

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Diabetische Retinopathie -
eine szientometrische Analyse**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Nour Natalie Wahrlich (geb. Yazigi)

aus Stuttgart

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. