaftlichen Wert die Erbringung und Bereitstellung darauf getauschter Produkte hat.

Besonders deutlich wird das, wenn Märkte an den Grenzen gesellschaftlicher Sittlichkeits- oder Moralvorstellungen angesiedelt sind, etwa Märkte für Sexarbeit, Leihmutterchaft oder Organhandel. Aber auch und gerade dann, wenn es um Märkte zur Koordinierung frei verfügbarer, aber begrenzter Ressourcen geht – zum Beispiel Wasser –, bedarf die Zuführung der Güter zum Marktmechanismus häufig der Rechtfertigung.¹¹⁴ Ihre Gemeinwohl-Kompatibilität

113. Über das Konzept der „Informationsasymmetrie“ gehen auch die Wirtschaftswissenschaften auf das Thema der Objektivierung ein. In seinem berühmten Aufsatz „The Market for „Lemons““ (Akerlof 1970) argumentiert Akerlof am Beispiel des Gebrauchtwagenmarktes, dass Märkte nur funktionieren können, wenn Käufer und Verkäufer den gleichen Zugang zu Informationen haben. Die EC und die Marktsoziologie gehen noch einen Schritt weiter, indem sie thematisieren, wie welche Eigenschaften von Objekten zu relevanter Information erklärt und damit als Qualitätsmerkmale anerkannt werden.

114. Der Ökonom Karl Polanyi verlieh seiner Marktkritik Ausdruck, indem er Arbeit und

müssen Produkte immer erst dann beweisen, wenn diese in Zweifel gezogen wird. Sie bildet den Fluchtpunkt ökonomischer Konflikte. Gemeinwohlvorstellungen sind dabei nicht als a priori, extern oder statisch zu verstehen, sondern sie unterliegen selbst dem Wandel.

Salais und Storper haben die in Unternehmen gepflegten Qualitätskonventionen verbunden mit der Art und Weise, wie Unternehmen die Produktion dieser Qualitäten organisieren. Sie schlagen eine produktzentrierte Erklärung ökonomischer Koordination vor. Im Gegenstand eines ökonomischen Verhältnisses spiegelt sich demnach dessen Produktion. Das Was und das Wie bedingen einander. Ändert sich das eine, ändert sich auch das andere. Die innerbetriebliche Organisation sowie der Umgang mit zur Produktion erforderlichen Ressourcen orientieren sich an der Produktdefinition (Storper und Salais 1997).¹¹⁵ Im Kontext der Konnektivitätsökonomie heißt das, dass sich am Gegenstand der Zusammenschaltung etwas über die seiner Herstellung zugrundeliegende Koordination ablesen lässt. Deshalb setzt diese Arbeit am Gegenstand und dessen Qualitätskonventionen an, um die Koordinationsmechanismen aufzuschlüsseln.

Das Besondere daran, Koordination mit Qualitätskonventionen zu verbinden, liegt darin, dass es Akteuren – anders als in der traditionellen Wirtschaftswissenschaft – nicht unterstellt, sie würden nach vorgängigen, festen Interessen

Boden als „fiktive Güter“ (1944: 68-76) deklarierte.

115. Boisard (2003) unterstreicht diese These mit einer vergleichenden Analyse der Camembert-Produktion nach handwerklicher versus industrieller Qualitätskonvention.

handeln. Es unterstellt ihnen auch keine einzige, essenzielle, instrumentelle Rationalität, aus der sich all ihre Handlungen erklären würden. Vielmehr eröffnet diese Sichtweise die Möglichkeit, dass es eine praktische Rationalität (Salais 2007: 97) gibt, die anzuwenden nicht allgemein vernünftig erscheint, sondern situativ – und zwar innerhalb eines konventionellen Interpretationsrahmens, den die Qualitätskonvention darstellt. So erklärt sich, dass Akteuren auch solche Pfade ökonomischer Entwicklung kohärent und attraktiv erscheinen können, die im klassischen Sinne keinen ökonomischen Erfolg bringen (Storper und Salais 1997). Koordination von unterschiedlichen Produktbestimmungen her zu denken, erlaubt es, eine Pluralität ökonomischer Koordinationsweisen empirisch zu erfassen und zu erklären, ohne auf äußerlich-strukturelle, intrinsische oder rein normative Erklärungsfaktoren zurückgreifen zu müssen. Das heißt zum Beispiel, dass die Logik des Marktes mit ihrem Bewertungsmodus – dem Preis – allenfalls eine von mehreren möglichen Koordinationsweisen in der Zusammenschaltungsökonomie darstellen könnte. Mit der Vorstellung, dass es eine Pluralität von Qualitätskonventionen, damit einhergehende Koordinationslogiken und Bewertungsregime auch in der Konnektivitätsökonomie geben kann, bricht auch die binäre Gegenüberstellung von Kooperation und Wettbewerb auf. Anstatt das Verhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb als Punkt zwischen zwei Polen auf einem Schieber zu bestimmen, rückt das Facettenreichtum in den Vordergrund: In welchem Kontext ist die Konnektivitätsökonomie von einem Miteinander und in welchem ist sie von einem Gegeneinander geprägt? Und welche Gestalt nehmen

Miteinander und Gegeneinander konkret an?

Objektivierung stellt eine Voraussetzung für wirtschaftliches Handeln dar. Jede Transaktion, jeder Tausch oder auch jeder Koproduktionsvorgang manifestiert, dass sich die Parteien über den Gegenstand ihres Verhältnisses geeinigt haben. Die ökonomischen Objekte sind dabei ebenso wie die mit ihnen assoziierten Produktionsprozesse bedingt durch die technischen Architekturen, derer es zu ihrer Herstellung bedarf.¹¹⁶ Wie die Objekte aber über ihre technische Bedingtheit hinaus definiert und mit Qualitäten und Wertargumenten ausgestaltet werden, ist ein Politikum und Gegenstand von Aushandlungsprozessen. Denn es führt zu Bewertungsweisen, die den Akteuren unterschiedlich dienen, und es bringt unterschiedliche Koordinationsformen mit sich. Qualitätskonventionen stellen in der Konnektivitätsökonomie deshalb das zentrale Konfliktfeld für Netzbetreiber dar.

Das Konfliktpotenzial um Qualitätskonventionen ist in der Konnektivitätsökonomie aus zwei Gründen besonders groß. Der erste Grund ist, dass die beiden zentralen Protokolle – BGP und IP – bildlich gesprochen keine Haken und Ösen vorsehen, an die Bewertungspraktiken anknüpfen können. Das IP kann keine Transaktionen abbilden, und BGP ist ein „information losing protocol“ [25:129], dem es an Ausdruckskraft mangelt (siehe S. 90 ff.). Deshalb ist in der Konnektivitätsökonomie nicht nur das Konzept des „Verbrauchs“ hinfällig (wie in Informationsökonomien allgemein), sondern es ist darüber

116. „Each product and its associated production process have definite technological contours.“ (Salais und Storper 1992: 173)

hinaus offen, wie und wo Wert entsteht. Die Akteure haben auch keine vorgegebenen oder klaren Rollen wie etwa Käufer oder Verkäufer, Produzent oder Konsument, Geber oder Nehmer. Weil Produkt- und Rollendefinitionen in der Konnektivitätsökonomie inhärent instabil und vom Kontext abhängig sind, erfordern sie fortlaufend Qualifizierungsarbeit, und das sorgt für Dynamik zwischen den Beteiligten. Der zweite Grund für die besondere Bedeutung von Qualitätskonventionen in der Konnektivitätsökonomie liegt in deren Netzwerkcharakter. Netzbetreiber gehen mit der Zusammenschaltung ihrer autonomen Systeme digitale, nicht-transaktionale Beziehungen ein, die „always on“ sind. Das heißt, Qualitätskonventionen regeln in der Konnektivitätsökonomie nicht nur einen kurzen Werteabgleich, sondern sie geben Koordinationsstile vor, denen dann beide Parteien in die Zukunft gerichtet folgen müssen. Die erforderliche Zusammenführung von Koordinationsstilen beeinflusst Unternehmen also über die Entscheidung hinaus in ihrer Produktionsweise.

Die Architektur des Internets beeinflusst die darauf basierende Konnektivitätsökonomie also – so viel ließ sich schon zeigen. Aber sie tut das gerade nicht, indem sie sie determiniert, sondern indem sie zentrale ökonomische Aspekte Verhandlungssache sein lässt. Die Architektur des Internets zementiert eine ökonomische Ambiguität. Es geht für Netzbetreiber also darum, dass ihre bevorzugten Evaluationskriterien, -maßstäbe und Koordinationsstile akzeptiert werden und im Konfliktfall als legitim gelten. Denn wer es schafft, seine Produktdefinition durchzusetzen und zu verfestigen, der sichert in der dynami-

schen Konnektivitätsökonomie sein Wertargument und seine Rolle ab.

Das wirft die Frage auf, wie sich Netzbetreiber über Konventionen verständigen und wie man sich ihren Diskursraum vorstellen muss. Die EC hat sich mit der Rolle von Diskursen und Öffentlichkeit bisher wenig befasst – vermutlich auch deshalb, weil sie eine „Reduktion des Sozialen auf Diskurse“ (Diaz-Bone 2018: 407) befürchtet und zurückweist. Aber diskursiven Praktiken, der Institution der Sprache selbst und sprachlich-interpretativen Tätigkeiten messen diverse EC-Arbeiten Bedeutung bei. Mit Blick auf eine konventionentheoretische Erklärung eines globalen Phänomens wie der Konnektivitätsökonomie erscheint es wichtig, diese Überlegungen aufzunehmen. Denn es stellt sich die Frage, wie sich eventuelle kollektive Prinzipien global verbreiten, beziehungsweise wie Verständigungsprozesse darüber vonstattengehen. Um Koordination unter Unsicherheit zu erreichen, müssen Akteure schließlich darauf vertrauen können, dass geteilte interpretative Rahmen überhaupt zustande kommen. Ohne Sprache, Diskurse und Diskursräume in den Konzepte-Kasten der EC aufzunehmen, erscheint dies kaum denkbar.

Wie also bestimmen Netzbetreiber unter den Bedingungen der Internet-Architektur das, was sie miteinander handeln? Welche auch impliziten Gemeinwohlargumente lassen sich darin entdecken? Welche Koordinationsmuster gehen mit den Qualitätsdefinitionen einher? Und wie verständigen sich Netzbetreiber über Qualitätskonventionen, die dann in der Branche Verwendung finden? Das sind die konkreten Fragen, die in den beiden empirischen Teilen zu beantworten sind und an denen sich deren Gliederung orientiert: Das

Kapitel „Die Konnektivitätsökonomie“ nimmt die Frage nach den produktbezogenen Qualitätskonventionen in den Blick (S. 158-249), das Kapitel „Die Rolle der Community in der Konnektivitätsökonomie“ befasst sich mit dem inneren Zusammenhalt der Netzwerker-Community, ihrer gemeinschaftlichen Handlungs- und ihrer Diskurskapazität (S. 250-306).

3.4 Methodischer Ansatz

Netzwerkingenieur*innen und Peering-Koordinator*innen sind die zentralen Akteure der Konnektivitätsökonomie. Sie stellen Internet-Konnektivität her, unterhalten sie, lösen sie auf und verhandeln die geschäftlichen Arrangements, auf denen Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern basieren.¹¹⁷ Deshalb fokussiert die Untersuchung auf diese Berufsgruppe.

3.4.1 Experteninterviews

Das Ziel der Datengenerierung war es erstens, sich einen Überblick über das Feld der Konnektivitätsökonomie zu verschaffen und Zugänge in dieses Feld hinein aufzubauen. Zweitens ging es darum, die Rationalitäten, Koordinationslogiken und Bewertungspraktiken der Netzwerker*innen zu verstehen, auf denen die Herstellung von Internet-Konnektivität basiert. Deshalb wurde für

117. Zur Stellung der Netzwerker*innen in ihren Betrieben siehe S. 256 ff.

diesen Teil der Untersuchung die Methode des qualitativen Experteninterviews gewählt (Bogner und Menz 2002).

Experten im Sinne des Forschungsinteresses dieser Arbeit sind Netzwerkin-genieur*innen, Peering-Koordinator*innen, Vertreter*innen von Internet Exchanges (zusammen: Netzwerker*innen) sowie einzelne Branchen-Beob-achter. Netzwerker*innen erwerben durch ihre berufliche Tätigkeit spezifisches Wissen über die Konnektivitätsökonomie. Sie haben technisches Know-how ebenso wie privilegiertes Kontextwissen über das Feld, kennen Handlungs-abläufe, Strukturen und wissen von relevanten Ereignissen. Sie gestalten die Konnektivitätsökonomie mit. Auf dieses Sonderwissen lässt sich über andere Quellen kein Zugriff erlangen. Die ergänzenden Interviews mit Branchenbeob-achtern dienen der methodischen Reflexion, um etwaige blinde Flecken auszuleuchten, die aus der Perspektivität der Praktiker*innen herrühren.

Der Datenkorpus besteht aus 47 teilstandardisierten, Leitfaden gestützten Experteninterviews (Leitfaden siehe Anhang, S. 357). Die Befragungen dauerten jeweils rund eineinhalb bis zweieinhalb Stunden. Der Leitfaden spiegelte bereits grob das konzeptuelle Interesse am konventionentheoretischen Zugriff. Er strukturierte die Interviews leicht, aber sie wurden sehr offen geführt.

Die Auswahl der Interviewpartner*innen erfolgte im Sinne der interpretativen Methodologie. Positivistisch-normativen Ansätzen von Repräsentativität und statistischem Sampling stellt die interpretative Methodologie in der qualitativen Forschung ein sogenanntes theoretisches Sampling-Verfahren (Flick 2007) gegen-über. Es zielt auf „mapping for exposure“ (Schwartz-Shea und Yanow 2012:

84-88) ab. Das heißt, die Datengenese ist auf eine möglichst große Variation innerhalb der Gruppe der Netzwerker*innen ausgerichtet. So soll die gesamte Bandbreite von Perspektiven mit Blick auf Thema und Fragestellung erfasst werden. Die Interview-Phase wurde deshalb so lange fortgeführt, bis sich die genannten Gesichtspunkte anfangen zu wiederholen. So begründet sich die Gesamtzahl des Samples von 47.

Die Interviews decken alle üblichen Kategorien von Netzbetreibern sowie alle denkbaren Unternehmensgrößen ab – vom Ein-Mann-Betrieb bis zu den umsatzstärksten Netzbetreibern der Welt.¹¹⁸ Eine Übersicht findet sich im Anhang (siehe S. 357). Interviews gaben Mitarbeiter folgender Arten von Netzbetreibern: Internet Service Provider (19), Internet Exchanges (11), Content Provider (6), Content Delivery Networks (3), sogenannter Hyper Giants (1), technischer NGOs (3), Equipment Provider (1), sowie externe Beobachter (2). Zu den externen Beobachtern zählen ein ehemaliger Regulierungsexperte der Europäischen Kommission sowie ein Telekommunikationsanalyst und Ökonom der OECD. Die Interviews wurden zwischen Juli 2014 und Mai 2015 geführt und anschließend vollständig transkribiert.

118. Vorhandene Kategorisierungen von Netzbetreibern (zum Beispiel durch die Netzwerkforschung) wurden von Anfang an als schwierige Grundlage aufgefasst, weil die Vermutung war, dass die diesen Kategorien zugrundeliegenden Kriterien Vorannahmen über bestimmte Handlungsorientierungen mit sich bringen würden. Um diese Vorannahmen nicht ungeprüft fortzuführen, wurden alle Befragten im Interview gebeten, ihre Rolle, ihr Unternehmen und ihre Verortung in der Konnektivitätsökonomie selbst zu beschreiben. Diese Selbstbeschreibungen trugen zu einer Differenzierung der produktbezogenen Qualitätskonventionen bei (S. 173 ff.).

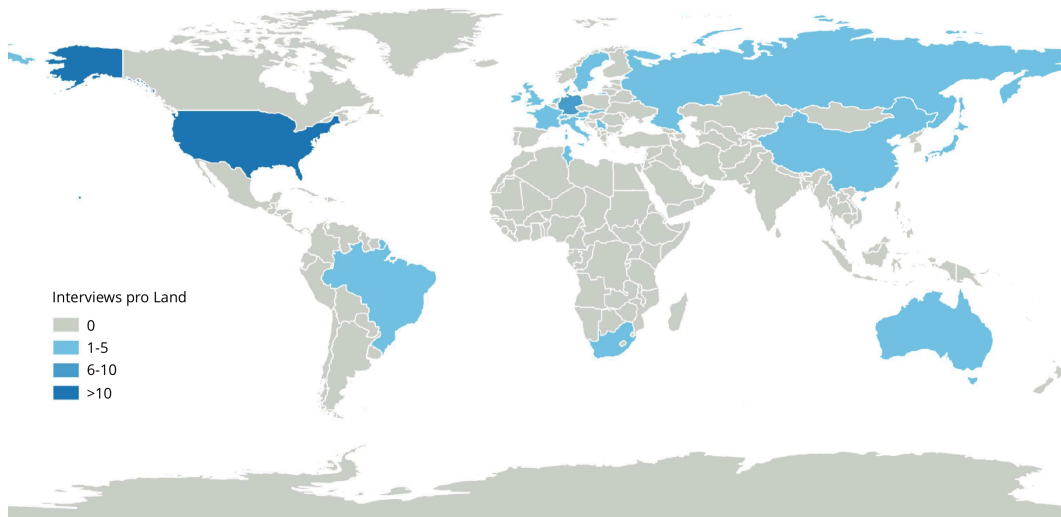


Abb. 4. Verteilung der Interviews auf Länder (Zuordnung nach Hauptsitz der Organisation).
Quelle: Eigene Darstellung.

Potenzielle Verzerrungen wurden soweit wie möglich per Vorrecherche antizipiert und aktiv vermieden. Um etwa mögliche regionale Unterschiede zu erfassen, wurde darauf geachtet, dass Netzwerker*innen von allen fünf Kontinenten an der Befragung teilnahmen. Zu den Befragten zählten Männer (42) ebenso wie Frauen (5).¹¹⁹ Es wurden erfahrene und ältere, sowie wenig erfahrene und jüngere Netzwerker*innen ausgewählt. Die Altersspanne reichte von 23 bis 70 Jahre, die Berufserfahrung von vier bis 30 Jahre. Die von den Befragten gemanagten Netzwerke sind unterschiedlich intensiv mit anderen Netzwerken zusammenschaltet: Die Anzahl ihrer direkten, privaten Zusammenschal-

119. Im Verhältnis zum wahrgenommenen, allgemeinen Geschlechterverhältnis in der Branche sind das vermutlich überproportional viele Netzwerkerinnen.

tungen reicht von null bis über 1000.¹²⁰

Interviewpartner wurden in chronologischer Reihenfolge über folgende Wege gewonnen: Aufruf auf der Mailingliste der deutschen Network Operator Group DENOG; Anschreiben an in der PeeringDB für Zusammenschaltungsangelegenheiten hinterlegte Kontakte („Kaltakquise“); Teilnahme an einem Peering-Forum; Teilnahme an RIPE-Meetings. Erst zuletzt – und auch nicht unter Befolgung der vollständigen, auf Repräsentativität ausgelegten Systematik – wurde zurückgegriffen auf Teilnehmer*innen-Suche per Snowballing (Goodman 1961). Das heißt, Interviewte haben Kolleg*innen empfohlen, von denen sie wussten, dass diese nicht identische, sondern interessante Gesichtspunkte beizutragen haben würden. Im Sinne des „mappings for exposure“ wurde diesen Empfehlungen jedoch nur nachgegangen, insofern diese neue Gesichtspunkte in Aussicht stellten.

Um sicherzustellen, dass die Äußerungen der Akteure richtig verstanden wurden und dass die Interpretationen zutreffend waren, wurden vorläufige Analyseergebnisse immer wieder per member-checking¹²¹ geprüft. Konkret habe ich mich während des Forschungsprozesses vielfach ins Feld begeben und erste Analysen bei Netzwerker-Konferenzen präsentiert oder in Form von Artikeln

120. Zu sogenannten Private Peerings siehe erklärend S. 160 ff.

121. Beim member-checking nach Schwartz-Shea und Yanow (2012: 106) erhalten Teilnehmende einer Untersuchung vorläufige Analyseergebnisse. Bei Beanstandungen wird von Fall zu Fall entschieden, ob die Analyse unplausibel und zu korrigieren ist, es weiterer Nachforschung bedarf oder den Teilnehmern im Manuskript eine eigene Stimme zu geben ist.

im Forschungsblog des RIPE NCC und von APNIC publiziert – also Organen der Netzwerker-Gemeinschaft. Diese Konferenzen dienten ergänzend auch der Feldbeobachtung (Emerson et al. 2011). Im Jahr 2017 war ich zudem Empfängerin eines einjährigen RIPE NCC Fellowships, das die Kontakte in die Community hinein intensiviert hat. Aus dem Engagement im Feld resultierende Rückmeldungen sind in die Ergebnisse eingeflossen.

Im Zuge meines Engagements im Feld erhielt ich frühzeitig Zugang zu einem mehrere Jahre umfassenden Archiv von Internet-Relay-Chat-Kommunikation zwischen Netzwerker*innen. Eine wissenschaftliche Auswertung dieses Materials erschien zunächst wünschenswert, unter anderem weil diverse Interviewees die herausragende Bedeutung dieses Kommunikationsmediums bei der gemeinschaftlichen Bewältigung unvorhergesehener Netzwerk-Irritationen hervorgehoben hatten. Bereits im Jahr 2015 verfasste ich eine ausführliche ethische Erörterung zur Frage, ob und wenn ja inwiefern eine Nutzung des Materials im Rahmen dieser Forschung vertretbar wäre. Das Dokument legte ich dem „Networking and Security Ethics Feedback Panel“ (Deibert et al. 2014) mit der Bitte um Beratung vor. Dem Panel gehörten zahlreiche international erfahrene und namhafte Internet-Infrastruktur-Forscher*innen an. Vor allem unter Hinweis auf Persönlichkeitsschutzgründe sprach sich keine/r der Panelist*innen für eine Verwendung des Materials aus. Mit Erhalt des Archivs fing ich zudem an, Interviewpartner*innen um ihre Meinung zu einer wie auch immer gearteten, jedenfalls anonymisierten Verwendung des Materials in der Forschung zu bitten. Während manche eine anonymisierte Verwendung oder

abstrahierende Analysen unproblematisch fanden, sprachen sich andere so vehement dagegen aus, dass eine explizite Nutzung dieses Materials im Rahmen dieser Arbeit nicht stattfindet. Das Material wurde nach der Entscheidung vernichtet.

3.4.2 Datenanalyse

Der durch die Experten-Interviews entstandene Datenkorpus von 47 Interview-Transkripten wurde per thematischer Analyse ausgewertet. Bei der thematischen Analyse handelt es sich um ein qualitatives Interpretationsverfahren, das darauf abzielt, über einen Korpus hinweg Themen und Bedeutungsmuster zu identifizieren, um eine dichte Beschreibung des Materials zu erzeugen und darauf aufbauend konzeptionelle Aussagen zu entwickeln. Das Verfahren erlaubt es, die Verteilung von Perspektiven auf den interessierenden Prozess oder Untersuchungsgegenstand im Verhältnis zu erkenntnistheoretischen oder ontologischen Theoriepositionen aufzuzeigen (Flick 2014). Es lässt sich induktiv und deduktiv anwenden (Braun und Clarke 2006). In dieser Arbeit wurde die thematische Analyse abduktiv durchgeführt, also rekursiv mit Bezug auf das erkenntnisleitende Interesse der Arbeit, Kooperation und Wettbewerb in der Konnektivitätsökonomie zu erklären.

Zur Analyse wurden die von Braun und Clarke vorgeschlagenen Schritte durchgeführt (Ibid.): Im ersten Schritt galt es, sich mit den Daten intensiv vertraut zu machen. Das geschah auch durch die Transkription selbst. Dabei sind erste

Notizen und Ideen für Kodierungen entstanden. Im zweiten Schritt wurden an den ersten sieben Interviews Codes¹²² entwickelt, sortiert und das Material wurde kodiert. Die Sortierung geschah im Sinne der interpretativen Methodologie grob theoretisch informiert – so wie auch der Leitfaden theoretisch informiert war –, aber mit ausdrücklicher Offenheit, gerade auch, um nicht antizipierte Themen zur Geltung kommen zu lassen. Ein übergreifender Bereich entstand im Kategoriensystem für unsortierte und widersprüchliche Codes. Im dritten Schritt begann die interpretative Analyse der Daten. Die Codes der ersten Interviews wurden analysiert und in übergreifende, thematische Zusammenhänge gebracht. Dabei entstand ein erstes Gedankengebäude mit mehreren Ebenen. Mit diesem Gerüst thematischer Ober- und Unterkategorien wurden die übrigen Interviews kodiert. Fortlaufend wurden die entstandenen thematischen Kategorien begutachtet und im vierten Schritt rekursiv überarbeitet. Dabei wurde darauf geachtet, die „interne Homogenität und externe Heterogenität“ der entstehenden thematischen Karte zu schärfen (Patton 1990 in Braun und Clarke 2006). Das heißt, innerhalb der Themen wurden sinnvolle Bedeutungszusammenhänge gestärkt, während die Hauptthemen untereinander deutlicher voneinander abgegrenzt wurden. Im Ergebnis entstand eine erste thematische Landkarte, aus der sich ablesen ließ, welches die mit Blick auf die Fragestellung relevanten Themen sein würden, wie sie zusammenpassen und welches Narrativ der Konnektivitätsökonomie sie begründen. Der letzte Schritt bestand darin, die Essenzen der Aussagen zu identifizieren, die eine thematische

122. Codes sind inhaltlich bestimmte Ideen-Einheiten, denen Textsegmente zugeordnet werden.

Kategorie über die Daten ermöglicht, sie kohärent zu organisieren und in ein Narrativ zu überführen, das die Forschungsfragen adressiert.

Bei der Analyse der Daten kam die Software MaxQDA zum Einsatz. Diese Software ist ausgelegt für die Umsetzung diverser qualitativer Analyseverfahren¹²³. Sie eignet sich auch für das iterative Vorgehen bei der thematischen Analyse. Große Textmengen – wie in diesem Fall die Interview-Transkripte – lassen sich damit erfassen, sortieren, strukturieren und analysieren. Im Zuge der rekursiven Überarbeitung des Kategoriensystem wurde wurde die zwischenzeitliche Zahl von mehr als 9900 codierten Textsegmenten im Laufe der Analyse reduziert auf 6383.

Der Anhang dokumentiert die Analyse in folgender Weise: Er enthält erstens als Überblick das gesamte Kategoriensystem (S. 375 ff.), zweitens eine Übersicht über die Oberkategorien, deren Definitionen und Ankerbeispiele (S. 363 ff.) sowie drittens ein Kodier-Beispiel, das die Zuordnung von Textsegmenten für eine Oberkategorie mit ihren Unterkategorien zeigt (S. 369 ff.).

123. QDA steht für Qualitative Daten Analyse.

4 Die Konnektivitätsökonomie

Netzbetreiber sind die Akteure der Konnektivitätsökonomie des Internets. Unter Ökonomie versteht diese Arbeit zur Erinnerung mit Lee einen „sozialen Bereitstellungsprozess“ (Lee 2011: 541). Das Gut, das Netzbetreiber gemeinsam bereitstellen, ist Internet-Konnektivität. Es ist die Fähigkeit, von jedem Endpunkt des Internets aus zu jedem anderen Endpunkt Daten senden oder von dort Daten empfangen zu können. Sie erwächst als Aggregat aus der Menge von Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern, den diesen zugrundeliegenden Vereinbarungen sowie aus den Praktiken des Datenaustausches.

Die vorherigen Kapitel haben abstrakt dargelegt, welche operativen und produktbezogenen Unsicherheiten die Konnektivitätsökonomie prägen. Dieses Kapitel bestätigt die Zentralität dieser Unsicherheiten auf Basis der 47 Interviews mit Netzwerker*innen und Branchenbeobachtern und bietet eine Antwort auf Forschungsfrage Nummer zwei:

Wie überwinden Netzwerker*innen aus der Internet-Architektur erwachsende Unsicherheiten und navigieren das Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb in der Praxis?

Empirisch informiert werden zunächst zwei Grundformen von Zusammenschaltungen unterschieden: Transit und Peering. Diese Unterscheidung ist zentral für das Argument der Arbeit. Denn Transit und Peering bieten grundlegend unterschiedliche Rahmen für die Gegenstandsbestimmungen bei der

Zusammenschaltung, für die Bewertungsverfahren und für die Koordination zwischen Netzbetreibern. Transit ermöglicht Marktkoordination, Peering steht für reziproke Koproduktion.

Transit-Vereinbarungen stellen zwar einen sehr wichtigen Teil der Konnektivitätsökonomie dar. Aber sie sind – wie gleich gezeigt werden wird – besser verstanden als Peering-Vereinbarungen und die dahinter stehende Koproduktion. Der Hauptteil fokussiert deshalb auf die Koproduktion. Daraus geht hervor, dass es eine Pluralität von Qualitätskonventionen jenseits von Transit gibt, und zeigt, wie diese mit je eigenen Bewertungsmaßstäben, Koordinationsstilen und sogar Gemeinwohlvorstellungen verbunden sind (ab S. 173). Es wird belegt, wie Zusammenschaltungen misslingen können, wenn es Netzbetreibern nicht gelingt, einander die Unterschiedlichkeit der angelegten Qualitätskonventionen zu vermitteln, sie zu akzeptieren, zwischen ihnen zu übersetzen und Äquivalenzen herzustellen (ab S. 227). Und es werden konventionelle Übersetzungsfiguren schematisiert, die entstehen, wenn Zusammenschaltungen trotz abweichender Qualitätskonventionen zustandekommen (ab S. 239).

4.1 Marktkoordination und Koproduktion: Transit und Peering als Grundformen der Zusammenschaltung

In der Konnektivitätsökonomie haben sich zwei Grundformen der Zusammenschaltung herausgebildet: Transit und Peering¹²⁴. Beide bezeichnen Zusammenschaltungsarrangements, in denen Netzbetreiber einander Datenverkehr in Form von IP-Paketen übertragen. Die Arrangements unterscheiden sich allerdings in zwei Punkten: erstens im Umfang der Konnektivität – das heißt in der Menge und Art der bereitgestellten Routen – und zweitens in den geschäftlichen Modalitäten, auf denen die Zusammenschaltungen beruhen. Transit drückt einen Markt-Mechanismus aus; Peering steht für ein Regime der reziproken Koproduktion. Koproduktion ist hier zu verstehen im Sinne von Ostrom als

„process through which inputs from individuals who are not ‚in‘ the same organization are transformed into goods and services.“ (Ostrom 1996: 1073)

Wenn Netzbetreiber Konnektivität koproduzieren, dann investieren beide Parteien in die Zusammenschaltung und betrachten das Verhältnis nicht als hierarchisch, sondern als synergetisch.

Dieses Kapitel beschreibt die Konzepte hinter Transit und Peering, diskutiert die Unterschiede und ordnet sie ein. Es erklärt, warum es für Transit einen

124. Peering ist ein Kunstwort, das sich von English „peer“ – Kollege – herleitet und auch als Verb „to peer“ verwendet wird.

Markt gibt, aber nicht für Peering. Es erläutert, inwiefern Peering eine Form der Koproduktion darstellt, die auf Reziprozität basiert. Schließlich thematisiert es Mischformen zwischen Transit und Peering, die für Unsicherheit sorgen, indem sie Marktkoordination und Koproduktion miteinander verblenden. Hier ringen Netzbetreiber darum, ob sie Anbieter-Kunden-Beziehungen eingehen oder gleichberechtigt miteinander arbeiten. Das Spannungsverhältnis zwischen Transit und Peering markiert die zentrale Konfliktzone der Konnektivitätsökonomie. Denn durch Peering kann man etwas kostenlos bekommen, wofür man bei Transit bezahlt.

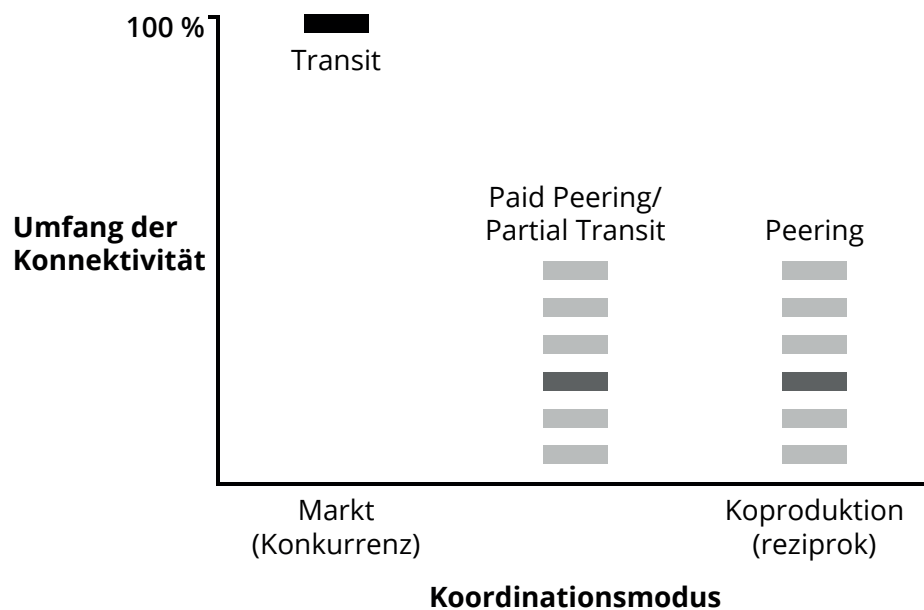


Abb. 5. Unterscheidung zwischen Transit und Peering anhand von Umfang der Konnektivität und Koordinationsmodus. Quelle: Eigene Darstellung.

Transit und Peering lassen sich formal am Umfang der gebotenen Konnektivität unterscheiden. Bei Transit bietet der Transit-Geber dem Transit-Nehmer

Konnektivität mit dem gesamten Internet. Er übermittelt Routen zu allen bekannten Zielen. Er verspricht, dass der Transit-Nehmer jedes Ziel im Internet erreichen (Fachbegriff: Reachability) und damit Daten austauschen kann (Fachbegriff: Connectivity).¹²⁵ Weil kein Netzbetreiber ein weltumspannendes Netz hat, organisiert der Transit-Geber die Internet-Konnektivität für den Transit-Nehmer, indem er seinerseits Zusammenschaltungsarrangements mit anderen Netzbetreibern abschließt. Diese basieren ihrerseits auf Transit- oder Peering-Arrangements. In welche Richtung die Daten fließen, ist bei der Zusammenschaltung unerheblich.

Transit steht für eine asymmetrische Beziehung. Die Zusammenschaltungspartner haben eindeutige Rollen. Ein Netzbetreiber ist Transit-Geber und damit Verkäufer, der andere ist Transit-Nehmer und damit Käufer. Das Tauschobjekt beim Transit ist die vollständige Internet-Konnektivität. Damit ist die grundlegende Eigenschaft des Produktes Transit klar umrissen. In der Theorie kann eine beliebige Zahl von Netzbetreibern Transit anbieten (wenngleich unterschiedlich rentabel). Die klare Produktdefinition (das ganze Internet) und die Tatsache, dass es eine potenzielle Pluralität von Anbietern gibt, ermöglicht einen Wettbewerb zwischen Transit-Gebern um Transit-Nehmer. Das Ergebnis der Verhandlung zwischen den Netzbetreibern bildet sich in einem Preis für Transit ab. Man kann deshalb im klassischen Sinne von einem Markt für Transit sprechen.

125. „Ziele“ sind in diesem Sinne all solche Geräte, die mit einer IP-Adresse versehen an das Internet angeschlossen sind.

Anders ist es beim Peering. Beim Peering ermöglichen Netzbetreiber einander wechselseitig Teil-Konnektivität. Die Konnektivität betrifft damit nur einen Ausschnitt des Internets, also nur einige Routen. Dieser Ausschnitt umfasst nach allgemein akzeptierter, aber informeller Konvention Konnektivität mit

1. allen Endpunkten im eigenen Netz und
2. allen Endpunkten in den Netzen der jeweiligen Kunden.

Wenn also beispielsweise Netzbetreiber A und Netzbetreiber B miteinander peeren, dann annoncieren sie einander erstens die Routen, die zu den IP-Adressen führen, die sie selbst administrieren. So können sie einander solchen Datenverkehr weiterleiten, der direkt zwischen ihren Netzen fließen soll. Ein einfaches Beispiel dafür wäre eine E-Mail, die ein Endkunde von A einem Endkunden von B schicken möchte. Zweitens annoncieren sie einander solche Routen, die in ihre Kunden-Netze führen. Das sind andere Netzbetreiber, denen A oder B als sogenannte Upstreams Transit anbieten. An Datenverkehr in Kundennetze verdienen A und B durch das Peering also Geld. Peering umfasst der Konvention nach keine Konnektivität mit Endpunkten, für die einer der Netzbetreiber selbst bezahlen muss, sprich: in Netze, bei denen er selber Transit-Kunde ist.

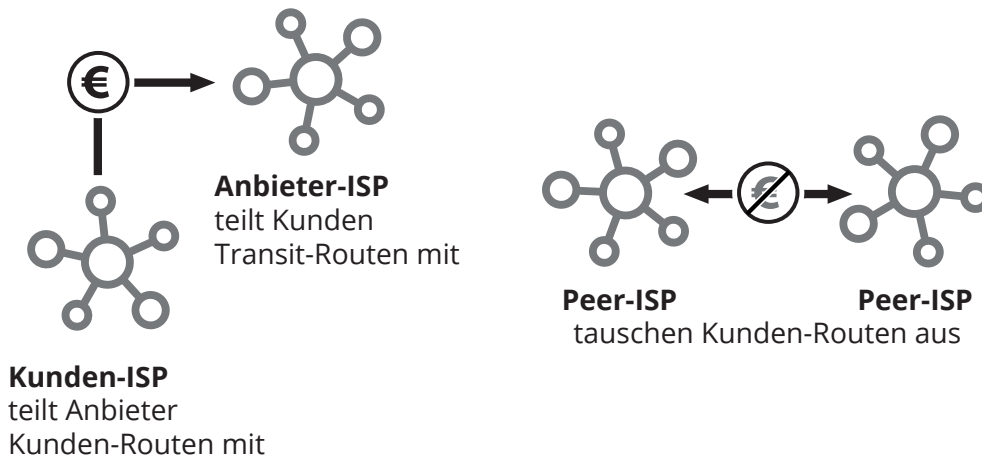


Abb. 6. Transit versus Peering: Geldflüsse und Routenmitteilungen. Quelle: Angelehnt an Huston (2016).

Beim klassischen Peering handelt es sich – wie es häufig heißt – um eine Beziehung „unter Gleichen“ (Clark et al. 2016: 347)¹²⁶. Es handelt sich um ein symmetrisches Verhältnis. Netzbetreiber erzeugen gemeinsam Konnektivität, für die sie einander nicht bezahlen. Jede Partei kümmert sich zwar um den eigenen Anschluss am Zusammenschaltungspunkt und kommt für dadurch anfallende Kosten auf.¹²⁷ Aber der eigentliche Datenaustausch hat keinen Preis.

„I thought it was fascinating, in part because of this absence of exchange of

126. Das wirft die Frage auf, worauf die beteiligten Parteien diese Äquivalenz gründen. Sie wird in den folgenden Abschnitten beantwortet.

127. Das ist zum Beispiel die Leitung hin zu einem Internet Exchange oder einem anderen Rechenzentrum (Fachsprache: Colocation), die Miete für einen Port an dieser Einrichtung und eine geschützte Kabine (Fachsprache: Rack oder Cage), in der der Netzbetreiber seine Hardware aufstellen kann.

money.“ [18:44]

Damit ähnelt Peering einem Tauschgeschäft (Binswanger 2013).¹²⁸ Doch anders als beim Tausch gibt es weder ein Tauschobjekt noch eine Transaktion. Netzbetreiber übergeben einander nichts. Keine Partei gibt für die andere etwas auf, um etwas zu bekommen. Stattdessen strengen sich beide an, um mittels der Zusammenschaltung etwas Neues zu erschaffen. Sie gehen miteinander ein ressourcenbasiertes Verhältnis ohne Enddatum ein. Es handelt es sich um einen generativen Prozess – oder in wirtschaftswissenschaftlicher Terminologie: um eine Produktionsfunktion. Peering bedeutet Koproduktion.

128. Zum Tausch-Prinzip ist anzumerken, dass die wirtschaftswissenschaftliche Standard-Theorie – allen voran Adam Smith – den Tausch als primitive Form wirtschaftlichen Austausches verstand, die der Geldwirtschaft vorherging und ihr unterlegen ist (Smith 1776: 21). Geld sei entwickelt worden als effizientes Werkzeug, das die Beschränkungen der Tauschwirtschaft zu überkommen half. Zu den angenommenen Beschränkungen von Tauschwirtschaften gehört zum Beispiel die sogenannte Double Coincidence of Wants. Demnach müssen Tausch-Transaktionen immer direkte, sofortige Austausche beinhalten. Anthropolog*innen weisen diese Darstellung und Einordnung jedoch schon lange zurück. Tatsächlich würden Tauschwirtschaften weder so primitiv funktionieren wie von Smith dargestellt, noch handele es sich um ein archaisches Phänomen. Humphrey kritisiert: „*No example of a barter economy, pure and simple, has ever been described, let alone the emergence from it of money; all available ethnography suggests that there never has been such a thing*“ (Humphrey 1985: 48). Vielmehr sei davon auszugehen, dass Tausch- und Geldwirtschaften auch heute in unterschiedlichen gesellschaftlichen Konstellationen parallel vorkommen (Humphrey und Hugh-Jones 2012). Wie die folgenden Abschnitte zeigen, gilt eine ähnliche Gleichzeitigkeit auch für Markttausch und Koproduktion in der Konnektivitätsökonomie des Internets.

..... GRUNDFORM DER ZUSAMMENSCHALTUNG.....

CHARAKTERISTIKA	Transit	Peering	Paid Peering/ Partial Transit
Ausmaß der Konnektivität	Alle Ziele im Internet	Ziele in den Netzen des Zusammenschaltungspartners und dessen Kunden	Ziele in den Netzen des Zusammenschaltungspartners und dessen Kunden; bei Partial Transit ein eigens definiertes Bündel von Zielen
Produkt	Vergleichbar, standardisiert	Einzigartig	Einzigartig
Wirtschaftlicher Mechanismus	Markt mit Wettbewerb	Koproduktion	Mischform: Markt ohne Wettbewerb
Beziehung	Anbieter – Kunde (Hierarchie)	Peer – Peer (Synergie)	Anbieter – Kunde (Hierarchie)
Verbindlichkeit	Vertrag	„Best Effort“	Vertrag
Verhandlungsgegenstand/Währung	Preis/Geld	Nicht monetär, offen (Qualitätskonventionen)	Preis/Geld

Tabelle 2. Grundformen der Zusammenschaltung. Vergleich von Transit, Peering und Mischformen. Quelle: Eigene Darstellung.

Zwischen Transit und klassischem Peering ist eine dritte Form der Zusammenschaltung entstanden, genannt Paid Peering oder Partial Transit¹²⁹. Dabei

129. Paid Peering und Partial Transit gleichen sich darin, dass es in beiden Fällen nur um Teilkonnektivität geht. Sie unterscheiden durch den Zuschnitt des Konnektivitätsausschnitts. Bei Partial Transit vereinbaren die Parteien flexibel, mit welchen Zielen sie einander Konnektivität

handelt es sich um bezahlte Teil-Konnektivität. Wie beim Peering geht es auch beim Paid Peering nur um einen Ausschnitt des Internets, aber wie bei Transit gestalten die Parteien das Verhältnis asymmetrisch aus. Sie formalisieren die Zusammenschaltung durch einen Vertrag und eine Partei bezahlt die andere. Paid Peering bringt Netzbetreiber miteinander in eine Anbieter-Kunden-Beziehung.

Der ökonomisch vielleicht wichtigste Unterschied zwischen Peering und Transit besteht darin, dass beim Peering die grundlegende Eigenschaft des Produktes der Zusammenschaltung weder bekannt noch standardisiert ist. Dass Netzbetreiber einander beim Peering nur Konnektivität zu je eigenen Ausschnitten des Internets bieten, macht die in jede Zusammenschaltung eingebrachten Beiträge individuell verschieden. Sie lassen sich nicht direkt vergleichen. Keine zwei Anbieter können einander dieselbe Teil-Konnektivität bieten. Denn erstens hat jedes Netz eine eigene Gestalt.¹³⁰ Und zweitens hat jedes Netz seinerseits eigene Kunden, deren Identität anderen Netzbetreibern prinzipiell aufgrund von Geschäftsgeheimnissen nicht bekannt ist.¹³¹ Daraus folgt, dass beim Peering

ermöglichen. Bei Paid Peering entspricht dieser Ausschnitt der Peering-Konvention. Das heißt, er umfasst Konnektivität mit Zielen im eigenen Netz und mit Zielen in Kunden-Netzen. Im Rahmen dieser Arbeit werden beide Begriffe verwendet, um Bezahlversionen von Teil-Konnektivität zu bezeichnen.

130. Die Unterschiede reichen von der abgedeckten Region bis zu Größe und Aufbau. Mit den Worten einer Netzwerkerin: „Every network is its own unique snowflake.“ [38:102]

131. Denn sichtbar macht das Border Gateway Protocol nur, zwischen welchen Netzbetreibern Verbindungen bestehen – nicht aber, mit welchem kommerziellen Arrangement sie unterhalten werden.

jedes Netz ein einzigartiges Zusammenschaltungsangebot macht.¹³² Keine zwei Peering-Konstellationen können identisch sein. Was Netzbetreiber in das Zusammenschungsverhältnis einbringen, lässt sich damit nicht direkt vergleichen. Das ist relevant, weil wirtschaftliche Vorstellungen von Effizienz durch den Marktmechanismus die grundsätzliche Möglichkeit der Vergleichbarkeit von Angeboten voraussetzen – wenn nicht direkt, dann mittels Geld. Peering-Angebote aber entziehen sich einem solchen direkten Vergleich.

„Es ist schon ein sehr schwammiges Gut. Und ich weiß in dem Moment, wo ich mit ihm peere, nicht so hundertprozentig, was ich bekomme und wie gut das Gut ist. Was vielleicht auch ein guter Grund ist, warum das Ganze keinen Preis hat.“ [17:218]

Vor Inbetriebnahme eines Peerings können Netzbetreiber nicht sicher wissen, welche Routen Dritter sie von ihrem neuen Peer erhalten werden und wie viel Datenverkehr tatsächlich ausgetauscht werden wird. Der Gegenstand der ökonomischen Beziehung ist beim Peering so schwer zu greifen, dass der Marktmechanismus ins Leere läuft.

132. Angebote von Teil-Konnektivität als einzigartig darzustellen, wirft die Frage auf, ob es sich um Monopole handeln könnte. Sie ist nicht pauschal zu beantworten. Insofern ein Netzbetreiber als einziger Anbieter von Konnektivität zu bestimmten Endpunkten auftritt, wäre sie in gewissem Umfang zu bejahen. Susan Crawford hat für solche Konstellationen den Begriff „captive audience“ (2013) geprägt. Gibt es aber andere Netzbetreiber, die Konnektivität mit denselben Endpunkten auf anderen Wegen erreichen können, spricht das gegen eine marktbeherrschende Stellung.

Transit und Peering folgen auch unterschiedlichen Mechaniken der Verbindlichkeit. Der asymmetrischen, vertragsbasierten Beziehung zwischen Anbieter und Kunde beim Transit steht beim Peering eine symmetrische Beziehung gegenüber, die auf Reziprozität basiert. Die Netzbetreiber verstehen sich als gleichrangig. Das drückt auch das Wort „peer“, auf Deutsch: „Kollege“, aus. Es gibt keine einen Anspruch begründende, vertragliche Kundenbeziehung. Zur Erinnerung: In mehr als 99 Prozent aller kostenneutralen Peerings schließen Netzbetreiber keine Verträge, sondern vereinbaren die Zusammenschaltung informell (Woodcock und Frigino 2016).¹³³ Stattdessen basiert Verbindlichkeit beim Peering auf einer sozialen Norm. Angelehnt an das Best-Effort-Prinzip des Internet Protocols könnte man sie als soziales Best-Effort-Prinzip¹³⁴ bezeichnen. Die beteiligten Parteien erklären ihre Absicht, den Datenverkehr des anderen so gut wie möglich weiterzuleiten. Aber sie garantieren einander nichts. Bei Problemen mit der Zusammenschaltung wie zum Beispiel einer Überlastung haben Netzbetreiber beim Peering ihrem Zusammenschaltungspartner gegenüber formal nichts in der Hand. Verlassen können sie sich allein auf geltende Konventionen unter Netzwerker*innen.¹³⁵

133. Eine Differenzierung dieser Aussage findet sich im nächsten Abschnitt. Denn Netzbetreiber gehen zwar global den Großteil ihrer Peering-Beziehungen informell ein. Aber die Peering-Beziehungen, für die es Verträge gibt, übermitteln den Großteil der Daten.

134. Zur Erinnerung: Das Best-Effort-Prinzip gehört zu den technischen Design-Prinzipien des Internets. Hier bezieht es sich auf die Eigenschaft des Internet Protocol, das so ausgestaltet ist, dass es die Übertragung von Paketen nicht garantiert.

135. Von allen interviewten Netzwerker*innen konnte sich nur einer an einen Gerichtsprozess

In der Konnektivitätsökonomie stehen sich also zwei Grundformen der Zusammenschaltung gegenüber, die unterschiedliche Verhandlungsgegenstände haben. Da ist auf der einen Seite volle Internet-Konnektivität via Transit, das auf einem Marktmechanismus basiert. Die Verhandlungen drehen sich hier in erster Linie um den Preis pro vereinbarter Maßeinheit. Ein Indikator dafür ist auch die Existenz von Industrie-Informationsdiensten, die Transit-Preise erkunden und kostenpflichtige Datenbanken erstellen, in denen Netzbetreiber die Preise unterschiedlicher Anbieter nach Konfiguration oder Region vergleichen können.¹³⁶ Auf der anderen Seite ist da Peering, bei dem Netzbetreiber Synergien erzeugen und Teil-Konnektivität produzieren, von der beide erklärtermaßen etwas haben. Peering-Vergleichsdienste gibt es nach Kenntnis der Autorin nicht. Mit Blick auf die Einzigartigkeit der Angebote beim Peering – oder die zitierte Schwammigkeit des Guts – erscheint das folgerichtig. Die Einzigartigkeit der Beziehungen bedeutet vielmehr, dass Peering ein persönliches Engagement rund um die Zusammenschaltung begünstigt oder sogar erforderlich macht (siehe S. 274 ff.). Ein Kriterium für die Passung von Akteuren in Koproduktionsprozessen ist nach Ostrom, dass sich die von den Beteiligten beigesteuerten Ressourcen mit Blick auf das angepeilte Ziel ergänzen:

„First, the technologies in use must generate a complimentary production possibility frontier (...) rather than merely a substitutive one. (...) When co-

erinnern, die eine Peering-Vereinbarung zum Gegenstand hatte.

136. Siehe zum Beispiel den „IP Transit Pricing Service“ von TeleGeography, <https://www2.telegeography.com/ip-transit-pricing-service>

productive inputs are legally owned by diverse entities and complements, synergy can occur. Each has something the other needs.“ (Ostrom 1996)

Um Komplementarität geht es auch beim Peering. Ähnlich wie in einer Tauschwirtschaft müssen Netzbetreiber auch bei der Koproduktion geeignete Peering-Partner identifizieren und mit ihnen die Modalitäten der Zusammenschaltung vereinbaren.

Damit dringen wir zum bisher ungelösten Rätsel der Konnektivitätsökonomie vor. Denn alle Formen der Zusammenschaltung jenseits von Transit werfen dieselbe Frage auf: Wie bewerten Netzbetreiber einander? Wie erreichen sie eine interne Balance? Wie erkennen sie einander als gleichrangig, ihre Ziele als kongruent, ihre Beiträge als gleichwertig und komplementär, sodass ihnen ein Koproduktionsverhältnis praktikabel und rational erscheint? Wie nehmen sie Äquivalenzbestimmungen vor?

Dass diese Fragen alles andere als theoretischer Natur sind, belegt die Äußerung eines Befragten, der mehr als 20 Jahre Berufserfahrung hat. Für ihn sind Peering-Verhandlungen ein „game of bluff“, das Netzwerker*innen landauf landab spielen (müssen):

„I always liken it to: You are in a jungle. It’s night. And you see two little bright, beady points of light in front of you. And one option is: It’s going to eat you. The other option is: It’s food, you can eat it. And to figure out who is who in that meeting of the two little points of light, there is a huge amount of negotiation in a commercial sense. There is a

huge amount of sort of sniffing around because at some point, **if it becomes really obvious that one party is dramatically smaller than the other, it's over.** You are the customer. **If you can maintain the fiction that you're big and the other party believes you, you're a winner.** You then become the upstream [der/die Transit-Verkäufer*in, Anm.].“ [32:39]

Die Verhandlungen zwischen Netzbetreibern leben von zwangsläufig fiktiven Vorstellungen über die Größe der anderen Partei. Also versuchen Netzbetreiber Größe zu signalisieren – entweder mit dem Ziel, ein kostenneutrales Peering zu erreichen, oder mit dem Ziel, den anderen zum Kunden zu machen und eine Bezahl-Beziehung zu etablieren. Offen ist allerdings, woran sich Größe festmacht. Das Suchen nach Kriterien und Anzeichen für Größe sowie für deren Ausmaß bezeichnet der Interviewte als „herumschnüffeln“. Das zeigt, wie unsicher die Bewertungssituationen sind. Um Zusammenschaltungen nach dem Peering-Prinzip einigermaßen praktikabel zu machen und einen gemeinsamen Verhandlungsraum zu schaffen, braucht es deshalb geteilte interpretative Rahmen, an denen Netzwerker*innen ihre Bewertungen und Argumente aufhängen können.

4.2 Produktbezogene Qualitätskonventionen für nicht direkt vergleichbare Konnektivität

Für Zusammenschaltungen jenseits von Transit, die keine vollständige Internet-Konnektivität bieten, braucht es andere Grundlagen für die Bewertung als einen Preis. Denn wie beschrieben lassen sich Angebote von Teil-Konnektivität mit je eigenen Ausschnitten des Internets aufgrund der Einzigartigkeit der Netze nicht direkt vergleichen und sind nicht direkt substituierbar. Das ist eine Erklärung dafür, warum es keine festen Preise für Peering gibt. Preise taugen nicht als Vergleichsmaßstab, wenn das angebotene Gut je unterschiedlich oder gar „schwammig“ [17:218] ist.

Im Grenzbereich zwischen Markt und Koproduktion kommen deshalb andere Qualifizierungen zum Vorschein. Sie helfen Netzbetreibern dabei, die Äquivalenz (im Wortsinn: Gleichwertigkeit) ihrer Zusammenschaltung zu evaluieren. Netzbetreiber bestimmen dafür verallgemeinerungsfähige Qualitätskriterien. Die Qualifizierungen erlauben ihnen, sich über den Gegenstand der Zusammenschaltung zu verständigen, sich auf Bewertungsmaßstäbe zu einigen, die sie der Koproduktion zugrunde legen, und ein für sie stimmiges Verhältnis der wechselseitig einzubringenden Ressourcen zu verhandeln. Mit diesem Hilfsmittel etablieren sie Peering mittelbar als Verhältnis unter Gleichwertigen. Wenn ein Zusammenschaltungsarrangement mit begrenzter Konnektivität über diese Qualitäten hinaus auch finanzielle Zahlungen zum Gegenstand hat (Paid Peering oder Partial Transit), handelt es sich um eine Mischform in der Grauzone zwischen Marktmodus und Koproduktion.

In der Konnektivitätsökonomie lassen sich gegenwärtig sieben unterschiedliche, produktbezogene Qualitätskonventionen für nicht direkt vergleichbare Konnektivität identifizieren.¹³⁷ Jede Produktbestimmung konturiert einen Beitrag, den Netzbetreiber in die Zusammenschaltung einbringen. Die Produktbestimmungen heben Qualitäten hervor, denen in den Augen der Netzbetreiber Wert beigemessen werden soll. Es handelt sich um Idealtypen, die sich sogar teilweise überschneiden können. Die Liste möglicher Qualitäten ist prinzipiell nicht als abgeschlossen zu betrachten. Das liegt daran, dass Produkte nie aus sich heraus da sind, sondern immer eine symbolische Dimension haben, in der sie bezeichnet und somit konstruiert werden. In den Produktbestimmungen spiegeln sich die unterschiedlichen Auffassungen der Netzbetreiber darüber, welche Dinge sie in die Zusammenschaltung einbringen.

Die nachstehende Grafik zeigt, welche sieben produktbezogenen Qualitätskonventionen diese Arbeit im Feld der Konnektivitätsökonomie gefunden hat:

- Inhalte,
- Übertragung,
- Zugang zu Endkund*innen,
- Kapazität,
- Internet-Erfahrung,

137. Transit wird hier aufgrund der Standardisierung und Reproduzierbarkeit des Gutes (Wettbewerb) sowie dem Einsatz von Bezahlung als Ausdruck von Marktkoordination verstanden. Qualitätskonventionen gibt es für alle ökonomischen Güter, auch für Transit. Mit Transit-Konventionen beschäftigt sich diese Arbeit aus Platzgründen jedoch nicht.

- Spezialdienste und die
- Katalysator-Konvention.

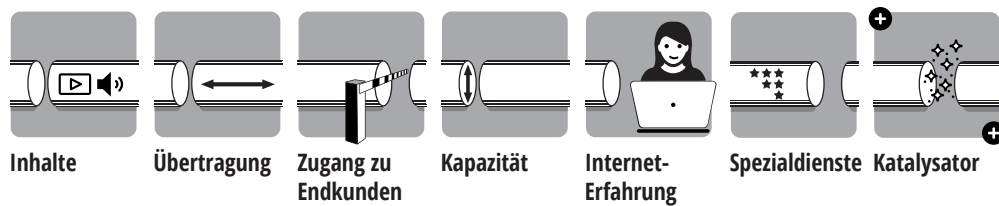


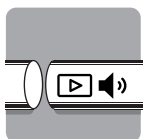
Abb. 7. Die produktbezogenen Qualitätskonventionen der Konnektivitätsökonomie. Quelle: Eigene Darstellung.

Für jede Qualitätskonvention wird im Folgenden aufgeführt, wie Netzbetreiber Gegenstand und Thema der Zusammenschaltung definieren, welche Bewertungskriterien und -einheiten zum Tragen kommen, wenn die Produktbestimmung akzeptiert wird, und welche Arten von Netzbetreibern empirisch beobachtbar typischerweise welchen Produktbestimmungen anhängen, sie bewerben oder sich auf sie einlassen. Die Arbeit findet auch Gemeinwohlvorstellungen, die die Produktbestimmungen aktivieren, stützen und die in Konfliktfällen der Rechtfertigung dienen.¹³⁸ Und zuletzt legt sie offen, welche Koordinationsmuster typischerweise die Herstellung der jewei-

138. In den Wirtschaftswissenschaften gibt es das Konzept der externen Effekte oder Externalitäten. Darunter sind positive oder negative Wirkungen von Produktions- oder Konsumententscheidungen zu verstehen, die Dritte betreffen und nicht im Preis-System berücksichtigt werden (Laffont 2008). Auffällig an einigen der hier aufgeführten Produktbestimmungen ist, dass sie vermeintlich externe, soziale Effekte wie die Interneterfahrung der Endnutzer*innen internalisieren, also in die Verhandlung einbringen.

ligen Qualitäten begleiten, sprich: wie Netzbetreiber sich und ihre Außenbeziehungen organisieren, um die Produkte in der ihnen je eigenen Weise herstellen zu können. Die Kategorien sind nicht exklusiv. Das heißt, nicht jede Produktdefinition widerspricht zwingend jeder anderen oder schließt sie aus. Kapazität beispielsweise lässt sich nicht anbieten ohne Routen. Aber die Produktbestimmungen betonen unterschiedliche Aspekte der Zusammenschaltung und projizieren in unterschiedlicher Weise Sinn und Wert hinein.

Praktisch stellen diese produktbezogenen Qualitätskonventionen Koordinationslogiken mit begrenzter Reichweite dar, weil sie nicht über die Branche der Netzwerker*innen hinaus zielen, sondern engen Anwendungsbezug haben. Das heißt, sie stehen nicht automatisch auf derselben Stufe wie die im Konzeptkapitel auf S. 129 ff. und in der Auswertung ab S. 289 vorgestellten, allgemeinen Rechtfertigungsordnungen. In dem Moment allerdings, in dem die Herstellung von Internet-Konnektivität ins öffentliche Bewusstsein rückt – oder von Akteuren der Konnektivitätsökonomie gerückt wird –, steigt der Rechtfertigungsbedarf. Die Produktbestimmungen selbst können dann zum Gegenstand gesellschaftlicher Prüfung werden.



4.2.1 Inhalte

Inhalte sind eine flexible Hüllen-Kategorie, mit der Netzbetreiber auf eine außerhalb der Zusammenschaltung liegende Medienrezeption verweisen. Das Wert-Kriterium bei Inhalten ist deren Popularität bei den Internetnutzer*innen. Die Produktbestimmung „Inhalt“ kann sich auf alle Arten von informationellen

Erzeugnissen und Immaterialgütern beziehen, denen sich Bedeutung und Wert beimessen lässt. Als Inhalte erwähnt werden in der Netzwerker-Praxis zurzeit gängiger Weise vor allem datenintensive Erzeugnisse der Medien- und Kreativindustrie wie Bewegtbild, Bilder oder Musik. Aber auch Software wie Betriebssystemupdates werden aufgrund ihrer Kritikalität für die Computersicherheit inzwischen durchaus als eigenständige Inhalte von Wert mobilisiert. Sogenannter user-generated content, also von Endnutzer*innen erzeugte Inhalte, betrachten Netzbetreiber zurzeit selten als wertig.

„What Google does with its data centres, what Amazon does, what Microsoft does, what Netflix does, **what a lot of the content distribution networks do is a completely different game.** Because they’re not trying to be the last mile access network. **They’ve got a different motivation about where they get the money from and what their transactions are.** (...) The content folk also appear at peering from an entirely different perspective, right? Because **in some ways they were what we used to call customers who are trying to sell some aspect of their behaviour that causes them to be peers.**“ [32:49]

Wie dieser Netzwerker selbstironisch betont, ist es die angenommene Wertlosigkeit der Inhalte von Internetnutzer*innen, die diese gegenüber den Netzbetreibern zu Kund*innen macht:

„You know, why are **you a customer**, and **Google is not a customer** of your [Internet, Anm.] service provider? Because **the content you provide**

is intrinsically worthless to everyone else. I'm sorry, but that's just life. (laughs) I have a similar problem. The content that I have is intrinsically valueless.“ (32:49)

Was dieser Netzwerker beschreibt, erscheint zurzeit intuitiv. In der Vergangenheit wurden Nutzer-Inhalte aber schon einmal anders bewertet. In den Hochzeiten des Peer-to-Peer-Filesharing begriffen Netzbetreiber Internetnutzer*innen nicht nur als Empfänger*innen, sondern symmetrischer auch als Sender*innen von Inhalten. Viele Netzwerker*innen betonen jedoch, wie dynamisch sich das Internet entwickelt. Sie halten es für möglich, dass auch von Nutzer*innen ausgehende Inhalte in Zusammenschaltungsverhandlungen zukünftig wieder Wertschätzung erfahren könnten, etwa wenn erneut Systeme und Protokolle zur dezentralen Dateispeicherung populär werden¹³⁹ oder wenn es um kritische Gesundheitsdaten oder Mengen von Internet-of-Things-Kommunikation geht.

Wenig überraschend sind es vor allem all diejenigen Netzbetreiber mit Verbindungen zur Produktion, Vorhaltung oder Verteilung von Medien, die Inhalte ins Zentrum ihrer Produktdefinition stellen. Es sind sowohl Netzwerke, die nur eigene Inhalte oder Dienste produzieren, als auch solche, die vertikal integriert sind und sowohl Inhalte als auch eigene physikalische Netze haben (sogenannte

139. Zu denken ist hier zum Beispiel an neue Peer-to-peer-Protokolle wie das InterPlanetary File System (IPFS) im Bereich der Distributed-Ledger-Technologien wie Blockchain oder an verteilte Datenspeicher wie das von Tim Berners-Lee neu entwickelte „Solid“: <https://solid.mit.edu> Theoretisch könnten Nutzende ihre persönlichen Daten damit lokal speichern, und alle Sozialen Netzwerke (und andere) würden darauf zugreifen.

Hyper Giants; Google und Facebook werden häufig als Beispiele genannt). Und es sind Hosting Provider, die Inhalte im Auftrag Dritter vorhalten, sowie Content Distribution Networks, die Inhalte Dritter verteilen und deren Auslieferung beschleunigen.

Inhalte haben einen zivilgesellschaftlichen Gemeinwohlbezug. Sich ungehindert informieren zu können, gehört zur Informationsfreiheit und damit zu den Grundrechten. Die Existenz und der mögliche Zugriff auf eine Vielfalt von Inhalten und pluralistische Quellen ist dafür eine Voraussetzung.

Mit Blick auf die Frage der Koordination geht die Qualitätskonvention der Inhalte bei ihren Vertreter*innen mit einem hohen (Selbst-)Bewusstsein für die eigenen Kostenquellen einher. Sie fallen an für den Betrieb von Rechenzentren und Server-Infrastruktur, die zur Speicherung und Auslieferung der Inhalte betrieben werden müssen. Im Außenverhältnis zu anderen Netzbetreibern verfolgen Vertreter der Inhalte-Konvention üblicherweise eine sogenannte offene Peering Policy. Das heißt, sie wollen Zusammenschaltungen mit interessierten Netzbetreibern auf Koproduktionsbasis realisieren und signalisieren dies auch öffentlich. Paid Peering lehnen sie vornehmlich ab. Die Vertreter dieser Qualitätskonvention versuchen auch, insgesamt eine möglichst große Anzahl von Zusammenschaltungen zu realisieren. So können sie ihre Inhalte möglichst dicht an die Ränder des Internets und damit in die Nähe der Nutzer*innen bringen.

In der innerbetrieblichen Organisation spiegelt sich diese Ausrichtung darin, dass es in der Netzwerk-Abteilung solcher Unternehmen extra die Rolle des

Peering Managers gibt. Peering Manager sind speziell dafür zuständig, neue Zusammenschaltungen zu realisieren und bestehende Kontakte zu pflegen. Sie sind professionelle „Socialiser“. Die unter Netzwerker*innen häufig gelobte Geselligkeit ist im Rahmen der Inhalte-Konvention Teil eines Berufsprofils.

„Their full-time job is to do peering, to participate in peering, to go the conferences, to represent the company. They might also be sales people.“

[45:87]

Zusammenschaltungen versuchen Vertreter dieser Qualitätskonvention so unkompliziert wie möglich zu realisieren. Es kommen alle Verfahren der Zusammenschaltung zum Einsatz. Technische Prüfkriterien gibt es kaum:

„Wir peeren mit jedem, der in der Lage ist, eine Session aufzusetzen.

Es gibt keine Requirements in irgendeiner Hinsicht, weder von Traffic, noch Größe, noch sonst irgendwas.“ [17:178].

Konkret heißt das: Für Zusammenschaltungen mit kleinen Netzen und wenig Datenverkehr schließen sich Inhalte-Netze an sogenannte Route Server (S. 223 f.) an, die von Internet Exchanges betrieben werden. Mit größeren Netzen richten sie auch private Zusammenschaltungen an Internet Exchanges oder sogenannten Colocation-Zentren ein. Insbesondere die großen Content Distribution Networks und Inhalte-Anbieter gehen sogar weiter. Sie haben sogenannte Content Caches entwickelt. Das sind Server, die sie nach Absprache mit Internetzugangsanbietern oder auch mit Internet Exchanges direkt in deren Netzwerken platzieren. Diese Server halten die für die Internetnutzer dieses

Netzes je populärsten Inhalte lokal vor. Indem sie die Inhalte-Server direkt in das Netz des Partners integrieren, reduzieren die Content Caches faktisch den Bedarf an Zusammenschaltungskapazität an der Außengrenze eines Netzes. Die Inhalte werden also nicht via externer Zusammenschaltung zwischen zwei Autonomen Systemen organisiert, sondern von innen. Beim populären Online-Video-Dienst Netflix heißt dieses Programm zum Beispiel „Open Connect“; Google spricht von „Cache Servers“, Akamai nennt es „Accelerated-Network-Partner“-Programm. Obwohl die Platzierung von Content Caches im technischen Sinne keinerlei Internet-Konnektivität erzeugt, sondern sie gerade vermeidet oder augmentiert – bei Zugriffen auf die Caching-Server kommt es nicht zur Übertragung von IP-Daten über Netzgrenzen hinweg –, sind Verhandlungen über deren Platzierung dank der Vertreter der Inhalte-Konvention inzwischen üblicher Teil von Zusammenschaltungsgesprächen und finden bei sogenannten Peering-Foren statt.

Content Caches verändern den Charakter der Quasi-Zusammenschaltung grundlegend. Auch sie stehen zwar für eine kostenneutrale Koproduktion. Doch sie funktionieren anders als echte Internet-Zusammenschaltungen zwischen Autonomen Systemen. Der Austausch von Daten basiert nicht auf offenen Internet-Standards wie dem Border Gateway Protocol und dem Best-Effort-Prinzip. Da die Server in die Partnernetze integriert sind, tauchen sie zum Beispiel auch nicht im Routing-System auf. Content Caches sind – gemessen an der technischen Öffentlichkeit und Transparenz von Internet-Zusammenschaltungen – private, undurchsichtige Einrichtungen. Deren

Anbieter treiben vielmehr private Standards voran. Das spiegelt sich auch darin, dass sie von Internetzugangsanbietern den Abschluss sogenannter Non Disclosure Agreements (NDAs) verlangen, sodass die Spezifikationen ihrer Geräte nicht öffentlich werden.¹⁴⁰ Auf individuelle Anpassungen lassen sich die Inhalte-Netze hier nicht ein, wie dieser Netzwerker eines Internet Service Providers berichtet, der die Caches einfach nur „Boxen“ nennt, was an die Black-Box-Metapher erinnert:

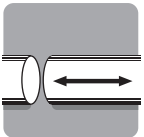
„They approached us wanting to base their caches with us. And **our initial response was:** ‚Yeah sure, **no problem. I don’t care if I’m peering with your actual network, or with your boxes.**‘ But then **they started demanding** that we provide rack space, the power, the everything. So we said: ‚No, we can peer with you, but if you want to buy rack space, we have a service for that. You can buy it from us.‘ **In the end they weren’t interested any more.** (...) I think [they find it, Anm.] too complicated. I think they want to roll out, or they have rolled out all over the world and **they want to do it the exact same way at every place.** So for them to have different deals in all places was too much to manage. I'm guessing.“
[27:188-192]

140. „So for example, if you would like as a university to host some of my caches, then I will send you some of my equipment and I would like you to keep this secret, because I don’t want you to tell the press exactly how my servers are made and how all the specifications, technical specifications and further specification of what my stuff is looking like. So then I would like to ask you to sign a contract that says that you don’t disclose anything to the press.“ (20:163)

Zusammenfassend integriert die Produktkonvention der Inhalte die Bedeutungsebene in die Zusammenschaltung. Zu deren Vertretern zählen heute vor allem Anbieter von Mediendiensten. Als vor einigen Jahren noch Peer-to-Peer-Filesharing beliebt war, vertraten auch einige Internet Service Provider diese Konvention. Je populärer die Inhalte, desto höher die Bewertung des Beitrags in einer Zusammenschaltungsdiskussion. Unternehmen bilden die Qualitätskonvention mit dem extra Job-Profil des Peering-Managers ab, dessen Aufgabe es ist, kostenneutrale Zusammenschaltungen zu erzielen und sich in Geselligkeit zu üben. Technisch für Zusammenschaltungen aller Art und Innovationen offen, treiben Vertreter*innen dieser Konvention auch die Umsetzung neuer Standards voran. Dazu gehören auch die Content-Caches, mit denen der Fokus wegverlagert wird von Internet-Konnektivität hin zur Inhalte-Auslieferung. Manche Beobachter sehen die Verbreitung von Caching-Strukturen als Indiz für einen Wandel des Internets weg vom Primat der Vernetzung und Erreichbarkeit, hin zu einer Auslieferungsstruktur für je nur die nachgefragtesten Inhalte. Huston befürchtet, dass eine Dominanz der Inhalte-Konvention einen „death of transit“ (Huston 2016) bewirken könnte. Gemeint ist damit, dass Caching-Kapazitäten an den Rändern des Internets zu regional spezifischen Inhalte-Angeboten ausgebaut werden könnten, während die zwischen ihnen Internet-Konnektivität gewährleistenden Weitstreckenverbindungen weniger wachsen. Im Extremfall könnte das zu einer Fragmentierung des Internets führen.

Beitrag	Inhalte (Was)
Bewertungseinheit	Popularität
Beschreibung	Immaterialgüter wie Online-Videos, Bilder, Software-Updates, Apps
Typische Vertreter	Inhalte-Produzenten, „Hyper Giants“, Hosting Provider, Content Distribution Networks
Wert- und Legitimitätsargument	Verfügbarkeit pluraler Informationsangebote als Voraussetzung für Informationsfreiheit, Zivilgesellschaft
Koordinationsmerkmale	Fokus auf Rechenzentren und Server-Infrastruktur; innerbetrieblich Rolle des „Peering Manager“ vorhanden; Socialising in der Community; weniger Checks und Balances beim Peering; offene Peering Policy; Verbreiten von Content Caches

Tabelle 3. Produktbezogene Qualitätskonvention der Inhalte. Quelle: Eigene Darstellung.



4.2.2 Übertragung

Bei der Übertragung liegt das Produkt in der Dienstleistung der Datenübermittlung. Argumentativ mobilisiert wird alles, was zum Erbringen der Übermittlung gehört. Das beinhaltet zum Beispiel den Erhalt und Ausbau der physischen Infrastruktur wie Glasfaserkabel und Router oder den Erwerb von Spektrum-Lizenzen für mobile Datenübertragung. Vertreter dieser Qualitätskonvention sind teilweise mittlere, insbesondere aber sehr große Internet Service Provider. Kleine Internet Service Provider führen diese Qualitätskonvention weniger intensiv an, weil sie relativ gesehen weniger Netzinfrastruktur und damit weniger eigene Transportfähigkeit haben.

Der Wertmaßstab für Transport ist innerhalb der Qualitätskonvention die Größe des Netzes und dessen Ausbreitung, also zum Beispiel die Distanzen und Wege, über die ein Netzbetreiber Daten übermitteln kann. Netze definieren ihre Abdeckung zum Beispiel über die Anzahl und Regionen der sogenannten Points of Presence (PoPs). Ihre legitimierende Kraft bezieht die Qualitätskonvention des Transports darauf, dass sie mit der Funktion des Verbindens die Grundlage der Vernetzung bildet, vereint mit industriellen Normen der Kontinuität, Sicherheit und Integrität gesellschaftlicher Kommunikation.

Koordinativ geht die Bereitstellung von Transport als Produkt typischerweise mit industriellen Argumenten einher, die den Wert der eigenen Netzwerkressourcen hervorheben. Betont werden die langfristigen Investitionen in Übertragungskapazitäten sowie Aufwand und Expertise für deren Instandhaltung.

Das erste Ziel ist es in dieser Qualitätskonvention deshalb, Zusammenschaltungen als Paid Peering oder Partial Transit zu verkaufen und keine Koproduktion einzugehen. Dafür arbeiten diese Netze auch mit externen Wiederverkäufern (Resellern von „Wholesale Internet“) zusammen. Diese treten ihrerseits als Transit-Anbieter auf. Doch auch bei Zusammenschaltungen jenseits von Transit handelt es sich vorzugsweise um Bezahl-Varianten. Weil es ums Verkaufen geht, ist die Zuständigkeit für Peering innerhalb des Unternehmens in Marketing- und Vertriebsabteilungen angesiedelt, nicht wie bei anderen Netzbetreibern in technischen Abteilungen wie der Netzwerk-Architektur. Bisweilen sind die Zuständigkeiten für Zusammenschaltungen innerhalb

der Unternehmen auch über mehrere Teams hinweg verteilt. Manchmal liegt die letzte Entscheidung sogar bei Peering-Komitees.

Die Mitarbeiter*innen interagieren mit anderen Netzbetreibern auf Basis einer sogenannten selektiven Peering Policy. Das heißt, sie folgen strengen formalen Leitlinien, in welchem Modus Zusammenschaltungen erfolgen. Typischerweise legen die Peering Policies von Netzwerken, die die Übertragung als wesentliche Qualität vertreten, restriktive Bedingungen für kostenneutrale Peerings fest. Zu diesen Bedingungen gehört standardmäßig die sogenannte Ratio als Peering-Kriterium.¹⁴¹ Die formulierten Werte zielen in der Praxis meist auf ausgeglichene Verhältnisse ab. Da zwischen Inhalte-Anbietern und Internet Service Providern die Verhältnisse fast nie ausgeglichen sind, stehen solche Policies diesen Zusammenschaltungen im Wege. Denn Datenverkehr zwischen diesen beiden Typen von Netzwerken ist stark asymmetrisch, vom Inhalte-Netz zum Internet Service Provider. Gefordert wird darüber hinaus die Einrichtung einer Mindestzahl von Übergabepunkten, bisweilen auch auf mehreren Kontinenten. Dieses Kriterium einer Mehrzahl von Übergabepunkten verbessert operativ die Redundanz eines Zusammenschaltungsarrangements. Es wird ausfallsicherer. Mehrere Übergabepunkte zu verlangen, dient dem Transport-Netz aber gleichzeitig als eine Art Proxy, also als indirektes Kriterium, um die Gleichwertigkeit des Peers zu beurteilen und die Latte dafür hoch zu legen. Denn nur ähnlich

141. „Ratio“ meint das Verhältnis des ausgetauschten Datenverkehrs zwischen zwei Netzen. Eine Ratio von 1:2 heißt zum Beispiel, dass ein Netzwerk bereit ist, von seinem Zusammenschaltungspartner doppelt so viel Datenverkehr zu empfangen und weiter zu transportieren wie es selbst schickt.

große Netzbetreiber können eine ähnliche Zahl von Übergabepunkten und damit vergleichbare Infrastruktur-Investitionen nachweisen.

Mit der Verschiebung von der Koproduktion in den Bezahlmodus kommt es in dieser Qualitätskonvention zur Formalisierung. Zusammenschaltungen erfolgen vertragsbasiert. Die Parteien etablieren wechselseitige Ansprüche, die über das für Peering typische Best-Effort-Prinzip hinausgehen. Sie dokumentieren diese Ansprüche in Verträgen und oder Service Level Agreements (SLAs). Solche Verträge heißen zum Beispiel „paid asymmetric peering contract“ [24:87].

Exkurs: Verträge

Verträge und SLAs sind unter Netzwerker*innen umstritten. Der erste Kritikpunkt ist, dass Verträge insbesondere dann unnötigen Aufwand bedeuten würden, wenn Zusammenschaltungen auf Koproduktions-Basis realisiert würden. Denn rechtlich könne dabei keine Seite einen Anspruch an die andere stellen, weil beide nur Vorteile aus der Verbindung ziehen würden. Aber auch bei Bezahl-Beziehungen wie Paid Peering oder Partial Transit ließe sich kaum zwischen Vertragssprache und operativer Wirklichkeit übersetzen. Zu oft seien die Texte von Juristen formuliert, die zu wenig Kenntnis des Bereichs hätten. Das führe zu Formulierungen, die juristisch gut klängen, aber die wechselseitigen Verpflichtungen mangelhaft beschrieben.

Andere Netzwerker*innen betonen, die Vereinbarungen würden Klarheit schaffen über Erwartungen und sie würden Regeln für die zukünftige Zusammenarbeit explizit machen. Zu den typischerweise in SLAs vereinbarten Aspekten gehört zum Beispiel, dass es auf beiden Seiten ein Network Operation Center gibt, das 24/7 erreichbar ist. Parteien vereinbaren darin auch, ab wie viel Prozent Auslastung am Zusammenschaltungspunkt die Kapazität erweitert wird und auf welche Ziel-Auslastung hin. Sie versichern sich einander also in eine gemeinsame Zukunft hinein.

Verträge haben darüber hinaus den Effekt, dass sie Zusammenschaltungen entpersonalisieren, also von der Person eines/r einzelnen Netzwerker*in unabhängig machen. Das heißt, Netzwerker*innen können in vertragsbasierten Zusammenschaltungsarrangements weniger flexibel miteinander agieren als in undokumentierten, informellen Arrangements. Ihr Handlungsspielraum wird enger, die Entscheidung über Zusammenschaltungen wandert weiter in das Unternehmen mit seinen Abteilungen hinein:

„At their level, it’s all about contracts. It’s mostly paid peering. There is very little free interconnection that happens at the Tier 1 level. It’s all complicated and paid and contracts. And that’s why you see

these disputes (...). It's all corporate politics, very complicated. No one talks about it. Everyone has their side of the story.“ [2:153]

Mehrere Netzwerker*innen [31; 38] bestätigen, dass an Zusammenschaltungen bis zu 15 Leute beteiligt sein können. Indem Verträge das Wissen Einzelner externalisieren, dienen sie auch der Dokumentation. Zusammenschaltungen zu dokumentieren, unterstützt innerbetrieblich die Kontinuität im Zusammenschaltungswesen, selbst wenn das Personal wechselt. Nach außen rüsten sich Netzbetreiber mittels der Dokumentationen für etwaige Rechtfertigungen ihrer Zusammenschaltungspraktiken gegenüber erweiterten Öffentlichkeiten, wie zum Beispiel Regulierern.

Die Übertragung selbst zum Qualitätskriterium machen kann glaubhaft nur, wer möglichst viel Kontrolle über sie hat. Kontrolle erreichen Netzbetreiber, indem sie ihre Zusammenschaltungen mit großer technischer Expertise einzeln managen. Vertreter der Übertragungs-Konvention sind deshalb häufig erfahrene Netzwerker*innen mit viel Know-how. Und sie gehen nach Möglichkeit ausschließlich direkte, private Zusammenschaltungen in sogenannten Colocation-Rechenzentren ein. Dort verbinden sie die Border Router (siehe S. 72 ff.) ihrer Autonomen Systeme direkt mit einem Stück Glasfaser-Kabel. An intermediären Strukturen wie Internet Exchanges und insbesondere an deren

öffentlichen Route Servern haben diese Netzbetreiber kein Interesse, wie dieser Netzwerkingenieur eines großen Internet Service Providers mit interkontinentalem Netz erklärt:

„Die großen Tier 1s interessieren sich für die Public Peerings null. Interessiert die mal eben einen feuchten irgendwas, also einfach nur: ‚Pff, mir doch egal.‘ In den Meetings, wo die DECIX, AMSIX, LINX, EQUINIX¹⁴² erzählen, was sie für neue Peering Fabrics aufgebaut haben, da habe ich die besten Diskussionen mit einer Deutschen Telekom, mit einer Telefonica ...“ [30:78]

Die Abneigung gegenüber Intermediären in der Zusammenschaltung ist bisweilen von Arroganz geprägt, aber auch von kalkulativem Misstrauen. Das Misstrauen basiert auf der Wahrnehmung, dass Internet Exchanges im Zusammenschaltungssystem keine gute Kontrollinstanz für Netzwerksicherheit darstellten. Denn die Internet Exchanges verdienten daran, mehr Mitglieder als Kunden zu gewinnen. Das Gewinnstreben vertrage sich nach Einschätzung mancher nicht damit, eben diese Mitglieder des Internet Exchanges zu beaufsichtigen und zurecht- oder gar abzuweisen.¹⁴³

142. Anmerkung: Die Akronyme sind Abkürzungen für die weltgrößten Internet Exchanges in Deutschland, den Niederlanden, Großbritannien und den USA.

143. Internet Exchanges sehen sich und ihren Beitrag im Zusammenschaltungssystem anders: als Instanzen, die für Netzhygiene sorgen, die Best Practices in die Breite tragen und die ihren Mitgliedern solche Konfigurationen untersagen, die anderen Mitgliedern schaden würden.

Die Qualitätskonvention des Transports ist mit normativen Ingenieurs-Vorstellungen darüber verbunden, wie Zusammenschaltungen im Internet in der richtigen Weise zu realisieren sind. Intermediäre Strukturen haben in diesem Bild vom Internet keinen Platz. Sie zu benutzen, sei grundsätzlich zu riskant. Besonders klar kommt diese Haltung zum Ausdruck in der folgenden Passage aus einem Interview mit einem angesehenen Netzwerker, der inzwischen in die Internet-Administration gewechselt ist. Er erinnert sich an seine aktive Zeit bei einem führenden nationalen Internet Service Provider:

Befragter: „**We never pushed traffic through open switches¹⁴⁴. That’s just stupid. (...) No one should do that! (...) Because you lose control of your traffic.** Other people could dig around with your traffic. That’s wrong! If I peer with you, you and I have a piece of cable infrastructure between your equipment and my equipment. There is no open switch mechanism nonsense for third parties to fuzz with your traffic and my traffic. No way! Never did that. **That’s just crazy talk!**“

Interviewerin: „That’s a very strong point of view. I mean, many internet exchanges operate on such fabrics, right?“

Befragter: „And we’d never pushed traffic across them. **It was always private fibre. It had to be.** You know (seufzt), **it is just too risky for people**

144. Anmerkung: Switches sind das Pendant zu Route Servern auf Layer 2 der Internet-Architektur.

you haven't got agreements and arrangements with to actively disrupt what you're doing.“

Interviewerin: „And those people would be ... the operators of those switches?“

Befragter: „**You never know who your neighbours are in an exchange.** Because when you go into an exchange, they're busy selling more neighbour slots. **You have no idea who's on the same fabric and what their motives are!** And counting on the fact that this exchange will only sell traffic to good guys who won't have their equipment open for hacking etc. etc. is just (seufzt) that's crazy. You shouldn't do that!“

Zusammengefasst geht die Qualitätskonvention der Übertragung einher mit einer klaren Gewinnerzielungsabsicht durch die Zusammenschaltung selbst. Netzwerke, die der Übertragungskonvention anhängen, gehen vergleichsweise wenige, dafür aber langfristige Peering-Beziehungen miteinander ein. In ihren selektiven Peering Policies machen sie das Ratio-Kriterium stark. Wer dem nicht entspricht, muss sich auf Verhandlungen über Paid Peering einstellen.

In der Community zeigen sich die Protagonisten dieser Qualitätskonvention zwar, bleiben dort aber tendenziell unter sich. Insbesondere die Entwicklung von Internet Exchanges treiben sie nicht mit voran. Die Sorge um die Integrität der Übertragung und ein Kontrollanspruch spiegeln sich in individuellen Haltungen, die sich als techno-normativ bezeichnen lassen (als Soll-Auffassungen über Techniknutzung). Demnach haben Zusammenschaltungen im

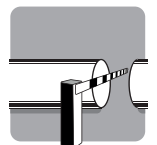
Internet direkt und ohne Intermediäre zu erfolgen. Aufgrund selektiver Peering Policies haben die einzelnen Netzwerker*innen in solchen Unternehmen wenig Handlungs- und Entscheidungsspielraum. Zusammenschaltungsverhandlungen laufen formalisiert ab, häufig unter Beteiligung anderer Abteilungen.

Beitrag	Übertragung
Bewertungseinheit	Größe und Ausbreitung des Netzes
Beschreibung	Transport von Daten über physische Infrastruktur
Typische Vertreter	Mittlere und große Internet Service Provider
Wert- und Legitimitätsargument	Verbindung; industrielle Werte wie Kontinuität, Sicherheit, Verlässlichkeit; Gelingen gesellschaftlicher Kommunikation
Koordinationsmerkmale	Ressourcenblick; Präferenz für direkte Zusammenschaltungen; Peering-Funktion innerbetrieblich im Vertrieb; Bezahlung als default; selektive Peering Policy; Ratio-Kriterium; Interesse an QoS; Formalisierung durch Verträge und SLAs; kein Interesse an Internet Exchanges; Produkt inklusive (z. B. Filtering)

Tabelle 4. Produktbezogene Qualitätskonvention der Übertragung. Quelle: Eigene Darstellung.

4.2.3 Zugang zu Endkund*innen

Zugang zu Endkund*innen lässt sich am ehesten mit einer Zollstation am Eingang in das Netz eines Internetzugangsanbieters vergleichen. Dieses Produkt beziehungsweise diesen Beitrag zu einer Koproduktion können von allen Netzbetreibern aufgrund ihrer topologischen Position nur Internetzugangsanbieter (oder Netzbetreiber mit guten Zusammenschaltungsbeziehungen zu Internetzugangsanbietern) geltend machen. Als eigenständige Ressource wird der Zugang



zu Endkund*innen hier angeführt, weil die Internetzugangsanbieter, die ihn verkaufen wollen, in Verhandlungen dezidiert bestimmte Ziele in ihrem Netz und Eigenschaften ihrer Internetnutzer in die Waagschale zu werfen versuchen. So betonen Internetzugangsanbieter in Verhandlungen durchaus, dass sich in ihrer Kundenbasis viele wohlhabende Internetnutzer*innen befinden, die – belegt durch den Abschluss des teuren Internetzugangsvertrags mit ihrem Unternehmen – erwiesenermaßen kaufkräftig seien. Der Netzwerker eines großen Internetzugangsanbieters bringt es folgendermaßen auf den Punkt:

„I sell access to golden credit cards.“ [31:492]

Zugang zu Endkund*innen heißt also konkret: Zugang zu den Portemonnaies der Endkund*innen. Die Einheit der Bewertung ist innerhalb dieser Qualitätsbestimmung das Ausmaß der Exklusivität. Je konkurrenzfreier ein Internetzugangsanbieter zwischen seinen Kund*innen und dem Internet steht, desto wertvoller wird sein Zugang zu diesen.

Ihr Legitimitätsargument basieren Vertreter dieser Konvention auf einem Verweis auf den Markt und ungleiche Gewinnchancen innerhalb der Internetökonomie. Als privat wirtschaftende Unternehmen seien Internetzugangsanbieter darauf angewiesen, rentabel zu arbeiten. Zu wachsen und (solvente) Kund*innen zu gewinnen, sei in der Internetökonomie aber für Internetzugangsanbieter schwieriger als für die Produzenten von Inhalten und sogenannten Over-the-Top-Services (OTTs)¹⁴⁵. Denn auf dem Internet basie-

145. OTT steht für Over-the-Top Content Provider. Damit sind Unternehmen gemeint, die

rende Dienste und Online-Inhalte – so das Argument – ließen sich beliebig vermehren, sodass deren Produzenten weniger Wachstumseinschränkungen unterlägen. Internetnutzer*innen hingegen – also die Kund*innen der Internetzugangsanbieter – ließen sich nicht beliebig vermehren. Daher sei es legitim, die Aufwände zur Gewährleistung des Internetzugangs durch Gebühren auf der Zusammenschaltungsseite querzufinanzieren.¹⁴⁶ Außerdem setzten Durchleitungsgebühren einen Anreiz, dass Inhalte-Anbieter bandbreitensparsame Codecs entwickelten, also gewissermaßen nachhaltiger mit der Ressource der Konnektivität umgingen.

Zu den koordinatorischen Merkmalen von Zusammenschaltungen, bei denen der Zugang zu Endkund*innen monetarisiert werden soll, gehören nicht nur selektive, sondern noch strenger: restriktive Peering Policies. Die Netzwerk-Ingenieur*innen oder Peering Manager*innen der Internetzugangsanbieter haben sich unternehmensintern unbedingt an diese Regeln zu halten.

„It's a kind of bible for us (...). What my management requests me is to apply strictly and fairly all the rules described in this peering policy.“

internetbasierte Dienste oder Inhalte „über den Kopf“ des Netzbetreibers anbieten, das heißt, ohne dass Netzbetreiber als Übermittler der Daten involviert sind.

146. Crawford (2013) diskutiert diese Art von Situation in „Captive Audience“ als Monopolisierung von Endnutzer*innen. Mit Hilfe der Konventionentheorie lässt sich jedoch weitergehend verstehen, dass ein Monopol nur ausgeübt werden kann, wenn es den Monopolisten gelingt, ihre Qualitätskonvention durchzusetzen, zum Beispiel gegenüber dem Regulierer.

[24:50]

Interessant ist an diesem Zitat das Wort „fair“. Nationale Internetzugangsanbieter stehen unter besonderer Beobachtung durch die Regulierer. Auf keinen Fall wollen sie so erscheinen, als würden sie ihre eventuell marktbeherrschende Stellung missbrauchen. So ist der Verweis auf Gleichbehandlung zu erklären und der Balanceakt, den sie in ihren Heimatmärkten versuchen: Sie formulieren ihre Peering Policies so, dass sie Peerings in ihrem Heimmarkt nicht direkt ablehnen, aber kaum ein anderer Netzbetreiber die Bedingungen für ein kostenneutrales Peering erfüllen kann. Diese Regelwerke sind unternehmensintern geprüft und für rechtskonform befunden. Darum dürfen die zuständigen Netzwerker*innen nicht von den Regeln abweichen. „He was actually making a point that he could not peer with me because of the regulators“ [19:210], erinnert sich ein Befragter an ein Peering-Gespräch mit einem großen Internetzugangsanbieter.

Ähnlich wie bei der Konvention des Transports beinhalten die restriktiven Peering Policies typischerweise für den Datenverkehr eine ungefähr ausgeglichene Ratio als Bedingung. Hinzu kommen weitere Bedingungen wie zum Beispiel eine „Mindestanzahl von Übergabepunkten“ und „Regionale Beschränkungen“. Regionale Beschränkungen können zum Beispiel sein, dass zur Bedingung für ein Peering gemacht wird, dass das andere Netzwerk an bestimmten Übergabepunkten präsent zu sein habe, wo die Koproduktionsbeziehung dann wiederum nur für den Austausch von Datenverkehr gelte, der in dieser begrenzten Region verbleibe.

Der langjährige Chef-Ingenieur eines nationalen Internetzugangsanbieters berichtet, wie er die Peering Policy seinerzeit strategisch definiert habe. Die Strategie bestand darin, sie an Postleitzahlen-Zonen anzulehnen: Für jede Zone, in der ein anderer Netzbetreiber einen Übergabepunkt einrichten würde, würde der nationale Internetzugangsanbieter ein regional begrenztes Peering bewilligen. Diese Kriterien konnte erwartungsgemäß jedoch kein anderes Netz erfüllen. Es hätte dieselbe nationale Abdeckung mit physischer Infrastruktur erfordert.¹⁴⁷

Nationale Internetzugangsanbieter (Fachbegriff: Incumbents) fallen allerorts dadurch auf, dass sie Peerings in ihrem Heimatmarkt vermeiden – auch mit Verfahrenstricks.

„At previous employers, I have dealt with networks that were based mostly in Asia-Pacific and were **willing to peer in London but not peer in the Asian region. And this is a very common theme that you see with incumbents that they will peer outside their main geographical markets that they serve but not inside.** And it appears that they do it like that be-

147. Kleinere australische Internetzugangsanbieter beschwerten sich über diese unerreichbare Peering Policy bei der australischen Wettbewerbs- und Verbraucherschutzbehörde ACCC (Australian Competition & Consumer Commission). Diese drohte daraufhin mit finanziellen Strafen für solche Netze, die eine marktbeherrschende Stellung missbrauchen würden. Der nationale Internetzugangsanbieter entschied daraufhin, mit den nächst größeren drei Internet Service Providern kostenneutral zu peeren. Seine Peering Policy änderte er derart, dass man fortan mit all solchen Netzbetreibern peeren würde, die mit den anderen dreien peeren würden. Im Effekt entstand so eine Gruppe von vier privilegierten Internet Service Providern.

cause **they think that they can make you buy interconnection** inside the country.“ [15:54]

Auch das nächste Zitat bestätigt, dass Internetzugangsanbieter in ihren Heimatmärkten keine Koproduktionen eingehen, sondern Zugang zu Endkund*innen verkaufen wollen. Es legt darüber hinaus ein interessantes Detail der Konnektivitätsökonomie offen, nämlich dass Unternehmen situativ unterschiedliche Qualitätskonventionen vertreten können. Im Heimmarkt machen Internetzugangsanbieter den „Zugang zu Endkund*innen“ zum Produkt. Jenseits ihres nationalen Heimmarktes schließen sie sich anderen Qualitätskonventionen an und pflegen andere Zusammenschaltungspraktiken. Netzbetreiber können ihre Rationalitäten in der Konnektivitätsökonomie also wechseln. Sie agieren taktisch und versuchen, sich mit verschiedenen Argumenten je nach Kontext in eine möglichst günstige Situation zu bringen. Der Netzwerker eines nationalen Internetzugangsanbieters in einem europäischen Land sagt:

„I’ve been giving that a lot of thought. And I think that is interesting because **the ecosystem is different depending on your point of view**. So, **inside [Name des Landes, Anm.]**, we’re the Tier 1 provider. So we would actually refuse peering with (..) almost everyone in [Name des Landes, Anm.] (...) because of size difference basically. (...) So usually the size of the network implies that the smaller network would have a relatively larger benefit of the interconnection. (...) And **the Tier 1s in any ecosystem would deny peerings and refer a potential peer to a customer relationship**. So that’s us in [Name des Landes, ed.]. – **Whereas when we go**

to the European market, we're probably a mid-range to rather large but not in the top tier of providers. So, we have a lot of peers in Europe. We also have some top tier providers that we would like to peer with and **have some trouble negotiating peering with because they see us as a smaller player.** So in the European sense then, we're large but not in the top tier. While **in the global sense,** when I go to the US to negotiate peering there, **we're a relatively small player,** also because the bulk of our traffic is exchanged in Europe. So, the US traffic that we do have is actually quite small, compared to native US players. **So in different markets, in different ecosystems, we have different roles to play.**“ [19:30-36]

In der Konnektivitätsökonomie als einer Form von Netzwerkwirtschaft haben die Akteure keine festen Rollen. Positionierungen, Rationalitäten, Bewertungen und Koordinationsformen der Akteure hängen immer davon ab, in welchem Rahmen und in welchem Bezugssystem sich die Akteure gerade sehen – und von welchem Bezugssystem sie ihr Gegenüber überzeugen können.¹⁴⁸

Zusammengefasst lässt sich diese Qualitätskonvention „Zugang zu Endkund*innen“ dadurch charakterisieren, dass Internetzugangsanbieter hier

148. So lässt sich ein scheinbarer Widerspruch auflösen: Alle drei der in diesem Abschnitt zitierten Netzwerker repräsentieren nationale Internetzugangsanbieter. Als Anhänger der Zugangs-Konvention gelten sie wie beschrieben als peering-avers. Kennengelernt habe ich sie aber bei einer Veranstaltung, die sich Peering Forum nennt und damit das Prinzip der Koproduktion programmatisch im Namen trägt. Die Netzwerker waren dort trotzdem nicht am falschen Platz – sondern sie waren interessiert an Kontakten und Zusammenschaltungen in der Ferne, nicht in ihrer Region.

versuchen, den Grad der Exklusivität ihrer Position gegenüber Internetnutzern gegenüber anderen Netzbetreibern zu monetarisieren. Die Legitimität dieser Qualitätskonvention ist umstritten. Das zeigt sich daran, dass darauf basierende Praktiken bereits die Aufmerksamkeit von Regulierern und Wettbewerbswächtern auf sich gezogen haben. Es zeigt sich auch daran, wie formalisiert die Verfahren sind. Indem die Internetzugangsanbieter betonen, alle Peering-Anfragen fair und nach demselben Regelwerk gleich zu behandeln, dämpfen sie mittels zivilgesellschaftlicher Signale den Eindruck, sie könnten gemeinwohlschädlich agieren. Denn jeder Netzbetreiber bekommt damit theoretisch die gleiche (schlechte) Chance auf eine kostenneutrale Zusammenschaltung. Dem Eindruck, sie würden ihre möglicherweise marktbeherrschende Stellung über die Nutzer*innen missbrauchen, begegnen sie mit einer verfahrensbasierten Behauptung von Fairness, nach der sie sich strikt an ihre Peering Policies halten würden. Die Regelwerke selbst allerdings sind auf die unbedingte Vermeidung von Koproduktionsgeschäften im Heimmarkt ausgelegt.

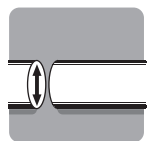
Bei Events der Netzwerker-Gemeinschaft tauchen Vertreter*innen dieser Qualitätskonvention dennoch auf. Sie verhalten sich dort aber zurückhaltend und als Verkäufer, nicht als Peers. Die Inkonsistenz, dass nationale Internetzugangsanbieter ihre strikten Peering Policies im Heimatmarkt mantrahaft betonen, sie aber gegenüber überregionalen Zusammenschaltungspartnern lockern, kostet sie jedoch Authentizität. Insbesondere lokale Netzbetreiber empfinden es als scheinheilig, wenn Netzbetreiber selektiv unterschiedliche Qualitätskonventionen aktivieren.

Beitrag	Zugang zu Endnutzer*innen (Marktposition)
Bewertungseinheit	Exklusivität des Zugangs, „Monopol-Grad“
Beschreibung	Bestimmte Gruppen von Internet-Nutzer*innen erreichen (zum Beispiel junge, wohlhabende Nutzende, die in einer bestimmten Region leben)
Typische Vertreter	Vor allem Internetzugangsanbieter aufgrund des Terminierungsmonopols; einzelne ISPs
Wert- und Legitimitätsargument	Rentabilität und Wachstum im Internetzugangsbetrieb; Kosten gäben Content-Anbietern Anreiz für gute (= datensparsame) Codec-Entwicklung
Koordinationsmerkmale	Offen für regional begrenzte Peerings außerhalb des eigenen Landes; „Points of Presence“ (PoPs) in eng definierten Zonen als Bedingungen für Peering; Ratio-Prinzip; kein fester Preis für Peering; restriktive Peering Policies

Tabelle 5. Produktbezogene Qualitätskonvention des Zugangs zu Endkunden. Quelle: Eigene Darstellung.

4.2.4 Kapazität

Kapazität zählt zu den klassischen Qualifizierungen der Konnektivitätsökonomie. Ein anderes Wort dafür ist Bandbreite. Es handelt sich um eine mengenbasierte Produktbestimmung. Details wie Inhalt, Art, Herkunft oder Richtung des Datenverkehrs spielen keine Rolle in der Zusammenschaltungsdiskussion. Verhandelt wird – um ein Bild aus der analogen Welt zu bemühen – der Durchmesser eines Rohres zwischen zwei Parteien und das Recht für beide, es benutzen zu dürfen. Netzbetreibern dient die Größe des Ports am Switch



oder Router, an dem sie in einer Internet-Exchange-Einrichtung mit einem anderen Autonomen System zusammengeschlossen sind, als Indikator für Bandbreite.¹⁴⁹

Neben großen Internet Service Providern unterstützen auch Internet Exchanges die Verwendung von Kapazität als Kriterium, indem sie ihre Anschlüsse häufig in dieser Einheit vermieten. Da sich die Zusammenschaltung zwischen Netzen als Herstellung von Internet-Kapazität verstehen lässt, bezeichnen manche Internet Exchanges auch als „Fabriken für Bandbreite“.

Zusammenschaltungen anhand von Kapazität zu beurteilen, ist in einer industriellen, zukunftsorientierten Denkweise verankert. Die volumenbasierte Abrechnung korrespondiert mit einer Welt standardisierter Produktion, die auf Effizienz aus ist und Wachstum plant.

Kapazität gilt als funktionales Produktmerkmal, das sich nicht für symbolische Überhöhung oder Umdeutungen eignet. Es gehört zur ernsthaften Ingenieursprache. Wer diese Qualitätskonvention und die Sprache der Kapazität vertritt, dem geht es mit Blick auf Zusammenschaltungen traditionell fast immer darum, Auslastungen besser zu managen, für die Zukunft vorzusorgen, Bandbreite zu kreieren und das Internet wachsen zu lassen – nicht, einen Gewinn zu maximieren. Zusammenschaltungen werden in dieser Qualitätskonvention gerade bei

149. Die tatsächlich verfügbare Bandbreite zwischen zwei Netzen kann von der Port-Größe insbesondere an Internet Exchange Points abweichen, wenn Netzbetreiber denselben Port benutzen, um mit mehreren anderen Zusammenschaltungspartnern Datenverkehr auszutauschen. Wie viel Kapazität am Austauschpunkt tatsächlich besteht, lässt sich nur retrospektiv durch Messungen ermitteln.

größeren Volumina mit anhaltenden Beziehungen zwischen Netzwerker*innen verbunden. Beide Parteien investieren in die Zusammenschaltung und kümmern sich darum. Kapazität fungiert als Qualitätskonvention sowohl in kostenneutralen Peerings als auch in Paid Peerings. Hat ein Netzwerk zum Beispiel besonders schnellen Bedarf zu wachsen und will langwierige Peering-Verhandlungen vermeiden, wird es Kapazität auch als neutrale Maßeinheit für Bezahlbeziehungen akzeptieren.

Kapazität hat sich auch als Maßstab durchgesetzt, in dem in internationalen Statistiken die Größe des Internets insgesamt gemessen wird. Das heißt, diese Produktbestimmung reicht bereits über den Sektor hinaus in eine breitere Öffentlichkeit.

Beitrag	Kapazität (Leistung)
Bewertungseinheit	Menge in Bits/Sekunde
Beschreibung	Bandbreite (Volumen des übertragbaren Datenverkehrs pro Zeit); Größe des Ports am Switch oder Router und dessen tatsächliche Belastbarkeit; Anlehnung an Einheit im Produkt Transit
Typische Vertreter	Große Internet Service Provider, große Inhalte-Anbieter, Internet Exchanges
Wert- und Legitimitätsargument	Industrielle, standardisierte Norm; Maßstab für Wachstum; Verwendung über die Branche hinaus in Statistiken; Over-Provisioning
Koordinationsmerkmale	Wachstumsorientierte, industrielle Produktionslogik; Volumen als dominantes Kriterium; offen für Verträge – auch Paid Peering –, um Wachstum zu gewährleisten; Fokus auf mittel- bis langfristige Planung und Beziehungen inklusive Upgrades; Internet Exchanges als Fabriken für Bandbreite, die den Marktplatz vergrößern

Tabelle 6. Produktbezogene Qualitätskonvention der Kapazität. Quelle: Eigene Darstellung.



4.2.5 Internet-Erfahrung

Die Verbesserung der Internet-Erfahrung zum Gegenstand der Zusammenschaltungsverhandlung zu machen, rückt das Konnektivitätserlebnis von Internetzugangsnutzer*innen in den Mittelpunkt. Das sind Personen, die im traditionellen wirtschaftswissenschaftlichen Sinne als Externalitäten der Zusammenschaltungssituation gelten.¹⁵⁰ Besonders an dieser Produktdefinition ist deren Relativität. Denn Erfahrung hängt mit der subjektiven Wahrnehmung, mit Gewohnheiten oder mit dem Vorhandensein von Vergleichsgrößen zusammen. Außerdem unterscheiden sich die Erwartungen an eine Erfahrung situativ und nach dem, was ein Nutzer versucht zu tun (Maia et al. 2014). Den Zuschauer eines Livestreams könnte Verzögerung und Jitter stören, für die Datenübertragung einer Bank könnten Vertraulichkeit und Verlässlichkeit eine gute Erfahrung ausmachen, und der Bezieher eines Software-Updates verbindet vermutlich einen schnellen Download mit einer guten Internet-Erfahrung. Diese Qualitätskonvention ist deshalb schwer zu messen und zu operationalisieren. Folgende Bewertungskriterien für Internet-Erfahrung scheinen dennoch relativ breite Anerkennung zu finden: 1. kurze Wege – das heißt, Datenverkehr soll möglichst kurze Strecken zurücklegen und wenige Netze passieren –, 2. damit verbunden geringe Latenz (Fachbegriff für Verzögerung) und 3. möglichst geringe Varianz (kein „Jitter“).

150. In dem Buch „Infrastructure: The social value of shared resources“ (Frischmann 2012) hat Brett Frischmann einen heterodoxen Ansatz zur Untersuchung von Infrastruktur-Ökonomien vorgelegt, in dem er die These vertritt, sogenannte Externalitäten grundsätzlich in die ökonomische Betrachtung zu integrieren.

Netzbetreiber wie Content Distribution Networks, Connectivity Service Provider (zum Beispiel Soziale Online-Netzwerke oder Cloud-Anbieter), aber auch einzelne Internetzugangsanbieter mit „Philosophie“ [13:43] beziehen sich auf die Verbesserung von Internet-Erfahrung als Qualitätsmaßstab.

Internet-Erfahrung als Qualitätskonvention in die Konnektivitätsökonomie aufzunehmen, rechtfertigt sich daraus, dass es die Internetnutzer*innen in den Mittelpunkt stellt. Dieses Produktverständnis führt einen zivilgesellschaftlichen Anspruch in Zusammenschaltungsarrangements ein, der in anderen Kontexten bereits als „human/people centered internet“ Aufwind erlebt.¹⁵¹

Die Qualitätskonvention der Internet-Erfahrung erkennt man in der Praxis daran, dass ihr anhängende Netzbetreiber tendenziell eine offene Peering Policy haben. Auf den Visitenkarten ihrer Netzwerker*innen stehen Berufsbezeichnungen wie „Senior Engineer Edge Team“. „Edge“ meint den Rand des Internets, was die Nähe zu den Nutzern betont. Diese Netze möchten möglichst viele und möglichst direkte Zusammenschaltungen im Koproduktions-Modus eingehen. Die einzelnen Zusammenschaltungsarrangements umfassen außerdem häufig mehrere Übergabepunkte, also nicht nur zum Beispiel in einem Rechenzentrum, sondern in zweien in verschiedenen

151. Einige Beispiele: Die Europäische Kommission spricht im Rahmen ihrer „Next Generation Internet Initiative“ beispielsweise vom „human centred internet of things“ (<https://ec.europa.eu/futurium/en/next-generation-internet>). In San Francisco hat sich rund um Internet-Pionier Vint Cerf die Initiative „People Centered Internet“ gegründet (<https://peoplecentered.net/>), und in Kopenhagen trägt das 2017 gegründete „Techfestival“ den Untertitel „Where humans and technology meet“ (<https://techfestival.co>).

Regionen. Das steigert die Redundanz, erhöht die Ausfallsicherheit und erlaubt den Netzen, ihr Routing auf kurze Wege hin zu optimieren.

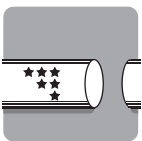
Netzwerker*innen versuchen auch in dieser Qualitätskonvention, den größten Teil der Produkterstellung – und damit der Qualität – selbst zu steuern. Dafür brauchen sie entsprechende fachliche Expertise und Anwendungswissen, das sie insbesondere aus der Community beziehen können.¹⁵² Deshalb und aufgrund der Präferenz für direkte Beziehungen, bauen diese Netzwerker*innen Kontakte mit Kolleg*innen auf. Das Socialising erklärt sich hier also aus dem Bedarf nach Wissensaustausch sowie dem Aufbau neuer und der Pflege bestehender Kontakte.

Handelt es sich um „Internet Service Provider mit Philosophie“, bevorzugen diese aufgrund höherer Kontrollmöglichkeiten Private Peerings gegenüber Route-Server-Peerings. Route-Server-Peerings gehen sie nur mit Vorsichtsmaßnahmen ein. Das heißt, sie verhindern dort zum Beispiel mit speziellen Filtern, dass sie Datenverkehr von solchen Netzen empfangen, die sie für Quellen von missbräuchlichem Datenverkehr wie sogenannten Denial-of-Service-Attacken (DDOS) halten.

152. Zu Ausbildung und der professionellen Qualifizierung der Netzwerker siehe S. 256 ff.

Beitrag	Internet-Erfahrung (Benutzbarkeit)
Bewertungseinheit	Minimierung von Jitter, Latenz, Varianz; Sicherheit der Datenübertragung
Beschreibung	Subjektiv gutes Erlebnis der Benutzung von Internet-Anwendungen durch Endnutzer*innen/-kund*innen
Typische Vertreter	Content Distribution Networks; Connectivity Service Provider; Internetzugangsanbieter „mit Philosophie“
Wert- und Legitimitätsargument	Menschenzentrierte Technikgestaltung; zivilgesellschaftliche Bewertung
Koordinationsmerkmale	So viele direkte Zusammenschaltungen wie möglich; Produkterstellung möglichst selbst steuern; Kontakte aufbauen; offen für Paid Peering; offene Peering Policy; Interesse an Mindestanzahl von Übergabepunkten für Redundanz

Tabelle 7. Produktbezogene Qualitätskonvention der Internet-Erfahrung. Quelle: Eigene Darstellung.



4.2.6 Spezialdienste

Spezialdienste stellen besondere Zusammenschaltungsprodukte dar. Sie basieren auf dem Netzwerk eines Internet Service Providers, gehen aber über die reine Weiterleitung von Datenverkehr nach dem Best-Effort-Prinzip hinaus.¹⁵³ Es

153. Zur Erinnerung: Zu den Merkmalen der Internet-Architektur gehört das sogenannte Best-Effort-Prinzip. Es besagt, dass die auf dem Internet Protocol (IP) basierende Netzwerk-Schicht des Internets jedes Paket nur so gut wie möglich zum Ziel bringen wird, ohne jedoch für

handelt sich um eine Sammlung von Verfahren, mittels derer Netzbetreiber die Betonung von **Internet Service** auf **Internet Service** verschieben. Häufig werden diese Verfahren unter dem Stichwort „Quality of Service“ zusammengefasst. Das heißt, im Zentrum ihres Produktverständnisses und der Qualitätskonvention stehen besondere Übertragungsqualitäten und -garantien, die diese Netzbetreiber dem Best Effort kostenpflichtig wie Upgrades hinzufügen. Spezialdienste beinhalten deshalb immer Traffic Management. Das ist die differenzierte Behandlung von IP-Datenpaketen aufgrund bestimmter Eigenschaften.

Das Bewertungskriterium innerhalb der Konvention für Spezialdienste besteht darin, wie bedarfsangemessen sie sind, also wie passgenau sie die besonderen Bedürfnisse der Kunden befriedigen.

Zu den Spezialdiensten gehören zum Beispiel MPLS VPNs (Multiprotocol Label Switching Virtual Private Networks). Hier unterteilen Internet Service Provider Datenverkehr in Verbindungsklassen, die mit unterschiedlicher Priorität im eigenen Netz weitergeleitet werden. (Verwendet wird das zum Beispiel, um Voice-over-IP-Verkehr gegenüber Downloads zu bevorzugen.) Ein anderes Beispiel für IP-basierte Spezialdienste sind Filter-Algorithmen, die durch dieses Netz Zugriff auf bestimmte Inhalte oder Ziele verwehren, zum Beispiel Porno-Filter in den Netzwerken von Ausbildungseinrichtungen. Aus Gründen, die gleich ausgeführt werden, endet die Sonderbehandlung des Datenverkehrs allerdings standardmäßig mit dem Ausgang aus dem eigenen Autonomen System.

Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit oder Integrität der Übertragung zu garantieren.

IP-basierte Netzwerkdienste, die Qualitätsgarantien geben oder dem eigentlichen Transport weitere Features hinzufügen, werden vor allem von Internet Service Providern und darunter besonders von Internetzugangsanbietern beworben.

Die direkte Legitimierungsgrundlage IP-basierter Produkte ist der Markt: Das Internet basiert architektonisch auf dem Best-Effort-Prinzip, sodass aus den Protokollen heraus weder die Datenübermittlung selbst noch deren Güte garantiert ist. Spezialisierte Anwendungen erfordern aber spezialisierte Dienste mit garantierten Qualitäten. Und sofern es eine Nachfrage für eine solche Produktdifferenzierung gibt, kann es dafür in der Konnektivitätsökonomie auch ein Angebot geben. IP-basierte Produkte gehören allerdings dann zu den umstrittenen Qualitätskonventionen, wenn Internetzugangsanbieter sie anwenden wollen. Denn Datenströme in Qualitätsklassen zu unterteilen und gegen Geld positiv oder negativ zu diskriminieren (im Wortsinn von: unterscheiden), kann gegen das Prinzip der Netzneutralität verstoßen, das inzwischen in vielen Ländern gesetzlich festgeschrieben ist.

Unabhängig von netzpolitischen Fragen, stehen der Bereitstellung IP-basierter Spezialdienste im Internet jedoch noch andere Schwierigkeiten im Wege. Diese Schwierigkeiten haben wieder mit den Rahmenbedingungen der Internet-Architektur zu tun. Denn IP-basierte Spezialdienste über Netzgrenzen hinweg zu erbringen, ist mit besonderem Aufwand und konzeptionellen Problemen verbunden. Über Netzgrenzen hinweg sind Netzbetreiber schließlich an die Möglichkeiten des Internet Protocol gebunden (siehe S. 64 ff.). Zwar sieht der

Standard des Internet Protocol im Header schon seit 1980 ein 8-Bit-Feld zur Unterscheidung von Verkehrsklassen vor, das Feld „Type of Service“ oder kurz: ToS. Und 1998 wurde sogar ein explizites Schema für Differentiated Service eingeführt, kurz: DiffServ. Darüber können Netzbetreiber einzelne IP-Pakete markieren und bestimmten Klassen zuordnen, um sie dann unterschiedlich zu behandeln.

Doch in der Praxis potenziert die Pluralität von Verkehrsklassen das Koordinationsproblem zwischen Netzbetreibern. Denn mehrere Verkehrsklassen erfordern, dass sich die Netzbetreiber über gleich mehrere Eigenschaften des Produktes und der zugehörigen Koordination einigen: Welche Qualitäten sollen diese Spezialdienste haben? Wie sollen die Charakteristika beidseitig abgebildet (Fachjargon: gemapped) werden? Und wie lässt sich sicherstellen, dass alle Zusammenschaltungspartner in der Kette die eigene Priorisierung übernehmen? Die Frage der Priorisierung ist dabei die brisanteste. Denn sie zeigt, dass solche Zusammenschaltungen den Versuch unternehmen, das Routing-System des Internets durch Absprachen so zu augmentieren, dass es nicht nur IP-Pakete routet, sondern auch Werte.¹⁵⁴

154. Äußerst lesenswert ist dazu die Ausarbeitung von Claffy und Clark „Adding Enhanced Services to the Internet: Lessons from History“ (2016).

Exkurs Quality of Service über Netzgrenzen hinweg

In dem folgenden Zitat schildert ein Netzwerker die notwendigen Abstimmungsschritte bei einer Zusammenschaltung mit mehreren Verkehrsklassen. Das Beispiel betrifft das noch relativ geläufige und damit standardisierte Produkt MPLS VPN. Solche Netze erfordern Routing-Hardware, die mit Paketen des MPLS-Protokolls umgehen kann. Schon die Länge des folgenden Zitates lässt erkennen, dass es zwar möglich ist, Spezialdienste über Netzgrenzen hinweg zu erbringen, aber voraussetzungsreich. In einer dezentral organisierten Systemlandschaft wie dem Internet mit inzwischen mehr als 60000 Autonomen Systemen wäre die Skalierungsbarriere beträchtlich, wenn jede Zusammenschaltung diesen Prozess durchlaufen müsste:

„Jetzt habe ich ein gewisses Produkt-Set und eine gewisse Art und Weise, wie ich das bei mir konfiguriert habe. Und jetzt musst du aber diese Features übernehmen in dein Netz, zumindest mal bis zu einem Rahmen, damit das auch funktioniert. Ganz klassisch ist eine Abstufung in drei Kategorien oder in vier. Es kann sein, dass du aber nur zwei davon hast. Oder fünf (...) von den Kategorien. Jetzt müssen wir an dem MPLS NNI [Network to Network Interface, Anm.], an dem MPLS-VPN-Peering, das zwischen unseren Netzen besteht, diese DiffServ Code Points mappen und umschreiben auf unsere jeweiligen Produkt-Sets, was relativ ... technisch möglich, aber es hat so eine gewisse

Komplexität. Und am Ende kommt nicht zwangsläufig dasselbe heraus, weil du mehr Produktkategorien hast als ich oder andersrum. Immerhin, ich packe es in die höchste [Klasse, Anm.], und du packst es in die höchste, und Voice (over IP, Anm.) wird durchtransportiert. Und dann kommt es auf der anderen Seite an, und dann kann der telefonieren. Das machen MPLS-VPN-Netze auch zwischen einander seit zehn Jahren oder so. Es ist relativ kompliziert, es ist relativ aufwendig. Du musst praktisch Produkt-Sets matchen. Es ist technisch relativ kompliziert zu konfigurieren. Mit der Zeit geht es kaputt und lauter so ein Blödsinn. Es ist aber technisch möglich.

Im Internet [bei Zusammenschaltungen auf Basis des Internet Protocol, Anm.] hat sich das gar nicht durchgesetzt. Und dafür gibt es ganz verschiedene Gründe. Ein Grund ist: Es ist zu kompliziert. Ein Grund ist: Es gibt ja keine SLAs [Service Level Agreements, Anm.], es ist ja alles Best Effort. Bei dem anderen habe ich SLAs. Das heißt, wir peeren nicht einfach, sondern ich sage, nachdem du ja meinen Kunden angeschlossen hast, habe ich einen Rahmenvertrag mit dir, der spezifiziert, was die Qualitäten sind für die Quality of Service, die ich durch dein Netz durchschiebe, sodass du meine dann auch adäquat behandelst, und ich messe die auch. Und wenn du mein Voice-Paket nicht schnell genug schickst und die Hälfte runterfallen lässt, dann, keine Ahnung, musst du mir mein Geld zurückgeben. Und dieses Konzept und diese Komple-

xität gibt es nicht im Internet. Und sie würde auch nicht unbedingt skalieren. Und sie ist auch relativ kompliziert, denn dann ist es nämlich nicht damit getan, dass ich schnell eine Verbindung aufsetze und peere, was in fünf Minuten getan ist. Da brauche ich erst einmal zwei Produkt-Teams, die eine Woche lang diskutieren, was die Produkt-Sets und wie sie die DSCPs [Differentiated Services Code Point, Anm.] matchen gegeneinander. Das macht die Entrance Bar relativ hoch. Und nachdem ich ja aber keinen Vertrag habe, kann ich sie auch nicht enforce. Ich muss sie dann aber auch monitoren, was es auch schwierig macht.“
[17:250-252]

Für Zusammenschaltungen zur Umsetzung IP-basierter Spezialdienste kommen in der Praxis derzeit nur Bezahl-Varianten von Peering zum Tragen, also Paid Peering oder Partial Transit. Den häufig informell vereinbarten, kostenneutralen Peering-Beziehungen mangelt es an dokumentierten, einklagbaren, finanziell ausgedrückten Verpflichtungen. Gerade die Umsetzung von Priorisierungen beim Datentransport könne aber nur erkauf, nicht ertauscht werden, so das Argument mehrerer Netzwerker*innen:

„If someone else sets their priority for something and hands it to you, there's no reason why this should also be your priority. (...) If they haven't paid you to make it your priority then it is not your priority.

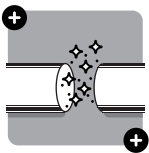
You have your own priorities. **If they paid you**, then you're their provider and they're your customer at which point **it's not a peering agreement anymore. It's an SLA** in a transit agreement.“ [9:155-157]

Gewährleistungsbedarfe stellen in der Konnektivitätsökonomie offenbar die scharfe Linie zwischen Koproduktion (Peering) und Bezahlmodus (Paid Peering oder Partial Transit) dar. Peering ist konventionell so fest mit dem Prinzip der Freiwilligkeit und des garantierten Best Effort verbunden, dass es komplexere oder verbindlichere Zusammenschaltungen nicht in der Lage ist abzubilden. In den vergangenen 20 Jahren haben sich jedenfalls keine informellen Regeln, Normen oder andere Mechanismen etabliert, die Priorisierungswünsche in direkten Peering-Beziehungen oder gar transitiv über mehrere Netzgrenzen hinweg gewährleisteten.¹⁵⁵

155. Mathew unterscheidet zwischen transitiven und nicht-transitiven Eigenschaften in Zusammenschaltungsverhältnissen (Mathew 2014). Vertrauen konzipiert er als nicht-transitive Beziehungseigenschaft. Sie bleibe zwischen zweien und übertrage sich nicht auf Dritte wie Zusammenschaltungspartner. Unsicherheit hingegen wirke transitiv und verbreite sich über Einzelverhältnisse hinaus durch das Netz.

Beitrag	Spezialdienste (Differenzierung)
Bewertungseinheit	Bedarfsangemessenheit, Passgenauigkeit
Beschreibung	Besondere Dienste, die auf Basis des Internets angeboten werden; Internet-Service statt Internet-Service; Beispiele: MPLS Virtual Private Networks, Software as a Service, Filterung von Inhalten, Virtual Machines, Voice-over-IP/SIP-Gateways, IXDSL
Typische Vertreter	Internet Service Provider, vor allem große und Incumbents
Wert- und Legitimitätsargument	Gleicht Defizite von Best-Effort-Internet aus durch Service-Differenzierung; individuellere Konnektivität; Angebot und Nachfrage
Koordinationsmerkmale	Interesse an „Quality of Service“ (= Mapping von Datenverkehrsklassen) über Netze hinweg; vertragsbasiert; Interesse an Koppelungsgeschäften mit Peering; Bündelung von Diensten; innerbetriebliche Abteilung „IP Product Development“; Koordinationsbedarf zwischen beteiligten Abteilungen (Vertrieb, Netzwerk, Recht) in Organisation

Tabelle 8. Produktbezogene Qualitätskonvention der Spezialdienste. Quelle: Eigene Darstellung.



4.2.7 Katalysator

Die Qualitätskonvention des Katalysators unterscheidet sich grundlegend von allen anderen Qualitätskonventionen jenseits von Transit. Die Zusammenschaltung erscheint hier als geschäftliches Vakuum. Sie reduziert sich ausschließlich auf das Moment der Koproduktion. Dabei ist es wichtig zu verstehen, dass diese

Qualitätskonvention marktwirtschaftlichen Prinzipien keinesfalls entgegensteht. Im Gegenteil, sie lebt von ihnen. Aber sie definiert diese aus der Zusammenschaltung heraus. Sie weist der Gewinnerzielung einen Ort außerhalb der Zusammenschaltung zu. Die Katalysator-Konvention basiert auf der bisweilen durchaus mit normativem Anspruch vorgebrachten Auffassung, dass alle Netzbetreiber externe Kunden haben, denen sie Dienste oder Produkte bieten und von denen sie ihre gesamten Erlöse erzielen (sollen). Daraus folgt das Argument, dass Zusammenschaltungen den Netzbetreibern nützen, weil sie deren externe Produkte verbesserten. Es gibt dieser Auffassung nach also eigentliche Produkte die außerhalb der Zusammenschaltung liegen, und eigentliche Kunden, die immer Dritte sind. Was die traditionellen Wirtschaftswissenschaften als Externalität betrachten, wird hier teilweise internalisiert. (Damit impliziert diese Qualitätskonvention, dass es andere, uneigentliche und illegitime Produkte und Kunden geben kann.) Durch die Zusammenschaltung erzielen Netzbetreiber einen Vorteil zweiter Ordnung. Aus dem Vorteil an anderer Stelle leitet sich ab, dass die Zusammenschaltung selbst als kostenneutrales Peering arrangiert wird.

Beispielsweise stellt sich die Zusammenschaltung zwischen einem Internetzugangsanbieter und einem Content Distribution Network (CDN) aus der Katalysator-Perspektive folgendermaßen dar: Das Produkt eines Internetzugangsanbieters ist der Internetzugang. Seine Kunden sind die Abonent*innen. Sie bezahlen ihn dafür, dass sie sich mit dem gesamten Internet verbinden können. Die Kunden eines Content Distribution Networks (CDN) hingegen

sind zum Beispiel Webseitenbetreiber. Das Produkt des CDNs ist, so die Logik, die Zustellung von Webseiteninhalten wie Bildern oder Videos zu Internetnutzer*innen zu beschleunigen. Schalten Internetzugangsanbieter und CDN ihre Netze zusammen, wird zwar Datenverkehr übermittelt zwischen den Internetnutzern des Zugangsanbieters und den Inhalte-Servern des CDNs. Aber erstens sind beide Netzbetreiber bereits von ihren Kund*innen für die Weiterleitung dieses Datenverkehrs bezahlt worden, zweitens sparen beide Transitkosten und drittens sind sie jetzt direkt miteinander verbunden. Gemeinsam verschaffen die beiden Netzbetreiber einander demnach Vorteile an anderer Stelle, nämlich bei ihren eigentlichen Produkten. Die Zusammenschaltung realisieren sie deshalb kostenneutral.

Beim Framing als Vorteil zweiter Ordnung fungiert die Zusammenschaltung konzeptionell also als ein Mechanismus, der die eigentlichen Produkte verbessert oder höheren Zwecken dient. Mit den Worten eines Internet-Exchange-Mitarbeiters: „It’s not a product. It’s an enabler.“ [33:134]. Die Wahrnehmung der Vorteile kann sehr individuell sein. Sie entfalten sich in vielfältiger und von außen nicht immer erkennbarer Art und Weise und führen mitunter zu von außen unwahrscheinlich erscheinenden, kostenneutralen Peering-Beziehungen.

Dazu ein Beispiel: Die Netzwerkerin eines der weltgrößten Inhalte-Netze befürwortet Peerings zwischen Inhalte-Netzen. Das könnte konterintuitiv erscheinen, weil die Komplementarität der Beiträge bei diesen Netzbetreibern nicht offensichtlich ist. Inhalte-Netze haben üblicherweise nur wenig Datenverkehr miteinander auszutauschen. Doch darum geht es ihr auch nicht:

„While the traffic may not be huge, **I am an advocate of interconnecting with all content networks because they often have better tools to show when there is latency or a problem.** And so, being able to reach out to a like network scale footprint, whether it is Facebook or LinkedIn, **they will have operators who are familiar with the various intricacies of each market, and be willing to use that interconnect as more of a troubleshooting.** You do not see that when you are interconnecting between unlike types of networks.“ [38:100]

Sie erhofft sich durch die Zusammenschaltung also vor allem eines: bessere Informationen zur Fehlerbehebung. Der Vorteil der Zusammenschaltung ist damit operativer Natur. Er hat damit zu tun, dass insbesondere Inhalte-Netze aufgrund ihrer typischerweise weit verteilten Struktur besondere analytische Einblicke in das Routing-System haben (siehe Kapitel „Die Informationslage: Jeder Netzbetreiber sieht einen eigenen Ausschnitt des Internets“, S. 101 ff.). Über die Zusammenschaltung erhofft sie sich also einen Informationsvorteil. Dem Konzept zweiseitiger Märkte rund um Internetzugang (S. 37) und damit der Qualitätskonvention „Zugang zu Endnutzer*innen“ steht die Katalysator-Konvention diametral entgegen. Vertreter der Katalysator-Konvention werfen Internetzugangsanbietern vor, diese würden sich doppelt bezahlen lassen – von Internetnutzer*innen auf der einen und von anderen Netzbetreibern auf der anderen Seite – und das sei nicht legitim. Die Endnutzer*innen seien schließlich auch die Verursacher*innen der Übertragung, indem sie die Übermittlung von

Datenverkehr durch ihre Internetaktivitäten als Nachfrager*innen auslösten.¹⁵⁶ Deshalb sei es unangemessen, wenn Internetzugangsanbieter von anderen Netzbetreibern Kompensation für die Auslieferung der von ihren Endnutzern angefragten Inhalte verlangten.¹⁵⁷

Insbesondere Internet Exchanges sowie Anbieter neuerer Plattformen für sogenanntes Remote Peering¹⁵⁸ und Netzwerker*innen, die sich mit der Netzwerker-

156. Internetzugangsanbieter wenden dem gegenüber ein, dass Internetnutzer*innen nicht einschätzen könnten, mit welchen ihrer Internet-Aktivitäten große Datenübertragungen einhergehen, und deshalb nicht als Verursacher zu verstehen seien. Andere Netzbetreiber hingegen hätten diese Einsicht und seien deshalb ökonomisch für die Beanspruchung der Ressourcen verantwortlich. Diese Sicht entspricht in der Telefonie dem modus „Calling Party’s Network Pays“.

157. Manche Netzbetreiber fordern in diesem Kontext, dass in der Konnektivitätsökonomie das „Verursacherprinzip“ [13:75-79,136] zu gelten habe. Historisches Vorbild dieses Abrechnungsschemas ist das sogenannte „Bill-and-Keep“-Modell der regulierten Telefonie. Dabei stellen Telefonanbieter ihren Endkunden Gespräche in Rechnung („to bill“) und dürfen diese Erlöse behalten („to keep“). Im Gegenzug müssen sie alle Gespräche von der anderen Seite – also von anderen Netzbetreibern – kostenlos zu ihren Endkund*innen durchstellen (Fachjargon: terminieren). Die OECD definiert „bill-and-keep“ als „pricing scheme for the two-way interconnection of two networks under which the reciprocal call termination charge is zero - that is, each network agrees to terminate calls from the other network at no charge.“ (Organisation for Economic Co-Operation and Development 2004: 213)

158. Remote Peering bezeichnet Arrangements, bei denen ein Netzbetreiber über die Transport-Infrastruktur eines Remote-Peering-Anbieters eine Präsenz an entfernten Austauschpunkten erhält, ohne dort selbst physisch anwesend sein zu müssen. Branchenkenner beobachten, dass Remote Peering zunimmt. Solche Verbindungen werden im Protokollstapel des Internets auf einer Ebene unter dem Internet Protocol (Layer 2 statt 3) via Ethernet realisiert. Problematisch an diesem Trend ist, dass die Ethernet-Verbindungen zwischen Remote-Peering-Anbietern und ihren Kundennetzen formal keine Zusammenschaltungen zwischen Autonomen Systemen darstellen. Das heißt, sie erscheinen nicht im Routing System. Das führt dazu, dass Pfade über solche Verbindungen in BGP kürzer aussehen als sie eigentlich sind. Diese Art der Verbindung

Community im engen Sinne (S. 289 ff.) verbunden fühlen, bringen die Vorstellung von der Zusammenschaltung als Katalysator voran. Wenig überraschend befürworten besonders diejenigen das Argument, die ihre Geschäftstätigkeit und ihre Erlöse auch nach eigenem Verständnis außerhalb der Zusammenschaltung erzeugen. Das sind zum Beispiel Soziale Netzwerke, die ihre Dienste unter anderem von Werbetreibenden finanzieren lassen, oder Inhalte-Anbieter, die an Abonnements verdienen. Weniger zu eigen machen sich diese Konvention üblicherweise Transit-Anbieter, die – wie im vorgenannten Beispiel unschwer zu erkennen ist – an Geschäft verlieren, wenn sich Dritte direkt miteinander verbinden und dadurch weniger Transit-Dienste in Anspruch nehmen.

Zusammenschaltungen als wirtschaftliches Vakuum und Katalysator zu verstehen, rechtfertigt sich aus zwei gemeinsam sehr starken Werteordnungen. Erstens verweist es auf einen technisch-normativ-industriellen Komplex. Effizienz und technische Optimierung stellen hier allgemein erstrebenswerte Ziele dar. Netzwerk-Ingenieur*innen übersetzen dieses Optimierungsziel für das Internet so, dass sie möglichst viele Zusammenschaltungen herzustellen versuchen. Als Netzwerk aus Netzwerken soll das Internet möglichst dicht vermascht und dadurch widerstandsfähig sein. Hinzu kommen Effizienz-Argumente: Ohne Vertragsverhandlungen reduzieren sich die Transaktionskosten auf die Kosten für den Anschluss am Austauschpunkt. Netzbetreiber sparen sich auch die Kosten einer detaillierten Rechnungslegung. Viele Netzwerker*innen betonen, dass kostenneutrales Peering dadurch industriell betrachtet effizienter

unterminiert insofern die Funktionsweise des Routing Systems und verzerrt es.

sei als vertragsbasierte Zusammenschaltungen wie Transit. Alles, was die Hürden für Zusammenschaltungen senke, trage zu deren Verbreitung und Demokratisierung bei.

Hier schließt die zweite Rechtfertigung an. Dieses Argument ist jüngeren Datums und hat einen normativen Charakter: Internet-Konnektivität wird hier als Wert an sich verstanden. Netzwerker*innen erwähnen häufig, sie würden „for the greater good of the internet“ [44:86] handeln. Sie verstehen die auf Zusammenschaltungen basierende Konnektivität als Gemeingut und sich selbst als Erzeuger dieses Gutes – ganz im Sinne der Koproduktion von Ostrom. Sie berufen sich auf eine höhere, allgemeine Qualitätskonvention. Es ist die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität selbst, die in der Vernetzung einen Eigenwert hat.¹⁵⁹

Was die Katalysator-Konvention so stark macht, ist, dass sie einen kooperativen Geist versprüht, der selbstlose mit kalkulativen Interessen vereint. Denn Netzbetreiber helfen einander, das Gut der Konnektivität herzustellen. Sie rechtfertigen sich durch edle Motive. Aber die Zusammenschaltungen nützen ihnen auch. Ohne Internet-Konnektivität hätte schließlich keiner von ihnen ein eigenes Produkt. Die Katalysator-Konvention geht mit marktliberalen Vorstellungen zusammen:

„I am a network architect, but I am here to make money. I am here for

159. Mit der neuen Rechtfertigungsordnung der Konnektivität befasst sich ein eigenständiges Kapitel, siehe S. 289–303.

profit business. If I can connect to you and it will lower my cost or increase my revenue, put more succinctly, **if it will increase my profit – I should do it. And it has nothing to do with what we are trading, what you get out of it or anything else. (...) The benefit that people are trading is a business advantage.** If I interconnect with you how does it benefit my business? How does it increase my profit? How does it lower my costs? How does it raise my revenue? Something like that. **And there the actual peering itself is frequently a second order cause.** So peering with you may not have a direct impact on my cause because perhaps I peer with your upstream¹⁶⁰ already so I am not getting any cost benefit. But then peering with you will as a second order increase my performance, therefore I will get more customers and increase my revenue.“ [34:140+164]

Gewinnerzielungsabsichten soll also jeder verwirklichen können – nur eben außerhalb der Zusammenschaltung. Die Qualitätskonvention des Katalysators ist gerade deshalb so mächtig, weil sie sowohl Gewinnstreben als auch Kooperation legitimiert!

Mit Blick auf die operative Praxis sind Netzwerker*innen in der Katalysator-Konvention offen für Neues und setzen Zusammenschaltungen in allen technischen Varianten um: als private Verbindungen mit eigener Glasfaser-Verbindung

160. Erklärung: Upstream ist eine andere Bezeichnung für Transit-Anbieter. Wenn ein Netzwerk bereits mit dem Transit-Anbieter eines anderen Netzwerkes peert, heißt das, dass dessen Routen bereits kostenneutral empfängt. Das heißt, ein direktes Peering mit dem Interessenten würde diesem Netz keine weitere Kostenersparnis bringen.

zwischen den Netzen, als direkte Eins-zu-eins-Verbindungen an Internet Exchanges oder als Remote Peerings.

In ihrer Extrem-Form zeigt sich der Katalysator-Gedanke in Form von Route-Server-Peerings. Route Server sind Zusammenschaltungsplattformen, die von Internet Exchanges betrieben werden. Es handelt sich um Geräte, die wie bei einer Art Ring-Tausch sogenannte multi-laterale Peerings ermöglichen – also zwischen vielen Parteien anstatt nur zwischen zweien wie bei den traditionellen, bilateralen, Eins-zu-eins-Peerings. Bei Route-Server-Peerings schließen Netzbetreiber keine individuellen Vereinbarungen miteinander ab, sondern sie unterzeichnen eine Art Generalvereinbarung mit dem Internet Exchange. Darin erklären sie sich einverstanden, dass die von ihnen mitgeteilten Routen in der Standard-Form an alle anderen Netze weitergegeben werden, die ebenfalls an diesem Route Server präsent sind. Route Server automatisieren und skalieren also Peerings zwischen Netzbetreibern. Sie laufen vorwiegend anonym ab. Anders als bei privaten, bilateral vereinbarten Zusammenschaltungen kennen die Netzbetreiber einander nicht zwingend persönlich. Ihnen ist im Grunde gleich, wer ihre Gegenüber sind, solange sie kostenlos Datenverkehr an diese Netze loswerden. Am Route Server am Frankfurter Internet Exchange DECIX zum Beispiel, sind mehr als 800¹⁶¹ Netze angeschlossen. Das macht die individualisierte Bewertung unwahrscheinlich. Wer über einen Route Server peert, kann folglich keine konkurrierenden Qualitätskonventionen abwägen, sondern

161. Stand: 17. Oktober 2018, <https://web.archive.org/web/20181017115946/https://www.decix.net/de/locations/germany/frankfurt>

blickt direkt auf die Katalysator-Wirkung und allgemeine Vorteile direkter Zusammenschaltung. Für viele kleine Netzbetreiber sind Route-Server-Peerings der Einstieg in die selbst verwaltete Internet-Konnektivität. Über diese Peerings sehen sie erstmals, mit welchen Netzen sie überhaupt starke Datenbeziehungen haben. Mit Route Servern haben Internet Exchanges die Zusammenschaltungslandschaft stark verändert, manche sagen: demokratisiert. Und sie haben die Katalysator-Konvention bottom-up populär gemacht.

Zu den wichtigen koordinativen Merkmalen der Katalysator-Konvention gehört, dass Zusammenschaltungen hier vorwiegend auf informellen Vereinbarungen basieren, sogenannten Handshake Agreements ohne vertragliche Formalisierung oder formale Garantie.

„Once you cooperate (...) and there is no contractual relationship as such, then the best way of keeping that relationship is by having some kind of social connection which acts as a currency almost, you could say.“

[26:76]

Internet Exchanges haben die Bedeutung der sozialen Beziehungen verstanden und agieren als Matchmaker, indem sie zum Beispiel sogenannte Peering-Foren organisieren. Peering-Foren sind bekannt dafür, dass sie an Urlaubsorten stattfinden. Die Atmosphäre lässt sich am besten beschreiben als eine Mischung aus Klassentreffen und geschäftlichem Speed-Dating. Tagsüber gibt es ein Konferenzprogramm, das die Katalysator-Konvention spiegelt, und abends kommen die Netzwerker*innen zu sogenannten Socials oder auch „Beerings“ zusammen.

Das Kunstwort aus „Beer“ und „Peering“ zeigt es schon: Es geht gesellig zu.¹⁶² Gemeinschaft entsteht, es wird getratscht – individuelle Reputation und Vertrauen werden aufgebaut und zerstört. Wie Broker vermitteln Internet Exchanges hinter den Kulissen Zusammenschaltungen und machen Netzwerker*innen und solche, die sie für potenzielle Peers halten, einander bekannt. Ganz dem Ziel folgend, das Peering-Prinzip als Default zu verankern, bemühen sich Vertreter der Katalysator-Konvention allerdings auch darum, mehr von Personen unabhängige Übersicht in der Konnektivitätsökonomie zu schaffen. In der Terminologie der EC würde man sagen: Sie betreiben Form-Investitionen. Denn die informelle Weitergabe von Informationen passt immer weniger mit dem anhaltend schnell wachsenden Internet zusammen, also investieren sie in Formalisierung. Seit 2013 betreiben einige Netzwerker aus der Peering-Community zum Beispiel kollaborativ die „PeeringDB“¹⁶³. Das ist eine Datenbank, in der Netzbetreiber Grunddaten zu ihren Netzen und grobe Peering Policies selbst eintragen und von anderen gefunden werden können. Ein anderes Projekt zur Steigerung von Transparenz und Wettbewerb auch zwischen Internet Exchanges ist „Peering Exposed“¹⁶⁴. Hier trägt eine Hand von Freiwilligen regelmäßig die Preise der Anschlüsse von Internet Exchanges weltweit zusammen

162. Zum informellen Programm gehört bei manchen Netzwerker-Treffen ein „Whisky BoF (Birds of a Feather)“ – ein Abendtermin, an dem Gleichgesinnte mitgebrachten Whisky aus aller Welt verköstigen.

163. Die PeeringDB ist zu erreichen unter der Adresse <https://www.peeringdb.com/>

164. <http://peering.exposed>

und legt sie in vergleichender Weise offen. Auch die Vereinigung EuroIX versucht, die Eintrittsbarrieren für Peering zu senken, indem sie eine kollaborativ gespeiste Datenbank über Internet Exchanges bereitstellt, die „IXPDB“¹⁶⁵. Es wird deutlich, dass die Katalysator-Konvention besonders stark in der Community verankert ist und diese auch mit generiert. Dazu tragen die Vielzahl von Aktivitäten der Internet Exchanges weltweit bei. Form-Investitionen wie die oben genannten Datenbanken, aber auch die Peering-Veranstaltungen stabilisieren die Konvention zusätzlich. Der Geist der Kooperation belebt diese Konvention. Netzwerker*innen stellen die historische Gemeinschaftlichkeit des Projektes „Internet“ in den Vordergrund, und sie sehen die Berufsgruppe der Netzwerker*innen als Teil einer weltweiten, professionellen Gemeinschaft, für die globale Internet-Konnektivität herzustellen immer auch ein höheres Gut ist, das sie wie beschrieben nicht nur, aber auch idealistisch verfolgen.¹⁶⁶ In der Katalysator-Konvention überlappen zusammenfassend zwei Aspekte: etwas Gutes für das Internet insgesamt tun – und Geschäfte machen. Sie bietet Platz für Kooperation aus Idealismus ebenso wie aus Kalkül.

165. Stand 17. Oktober 2018 hat EuroIX 80 Mitglieder-Organisationen. Die IXPDB enthält unter <https://www.ixpdb.net/en/ixpdb/> Informationen zu den Diensten, Governance-Aspekten und technischen Rahmeninformationen von IXPs weltweit. Sie umfasst bereits mehr als 750 Einträge.

166. Mit dem Thema Community befasst sich das Kapitel „Die Rolle der Community in der Konnektivitätsökonomie“ (S. 250–306) gesondert.

Beitrag	Katalysator (Vorteile zweiter Ordnung)
Bewertungseinheit	Beitrag zur Erreichung externer Ziele
Beschreibung	Zusammenschaltung als Katalysator, als „Enabler“, der Netzbetreibern wechselseitig dabei hilft, ihr eigentliches Einzelhandelsgeschäft zu verbessern und/oder übergeordnete Ziele zu erreichen. Sorgt für positive Externalitäten, z. B. Kostenersparnisse, technisch-funktionale Vorteile (Verstopfungsfreiheit, Performance, niedrige Latenz, Redundanz, Robustheit); korrespondiert mit Bepreisungsmethode „Bill-and-Keep“
Typische Vertreter	Internet Exchanges; Anbieter von Plattform-Vorprodukten für sog. Remote Peering; alle außer großen Internetzugangsanbietern und Tier 1s; Anbieter Netzwerk-basierter Dienste wie Social-Media-Unternehmen, Cloud-Dienste
Wert- und Legitimitätsargument	Kooperation, industrielle Idee von Effizienz, Markt-Perspektive: Senkung von Transaktionskosten, Internet-Preise gehen runter; Demokratisierung von Zusammenschaltungen; „for the good of the Internet“
Koordinationsmerkmale	Kooperation; Best Effort, Plattform-Logik; informelle Community stärken; Matchmaker und soziales Zentrum sein; Peering-Events unterstützen; Standards für Zusammenschaltungen setzen; Katalysator-Konvention als Best Practice in der Community verankern

Tabelle 9. Produktbezogene Qualitätskonvention des Katalysators. Quelle: Eigene Darstellung.

4.3 Konflikte um produktbezogene Konventionen in der Praxis

Qualitätskonventionen dienen der Bestimmung von Äquivalenzen in reziproken Koproduktionsverhältnissen. Der Grad an Einigkeit über Qualitäts-

konventionen stellt einen Indikator für die Effizienz eines Koproduktionssystems dar. Je weniger in Frage gestellt wird, was Wert ausmacht, desto klarer sind die Regeln für die Verhandlung. Sind Qualitätskonventionen hingegen umstritten, nimmt die Koordinationsfähigkeit ab. Absprachen werden aufwendiger, Erwartungen unsicherer. Differenzen über wesentliche Eigenschaften der Zusammenschaltung behindern die Parteien darin, über deren Wert übereinzukommen. Uneinigkeit über Wertzuschreibungen steht einem gelingenden ökonomischen Miteinander und funktionierender Koordination im Wege.

Die folgenden drei Szenarien zeigen, wie Uneinigkeit oder Unklarheit über die wichtigen Qualitäten einer Zusammenschaltung Konnektivität beeinträchtigt. Dabei ist zu bedenken, dass jeder Zusammenschaltungskonflikt die Konnektivität von Netzwerken in zweiter Reihe downstream mit beeinträchtigt, also solche Zusammenschaltungspartner, denen die Konfliktparteien eigentlich Konnektivität bieten sollen.

4.3.1 Internet-Erfahrung vs. Kapazität

Der Netzwerk-Ingenieur eines Spiele-Netzwerkes berichtet von einer nicht geglückten Zusammenschaltung mit einem großen Internetzugangsanbieter. Sein Unternehmen entwickelt sogenannte Massively Multiplayer Online Games. Bei diesen Spielen interagieren global verteilte Spieler miteinander in denselben virtuellen Räumen. Im Spiel kommt es auf Reaktionsschnelligkeit an. Deshalb will der Netzwerk-Ingenieur die Internet-Erfahrung der Spieler verbes-

sern, indem er Verzögerungen in der Datenübertragung (Fachsprache: Latenz) und Laufzeitveränderungen zwischen einzelnen Paketen (Fachsprache: Varianz) minimiert. In direkten Zusammenschaltungen seines Netzes mit Internetzugangsanbietern sieht er einen Weg, beide Variablen zu verbessern. Er versucht, kurze Wege zu etablieren zwischen den Spiele-Servern in seinem Netz und den Spieler*innen, die sich mit ihren Computern in den Netzen von Internetzugangsanbietern befinden. Deshalb fragt er bei Internetzugangsanbietern direkte Zusammenschaltungen an.

Dabei stößt er auf ein Problem: Die Menge des tatsächlichen Datenverkehrs, den das Spiele-Netzwerk mit dem Internetzugangsanbieter austauschen möchte, ist gering. Denn die aufwendigen Grafiken der Spiele erzeugen zwar viele Daten. Aber diese müssen gar nicht über das Internet übertragen werden, sondern liegen lokal auf den Computern der Spieler. Für die Interaktionen zwischen den Spielern müssen nur wenige Daten übertragen werden. Der Netzwerker will also eine hohe Qualität – durch ihn definiert als Verzögerungsfreiheit und Ausfallsicherheit – für wenig Datenverkehr. Das Spiele-Netzwerk ist nach Auskunft des Netzwerk-Ingenieurs bereit, den Internetzugangsanbieter für die Zusammenschaltung zu bezahlen, also ein Paid Peering einzugehen. Doch dazu kommt es nicht. Der Spiele-Netzwerker erinnert sich an seinem Kontakt mit dem Netzwerker des Internetzugangsanbieters:

Spieler-Netzwerker: „He [der Netzwerker des Internetzugangsanbieters, Anm.] explained that they wanted their content providers to pay a certain percentage of the cost. – Okay, [I said, Anm.] fair enough, we understand

where you are coming from. And we go home with their sales guy and he was like: ‚Yeah, sure ...‘ – rubs his hands, willing to sell us a lot of stuff. And then he finds out how much traffic we are doing. And we did not hear much from him. (...) Because, if you are a sales person who is targeted on a condition on how much he sells in terms of bandwidth and how much that is worth, our bandwidth is very small. (...) but it equates to a huge number of hours per day, played on the network. (...) So the sales guy looks at it thinking: ‚Oh, hundreds of gigabits ... oh, it is just two.‘ So, the regime of how they sell things is not set up very well for us (...) It is more than just about bandwidth. It is about quality of service as well. And I do not think a lot of carriers have actually got that into their heads yet. Because they are so used to just saying it is all about capacity. But it is actually not. It is all about the variance. So at this point, one of the things that I need to do is to educate and hopefully turn the carriers around to realise that it is not just about having these huge pipes of traffic. (...) We need them to think more outside of the traditional box. To realise the fact that we do not want our traffic being treated exactly the same way as something else that can be buffered.“ [14:66-70]

Unterschiedliche Produktverständnisse bringen Reibungen. Das Produktverständnis „Internet-Erfahrung“ des Spiele-Netzwerkers trifft beim Vertreter des Internetzugangsanbieters auf das Mengen basierte Produktverständnis „Internet-Kapazität“. Der Spiele-Netzwerker versetzt sich in die Perspektive des Internetzugangsanbieters hinein. Er akzeptiert sogar, dass der Internetzugangsanbieter

das Modell eines zweiseitigen Marktes vertritt und Inhalte-Anbietern die Zusammenschaltung berechnet. Er anerkennt, dass dessen mengenbasiertes Produktverständnis von „Internet-Kapazität“ traditionell weit verbreitet ist. Dennoch beansprucht er ein anderes, wie er es nennt: „Verkaufsregime“, nämlich das der „Internet-Erfahrung“, die es sicherzustellen gelte, weil manche Innovationen auf der Anwendungsebene¹⁶⁷ – wie Online-Spiele – besondere Qualitätsanforderungen an ihre Internet-Konnektivität hätten.

Augenscheinlich hat sich die Produktbestimmung des Spiele-Netzwerkers in der Konnektivitätsökonomie (vielleicht noch) nicht durchgesetzt. Es gelingt ihm nicht, diese Qualitätskonvention bei seinem Gegenüber aufzurufen. Er selbst sieht sich deshalb mit einer Ausbildungsaufgabe bei anderen Netzwerkern konfrontiert, um seine Qualitätskonvention zu verbreiten.

4.3.2 Inhalte vs. Übertragung

Wenn es um Inhalt vs. Übertragung geht, treffen zwei schwer zu vereinbarende Perspektiven aufeinander. Es geht meist um Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern, die sich über Medienerzeugnisse definieren – das sind heutzutage zum Beispiel Online-Videotheken, Musik-Streaming-Dienste oder sogenannte Content Distribution Networks –, und solche, die sich über Transportdienstleistungen definieren – das sind meist mittlere und große Internet

167. Zum Schichtenmodell des Internets siehe S. 59 ff.

Service Provider. Eine Netzwerk-Ingenieurin eines der weltgrößten¹⁶⁸ Netzwerke erklärt, wie die Qualitätskonvention den eigenen Blick bestimmt und wie sie sich auf die Bewertung der Situation auswirkt:

„Because I’m a CDN person, **what I see is much more the content itself** flowing through the pipes **and the popularity of it** than infrastructure necessary to transport it. So **where an ISP sees kilometres of fibre, what I see is a data centre with servers in there**. And lots of servers and lots of colo [co-location, Anm.] and lots of power to produce and serve all this content. **Hence the difference in mentality** in negotiations between somebody like Netflix [ein Inhalte-Netz, Anm.] and somebody like Verizon [ein Internetzugangsanbieter, Anm.]. **They have completely different issues in mind.**“ [20:173]

Die unterschiedlichen Produktbestimmungen führen hier zu einem Rollen-Paradoxon: Beide Parteien sehen nur sich als Geber eines Produktes, keine anerkennt die Ressource des anderen. Inhalte-Produzenten verstehen sich als Geber sogenannter Immaterialgüter. Dass ihre Endkund*innen – also etwa die Abonent*innen ihrer Musik-Streaming-Dienste oder Webseitenbetreiber, die CDNs einsetzen – ihre Dienste nachfragen, führen sie in Zusammenschaltungsverhandlungen als Beleg dafür an, dass der Wert von ihrem Netz ausgeht und sie der Geber sind. Insbesondere Internet Service Provider definieren als ihr Produkt hingegen die Übertragung von Daten. In ihrem Produktverständnis

168. An der Menge der übertragenen Daten gemessen.

mobilisieren sie die Kosten für die von ihnen zu unterhaltenden materiellen Übertragungswege wie Frequenzen, Glasfaserkabel, Router, deren Instandhaltung und Ausbau. Sie verweisen außerdem auf die Verpflichtungen, die sie selbst bei der industriellen Planung und den langfristigen Investitionen eingehen müssen. Sie beanspruchen Legitimität dafür, in alle Richtungen als Geber von Transportleistungen auftreten zu können, also gegenüber Endkund*innen und anderen Netzbetreibern. Sie sprechen sich für das Modell des zweiseitigen Marktes aus.

In die Geschichte der Konnektivitätsökonomie sind Auseinandersetzungen zwischen Vertretern der Inhalte- und der Transport-Konvention bereits unrühmlich als „Peering Wars“ eingegangen. Die Unfähigkeit, ein konventionelles Arrangement miteinander zu finden, macht drei Effekte wahrscheinlich:

1. Zwischen den beteiligten Netzbetreibern kommt es zu Konnektivitätseinbußen (Verstopfung, Congestion).
2. Unbeteiligte Netzbetreiber in der zweiten Reihe – also Transit-Kunden der eigentlichen Konfliktparteien – leiden unter Konnektivitätseinbußen.
3. Der Konflikt wird öffentlich. Mit der Öffentlichkeit des Konfliktes steigt auch der Rechtfertigungsdruck. Dies sind die Situationen, in denen Netzbetreiber die Legitimationsgrundlagen ihrer Qualitätskonventionen offenlegen müssen – in letzter Instanz wahrscheinlich vor einem Regulierer.

4.3.3 Wechsel von Qualitätskonventionen: vom Katalysator zum Zugang zu Endkund*innen

Produktbestimmungen haften Netzbetreibern nicht statisch an. Sie sind gewählt. Sehen lässt sich das zum Beispiel historisch bei einer bestimmten Gruppe von Netzbetreibern, nämlich nationalen Internetzugangsanbietern. Mehrere Befragte berichten übereinstimmend, dass die Internetzugangsanbieter ihren Blick auf Zusammenschaltungen in den vergangenen Jahren so verändert hätten, dass sie sich vom Koproduktions- in den Marktmodus begeben [u.a. 17, 22, 31, 37, 55].

Der Wandlungsprozess laufe typischerweise in drei Phasen ab: In der ersten Phase kauften die nationalen Internetzugangsanbieter selbst Transit bei den großen Transit-Anbietern. In der zweiten Phase peerten viele bereitwillig mit anderen Netzbetreibern im Sinne der Katalysator-Konvention für Vorteile zweiter Ordnung. In der dritten Phase würden sie sich mit einer neuen Produktdefinition dominant positionieren: dem bezahlungspflichtigen Zugang zu Endkund*innen. Dafür stellen sie bestehende Peerings ab oder lassen sie dysfunktional werden, zum Beispiel indem sie erforderliche Upgrades nicht mehr durchführen. Auf Nachfrage der Peers gibt es dann kein Upgrade, sondern – wenn der Kontakt unpersönlich ist – nur eine Preisliste [22:57].

Welche Spannungen der Wandlungsprozess der Internetzugangsanbieter erzeugt, sei hier aus drei Perspektiven beleuchtet. Die erste Schilderung stammt von einem Netzwerker, der früher für einen der weltgrößten ISPs arbeitete und heute für eines der ebenfalls weltgrößten CDNs. Er beschreibt, wie sich

mancher Internetzugangsanbieter heute als Gatekeeper positioniere, anstatt als Peer. Sein Beispiel ist der US-amerikanische Internetzugangsanbieter Comcast.¹⁶⁹

„Das Selbstbewusstsein [...] der Incumbents und der großen Eyeball¹⁷⁰-Provider [hat] sich fundamental geändert. Und ich denke, Comcast ist ein gutes Beispiel. Man hat es in der Presse gesehen. Früher haben sie vielleicht von Level 3 [einem Weitstreckennetz-Betreiber und Transit-Anbieter, Anm.] gekauft, dann haben sie [mit Level 3, Anm.] gepeert und jetzt, wenn halt Level 3 oder Netflix Traffic terminieren [Datenverkehr zustellen, Anm.] wollen, wie es so schön heißt, in Comcast, dann müssen sie zahlen. Das heißt, die großen Eyeball-Provider sind die Tier 1s der Vergangenheit geworden in diesem Markt. Das Geld besteht nicht mehr darin, oder der Value, darin Daten zu transportieren um die ganze Welt herum, sondern die letzte, Access zu haben zu der letzten Meile, zu dem consumer, der im Endeffekt zahlt.“ (17-131)

Insbesondere der letzte Satz verdeutlicht, wie sich die Bewertungsgrundlage der Internetzugangsanbieter verschoben hat: von der Übertragungs-Konvention zur Konvention Zugang zu Endnutzer*innen. Von Wert ist jetzt das exklusive

169. Das Zitat wird verwendet, um den Mechanismus zu veranschaulichen. Die darin enthaltenen Faktenbehauptungen über namentlich genannte Unternehmen mache ich mir nicht zu eigen. Sie waren einer Prüfung nicht zugänglich.

170. Anmerkung: „Eyeballs“ ist ein geläufiger, wenn auch leicht despektierlicher Begriff für Internetzugangsanbieter bzw. konkret: für deren Kund*innen, die Inhalte sehen.

Verhältnis mit den Internetabonent*innen.

Die zweite Stimme stammt von dem Netzwerker eines großen, nationalen Internetzugangsanbieters. Er bestätigt den Wandel nicht nur, sondern beschreibt, wie er ihn selbst vorangetrieben hat, um sein Netzwerk in den Rang eines Tier-1-Anbieters aufsteigen zu lassen. Aus seiner Äußerung wird in einem kleinen Exkurs außerdem deutlich, wie mysteriös die Gilde der Tier-1-Anbieter von außen erscheint. Und sie zeigt, dass der Wechsel der Qualitätskonvention auch einen Wechsel im Koordinationsmodus gegenüber den bisherigen Peers bedeutet: von kooperativ zu konkurrierend.

„**Wir waren am Anfang in der Position eines Bittstellers**, wir haben für Verbindungen gezahlt. Und dann hatte ich schon relativ früh das Ziel Tier 1 zu werden. (...) **In der ersten Phase ist man auf der Suche nach vielen Peerings weil man damit seine Upstream-Kosten reduzieren kann.** (...) Und dann fragt man irgendwann einmal einen Tier 1: ‚Wo muss man sich denn bewerben? Wo ist denn jetzt euer Office?‘ - ‚Ja, haben wir nicht.‘. Sage ich: ‚Wann trifft ihr euch denn?‘ - ‚Ja, nie.‘ - ‚Redet ihr miteinander? Ich weiß gar nicht, wer die anderen Tier 1 sind.‘ - ‚Um Gottes willen! Wir reden doch nicht miteinander, und es gibt kein Club-Treffen. Es gibt keine Charta.‘ **Bis mir irgendwann einmal einer gesagt hat: ‚If you want to be a Tier 1, behave like a Tier 1.‘** Und das heißt dann aber, dass man **Peerings abbauen muss**. Dass man nicht mehr so großzügig ist und mit 100 Leuten peert sondern – und das kann man jetzt also bei vielen Carriern beobachten –, dass die am Anfang viele Peerings eingehen und wenn

sie jetzt die Ambitionen auf ein Tier 1 haben, dass sie die dann abbauen. (...) **Und ja, dann haben wir angefangen Peerings abzubauen.** (...) Irgendwann muss man das dann so hinkriegen, dass jemand, der zehn Jahre Geld gekriegt hat, plötzlich keines mehr kriegt. Das ist verdammt schwer.“
(31:142-154+162)

Nachdem dieser Netzbetreiber also sein Produkt umdefiniert hat in Zugang zu Endkund*innen, erscheinen ihm frühere Peers nun als potenzielle Kunden. Allianzen und Kooperation werden nun nur noch mit als Tier 1 verstandenen Netzen gesucht. Die Tier-1-Netze allerdings üben sich in Geheimhaltung und im Erzeugen symbolischer Größe. Sie sind augenscheinlich darauf bedacht, dass ihre exklusiven Peering-Praktiken nicht den Anschein geheimer Wettbewerbsabsprachen erwecken.

Ändern Netzbetreiber ihre Auffassung über den Gegenstand der Zusammenschaltung oder über den Wert ihres Beitrags, dann stellt das bestehende Zusammenschaltungsarrangements auf die Probe. Verschiebt sich die Qualitätskonvention wie im vorgenannten Beispiel vom Peering freundlichen Vorteil zweiter Ordnung zum Zugang zu Endkund*innen, ist dieses Konfliktpotenzial besonders groß. Denn da geht es nicht nur um eine Neuvermessung und -verhandlung innerhalb des Koproduktionsmodus'. Sondern der nationale Internetzugangsanbieter versucht, eine partnerschaftliche Koproduktion in den Marktmodus zu überführen – also von einem Regime, das auf Gegenseitigkeit beruht, in ein Bezahl-Regime wie Paid Peering oder Transit.

Als dritte Stimme in diesem Beispiel schildert der Netzwerker eines ebenfalls großen, von einer solchen Verschiebung betroffenen Internet Service Providers, zu welcher verfahrenen Situationen Dispute um die anzuwendende Qualitätskonvention führen:

„This creates an interesting problem when it comes to negotiation. Because **it's very difficult to reconcile a situation where one party wants to remain in a position to continue adding capacity for free and the other party wants to get paid.** And this contentious nature is, there's no meeting in the middle, right? These are diametrically opposed negotiating points. So **we have been in contract disputes with peers that have lasted five years,** where we have not been able to come to resolution on a new peering agreement that we're both comfortable with. And **as a result in some cases we haven't added capacity with the peer in almost five years.**“ [37:65]

Wird jemand vom Kollaborateur zum Wettbewerber, dann verhärten sich die Fronten. Die Irritationen können lange anhalten und zu schwerwiegenden Konnektivitätseinbußen führen. Manche meinen denn auch: „That is not about peering. That is about economic policy.“ [18:238]. Das ist insofern richtig, als dass Internetzugangsanbieter von einer Qualitätskonvention der Koproduktion in den Marktmodus wechseln wollen. Die wirtschaftspolitische Frage lautet: Welcher Mechanismus soll die Bereitstellung des Gutes der Konnektivität regeln?

Dieses Kapitel hat das Konfliktpotenzial konkurrierender Qualitätskonventionen ausgeleuchtet. Die geschilderten Konflikte zeigen allgemein, dass Produktbestimmungen nicht unpolitisch sind. Produkte und Gemeinwohl können eng beieinanderliegen. In der Konnektivitätsökonomie gilt das deshalb, weil Konflikte um Qualitätskonventionen Zusammenschaltungen behindern. Das wiederum hat den zivilgesellschaftlichen Effekt, dass das Gut der Konnektivität an sich beeinträchtigt wird. Das ist im Einzelfall nicht alarmierend, weil das Internet-Design darauf ausgelegt ist, mit Resilienz und alternativen Wegen auf Störungen zu reagieren. Aber die enge Vermaschung bringende Resilienz ist eben davon abhängig, dass ausreichend viele Zusammenschaltungen gelingen. Im nächsten Kapitel geht es deshalb darum, wie Qualitätskonventionen bei der Zusammenschaltung miteinander integriert werden.

4.4 Die Zusammenschaltung: Verbindung produktbezogener Qualitätskonventionen

Marktkoordination und Koproduktion ko-existieren in der Konnektivitätsökonomie Seite an Seite und greifen sogar ineinander. Netzbetreiber konstituieren rund um die Zusammenschaltung eine Pluralität von Qualitätskonventionen. Qualitätskonventionen bilden die Referenzrahmen von Bewertungspraktiken. Sie konturieren Produkte und Beiträge in ökonomische Aktivitäten. Sie offenbaren unterschiedliche Bewertungsgrundlagen. Durch die

Verallgemeinerung, die sie bewirken, erlauben sie auch eine Verständigung über Kriterien als Wertmaßstäbe. Sie machen Ressourcen dem Vergleich und der Verhandlung zugänglich.

Qualitätskonventionen kennzeichnen Märkte ebenso wie Koproduktionssysteme. Doch in Koproduktionssystemen – deren wesentliche Kennzeichen sind, dass sie ohne das Medium Geld auskommen und darauf ausgerichtet sind Synergien zu erzeugen – kommt den Qualitätskonventionen eine besondere Bedeutung zu. Denn in der Koproduktion fehlt wie beim Tausch der Preis als externer Verallgemeinerungs-Mechanismus, der zwischen Angebot und Nachfrage übersetzt und Güter jeder Art jenseits der Qualitätskonventionen vergleichbar macht und Äquivalenzen herzustellen erlaubt.

Manche Netzbetreiber berufen sich abhängig vom Kontext auf unterschiedliche Konventionen. Die Konventionen haften ihnen also nicht an, sondern sie lassen sich situativ aufrufen – auch deshalb sind die Zuordnungen bestimmter Arten von Netzbetreibern zu Qualitätskonventionen nicht als unveränderlich aufzufassen. Mit sieben Qualitätskonventionen jenseits von Transit hat sich diese Arbeit näher beschäftigt. Es sind die Qualitätskonventionen Inhalt, Transport, Zugang zu Endkund*innen, Kapazität, Internet-Erfahrung, Spezialdienste und die Katalysator-Konvention. All diese Konventionen kommen in der Konnektivitätsökonomie in dem großen Bereich zur Anwendung, der jenseits von Transit liegt und als Koproduktion abläuft oder als Mischform zwischen Marktkoordination und Koproduktion.¹⁷¹

171. Eine Vielzahl von Qualitätskonventionen ist dabei nicht misszuverstehen als Kennzeichen

Die unterschiedlichen Qualitätskonventionen dienen Netzwerker*innen als Vehikel der Verständigung. Sie bilden die Grundlage für deren Äquivalenzbewertungen. Sie umfassen Produktdefinitionen, Wertargumente, Wertmaßstäbe und Koordinationsstile. Wie ein Stellvertreter kann jedes einzelne Merkmal einer Qualitätskonvention die gesamte Konvention als Konstellation aufrufen. Die Qualitätskonventionen bieten den Netzwerker*innen Interpretationsrahmen, die das Selbstverständnis ihrer Vertreter sowie deren Erwartungen an die Situation ausdrücken.

Einigen sich Netzbetreiber auf ein kostenneutrales Peering (gleich auf welcher Qualitätskonvention basierend), dann starten sie eine Koproduktion von Konnektivität, die mutmaßlich zwar Geld wert ist, aber nicht kommerziell in dem Sinne, dass sie direkt auf Gewinn ausgerichtet ist. Die Zusammenschaltung selbst setzt die angewandten Qualitätskonventionen ins Werk. Sie wirkt praktisch auf die in ihr versammelten Konventionen zurück. Wie viel Stabilisierung eine Zusammenschaltung bewirkt, hängt allerdings von der Passung der durch die Netzwerker*innen zusammengebrachten Qualitätskonventionen ab.

einer Tauschwirtschaft. Dieser Bereich stellt nur den Fokus dieser Arbeit dar.

Passung von Qualitätskonventionen	Wirkung auf angewandte Bewertungsregime	Modus
↔ 1. identisch	Normalisierung	Koproduktion
↑ ↑ 2. kompatibel	Stabilisierung durch Integration; erzeugt Wechselrate	Koproduktion
∇ 3. divergent	Keine; neutraler Kompromiss	Fragile Koproduktion
↔ 4. gegensätzlich	Verunsicherung und Destabilisierung	Bezahlbeziehung, Koppelungsgeschäft

Tabelle 10. Verbindung von Qualitätskonventionen. Quelle: Eigene Darstellung.

Vertreter derselben Qualitätskonvention normalisieren durch ein Peering die gemeinsame Bewertungsordnung mitsamt der zugehörigen Koordinationsstile in höchstem Maße (#1). Peeren hingegen Vertreter unterschiedlicher Qualitätskonventionen miteinander, dann bedeutet das immer eine Äquivalenzverhandlung. Zu einer Stabilisierung der Qualitätskonventionen (#2) kommt es, wenn diese miteinander kompatibel sind. Denn das heißt, dass Netzbetreiber wechselseitig grundlegend die Qualitätskonvention des Gegenübers und dessen Wertargument anerkennen können. Sie etablieren bei der Evaluierung eine interne, indirekte Balance zwischen den jeweiligen, ihren Qualitätskonventionen innewohnenden Bewertungsmaßstäben. Ein Peering zwischen Vertreter*innen der Inhalte- und der Transport-Konvention zum Beispiel setzt die Skalen „Popularität der Inhalte“ und „Ausbreitung des Übertragungsnetzes“ miteinander situativ ins Verhältnis. Metaphorisch könnte man sagen: Es erzeugt eine Wechselrate zwischen Äpfeln und Birnen. Neben dem

Abgleich des eingebrachten Beitrags müssen Netzbetreiber auch die unterschiedlichen Koordinationsstile zusammenführen. Das betrifft zum Beispiel Kriterien wie die folgenden: Vertrag oder kein Vertrag; Peering über die Plattform eines IXP-Intermediärs oder privat; Personalisierungsgrad der Arbeitsbeziehung; Upgrade-Policy; Anwendung einer Ratio oder nicht. Das heißt, unterschiedliche Bewertungsregime erfahren durch ein Peering eine voraussetzungsreiche Integration. Für die Dauer ihres Bestehens stützt und legitimiert die Zusammenschaltung beide Qualitätskonventionen und macht die Beteiligten zu Gleichwertigen, die einander Identität stiften – gemäß dem Motto: „You are who you peer with. Who you peer with defines you.“ [32:48]

Sind die Qualitätskonventionen divergent (#3), können die aus ihnen hervorgehenden Kompromisse fragil sein, was sich zum Beispiel durch kurzzeitige Zusammenschaltungen zeigt. Ein Beispiel dafür ist, wenn ein nationaler Internetzugangsanbieter für die Dauer einer Sport-Großveranstaltung mit allen am Streaming beteiligten Inhalte-Anbietern oder CDNs peert, um die großen Datenmengen zu verbreiten. Ein anderes Beispiel ist, wenn sich ein Netzbetreiber einer Verpflichtung zum multilateralen Peering an einem Internet Exchange beugt.¹⁷² Auch Zusammenschaltungen via Route Server bieten Raum für unpersönliche Zusammenschaltungen, bei denen kompatible Qualitätskon-

172. In einigen Ländern verpflichten Regulierer Netzbetreiber, die dort Zusammenschaltungen eingehen wollen, dies an bestimmten Internet Exchanges zu tun und/oder dort mit bestimmten oder allen angeschlossenen Autonomen Systemen kostenneutrale Peerings einzugehen (Meier-Hahn 2016).

ventionen anzunehmen sind, die aber latent bleiben. In all diesen Fällen finden Zusammenschaltungen zwar statt, aber unterschiedliche Bewertungsregime und Koordinationsweisen werden allenfalls notdürftig überbrückt. Eine tiefgehende Integration bleibt aus.

An der Gabelung zwischen Marktkoordination und Koproduktion liegen solche Zusammenschaltungsverhandlungen, bei denen Netzbetreiber wechselseitig ihre Wertargumente zur Kenntnis nehmen, aber keine Balance zwischen den Bewertungsskalen erreichen (#4). Solche Situationen sorgen für Verunsicherung oder sogar Destabilisierung, wenn die Parteien ihre Qualitätskonventionen in Frage stellen. Für diese Spannungssituationen gibt es drei Auflösungen: 1. Abbruch der Verhandlung, 2. Eingehen eines Koppelungsgeschäftes oder 3. Aufbau einer Bezahlbeziehung.

Kommt es zum Abbruch der Verhandlung, dann müssen beide Netzbetreiber den Datenverkehr zwischen ihren Netzen über Dritte schicken, was die Wege verlängert, mehr Zwischenstationen involviert und möglicherweise auch Transit-Kosten für beide.

Bei Koppelungsgeschäften willigt Netzbetreiber A in eine kostenneutrale Peering-Verbindung mit Netzbetreiber B ein unter der Bedingung, dass B über einen gewissen Zeitraum ein anderes, kostenpflichtiges Produkt von A abnimmt. Das Arrangement funktioniert also nach dem Prinzip „Peer hier, wenn Kunde da“. Koppelungsgeschäfte sind unter Netzbetreibern unterschiedlich geläufig. Häufig kommen sie vor zwischen den großen, sogenannten Tier-1-Anbietern, deren Geschäftsbeziehung auf weit mehr als nur dem Austausch von

IP-Paketen beruht. Hier stellt Peering einen Strang in einem Bündel von Beziehungen dar.

„The nature of our relationship is very strategic. In some cases over a hundred, you know, a hundred million dollars worth of services per year purchased from each other. So it's a bilateral purchasing kind of relationship. And it is kind of silly that for the dollars we're talking about, that these peering agreements become so contentious between the companies. So, we try to work them at a high level, that's why the CEOs of the companies get involved many times to try to strengthen the overall relationship between the two companies.“ [37:81]

Aber auch zwischen weniger großen Netzbetreibern kommt es zu Koppelungsgeschäften. Ein Hosting-Anbieter berichtet, sein Zusammenschaltungspartner habe das Peering an den Abschluss eines Vertrages über dessen Cloud-Dienste gebunden. Eine Internet-Exchange-Mitarbeiterin berichtet, solch cross-sektorale Arrangements würden zwischen „klassischen“ Netzbetreibern wie Internet Service Providern und Netzbetreibern einer neueren Generation zunehmen. Zu diesen Neuen gehören zum Beispiel Banken und Versicherungen, die mit zunehmender Bedeutung digitaler Vernetzung auch eigene Netze betreiben. – In all diesen Fällen ertauschen sich solche Unternehmen aus anderen Sektoren, für die Zusammenschaltungen nicht im Zentrum ihrer Geschäftstätigkeit liegen, kostenneutrale Peerings mit Internet Service Betreibern dadurch, dass sie diesen oder deren Kund*innen kostenlosen Zugriff auf ihre Dienste anbieten. Bei

Banken kann das etwa die Kontoführung sein. Was die Koppelungsgeschäfte in den Augen derer auszeichnet, die sie als Quasi-Kunden eingehen, ist auch die Symbolik: In zukünftigen Zusammenschaltungs-Verhandlungen mit Dritten können Sie behaupten, ein kostenneutrales Peering mit dem entsprechenden Netzbetreiber erreicht zu haben. Peering mit als schwierig geltenden Netzbetreibern zu haben, mehrt den eigenen Ruhm und taugt in zukünftigen Verhandlungen – die zur Erinnerung immer auch mit Simulation von Größe zu tun haben (siehe S. 171) – als Indikator für ebendiese.

Anders ist es bei Paid Peering. Paid Peering aktiviert begrifflich Vorstellungen von Kooperation, die es praktisch nicht einlöst. Denn nach Geld zu fragen, verletzt den nicht kommerziellen Charakter der Koproduktion. Es wendet sie in ein explizit asymmetrisches Verhältnis. Ein Netzbetreiber wird Anbieter, der andere Kunde. Die Bezahlung unterminiert die Balancefindung, sodass die Qualitätskonventionen keinerlei wechselseitige Stabilisierung als Referenzrahmen oder informelle Regelwerke erfahren. Hinzu kommt, dass mit dem Wegfall von Verweisen auf überindividuelle Qualitätskonventionen weitere, ihnen innewohnende Selbstverständlichkeiten bezüglich des „How to“ der Koordination wegfallen. Das hat zur Folge, dass Netzbetreiber beim Paid Peering die Modalitäten ihres Verhältnisses individuell miteinander etablieren müssen.

Notorisch bringen solche Netzbetreiber Paid Peering ins Gespräch, die ein kostenneutrales Peering verweigern, um stattdessen an der Zusammenschaltung Geld zu verdienen – also etwa Vertreter der Zugangs-Konvention. Doch die

Initiative für ein Paid Peering kann aus Qualitätsgründen auch von der Nachfrage-Seite ausgehen.

„Paid peering, in effect, is a peering relationship which is a transit relationship limited to your network. Therefore **you can ask from your partner that he gives you that quality** because he has control over the network. Therefore you can ask for an SLA. **A paid peering can get you an SLA when a normal peering can't.**“ [23:86]

Ein Paid Peering kann also auch den Grund haben, dass ein Netzbetreiber vom anderen Qualitätsgarantien (sogenannte Service Level Agreements oder abgekürzt SLAs) erhalten möchte, die weder Transit¹⁷³ noch ein konventionell auf dem Best-Effort-Prinzip beruhendes, kostenneutrales Peering, böten.

Paid Peering bietet Flexibilität. Aber es ist komplizierter zu etablieren als einfaches Peering und als Transit. Die Preisfindung gehört neben der Vertrags- und der operativen Aushandlung zu den besonders komplizierten Aspekten, denn die Netzbetreiber müssen hier – wie beim regulären Peering – wieder ohne Vergleich auskommen. Alle Schwierigkeiten, die bei der Koproduktion dazu führen, dass es keinen Preis gibt, müssen beim Paid Peering überwunden werden: Weil es beim Paid Peering ebenso wie beim Peering nur um einzigartige Teilkonnektivität geht, gibt es keine direkte Konkurrenz, keinen Markt und keinen externen, monetären Maßstab der Bewertung. Das führt zu besonders

173. Ein Transit-Anbieter kann Qualitätsgarantien nur innerhalb des eigenen Netzes geben.

unsicheren Verhandlungen, bei denen Anbieter für Paid Peering Fantasiepreise aufrufen können.

Praktisch ist anzunehmen, dass die Preise für Paid Peering durch die Preise am Transit-Markt gedeckelt werden, weil Transit sich am ehesten eignet, um Paid Peering zu substituieren. Aber angesichts der operativen Vorteile, die direkte Peering-Zusammenschaltungen gegenüber dem potenziell längere Übertragungswege beinhaltenden Transit bieten, ist nicht einmal sicher, dass Paid Peering günstiger bleibt als Transit, dessen Preise über Jahre ungebrochen sanken (Norton 2015). Große Internet Service Provider bringen sogar noch ein anderes Argument dafür ins Gespräch, dass Paid Peering höher bepreist werden könne als Transit: Peering anzubieten sei für Betreiber von Weitstreckennetzen teurer als Transit, weil sie mit ihnen anvertrautem Transit-Datenverkehr sogenanntes Hot-Potato-Routing betreiben können. Das ist eine Technik des Traffic Managements, bei der sie den Datenverkehr am nächstmöglichen Übergabepunkt an ein anderes Netz abgeben, ihn also nicht weit transportieren müssen. Beim Peering hingegen müssen sie den Datenverkehr im eigenen Netz bis zum Endpunkt zustellen, auch über weite Wege [30:18].

All dies zeigt vor allem eines: Bewertung, Preisfindung und Koordination in Paid-Peering-Beziehungen sind individueller, aufwendiger und unsicherer als bei allen anderen Formen der Zusammenschaltung. Die Interessenten haben wenig Orientierung, und der positive Geist einer Koproduktion ist nicht gegeben. Sehr viele Netzwerker*innen sehen Paid Peering daher als minderwertige Variante von Peering und lehnen sie für sich kategorisch ab. Kommt Geld hinzu,

verpuffen die Synergie und der Geist der Koproduktion.

Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern manifestieren also Qualitätskonventionen. Gleiche Konventionen stärken einander. Zusammenschaltungen bei unterschiedlichen Qualitätskonventionen drücken immer Kompromisse aus, die stabiler sind, je besser sie die zugrundeliegenden, unterschiedlichen Bedeutungssysteme miteinander integrieren.¹⁷⁴ Insgesamt gehen die Auffassungen darüber, was Netzbetreiber einander meinen zu geben oder geben wollen, weit auseinander. Je fester diese Auffassungen vertreten werden, desto schwieriger finden Netzbetreiber jenseits von Transit zusammen. Zusammenschaltungen scheitern deshalb nicht nur – wie oft kolportiert – daran, dass die Parteien keine Einigkeit über den Preis der Verbindung erzielen können. Sondern sie misslingen mitunter bereits davor, wenn Netzbetreiber inkompatible Qualitätskonventionen vertreten.

174. Vgl. Tausch: „Barter thus uses goods to create a relationship of mutual estimation between the self and a partner who is representative of an ‚other‘ set of values.“ (Humphrey und Hugh-Jones 2012: 11)

5 Die Rolle der Community in der Konnektivitätsökonomie

Wer empirisch zum Thema Internet-Konnektivität forscht, hört bald von „der Community“ der Netzwerker*innen und steckt leicht mittendrin. Dabei ist nicht offensichtlich, was die Gemeinschaft in den Augen derer ausmacht, die von ihr sprechen, und inwieweit sie eine koordinative Kapazität hat.

Manche Netzwerker*innen beschwören die sogenannte Community, als handele es sich um den Geist des Internets. Für sie ist die Gemeinschaft Gründungsmythos des Internets und Sehnsuchtsort in einem. Ohne die Community – so ist zu hören – würde das Internet nicht funktionieren. Andere Netzbetreiber hingegen nehmen kaum Notiz. Sie vollziehen das Mindestmaß an Kontakt mit Organisationen der Internet-Administration, um sich eine AS-Nummer und IP-Adressen zu besorgen. Mit anderen Netzbetreibern besprechen sie sich jedoch kaum über den Zusammenschaltungsmoment hinaus, in dem sie vermutlich Transit kaufen, weil es die voraussetzungsloseste Art ist Internet-Konnektivität herzustellen. Die offenen Standards des Internets und die Tatsache, dass Internet-Netzwerke per Design autonom sind¹⁷⁵, erlauben diese Bandbreite des Engagements von intensiv bis gar nicht. Wie lassen sich diese widersprüchlichen Befunde zur Community von notwendig bis verzichtbar in

175. Siehe S. 70 f.

einem Bild zusammenbringen? Welche inneren Zusammenhänge gibt es in der etwaigen Community? Und wie lässt sich die Rolle der Community für die Herstellung von Internet-Konnektivität dimensionieren?

Die existierende wissenschaftliche Befassung mit der sozialen Ordnung im Kern des Internets geht den positiven Community-Befunden nach. Sie ist geprägt von Versuchen zu erklären, wie und warum Netzwerker*innen zu Gunsten des Internets an einem Strang ziehen. Insbesondere Mathew (2014) und Sowell (2015) heben hervor, wie geübt Netzwerker*innen untereinander bei Veranstaltungen von Regional Internet Registries oder lokalen Netzwerker-Gruppen Know-how weitergeben – sei es mittels Präsentationen, Workshops oder Tutorials. Für Mathew stellt dieser Austausch die Basis für eine „community of practice“ (Lave und Wenger 1991) dar. Die Gemeinschaft ist hier der Ort, an dem aus der gemeinsamen Praxis heraus Vertrauensbeziehungen entstehen und gepflegt werden, die dabei helfen, die operativen Unsicherheiten der Internet-Architektur zu bewältigen (Mathew 2014: 115). Gemeinsam konstruierten Netzwerker*innen darüber hinaus symbolische Ressourcen (Cohen 1985), die den Zusammenhalt der Gemeinschaft stärken, sie über Raum und Zeit ausdehnen und nach außen abgrenzen. Sowell fokussiert auf gemeinschaftliche Policy-Entwicklung. Er argumentiert, dass Netzwerker*innen durch ihre operativen Erfahrungen ein berufsbedingt besonderes Fachwissen hätten, das sie zu einer „epistemic community“ (Haas 1992) mache. Das Konzept der epistemischen Gemeinschaft nach Haas basiert auf der Annahme, dass deren Mitglieder Experten sind, die Werte basierte Prinzipien und Normen ebenso teilen wie

Bewertungsweisen und Kausal-Annahmen darüber, wie sich Probleme im Feld ihrer Expertise lösen lassen. Für Sowell sind es diese Gemeinsamkeiten, die die Netzwerker-Gemeinschaft ausmachen und die es ihr erlauben, über Fragen der Administration geteilter Internet-Ressourcen¹⁷⁶ in konsensorientierten Prozessen zu entscheiden.

Die skizzierten Analysen von Mathew und Sowell finden im dieser Arbeit zugrundeliegenden Datenmaterial auch Bestätigung, aber sie erscheinen unvollständig. Indem die Autoren – im Einklang mit vielen Praktikern – auf Zusammenhalt, Engagement, Konsensbildungsprozesse und Vertrauen fokussieren und all dies vorfinden, vernachlässigen sie andere Befunde: zähes Policy-Engagement von Netzwerker*innen¹⁷⁷, Abwesenheit von Vertrauen oder sogar Misstrauen zwischen Kolleg*innen (Meier-Hahn 2015) sowie Zusammenschaltungskonflikte (Meier-Hahn 2017a). Es scheint, als verstelle der enge Forschungsfokus auf Beispiele für Zusammenhalt zwischen Netzwerker*innen den Blick auf Reibungen. Er produziert eine Harmonie-Erzählung von der angenommenen Netzwerker-Community, für die es viele Belege gibt, die aber zu

176. Gemeint sind hier zum Beispiel die Beteiligungsverfahren der Regional Internet Registries oder von deren Mutterorganisation, der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), in denen über Vergabeprozesse von IP-Adressen oder Fragen des Domain Name System beraten und entschieden wird.

177. Die Regional Internet Registries beklagen seit Langem niedrige Beteiligung.

Teilen der Wirklichkeit im Widerspruch steht.^{178, 179}

Zwar hat das Grundlagenkapitel gezeigt, dass die Architektur des Internets die Konnektivitätsökonomie zu einem Wirtschaftsraum macht, der Zusammenarbeit begünstigt, weil operative und ökonomische Unsicherheiten zu Verständigungsprozessen auffordern. Sie aktivieren ein Phänomen, das man mit einer Metapher aus der Physik soziale Zentripetalkraft nennen könnte. Doch allein das impulsgebende Vorhandensein negativer Unsicherheiten erklärt nicht, was den positiven, inneren Zusammenhalt einer Community ausmacht, welche Gestalt Beziehungen annehmen und – um im Bild zu bleiben – welche Fliehkräfte und Dynamiken es gibt.

Die Vielgestaltigkeit der Community der Netzwerker*innen zu untersuchen, würde eine eigene Forschungsarbeit rechtfertigen. Thema dieser Arbeit ist jedoch die Konnektivitätsökonomie. Deshalb nimmt sie die Community vordringlich mit diesem Erkenntnisinteresse in den Blick. Im Verlauf dieses Kapitels wird sich zeigen, dass sich die Community-Beobachtungen von

178. Gerade beim Thema Community kann auch die Forschungsmethodik ein derart verzerrtes Bild befördern. Wer Interviewpartner*innen zum Beispiel per Snowballing-Verfahren von dort auswählt, wo Aspekte von Gemeinschaft bereits sichtbar sind, wird die Gemeinschaft und deren Bedeutung leicht bestätigt bekommen.

179. Hinzu kommt, dass die Community hier vorwiegend theoretisiert wird, um operative Koordination zu erklären. Tatsächlich haben Netzwerker*innen jedoch mehrere Arten von Unsicherheiten zu bewältigen, von denen der ausfallsichere Netzbetrieb nur eine ist. Ihr Koordinationsproblem setzt sich aus operativer, juristischer und ökonomischer Unsicherheit zusammen, wobei diese Unterscheidung eine analytische ist. In der Praxis vermengen sich die Unsicherheiten.

Mathew und teilweise die von Sowell bestätigen lassen¹⁸⁰, dass eine konventionentheoretische Lesart jedoch einen weiteren, neuen Blick auf das Thema Community eröffnet.

Der erste Abschnitt widmet sich dem Wissensaustausch zwischen Netzwerker*innen. Er argumentiert, dass sie bestimmte Qualifikationen brauchen, um ihren Beruf erfolgreich auszuüben, und dass sie sich zu deren Erlangung geradezu nach außen – also zu einander – wenden müssen. Die Netzwerker-Gemeinschaft basiert auf dem individuellen Bedarf, nicht dokumentiertes Know-how aufzubauen.

Der zweite Abschnitt greift die Frage nach der Skalierung des Gemeinschaftskonzepts auf. Sowohl Mathew als auch Sowell verankern Zusammenhalt zwischen Netzwerker*innen in deren persönlichen Begegnungen bei Veranstaltungen. Das wirft die Frage auf, wie sich der von vielen Netzwerker*innen insinuierte globale Charakter ihrer Community erklären lässt, wenn sich doch nicht alle Netzwerker*innen von Angesicht zu Angesicht kennen können. Mathew führt hier symbolische Ressourcen an – man könnte auch sagen: Kultur. Und in der Tat wimmelt es in der Netzwerker-Welt geradezu von Symboliken von Humor bis zu versteckten Codes.¹⁸¹ Doch um eine Commu-

180. Sowell's Auffassung, dass die Verbindung der Netzwerker*innen letztlich auf Werten basiert, wie es das Konzept der „epistemic communities“ impliziert, steht im Widerspruch zur hier vertretenen These, dass Netzwerker*innen situativ auf unterschiedliche Rationalitäten zurückgreifen können.

181. Die Netzwerker-Kultur ist einer der Community-Gesichtspunkte, die eine eigene Untersuchung rechtfertigen würden.

nity mit globaler Koordinationskraft zu begründen, greifen diese Ressourcen zu kurz. Sie bleiben handlungsbezogen zu unspezifisch, als dass sie im operativen Alltag Orientierung bieten würden. Nach Ansicht der Autorin stellt die Kultur einen Aspekt der Community dar, aber für eine Dimensionierung der Netzwerker-Community als global und handlungsfähig spricht ein anderes gewichtiges Argument. Es wird in diesem Abschnitt präsentiert. Der Grund liegt in der digitalen Vernetzung selbst. Netzwerker*innen sind miteinander weltweit über das Routing-System sowie darüber hinaus über vielgestaltige Medien so vernetzt, dass sie sich in Krisenfällen sogar ad hoc miteinander koordinieren können (Meier-Hahn 2017b). Diese Medien materialisieren einen praktischen, globalen Zusammenhalt.

Der dritte Abschnitt geht auf Konflikte ein und bestimmt die Rolle der Community im Kontext der Konnektivitätsökonomie aus konventionentheoretischer Perspektive. Er erklärt, warum die Community im Kern ein Ort voller Auseinandersetzungen ist. Entwickelt wird die These, dass die Community in der Konnektivitätsökonomie die Arena darstellt, in der Netzwerker*innen die konkurrierenden Qualitätskonventionen (siehe S. 173 ff.) verhandeln. Sie fungiert als Diskursraum.

5.1 Berufliche Qualifizierung erfordert Austausch

Netzwerker*innen tauschen sich miteinander aus, weil ihr Beruf es erfordert. Sie sind Spezialisten. Um erfolgreich Internet-Konnektivität managen zu können, brauchen sie wenigstens ein Grundlevel an technischen Kenntnissen. Das wichtigste und gleichzeitig am schwierigsten zu beherrschende Werkzeug der Netzwerker*innen ist das Border Gateway Protocol (siehe S. 72 ff.). Sie müssen damit drei Dinge tun können: Erstens müssen sie Routen analysieren können, um Probleme in ihren Netzen zu erkennen und zu beheben. Zweitens brauchen sie die BGP-Kenntnisse um einzuschätzen, wie ertragreich oder kostenverursachend bestimmte Routen sind, und drittens müssen sie damit die Wegführung des einkommenden Datenverkehrs bestimmen/optimieren können.¹⁸² BGP wird allerdings eine „schwarze Magie“ (Dhamdhere et al. 2010: 1) nachgesagt.¹⁸³ Man kann damit leicht Fehler machen. Selbst studierte Informatiker*innen haben mitunter Berührungängste mit dem Protokoll. Deshalb macht theoretisches Wissen allein keine/n gute/n Netzwerker*in.

182. Ein Netzwerker betont, wie einfach und zugleich schwierig BGP zu benutzen sei: „It is actually a pretty simple protocol. I think, that is part of the secret. (Lachen) But the analysis piece is unusual. The skill set needed to develop a good analysis of BGP routes is unusual. It is kind of a snowflake activity.“ [18:66]

183. Ein Netzwerker berichtet von dem Versuch, eine Konfigurationsänderung bei einem der größten Netzbetreiber Deutschlands zu erreichen, dessen Zusammenschaltung ihm Probleme verursacht hatte. Er scheiterte. Der Spezialist sei im Urlaub gewesen, und die anderen Mitarbeiter hätten die BGP-Einstellungen nicht ändern wollen. [7:115]

Netzwerken lernt man nur, indem man es praktiziert – wie eine Sprache. Praxis ist das A und O. „Learning on the job“ [17:48] lag insbesondere in den Anfangszeiten des kommerziellen Internets, Mitte der 1990er-Jahre, in der Natur der Sache. Schließlich ging es darum, eine neue Technologie in die Welt zu bringen. Da gab es keine Vorlagen. Die meisten Netzwerker*innen wechselten damals aus verwandten Gewerken in den Beruf. Einige berichten auch, dass sie ihr Studium abbrachen, um in die Internetwirtschaft einzusteigen. Alles war für alle neu. Das ist heute zwar etwas anders. Neulinge können sich inzwischen mittels Büchern, Online-Dokumentationen oder Zertifizierungskursen von Hardware-Anbietern schlaumachen. Doch eine offizielle Ausbildung zum/r Netzwerker*in oder einen entsprechenden Studienabschluss für dieses Personal, das das Internet am Laufen hält, gibt es nach Kenntnis der Autorin und zum Bedauern einiger Netzwerker*innen bis heute nicht. Auch haben Netzwerker*innen bisher weder einen Berufsverband noch eine Gewerkschaft gegründet, die sich in die Ausbildung einbringen könnten.¹⁸⁴ Zwischen Theorie beziehungsweise Forschung und Praxis klafft noch immer eine breite Lücke. Die ungewöhnliche Ausbildungssituation hat vielfältige Gründe. Weil sich Internet-Technologien weiterhin schnell wandeln, hinken Bildungsressourcen für Netzwerker*innen der Entwicklung zwangsläufig hinterher [35:41]. Hinzu-

184. Die Macht der Netzwerker*innen steht nicht im Fokus dieser Arbeit. Dennoch sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, welchen mutmaßlich rechtlich gedeckten Einfluss Netzwerker*innen ausüben könnten, wenn sie eine Gewerkschaft gründen und sich in einen Arbeitskampf begeben oder damit drohen würden, die Arbeit ruhen zu lassen.

kommt, dass das Management eines Netzwerkes komplexer wird, je älter und größer es wird. In Konstellationen mit alten und neuen Geräten sowie mit Code aus unterschiedlichen Zeitperioden tauchen spezielle Probleme auf. Allgemeine, externe Dokumentationen helfen da nur eingeschränkt weiter.

„I always say: you pay an expert a fortune because he made the mistakes elsewhere.“ [23:165]

Netzwerker*innen betonen deshalb, wie wichtig Know-how sei, also Erfahrungswissen. Sie sagen über ihren Beruf, man müsse „es erleben“ [5:110], brauche „Hands-on-Erfahrung“ [21:89]. Das „Bauchgefühl“ [21:329] zähle viel, und Gründe für ungewöhnliche Situationen spüre man „im Unterbewusstsein“ [25:107]. Das heißt, obwohl Netzwerker*innen wie erwähnt nicht darauf angewiesen sind, sich mit Kollegen auszutauschen, so bringt es ihnen doch Vorteile, sich einander zuzuwenden und Erfahrungen zu teilen. Netzwerker*innen unterstützen einander als Hilfs-Gemeinschaft.

„People speak because it’s important to their job.“ [23:113]

In ihren Unternehmen haben Netzwerker*innen meist eine Sonderstellung, die ihre Community-Orientierung weiter begünstigt. Denn mit ihren BGP-Kenntnissen sind sie Experten in einem Nischengebiet. Vorgesetzte oder Vorstände überblicken das Werken und Wirken ihrer Netzwerker*innen oder der Abteilungen für Internet-Konnektivität nach Einschätzung der Befragten häufig kaum. Ihre Spezialisten-Kenntnisse verschaffen ihnen Freiraum. Viele können

und müssen weitestgehend autonom, für sich arbeiten.¹⁸⁵

„Innerhalb des Netzes ist er [der Netzwerker, Anm.] ja, sag ich mal, der Gott. Da kann er ja machen, was er will. Muss es nur gegenüber den Leuten, die da später mit arbeiten und vielleicht noch der Geschäftsführung mitteilen, warum das so ist. Abgesehen davon, dass sie es vielleicht sowieso nicht versteht.“ [7:140]

Die Kehrseite dieser Freiheit ist hohe Verantwortung, gepaart mit wenig internem Austausch über Netzwerk-Fragen. Um an neues Wissen zu gelangen oder wenn es darum geht, konkrete Schwierigkeiten zu bewältigen, haben Netzwerker*innen innerhalb ihres Unternehmens oft keine Sparringspartner. Kritisch wird das, wenn unter Zeitdruck Probleme auftauchen. Deshalb wenden sich Netzwerker*innen nach außen. Sie suchen Rat bei externen Zusammenschaltungspartnern, die mit ähnlichen Problemen zu tun haben.

„The best place to learn is from your peers. From other people that do the job. And it's not like you're gonna have 20 other people that do the same thing you do in the company you work for. You might be the only person in your company that does what you do. So the only place for

185. Wie autonom Netzwerker*innen innerbetrieblich arbeiten können, hängt wie im vorherigen Kapitel beschrieben von der Größe des Unternehmens ebenso ab wie davon, welche Qualitätskonventionen und damit verbundenen Koordinationsstile ein Netzbetreiber pflegt. Je zentraler Internet-Konnektivität für den Unternehmenszweck ist, desto abgeschwächer gilt diese These. Hier haben auch Netzwerker*innen quantifizierte Ziele und Rechtfertigungsvorgaben.

you to learn is your competitors.“ [37:99]

Gerade das wenig dokumentierte Know-how – also nicht abstraktes, formales, sondern Anwendungswissen – können Netzwerker*innen wenn nicht durch eigenes Experimentieren nur von denjenigen lernen, die bei anderen Netzbetreibern in ähnlichen Positionen arbeiten. Das führt zu einer bemerkenswerten Situation: Über Unternehmensgrenzen hinweg kooperieren Netzwerker*innen individuell miteinander, selbst wenn die Unternehmen, die sie repräsentieren, miteinander im Wettbewerb stehen. Die Aufhängung des Berufes im Unternehmen und der Bedarf an Wissensaustausch treiben die Kooperation voran.

Wo vorhanden, hat die Freiheit jedoch einen Preis, und zwar Verantwortung. Netzwerker*innen sind nach allgemeinem Verständnis rund um die Uhr dafür verantwortlich, dass Internet-Konnektivität gegeben ist. Den meisten Vorgesetzten ist egal, „how the sausage gets made“ [9:91] (wie sie das bewerkstelligen), solange die Kosten nicht aus dem Ruder laufen und die Erwartung an Verlässlichkeit erfüllt wird. Diese Erwartung lautet: Alles muss immer funktionieren. Gute Arbeit – so nehmen Netzwerker*innen es wahr – leisten sie, wenn Beschwerden von Kund*innen ausbleiben. Das erzeugt teilweise enormen Druck:

„Letzte Woche hatten wir einen relativ beschissenen **Bug mit unserer Hardware**, haben dann einen Fix bekommen, haben ein Upgrade gemacht [...] Ich war um 3 Uhr im Bett nach dem Upgrade und lag dann entsprechend nervös rum, weil ich nicht wusste, ob die Kiste stabil läuft.“

Tut sie in der Regel, aber mein Vertrauen in den Hersteller ist gerade ein bisschen weg. **Deswegen sitze ich gerne nach so einer Maintenance nachts noch drei Stunden vor dem Rechner und sag‘: Ich mach jetzt wirklich sicher, dass die Kiste auch läuft!**“ [48:356]

Auch Zusammenschaltungspartner erwarten insbesondere bei Paid Peerings, dass Netzwerker*innen „24x7x365“ [7:70] verfügbar sind, wenn Probleme auftauchen. Und nicht nur das: Sie erwarten auch, dass die Netzwerker*innen Entscheidungen treffen dürfen. Es besteht insofern auch branchenintern die Anforderung an Netzbetreiber, dass sie ihre Mitarbeiter innerhalb der Organisation mit den entsprechenden Befugnissen ausstatten.

Dass Kolleg*innen aus anderen Organisationen für Netzwerker*innen in der Konnektivitätsökonomie überhaupt ganz praktisch in Reichweite sind, hat mit einem weiteren Charakteristikum des Netzwerker-Berufs zu tun. Es ist so offensichtlich, dass es sich leicht übersehen lässt: Die Netzwerker-Tätigkeit richtet sich nach außen, nicht nach innen. Netzwerker*innen gestalten Außenbeziehungen einer Organisation. Konnektivität zu managen heißt, ein Netzwerk ins Internet einzubetten, es durch Zusammenschaltungen mit anderen Netzen mit dem globalen Internet zu verzahnen und anzubinden. Netzwerker*innen müssen sich also nach außen ausrichten und Beziehungen zu anderen Netzwerker*innen aufbauen, die dasselbe für ihre Organisationen tun. Internet-Konnektivität herzustellen ist deshalb im Kern ein viel sozialerer Beruf als es zunächst den Anschein haben mag.

Nimmt man den Mangel an formalen Ausbildungsmöglichkeiten, die Nischen-Expertise, die damit einhergehende Last der Verantwortung sowie die zwangsläufige Außenorientierung zusammen, ergibt sich ein spannungsgeladenes berufliches Profil für Netzwerker*innen: Sie müssen einerseits eigenverantwortlich und unter hohem Druck Aufgaben bewältigen, die ihnen eine hohe Fokussierung abverlangen und für die es günstig ist, die Umwelt auszublenden. Beim Programmieren müssen sie Ideen auseinandernehmen und wieder zusammenführen können. Kurz: Sie brauchen Nerd¹⁸⁶-Fähigkeiten im besten Sinne. Andererseits aber erfordert der Beruf des/der Netzwerker*in, mit anderen in Kontakt zu treten oder sogar gesellig zu sein.¹⁸⁷ Internet-Konnektivität herzustellen und zu unterhalten, bedeutet Beziehungsarbeit.

186. Der Begriff „Nerd“ wurde lange Zeit abwertend gebraucht für Menschen, die schlau sind und introvertiert und hartnäckig einseitige Interessen abseits des Mainstream verfolgen, was sie wenig sozial erscheinen lässt. Im Zuge der Digitalisierung und mit dem Aufschwung der Computer-Industrie hat der Begriff jedoch eine Aufwertung erfahren. Besondere analytische Fähigkeiten zu haben und sich problemzentriert vertiefen zu können, wurde zu wertgeschätzten Eigenschaften. Dass einige der interviewten Netzwerker*innen sich selbst und ihre Kolleg*innen als Nerds bezeichnen [45:77, 23:159], spricht für die These, dass in dieser Community eine positive Wiederaneignung des Begriffes stattgefunden hat. Diese positive Konnotation ist hier gemeint.

187. Wie ein Interview-Partner hervorhebt, unterscheidet der soziale Imperativ die Zunft der Netzwerker*innen übrigens auch von anderen IT-Berufen wie dem des System- oder Datenbank-Administrators, der/die für sich arbeiten kann: *„Ich habe noch nichts von einer Szene der Datenbank-Administratoren gehört. Ich glaube nicht, dass es so etwas gibt.“* [8:205]

5.2 Globaler Zusammenhalt ist medial vermittelt

Informeller Austausch liegt für Netzwerker*innen nahe. Einige Gründe dafür haben vorherige Kapitel bereits benannt: Ihre direkten Zusammenschaltungspartner kennen Netzwerker*innen vielfach persönlich¹⁸⁸. Kollegen lernen sie auch bei Industrie-Veranstaltungen kennen. Und die sozialen Zentripetalkräfte der Internet-Architektur begünstigen die Bildung von Gemeinschaftsstrukturen ebenso wie der persönliche Erfahrungsaustausch und Geselligkeiten („Socials“) am Rande von Veranstaltungen. All diese Beispiele sind im Einklang mit Konzepten von Gemeinschaft, die diese als kleine Kollektive mit begrenzten Mitgliedern verstehen (vgl. zum Beispiel in der Anthropologie Minar und Greer (1969) oder Frankenberg (1966)). Doch die Gemeinschaft der Netzwerker*innen geht darüber hinaus. Dieses Kapitel beschreibt, worauf trotz regionaler und sprachraumbezogener Hubs der genuin globale Charakter der Netzwerker-Community beruht, und es skizziert, welche Handlungskapazität diese Gemeinschaft entfaltet.

5.2.1 Das Routing-System als skopisches Medium

Die vielleicht stärkste, weil unmittelbarste Verbindung zwischen Netzwerker*innen ist das Netzwerk selbst. Das Routing-System verbindet sie miteinander wie ein Nervensystem. Diese Eigenschaft des Routing-Systems ist

188. Das gilt, sofern es sich nicht um unpersönliche Route-Server-Peerings handelt.

von außen nur schwer nachzuvollziehen. Auch an technischen Beschreibungen lässt sie sich nicht ablesen. Am besten nähert man sich ihr durch Befragung oder Beobachtung.

Auf Netzwerkebene gibt es bei der Zusammenschaltung keine einmal abgeschlossene Transaktion, sondern nur ein Verhältnis (siehe S. 91 ff.). Und diejenigen, die dieses Verhältnis betreuen, sind ihm ausgesetzt. Netzwerker*innen sind durch das Routing-System fortlaufend miteinander verbunden und beeinflussen die Konnektivität ihrer Netzwerke wechselseitig – direkt und indirekt. Insbesondere bei einzeln eingerichteten, privaten Peerings führt das zu anhaltendem Kontakt zwischen den beteiligten Netzwerker*innen.

„The Internet, it’s a living thing. If I have an interconnection relationship with you, there may be problems, there is some troubleshooting that we need to do. We may want to upgrade our connection together or something. We may need to move our connection. There’s all sorts of maintenance issues, capacity issues, things that come up. It’s not like: we interconnect once and then we never talk again. It’s a continuous relationship that we have.“[2:134]

Man könnte sagen: Das Routing-System materialisiert ein Sensorium. Diese Verbindung kann immer neue Zustände annehmen und die Netzwerker*innen unmittelbar zum Eingreifen bewegen. Es ist nicht übertrieben zu sagen, dass an das Routing-System angelegte Monitoring-Tools die Netzwerker*innen die Konnektivität spüren lassen. In der Schaltzentrale gibt ihnen eine „Real-Time-Alarming-Wand“ [6:78] unaufhörlich Impulse, fordert fortlaufend ihre Aufmerk-

samkeit ein.

„Denken Sie einfach an Houston, Mission Control. Das ist so ähnlich, also, nicht ganz so groß, aber vom System her so ähnlich. (...) **Dann sitzen die Leute da, 24 Stunden in Schichten und überwachen unser Netz.** Dann poppen da Alarme auf, die werden von den Gerätschaften gesendet und auch direkt kategorisiert, ob es ein roter, ein oranger oder einfach nur informational ist.“ [6:80]

Jede/r Netzwerker*in setzt derartige Monitoring-Tools ein, auch mobil. Die Alarme so fein einzustellen, dass alle wichtigen Warnsignale durchkommen, ohne eine Flut von Benachrichtigungen zu erzeugen, bezeichnet ein Befragter als „achilles heel in networks“ [21:345]. Service Level Agreements fordern außerdem häufig eine 24/7-Verfügbarkeit des Network Operation Center (NOC) des Zusammenschaltungspartners ein.

Auch wenn sich jede/r Netzwerker*in in erster Linie um die Internet-Konnektivität des eigenen Netzes sorgt, muss er/sie Konnektivitäts-Störungen jenseits der eigenen Netzgrenzen beachten und darauf reagieren, weil sie die eigene Konnektivität auch mittelbar betreffen könnten. Bezieht ein Netzbetreiber beispielsweise von nur einem anderen Netzbetreiber Transit¹⁸⁹, dann ist seines als Netz in zweiter Reihe von Störungen oder Konflikten in den Peering-Verhältnissen des Transit-Gebers betroffen – schlimmstenfalls kann er Teile des

189. Netzwerke, die nur durch einen Transit-Anbieter mit dem Internet verbunden sind, heißen im Fach-Jargon auch „Leaf AS“, weil sie wie Blätter an den Enden eines Baumes hängen.

Internets nicht mehr erreichen. Deshalb hat jede/r Netzwerker*in, der/die Internet-Konnektivität selbst organisieren muss, das Internet als Ganzes im Blick.

Cetina und Bruegger haben für ein ähnliches Phänomen den Begriff „global microstructure“ geprägt. In ihrer Analyse globaler Finanzmärkte konnten sie eine eigenständige Interaktionsordnung zwischen Finanzmarkthändlern weltweit aufzeigen, die sie bezeichnen als „global in scope but microsocial in character“ (Knorr-Cetina und Bruegger 2002: 905). Gerade die weitestgehende Abwesenheit von Regulierung wie transnationalen Abkommen et cetera zählt Knorr zu den Voraussetzungen dafür, dass in einem Feld Global Microstructures entstehen können – zwei Merkmale, die auch auf die Konnektivitätsökonomie zutreffen. Zu den Mustern, die solch globale Interaktionsordnungen kennzeichnen, gehört eine wechselseitige Verzahnung der Zeitdimensionen zwischen den Akteuren sowie der Umstand, dass sich die Akteure selbst durch ihre Rolle als Beobachter eines gemeinsamen Objektes konstituieren (Ibid.: 944). Diese Muster bestätigen nach Cetina und Bruegger, dass die Händler geteilte („shared“), synthetische Situationen erfahren und intersubjektiv agieren – auch wenn sie sich an über den Globus verteilten Orten befinden.

Technologie spielt im Konzept der global microstructures eine zentrale Rolle.¹⁹⁰ Sie wirkt als „skopisches Medium“ (Knorr Cetina 2014: 42; Knorr Cetina 2015).

190. Cetina konzentriert sich besonders auf das Medium des Bildschirms. Die Beschreibungen lassen sich nach Ansicht der Autorin aber auf andere sensorische Interfaces übertragen.

Der Begriff bezeichnet einen Mechanismus, der Beobachtung und Projektion sensorisch miteinander verbindet. Das Routing-System des Internets lässt sich als ein solches skopisches Medium verstehen. Das Netzwerk selbst fungiert für Netzwerker*innen sowohl als ein gemeinsames Objekt¹⁹¹ der Beobachtung als auch als Kommunikationskanal, der die Aktivitäten Einzelner reflektiert. Es ist „always on“ und stellt sowohl ein Sensorium dar als auch das Objekt, auf das Netzwerker*innen hinarbeiten und auf das sie einwirken. Es integriert die Aufmerksamkeit der Netzwerker*innen zu einem „Aufmerksamkeitsregime“ (Knorr Cetina 2015: 112) und verbindet ihre verteilten Interaktionen über den Globus hinweg zu einer globalen sozialen Mikrostruktur. Netzwerker*innen sind darin allzeit anwesend und antwortbereit. Diese intensive Vernetzung gehört zu den Grundlagen eines Gemeinschaftsgefühls unter Netzwerker*innen. Sie ermöglicht global verteilte Interaktion.

5.2.2 Globale Ad-hoc-Koordination per Internet Relay Chat

Das Routing-System ist nicht das einzige Medium der Vernetzung. Besonders solche Netzwerker*innen, die einander persönlich kennengelernt haben, schließen sich im ganzen Spektrum bekannter sozialer Online-Netzwerke auch

191. Auch wenns kein Netzwerker genau dasselbe Bild sieht, so sehen doch alle das Routing-System als übergeordnetes Ganzes.

virtuell zu Freundesgruppen und damit Teil-Öffentlichkeiten zusammen.¹⁹² Relevant im Hinblick auf die Frage nach einer globalen Dimension der Netzwerker-Community erscheint eine bestimmte Form von Medien, nämlich solche, die technisch inklusiv oder offen sind. Damit sind Medien gemeint, bei denen die Teilnahme und Einsicht in Kommunikationsinhalte nicht an persönliche Bekanntschaft gebunden ist. Zu den vergleichsweise offenen Medien gehören diverse Mailing-Listen wie die der lokalen Network Operator Groups (NOGs), regionaler Verwaltungsorgane der Internet-Administration (die Regional Internet Registries), der Internet Exchanges oder der Organisatoren von Peering-Foren. Die Voraussetzungen für eine Mitgliedschaft auf diesen Listen sind meist gering – entweder kann sie jeder Interessierte abonnieren oder wenigstens jeder Netzbetreiber. Mailinglisten gehören unter Netzwerker*innen zu den geläufigen Kommunikationskanälen, aber sie zu bedienen ist im Vergleich mit den sozialen Medien vergleichsweise schwergängig.

Deshalb – und trotz anderer Social-Media-Dienste – ist bis heute ein anderer Kommunikationskanal von besonderer Bedeutung. Es handelt sich um den sogenannten Internet Relay Chat (IRC). Das ist ein rein textbasiertes System für Instant Messaging. IRC erlaubt in sogenannten Channels Gesprächsrunden mit beliebig vielen Teilnehmern. Channels haben Namen und können von deren Administrationen auf „offen“ gestellt sein, sodass sich jeder einloggen und teil-

192. Zu Dynamiken in virtuellen Online-Netzwerke siehe zum Beispiel Danah Boyd zu Networked Publics im Sammelband „A Networked Self: Identity, Community, and Culture on Social Network Sites“ (Papacharissi 2011).

nehmen kann. Channels können auch durch Passwörter geschützt werden. Auch private Einzel-Konversationen sind via IRC möglich.

IRC ist traditionell das Kommunikationsmedium der Netzwerker*innen. Es wurde bereits 1988 entwickelt.¹⁹³ Netzwerker kommen seit Jahrzehnten in wenigen IRC-Channels virtuell zusammen. Aus Dokumenten, die ich einsehen konnte (siehe Kapitel 3.4.1), geht hervor, dass die Anzahl der zeitgleich im wohl meist frequentierten Netzwerker-Kanal eingeloggten Personen von wenigen Dutzend in 2007 auf mehrere Hundert Teilnehmer in 2014 angestiegen war. Netzwerker*innen aus allen Zeitzonen melden sich morgens im IRC an und übergeben die Wache über das Internet abends an Netzwerker*innen aus folgenden Zeitzonen.

Netzwerker*innen identifizieren sich im IRC typischerweise mit Vornamen und der Nummer des Autonomen Systems, für das sie arbeiten (also beispielsweise „John_AS12345“). Bei vielen läuft das IRC-Programm auf ihrem Computer im Hintergrund. Sie lassen sich automatisch alarmieren, wenn ihr Bildschirmname, ihre AS-Nummer oder bestimmte Stichworte fallen. Der IRC ist ambierter Teil ihrer Umgebung.

Was IRC so besonders macht, ist allerdings nicht nur der historische, kulturelle „Nerd“-Faktor, sondern die Tatsache, dass die Kanäle der Netzwerker*innen technisch betrachtet offen – und damit theoretisch auch öffentlich – sind. Das heißt, jede und jeder, die den Namen des Kanals kennt, kann sich dort

193. Entwickelt hat den Internet Relay Chat 1988 Jarkko Oikarinen von der Universität Oulu in Finnland.

einloggen. Von den Kanälen zu wissen, ist die größte Zugangshürde – eine Art sozialer Schutz. Unter Netzwerker*innen gilt der informelle Kodex, nach dem die Namen der Kanäle nicht öffentlich dokumentiert werden, sondern nur über Mund-zu-Mund-Propaganda weiterzugeben sind. Um nach dem Einloggen nicht von einem Administrator rausgeworfen zu werden, muss man nur eine Voraussetzung erfüllen: Man muss plausibel machen, dass man Netzwerker*in ist. Dafür dient die niedrigschwellige Identifikation mit AS-Nummer und Vorname. Was die Chat-Kanäle in den Augen der Netzwerker*innen auszeichnet, ist, dass sie ihnen erlauben, schnell und direkt miteinander zu kommunizieren. Kein formaler Prozess steht im Weg. Netzwerker*innen lehnen Unternehmensgrenzen oder Bürokratie generell ab, wenn sie sich darin behindert fühlen, drängende Probleme zu beheben. Die Benutzer des IRC begrüßen, dass ihre Kolleg*innen sofort virtuell anwesend sind. Sie benutzen ihn als diagnostisches Werkzeug. Sie wenden sich an die Kolleg*innen, um Leute mit ähnlichen Nischen-Problemen zu finden (zum Beispiel Probleme mit bestimmten Hardware-Konfigurationen). Und sie verteilen zeitkritische Informationen, die mutmaßlich für viele andere von Interesse sein könnten. Das können zum Beispiel Hinweise sein auf Probleme bei großen Internet Exchanges. Häufig nutzen Netzwerker*innen den IRC auch, um Vertreter*innen eines bestimmten anderen Netzwerkes zu finden. Sind diese erreicht, überführen die Beteiligten das Gespräch in einen privaten Modus.

Indem Netzwerker*innen per IRC zusammenkommen, legen sie den Grundstein für eine Community-Kapazität zur globalen Ad-hoc-Koordination. Zum

Tragen kommt diese vor allem dann, wenn etwas schiefgeht. Denn – wie ein Netzwerker kommentiert: “There is a lot of useless chatter in these rooms – until something happens” [15:34].

Wie Feuerwehrleute des Internets koordinieren Netzwerker*innen im IRC Nothilfe. Das sei an drei kurzen Beispielen verdeutlicht. Das erste Beispiel betrifft die Attentate auf US-amerikanische Ziele am 11. September 2001:

“The day it matters is a day like 9/11. A day like that where something goes wrong. Where you loose a Gigabit of capacity in one day and you say: ‘I have lost half of my capacity to the States. I need help.’ And someone answers: ‘You’re lucky. I have half free. Do you want it for a few days?’ (...)
People were giving each other products you would have charged for.
People were giving away capacity to make sure it worked.“ [23:219]

Per IRC hebeln Netzwerker*innen situativ gängige Bewertungen aus und kooperieren mit anderen, die unter anderen Umständen vielleicht ihre Wettbewerber wären.

In einem anderen Fall hatte im Jahr 2012 ein Hurrikan Konnektivitäts-Unterbrechungen in der Karibik und im nord-östlichen Teil der Vereinigten Staaten von Amerika verursacht. Durch „ATLAS“, ein verteiltes Monitoring-System des RIPE NCC, erfuhren Netzwerker*innen, wo es zu Stromausfällen gekommen war. Im Chat kamen einige von ihnen zusammen und organisierten Generatoren und Diesel, um kritische Einrichtungen wie Rechenzentren und Internet Exchanges wieder mit Strom zu versorgen.

Im dritten Beispiel war es ausgerechnet das RIPE NCC selbst – also ein eigentlich als besonders vertrauenswürdig geltendes Autonomes System –, das im Jahr 2010 durch einen technischen Test der Forschungsabteilung schwerwiegende Irritationen im Routing-System auslöste. Ein Netzwerker schildert den Vorfall folgendermaßen:

“RIPE NCC sent out a specific BGP update message to their peers and upstreams to test whether BGP sessions could carry a certain large payload. Usually those messages are quite small in size. **They wanted to test: can we carry cryptographic signatures in the payload?** And those, obviously, usually are larger. So they sent an update that was technically valid and should not have created problems. But it did create massive problems. **And because of the particular software defect that was triggered it would ripple out over the entire internet** and continue to be destructive. It was a very unique case. **And it was on that chat that within minutes people started, within seconds even, they started talking about ‘Where is this coming from?’, ‘Who is sending this update?’, ‘What is causing this?’** **And the matter was resolved quite fast**, once people realised that it was the RIPE NCC update. And then they called RIPE NCC and they said: ‘You should turn this off immediately.’ **I feel that the chat room was very useful in scenarios like that.**” [15:38]

Diese Beispiele zeigen, worin die Handlungskapazität einer durch IRC gestützten, globalen, offenen Interaktionsordnung liegt: Sie erlaubt es, mit

neuen, unvorhersehbaren Situationen abgestimmt umzugehen. Bei allen Arten von Irregularitäten (für weitere Beispiele siehe S. 77 ff.) tragen Netzwerker*innen im IRC ohne Verzögerung Informationen zusammen¹⁹⁴, geben Einschätzungen ab und crowdsourcen mögliche Lösungen. Die Bedeutung der Offenheit der IRC-Kanäle lässt sich dabei kaum überbetonen. Sie signalisiert, dass sich jeder Netzwerker an den Gesprächen dort beteiligen kann – und im Ernstfall soll. Das ist auch deshalb so wichtig, weil Störungen immer und überall auftreten können. Im lokalen Wissen eines Einzelnen kann der Schlüssel zur Interpretation und Lösung von Störungen mit globaler Auswirkung liegen. Der soziale Schutzmechanismus, dass Netzwerker*innen von den IRC-Kanälen nur per Mund-zu-Mund-Propaganda erfahren, produziert auch Ausschlüsse. Denn ohne wenigstens ein einziges Mal mit einem/r anderen Netzwerker*in so in Kontakt gewesen zu sein, dass diese/r von der Existenz der Kanäle erzählt, bleibt die Einführung aus. Unter denjenigen ersten Befragten, die am Anfang per „Kaltakquise“ über PeeringDB für diese Studie gewonnen werden konnten, kannten einige die IRC-Kanäle für Netzwerker*innen nicht. Dennoch bleibt die Schwelle niedriger als bei sozialen Netzwerken, bei denen man ganze Freundeskreise aufbauen muss, um Neuigkeiten zu erfahren.

194. Zur Erinnerung: Jedes Netzwerk hat nur einen eigenen, eingeschränkten Blick auf das Routing-System (siehe S. 102 f.).

5.3 Die Community fungiert als Arena, in der Qualitätskonventionen verhandelt werden

Die Gemeinschaft der Netzwerker*innen spielt eine wichtige Rolle in der Konnektivitätsökonomie des Internets insgesamt. Die architektonisch bedingte Unsicherheit macht Qualitätskonventionen zum zentralen Konfliktfeld der Konnektivitätsökonomie. Qualifizierungen und Objektdefinitionen sind prinzipiell umstritten, weil sie Bewertungskriterien, -maßstäbe und Koordinationsstile manifestieren, die Netzbetreibern unterschiedlich zugutekommen und ihnen unterschiedlich rational erscheinen. Was Netzbetreiber miteinander handeln oder in die Koproduktion von Internet-Konnektivität einbringen, ist deshalb ein Politikum und immer wieder Gegenstand von Aushandlungsprozessen. Von besonderer Bedeutung sind Qualitätskonventionen in der Konnektivitätsökonomie bei Zusammenschaltungen jenseits von Transit, die keinen Austausch von Geld beinhalten – oder in denen Netzbetreiber miteinander um die Frage ringen, ob die Zusammenschaltung eine Bezahl- oder Koproduktionsbeziehung darstellen soll (siehe S. 173 ff.). Die besondere Bedeutung leitet sich daraus ab, dass die Beteiligten bei einer Koproduktion ähnlich wie bei einem Tausch ohne externe Maßstäbe eine innere Balance bezüglich der eingebrachten Ressourcen erreichen müssen. Die Qualitätskonventionen vermitteln in diesen Situationen die Äquivalenzbildung.

Sollen Qualitätskonventionen aber als interpretative Rahmen dienen können, will man sich auf sie berufen können, so müssen sie verallgemeinerungsfähig sein. Sie müssen einen über-individuellen Charakter entfalten können. Das

Beispiel des Spiele-Netzwerkers (der Konnektivität kaufen wollte, aber nicht konnte, S. 227 ff.) zeigt, dass Zusammenschaltungen misslingen können, wenn es Netzbetreibern nicht einmal gelingt, einander die Unterschiedlichkeit der angewandten Qualitätskonventionen zu vermitteln. Der Frage der Vermittlung gehen insofern Fragen danach voraus, ob Netzwerker*innen unterschiedliche Qualitätskonventionen wechselseitig akzeptieren, und wie es ihnen gelingt, zwischen diesen zu übersetzen und Äquivalenzen zu bilden.

Die Netzwerker-Gemeinschaft stellt die berufsöffentliche Arena dar, in der Qualitätskonventionen verallgemeinert und zur Ressource der Gemeinschaft werden. Hier stellen Netzwerker*innen Qualitätskonventionen mit all ihren Dimensionen vor, verhandeln und legitimieren oder de-legitimieren sie. Das gilt für die normative Dimension ebenso wie für die praktische Dimension der Koordinationslogik. Weil die Gültigkeit von Qualitätskonventionen steigt, je selbstverständlicher sie den Akteuren einer Ökonomie erscheinen, müssen sie eingeübt und verbreitet werden. Nur so lassen sie sich als interpretative Rahmen aufrufen, die einen Regel-Charakter entfalten. Sie werden selbstverständlich und müssen nicht immer neu diskutiert werden. Eine wichtige Rolle der Netzwerker-Gemeinschaft besteht deshalb darin, dass sie einen teilöffentlichen Diskurs beheimatet über Wertargumente, Bewertungsskalen, informelle Regeln („Dos und Don‘ts“) und Koordinationsstile sowie Gemeinwohlbezüge.

Die Kontroverse um Qualitätskonventionen lässt sich schon an kleinen Form-Investitionen wie den Visitenkarten ablesen, die Netzwerker*innen einander bei Konferenzen überreichen. Darauf finden sich ganz unterschiedliche Job-Titel.

Diese Titel sind nicht nur deshalb vielfältig, weil sie oft selbst gewählt sind. Die Vielfalt trägt vielmehr der Tatsache Rechnung, dass sich in den Titeln Vorstellungen vom Produkt beziehungsweise dem Gegenstand der Zusammenschaltung spiegeln. „Director of IP-Product and Development“ deutet beispielsweise auf die Konvention der Spezialdienste hin, „Senior Network Engineer“ oder „Network Architect“ auf die Konvention der Übertragung oder der Kapazität, „Peering Manager“ zielt auf die Katalysator- oder Inhalte-Konvention ab, und „Senior Engineer Edge Team“ oder auch „Teamleiter Network Operation Center“ hat vermutlich mit Internet-Erfahrung zu tun. Die Job-Titel signalisieren unterschiedliche Aufhängungen der Netzwerker-Tätigkeit in Unternehmen und drücken damit unterschiedliche Qualitätskonventionen aus. Der Austausch über Qualitätskonventionen geschieht bei allen Arten von Zusammenkünften zwischen Netzwerker*innen. Das können direkte Zusammenschaltungsverhandlungen sein, Veranstaltungen der Network Operator Groups, der Regional Internet Registries, der Vereinigung „Internet Society“ (ISOC), der Internet Exchanges, aber auch über alle Medien, die Netzwerker*innen verwenden – von einschlägigen Mailing-Listen, über Soziale Online-Netzwerke bis hin zu den erwähnten IRC-Kanälen. Weil die normative Dimension von Qualitätskonventionen oft erst im Konfliktfall zum Vorschein kommt und weil die Konventionen praktisch mit Koordinationsmerkmalen verbunden sind, muss es in diesen Gesprächen nicht immer explizit um Fragen der Bewertung gehen. Sie können sich im allgemeinen Erfahrungsaustausch mit operativen Themen verweben.

„Networking and especially internetworking and interconnection and peering – it’s not something that you can go to school and learn. (...) there are no classes on how to be a peering coordinator. There’s no classes on evaluating business relationships for peering. It’s all stuff that is being taught from person to person and kind of handed down from senior people to junior people.“ [2:49]

Betrachtet man die Community als Arena, in der Netzwerker*innen Qualitätskonventionen verhandeln, so wird eines deutlich: Alle Netzbetreiber, die Internet-Konnektivität aktiv managen und sich für Zusammenschaltungen jenseits von Transit interessieren, müssen sich in gewisser Weise der Community zuwenden – und zwar unabhängig davon, ob sie Qualitätskonventionen wie die Katalysator-Konvention vertreten, bei der informelle Koordination und der Community-Gedanke ohnehin Teil der Produktionslogik sind. – Wer andere von neuen Qualitätskonventionen überzeugen will, muss sich an dem Diskurs über Qualitätskonventionen und an der Herstellung sie bestätigender Artefakte ebenso beteiligen wie diejenigen, die bestehende Qualitätskonventionen in Frage stellen oder sie festigen wollen. Selbst wer Qualitätskonventionen nicht ändern, sondern sie nur anwenden will, muss sich der Gemeinschaft zuwenden, um diese zu lernen.

„The idea of these events is to bring participants of the IXPs together so they can understand each other's businesses better.“ [3:37]

„We have conferences like the Global Peering Forum, like NANOG, like RIPE, like the equivalent peering forums in Asia and things like that where we all get together and we all talk to each other and, and that is sort of a prerequisite for doing good peering on the internet.“ [34:64]

Deshalb nehmen auch Vertreter der sogenannten Tier-1-Netze an Peering-Foren teil, obwohl sie gar keine Peerings einrichten wollen: um Peering-Anfragen mit Verweis auf die Konvention des Internet-Zugangs oder der Übertragung abzulehnen und diese Konventionen dadurch zu stärken. Deshalb beteiligen sich Vertreter der Content Delivery Networks und der sogenannten Hyper Giants mit Vorträgen an den Programmen der RIR-Meetings und Peering-Foren: um den Wert ihrer Inhalte zu betonen, um die Vorteile offener Peering-Policies zu verbreiten und um das Caching-Prinzip im Zusammenschaltungsdiskurs zu normalisieren. Deshalb investieren Internet Exchanges weltweit in gesellige Zusammenkünfte: um Peerings zu mehren, indem sie einen neutralen und sogar unterhaltsamen Boden zur Äquivalenzbildung zwischen Qualitätskonventionen bieten. En passant versuchen die Internet Exchanges dabei als Intermediäre, die Reichweite des Katalysator-Verständnisses von Peering als Best Practice in der Community zu steigern.

Damit dient das Socialising in der Community auch der geschäftlichen Übersicht. Es macht Netzwerker*innen nicht nur mit Qualitätskonventionen vertraut, sondern stellt den Mechanismus dar, um Informationen über die Konnektivitätsökonomie insgesamt sowie über andere Netze im Speziellen zu erlangen. Wie an anderer Stelle bereits erwähnt, ist es für Netzwerker*innen

noch immer voraussetzungsreich zu ermitteln, an welchen Orten sie sich mit welchen Netzen zusammenschalten könnten. Diese Art von Wissen ist an Personen gebunden.

„That’s the knowledge that makes us high-paid employees in our companies.“ (laughs) [28:162]

Um diese Art von Übersicht zu erhalten, müssen sich Netzwerker*innen in den informellen Austausch mit anderen begeben.

Auch an Personaltableaus großer, inhaltelastiger Netzbetreiber lässt sich ablesen, wie hoch die Kenntnis von Qualitätskonventionen in der Branche auch unternehmensseitig bewertet wird. In Spitzenpositionen für Zusammenschaltung bei Content Delivery Networks (CDNs) oder Video-Netzen finden sich auffallend häufig solche Netzwerker-Persönlichkeiten, die vorher bei großen Internetzugangsanbietern in leitenden Positionen gearbeitet haben. Dazu muss man wissen, dass Internetzugangsanbieter für Inhalte lastige Netzbetreiber wie CDNs oft die schwierigsten Verhandlungspartner darstellen, wenn die CDNs kostenneutrales Peering erbitten. Daher sind den inhaltelastigen Netzbetreibern solche Netzwerker-Persönlichkeiten viel wert, die die unternehmensinterne Sicht der Internetzugangsanbieter kennen und zwischen den Qualitätskonventionen übersetzen können. In den oft harten Zusammenschaltungsverhandlungen können sie die andere Perspektive integrieren. Sie kennen die Interna beider Seiten und unsichtbare Grenzen.

Die Community ist also die Arena, in der Netzwerker*innen versuchen, produktbezogene Qualitätskonventionen mitsamt ihrer praktischen Koordinationsstile und der normativen Horizonte durchzusetzen und durch Form-Investitionen zu stabilisieren. Das erklärt, warum sich Netzbetreiber mit variierender Intensität und an unterschiedlichen Stellen dessen engagieren, was manche das „Interconnection ecosystem“ (Norton 2012) nennen: Sie leisten unterschiedlich stark Verallgemeinerungs- und Rechtfertigungsarbeit für die von ihnen vertretenen Konventionen, und sie arbeiten an Artefakten, die diese Konventionen stabilisieren. Wer mit dem Modus Operandi hingegen einverstanden ist, muss sich nicht einbringen.

Abweichend von dem harmonischen Community-Bild, das entsteht, wenn man an den friedlichen Erfahrungsaustausch, gesellige Abendveranstaltungen und die weiter oben beschriebene, globale Ad-hoc-Koordination via IRC denkt, ist die Community als Arena zur Verhandlung von Qualitätskonventionen also auch ein Ort der Auseinandersetzungen. Das belegt sowohl die existierende Pluralität von Qualitätskonventionen als auch unrühmliche Zusammenschaltungskonflikte, die als „Peering Wars“ in die Internet-Geschichte eingegangen sind. Einige Befragte berichten, wie manche Netzwerker*innen in der Vergangenheit Zusammenschaltungskonflikte auf den Rücken von Internet-Nutzer*innen ausgetragen hätten, indem sie Konnektivitätsstörungen durch Überlastung von Zusammenschaltungspunkten in Kauf genommen oder sie sogar aktiv durch

Traffic Management herbeigeführt hätten.^{195, 196} Mit anderen Worten: Bewertungsfragen sind kontrovers.

„So, the community (...) **we have been fighting a lot of things over the years**, you know. So the community is (...) like any other community it's a bunch of individuals and they do not all agree. (...) **So, some people think that the big guys should not peer with the little guys, they should get paid. Some people think everybody should peer with everybody. Some people think there is something in between. So the idea that the community as a whole could act in unison is very far-fetched**, not impossible, there are, you know (...) when there is an existential threat, when there is a security bug or something like that then they will frequently act nearly in unison (...) but (...) in general, no. We do not act in unison, we

195. „Of course, they want a piece of the pie. Right? So, then they start saying, ‚But okay, if you don't, you big content provider, **if you don't pay us for the interconnectivity, then we will traffic, we will reroute the traffic from your content to our most congested links, unless you pay.**‘ They, they don't dare to say: ‚We will travel down your traffic or we will put it in the second on the slow lane‘. Because that would mean breaking net neutrality, but they can do the traffic engineering and put it in the congested links, right? (I: Okay). So they say: ‚You pay us or else‘ – and yeah.“ [25:119]

196. „So there were ways for us already at that time having some major newspapers in our network to **make sure that those other guys had a really lousy path to them**, which was totally overloaded. And it was totally a stupid thing to do, but well we did. Having done it, so we wouldn't do it again, but yeah, so I can think of a similar situation, yes. (I: Okay). And recently (I: Yes), I don't know, I mean by the very nature of these things those involved don't really want it to be known, do they?“ [27:176]

act as a very rough consensus.“ [34:73]

Bemerkenswert am obigen Zitat ist zweierlei: Erstens beschränkt dieser Netzwerker die Einigkeit und Handlungsunion der Community auf ein sehr schmales Band, nämlich darauf, reaktiv Schaden vom Internet abzuwenden. Das passt zusammen mit den obigen Beobachtungen zur Ad-hoc-Koordination. Zweitens beschreibt er, dass Netzwerker unterschiedliche Bewertungen für rational halten. Das zeigt das kleine Wort „should“ an. Der Befragte spricht nicht nur von unterschiedlichen Bewertungspraktiken, sondern er insinuiert, dass deren Vertreter diese Praktiken jeweils für allgemein richtig und gerecht halten. Bestimmte Bewertungsordnungen gelten nicht einfach, sondern sie sollen gelten. Weil man sich darüber nicht einig ist, kommt es zu Konflikten. Ein anderer Befragter erinnert sich an eine Eskalation bei einem NANOG¹⁹⁷-Treffen, als Vertreter einer neuen Internet-Exchange-Vereinigung – in den Augen des Befragten zu aggressiv – für das Katalysator-Modell eintraten:

„When you attack the people who want to understand, when you attack the people in public at the microphone, then **what you’re really saying is that: ,We own this, we control it, do not dissent, do not try and redirect!**‘ It is not really an all-inclusive environment.“ [45:191]

Solche Situationen zeigen, dass es bei diesen Diskussionen um mehr als (eventuell auch) persönliche Fehden geht. Es geht um Dominanz. Und Dominanz

197. NANOG steht für North American Network Operators Group.

heißt, Deutungshoheit über die Legitimität von Qualitätsvorstellungen zu erreichen. Netzbetreiber wollen ihre Qualitätskonventionen durchsetzen. Damit eröffnet eine konventionentheoretische Sicht auf die Konnektivitätsökonomie einen neuen Blick auf den Topos der Macht. Macht ist zu verstehen als Fähigkeit, Qualitätskonventionen durchzusetzen. Die Community ist der Ort, an dem sich diese Macht formiert.

5.4 Aus der Community in die Öffentlichkeit

Der Druck auf Netzbetreiber, in der Community mit einer vorgeschlagenen Qualitätskonvention nicht „out of favour“ zu fallen, ist beträchtlich. Denn wie ein Damoklesschwert schwebt eine Drohung über allen: Diese Drohung heißt Öffentlichkeit. Jeder Netzbetreiber kann die Öffentlichkeit aktivieren, wenn eine Qualitätskonvention nicht legitim erscheint. Je öffentlicher umstrittene Qualitätskonventionen werden, desto mehr Rechtfertigungsdruck übt das auf deren Vertreter aus.

Potenziell besonders viel Druck können die Anbieter von Connectivity Services wie Online-Video-Diensten, Online-Spiele-Anbieter oder auch Virtual-Private-Network-Dienste (VPN) ausüben. Anders als Internet Service Provider haben sie mit ihren Web-Diensten eine direkte Verbindung zu den Endnutzer*innen ihrer Dienste, die sie mobilisieren können. Über Feedback-Funktionen in den Apps können ihre User*innen zum Beispiel per Knopfdruck eine Beschwerde

über langsame Geschwindigkeit senden. Das hilft diesen Netzbetreibern zu verstehen, wie zufrieden die Nutzenden sind sowie wann und wo es zu Verzögerungen kommt. Diese Informationen erlauben den Anhängern der Erfahrungskonvention, andere Netzbetreiber und die Community auf Probleme aufmerksam zu machen und auf Verbesserungen hinzuwirken.

„We get a lot of analytic information that comes from those clients. (...) **we intend to build tools and things that will show ISPs** and what have you, **how their networks are performing**. Whether they choose to look at it or not is up to them. **But it is also likely that we share that information with our players.**“ [14:104-108]

Mittels nutzergenerierter Statistiken versuchen Netzbetreiber also, in Zusammenschaltungskonflikten Druck hinter die von ihnen vertretene Qualitätskonvention der Internet-Erfahrung zu bringen. Indem sie die Messungen bekannt machen, rücken sie die ansonsten so wenig bekannten und verstandenen Zusammenschaltungsarrangements ins Licht der Öffentlichkeit. Die Idee dahinter ist, dass so alle sehen, woher etwaige Beeinträchtigungen der Internet-Erfahrung rühren. Die Qualitätskonvention wird damit zu einer Angelegenheit von allgemeinem Interesse. Mit Öffentlichkeit zu drohen – wie der Netzwerker im obigen Zitat –, erhöht also den Rechtfertigungsdruck der anderen Seite, auf die Qualitätskonvention der Internet-Erfahrung einzuschwenken.

Eskalieren Konflikte um die Angemessenheit von Qualitätskonventionen und werden über die Community hinaus sichtbar, dann kann das dazu führen, dass

sich ein anderer Garant des Gemeinwohls einschaltet, nämlich der Staat in Gestalt des Regulierers, der die Qualitätskonvention als Teil der Wirtschaftspolitik überprüfen und gegebenenfalls eingreifen soll. Mit diesem Wissen wird Öffentlichkeit auch strategisch eingesetzt:

„I think that **the aim is, when ISPs or content providers go public about peering wars is to raise, is to get the attention of another kind of people: people working at the policy level.** (...) So, people like the FCC, people like the **European Commission**, people like this. Or even their own national **regulator** here in Europe.“ [20:112]

Und die Regulierer hören zu: Nach dem Bekanntwerden jahrelanger Dysfunktionalität von Zusammenschaltungsarrangements in Frankreich hat zum Beispiel der französische Regulierer ARCEP die Netzbetreiber zur Offenlegung von Informationen über ihre Zusammenschaltungsarrangements verpflichtet. Ein weiteres Beispiel ist das Thema Netzneutralität. Längst ist es über die Fachöffentlichkeit der Netzwerker*innen hinaus zu einer Angelegenheit öffentlichen Interesses geworden. Zur Debatte steht dabei auch, wie weit Internetzugangsanbieter das Prinzip zweiseitiger Märkte ausreizen dürfen. Das heißt, es geht auch um die Legitimität der produktbezogenen Konvention des Zugangs zu Endkunden. Die (inzwischen auf Bundesebene wieder aufgehobenen) US-amerikanischen Netzneutralitätsregeln von 2015 sahen schließlich vor, dass Regulierer bei Zusammenschaltungskonflikten auf Anfrage würden eingreifen können (Wheeler et al. 2015: 86, Absatz 193).

Ein drittes Beispiel sind die Enthüllungen des Whistleblowers Edward Snowden über die Ausleitung von Internet-Verkehr an großen Internet Exchanges. Auch sie haben eine Qualitätskonvention öffentlich unter Druck gebracht, nämlich die des Katalysators. Die Katalysator-Konvention ermöglicht unpersönliche – und damit weniger kontrollierte – Zusammenschaltungen über die Route Server der Internet Exchanges. Volle Kontrolle über den gesamten Herstellungsprozess von Konnektivität zu haben, gar ein sogenanntes Schengen-Routing einzuführen, war aber eine der politischen Forderungen, die zeitweise als Antwort auf die Enthüllungen laut wurden.¹⁹⁸ – Was in all diesen Konflikten passiert, ist, dass die Qualitätskonventionen selbst unter Druck geraten. Kritiker beanspruchen, dass die Auseinandersetzung unter dem Dach einer anderen Rechtfertigungsordnung geführt zu werden habe – in den hier genannten Beispielen ist dies die staatliche Rechtfertigungsordnung.¹⁹⁹

Bei aller Konkurrenz und allem Wettbewerb fürchten die meisten Netzwerker*innen die Aufmerksamkeit von Regulierern mehr als dass sie sie

198. Dieses Beispiel zeigt im Übrigen, dass die Einbeziehung der Öffentlichkeit auch umgekehrt funktionieren kann – also nicht nur, um eine Qualitätskonvention anzuzweifeln, sondern auch, um ihr zur Durchsetzung zu verhelfen. Netzbetreiber, die innerhalb der Community keine Akzeptanz für ihre produktbezogene Qualitätskonvention erreichen, wenden sich an die Öffentlichkeit und/oder den Regulierer mit dem Argument, dass ihr Produkt oder spezifische Koordinationsstile zugunsten des Gemeinwohls durchzusetzen sei. Der Einsatz einiger Unternehmen für die Spezialdienste-Konvention ist dafür ein Beispiel. Ein anderes Beispiel ist ein Gerichtsverfahren, das der Schweizer Netzbetreiber Init7 laut eigener Aussage angestrebt hat, um die Anwendung des Ratio-Prinzips durch den Internetzugangsanbieter SwissCom untersagen zu lassen.

199. Vgl. Übersicht der bekannten Qualitätskonventionen auf S. 138 f.

herbeiwünschen. Regulierer haben in der Szene keinen guten Ruf. Nach allgemeinem Vorurteil nähern sie sich der Konnektivitätsökonomie im besten Fall mit guten Absichten, aber mit mangelnder Kompetenz. Im schlechtesten Fall befürchtet man, dass sie auf Netzbetreiber einwirken, um politische Ziele jenseits des Netzbetriebs durchzusetzen.^{200, 201}

Öffentlichkeit und damit potenziell öffentliche Einflussnahme vermeiden Netzbetreiber daher möglichst. Dazu passt, dass sie inzwischen in Zusammenschaltungskonflikten weniger sogenanntes Public Shaming betreiben. Früher war es ein gängiges, informelles Sanktionsmittel, den Ruf eines konkurrierenden Netzbetreibers zu schädigen oder die Zusammenschaltung einfach abzuschalten (Fachbegriff: De-Peering). Heute sieht man darin eher das Risiko, die Öffentlichkeit auf den Plan zu rufen. Mehrere Netzwerker*innen berichten, dass aktives De-peering kaum noch vorkomme.

„De-peering is a very extreme position. Generally, what happens is de

200. DeNardis und Musiani (2016) sehen in politischer Machtausübung via Internet-Infrastruktur einen Trend zu „governance by infrastructure“ (statt „governance of infrastructure“).

201. Es sei angemerkt, dass unklar bleibt, wie regulatorische Kompetenz angesichts der in dieser Arbeit ausgebreiteten Vielschichtigkeit der Konnektivitätsökonomie in Wirklichkeit überhaupt aussehen kann. Auf Nachfrage zeigte sich jedenfalls sogar die Mehrheit aller Befragten besorgt über Tendenzen der Marktkonzentration in der Konnektivitätsökonomie. Viele sind gegenüber einer Art von Aufsicht nicht abgeneigt – aber kein Befragter konnte ausführen, wie sinnvolle Regelungen aussehen könnten, die über „Wettbewerb gewährleisten“ hinausgingen. Es hat insofern den Anschein, dass es nicht nur Regulierern an der Kompetenz mangelt, sinnvoll in der Konnektivitätsökonomie einzugreifen, sondern selbst ausgewiesenen Experten.

facto blocking, which means that if I am an incumbent operator and we have an interconnect, maybe or a peering session, **I am not going to upgrade the sessions.** (...) If I am a carrier, then **it is better for me to not make any statement or decision that looks like an action.** It is better for me to be perceived as ‚in-actioned‘. **Because if I make an action that looks like I am forcing an upgrade or forcing a network to pay, then that is a, potentially an area that particularly socially is kind of negative, and potentially from a regulatory viewpoint.“** [18:132-134]

„**We don't do that anymore.** No one does that. That's too harsh. No one likes the bad press and **the person who initiates the de-peering is always the one who gets the bad rep for doing it.** So what they do instead now is they simply don't upgrade.“ [37:63]

Zusammenschaltungskonflikte werden heute also weitestgehend mit von außen unsichtbaren Mitteln ausgetragen. Um nicht unter öffentlichen Rechtfertigungszwang zu geraten, verstecken sich manche Netzbetreiber sogar hinter passiv-aggressiver Inaktivität. Anstatt selbst einen Konflikt mit einem Zusammenschaltungspartner zu veranlassen, warten sie einfach. Solange das Internet weiter wächst, können sie sich fast sicher sein, dass ihre Zusammenschaltungen ohne Upgrades irgendwann überlasten und der Zusammenschaltungspartner um mehr Kapazität bitten wird. Das löst die gewünschte Neuverhandlung aus. Aktivität zu leugnen ist also eine Strategie, um nicht als Aggressor zu erscheinen und zu vermeiden, dass das eigene Verhalten und die verfolgte Qualitätskonvention

innerhalb der Community und potenziell darüber hinaus einer kritischen Prüfung zugänglich werden.

5.5 Die (neue) Rechtfertigungsordnung der Konnektivität

Mit dem gedämpften Verhältnis der Netzbetreiber zur Öffentlichkeit hadert manche/r Netzwerker*in. Denn obwohl sie das grundlegende Gut der digitalen Gesellschaft herstellen, erfahren Netzwerker*innen dafür kaum gesellschaftliche Anerkennung. Das steht im Widerspruch zur Selbstwahrnehmung vieler. Was sie leisten, welche Verantwortung sie tragen, ja sogar: welche Macht sie haben, bleibt unsichtbar. Der Wunsch, für den eigenen Einsatz Wertschätzung zu erfahren, war in vielen Interviews spürbar.

„Our community [is] kind of insular. Frankly, there is a few hundred of us that really do this. Honestly, it’s kind of sad. The entire planet is run by a few hundred people and they are not even ... most of them are not even high-up executives or anything like that. So it’s nice that people are beginning to pay attention.“ [34:232]

Man mag es für überhöht halten, aber für den Befragten stellt das Internet das Betriebssystem der Welt dar – oder mit etwas Interpretation: die Grundlage der digital-vernetzten Gesellschaft. Eine aus seiner Sicht überschaubare Gruppe von

Netzwerker*innen übernimmt Verantwortung für diese digitale Allmende. Für den Befragten ist dieser enge Kreis die eigentliche Community. Innerhalb der Berufsgemeinschaft sind diese Netzwerker*innen durchaus als Persönlichkeiten mit größtem Renommee anerkannt. Einige finden sich in der „Internet Hall of Fame“²⁰². Aber über diese Szene hinaus sieht anscheinend niemand ihren Einsatz. Sie bleiben öffentlich unsichtbar – ganz wie die Infrastruktur, an der sie arbeiten. Die Gesellschaft misst dem Engagement der Netzwerker*innen bisher nicht die Wertigkeit bei, die sie ihm selbst beimessen.

Mit der Einschätzung, dass das Internet etwas Größeres symbolisiert, steht der befragte Netzwerker innerhalb der Berufsgemeinschaft der Netzwerker*innen nicht allein da. Tatsächlich drückt sie ein Gemeinwohlverständnis aus, das die normative Basis einer eigenständigen Rechtfertigungsordnung darstellt. Es ist die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität selbst. Darin erfahren insbesondere diejenigen Wertschätzung und haben Größe, die im Internet selbst ein höheres Gut sehen, die sich mit ihm identifizieren und die mit Know-how auf dessen Erhalt und Ausbau hinwirken. „The greater good of the internet“ [44:85] zu beschützen, ist für diese Netzwerker*innen ein handlungsleitendes Motiv, nach dem sich kollektiv zu streben lohnt. Es wirkt in ihre Zusammenschaltungspraktiken hinein und korrespondiert mit bestimmten

202. Die virtuelle „Internet Hall of Fame“ unterstreicht den Anspruch, dass die darin gewürdigten Wesentlichen für das Internet – und damit für das Gemeinwohl – geleistet haben. Doch außerhalb der Internet-Industrie dürften nur wenige die darin genannten Persönlichkeiten kennen – ein Umstand, der die Spaltung zwischen Internetökonomie und Internetnutzung deutlich macht.

Koordinationsweisen.

„Darum wollen wir Interkonnektion, **weil es gut ist für die Menschen.**“
[13:166]

„Clearly, if you believe, as I do, that **internet access is a common good.** And I use both the terminology of **good being beneficial but good also being of public nature**, a **utility**, then **interconnect agreements are supportive of those goals.**“ [18:196] „The fact that **we can actually come together and talk between competitors** not about things like the price and not about (unverständlich) secrets but **about keeping the internet on** so that we have got this product to sell, which **is a community effort, is a collaborative effort**, is very important. So, yes, community. Yes, collaboration.“ [12:43]

Der Gedanke, gemeinsam an etwas Größerem für alle mitzuwirken, fasziniert diese Netzwerker, er motiviert sie und er verleiht ihrem Handeln höchste gesellschaftliche Legitimität.

Im Folgenden lege ich dar, warum die bisherigen acht Rechtfertigungsordnungen der EC um eine neunte, eigenständige, allgemeine Koordinationslogik erweitert werden sollten, die ich die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität nenne. Den sechs Axiomen, die Boltanski und Thévenot für allgemeine Rechtfertigungsordnungen aufgestellt haben (vgl. Abschnitt ab S. 129), genügt sie. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität. Sie bedient sich des von Diaz-

Bone für wirtschaftssoziologische Anwendungen entwickelten Schemas zur Systematisierung von Qualitätskonventionen/Rechtfertigungsordnungen.²⁰³

203. Die bisherigen acht allgemeinen Qualitätskonventionen der EC finden sich auf (S. 138 f.).

	Konvention der Konnektivität
Wertigkeit	Vernetzung
Bewertungskriterium	Anteil der erreichbaren Ziele und Interaktionsfähigkeit mit diesen
Format der relevanten Information	Protokollarisch, Informationsverteilungsmechanismus ist Objekt einer „Distributed Cognition“
Qualifikation von Personen	Technisches Know-how, Interpretations- und Gestaltungsfähigkeit des Systems
Beziehungslogik	... der Kooperation und Koproduktion
Produktqualität	Infrastrukturell, Produkt erzeugt Vorteile zweiter Ordnung, Spillover-Effekte
Produktion ist geprägt durch	Angebotscharakter und Möglichkeitsraum der technischen Architektur
Unternehmensformen, in denen Konvention typischerweise einflussreich ist	Erbringer von Netzwerkdiensten, z. B. Internetanbieter, aber auch sogenannte OTTs oder Bereitsteller von Torrent und Distributed-Ledger-Diensten; vermutlich Akteure in Bezahlungssystemen (Inter-Bank-Interconnection) sowie in Sektoren Mobilität, Logistik, Strom
Abteilungen in Unternehmen, i.d. Konvention typischerweise einflussreich ist	Netzwerk
Prüfung erfolgt anhand	Störungsfreiheit, Fluss
Zeithorizont	Unbefristet

Tabelle 11. Die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität. Quelle: Eigene Darstellung.

In der Koordinationslogik der Konnektivität geht es um Vernetzung, die erlaubt, dass sich Menschen ungehindert miteinander verbinden und verteilt oder über Entfernung miteinander (produktiv) interagieren können. In diesem Wert spiegeln sich freiheitliche Vorstellungen von unreguliertem „Zugang zu“ und Selbstbestimmung.²⁰⁴ Die Produktion des Gemeingutes der Konnektivität zielt auf die Herstellung größtmöglicher Erreichbarkeit von Menschen und (vernetzten) Objekten ab, aus der potenziell Netzwerkeffekte erwachsen können. Sie soll so erfolgen, dass der größtmögliche Anteil aller Menschen Zugang hat, verbindungs-fähig ist und die Konnektivität frei ausüben kann. Wertigkeit erhalten Personen in dem Maße, in dem sie sich für diese Ressource einsetzen und an deren Bereitstellung mitwirken.²⁰⁵ Sie qualifizieren sich insbesondere durch ihre auf technischem Know-how beruhende Bedienungs-, Interpretations- und Gestaltungsfähigkeit des Systems. Es gelten solche Informationen als relevant, die mittels der technischen Protokolle vermittelt werden, auf denen die Konnektivität basiert. Der Informationsverteilungsmechanismus ist

204. „We have a techy profile, you know, libertarian, about open internet. We spent years building this thing to be for the good of the people. Not to be a thing of oppression. We want it to be open. Now people have a different agenda. We have to live with the corporate world, but there are often some people who are like-minded in the industry. I wouldn't say hippies from the 1980s wanting to change the world, but not far off.“ [23:141]

205. Siehe u.a. diese Mitarbeiterin einer IXP-Vereinigung: „I get kind of personal satisfaction knowing that if we've helped set up an internet exchange in a particular area that that country or that city is gonna benefit from it. And that's a massive personal gain because the internet is invaluable. So if you can bring that to some- ... There's not a lot of things I can do to help around the world, but if that's something that I can do, why not? So I think there's massive personal gain in my particular role.“ [43:223]

das Objekt einer „distributed cognition“ (Hutchins 1995). Im Internet selbst zieht wie weiter vorne (S. 263 ff.) beschrieben zum Beispiel das Routing-System mit dem Border Gateway Protocol die Aufmerksamkeit auf sich. Beim Filesharing über das Internet dient das BitTorrent-Protokoll mitsamt der Torrent-Portale als Informationsverteilungsmechanismus, und bei Distributed-Ledger-Systemen wie Blockchain ist es die zugrundeliegende Datenbank mitsamt der dezentralen Protokolle.

Beziehungen folgen einer Logik der Koproduktion und Kooperation. Die Beteiligten arbeiten zusammen, um das Gut der Konnektivität insgesamt zu mehren und darauf fußende, andere Aktivitäten zu ermöglichen. Das Produkt – oder besser: das Gut – der Konnektivität trägt infrastrukturelle Merkmale. Es bleibt für die Nutzenden idealerweise unsichtbar, indem es hinter andere Zwecke zurücktritt. Konnektivität dient der Erfüllung anderer Aufgaben (vgl. Star zu Infrastrukturen Star 1999: 377). Sie ist darauf ausgerichtet, positive „Externalitäten“ zu erzeugen – die man auch Netzwerkeffekte, Spill-over-Effekte oder Vorteile zweiter Ordnung nennen kann. Dieses Charakteristikum sorgt für die oben beklagte Diskrepanz: Netzwerker*innen üben eine Tätigkeit von gesellschaftlicher Bedeutung aus, aber das erschaffene Gemeingut wird selten seinen Leistungsträgern zugeordnet.

Wodurch die Produktion geprägt ist, hängt bei der Qualitätskonvention der Konnektivität vom Angebotscharakter der zugrundeliegenden technischen Architektur ab. Die Produktion ist geprägt durch die Affordanzen und den Möglichkeitsraum, den das Design bietet. Nimmt man wie in dieser Arbeit

Design-Prinzipien des Internets, die zur Erinnerung kontingent (Clark 2016a) sind, so ist die Produktion geprägt von operativen und ökonomischen Unsicherheiten, die wesentlich durch informelle Koordination überwunden werden. Andere technische Architekturen rahmen und ermöglichen andere Produktionsweisen von Konnektivität.²⁰⁶ Deshalb steht diese Qualitätskonvention immer in Relation zu den Designprinzipien der zugrundeliegenden Architektur.

Zum Tragen kommt die Konvention der Konnektivität zurzeit besonders in solchen Unternehmen oder Abteilungen, die Netzwerkdienste erbringen. Mit Blick auf das Internet sind das zum Beispiel Netzbetreiber, die Autonome Systeme betreiben, oder solche Unternehmen, die ihrerseits netzwerkbasierte Netzwerk-Dienste bereitstellen – etwa sogenannte Over-the-Top-Anbieter, File-sharing-Dienste oder Distributed-Ledger-Instanzen wie Blockchain. Auch wenn Konnektivität in dieser Arbeit anhand digitaler Vernetzung aufgefächert wird, so ist doch zu vermuten, dass sich diese Konvention in allen Arten von Unternehmen finden lassen können müsste, die sich in Netzwerkwirtschaften betätigen, insbesondere solche mit globalem Anspruch wie Mobilitätsdienste²⁰⁷,

206. Distributed-Ledger-Technologien wie Blockchain versuchen zum Beispiel, Unsicherheiten über in höchstem Maße formalisierte Transaktionen zu eliminieren und basieren auf spieltheoretisch begründeten Anreizprinzipien. Aus so einer Art von Architektur erwachsen für die Nutzenden ganz andere Affordanzen und Produktionsweisen (zu Governance-Implikationen der Blockchain-Architektur vgl. Filippi und Wright 2018).

207. Zu denken ist hier etwa an die Verbünde im Luftverkehr. Seit den 1980er-Jahren kooperieren Fluggesellschaften und schließen Fluggast-Abkommen miteinander (sogenanntes Code Sharing). Diese Verbünde wurden bisher insbesondere im Hinblick auf Fragen untersucht wie Wettbewerb und Monopolbildung (Morrish und Hamilton 2002), Auslastung, Kosten und Gewinn (Iatrou und Alamdari 2005) oder Auswirkungen auf Ticketpreise (Brueckner 2003).

Logistik oder Strom. Was im Mobilfunk das Roaming zwischen Netzbetreibern, das sind Arrangements für Inter-Bank Interconnection im internationalen, bankenübergreifenden Zahlungsverkehr. Die zuständige Abteilung oder die zuständigen Mitarbeitenden in all diesen Unternehmen sind die Netzwerker*innen beziehungsweise die Netzwerkabteilungen.

Der Prüfstein für Konnektivität ist der Fluss. Erreichbarkeit und Übertragung haben störungsfrei zu geschehen. Mit Blick auf das Internet heißt das, die Zusammenschaltungen dürfen nicht überlastet werden, um Verstopfungen zu vermeiden. Konnektivität wird bisher prinzipiell nur als Wachstumsfunktion gedacht. Sie wird nur mehr. Deshalb hat sie einen unbefristeten Zeithorizont.

Im Folgenden Zitat einer erfahrenen Netzwerkerin kommt zum Ausdruck, wie sinnstiftend die Arbeit am Internet – verstanden als bedrohte Freiheitstechnologie – sein kann:

„What is making the internet this great place for communication between people is that it is reliable. And the many connections between many players are making it a very resilient system so that (...) you are able to communicate with whoever you need to or want to communicate with. That’s kind of the glory of the industry. And what we, when we are not looking at our paychecks or companies whatever they’re making of money, we are also looking at: hey, we’re working on this infrastructure that is actually providing a great common good. And when we take out examples like the Arabic [*sic!*] Spring and other incidents around the world where communication has been key in processes in the society that we all thought were

very important at the time they took place. So yes, that would not have happened without the very dense net. Because the operators in the countries were turning off the internet – they thought! But because the connectivity was so dense and because the people and the community is also very dense, we were ... it was actually possible to create connectivity into those closed [zeigt Anführungsstriche, Anm.] areas that could help people communicate about what was happening in there and what was happening in between themselves. So yes: great common good, big word!“ [28:167]

„For the greater good of the internet“ zu handeln, ist mehr als ein Ethos. Freiheitliche Werte begründen zwar das Engagement. Insofern steckt in der Konvention auch Moral. Aber die konventionentheoretische Systematisierung zeigt, dass es bei Moral nicht bleibt. Der normative Horizont stellt vielmehr die Basis für eine ganze Koordinationslogik dar. Er ist im Zusammenhang zu sehen. Das Schema erklärt, wie der Wert der Konnektivität praktisch in Koordination integriert wird, welche Informationsformate zählen und welche Bewertungskriterien gelten. Die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität schlägt eine Art kollektiv zu denken und zu praktizieren vor. Es handelt sich um eine praktische Rationalität.

Das Internet ist zwar das zurzeit prominenteste Produktionsfeld der Ressource der Konnektivität. Aber das Schema ist nicht nur darauf anwendbar. Es zeigt vielmehr, dass die Konvention der Konnektivität so innovationsoffen ist wie das Internet selbst. Andere Netzwerkarchitekturen machen Konnektivität anderer Gestalt möglich. Sie bringen vielleicht andere Sicherheiten und Unsicherheiten

mit sich, die andere soziale Komplementierungen erfordern. Das Internet ist also ein Beispiel, aber nicht der einzige Ausdruck der Rechtfertigungsordnung der Konnektivität.

Exkurs: Imagine

Weniges drückt den kooperativen Geist zugunsten des Internets als Gemeingut so anschaulich aus wie die Gemeinschaftsaktion einiger Netzwerker*innen beim Jahrestreffen 2014 der Europäischen Internet Exchange Vereinigung, also einer Industrievereinigung. Sie dichteten das bekannte Lied „Imagine“ von John Lennon um und präsentierten es coram publico im Chor.²⁰⁸

Der Text lautet:

*„Imagine there's no transit
It's easy if you try
No price decay below us
No more managers that cry
Imagine all the peering coming up today*

*Imagine there's no lawyers
It isn't hard to do*

208. Ein Video der Performance findet sich hier: <http://vimeo.com/89387000>.

*Nothing to shut or depeer for
And no contracts too
Imagine all the peering sharing routes in peace*

*You, you may say
I'm a dreamer, but I'm not the only one
I hope some day you'll join us
And the world will peer as one*

*Imagine there's no shaping
And infinite t-cam
No need to drop the traffic
Or buffer it in ram
Imagine all the peering helping networks grow*

*You, you may say
I'm a dreamer, but I'm not the only one
I hope some day you'll join us
And the world will peer as one“*

An dieser Stelle dieser Forschungsarbeit können die Lesenden den Text des Liedes verstehen. Die Netzwerker*innen besingen ihr Ideal eines Internets. Dieses Internet ist frei von Transit – also dem Markt-Modus. Zusammenschaltungen sollen hergestellt werden, um das Internet enger zu vermaschen, nicht um daran Geld zu verdienen. Es ist ein Selbstzweck. Die Konnektivitätsökonomie ist in diesem Lied frei von Manager*innen, die aus Vertriebsabteilungen heraus mit Gewinnerzielungsabsicht Einfluss nehmen auf die Zusammenschaltungen. Netzwerker*innen kooperieren friedlich, sie vertrauen einan-

der. Beziehungen müssen weder formalisiert werden, noch braucht es Juristen – und damit den Einfluss des Staates mit seiner Rechtsordnung. Der Liedtext ruft den libertären Gründungsmythos des Internets wach. Die Konnektivität, von der hier die Rede ist, ist ein globale. Sie lässt den Datenverkehr unbeeinträchtigt fließen und vernetzt alle Menschen friedlich miteinander.

In welchem Verhältnis steht die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität zu den produktbezogenen Qualitätskonventionen der Konnektivitätsökonomie? Grundsätzlich sind produktbezogene Konventionen als sektorspezifische Koordinationslogiken zu verstehen. Bei Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern dienen sie der geschäftlichen Äquivalenzbildung. Die allgemeinen Rechtfertigungsordnungen²⁰⁹ wirken in solch spezifische Qualitätskonventionen hinein. Bei einzelnen Merkmalen lassen sich Überschneidungen zwischen ihnen erkennen.

Zum Beispiel haben die Produktkonventionen der Kapazität und der Übertragung eine Nähe zur Rechtfertigungsordnung der Industrie, indem sie Effizienz und Stabilität betonen. Und die Produktkonventionen des Zugangs zu Endnutzern und der Spezialdienste überlappen mit der Rechtfertigungsordnung des

209. Übersicht siehe S. 138.

Marktes, indem sie Anreiz, Angebot und Nachfrage hervorheben. Auch die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität korrespondiert mit mehreren produktbezogenen Konventionen. Mit der Katalysator-Konvention hat sie die Gemeinsamkeit, dass „Fluss“ in beiden ein Bewertungskriterium darstellt und dass beide einen kooperativen Koordinationsstil aufweisen. Übereinstimmung gibt es auch mit der produktbezogenen Konvention der Übertragung, in der die Ausbreitung des Netzes das Bewertungskriterium ist. In den produktbezogenen Qualitätskonventionen können sich allgemeine Rechtfertigungsordnungen also spiegeln, die im Moment der Kritik auch angerufen werden. Aber keine der allgemeinen Rechtfertigungsordnungen übergreift die gesamte Konnektivitätsökonomie – verwirrenderweise nicht einmal die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität selbst.

Die Erkenntnis, dass sich unter Netzwerker*innen eine neunte Rechtfertigungsordnung beobachten lässt – die der Konnektivität –, und dass diese in der Konnektivitätsökonomie als mächtige Koordinationslogik wirkt, ist über diese Branche hinaus von Bedeutung. Denn nicht nur sagt die Existenz dieser Rechtfertigungsordnung etwas über Zusammenschaltungen zwischen Netzbetreibern aus, sondern es steht zu vermuten, dass die Koordination von Akteuren in anderen – existierenden und zukünftigen – Netzwerk-Ökonomien von ihr geprägt sein könnte. Als Werkzeug im konzeptuellen Baukasten der EC erlaubt die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität, eine Gemeinwohlvorstellung und zugehörige Praktiken zu erfassen, die bisher analytisch unsichtbar beziehungsweise unsystematisiert geblieben sind. Besonders hinzuweisen ist

darauf, dass sie den Blick dafür schärft und zu erklären erlaubt, wie technische Architekturen in konnektivitätsorientierte Ökonomien hineinwirken.

5.6 Zusammenfassung: Nicht alle Netzwerker*innen dienen der Community, aber die Community dient allen

Dieses Kapitel ist den inneren Zusammenhängen der Netzwerker-Community mit Blick auf ihre Rolle in der Konnektivitätsökonomie nachgegangen. Es wurde sichtbar, dass die Community praktische, epistemische, mediale und diskursive Stützen hat. Diese Dimensionen zu unterscheiden, ist allerdings eine analytische Übung. Im Alltag der Netzwerker*innen existiert keine der Dimensionen für sich; sie greifen ineinander: Netzwerker*innen wenden sich einander praktisch zu, weil sie nur so die technischen ebenso wie die Bewertungs-Befähigungen erlangen, die ihr berufliches Aufgabenprofil ihnen abverlangt. Aus dieser geteilten operativen Expertise und dem Austausch von Know-how erwächst die epistemische Dimension. Die mediale Vernetzung der Netzwerker*innen untereinander trägt diese weiter. Dieser diskursive Austausch führt nicht per se zu einem wertebasierten Konsens, sodass Netzwerker*innen nach Einschätzung der Autorin keine Epistemic Community im Sinne von Haas bilden. Doch jedes Problem, das im Chat diskutiert und gelöst wird, trägt zur Entwicklung eines gemeinschaftlichen Wissenskorpus' bei, der die Problemlösungskapazität der Community insgesamt steigert. Das Routing-System selbst sorgt derweil für ein geteiltes Aufmerksamkeitsregime und bildet die globale Interaktion verzögerungsfrei ab.

Es ist deshalb richtig zu sagen, dass die Community der Netzwerker*innen eine globale, operative Handlungskapazität hat. Diese zeigt sich jedoch weniger in

der Entwicklung oder gar Umsetzung konsensorientierter, netzpolitischer Positionen – man denke an die schwerfällige Verbreitung von IPv6! –, sondern vor allem in Ad-hoc-Koordination bei konkreten Bedrohungen. Nehmen sie wesentliche Funktionen des Internets als gefährdet wahr, eilen einige – nicht alle – Netzwerker*innen als Task Force des Internets zur Hilfe. Die globale Reichweite der Community ist also nicht zu verwechseln mit vollständiger Beteiligung aller Netzwerker*innen an Gemeinschaftsaktivitäten. Nicht alle Netzwerker*innen ziehen zugunsten des Internets an einem Strang.

Dass die Netzwerker-Community mit Blick auf die kommerziellen Aspekte der Konnektivitätsproduktion große Bedeutung hat, hat Kapitel 5.3 gezeigt. Qualitätskonventionen müssen verallgemeinert werden, um zu gelten und um in Zusammenschaltungsverhandlungen aufgerufen werden zu können. Die Community ist in diesem Sinne der Ort, an dem Produkte produziert werden. Deshalb müssen sich all jene, die innerhalb der Konnektivitätsökonomie etwas bewegen wollen, hier durchsetzen. Sie ist der Ort, an dem Netzwerker*innen gemeinschaftlich Leitplanken aufstellen und selbige umkämpfen. Entlang derer tarieren sie das Verhältnis zwischen Marktkoordination und Koproduktion durch ihre Zusammenschaltungen immer wieder neu aus. Schaut man auf einzelne Zusammenschaltungsarrangements, dann heißt das, dass diese tatsächlich weniger frei und individuell verhandelt sind als es die ökonomische Mainstream-Theorie vorsieht. Vielmehr setzen Verhandlungen auf produktbezogene Qualitätskonventionen auf, die sozial akzeptiert sein müssen. Sind sie das nicht, riskieren Netzbetreiber, dass ihre Produkte unter Gemeinwohlaspekten

öffentlich geprüft werden. Die Arena, in der über diese Akzeptanz in erster Linie verhandelt wird, ist in der Konnektivitätsökonomie die Community der Netzwerker*innen.

6 Fazit und Ausblick

Die Kommerzialisierung des Internet-Backbones 1995 transformierte das Internet endgültig von einem Forschungsnetz in eine Konnektivitätsökonomie, die unter privatwirtschaftlichen Vorzeichen gedeihen sollte. Netzbetreiber wurden zu potenziellen Wettbewerbern. Offen blieb dabei allerdings, wie sie miteinander wirtschaften würden. Regulierer machten keine Tarifierungsvorgaben, die Architektur des Internets sah kein explizites Abrechnungsverfahren für die Zusammenschaltung der Netze vor, und Netzbetreiber waren wechselseitig voneinander abhängig. Trotz potenzieller Konkurrenz mussten sie zusammenarbeiten, um überhaupt ein Produkt zu haben. Mit dem Ziel, die damit verbundenen Koordinationsrätsel zu lösen und eine plausible Erklärung der Konnektivitätsökonomie anzubieten, ging diese Arbeit drei Fragen nach. Sie adressierte

1. welche Rolle die Architektur des Internets in der Konnektivitätsökonomie spielt,
2. wie Netzwerker*innen das Spannungsverhältnis zwischen Kooperation und Wettbewerb in der Praxis überwinden und Koordination erreichen, und
3. welche Rolle die Netzwerker-Community in der Konnektivitätsökonomie spielt.

Die STS-gestützte Analyse im ersten Teil dieser Arbeit beantwortet die erste Forschungsfrage. Sie arbeitet heraus, welche Bedingungen sich für Netzbetreiber aus der Architektur des Internets für die Herstellung von Konnektivität ergeben. Abstrakt gesagt bewirken die Weichenstellungen, die die Architekt*innen des Internets vorgenommen haben, für Netzbetreiber Unsicherheiten und Abhängigkeiten. Konkret ist die Konnektivitätsökonomie von zwei Arten von Unsicherheit geprägt; sie sind operativer und ökonomischer Natur. Sie lassen sich zurückführen auf Eigenschaften der beiden technischen Protokolle, mittels derer Netzbetreiber automatisiert miteinander interagieren – dem Border Gateway Protocol (BGP) und dem Internet Protocol (IP). BGP generiert das dezentrale Wegeinformations- und -wahlsystem des Internets. Es bringt die operative Unsicherheit. Diese rührt daher, dass BGP anfällig ist für Missbrauch und Fehler, weil die mitgeteilten Routeninformationen in der gängigsten Version des Protokolls nicht validiert werden. Mangels einer zentralen Routing-Autorität können Netzbetreiber jederzeit Empfänger falscher Routen-Informationen werden. Nehmen sie falsche Informationen für wahr, verursacht das Konnektivitätsstörungen, weil sie Datenverkehr zu verkehrten Zielen leiten. Um sich auf ein gemeinsames Routing-System verlassen zu können, müssen Netzbetreiber die beschriebenen Unsicherheiten überwinden und trotz potenzieller Wettbewerbsbeziehungen kooperieren.

Die spezielle ökonomische Unsicherheit ergibt sich sowohl aus BGP als auch aus IP. Sie betrifft den Gegenstand von Zusammenschaltungsverhandlungen. Unsicherheit entsteht dadurch, dass sich keines der beiden Protokolle dafür

anbietet, einen solchen Gegenstand zu bestimmen und die ökonomischen Verhältnisse zwischen Netzbetreibern automatisiert zu regeln. Bei BGP zeigt sich das daran, dass die Ausdrucksfähigkeit des Protokolls auf wenige definierte Informationsformate für den Austausch von Routen-Informationen beschränkt ist. BGP ermöglicht das Routing von Datenverkehr, aber nicht von Geld. Auch das Internet Protokoll bietet dafür keine expliziten Ansatzpunkte. Es sitzt als einziges Protokoll auf der Internetschicht (der Taille) des Internet-Protokollstapels, wo Netzbetreiber ihre Autonomen Systeme miteinander zusammenschalten. Alle über das Internet übertragenen Datenpakete nehmen deshalb die Form des Internet Protocol an und unterliegen dessen Eigenschaften. Doch das Internet Protocol kann keine Transaktionen abbilden, was das Wirtschaften auf dessen Basis erschwert. Mit BGP und IP legen die einzigen beiden Protokolle, die zurzeit alle Netzbetreiber benutzen, kein Schema für den Werteabgleich und -übertrag untereinander nahe. Die ökonomische Unsicherheit besteht also darin, dass die Architektur des Internets ein technisches Modell zur Datenübertragung bietet, sich aber über ein Dienstmodell ausschweigt. Im Kern des Internets ist kein Mechanismus für einen Werteausgleich zwischen Netzbetreibern vorgesehen.

Durch die Architektur des Internets steht dessen Konnektivitätsökonomie in einem Spannungsverhältnis zu Formen der Marktkoordination. Denn in einer Ökonomie, in der sich Transaktionen nicht identifizieren lassen, läuft das Transaktionsprinzip, auf dem Märkte basieren, ins Leere. Dass sich die Konnektivitätsökonomie aufgrund der Internet-Architektur nicht reibungslos

in eine Mechanik der Transaktion einfügt, heißt allerdings nicht, dass diese nicht trotzdem angewandt wird. Es kommen dafür aber Hilfskonstruktionen zum Einsatz. Netzbetreiber konstruieren Produkte. Die Konstruktion von Produkten ist freilich keine Aktivität, die sich auf die Konnektivitätsökonomie des Internets beschränkt – jede wirtschaftliche Interaktion setzt auf solche Objektivierungsprozesse auf, bei denen Eigenschaften an Dingen als Qualitäten hervorgehoben werden, sodass die Dinge als Produkte von Wert erscheinen. Produkte sind dabei immer durch die Technologien ihrer Herstellung bedingt. In der hier betrachteten Konnektivitätsökonomie ist es die Internet-Architektur, die den Rahmen vorgibt. Wie Produktkonstruktionen unter den Bedingungen der Internet-Architektur erfolgen und welche Gestalt sie der Konnektivitätsökonomie geben, hat diese Arbeit erstmals systematisch untersucht. Sie ist diesen Fragen unter Bezug auf Konzepte der EC nachgegangen, die Produkte und deren Qualitäten analytisch integriert und sie sogar ins Zentrum der Erklärung stellt.

Zu den wichtigsten praktischen Erkenntnissen dieser Arbeit gehört, dass Netzbetreiber Zusammenschaltungen in der Konnektivitätsökonomie nicht nur per Marktmechanismus regeln. Internet-Konnektivität ist kein allein von einem oder mehreren Märkten hervorgebrachtes Gut. Vielmehr gibt es neben dem konkurrenzbasierten Marktmechanismus in dieser Ökonomie einen zweiten Haupt-Koordinationsmechanismus, der nicht auf Konkurrenz, sondern auf Reziprozität und Kooperation basiert: die Koproduktion. Daraus ergibt sich eine erste Antwort auf die zweite Forschungsfrage, wie Netzbetreiber das Span-

nungsverhältnis zwischen Wettbewerb und Kooperation bewältigen: Sie verbinden das Gegeneinander und das Miteinander mit unterschiedlichen Koordinationsmechanismen.

Die zwei informell etablierten Grundformen der Zusammenschaltung – Transit und Peering – lassen sich diesen Mechanismen zuordnen. Sie verkörpern zwei Seiten eines Spektrums von Zusammenschaltungsarrangements zwischen Markt- und Koproduktion, zwischen Wettbewerb und Kooperation. Zwischen ihnen liegen Mischformen, die Merkmale beider Koordinationsmechanismen aufweisen. (Zur Erinnerung: Transit und Peering unterscheiden sich formal am Umfang der bereitgestellten Konnektivität. Bei Transit bieten Netzbetreiber einander vollständige Konnektivität mit allen Zielen im Internet – hier greift der Marktmechanismus. Bei Peering und Mischformen bieten Netzbetreiber einander spezielle Ausschnitte von Konnektivität, vorwiegend in ihre Netze und in die Netze ihrer Kunden – hier kommt es zur Koproduktion.)

Es sind die formalen Unterschiede zwischen Transit und Peering, die dazu führen, dass die Frage nach dem Was der ökonomischen Koordination jeweils so unterschiedlich zu beantworten ist. Nur Transit beinhaltet nämlich eine Produktdefinition, auf die überhaupt ein Marktmechanismus aufsetzen kann. Denn nur bei voller Internet-Konnektivität handelt es sich um ein Produkt, das prinzipiell jeder Netzbetreiber herstellen und zum Verkauf anbieten kann. Dadurch kann bei Transit das Wettbewerbsprinzip greifen, und deshalb lässt sich Transit an einer abstrakten Währung messen.

Bei Peering hingegen lassen sich die Teil-Konnektivitäts-Angebote der Netzbetreiber weder miteinander vergleichen, noch kann es eine Angebotskonkurrenz um diese Ausschnitte geben, weil jeder Netzbetreiber anderen nur einen je eigenen, einzigartigen Ausschnitt von Konnektivität anbieten kann. Je nach Art des Konnektivitätsproduktes, das ein Netzbetreiber herzustellen versucht, lässt sich eine direkte Zusammenschaltung auch nicht durch Transit substituieren. Ohne eine Konkurrenz von Angeboten fehlt aber die Basis zum Vergleichen und zur Übersetzung in eine externe Währung. Stattdessen führt Peering zu einem unvermittelten Abgleich der in die Beziehung eingebrachten Beiträge. Da Netzbetreiber einander bei den Peering-Zusammenschaltungen als Gleichwertige anerkennen, handelt es sich nicht um hierarchische Anbieter-Kunden-Beziehungen. Sinnvoller erscheint es, Peerings als kooperative Koproduktionsverhältnisse zu verstehen. Denn keiner gibt etwas für den anderen auf; beide Netzbetreiber mehren gemeinsam Konnektivität.

Sowohl Transit als auch Peering unterliegen Qualifizierungsprozessen. Bei genauerem Hinsehen lassen sich auch bei Transit feine Unterschiede ausmachen. Diese Unterschiede zu erkunden, könnte eine Aufgabe für zukünftige Forschung sein. Nichtsdestotrotz stellen die Zusammenschaltungskonstellationen beim Peering Bewertungssituationen eigener Art dar, weil die Konnektivitätsangebote hier einzigartig sind und sich über kein Kriterium direkt vergleichen lassen. Deshalb hat diese Arbeit auf die Analyse der Koproduktion und damit auf die kooperativen Zusammenschaltungsbeziehungen fokussiert. Herauszufinden war, wie Netzbetreiber auch dann zu Äquivalenzbe-

wertungen kommen, wenn sie es mit einzigartigen Konnektivitätsausschnitten zu tun haben und wenn sie ohne externe Maßstäbe wie eine monetäre Währung auskommen.

Im Ergebnis ließen sich (derzeit) sieben produktbezogene Qualitätskonventionen für einzigartige Konnektivität identifizieren. Diese Qualitätskonventionen helfen Netzbetreibern, Komplementaritäten zwischen ihren Angeboten auszumachen sowie die einander für das Zusammenschaltungsverhältnis in Aussicht gestellten Ressourcen und die Koordinationsvorlieben miteinander abzugleichen. Denn Zusammenschaltungen haben immer auch eine operative Dimension, über die sich die Netzbetreiber auch einigen müssen. Die sieben produktbezogenen Qualitätskonventionen sind:

- Inhalte,
- Übertragung,
- Zugang zu Endkund*innen,
- Kapazität,
- Internet-Erfahrung,
- Spezialdienste und die
- Katalysator-Konvention.

Jede dieser Qualitätskonventionen hilft Netzbetreibern bei der Kanalisierung ihrer Zusammenschaltungsgespräche. Es muss nicht bei jeder Verhandlung alles neu erklärt werden, weil jedes einzelne Merkmal einer produktbezogenen Qualitätskonvention – sei es eine Bestimmung des Beitrags, ein Bewertungsmaßstab oder eine Koordinationsvorliebe – die jeweils mit ihm verbundene Kaskade weiterer Merkmale aufruft. So steigern Qualitätskonventionen die Effizienz.

Dass die produktbezogenen Qualitätskonventionen dem eigentlichen Geschäft vorgelagert sind, bedeutet auch, dass Zusammenschaltungen scheitern können, wenn es Netzbetreibern nicht gelingt, einander die vertretenen Qualitätskonventionen überhaupt zu vermitteln. Zu erinnern sei hier an den Spielnetzwerker, der trotz Bezahlbereitschaft kein Paid Peering mit einem Internetzugangsanbieter arrangieren konnte. Gelingt jedoch die Vermittlung, bleibt die Frage, wie die zu verbindenden Konventionen zueinander passen und wie die Zusammenschaltung selbst auf die angewandten Bewertungsregime zurückwirkt. Denn anders als bei üblichen Verständnissen vom Markttausch, bei dem die Transaktion mit Übergabe oder Leistungserbringung abgeschlossen ist, stellen Zusammenschaltungen in Netzwerkwirtschaften nur den Beginn eines Verhältnisses von oft unbestimmter Dauer dar. Was also passiert im Zuge der technischen Zusammenschaltung mit den eingebrachten Qualitätskonventionen?

Zur Beantwortung hat diese Arbeit ein Schema entwickelt. Es zeigt, welche Konstellationen produktbezogener Qualitätskonventionen es in Netzwerkökonomien geben kann. Per Zusammenschaltung miteinander konfrontierte Konventionen passen unterschiedlich zueinander, sodass die Verbindung auf die den Konventionen innewohnenden Bewertungsregime unterschiedlich rückwirkt. Vier Konstellationen ließen sich identifizieren: Identische Qualitätskonventionen erzeugen eine Normalisierung der angewandten Maßstäbe und Praktiken; die Einigkeit begründet ein Koproduktionsverhältnis. Kompatible Qualitätskonventionen stabilisieren einander wechselseitig und

tragen durch Akzeptanz zur Verständigung bei. Ihre Integration erzeugt eine Wechselrate für ein Koproduktionsverhältnis. Sind Qualitätskonventionen divergent, so haben gefundene Kompromisse keine „Stickyness“, sie halten also nicht gut. Zusammenschaltungen sind dann instabil, befristet oder fußen auf persönlichen Beziehungen zwischen einzelnen Netzwerker*innen. Auch hier handelt es sich noch um Koproduktionen, aber sie sind fragil. Qualitätskonventionen mit gegensätzlichen, einander widersprechenden Merkmalen lassen sich nicht zu Koproduktionsverhältnissen vereinen. Die direkte Äquivalenzbildung misslingt.

Vertreten Netzbetreiber gegensätzliche Qualitätskonventionen muss einer den anderen mit Geld dafür bezahlen, dass jener das Geschäft eingeht. Das heißt, es kommt zu Paid Peering oder Partial Transit. Indem diese Formen der Zusammenschaltung eine Anbieter-Kunden-Beziehung etablieren, tritt jedoch eine unbeabsichtigte Nebenwirkung ein: Sie untergraben die interne Balance-Findung, die die kooperativen Koproduktionsverhältnisse prägt. Verbindlichkeiten werden nicht mehr informell, sondern vertraglich vereinbart. Deshalb könnte man die Beziehungen ebenfalls für stabil oder sogar für noch stabiler halten – immerhin zielen Verträge darauf ab, ein Engagement rechtlich abzusichern, das ansonsten nur „Best Effort“ wäre. Doch Vertragsregime kommen in der Konnektivitätsökonomie mit Tücken. Sie verändern den Charakter einer Zusammenschaltungsbeziehung, indem sie diese entpersonalisieren und die Verbindlichkeit auf das formal Spezifizierte verengen. Bezahlarrangements zwischen Netzbetreibern löschen informelle Zusicherungen aus, die mit einem

kostenneutralen Peering verbunden wären. Weil es aber die informellen Vertrauens- und Arbeitsbeziehungen sind, die in der Konnektivitätsökonomie den operativen Unsicherheiten entgegenwirken, können Vertragsregime bei schwierig zu spezifizierenden Angeboten zu Verunsicherung führen – trotz gegenteiliger Absicht und anderem Anschein. Paid-Peering- und Partial-Transit-Beziehungen bilden in der Konnektivitätsökonomie deshalb einen undurchsichtigen Graubereich zwischen Marktkoordination und Koproduktion. In dieser Zone erscheinen Zusammenschaltungen weder effizient noch stabil.

Anfang der 1980er-Jahre fragte der Wirtschaftssoziologe White: „Where do markets come from?“ (1981). Die Konventionentheoretiker Favereau et al. antworteten darauf zwei Jahrzehnte später: „From (quality) conventions!“ (2002). Damit betonten sie den strukturbildenden Charakter, den Konventionen für Märkte haben. Doch woher kommen Qualitätskonventionen? Wenn Märkte und Koproduktionssysteme Qualitätskonventionen brauchen, und wenn Qualitätskonventionen nicht gegeben sind, sondern erzeugt werden, dann stellt sich die Frage, wie dies geschieht. Hier kommt die Community ins Spiel, deren Rolle die dritte Forschungsfrage adressierte.

Produktbezogene Qualitätskonventionen sind als gemeinschaftlich produzierte Interpretationsrahmen aufzufassen. Dieses Argument lässt sich dahingehend weiterdenken, dass Ökonomien generell Diskursräume brauchen, in denen Qualitätskonventionen für die Akteure in einer Branche verhandelbar werden. Im Fall der Konnektivitätsökonomie des Internets lässt sich die globale Berufsgemeinschaft der Netzwerker*innen als ein solcher Diskursraum verstehen. Die

Community ist die Arena, in der Netzwerker*innen Qualitätskonventionen verhandeln. Sie ist der Ort, an dem sie einander Produktbestimmungen, Gemeinwohlargumente, Informationsformate und Zusammenschaltungspraktiken vorstellen, sie überprüfen, kritisieren, einüben und sie dadurch zum kognitiven und praktischen Vorrat ihrer Branche machen. Das ist wichtig, weil sich Qualitätskonventionen auch in bilateralen Zusammenschungsverhandlungen besser aufrufen lassen, wenn sie überindividuelle Charakterzüge aufweisen und sozialen Erwartungen entsprechen. Aus diesem Zusammenhang erwächst für Netzbetreiber der Druck, andere von Qualitätskonventionen überzeugen zu müssen. Dieser Druck bringt eine Dynamik in die Netzwerker-Community, die in die existierende Harmonie-Erzählung hineinwirkt.

Zwar ist es richtig, dass die Internet-Architektur Zusammenarbeit zwischen Netzwerker*innen begünstigt. Es stimmt auch, dass Netzwerker*innen in großem Maße voneinander lernen. Und tatsächlich gibt es eine Hilfgemeinschaft, die durch das Routing-System synthetische Situationen erlebt und medial vermittelt zu beeindruckender globaler Ad-hoc-Koordination fähig ist, die in dieser Arbeit nur angedeutet werden konnte. Aber wie sich zeigen ließ, geht es in der Community auch kontrovers zu, und zwar nicht nur im Hinblick auf Fragen rund um Netzpolitik, Standards oder Netzwerkmanagement. Netzbetreiber ringen miteinander vielmehr um Deutungshoheit über die Bewertung von Zusammenschaltungen – sprich: um Qualitätskonventionen. In der Community formiert sich insofern eine konventionelle Macht. Macht endet nicht dann, wenn es jemandem gelingt, anderen die eigenen Bedingungen aufzu-

zwingen. Sondern wirtschaftliche Macht bedarf der Absicherung, dass die vertretenen Qualitätskonventionen im Verständnis einer je relevanten Gemeinschaft verankert und dort akzeptiert werden. Um Qualitätskonventionen ringen heißt deshalb um Macht ringen.

Mangelt es an geteilten Interpretationsrahmen und kommt es zu Konflikten, so kann das die Autonomie der Akteure in einem zuvor als frei verstandenen Handlungsraum bedrohen, weil es eine Ausweitung der Situation zu einer Angelegenheit öffentlichen Interesses wahrscheinlicher macht. Das zeigen Fälle wie die auf den Rücken von Endnutzern ausgetragenen „Peering Wars“ oder in der Community umstrittene Forderungen nach einer Lokalisierung des Datenverkehrs („Schengen-Routing“) nach den Enthüllungen des Whistleblowers Edward Snowden²¹⁰. Aber auch die Diskussion um Netzneutralität und die Priorisierung von Datenverkehr gehören zu den Angelegenheiten, die Zusammenschaltungsarrangements zwischen Netzbetreibern in die Öffentlichkeit gebracht haben. Solch öffentlich gewordene Konflikte haben gezeigt, dass Regulierer handlungswillig sind – Frankreich etwa hat begrenzte Offenlegungspflichten für Netzbetreiber eingeführt. Doch selbst diejenigen Netzwerker*innen, die Internet-Konnektivität als Gemeingut verstehen und die öffentliche Gewährleistungs- oder Schutzpflichten befürworten – übrigens viele der Befragten, was angesichts des libertären Rufes der Branche überraschen

210. Der ehemalige CIA-Mitarbeiter Edward Snowden hatte 2013 Spionagepraktiken vor allem US-amerikanischer und britischer Geheimdienste enthüllt. Zu diesen Praktiken gehört(e), dass Geheimdienste Datenverkehr an Internet Exchanges ausleit(et)en.

könnte –, erwarten sich von keinem regulatorischen Instrument mehr Vorteile als unbeabsichtigte Nebenwirkungen auf die Internet-Konnektivität selbst. Zu komplex erscheint ihnen, wie in der Konnektivitätsökonomie architektonische und betriebliche Aspekte miteinander verwoben sind. Dass manche Regierungen die Internet-Infrastruktur als Governance-Werkzeug für politische Zwecke verwenden, verstärkt die grundsätzlich ablehnende Haltung der Netzbetreiber gegenüber Regulierern. All dies sind Gründe dafür, warum Netzbetreiber offene Konflikte vermeiden und sich stattdessen mit weniger sichtbaren Mitteln innerhalb der Community für ihre produktbezogenen Qualitätskonventionen einsetzen.

Klar ist angesichts der Bedeutung des Internets und angesichts des regulatorischen Interesses aber auch, dass der Rechtfertigungsdruck längst bei den Netzbetreibern angekommen ist. Die über allem schwebende Frage lautet: Ist die Konnektivitätsökonomie des Internets so aufgestellt, dass sie dem Gemeinwohl zuträgt? Eine allgemein plausible Antwort lässt sich darauf aufgrund der schiereren Größe und Dynamik des Internets wohl kaum – und im beschränkten Rahmen dieser Arbeit ganz sicher nicht – geben. Aber zuvor müsste auch eine andere Frage beantwortet werden, nämlich diese: Was kennzeichnet eine Ökonomie, deren Akteure Konnektivität als digitale Allmende verstehen? Eine mögliche Antwort lässt sich auf jener Hinterbühne des Internets finden, die diese Arbeit erforscht hat. Hier sind Netzwerker*innen die Protagonisten, und unter ihnen existieren prägnante Vorstellungen darüber, was es heißt, „for the greater good of the Internet“ zu arbeiten. Nicht alle Netzwerker*innen

bewerten jede Situation nach diesem Maßstab, aber alle kennen ihn, und ein enger Kreis, der sich selbst als eigentliche Community versteht, fordert dessen Gültigkeit standhaft ein.

Sich „for the greater good of the internet“ einzusetzen heißt, sich bei Zusammenschaltungen von der Idee leiten zu lassen, dass Konnektivität eine kollektiv zu erstrebende Ressource ist. Dieses gesellschaftliche Ziel steht dabei nicht im luftleeren Raum. Es ist vielmehr Teil einer ganzen Koordinationslogik, eines Interpretationsrahmens. Es steht für eine eigenständige Rechtfertigungsordnung. Die bisherigen acht anerkannten Rechtfertigungsordnungen der EC sind deshalb nach Ansicht der Autorin um eine neunte zu erweitern: die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität.

Empirisch ließ sich zeigen, dass die neu entdeckte Koordinationslogik der Konnektivität distinkte Ausprägungen bei all jenen Kriterien aufweist, die für die bisher bekannten Rechtfertigungsordnungen in der EC aufgestellt wurden²¹¹: Wertigkeit liegt in der Rechtfertigungsordnung der Konnektivität in der Vernetzung selbst. Das Bewertungskriterium ist, eine Interaktionsfähigkeit zwischen Menschen zu gewährleisten, auch über entfernte Orte hinweg. Informationsformate zwischen den Bereitstellern der Konnektivität haben die Besonderheit, dass sie auf technischen Protokollen basieren. Personen von Größe qualifiziert

211. Zu den Unterscheidungskriterien von Konventionen gehören zur Erinnerung unter anderem: Wertigkeit, Bewertungskriterium, relevantes Informationsformat, Qualifikation von Personen, Beziehungslogik, Produktqualität, Prüfungskriterium und Zeithorizont. – Vgl. mit der Tabelle zur neuen Rechtfertigungsordnung der Konnektivität auf S. 289 f. und der Übersicht über alle alten Rechtfertigungsordnungen auf S. 129 ff.

ihr technisches Know-how und ihre Gestaltungsfähigkeit. Die Beziehungslogik ist geprägt von Kooperation und Koproduktion. Wie die Produktion des Gutes der Konnektivität konkret erfolgen kann, hängt dabei von den Affordanzen ab, die die jeweilige, zugrundeliegende technische Architektur ihren Benutzern macht. Ob Aktivitäten dem Gemeinwohl zuträglich sind, wird innerhalb der Rechtfertigungsordnung der Konnektivität daran geprüft, wie sich diese zu den Kriterien von Störungsfreiheit und Fluss verhalten. Der Zeithorizont ist nicht zwingend unendlich, aber a priori unbefristet.

Die Existenz einer Rechtfertigungsordnung der Konnektivität hat diese Arbeit am Beispiel der Konnektivitätsökonomie des Internets aufgezeigt. Bedingt durch den beschränkten Forschungsfokus, lässt sich die Übertragung in andere Felder an dieser Stelle nur andeuten. Doch potenziell kommen weitere Bereiche in den Sinn, in denen Akteure dieser Koordinationslogik vermutlich ganz oder wenigstens teilweise folgen und in denen sie sich darauf berufen (könnten). Zu schauen wäre hier zum Beispiel auf Zubringer-Infrastrukturen, die das Internet selbst ermöglichen – wie Elektrizität – aber auch auf solche Ressourcen, die Netzwerkdienste auf Basis des Internets bereitstellen. Zu denken ist da etwa an Distributed-Ledger-Instanzen (zum Beispiel Blockchain) oder die Verbindung zwischen solchen Instanzen (sogenannte Interledger Interconnection). Aber auch in der Logistik oder bei den Bereitstellern internationaler Systeme für den Zahlungsverkehr zwischen Banken – auch Inter-Bank Interconnection – genannt, könnte die Koordinationslogik der Konnektivität Realität sein. Empirische Untersuchungen müssten dies substantiieren. Die

Rechtfertigungsordnung der Konnektivität könnte den Blick für die Analyse sozialer Koordination in derartigen Ökonomien schärfen.

Die für diese Arbeit formulierten drei Forschungsfragen hatten engen empirischen Bezug – Internet-Architektur, Produkte, Community. Das eingangs formulierte Ziel war, eine dichte Beschreibung und plausible Erklärung einiger Rätsel der Konnektivitätsökonomie vorzulegen. Explizit theoretische Forschungsfragen wurden nicht gestellt. Aber die Arbeit war explorativ ausgelegt. Welche theoretischen Beiträge also leistet diese Arbeit?

Zur EC hat diese Arbeit konzeptionell in vierfacher Weise beigetragen: Sie hat erstens empirisch zeigen können, von welchen produktbezogenen Qualitätskonventionen die Konnektivitätsökonomie zurzeit geprägt ist. Diese erste Erweiterung der EC hat also engen Phänomenbezug. Denn die Reichweite dieser Produkt-Bewertungs-Koordinations-Komplexe erstreckt sich zunächst nur auf die Akteure in dieser Industrie. Zweitens hat die Arbeit darüber hinaus aufzeigen können, dass sich Konnektivität selbst als eigenständige Rechtfertigungsordnung der vernetzten Gesellschaft verstehen lässt – dieser Teil der Analyse weist über den Phänomenbereich der Konnektivitätsökonomie hinaus. Sie ergänzt also die bekannten acht Rechtfertigungsordnungen um eine neunte. Drittens regt die hier vorgenommene Untersuchung der Netzwerker-Community die EC an, sich dem Kommen und Vergehen von Qualitätskonventionen zuzuwenden. Als potenziell strittige, aber sozial geteilte Interpretationsrahmen sind sie schlechterdings nur mit Diskursen zu denken – ein Gesichtspunkt, der in der Konventionentheorie bisher noch wenig

Berücksichtigung findet, aber finden könnte. Schließlich verankert die EC das Potenzial für gesellschaftlichen Wandel in der Kritikfähigkeit der Einzelnen. Diese braucht aber eine – wie auch immer breite – Öffentlichkeit, um Momentum zu erreichen. Der vierte Beitrag dieser Arbeit besteht darin, dass sie konventionelle Arrangements schematisiert. In der EC gilt es als Gemeinplatz, dass es kaum je soziale Tatsachen gibt, die sich aus dem Wirken einer einzigen Rechtfertigungsordnung oder Qualitätskonvention heraus erklären lassen. Soziale Situationen verlangen den Akteuren meist ab, dass sie Kompromisse bilden. (Die EC betrachtet Firmen zum Beispiel als Arrangements aus unterschiedlichen Konventionen.) Wie man sich diese Kompromisse aber konzeptionell vorstellen muss, wurde bisher kaum thematisiert. Anhand der produktbezogenen Qualitätskonventionen der Konnektivitätsökonomie entwickelt diese Arbeit ein Schema, das in zukünftiger Forschung als Linse dienen kann, um die Stabilität und den Charakter konventioneller Arrangements einzuordnen.

Vertretern traditioneller Wirtschaftswissenschaften dürfte die Intensität fremd vorkommen, mit der sich diese Arbeit Produkten und Praktiken zugewandt hat. Es steht zu vermuten, dass Produktbestimmungen in wirtschaftswissenschaftlichen Analysen der Konnektivitätsökonomie aus einem bestimmten Grund bisher kaum Beachtung gefunden haben: Qualifikationsprozesse, die sich als Hilfskonstruktionen des Wirtschaftens verstehen lassen, lassen sich mit dem mikroökonomischen Instrumentarium der Mainstream-Wirtschaftswissenschaft (bisher) schlicht nicht erkennen oder analytisch integrieren. Denn dem

(Markt-)Tausch vorgängige und nachgängige Prozesse blenden die traditionellen Wirtschaftswissenschaften aus oder lagern sie konzeptionell aus mittels des Sammelbegriffs der Externalität.²¹² Sie setzen dort an, wo Produkte bereits definiert sind. Die vorgenommene Analyse hat demgegenüber gezeigt, wie fruchtbar es ist, Produktbestimmungen in die ökonomische Analyse einzubeziehen. Denn Produkte beinhalten Wertargumente, die etwas über Gesellschaften und über die Ausrichtung ihrer ökonomischen Aktivitäten aussagen. Indem diese Arbeit von einem Nebeneinander von Marktkoordination und Koproduktion ausgeht, weicht sie wesentlich von bisherigen wirtschaftswissenschaftlichen Erklärungskonzepten der Konnektivitätsökonomie ab, die nur mit Marktbegriffen operieren.

Was eine produktzentrierte Perspektive auf die Konnektivitätsökonomie des Internets sichtbar macht, geht über Fragen nach Gewinn und Verlust einzelner Unternehmen hinaus. Sie enthüllt die Machart des Gutes der Konnektivität. Indem man bestehende Qualitätskonventionen analysiert, lässt sich beispielsweise erkennen, ob die Konnektivität auf informellen Absprachen beruht oder auf Vertragsregimen, ob Zusammenschaltungsarrangements Redundanz fördern – oder ob es sich möglicherweise gar nicht mehr um den Ausbau von Internet-Konnektivität handelt, sondern um die direkte Auslieferung von Inhalten aus Content-Caches in den Netzen von Internet-Zugangsanbietern.

212. Vgl. Frischmann (2012) für eine nachfragezentrierte Sicht auf infrastrukturelle Ökonomien, die vermeintliche Externalitäten integriert.

Verschieben sich produktbezogene Qualitätskonventionen, kann das die Tektonik des gesamten Internets verändern. Am Beispiel der Inhalte-Konvention lässt sich spekulieren, wie es weitergehen könnte. Denn während Netzbetreiber Mitte der 2000er-Jahre die Qualitätskonvention der Inhalte gestärkt haben – sei es proaktiv oder als Reaktion auf wahrgenommene Nachfrage –, bildeten sich entlang dieser Qualitätskonvention Content Delivery Networks als Produktionsmodell für diese Art von Konnektivität heraus. So gesehen ließe sich eine zunehmende Pluralität produktbezogener Qualitätskonventionen als Anzeichen deuten, dass weitere Unternehmenstypen entstehen, die sich auf die Produktion bestimmter Arten von Konnektivität spezialisieren und diese produktbezogenen Qualitätskonventionen in Zusammenschaltungsdiskussionen einbringen. Zu denken ist an Netzbetreiber, die auf Basis der Konvention der Internet-Erfahrung speziell solche Konnektivität herstellen, wie sie für Gaming notwendig ist. (Ein Unternehmensziel könnte lauten, weltweit führender Gaming ISP zu werden.) Vorstellbar sind Netzbetreiber, die einer möglichen neuen Konvention nachgehen und hoch verlässliche Internet-Konnektivität herstellen, wie es sie für Kontrollsysteme braucht. Denkbar wären auch Netzbetreiber, die zwar globale Konnektivität, aber mit niedrigsten Bandbreiten herstellen wollen, wie es sie für die Schmalbandkommunikation vieler sogenannter Internet-of-things-Geräte benötigt. Oder Netzbetreiber, die sich auf Konnektivität für Live-Übertragungen spezialisieren. Szenarien wie diese erinnern an frühere Zeiten. In Prä-Internet-Zeiten war es normal, dass Netzarchitekturen auf bestimmte Anwendungszwecke hin optimiert waren –

etwa Kabelnetze für Fernsehen. Demgegenüber stellt das Internet qua Architektur ein Universalnetz dar, das keine Anwendung optimal bedient, sondern im Kern nur diejenigen Funktionen bereitstellt, die alle Anwendungen brauchen. Dennoch könnte eine zunehmende Pluralität produktbezogener Qualitätskonventionen auf ein zukünftiges Internet hindeuten, in dem Netzbetreiber differenzierte, konnektivitätsbasierte Produkte bereitstellen. Endnutzer*innen unbestimmte Konnektivität mit allen Endpunkten des Internets anzubieten, wäre dann nur noch ein Internet-Produkt unter mehreren.

Zuletzt sei die Frage adressiert, die in dieser Dissertation wie ein Elefant im Raum steht: Wenn in der Konnektivitätsökonomie Marktkoordination und Koproduktion nebeneinander existieren – was bedeutet das? Welche netzpolitischen Implikationen hat es? Zunächst bedeutet es, dass die analytischen Werkzeuge dieser Situation anzupassen sind. Netzbetreiber gehen aus diversen Gründen Peerings (und damit Koproduktionen) ein – die Kosten zu senken, ist nur einer davon. Verbesserung der Informationslage, Senkung von Latenz, mehr Kontrolle über die eigene Konnektivität, normative Vorstellungen über das Internet, persönliche Beziehungen, persönliche Expertise des Gegenübers – all dies sind weitere Gründe für Peering. Deshalb ist es wichtig, in der Betrachtung der Konnektivitätsökonomie davon wegzukommen, den Preis als einziges Kriterium für Zusammenschaltungen zu betrachten. Die Preise für Transit sinken seit Jahren, inzwischen teilweise unter die Kosten, die für Netzbetreiber durch Peering anfallen – und trotzdem wächst die Zahl der Internet Exchanges und Peerings weltweit. Das heißt, die Koproduktion von Konnektivität halten Netz-

betreiber aus anderen Gründen für rational. Die skizzierten Qualitätskonventionen bieten Zugänge in diese Rationalitäten. Zukünftige Modelle müssten das abbilden.

Darüber hinaus erscheint die Herstellung von Internet-Konnektivität per Marktkoordination oder Koproduktion nicht prinzipiell besser oder schlechter. Ohnehin wäre zu fragen: im Hinblick worauf? Doch weist die Koproduktion (mit Ausnahme der Realisierung von Zusammenschaltung per anonymer Route Server) mehr als die Marktkoordination ein Charakteristikum auf, das aus netzpolitischer Perspektive förderungswürdig erscheint: Es ist die Tatsache, dass die erforderliche Balancefindung beim Peering eine Art von Austausch zwischen Netzwerker*innen begünstigt. Diesen persönlichen Beziehungen entspringt die informelle Koordinationskapazität, die es Netzwerker*innen weltweit erlaubt, gemeinschaftlich auf unvorhergesehene Ereignisse und Krisen im Netzbetrieb zu reagieren. Koproduktion erhält den sozialen Klebstoff, der das Internet bisher trotz operativer Unsicherheiten immer wieder als Ganzes zusammengehalten hat. Solange die architekturbedingten Unsicherheiten im Internet nicht beseitigt sind, lohnt es sich daher mit Blick auf die Zukunft auf das Informelle zu achten. Es gilt Wege zu suchen, die Leistung der Netzwerker*innen-Community für die digital vernetzte Gesellschaft anzuerkennen, deren Nachwuchssorgen zu adressieren und den globalen Zusammenhalt zu stärken.

7 Literaturverzeichnis

- Ager, B. et al. (2012): Anatomy of a Large European IXP, in: ACM, 2012. *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2012 Conference on Applications, technologies, Architectures and Protocols for Computer Communication*, Helsinki, S. 163-175. DOI: 10.1145/2342356.2342393
- Akerlof, G.A. (1970): The market for „lemons“: Quality uncertainty and the market mechanism. *Quarterly journal of Economics*, 84(3), S. 488-500. DOI: 10.2307/1879431
- Anwar, R. et al. (2015): Investigating interdomain routing policies in the wild, in: ACM, 2015. *Proceedings of the 2015 Internet Measurement Conference*, Tokyo, Japan, S. 71-77. DOI: 10.1145/2815675.2815712
- Armstrong, M. (2001): Network interconnection in telecommunications. *The Economic Journal*, 108(448), S. 545-564. DOI: 10.1111/1468-0297.00304
- Armstrong, M. (2006): Competition in two-sided markets. *The RAND Journal of Economics*, 37(3), S. 668-691. DOI: 10.1111/j.1756-2171.2006.tb00037.x
- Aspers, P. (2008): Order in garment markets. *Acta Sociologica*, 51(3), S. 187-202. DOI: 10.1177/0001699308094165
- Aspers, P. (2011): *Markets*. Cambridge, UK: Polity Press.
- Baake, P. und Wichmann, T. (1999): On the economics of internet peering. *Netnomics: Economic Research and Electronic Networking*, 1(1), S. 89-105. DOI: 10.1023/A:1011449721395
- Bajpai, V. und Schönwälder, J. (2015): A survey on internet performance measurement platforms and related standardization efforts. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(3), S. 1313-1341. DOI: 10.1109/COMST.2015.2418435
- Bates, T., Smith, P. und Huston, G. (2014): CIDR Report. [online] <https://web.archive.org/web/20181021081405/https://www.cidr-report.org/as2.0/> [21.10.2018].
- Beckert, J. (1996): What is sociological about economic sociology? Uncertainty and the embeddedness of economic action. *Theory and Society*, 25(6), S. 803-840. DOI: 10.1007/BF00159817
- Berger, P.L. und Luckmann, T. (1966): *The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge*. Penguin UK.
- Biggart, N.W. und Beamish, T.D. (2003): The economic sociology of conventions: Habit, custom, practice, and routine in market order. *Annual Review of Sociology*, 29(1), S. 443-464. DOI: 10.1146/annurev.soc.29.010202.100051

- Bijker, W.E. (2006): Why and how technology matters, in: Goodin, R.E. und Tilly, C. (Hrsg.), *Oxford Handbook of Contextual Political Analysis*. Oxford University Press Oxford, S. 681-706. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199270439.003.0037
- Binswanger, H.C. (2013): The Difference Between Market and Barter: Money and the Making of Markets. In: *The Growth Spiral: Money, Energy, and Imagination in the Dynamics of the Market Process*. Berlin: Springer, S. 9-13. DOI: 10.1007/978-3-642-31881-8_2
- BITAG (2014): Interconnection and Traffic Exchange on the Internet, [online] https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID2701492_code2488292.pdf?abstractid=2701492&mirid=1 [18.11.2018].
- Bogner, A. und Menz, W. (2002): Das theoriegenerierende Experteninterview, in: Bogner, A., Littig, B. und Menz, W. (Hrsg.), *Das Experteninterview: Theorie, Methoden, Anwendungsfelder*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 33-70. DOI 10.1007/978-3-322-93270-9_2
- Bogusz, T. (2013): Was heißt Pragmatismus? Boltanski meets Dewey. *Berliner Journal für Soziologie*, 23(3-4), S. 311-328. DOI 10.1007/s11609-013-0226-3
- Boisard, P. (2003): *Camembert: A National Myth*. University of California Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1467222700013562>
- Boltanski, L. und Thévenot, L. (1999): The sociology of critical capacity. *European Journal of Social Theory*, 2(3), S. 359-377. DOI: 10.1177/136843199002003010
- Boltanski, L. und Thévenot, L. (2006): *On Justification: Economies of Worth*. Princeton: Princeton University Press.
- Boltanski, L. und Thévenot, L. (2007): *Über die Rechtfertigung: Eine Soziologie der kritischen Urteilskraft*. Hamburg: Hamburger Edition.
- Braman, S. (2016): Instability and internet design. *Internet Policy Review*, 5(3), S. 1-18. DOI: 10.14763/2016.3.429
- Braun, V. und Clarke, V. (2006): Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), S. 77-101. DOI: 10.1191/1478088706qp0630a
- Brueckner, J.K. (2003): International airfares in the age of alliances: The effects of codesharing and antitrust immunity. *Review of Economics and Statistics*, 85(1), S. 105-118. 10.1162/003465303762687749
- Bunz, M. (2009): *Vom Speicher zum Verteiler: die Geschichte des Internet*. 2 Berlin: Kulturverlag Kadmos.
- Callon, M. (1998): *The laws of the markets*. Oxford; Malden, MA: Wiley-Blackwell. DOI 10.1111/j.1467-954X.1998.tb03468.x
- Callon, M. (2006): What does it mean to say that economics is performative? *Centre de Sociologie de l'Innovation Ecole des Mines de Paris Working Papers Series, Nr 5*. Centre

de sociologie de l'innovation. <https://pdfs.semanticscholar.org/16ba/9b2a7c310286652b6f4f1c10f421934d7070.pdf>

Callon, M., Méadel, C. und Rabeharisoa, V. (2002): The economy of qualities. *Economy and Society*, 31(2), S. 194-217. DOI 10.1080/03085140220123126

Castells, M. (2001): *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft: Teil 1 der Trilogie Das Informationszeitalter*. 1 Opladen: Leske + Budric. DOI 10.1007/978-3-322-97534-8

Chang, H. und Willinger, W. (2006): Difficulties measuring the Internet's AS-level ecosystem, in: 40th Annual Conference on Information Sciences and Systems, 2006. Princeton, NJ, USA, S. 1479-1483. DOI: 10.1109/CISS.2006.286698

Chatzis, N. et al. (2013): On the importance of Internet eXchange Points for today's Internet ecosystem. *Cornell University Library, arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/1307.5264>

Choi, J.P., Jeon, D.-S. und Kim, B.-C. (2015): Net neutrality, business models, and internet interconnection. *American Economic Journal: Microeconomics*, 7(3), S. 104-141. DOI: 10.1257/mic.20130162

Claffy, K.C. und Clark, D.D. (2016): Adding enhanced services to the internet: Lessons from history. *Journal of Information Policy*, 6(1), S. 206-251. DOI:10.1145/52325.52356

Claffy, K.C. et al. (2016): Policy challenges in mapping Internet interdomain congestion, in: TPRC 44, 2016. *The 44th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy*, Washington DC, S. 1-28. DOI: 10.2139/ssrn.2756868

Clark, D.D. et al. (2014): Measurement and Analysis of Internet Interconnection and Congestion, in: TPRC 42, 2014. *The 42nd Research Conference on Communication, Information and Internet Policy*, Washington DC, S. 1-16. DOI: 10.2139/ssrn.2417573

Clark, D.D., Lehr, W.H. und Bauer, S. (2016): Interconnection in the Internet: peering, interoperability and content delivery, in: Bauer, J.M. und Latzer, M. (Hrsg.), *Handbook on the Economics of the Internet*. Edward Elgar Publishing, S. 344-362. DOI: 10.4337/9780857939852.00024

Clark, D.D. (2016a): The contingent internet. *Daedalus*, 145(1), S. 9-17. DOI: 10.1162/daed_a_00361

Clark, D.D. (2016b): Designs for an Internet, Draft version V 2.0. Unpublished.

Clark, D.D. et al. (2006): Overlay networks and the future of the internet. *Communications and Strategies*, 63(3rd quarter), S. 1-21. DOI: 10.1.1.208.439

Clark, D.D., Lehr, W. und Bauer, S. (2011): Interconnection in the Internet: the policy challenge, in: TPRC 39, 2011. *The 39th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy*, Washington DC, S. 1-24.

Cohen, A.P. (1985): *Symbolic Construction of Community*. Reprint. London and New York: Routledge. 2001.

- Crawford, S. (2013): *Captive Audience: The Telecom Industry and Monopoly Power in the New Gilded Age*. New Haven and London: Yale University Press.
- Dainotti, A., Pescape, A. und Claffy, K.C. (2012): Issues and future directions in traffic classification. *IEEE Network*, 26(1), S. 35-40. DOI: 10.1109/MNET.2012.6135854
- De Filippi, P. (2013): Law of the cloud: On the supremacy of the user interface over copyright law. *Internet Policy Review*, 2(3), S. 1-6. DOI 10.14763/2013.3.175
- Degezelle, W. (2015): Best Practices Forum on Internet exchange points (IXPs). Enabling Environments to Establish Successful IXPs, [online] http://www.intgovforum.org/multilingual/index.php?q=filedepot_download/3408/442 [1.12.2018].
- Deibert, R. et al. (2014): Ethics Feedback Panel for Networking and Security. [online] <https://web.archive.org/web/20170531132312/https://www.ethicalresearch.org/efp/netsec/> [16.12.18].
- DeNardis, L. (2009): *Protocol Politics: The Globalization of Internet Governance*. Cambridge, MA: MIT Press. DOI: 10.7551/mitpress/9780262042574.001.0001
- DeNardis, L. (2010): The emerging field of Internet governance. *Yale Information Society Project Working Paper Series*. Yale Information Society Project; Yale Law School. DOI: 10.2139/ssrn.1678343
- DeNardis, L. und Musiani, F. (2016): Governance by Infrastructure, in: Musiani, F., Coghurn, D.L. und DeNardis, L. (Hrsg.), *The Turn to Infrastructure in Internet Governance*. New York: Palgrave Macmillan, S. 3-21. DOI: 10.1057/9781137483591_1
- Dhamdhere, A., Dovrolis, C. und Francois, P. (2010): A value-based framework for internet peering agreements, in: ITC 22, 2010. *22nd International Teletraffic Congress*, Amsterdam, S. 1-8. <http://www.cc.gatech.edu/~dovrolis/Papers/final-amogh-value-peering-ITC10.pdf>
- Diaz-Bone, R. (2008): Quality conventions as structuring principles in markets, in: Humboldt Universität, 2008. *Relational sociology: Transatlantic impulses for the social sciences*, Berlin, S. 1-13. <http://www.relational-sociology.de/diazbone.pdf>
- Diaz-Bone, R. (2009): Konvention, organisation und institution. Der institutionentheoretische Beitrag der „économie des conventions“. *Historical Social Research*, 34(2), S. 235-264. DOI: 10.12759/hsr.34.2009.2.235-264
- Diaz-Bone, R. (2011): The methodological standpoint of the “économie des conventions“. *Historical Social Research/Historische Sozialforschung*, S. 43-63.
- Diaz-Bone, R. (2014): Methodological positionings and perspectives: Comparing economics of convention with the institutional logics approach. *Journal of Management Inquiry*, 23(3), S. 324-327. DOI: 10.1177/1056492613517465
- Diaz-Bone, R. (2015): *Die „Economie des conventions“: Grundlagen und Entwicklungen der neuen französischen Wirtschaftssoziologie*. Wiesbaden: Springer VS. DOI: 10.1007/978-3-531-93409-9

Diaz-Bone, R. (2018): *Die „Economie des conventions“: Grundlagen und Entwicklungen der neuen französischen Wirtschaftssoziologie*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer VS. DOI: 10.1007/978-3-658-21062-5

Diaz-Bone, R. und Salais, R. (2011): Economics of convention and the history of economies. Towards a transdisciplinary approach in economic history. *Historical Social Research/Historische Sozialforschung*, S. 7-39.

Diaz-Bone, R. und Thévenot, L. (2010): Die soziologie der Konventionen. Die Theorie der Konventionen als ein Zentraler Bestandteil der neuen Französischen Sozialwissenschaften. *Trivium*, 5(k.A.), S. 1-20. <http://journals.openedition.org/trivium/3557>

Dijk, J.V. (2013): *The Culture of Connectivity: A Critical History of Social Media*. 1 Oxford: Oxford University Press. DOI:10.1093/acprof:oso/9780199970773.001.0001

Dobusch, L. und Kapeller, J. (2012): Heterodox united vs. Mainstream city? Sketching a framework for interested pluralism in economics. *Journal of Economic Issues*, 46(4), S. 1035-1058. DOI: 10.2753/jei0021-3624460410

Dobusch, L. und Kapeller, J. (2013): Diskutieren statt Ignorieren: Eckpfeiler für interessierten Pluralismus in der Ökonomie, in: Der Öffentliche Sektor - The Public Sector, Technische Universität Wien, 2013. *Stadt privat? IFIP-Jahrestagung 2013*, Wien, S. 37-41. <https://oes.tuwien.ac.at/download/pdf/423709?name=Dobusch%20Leonhard%20Kapeller%20Jakob%20Diskutieren%20statt%20Ignorieren%20Eckpfeiler%20of%20C3%BCr%20inte>

Dobusch, L. und Schüßler, E. (2013): Theorizing path dependence: A review of positive feedback mechanisms in technology markets, regional clusters, and organizations. *Industrial and Corporate Change*, 22(3), S. 617-647. DOI: 10.1093/icc/dts029

Economides, N. (2005): The Economics of The Internet Backbone, in: Cave, M., Majumdar, S.K. und Vogelsang, I. (Hrsg.), *Handbook of Telecommunications Economics: Technology Evolution and the Internet*. 2. Auflage. Amsterdam and Boston: Elsevier, S. 375-410. DOI: 10.1016/S1569-4054(05)02009-9

Emerson, R.M., Fretz, R.I. und Shaw, L.L. (2011): *Writing ethnographic fieldnotes*. Chicago: The University of Chicago Press.

Evans, P. (1995): *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*. Princeton (NJ): Princeton University Press.

Eymard-Duvernay, F. et al. (2003): Values, Coordination and Rationality: The Economy of Conventions or The Time of Reunification in the Economic, Social and Political Sciences, in: Paris School of Economics, 2003. *Conventions et institutions: approfondissements théoriques et contributions au débat politique*, Paris, S. 1-28. <http://www.paris-schoolofeconomics.com/orlean-andre/depot/publi/ART2004tVALU.pdf>

Favereau, O., Biencourt, O. und Eymard-Duvernay, F. (2002): Where do markets come from? From (quality) conventions!, in: Lazega, E. und Favereau, O. (Hrsg.), *Conventions and Structures in Economic Organization. Markets, Networks and Hierarchies*. Chelten-

ham and Northampton (MA): Edward Elgar, S. 213-252. DOI: 10.4337/9781781952863.00014

Feamster, N. (2016): Revealing Utilization at Internet Interconnection Points, in: TPRC 44, 2016. *The 44th Research Conference on Communication, Information and Internet Policy 2016*, Washington DC, S. 1-10. DOI: 10.2139/ssrn.2756888

Feldmann, A. (2013): On the Importance of Internet eXchange Points for Today's Internet Ecosystem. Video. Berkeley: International Computer Science Institute. <http://youtu.be/LjR9x5Vc3S4> [1.12.2018]

Filippi, P.D. und Wright, P.A. (2018): *Blockchain and the Law: The Rule of Code*. Harvard: Harvard University Press.

Flick, U. (2007): *Qualitative Sozialforschung*. Reinbek: Rowohlt.

Flick, U. (2014): *An introduction to qualitative research*. 5. Ausgabe. London: Sage.

Frankenberg, R. (1966): *Communities in Britain: social life in town and country*. Harmondsworth: Penguin Books.

Frischmann, B.M. (2012): *Infrastructure: The Social Value of Shared Resources*. New York: Oxford University Press. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199895656.001.0001

Garste, C. und Thedvall, R. (2014): Transparency by proxy: Knowledge, indicators, and legitimacy in market practice, in: Stockholm University and Stockholm School of Economics, 2014. *SCORE International Conference on Organizing Markets*, Stockholm, S. 1-16.

Gibson, J.J. (1986): *The Ecological Approach to Visual Perception*. Hove: Psychology Press, Taylor & Francis.

Giddens, A. (1984): *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*. Cambridge: Polity Press (1986).

Gill, P., Schapira, M. und Goldberg, S. (2014): A survey of interdomain routing policies. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 44(1), S. 28-34. DOI: 10.1145/2567561.2567566

Goodman, L.A. (1961): Snowball sampling. *The Annals of Mathematical Statistics*, 32(1), S. 148-170. 10.1214/aoms/1177705148

Granovetter, M. (1985): Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *The American Journal of Sociology*, 91(3), S. 481-510.

Gupta, A. et al. (2014a): Peering at the internets frontier: A first look at isp interconnectivity in africa, in: Springer-Verlag, 2014a. *15th International Conference on Passive and Active Measurement*, Los Angeles (CA), S. 204-213.

Gupta, A. et al. (2014b): Sdx: A software defined internet exchange. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review - SIGCOMM'14*, 44(4), S. 551-562. DOI: 10.1145/2740070.2626300

- Haas, P.M. (1992): Introduction: Epistemic communities and international policy coordination. *International organization*, 46(1), S. 1-35.
- Hall, C. et al. (2013): Resilience of the Internet Interconnection Ecosystem, in: Springer, 2013. *Economics of Information Security and Privacy III*, S. 119-148.
- Hall, C. et al. (2011): Inter-X: Resilience of the Internet Interconnection Ecosystem, [online] https://www.enisa.europa.eu/publications/interx-report/at_download/fullReport [1.12.2018].
- Hall, P. und Taylor, R.C.R. (1996): Political science and the three new institutionalisms. *Political Studies*, 44(5), S. 936-957. DOI: 10.1111/j.1467-9248.1996.tb00343.x
- Hau, T. und Brenner, W. (2009): Price setting in two-sided markets for internet connectivity, in: Springer, 2009. *6th International Workshop on Internet Charging and QoS Technologies ICQT 2009*, Aachen, S. 61-71. DOI: 10.1007/978-3-642-01796-4_7
- Hau, T., Burghardt, D. und Brenner, W. (2011): Multihoming, content delivery networks, and the market for internet connectivity. *Telecommunications Policy*, 35(6), S. 532-542. DOI: 10.1016/j.telpol.2011.04.002
- Humphrey, C. (1985): Barter and economic disintegration. *Man New Series*, 20(1), S. 48-72.
- Humphrey, C. und Hugh-Jones, S. (2012): *Barter, Exchange and Value: An Anthropological Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Huston, G. (2013): Network service models. *The Internet Protocol Journal*, 16(2), S. 2-13.
- Huston, G. (2017): BGP in 2016. [online] APNIC. <https://web.archive.org/save/https://blog.apnic.net/2017/01/27/bgp-in-2016/> [16.12.2018].
- Huston, G. (2016): The death of transit? [online] APNIC. <https://blog.apnic.net/2016/10/28/the-death-of-transit/> [1.12.2018].
- Huston, G. (2018): The 32-bit AS Number Report. [online] <https://web.archive.org/web/20181208073136/https://www.potaroo.net/tools/asn32/>
- Hutchins, E. (1995): *Cognition in the wild*. Cambridge (MA): MIT Press.
- IANA (2018): Border Gateway Protocol (BGP) Parameters. [online] Internet Assigned Numbers Authority. <https://web.archive.org/web/20181216131226/https://www.iana.org/assignments/bgp-parameters/bgp-parameters.xhtml> [16.12.2018].
- Iatrou, K. und Alamdari, F. (2005): The empirical analysis of the impact of alliances on airline operations. *Journal of Air Transport Management*, 11(3), S. 127-134. DOI: 10.1016/j.jairtraman.2004.07.005
- ITU (2017): Facts and Figures ICT 2017, [online] <https://web.archive.org/web/20181201015143/https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2017.pdf>

Jackson, S.J. et al. (2007): Understanding infrastructure: History, heuristics and cyberinfrastructure policy. *First Monday*, 12(6), S. 1-8. <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/1904/1786>

Kende, M. (2000): The Digital Handshake: Connecting Internet Backbones. *OPP Working Paper No 32*. Washington DC: Federal Communications Commission. https://www.fcc.gov/Bureaus/OPP/working_papers/oppwp32.pdf

Knight, F.H. (1921): *Risk, uncertainty and profit*. New York: Kelley, 1964.

Knoll, L. (2013a): Die bewältigung wirtschaftlicher unsicherheit. Zum pragmatismus der soziologie der konventionen. *Berliner Journal für Soziologie*, 23(3-4), S. 367-387. DOI: 10.1007/s11609-013-0232-5

Knoll, L. (2013b): Justification, conventions, and institutions in economic fields. *Economic Sociology - European Electronic Newsletter*, 14(2), S. 39-45.

Knoll, L. (2017a): Ökonomie der Konventionen, in: Maurer, A. (Hrsg.), *Handbuch der Wirtschaftssoziologie*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 151-162. DOI: 10.1007/978-3-531-19907-8

Knoll, L. (2017b): World Polity in der Krise? Eine Diskussion aus der Perspektive der Soziologie der Kritik mit einem besonderen Fokus auf die Frage der „Geschlechtergerechtigkeit“, in: Funder, M. (Hrsg.), *Neo-Institutionalismus-Revisited*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, S. 97-122.

Knoll, L. (2017c): World Polity in der Krise? Eine Diskussion aus der Perspektive der Soziologie der Kritik mit einem besonderen Fokus auf die Frage der „Geschlechtergerechtigkeit“, in: Funder, M. (Hrsg.), *Neo-Institutionalismus - Revisited*. Baden-Baden: Nomos, S. 97-122. DOI: 10.5771/9783845273785-97

Knorr Cetina, K. (2014): Scopic media and global coordination: the mediatization of face-to-face encounters, in: Lundby, K. (Hrsg.), *Mediatization of communication*. Berlin: de Gruyter, S. 39-62.

Knorr Cetina, K. (2015): What is a Financial Market? Global Markets as Media-Institutional Forms, in: Aspers, P. und Dodd, N. (Hrsg.), *Re-Imagining Economic Sociology*. Oxford: Oxford University Press, S. 103-124.

Knorr-Cetina, K. und Bruegger, U. (2002): Global microstructures: The virtual societies of financial markets. *American Journal of Sociology*, 107(4), S. 905-950. DOI: 10.1086/341045

Korzybski, A. (1933): *Science And Sanity. An Introduction to Non-Aristotelian Systems And General Semantics*. 5. Auflage. New York: Institute of General Semantics, 1994.

Kramer, J. und Wiewiorra, L. (2012): Network neutrality and congestion sensitive content providers: Implications for content variety, broadband investment, and regulation. *Information Systems Research*, 23(4), S. 1303-1321. DOI: 10.1287/isre.1120.0420

- Kranzberg, M. (1986): Technology and history: „kranzberg's laws“. *Technology and Culture*, 27(3), S. 544-560.
- Krippner, G.R. (2002): The elusive market: Embeddedness and the paradigm of economic sociology. *Theory and Society*, 30(6), S. 775-810. DOI: 10.1023/A:1013330324198
- Kurose, J.F. und Ross, K.W. (2013): Computer networks and the internet, in: Kurose, J.F. und Ross, K.W. (Hrsg.), *Computer networking. A top-down approach*. 6. Auflage. New Jersey: Pearson Education, S. 1-82.
- Labovitz, C. (2013): Massive ongoing changes in content distribution. Video. New York: Content Delivery Summit. <http://bcove.me/mho16k37> [16.10.2014]
- Labovitz, C. et al. (2010): Internet inter-domain traffic. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 40(4), S. 75-86. DOI: 10.1145/1851275.1851194
- Laffont, J.J. (2008): Externalities, in: Palgrave (Hrsg.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. London: Palgrave Macmillan, S. 1-4. DOI: 10.1057/978-1-349-95121-5_126-2
- Laffont, J.-J. et al. (2003): Internet interconnection and the off-net-cost pricing principle. *RAND Journal of Economics*, S. 370-390. DOI: 10.2139/ssrn.340620
- Lamnek, S. und Krell, C. (2016): *Qualitative Sozialforschung*. 6. Auflage. Basel: Beltz.
- Lamont, M. und Thévenot, L. Hrsg., (2000): *Rethinking comparative cultural sociology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J. und Wenger, E. (1991): *Situated Learning*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9780511815355
- Lee, F.S. (2011): The pluralism debate in heterodox economics. *Review of Radical Political Economics*, 43(4), S. 540-551. DOI: 10.1177/0486613411402643
- Lessig, L. (2006): *Code*. 2. Auflage. New York: Basic Books.
- Li, F. et al. (2016): Classifiers unclassified: An efficient approach to revealing IP traffic classification rules, in: ACM, 2016. *ACM Internet Measurement Conference 2016*, Los Angeles, S. 239-245. DOI: 10.1145/2987443.2987464
- Liebenau, J., Elaluf-Calderwood, S. und Kärrberg, P. (2013): European internet traffic: problems and prospects of growth and competition, [online] http://eprints.lse.ac.uk/50930/1/__Libfile_repository_Content_Liebenau,%20J_Liebenau_European_%20internet_%20traffic_2013_Liebenau_European_%20internet_%20traffic_2013_author.pdf [1.12.2018].
- Lippert, S. und Spagnolo, G. (2008): Internet peering as a network of relations. *Telecommunications policy*, 32(1), S. 33-49. DOI: 10.1016/j.telpol.2007.11.004
- Lodhi, A.H. (2014): *The Economics of internet peering interconnections*. Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology.

- Ma, R.T. et al. (2010): Internet economics: The use of shapley value for ISP settlement. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 18(3), S. 775-787. DOI: 10.1109/tnet.2010.2049205
- Ma, R.T.B. et al. (2011): On cooperative settlement between content, transit, and eyeball internet service providers. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 19(3), S. 802-815. 10.1109/tnet.2010.2089533
- MacKenzie, D., Muniesa, F. und Siu, L. Hrsg., (2008): *Do economists make Markets? On the performativity of economics*. Princeton und Oxford: Princeton University Press.
- Madory, D. (2018): BGP hijack of Amazon DNS to steal crypto currency. [online] Oracle Dyn. <https://dyn.com/blog/bgp-hijack-of-amazon-dns-to-steal-crypto-currency/> [9.12.2018].
- Maia, O.B., Yehia, H.C. und Errico, L.D. (2014): A concise review of the quality of experience assessment for video streaming. *Computer Communications*, S. 1-12. DOI: 10.1016/j.comcom.2014.11.005
- Mathew, A.J. (2014): *Where in the world is the internet? Locating political power in internet infrastructure*. Ph.D. Dissertation, University of California.
- McKnight, L.W. und Bailey, J.P. Hrsg., (1998): *Internet economics*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Meier-Hahn, U. (2015): Creating connectivity: Trust, distrust and social microstructures at the core of the internet, in: TPRC 43, 2015. *43rd Research Conference on Communications, Information and Internet Policy*, Washington DC, S. 1-32. DOI: 10.2139/ssrn.2587843
- Meier-Hahn, U. (2016): Exploring the regulatory conditions of internet interconnection--A survey among internet interconnection professionals. *HIIG Discussion Paper Series, Nummer 2016-03*. Berlin: Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft. DOI: 10.2139/ssrn.2740312
- Meier-Hahn, U. (2017a): The secrets of de-peering. [online] RIPE Labs. https://labs.ripe.net/Members/uta_meier_hahn/the-secrets-of-de-peering [16.12.2018].
- Meier-Hahn, U. (2017b): When internet interconnection trouble occurs, immediate coordination kicks in. [online] Internet Policy Review. <https://policyreview.info/articles/news/when-internet-interconnection-trouble-occurs-immediate-coordination-kicks/713> [1.12.2018].
- Minar, D.W. und Greer, S.A. (1969): *The Concept of Community*. Chicago: Aldine Pub. Co.
- MLAB (2014): ISP Interconnection and its impact on consumer internet performance: A Measurement Lab Consortium technical report, [online] <https://www.measurementlab.net/publications/isp-interconnection-impact.pdf> [1.12.2018].

- Morrish, S.C. und Hamilton, R.T. (2002): Airline alliances—who benefits. *Journal of Air Transport Management*, 8(6), S. 401-407. DOI: 10.1016/S0969-6997(02)00041-8
- Motamedi, R. et al. (2015): On the geography of X-connects. *Technical Report CIS-TR-2014-02*. Oregon: University of Oregon. <https://pdfs.semanticscholar.org/155f/679847c53c9b127e5c2dd97f60cf5316adc6.pdf>
- Mueller, M., Kuerbis, B. und Asghari, H. (2013): Dimensioning the elephant: An empirical analysis of the ipv4 number market. *info*, 15(6), S. 6-18. DOI: 10.1108/info-07-2013-0039
- Mützel, S. (2013): On coordination: Stories and meaning making in markets. *Economic Sociology - European Electronic Newsletter*, 14(2), S. 4-9.
- Nagy, P. und Neff, G. (2015): Imagined affordance: Reconstructing a keyword for communication theory. *Social Media + Society*, 1(2), S. 205630511560338. DOI: 10.1177/2056305115603385
- Norton, W.B. (2012): *The Internet Peering Playbook: Connecting to the Core of the Internet*. 2. Auflage. Palo Alto (CA): DrPeering Press.
- Norton, W.B. (2015): What are the historical transit pricing trends? [online] DrPeering International. <https://web.archive.org/web/20181208181206/http://drpeering.net/FAQ/What-are-the-historical-transit-pricing-trends.php>
- Oram, A. (2005): Can we still say that nobody owns the Internet? [online] O'Reilly. http://archive.oreilly.com/pub/post/can_we_still_say_that_nobody_o.html
- Organisation for Economic Co-Operation and Development, O.E.C.D. (2004): Access pricing in telecommunications, [online] DOI: 10.1787/9789264105942-en [1.12.2018].
- Ostrom, E. (1996): Crossing the great divide: Coproduction, synergy, and development. *World Development*, 24(6), S. 1073-1087. DOI: 10.1016/0305-750x(96)00023-x
- Papacharissi, Z. Hrsg., (2011): *A Networked Self: Identity, community, and culture on Social Network Sites*. New York: Routledge.
- Patel, K. et al. (2014): RFC 7313: Enhanced route refresh capability for BGP-4, [online] <https://tools.ietf.org/html/rfc7313> [2018-12-09].
- Pathan, A.-M.K. und Buyya, R. (2007): A taxonomy and survey of content delivery networks. *Technical Report, GRIDS-TR-2007-4*. Melbourne: Grid Computing and Distributed Systems Laboratory.
- Patton, M.Q. (1990): *Qualitative evaluation and research methods*. 2. Auflage. Thousand Oaks (CA): SAGE.
- PCH (2018): Internet Exchange Directory. [online] Packet Clearing House. <https://web.archive.org/web/20181209082917/https://www.pch.net/ixp/dir> [2018-09-30].
- Polanyi, K. (1944): *The great transformation: The political and economic origins of our time*. 2. Auflage Beacon Press (2001).

- Postel, J. (1981): RFC 791: Internet Protocol, [online] <https://tools.ietf.org/html/rfc791>
- Rallet, A. und Motlow, D. (1995): Convention theory and economics. *Réseaux The French journal of communication*, 3(2), S. 167-186.
- Rebatta, A. (2018): End-User traffic rising, more traffic migrating to private networks. [online] TeleGeography. <https://web.archive.org/web/20181208080228/https://blog.telegeography.com/end-user-traffic-rising-more-traffic-migrating-to-private-networks>
- Reichertz, J. (2013): Abduktion, Deduktion und Induktion in der qualitativen Forschung, in: Flick, U., von Kardorff, E. und Steinke, I. (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. 10. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, S. 276-286.
- (2006): RFC 4271: A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4), [online] <https://tools.ietf.org/html/rfc4271>
- Richter, P. et al. (2014): Peering at peerings: On the role of IXP route servers, in: ACM, 2014. *2014 Internet Measurement Conference*, Vancouver, S. 31-44. DOI: 10.1145/2663716.2663757
- Robbins, L. (1932): *An essay on the nature and significance of economic science*. 2. überarbeitete Auflage. London: Macmillan, 1945.
- Rochet, J.-C. und Tirole, J. (2006): Two-sided markets: A progress report. *The RAND journal of economics*, 37(3), S. 645-667. DOI: 10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x
- Ryan, P.S. und Gerson, J. (2012): A primer on internet exchange points for policymakers and non-engineers. DOI: 10.2139/ssrn.2128103
- Salais, R. (2007): Die Ökonomie der Konventionen: Ein Einführung mit Anwendung auf die Arbeitswelt, in: Ganßmann, H., Diaz-Bone, R. und Beckert, J. (Hrsg.), *Märkte als soziale Strukturen*. Campus/Verlag, Frankfurt, S. 95-112.
- Salais, R. und Storper, M. (1992): The four 'worlds' of contemporary industry. *Cambridge Journal of Economics*, 16(2), S. 169-193. DOI: 10.1093/oxfordjournals.cje.a035199
- Scharpf, F.W. (1997): *Games real actors play: Actor-centered institutionalism in policy research (Theoretical Lenses on Public Policy)*. Boulder (CO): Westview.
- Schwartz-Shea, P. und Yanow, D. (2012): *Interpretive research design concepts and processes*. New York: Routledge.
- Shaikh, A. et al. (2012): Faculty panel discussion: Vision in heterodox economics. Video. New York: The New School. <https://www.youtube.com/watch?v=I-gPi18gpoc> [1.12.2018]
- Shakkottai, S. und Srikant, R. (2006): Economics of network pricing with multiple isps. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 14(6), S. 1233-1245. DOI: 10.1109/tnet.2006.886393
- Shapiro, C. und Varian, H.R. (1998): *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Cambridge (MA): Harvard Business Review Press.

Shy, O. (2001): *The economics of network industries*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Silvius, S. (2011): Internet Exchange Points. A closer look at the differences between continental Europe and the rest of the world, [online] <https://www.euro-ix.net/documents/894-ixp-research-pdf?download=yes> [1.12.2018].

Smith, A. (1776): *Wealth of nations: An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Hampshire: Harriman House (2007).

Sowell, J.H. (2015): *Finding order in a contentious Internet*. Ph.D. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.

Srinagesh, P. (1995): Internet cost structures and interconnection agreements. *The Journal of Electronic Publishing*, 1(1&2), S. DOI: 10.3998/3336451.0001.121

Star, S.L. (1999): The ethnography of infrastructure. *American Behavioral Scientist*, 43(3), S. 377-391.

Storper, M. und Salais, R. (1997): *Worlds of production: The action frameworks of the economy*. Cambridge (MA): Harvard University Press.

Swedberg, R. (2014): *The art of social theory*. Princeton und Oxford: Princeton University Press.

Sydow, J., Schreyögg, G. und Koch, J. (2009): Organizational path dependence: Opening the black box. *Academy of Management Review*, 34(4), S. 689-709. DOI: 10.5465/AMR.2009.44885978

Thévenot, L. (2001): Organized complexity: Conventions of coordination and the composition of economic arrangements. *European Journal of Social Theory*, 4(4), S. 405-425. DOI: 10.1177/1368431012225235

Thévenot, L., Moody, M. und Lafaye, C. (2000): Forms of valuing nature: arguments and modes of justification in French and American environmental disputes, in: Lamont, M. und Thevenot, L. (Hrsg.), *Rethinking comparative cultural sociology*. Cambridge: Cambridge University Press, S. 229-272. DOI: 10.1017/cb09780511628108.009

Valancius, V. et al. (2011): How many tiers?: Pricing in the internet transit market. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review - SIGCOMM*, 41(4), S. 194-205. DOI: 10.1145/2043164.2018459

Van Schewick, B. (2010): *Internet architecture and innovation*. Cambridge (MA): MIT Press.

Wagner, B. und Mindus, P. (2015): Multistakeholder governance and nodal authority - Understanding Internet Exchange Points. *NoC Internet Governance Case Studies Series*. Global Network of Interdisciplinary Internet & Society Research Centers. https://cihr.eu/wp-content/uploads/2015/01/Wagner_Mindus_IXPs_NoC1.pdf

- Werbach, K. (1997): Digital Tornado: The internet and telecommunications policy. *OPP Working Paper Series, Nummer 29*. Washington DC: Federal Communications Commission. Office of Plans and Policy. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a324075.pdf>
- Wheeler et al. (2015): Protecting and promoting the open internet. S.
- Whetten, D.A. (1989): What constitutes a theoretical contribution? *Academy of Management Review*, 14(4), S. 490-495.
- White, H.C. (1981): Where do markets come from? *American Journal of Sociology*, 87(3), S. 517-547.
- Woodcock, B. und Adhikari, V. (2011): Survey of characteristics of Internet carrier interconnection agreements, [online] <https://www.pch.net/resources/Papers/peering-survey/PCH-Peering-Survey-2011.pdf> [1.12.2018].
- Woodcock, B. und Frigino, M. (2016): 2016 Survey of internet carrier interconnection agreements, [online] <https://www.pch.net/resources/Papers/peering-survey/PCH-Peering-Survey-2016/PCH-Peering-Survey-2016.pdf> [1.12.2018].
- Wu, T. und Yoo, C. (2007): Keeping the internet neutral?: Tim Wu and Christopher Yoo debate. *Federal Communications Law Journal*, 59(3), S. 575-592.
- Xu, K. et al. (2004): On properties of Internet Exchange Points and their impact on as topology and relationship. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 3042(1), S. 284-295.
- Young, H.P. (1996): The economics of convention. *The Journal of Economic Perspectives*, S. 105-122.
- Zarnekow, R., Wulf, J. und von Bornstaedt, F. (2013): *Internetwirtschaft - Das Geschäft des Datentransports im Internet*. Berlin und Heidelberg: Springer Gabler. DOI: 10.1007/978-3-642-36687-1

8 Anhang

Anhang 1: Grundzüge der Funktionsweise von BGP

Das Border Gateway Protocol wirkt als kommunikatives Mittel, und es strukturiert die automatisierte, infrastrukturelle Kommunikation der Netzbetreiber untereinander. Um zu verstehen, wie dies geschieht, ist es erforderlich, sich einigen Details von BGP zuzuwenden.

Nachrichtenformate des BGP

Für den Austausch von Erreichbarkeitsinformationen zwischen Autonomen Systemen sieht das Border Gateway Protocol sogenannte Nachrichtenformate vor. Sie sind so etwas wie die Syntax der Routing-Sprache. Die Nachrichtenformate legen fest, wie die Kommunikation zwischen den Routern aufgebaut zu sein hat. Im Border Gateway Protocol (BGP) stehen fünf Arten von Nachrichtenformaten zur Verfügung:

1. Mit der OPEN-Nachricht eröffnet ein Router eine sogenannte Session mit einem direkt über die Netzwerkzugangsschicht erreichbaren BGP-Router.
2. Die UPDATE-Nachricht enthält die eigentlichen Routeninformationen für die Session zwischen zwei Routern.
3. Mit der NOTIFICATION-Nachricht benachrichtigen Router einander über Störungen oder sonstige Fehlfunktionen.
4. In der KEEPALIVE-Nachricht versichern Router einander in regelmäßigen Abständen, dass die Session weiterhin besteht.
5. Die ROUTE-REFRESH-Nachricht kann optional benutzt werden, um von einem verbundenen Router ein Update der in der Routing-Tabelle enthal-

tenen Erreichbarkeitsinformationen anzufordern .(vgl. Patel et al. 2014).

Was sich mit BGP mitteilen lässt, beschränkt sich auf diese fünf Nachrichtenformate. Will ein Netzbetreiber einem anderen darüber hinausgehende Informationen mitteilen, muss er dafür einen anderen Weg finden und ein anderes Medium benutzen.

Von besonderer Bedeutung im laufenden Betrieb ist die UPDATE-Nachricht. In ihr übermitteln Autonome Systeme einander, welche Wege ihnen zur Verfügung stehen, um IP-Pakete zum Ziel zu befördern. Sobald sie mit der OPEN-Nachricht eine Session miteinander aufgebaut haben, senden Border Router einander UPDATE-Nachrichten. In einer UPDATE-Nachricht teilt ein Router seinen Nachbar-Routern zwei Dinge mit: erstens, welche Ziele er für diese erreichen kann, und zweitens, wie der Weg dorthin beschaffen ist.^{213, 214, 215} Die UPDATE-Nachricht besteht insofern aus Informationspaaren: zu welchen IP-Adressbereichen einem Router Pfade bekannt sind und welche Eigenschaften diese Pfade haben. Das Ziel ist in BGP dargestellt als Gruppe von IP-Adressen, der zugehörige Pfad als Liste von AS-Nummern. In UPDATE-Nachrichten

213.RFC 4271 definiert eine Route als “unit of information that pairs a set of destinations with the attributes of a path to those destinations. The set of destinations are systems whose IP addresses are contained in one IP address prefix carried in the Network Layer Reachability Information (NLRI) field of an UPDATE message. The path is the information reported in the path attributes field of the same UPDATE message.” (Rekther et al. 2006)

214.Die IANA hat 30 Pfad-Attribute für das Border Gateway Protocol definiert. Drei davon sind verpflichtend, alle anderen optional : (vgl. IANA 2018).

215.Diese Bereiche von IP-Adressen entsprechen im Regelfall Autonomen Systemen, was aber für den Router keine Bedeutung hat.

übermitteln Router einander auch, wenn sie vormals annoncierte Routen zurückziehen und der vorher signalisierte Weg zum Ziel nicht mehr verfügbar ist.

Pfadattribute in der BGP-Update-Nachricht

Die Beschaffenheit des Pfades in der UPDATE-Nachricht charakterisiert BGP mit standardisierten Attributen. Aus diesen Attributen wird zum Beispiel erkennbar, über wie viele AS ein Pfad führt und welche das sind. Diese Attribute dienen dem Router als Parameter, anhand derer er die erhaltene Wege-Information verarbeitet. Drei Pflichtattribute müssen in jeder UPDATE-Nachricht enthalten sein: ORIGIN, AS_PATH und NEXT_HOP. Viele weitere sind optional.

- ORIGIN gibt den Herkunftstyp einer Route an. Daraus lässt sich ablesen, auf welchem Weg die Routeninformation initial in das BGP eingespeist wurde – etwa von einem internen Router oder von dem Border Router eines anderen Autonomen Systems.
- AS_PATH enthält eine Liste der Autonomen Systeme, welche die Routeninformation laut dem Absender der UPDATE-Nachricht durchlaufen haben soll. Aus dem AS_PATH-Attribut lässt sich also ablesen, welche Autonomen Systeme die Pfad-Angabe weitergegeben (Fachjargon: propagated) haben sollen. Das ist zum Beispiel wichtig, um Schleifen zu vermeiden. Entdeckt ein Router die Kennung des eigenen Autonomen Systems im Pfad, kann er die Routenangabe verwerfen, weil sonst eine Schleife entstehen würde. Die

durchschnittliche Pfadlänge betrug zwischen 2010 und 2016 zwischen fünf und sechs für IPv4 und drei und vier für IPv6 (Huston 2017).

- `NEXT_HOP` gibt an, welche IP-Adresse die nächste auf dem Weg zum Ziel sein wird. Beim Routing zwischen Autonomen Systemen ist das standardmäßig die IP-Adresse des Routers, der die UPDATE-Nachricht aussendet/ausgesendet hat.
- `LOCAL_PREF` ist ein optionales Attribut, weil es nur in solchen UPDATE-Nachrichten verwendet wird, die die Router **innerhalb** eines Autonomen Systems einander senden. Es enthält sensible Informationen. Mit `LOCAL_PREF` kann ein Netzbetreiber nämlich bestimmen, welche Pfade der eigene Router bei der Weiterleitung von Datenverkehr bevorzugen soll und welche verfügbaren Pfade er vorzugsweise an Router benachbarter AS annonciieren soll. Dafür werden mit `LOCAL_PREF` empfangene Pfade anhand bestimmter Kriterien gruppiert. Diese Gruppen von Pfaden lassen sich dann mit einer Gewichtung versehen. Wenn der Router für ausgehende Datenpakete den nächsten Hop bestimmen muss, zieht er hoch gewichtete Pfade gegenüber anderen vor.²¹⁶ Mit anderen Worten: `LOCAL_PREF` erlaubt Traffic Management für ausgehenden Datenverkehr. Es dient Netzwerk-Ingenieuren als Steuerungsinstrument.

Die folgende Tabelle zeigt eine vereinfachte, kommentierte BGP-UPDATE-Nachricht.

216. Die Routing Policy speichern Netzbetreiber im Router in einer sogenannten Policy Information Base (PIB).

Border Gateway Protocol UPDATE Message	Kommentar
Path attributes	Eigenschaften des Pfades
ORIGIN: IGP	Herkunft der Routen-Information IGP steht für Interior Gateway Protocol. "Interior" heißt, dass die Pfad-Information von einem internen Router stammt, nicht von einem benachbarten AS.
AS_PATH: 10, 20	Der Pfad Zeigt die Folge von Autonomen Systemen, die die Routen-Information weitergegeben haben. Der Pfad hat hier eine Länge von zwei. Ursprung ist das Autonome System mit der Nummer 20. Es hat gegenüber AS Nummer 10 annonciert, dass es Datenpakete direkt an die in der letzten Zeile genannten IP-Adressen zustellen kann.
NEXT_HOP: 192.168.0.33	Nächste IP-Adresse Die IP-Adresse des nächsten Routers, an die die Datenpakete weitergeleitet werden sollen.
LOCAL_PREF: 100	Höchste Präferenz Der empfangende Router soll die in dieser Nachricht enthaltene Pfadinformation bei der Kalkulation seiner Weiterleitungstabelle mit höchster Priorität behandeln.
Network Layer Reachability Information (NLRI) 10.0.0.0/8	Ziel Block von IP-Zieladressen, für die die obigen Pfad-Attribute gelten.

Die Weiterleitungsentscheidung

Wenn also ein Router Routen-Informationen erhält, nach welchem Schema fällt das Gerät die Entscheidung, welche IP-Pakete es wohin leitet? Wie werden die metaphorisch oft als “Datenströme” oder “Datenverkehr” bezeichneten Übermittlungsvorgänge gelenkt? Dazu ist zunächst zu sagen, dass sich die Weiterleitungsentscheidung allgemeingültig nur mit wenig Erkenntnisgewinn beschreiben lässt. Denn Router treffen diese Entscheidung zwar und sie folgen dabei einem Schema. Die konkreten Regeln und Anweisungen aber, nach denen sie die Entscheidungen treffen – also das eigentlich Interessante –, gehören zu den Betriebsgeheimnissen der Netzbetreiber. Diese internen Leitlinien bezeichnet man als Routing Policy.

Blenden wir den konkreten Inhalt der Routing Policy für einen Moment aus, läuft der Prozess ungefähr so ab: Erhält ein Router eine BGP-UPDATE-Nachricht mit Angaben zu ORIGIN, AS_PATH und NEXT_HOP für bestimmte Ziele, beginnt die interne Verarbeitung der Routeninformationen. Ist zusätzlich ein LOCAL_PREF-Attribut vorhanden, fließen Präferenzen des Netzbetreibers automatisiert in die Verarbeitung ein.

Im Router läuft dann die Suche nach der besten Route. Als erstes berücksichtigt der Router dabei das Attribut LOCAL_PREF. Die vom Netzbetreiber gesetzte Gewichtung fließt somit immer mit höchster Priorität in den Berechnungsprozess ein. Danach berücksichtigt der Router die anderen Attribute. Bei der AS_PATH-Länge wird ein kürzerer Pfad typischerweise besser bewertet als ein längerer. Das Attribut AS_PATH wertet der Router auch daraufhin aus, ob sich

aus Sicht des Netzbetreibers wünschenswerte AS auf dem Weg befinden oder solche, die er vermeiden möchte.²¹⁷ Nicht wünschenswert sind beispielsweise solche Routen, die über das eigene AS führen würden. Ist das der Fall, wird die Route verworfen, damit keine Schleife entsteht. Wünschenswert können aus Sicht eines Netzbetreibers zum Beispiel Pfade über Kunden-AS sein, also über solche Nachbar-Netze, die für die Zusammenschaltung bezahlen.²¹⁸

Die sodann bestimmte beste Route speichert der Router in seiner eigenen Weiterleitungstabelle (Forwarding Table). Diese Tabelle erfüllt zwei Funktionen: Erstens wählt der Router anhand dieser Tabelle bis auf Weiteres für jedes ankommende IP-Datenpaket die nächste Zwischenstation aus. Zweitens sendet der Router die für die Erzeugung der Weiterleitungstabelle verwendeten Routen in UPDATE-Nachrichten an alle benachbarten BGP-Router. Das heißt, die Entscheidung, was ein Router selbst als beste Route erachtet und was er an seine Nachbarn weitergibt, ist im Normalfall gleich. Am Ende kommt immer eine Route heraus.

217. Das ORIGIN-Attribut ist das nächste Kriterium nach der AS_PATH Länge: IGP ist besser als EGP, EGP ist besser als INCOMPLETE.

218. Mehr dazu im Kapitel „Die Konnektivitätsökonomie“ (S. 158–249).

Anhang 2: Interview-Übersicht

Art des Netzwerks/Akteur	Hauptsitz der Organisation	Alter	Geschlecht	Berufserfahrung (Jahre)	Private Peerings	Interview-Nr._Datum
Beobachter	BE	k.A.	m	k.A.	k.A.	01_2014-12-15
Beobachter	FR	k.A.	m	k.A.	k.A.	26_2014-12-16
CDN	USA	40	m	13	k.A.	17_2014-11-18
CDN	USA	48	m	27	k.A.	33_2015-01-15
CDN	USA	37	m	11	100	39_2015-01-29
Content Provider	DE	37	m	7	4	08_2014-07-24
Content Provider	NL	33	m	5	10	21_2014-11-21
Content Provider	USA	43	m	5	40	14_2014-11-04
Content Provider	USA	43	m	18	2000	18_2014-11-18
Content Provider	USA	46	f	15	fast 1000	28_2014-12-19
Content Provider	USA	50	f	21	k.A.	38_2015-01-28
Equipment Provider	USA	43	m	10	k.A.	02_2015-01-21
Hyper Giant	USA	31	f	k.A.	„vierstellig“	20_2014-11-21
Internet Service Provider	CH	46	m	20	k.A.	13_2014-09-23
Internet Service Provider	CHN	46	m	20	k.A.	35_2015-01-19
Internet Service Provider	DE	44	m	16	k.A.	05_2014-07-21
Internet Service Provider	DE	42	m	12	k.A.	06_2014-07-22
Internet Service Provider	DE	36	m	6	1	07_2014-07-24

Internet Service Provider	DE	33	m	8	5-10	22_2014-12-02
Internet Service Provider	DE	k.A.	m	12	k.A.	31_2015-01-13
Internet Service Provider	DK	33	m	10	20	19_2014-11-19
Internet Service Provider	FR	42	m	5	30	24_2014-12-10
Internet Service Provider	JPN	29	m	10	50-80	15_2014-11-05
Internet Service Provider	JPN	70	m	30	k.A.	16_2014-11-05
Internet Service Provider	RUS	39	m	14	10 bis 15	41_2015-03-05
Internet Service Provider	SE	k.A.	m	18	k.A.	27_2014-12-18
Internet Service Provider	SE	39	m	16	25	30_2014-12-23
Internet Service Provider	SVK	46	m	20	3	29_2014-12-22
Internet Service Provider	TUN	44	m	10	2	36_2015-01-20
Internet Service Provider	UK	40	m	14	1	23_2014-12-08
Internet Service Provider	USA	42	m	20	k.A.	37_2015-01-22
Internet Service Provider	AUS	58	m	26	40	32_2015-01-15
IXP oder IXP-Vereinigung	BRA	45	m	19	k.A.	46_2015-01-29
IXP oder IXP-Vereinigung	DE	23	m	6	k.A.	48_2014-12-17
IXP oder IXP-Vereinigung	IRL	43	m	20	k.A.	47_2014-11-05
IXP oder IXP-Vereinigung	IT	k.A.	m	k.A.	k.A.	42_2015-01-16
IXP oder IXP-Vereinigung	RUS	42	m	5	k.A.	49_2015-01-15
IXP oder IXP-Vereinigung	UK	k.A.	m	14	k.A.	03_2014-09-23
IXP oder IXP-Vereinigung	UK	33	m	15	k.A.	12_2014-09-23
IXP oder IXP-Vereinigung	UK	39	f	15	k.A.	43_2015-05-02

IXP oder IXP-Vereinigung	USA	45	m	20	3	34_2015-01-16
IXP oder IXP-Vereinigung	USA	51	m	17	k.A.	45_2015-01-15
IXP oder IXP-Vereinigung	ZAF	32	f	12	k.A.	44_2014-12-03
NGO	CH	41	m	4	k.A.	25_2014-12-16
NGO	NL	53	m	k.A.	k.A.	04_2014-09-03
NGO	USA	43	m	k.A.	5	09_2014-09-03

Anhang 3: Kommentierter Interviewleitfaden

FUNKTION DER FRAGE UND

REGISTER GESTELLTER FRAGEN

BEZUG ZU FORSCHUNGSFRAGEN

Formaler Einstieg

Das Projekt trägt den Arbeitstitel “Soziale Prozesse in der Herstellung von Internet-Konnektivität”. Es geht um Verbindungsarrangements unter Netzakteuren. Mit Netzakteuren meine ich Organisationen, die Ressourcen wie Netzwerke oder Datenzentren an das Internet anschließen. Das Internet hat sich weitgehend frei von formaler Regulierung wie Gesetzen entwickeln können. Mich interessiert daher der Klebstoff, der das Internet zusammenhält und Konnektivität ermöglicht.

Das Projekt ist eingebettet in den sozialwissenschaftlichen Forschungsbereich Policy & Governance am Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft in Berlin.

Bitte um Aufzeichnung: Ich würde dieses Gespräch gerne aufzeichnen, um mich besser konzentrieren zu können. Die Aufnahme dient mir nur als Gedankenstütze. Haben Sie vorab noch Fragen? – Dann starte ich jetzt die Aufnahme.

Herr/Frau _____, danke für Ihre Gesprächsbereitschaft! Ich werde aus dem folgenden Gespräch allenfalls pseudonymisiert, nicht aber namentlich zitieren. Sind Sie damit einverstanden?

Kennenlernen

Ausrichtung des Unternehmens, unternehmerische

Was macht Ihr Unternehmen?

Produktkonvention;

Selbstbeschreibung des Tätigkeitsprofils der Interviewpartner*in;

Was machen Sie (Position)? Netzwerkingenieur, Peering Koordinator ...

persönlicher Erfahrungshorizont

Wie viele Jahre Erfahrung haben Sie in dieser Tätigkeit?

Einordnung von Zusammenschaltungsarrangements im Hinblick auf Unternehmenszweck, Arbeitsabläufe, Entscheidungsprozesse, Handlungsspielräume der Netzwerker*innen	<p>Welche Rolle spielen Zusammenschaltungsarrangements für Ihr Unternehmen?</p> <p>Wie sind sie organisatorisch aufgehängt?</p> <p>Wer entscheidet?</p> <p>Wer tut was?</p>
Formaler Regelungsrahmen: Berührung mit und wahrgenommene Bedeutung von Regulierung	<p>Welche formalen Regeln müssen Sie bei Ihrer Tätigkeit beachten? (Gesetze, unternehmensinterne Policies ...)</p> <p>Wie gut kennen Sie diese?</p>
Verortung des eigenen Netzes innerhalb der Konnektivitätsökonomie	<p>Wie würden Sie die Stellung Ihres Unternehmens im Ökosystems der Internet-Infrastruktur beschreiben?</p>
Praktiken und Rationalitäten	
<p>Abläufe (technisch und operativ) und Rationalitäten für Zusammenschaltungen unterschiedlicher Modi erkunden;</p> <p>[Anm.: Offene, Folgefragen ermöglichende Frage, die durch das „man“ aber absichtlich leicht normativ angelegt ist.]</p>	<p>Peering: Wie macht man das denn so? Erzählen Sie mal! Gleiche Frage für Transit.</p>
Situationen als Untersuchungseinheit, situative Bewältigung von Unsicherheit in Zusammenschaltungsgesprächen	
Praktische Abläufe und Bewertungsrationalitäten in Zusammenschaltungsverhandlungen	<p>Erinnern Sie sich an die erste Zusammenschaltung, die Sie mit einem anderen Netzwerk aufgebaut haben. Wann war das und wie ist die zustande gekommen?</p> <p>Wenn Anfrage von extern: Warum haben Sie sich dafür entschieden?</p> <p>Wenn Anfrage selbst gestellt: Wie haben Sie den Partner ausgewählt?</p> <p>Warum war das wichtig?</p> <p>Läuft das immer so ab? Oder wann würden Sie anders vorgehen/reagieren?</p>

Historische Dynamik und Wandel in der Konnektivitätsökonomie prüfen, aber auch persönliches Erfahrungsdelta, Lernprozesse und etwaige Wendepunkte greifbar machen	Wenn Sie sich im Vergleich dazu an die jüngste Zusammenschaltung erinnern, die sie eingegangen sind: Wie kam die zustande? Was war da anders? Wie hat sich Ihre Herangehensweise in Ihrer beruflichen Laufbahn verändert? Was hat diese Veränderungen ausgelöst?
---	--

Interpretationsrahmen des Einzelnen versus der Organisation

Produkt- und Qualitätskonventionen im Unternehmen (im Vergleich zu den persönlichen)	Wie wird beurteilt, ob Sie gute Arbeit machen?
--	--

Universaltheorie der Konnektivitätsökonomie versus regionale Unterschiede

Unterscheiden sich Interpretationsrahmen, Bewertungsregime und Koordinationsweisen regional?	Hatten Sie in Ihrer Laufbahn schon einmal mit Netzakteuren aus anderen Ländern zu tun? Was ist Ihnen davon besonders in Erinnerung? Was war da anders, als wenn Sie dasselbe hier regeln müssten?
--	---

Dimensionierung der Community

Zugehörigkeits- und Abgrenzungskriterien ²¹⁹ ; informelle Regeln; Bedeutung persönlicher Bekanntschaften für den Netzbetrieb	Was verbinden Sie mit dem Begriff „Beering“? Wie kommt es zu solchen Treffen und wie laufen sie ab, erzählen Sie mal! Wofür sind persönliche Treffen wichtig oder warum unwichtig? Was würden Sie einem neuen Mitarbeiter raten, der Teil dieser Gemeinschaft werden soll? Was für Leute würden Sie dort ungern sehen?
Koordinationskapazität der Community	Bitte um Ihre Einschätzung: In welchem Maße ist diese Gemeinschaft in der Lage, etwas gemeinsam abgestimmt zu tun – sei es, einen Standard zu implementieren wie Verschlüsselung oder sich auf ein Verfahren zu einigen und das auch durchzusetzen?

219. „Beering“ verbindet als Kunstwort „Bier trinken“ und „Peerings vereinbaren“. Die Vermutung war, dass dieses Wort ein kulturelles Signal für Zugehörigkeit zur Community sein könnte. Würden Netzwerker*innen diesen Begriff und die damit verbundenen Socials nicht kennen, aber trotzdem von Community sprechen und sich dazuzählen, würde das darauf hindeuten, dass die Community weder nur auf persönlichen Treffen noch nur auf einem gemeinsamen symbolischen Vorrat beruhen könnte.

Skalierung der Community (sowohl geografisch als auch bzgl. der Anzahl der Mitglieder) und Einsatz von Kommunikationsmedien

Wie halten Sie Kontakt zu Ihren Zusammenschaltungspartnern?
Wie koordinieren Sie sich? (Tools, Medien, Formate)

Dimensionierung von Vertrauen, dem in den Wirtschaftswissenschaften die Eigenschaft zugeschrieben wird, Unsicherheiten zu überbrücken; in der EC ist Vertrauen Merkmal der häuslichen Qualitätskonvention

Neulich habe ich mit jemandem gesprochen, der sagte, Vertrauen spiele eine große Rolle bei Peering. Wie denken Sie darüber?
Warum halten Sie das für wichtig oder unwichtig?

Konflikte, deren Überwindung und Formen der Allgemeinheit, Wert

Persönlich erlebte Konfliktsituationen und die Bewertungsrationalitäten/Rechtfertigungsordnungen, die sie offenbaren

Wenn Sie an das letzte Mal zurückdenken, dass ein Peering endete: Wie kam es dazu?
Was haben Sie da gemacht?
Halten Sie das für ein gutes Verfahren? Warum sollte man das so machen?

1. Offenlegung eigener Bewertungsrationalität durch Einschätzung eines öffentlich gemachten Konfliktes zwischen einem Internetzugangsanbieter, einem Inhalte-Netzwerk und einem Transit-Netzwerk
2. Meinung zur Öffentlichmachung von Zusammenschaltungs-Konflikten

Haben Sie die recht öffentlich geführte Auseinandersetzung zwischen Netflix, Verizon und Level3 verfolgt? Wie stellt sich dieser Konflikt in Ihren Augen dar?
Können Sie von einem ähnlichen Konflikt in Ihrem Umfeld berichten?
Wie würden Sie vorgehen, um das Problem zu lösen? Warum?

Unsicherheiten

Operative Unsicherheiten, Monitoring und Interpretierbarkeit von Netzwerkereignissen vor dem Hintergrund der architektonisch bedingten Perspektivität

Wie bemerken Sie, wenn es in einem Verbindungsarrangement ein Problem gibt?
Wenn ich Sie dabei beobachten würde wie Sie Ihre Verbindungsarrangements beaufsichtigen, was würde ich sehen?
Machen die anderen das auch?

Formalisierung und mittelbare Berufung auf den Rechtsstaat als Garanten der Konnektivitätsökonomie versus Handshake-Vereinbarungen.

Manche sagen, es braucht Verträge. Wie beurteilen Sie das?

[Anm.: Absichtlich offen gestellte Frage, sodass Interviewpartner*innen selbst offenbaren, auf welche Situationen sie Verträge beziehen (Peering, Paid Peering, Transit).]

Produktkonventionen: Was ist der Gegenstand der Verhandlung bei der Zusammenschaltung?

Angesichts der architektonischen Trennung zwischen Transport und Inhalt im Internet: Wie würden Sie das Gut beschreiben, das in Zusammenschaltungsarrangements gehandelt wird?

Wie erkenne ich, ob ich das Gut/die Dienstleistung, die ich vereinbart habe, auch tatsächlich bekommen habe?

Formen von Allgemeinheit

Beurteilung staatlicher Regulierung der Konnektivitätsökonomie

Manche denken, es wäre sinnvoll, Zusammenschaltungsarrangements öffentlich zu beaufsichtigen oder zu regulieren. Die deutsche Bundeskanzlerin Angela Merkel hat sogar ein Schengen-Routing vorgeschlagen. Andere bringen Zusammenschaltungsarrangements zusammen mit Netzneutralität. Was halten Sie davon?

Internet-Konnektivität als digitale Allmende

Inwieweit haben Zusammenschaltungsarrangements für Sie etwas mit Gemeinwohl zu tun?

Nur für Mitarbeiter von Internet Exchanges bzw. von IX-Vereinigungen:

Internet Exchanges als Intermediäre und Organisatoren in der Konnektivitätsökonomie

Inwieweit greifen Internet Exchanges in Zusammenschaltungsarrangements ein?

Welche Regeln müssen Ihre Kunden bzw. Mitglieder befolgen?

Rolle von Internet Exchanges in der Konnektivitätsökonomie

Wie betreibt man einen Internet Exchange?

Welche Ziele verfolgen Sie als Internet-Exchange-Point-Betreiber?

Wie tun Sie das?

Wichtige Kontakte

Wer könnten weitere Interviewpartner sein?	Mit wem sollte ich mich noch unterhalten, um mehr über den “Klebstoff des Internets” zu erfahren? Könnten Sie Kontakt für mich herstellen?
Wer hat in der Community Reputation?	

Potenziell sensible Fragen

IRC-Ethik	Ethische Einschätzung: Stellen Sie sich vor, es lägen Langzeitarchive der Netzwerker-Chats aus den zentralen IRC-Kanälen vor. Wie könnte oder sollte man damit Ihrer Ansicht nach in der Forschung umgehen?
-----------	---

Formaler Bildungsabschluss – welcher Weg hat in den Beruf hineingeführt?	Welchen Ausbildungshintergrund haben Sie? Wie alt sind Sie?
--	--

Wie sieht die Zusammenschaltungsstruktur des Netzes aus?	Wo betreiben Sie Ihr Netz? Wie viele private Peerings hat Ihr Netz? Wie viele öffentliche Peerings hat Ihr Netz? Wie erreiche ich Sie am besten?
--	---

Anhang 4: Kategoriensystem (Auszug): Oberkategorien mit Ankerbeispielen

Nr.	Kategoriebezeichnung	Definition	Ankerbeispiele
OK 1	Beruf Netzwerker*in	Alle Aussagen, die sich auf das Berufsprofil des/der Netzwerker*in beziehen. Dazu gehören Angaben zu erforderlichen Qualifikationen, zu Aufgaben, Verantwortung oder wie man erforderliche Fähigkeiten erlangt.	<p>„Networking and especially internetworking and interconnection and peering - it's not something that you can go to school and learn. (...) Network engineering ... it's still, it's something that is starting to be taught in high schools. But certainly, there are no classes on how to be a peering coordinator. There's no classes on evaluating business relationships for peering. It's all stuff that is being taught from person to person and kind of handed down from senior people to junior people.“ [2:49]</p> <p>„You might be the only person in your company that does what you do. So the only place for you to learn is your competitors.“ [37:99]</p>
OK 2	Unsicherheiten in der Konnektivitätsökonomie	Aussagen, worüber in der Konnektivitätsökonomie keine Gewissheiten bestehen, was sich nicht sicher erwarten, vorhersagen, messen oder berechnen lässt, worüber sich keine selbstverständliche Einigkeit annehmen lässt.	„Jeder, der das Produkt, das Gut gut genug kennt, weiß, dass es schwammig ist.“ [17:226]
OK 3	Konzeptionen von Peering	Aussagen, aus denen hervorgeht, was Interviewees unter Peering verstehen, welche Charakteristika diese Grundform der Zusammenschaltung hat.	<p>„Peering is actually tested by both parties able to not peer.“ [37:17]</p> <p>„I thought it was fascinating, in part because of this absence of exchange of money, which I thought was interesting.“ [18:44]</p> <p>„Peering is something you do for mutual benefit.“ [15:102]</p>

OK 4	Produkte	Aussagen zur Frage, warum es nach Ansicht der Interviewees in Zusammenschaltungsverhandlungen geht, also was die Produktkonventionen und ihren Wert ausmacht. Beinhaltet auch solche Dinge, bei denen die Produkt-Definition über die Zusammenschaltung selbst hinausreicht.	<p>„But for me, because I'm a CDN person, what I see is much more the content itself flowing through the pipes and the popularity of it than infrastructure necessary to transport it. So where ISP sees kilometres of fibre, what I see is a data centre with servers in there.“ [20:173]</p> <p>„The benefit that people are trading is a business advantage. If I interconnect with you how does it benefit my business? [...] And there the actual peering itself is frequently [...] a second order cause.“ [34:164]</p> <p>„If we are two ISPs [...] the thing of value that we are swapping is capacity to each other's networks, access to each other's customers.“ [12:75]</p> <p>„Es wird Servicequalität für beide Seiten ausgetauscht.“ [8:135]</p> <p>„The regime of how they sell things is not set up very well for us.“ [14:70]</p>
<hr/>			
OK 5	Unternehmen als Spiegel produktbezogener Qualitätskonventionen	Aussagen darüber, welche unterschiedlichen Bedeutungen Zusammenschaltungen in den Unternehmen beigemessen werden. Äußerungen, die offenbaren, wie Zusammenschaltungen mit den Produkten zusammenhängen, über die sich die Unternehmen identifizieren, und wie sich der Zusammenhang organisatorisch niederschlägt.	<p>„The character of the internet access provider and what they look for in peering differs from the content provider. In part because the access provider generally relies on more technical skills, whereas the content providers generally have a mixture of technically orientated people and non-technical orientated people. (...) The modality of peering differs. The content providers do not necessarily need to build network to everyone in the world to be able to peer.“ [18:78]</p>

OK 6	Bewerten	Rahmen, innerhalb derer über Zusammenschaltungen (nicht nur Peering) nachgedacht wird. Logiken, auf denen eine Bewertung basiert. Kriterien, die Netzwerker*innen bei ihrer Entscheidung und Einschätzung leiten. Worauf sich Netzwerker*innen beim Bewerten beziehen.	<p>„I have this bible, which is the peering policy.“ [24:69]</p> <p>„My motive is profit.“ [34:160]</p> <p>„We generally like to peer with people that we've met somewhere or we know that they run a good network. And there are indications like, you know, one of the indications we put like to rehearsal is, you have to have IPv6. That is not a technical requirement, that is more of a social requirement.“ [39:44]</p>
OK 7	Bedeutung von Öffentlichkeit	Aussagen, die die Konnektivitätsökonomie, Zusammenschaltungsarrangements zwischen Netzbetreibern, ihr Netzwerkmanagement und ihre Konflikte ins Verhältnis zur Öffentlichkeit setzen. Textstellen, aus denen deutlich wird, wie Netzbetreiber mit Transparenz und auch potenzieller Aufsicht durch Regulierer umgehen.	<p>„I think that the aim is, when ISPs or content providers go public about peering wars is to raise, is to get the attention of another kind of people: people working at the policy level.“ [20:111]</p> <p>„Die [Regulierer, Anm.] kriegen vielleicht eine Idee, was gerade abgeht. Aber die Realität ist immer noch versteckt.“ [30:128]</p> <p>„So there were ways for us already at that time having some major newspapers in our network to make sure that those other guys had a really lousy path to them, which was totally overloaded. And it was totally a stupid thing to do, but well we did. [...] I mean by the very nature of these things those involved don't really want it to be known, do they?“ [27:176]</p>

OK 8	Gemeinschaft	Aussagen dazu, wie eine Gemeinschaft der Netzwerker*innen zu denken ist, worauf Zusammenhalt basiert, welche Rolle persönliche Beziehungen spielen und welche Handlungsfähigkeit die Gemeinschaft hat.	<p>„The kind of evolution of the internet has brought along this new kind of relationship of, kind of like, you know, an online-relationship if you like. Do you know what I mean?“ [43:122]</p> <p>„The important guys are there to share with you their knowledge and they are modest enough to talk with you even if-, because they understand you are a new guy“ [42:91]</p> <p>„I think it's great that, you know, people like to study our community because, you know, it's kind of insular. Frankly there is a few hundred of us that really do this.“ [34:232]</p> <p>„Allein durch das Schreiben ist es so eine, wie soll man sagen, es gibt nicht wirklich viele Leute, ich sag mal überspitzt, das ist so ein kleiner, erlauchter Kreis. Man sieht sich immer wieder. Netzwerker sehen sich immer wieder im Laufe ihres Lebens.“ [7:136]</p> <p>„At three in the morning, that engineer over there will haul me the equipment I need to bring my circuit back up. – Competitors ... we're just like that. When you're in the co-lo [Co-location, Anm.], we're all on the same team. We're making the internet work. Right? But as it starts moving towards [...] then: suspicion, measurement, enforcement, lawyers - all business comes in. It becomes business.“ [16:95]</p> <p>„Also, bei so Naturkatastrophen muss IRC glaube ich laufen.“ [48:375]</p>
<hr/>			
OK 9	Konflikte	Aussagen zu Auseinandersetzungen zwischen Netzbetreibern, Aufkündigungen von Zusammenschaltungen und möglichen Folgen von Konflikten.	<p>„Someone spamming my network is a damn good reason to de-peer. Is that a net neutrality issue. Of course not. It is an internet peering issue.“ [12:71]</p> <p>„If I am a carrier, then it is better for me to not make any statement or decision that looks like an action. It is better for me to be perceived as in-actioned. Because if I make an action that looks like I am forcing an upgrade or forcing a network to pay, then that is a, potentially an area that particularly socially is kind of negative, and potentially from a regulatory viewpoint.“ [18:134]</p> <p>„De-peering is often quite a sensitive matter. So that is why we actually made the strategic decision to remove ourselves completely from the [Name entfernt, Anm.] internet exchange because rather than going to a peer saying: We will not peer with you! Because you have been deselected. [...] We chose that strategy to help avoid some of the, the feelings that one could arouse in people being de-peered.“ [19:46]</p>

OK 10 Internet Exchanges	Internet Exchanges prägen die Gestalt der Konnektivitätsökonomie, indem sie Zusammenschaltungen ermöglichen. Aussagen, die die Rolle von Internet Exchanges als Intermediäre charakterisieren.	<p>„A peer can say to me: [Name gelöscht, Anm], how far are you in getting Sony into the country? And I need to be able to go and speak to Sony, even if Sony says to me: I'm not coming into the country. I need to include that peer to say: ‚As far as I know, Sony is not coming any time soon.‘ I need to do that work for them.“ [44:94]</p> <p>„I was a facilitator, I was there to learn from the population but also to teach the population.“ [45:65]</p>
OK 11 Vertrauen	Aussagen, die die Anwesenheit oder Abwesenheit ebenso wie die Bedeutung von Vertrauen in Zusammenschaltungsarrangements und im Netzbetrieb offenlegen; die deutlich werden lassen, worauf Vertrauen, aber auch Misstrauen gründen.	<p>„When you establish the peering session you have to do a lot of checks. It's not like trust. Trust, you can trust your neighbours. But you cannot trust your peering partner.“ [21:159]</p> <p>„If the trust is broken that is one of the very, very few things that will unite (...) 99 percent of the internet. If you are a bad actor and betray the trust-, [...] if you lie and say ‚I am Youtube‘ then the rest of the internet is going to come down on you like a ton of bricks.“ [34:84]</p> <p>„People need to trust that you are not a troublemaker, that if you make a mistake, that you explain why you did the mistake and apologize. So, it's all about human relations at the end.“ [25:101]</p> <p>„So it's really very much about the social element that once you cooperate, which is necessary to get the interconnection going, and there is no contractual relationship as such, then the best way of keeping that relationship is by having some kind of social connection which acts as a currency almost, you could say.“ [26:76]</p> <p>„Trust is important so that we don't have to run around executing non-disclosure agreements constantly. It's very helpful to be able to have a conversation and say: ‚Hey, I have a problem in this part of the world and it's affecting my performance where, if that gets out to the press, that makes my company look really bad and it doesn't help me to solve the problem.‘ Whereas if I trust another network engineer I can tell him exactly what's wrong and how it's impacting me and get him to help me to fix it.“ [33:116]</p>

OK 12	Internet-Konnektivität bereitstellen befördert Gemeinwohl	Aussagen, die Internet-Konnektivität selbst als Allmende-Gut verstehen, in ihr die Grundlage der digitalen Gesellschaft sehen, die den Netzbetrieb und das Gelingenlassen von Zusammenschaltungen als gemeinwohlorientierte Tätigkeiten erscheinen lassen; die in der Konnektivität des Internets selbst ein höheres Gut sehen, das zu befördern allen Menschen dient.	<p>„Darum wollen wir Interkonnektion, weil es gut ist für die Menschen.“ [13:166]</p> <p>„Clearly, if you believe, as I do, that internet access is a common good. And I use both the terminology of good being beneficial but good also being of public nature, a utility, then interconnect agreements are supportive of those goals. Both from a public utility form of good, the economic good (...) and then from a good perspective the interconnect also assists the flatness of internet access“ [18:169]</p> <p>„We spent years building this thing to be for the good of the people. Not to be a thing of oppression We want it to be open.“ [23:141]</p> <p>„The issue about taking a public activity like public communications and letting it be operated by the private sector is that the corollary is that private companies don't necessarily operate in the public interest.“ [23:79]</p>
<hr/>			
OK 13	Kontext- Angaben	Aussagen zu Zweck und Art des Unternehmens, Beschreibung der eigenen Rolle, der Aufgaben und Verantwortlichkeiten, zum Ausbildungshintergrund, Berufserfahrung, Alter, Anzahl und Art der Zusammenschaltungsarrangements des Unternehmens.	<p>„Ich bin Teamleiter des Network Operations Center. Wir sind das Herzstück, wenn Strecken oder wenn Leitungen oder Services live gehen, diese dann auch operativ zu betreuen“ [7:10]</p> <p>„My job profile is securing that our content can go to the end-users in Europe. So I work on the network side.“ [28:28]</p> <p>„I attended MIT. Subsequently I dropped out to do this internet thing.“ [33:168]</p> <p>„I have a bachelor's degree in Book Arts.“ [9:201]</p>

Anhang 5: Kodierungsbeispiel

OK 2	Unsicherheiten in der Konnektivitätsökonomie	Aussagen, worüber in der Konnektivitätsökonomie keine Gewissheiten bestehen, was sich nicht sicher erwarten, vorhersagen, messen oder berechnen lässt, worüber sich keine selbstverständliche Einigkeit annehmen lässt.
UK 2.1	Verständigung über Produkt und Bewertung	Konkurrierende Vorstellungen oder Unklarheiten darüber, worum es in der Konnektivitätsökonomie bei Zusammenschaltungen geht
<p>„We don't understand on the internet what a transaction is. (...) There is no model of what a transaction is. Don't forget, the one thing the internet did, was that it pushed transactions from the network to the computer.“ [32:35]</p>		
<p>„There are a lot of people who have never thought through what the product is or have a, ahm, (...) an innate sense of what it is without ever having, ahm, thought through far enough to put it into words.“ [9:132]</p>		
<p>„Jeder, der das Produkt, das Gut gut genug kennt, weiß, dass es schwammig ist, speziell bei Public Peering; ein bisschen genauer beim Private Peering. Man weiß schon so den [sic!] Minimum, den man bekommt. Deshalb ist es schwammig oder so ein bisschen fluffig, aber es gibt schon so ein Minimum. Ich weiß, ich kriege eine BGP-Session, und ich weiß, ich kriege Prefixe. Ich weiß, ich kann ihn erreichen. Aber ich weiß nicht zwangsläufig, mit wie viel und wie gut.“ [17:226]</p>		
<p>„It is one of the less understood areas of the supply chain, in part because of the nature of the relationships between companies, are often socially driven, are often relationship-based, and secondly often, the exchange of goods have that price at a zero. This is unusual for any sort of essential supply chain or any economic activity.“ [18:16]</p>		
<p>„Does it [Peering, Anm.] replace transit, because transit has a price? Well, maybe but if I had to buy transit to back up this thing because we only have one cable between us it hasn't really replaced transit. So, it is quite difficult to see both a price and a value (...)“ [12:75]</p>		
UK 2.2	Rollenunschärfe	

„I always liken it to: You are in a jungle. It's night. And you see two little bright, beady points of light in front of you. And one option is: It's going to eat you. The other option is: It's food, you can eat it. And to figure out who is who in that meeting of the two little points of light, there is a huge amount of negotiation in a commercial sense. There is a huge amount of sort of sniffing around because at some point, if it becomes really obvious that one party is dramatically smaller than the other, it's over. You are the customer. If you can maintain the fiction that you're big. And the other party believes you, you're a winner.“ [32:39]

„The joke in the industry is 'Tier 1 is yourself, Tier 2 is your customer or competitor, Tier 3 is your competitor's customer or your customer's competitor.' [...] The problem is that the existence or non-existence of a contract and the payment or non-payment of fees are not publicly visible. So! There is no way they can know.“ [9:240]

„In different markets, in different ecosystems, we have different roles to play“ [19:36]

„It's hard to know what are their real position because it's difficult to get information on the market, the wholesale market. We know what we receive, what we exchange with our peers, but we don't know, we don't have a full picture of internet, we don't know all the traffic coming from one network to another. If it doesn't cross our network, we have no view. So, it's really difficult to really understand what is the position of the operator, what is the strategy behind that?“ [24:59]

UK 2.3	Einfluss Dritter (IXPs und andere Netzbetreiber)	Auswirkungen der architekturbedingten Unmöglichkeit zu kontrollieren, was mit Datenverkehr jenseits der eigenen Netzgrenze passiert. Unsicherheit, welche Güte der erhaltene Datenverkehr hat (im Hinblick auf Missbrauch wie Distributed-Denial-of-Service-Angriffe) oder man von Überwachung betroffen ist. Unsicherheit betrifft sowohl Betreiber von Zusammenschaltungsplattformen wie Internet Exchanges als auch andere Netzbetreiber.
--------	---	--

„We never pushed traffic through open switches. That's just stupid. [...] No one should do that! [...] Because it's ... You lose control of your traffic. Other people could dig around with your traffic. That's wrong! If I peer with you, you and I have a piece of cable infrastructure between your equipment and my equipment. There is no open switch mechanism nonsense for third parties to fuzz with your traffic and my traffic. No way! Never did that. That's just crazy talk!“ [32:119]

„You need to be able to trust that the IXP is gonna do what they say they're gonna do as in just, act as a dumb switch and pass traffic through their exchange and not kind of look at it or snoop it or do anything that they're not supposed to. So there is a trust element there.“ [43:145]

„Es kann durchaus sein, dass die unseren Ping zum Beispiel bevorzugt behandeln, in dem Sinne, dass diese Messung immer gut aussieht, aber dann die Nutzdaten, die anders aussehen, eben zum Beispiel nicht so gut transportiert werden. Das kann dir zum Beispiel passieren.“ [22:212]

„Google does maintenance. And when they do maintenance, and when they do maintenance they will shift something like now 7 gig of traffic from exchange to another. I'm (unverständlich) add room to take room to take that shift.“ [23:54]

UK 2.4	Unvorhersehbarkeit des Datenverkehrs vor Zusammenschaltung	Schwierigkeit vor einer Zusammenschaltung zu antizipieren, wie viel Datenverkehr man tatsächlich miteinander austauschen wird.
<p>„Der Content ist ja nicht so gut vorhersehbar. Also, wie die Entwicklung ist. Man kann da vielleicht irgendwas aus der Vergangenheit hochrechnen. Aber erstens mal obliegt das dann zum Beispiel Netflix, das zu tun. Und dann haben Sie ja direkt wieder diese Moral-Hazard-Geschichte. Die können ja irgendwas kleinrechnen und Sie als ISP, Sie haben jetzt keine Erfahrung mit Content-Caching.“ [6:144]</p> <p>„At the time people didn't have, I would say, sophisticated monitoring tools. And we didn't. All we knew is that peering would probably pass some of our traffic out and probably make some savings. So you try [...] you connect and look what (passes?) it.“ [23:37]</p> <p>„So, asking those [new peering, Anm.] partners to commit resources, assets, time, what have you, with a network that is unproven – it has been a little challenging.“ [38:31]</p>		
UK 2.5	Routing und Protokolle	Unsicherheiten, die aus dem Design des Routing-Systems und der damit verbundenen Protokolle erwachsen
<p>„Fat finger is when you, when you have... your fingers are wider than the keys on your keyboard and you press many keys at the same time, so you mis-configure your router, you do some error in the configuration. And then, sometimes it's intentional, sometimes not intentional, you can't really distinguish within that, but it happens, you know, it happens.“ [25:85]</p> <p>„Man setzt diese Limits ein aus Selbstschutz. Der Peer soll nur seine spezifische Anzahl an Prefixen schicken und nicht mehr. [...] Man will nicht, dass er zum Beispiel Netze, die er von Level 3 bekommt, an uns weiterschickt, also irgendetwas aus dem Internet. Das kann aber passieren, wenn der Peer an seinem Routing herumschraubt, an seinen BGP-Policies. Das heißt, es ist also nicht ganz ungefährlich. Das passiert ab und zu mal bei kleineren ISPs, die nur begrenzt wissen, was sie denn da tun.“ [6:84]</p> <p>„Wenn man mal mit der [Nationaler Netzbetreiber, Name entfernt, Anm.] zu tun gehabt hat, (...) man spricht da das Thema BGP an, dann wird man ungefähr 18 mal weiterverbunden, weil es gibt im Endeffekt nur ungefähr ein bis zwei Leute, die das in [Name des Landes entfernt, Anm.] irgendwie auch machen. [...] Die haben [...] da echt Angst, wenn da etwas passieren sollte, da hat dann keiner mehr Ahnung von.“ [7:117]</p>		
UK 2.6	Interpretierbarkeit von Netzwerkeignissen	Monitoring-Tools geben Netzwerker*innen Hinweise auf eventuelle Störungen, aber Netzwerkeignisse können schwierig zu analysieren sein und lassen sich nicht immer eindeutig einordnen.

„Bin dann morgens aufgewacht irgendwie und hab auf mein Telefon geschaut und mein Kollege hat im Chat nur gepostet: ‚Haben wir ein Problem mit dem DUS?‘ Wir haben den (Core?) geupdated die Nacht davor und ich dachte mir nur: ‚Oh mein Gott, scheiße ...‘ Aus dem Bett gestolpert, zum Notebook gerast, Notebook gebooted, mich auf die Kiste eingeloggt. – Mhm, sieht alles okay aus, was ist denn irgendwie-, ein Drittel der Kunden sind down. [...] Dann schaust du mal kurz ins IRC. [...] Gab einen Stromausfall bei einem Drittel unserer Kunden in Düsseldorf. Okay, Thema erledigt, Notebook wieder zugemacht, noch zwei Stunden gepennt. Aber [...] du kriegst halt nicht direkt die Mail, weil unser Raum war nicht betroffen, also informiert uns das Rechenzentrum nicht.“ [48:367]

„De-peeren ohne Vorwarnung, immer freundlich. Und dann ruft man seinen Counterpart auf der anderen Seite an, und dann meint der Counterpart: ‚Nein, nein, ihr seid nicht de-peered. Ich weiß jetzt auch nicht genau, was los ist. Das ist ein maintenance. [...] Die kommen wieder hoch.‘ – ‚Okay, dann warten wir jetzt einfach mal. Aber Ihr hättet auch Bescheid sagen können. Weil von Redundanz ist da natürlich keine Rede mehr, wenn alle Leitungen auf einmal verschwinden.‘ Drei Tage später waren die Leitungen natürlich nicht da. Weitere E-Mails haben dann zu nichts geführt. Und nach einer Woche ist man sich dann auch sicher, dass man de-peert ist.“ [17:111]

„Während der WM, solche Geschichten [...] man kann es antizipieren, dass da mehr kommt. [...] Nur man kann natürlich nicht genau vorhersagen: Wie viel kommt denn da mehr jetzt.“ [6:140]

UK 2.7 Interpretation von Verträgen

Einschätzungen, inwiefern Verträge Zusammenschaltungsvereinbarungen abbilden (können) und wie Vertragswerke mit dem tatsächlichen Netzbetrieb korrespondieren.

„Essentially, there was no term of this agreement that had any applicability with the actual good being bought and sold. Yet, the lawyers who were responsible for producing this were unable to recognize that because it dealt in terms of art they were unfamiliar with.“ [9:139]

„Most SLAs are written by lawyers in customer companies who have no realm expertise and they're relying on sort of hasty second-hand descriptions of other people. Most SLAs I've seen are really, really poorly written. They look good from a legal perspective but the actual definition in there of what needs to be complied with is often very sloppy.“ [9:137]

„Now, the quality of that paper is often particularly poor. (Lachen) And somewhat unenforceable. But that does not mean that agreements should not be instantiated in paper.“ [18:234]

„That I have seen happen, especially when there's billing disputes and things like that where each party has a different understanding of what the contract says.“ [40:25]

„I did arrangements both ways. Without contract and with contracts. (...) Larger businesses have lawyers. Lawyers insisted, contracts got made, bla, bla, bla. I have never seen anyone able to enforce a contract. Even in the dark days of Congent's de-peering, the contracts were useless.“ [41:72]

„ISPs always try to come with formula to express in contracts.“ [32:62]

UK 2.8	Komplexität der Konnektivitäts- ökonomie und anhaltende Dynamik	Betonung von Wandel, wechselseitigen Abhängigkeiten und dadurch entstehender Komplexität in der Konnektivitäts- ökonomie als Dimension von Unsicherheit.
--------	--	---

„It's about change, change, change. The one constant about the internet is that it keeps changing. [1:54]

„Everyone shared the experience to ... survive ... I think is the right word for the next twelve calendar months. Because in the next twelve calendar months the technology is going to change and the criteria will change.“ [35:39]

„But when your network gets large, when it gets large and complex [...] The combination of certain kind of (vendors?) can create very unique situations. And bugs still happen. [...] Code doesn't work right, code breaks something else, code interacts with something in an odd way and so the environment is anything but simple. And that's why-, that's why there's still plenty of knowledge to share.“ [37:115]

„Interconnection is an ecosystem. I mean, you have to look at it from a more systemic kind of view because there are so many moving parts. [...] You've got all these different parts about it. So and you are constantly, the environment is changing, the perspective is changing, the context is changing from market to market and situation to situation. And so you have to constantly look at that from different angles all the time.“ [40:31]

UK 2.9	Politische und regulatorisch Rahmenbedingungen	Unklarheiten darüber, welche regulatorischen Rahmenbedingungen für Zusammenschaltungen gelten, wie sie zu interpretieren sind, welche netzpolitischen Absichten dahinterstecken, wie sie sich auf Zusammenschaltungsarrangements auswirken.
--------	---	---

„If I am a carrier, then it is better for me to not make any statement or decision that looks like an action. It is better for me to be perceived as in-actioned. Because if I make an action that looks like I am forcing an upgrade or forcing a network to pay, then that is a, potentially an area that particularly socially is kind of negative, and potentially from a regulatory viewpoint.“ [18:134]

„So, another way to look at that, you will find more traffic for Russia in Stockholm and Frankfurt, because doing business within Russia is so challenging.“ [38:106]

„Going to other countries like China for instance things got a little bit more messy for reasons that I hope are kind of obvious and even in some places like France they were not as well defined as I would like. But I personally try to stay a little bit (out of?) the laws.“ [34:22]

„Und das sind aber Geschichten, die dann häufig auch eher so als Gentleman’s Agreement vereinbart werden und nicht irgendwo schriftlich stehen. Weil das ... ich weiß es nicht, vielleicht ist es auch wettbewerbswidrig teilweise, solche Absprachen zu machen, keine Ahnung.“ [8:69]

„I do not really know. We are a global network so I assume that per country there might be regulations that are applicable to us. But I don’t know.“ [15:20]

„It’s a complex business, so I’m okay with the idea that the regulators don’t get it. I *do* worry that they don’t get that they don’t get it, you know. They don’t accept the fact that they don’t understand some of this.“ [1:48]

Anhang 6: Gesamtes Kategoriensystem

OK: Oberkategorie, UK: Unterkategorie

OK 1 Beruf Netzwerker*in		UK 2.7	Interpretation von Verträgen
UK 1.1	Erforderliche Fähigkeiten	UK 2.8	Komplexität der Konnektivitätsökonomie und anhaltende Dynamik
	Englisch sprechen	UK 2.9	Politische und regulatorische Rahmenbedingungen
	Erfahrung		Unsicherheit über Regulierung
	Wissbegierig sein, sich vertiefen können, sich etwas zutrauen	OK 3 Konzeptionen von Peering	
	Produktbezogene Qualitätskonventionen kennen	UK 3.1	Nicht-kommerzielle Koproduktion von Konnektivität
	Soziale Kompetenz	UK 3.2	Dimensionen der Beurteilung von Äquivalenz
	Sind nicht auf normalem Bildungsweg zu erlangen		Kontext weiterer Geschäftsbeziehungen, Koppelungsgeschäft
	Handarbeit		Bezogen auf den Markt („Heimat“ vs. entfernt)
	Technische Expertise		Äquivalenzbestimmung abhängig von Netzarten und Konstellationen
	Professionalisierung abseits des normalen Bildungsweges		Peering-Identität entsteht aus Verhältnis zu Dritten
	Insider-Wissen erlangen		Bedürftigkeit (Grad, zu dem Peering verzichtbar ist)
	Druck aushalten und immer verfügbar sein		Gleiche Größe, Teil einer Schicht, Gruppierung von Netzwerken
UK 1.2	Generationenwechsel und Nachwuchs(sorgen)		Performanz von Status
UK 1.3	Unterschiede zw Netzwerkingenieuren und Peering-Koordinatoren		Ratio (Bandbreite am Austauschpunkt)
OK 2 Unsicherheiten in der Konnektivitätsökonomie			Anzahl oder Art von Kunden
UK 2.1	Verständigung über Produkt und Bewertung		Netzinfrastruktur-Investitionen
UK 2.2	Rollenunschärfe		Verhältnis eigener Nutzen - Nutzen des Anderen
UK 2.3	Einfluss Dritter (IXPs und andere Netzbetreiber)		Demonstrierte Community-Zugehörigkeit und Expertise
UK 2.4	Unvorhersehbarkeit des Datenverkehrs vor Zusammenschaltung		
UK 2.5	Routing und Protokolle		
UK 2.6	Interpretierbarkeit von Netzwerk-Ereignissen		

UK 3.3	Zusammenschaltung als anhaltende, soziale Beziehung
UK 3.4	Formalisierungsgrad
	Informelle Handshake Agreements als dominanter Modus
	Verträge und Service Level Agreements (SLA)
	Mangelt es an Durchsetzbarkeit und dadurch Sinn
	-- Beinhalten Non Disclosure Agreements
	Unnötige Bürokratie, bringen Transaktionskosten, skalieren nicht
	Zementieren ungleiche Anbieter-Kunden-Rollen (Paid Peering)
	Sollen Zusammenschaltungen absichern, wenn kein Vertrauen da ist
	Entpersonalisieren Zusammenschaltungen
	Schaffen Klarheit, dienen Erwartungsmanagement
	Werden eingesetzt bei wichtigen Peerings
	Verlangt von größten ISPs und Ex-Monopolisten
	Begründen formales Anspruchsverhältnis
	Verträge bei Spezialdiensten und Caches
UK 3.5	Vergleiche mit anderen Ökonomien
	Telefonie
	Luftfahrtbranche
	Stromindustrie
	Eisenbahn
	Mobilfunk
	Konferenzwesen ähnelt anderen Industrien

	Schiffslogistik und Container
	Diamantenhandel
	Postwesen
OK 4 Produkte	
UK 4.1	Produkte als soziale Konventionen
	Produktkonventionen kennen als Voraussetzung für Wirtschaften
	Werben für und Kämpfe um Akzeptanz von Produkten
	Definition von Produkten setzt sie in Wert
	Produktkonventionen unterliegen Wandel
	Konnektivität(sprodukte) haben allgemeine Bedeutung
UK 4.2	Einzigartigkeit der Netze
UK 4.3	Mangel an Angebote-Übersicht und Vergleichbarkeit
UK 4.4	Produktbestimmungen für Ausschnitte von Konnektivität (Peering)
	Kapazität, Bandbreite
	Denken in Datenvolumen
	Katalysator
	Zugang zu Endkund*innen, IP-Adressen erreichen
	Übertragung
	Inhalte oder Services außerhalb der Zusammenschaltung
	Spezialdienste
	Internetserfahrung
	Koppelungsgeschäft
	Qualitäten
	Über Netzgrenzen hinweg

Verbindungsklassen (Class of Service, Quality of Service)
Best Effort
Bezahlmodelle
Sending Party Network Pays
Verursacherprinzip (Calling Party Pays, Bill and Keep)
Bit miles
Committed Rate
"95/5-Regel"
UK 4.5 Die Zusammenschaltung als Integration von Bewertungsregimen
OK 5 Unternehmen als Spiegel produktbezogener Qualitätskonventionen
UK 5.1 Sonderstellung der Netzwerker*innen im Unternehmen
UK 5.2 Bewertungsmaßstäbe im Unternehmen
UK 5.3 Organisationelle Ansiedlung der Zusammenschaltungsentscheidung
Abteilung Netzarchitektur, darin teilweise Peering-Team
Vertrieb und Verkauf
Unternehmensleitung oder Vorstand
Aufgabenteilung zwischen Vertrieb und Netzwerkabteilung
Unklar
UK 5.4 Bedeutung von Zusammenschaltungen für das Unternehmen
Peering-Aktivität verliert nach Grundaufstellung an Bedeutung
Variiert mit Produktkonvention
Voraussetzung für Geschäft eines jeden Netzbetreibers
Teil der Lieferkette
Besonders wichtig für kleine und mittlere ISPs
Steigern Güte des IP-Produktes

Einkommensquelle
Steigern Kostenkontrolle
Abhängigkeiten reduzieren
Performance steigern
OK 6 Bewerten
UK 6.1 Bewertungslogiken
Finanzielle Kalkulation
Isolierte Kosten-Nutzen-Betrachtung für eigenes Unternehmen
Anreiz/Incentive
Geld verdienen
Bereits getätigter Investition folgen
Kosten (senken/sparen/nicht entstehen lassen)
Beidseitiger Nutzen (Fairness)
Komplementarität der Produktkonvention
„Geschäftliche“ Entscheidung
Strategische Stellung zum Incumbent
Technisch-funktionale
Performance verbessern, Latenz senken
Verstopfung und Engpässe vermeiden
Redundanz und Robustheit steigern
Mehr Kontrolle über Konnektivität, bessere Erreichbarkeit
Kapazität bereitstellen
Netzwerksicherheit

Pakete möglichst verlustfrei übertragen
Varianz minimieren
Orientierung an formalen Regeln
Peering policies
Gleichbehandlung aller Peering-Anfragen
Staatliche Regulierung befolgen
Staatliche Regulierung als zu umgehendes Hindernis
Staatliche Regulierung als Rechtfertigung für Peering-Absagen
Vertraglicher Verpflichtung nachkommen
Persönliche Eigenschaften des Gegenübers
Expertise
Vertrauenswürdigkeit
Verlässlichkeit
Gegenüber als Partner
Trouble-Shooting-Fähigkeiten
Sympathie und Reputation
gute Reputation
schlechte Reputation
Internet-Konnektivität als höheres Gut mit Eigenlogik
Kunden- und Nutzer-Orientierung als Ausdruck von Gemeinwohl
Interconnection als Glaube, als egalitäres Prinzip
Gemeinwohl als vorgeschobenes Dogma
Industrielle, langfristige, zukunftsgerichtete Planungslogik

Effizienz steigern
Upgrades: Kapazitäten erneuern und erweitern
Normative Auffassungen über Techniknutzung
Wissenschaftliche Leitideen
Prinzip, Datenverkehr lokal auszutauschen oder vorzuhalten
Streitpunkt Peering als default?
Koordinationsaufwand für Zusammenschaltungen
Niedriger Aufwand
Komplexität und hoher Managementaufwand
Symbolik
Eindruck von Größe erzeugen, Art des Netzwerks signalisieren
Community-Zugehörigkeit demonstrieren
Abhängigkeiten reduzieren
Ökologie
UK 6.2 Widersprüche zwischen Bewertungslogiken
OK 7 Bedeutung von Öffentlichkeit
UK 7.1 Öffentlichkeit herstellen als Druckmittel in Konflikten
Public Shaming
Um Regulierer zum Eingreifen zu animieren
UK 7.2 Öffentlichkeit vermeiden
Um nicht inkompetent zu wirken
Deshalb in Konflikten inaktiv wirken
Aus Angst, dass Konflikte nicht "richtig" interpretiert werden

Um sich nicht angreifbar zu machen
Konflikte praktisch durch Traffic Engineering austragen
Um unethisches Verhalten oder Selbstjustiz zu vertuschen
Um Geschäftsgeheimnisse zu schützen
Um wichtige Netzbetriebsfragen vertraulich besprechen zu können
UK 7.3 Potenzielle Transparenz, Offenlegung, Aufsicht
UK 7.4 Meinung über Regulierung und Regulierer
Bedrohungsszenario
Regulierern mangelt es an Expertise
Regulierung erzeugt Kosten bei Unternehmen
OK 8 Gemeinschaft
UK 8.1 Dimensionierung von Gemeinschaft
Diskursraum und Verhandlungsort von Qualitätskonventionen
Ansprechpartner finden
Wechselseitiges Beobachten, Tratsch, Best Practices besprechen
Globale soziale Mikro-Gemeinschaft
Zitate
Skopische Medien
Analytische Zeit
Monitoring/Beobachten/Sehen
Synthetische Situationen mit Live-Interaktion
"response presence" - live/real-time/Interaktion

Unregelmäßigkeiten/Troubleshooting/Reparieren
Interessengemeinschaft
Berufsgruppen-Gemeinschaft
Erfahrungs- und Hilfs-Gemeinschaft
Identitätsbasierte, kooperative Kerngemeinschaft
Männerlastigkeit der Community und Diskriminierung
UK 8.2 Handlungsfähigkeit
Kommunikationskanäle unterhalten
IRC
E-Mail
Mailinglisten
Telefon
Social Media (Facebook, WhatsApp, Twitter, Berufsnetzwerke)
Instant Messenger
Web-Portale oder Channels von Anbietern
Postkarten
Informationsangebote und -infrastrukturen unterhalten
PeeringDB
RIPE DB
EuroIX DB
Anlassbezogen gemeinsam agieren
Protokolle und technische Standards entwickeln
Gerätehersteller beeinflussen/bewerten
Teile des Internets offline nehmen

	Netzbetreiber sanktionieren
	keine Handlungsfähigkeit
UK 8.3	Bedeutung persönlicher Beziehungen
	Personalisierung von Zusammenschaltungsbeziehungen
	Beziehung geht Interconnection voraus
	Interconnection geht Beziehung voraus
	Herausgestellte Bedeutung von Einzelpersonen
	Problematisierung von Personalisierung
	Entpersonalisierung von Interconnection-Beziehungen
	helfen konfigrierende Bewertungsmaßstäbe zu überwinden
	schaffen Vertrauen
	überwinden bürokratische Barrieren
	wechselseitige Verpflichtung
	dienen als Währung/Ressource
	Freundschaft bis zu Partnerschaft
UK 8.4	Veranstaltungen & Face-to-Face-Treffen
	Bedeutung von Konferenzen
	Veranstaltungen als Einstieg in die Community
	als Marktplatz für Individuen und Unternehmen, Übergangsort
	Orte der Konsensfindung über Policies & Best Common Practices
	als neutraler Boden für Wettbewerber
	als Übungen in Vertrauensbildung
	als Gelegenheit für bilaterale Treffen

	Anbahnung von Zusammenschaltung (+ Upgrades)
	Bedeutung informeller Treffen ("Beerings") neben Konferenzen
	Zitate
	"Beerings = business"
	Socials sind wichtiger als formale Meetings
	Dienen der Zusammenschaltungs-Partnervermittlung, Speed Dating
	Schaffen offene Atmosphäre
	Relativierung der Bedeutung von Beerings
	Explizit: Kein Wert in Beerings
	Kennt Beerings nicht
OK 9 Konflikte	
UK 9.1	Framing von Konflikten
UK 9.2	De-Peering
	Gründe für Seltenheit von De-Peerings
	Aufwand
	Strikte oder offene Peering Policy
	Offene Konflikte vermeiden
	Folgen
	Zivilgesellschaftlich
	Risiko, besonders für die Großen Incumbents
	Öffentliche Beschwerde
	Zivilges: Konnektivitätsverluste, auch für Netze in der zweiten Reihe

Keine wesentlichen „life goes on“, keine große Beschäftigung
Routen des de-peerenden Netzwerkes kommen kostenpfl. via Transi
Markt: stiftet Verwirrung
Problemsuche bei De-peerten (wenn keine Kommunikation)
Häuslich: verletzte Gefühle Stolz/annoying
Kontakt hat nicht gut funktioniert/Verstimmung
Kommerzielle Gründe
Ort des Peerings
Ausüben von Marktmacht
kein gleich wahrgenommener mutual benefit mehr
AS beginnt, mit Kunden des Peering-Partners zu peeren
AS wird auf dem Markt des Peering-Partners aktiv
Strategiewechsel, Inkompatib mit Peering Policy, ratio
Peering in Kauf-Beziehung umwandeln
Netzwerk will wachsen, Tier 1 werden
Offene Peering-Policy macht anfällig
Operational-funktionale Gründe
Aufräumen
AS verlässt Internet Exchange
AS hört auf zu existieren (wird aufgekauft, verlässt Markt)
Selbstschutz/Strafe wg Normverstoß, Vertrauensbruch
Missbrauch/Inkompetenz beenden, sich schützen

Kapazitätsprobleme
OK 10 Internet Exchanges
UK 10.1 Rolle im Zusammenschaltungssystem
Konditionieren produktbezogene Qualitätskonventionen
Bieten Marktplatz für Netzbetreiber
Wirken als Organisator, Matchmaker und Katalysator-Vertreter
Zusammenschaltungen vermitteln
Informationen verteilen
Bildungsinstitutionen
Gelten als Quelle von Sicherheit
Gelten als Quelle von Unsicherheit
UK 10.2 Neutralitätsanspruch
UK 10.3 Signale für Neutralität
sich bzgl. der Inhalte/Services heraushalten
Gleichbehandlung aller Teilnehmer
Sich aus Geschäftsanbahnungen heraushalten
Management unabhängig von einem Netzbetreiber mit Eigeninteresse
UK 10.4 Verwaltungsmodelle
Multi-Stakeholder, gemeinwohlorientierte Organisation
Mitgliederverein
Kommerzielles Modell
Akademischer Betreiber
OK 11 Vertrauen

UK 11.1	Notwendigkeit in Internet-Architektur verankert
UK 11.2	Konzepte von Vertrauensbereitschaft (theoriegeleitet)
	Institutionen (normativ/kognitive Bindung an Regeln), Erwartung
	Misstrauen: Zensur und Überwachung
	Reputation/Netzwerk als Vertrauensgeber (Performativität der Infrastruktur)
	Tradition & Familie
	als Effekt von Anreizstrukturen (ökonomisch)
	Kulturalistisch, allgemeine ethische Normen
UK 11.3	Vertrauensrahmen/-stützen
	Interdependenz
	Code of Behaviour
	Wirksame Institutionen als Vertrauenshelfer fehlen, Best Effort
	in IXPs & Peering-Fabric als kompetente, neutrale Intermediäre
	Unbestechlichkeit von IXPs/keine Versuche von Mitgliedern
	Plattformen für Austausch/Veranstaltungen/Harmonisierer
	Hardware & ihre Hersteller (auch Quelle von Misstrauen)
	trust groups
	Vertrauen als Narrativ/Mythos?
	(Mangel an) große(n) Unternehmen als „trust anchors“
	Historisch-politische Rahmenbedingungen

	Stabilität eines Marktes
	kulturelle Tradition, Konvention, politisch-historisch
	Misstrauen gegenüber Politik manifestiert sich in Misstra- uen gegenüber Institutionen
UK 11.4	Reaktionen auf Vertrauensbruch und Folgen
	Sanktionen
	Isolation eines Netzes
	Individuell: Verbindung kappen
	Repair
	durch Gemeinschaftspflege/Face to Face
	Systemisch: Mitglieder wenden sich von Gemeinschaft ab
UK 11.5	Vertrauen als direkte, individuelle Beziehung
	Signalisierung von Vertrauenswürdigkeit
	Zusammenspiel von Vertrauen und Misstrauen
	Calculus-based (calculus-based trust, CBT)
	CB Vertrauensbruch
	Calculus-based trust
	CBT Geteiltes Eigeninteresse bewacht/ stützt Vertrauen
	Calculus-based distrust
	Kontrollieren/Abhängigkeit von Vertrauen technisch minimieren
	ist eingebaut in BGP
	weil Eigeninteressen nicht gleich erscheinen
	Identification-based (identification-based trust, ITB)

Intention
IB Vertrauensbruch
Identification-based trust
Awareness/Risikobewusstsein
Identification-based distrust
Extern: Regulatorische Eingriffe in die Offenheit des Internets
Entwicklung/Wandel von Vertrauensbeziehungen erarbeiten/als Prozess über Zeit
Bandbreite von Beziehungen
Ökonomisierung hat Unsicherheiten gebracht
Autonome Einzelne -> Teil einer Organisation
UK 11.6 Systemisches, generalisiertes (Nicht-)Vertrauen
UK 11.7 Erwartungen
CBT in Aufrichtigkeit, Ehrlichkeit, Verlässlichkeit
IBT dass das Internet als Ganzes nicht beschädigt wird
CBT Kompetenz, technische Fähigkeiten
IBT in Wahrung von Geheimnissen/Geschäftsvereinbarung (CBT) an Gesetzestreue
Qualität der Verbindung
dass Wissen im Kontext bleibt, nicht missbraucht wird

Best Effort als soziales Prinzip
UK 11.8 Wirkmächtigkeit von Vertrauen
Informeller Stabilisator anstatt Regulierung/Formalisierung
Kooperation
Voraussetzung für bis Vereinfachung von Kooperation
Zukünftige Kooperation & Kontinuität
Voraussetzung für Kommunikation, Wissensaustausch, Innovation
Mobilisierung
OK 12 Internet-Konnektivität bereitzustellen befördert Gemeinwohl
OK 13 Kontext-Angaben
UK 13.1 Jobbeschreibung, Selbstverständnis und Anforderungen
Eigene Aufgaben
UK 13.2 Ausbildungshintergrund
UK 13.3 Berufserfahrung (der Interviewees)
UK 13.4 Anzahl Peerings
UK 13.5 Vertraulichkeitsregelung
UK 13.6 Unternehmensinformation
UK 13.7 Alter
UK 13.8 Regionaler Fokus
UK 13.9 Interviewpartner-Empfehlungen

Anhang 7: Kurzzusammenfassung

Internet-Konnektivität bildet die Grundlage der digital vernetzten Gesellschaft. Rund ein Vierteljahrhundert nach Beginn des kommerziellen Internets untersucht diese Dissertation die Gestalt der Konnektivitätsökonomie. Sie geht der Frage nach, wie Netzbetreiber weltweit das Spannungsfeld zwischen Kooperation und Wettbewerb überwinden und gemeinsam Internet-Konnektivität bereitstellen. Dafür entwickelt die Arbeit eine disziplinenübergreifende Forschungsperspektive. Sie etabliert einen Zusammenhang zwischen der Architektur des Internets, ökonomischen Koordinationsweisen sowie Gemeinschaftsstrukturen zwischen Netzwerker*innen. Konzeptionell greift die Arbeit Ansätze aus den Science and Technology Studies, der Konventionentheorie und den heterodoxen Wirtschaftswissenschaften auf. Die empirische Grundlage bilden Interviews mit Netzwerker*innen weltweit. Im Ergebnis lässt sich zeigen, dass Netzbetreiber in der Konnektivitätsökonomie architekturbedingt Unsicherheiten ausgesetzt sind, die ein Nebeneinander von Marktkoordination (Transit) und kooperativer Koproduktion (Peering) begründen. Bei der Koproduktion von Konnektivität geschieht die Äquivalenzbildung ohne das Medium Geld. Deshalb kommt produktbezogenen Qualitätskonventionen eine besondere Rolle in Zusammenschaltungsverhandlungen zu. Die Community der Netzwerker*innen fungiert unter anderem als Arena, in der diese Qualitätskonventionen verhandelt und getestet werden. Konzeptionell ergänzt die Arbeit außerdem die Konventionentheorie um eine neue Koordinationslogik. Es ist die Rechtfertigungsordnung der Konnektivität,

in der Internet-Konnektivität als schützenswertes Gut gilt, dessen Bereitstellung dem Gemeinwohl dient.

Anhang 8: Abstract

Internet connectivity forms the basis of the digitally networked society. About twenty-five years after the onset of the commercial internet, this thesis explores the economics of internet interconnection. It explores the question of how network operators worldwide overcome the tension between cooperation and competition and jointly provide internet connectivity. For this purpose, this dissertation develops a cross-disciplinary research perspective. It puts the architecture of the internet, economic coordination and community structures between internet engineers into relation. Conceptually, the study draws on approaches from science and technology studies, economics of convention, and heterodox economics. Empirically, the study is based on interviews with network operators worldwide. Taken together, it can be shown that when it comes to internet connectivity economics, network operators are exposed to architectural uncertainties, which in turn induce the coexistence of market coordination (transit) and cooperative co-production (peering). In the co-production of connectivity economic equivalence is established without the medium of money. This explains to a large extent why product-centered quality conventions play a pivotal role in interconnection negotiations. The community of networkers forms an arena in which these quality conventions are negotiated and tested. This thesis contributes a new order of worth to the economics of convention tradition. It is the quality convention of connectivity itself, in which internet connectivity is regarded as a commons worth protecting, whose provision serves the common good.

Anhang 9: Liste von Publikationen, die im Zusammenhang mit dieser Dissertation entstanden sind

- Meier-Hahn, U. (2016): Exploring the regulatory conditions of internet interconnection – A survey among internet interconnection professionals. HIIG Discussion Paper Series, Nummer 2016-03. Berlin: Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft. DOI: 10.2139/ssrn.2740312
- Meier-Hahn, U. (2015): Creating connectivity: Trust, distrust and social microstructures at the core of the internet, in: TPRC 43, 2015. 43rd Research Conference on Communications, Information and Internet Policy, Washington DC, S. 1-32. DOI: 10.2139/ssrn.2587843
- Meier-Hahn, U. (2014): Internet exchanges as organisers in the interconnection market, in: Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft, 2014. SCORE International Conference on Organizing Markets, Stockholm, S. 1-21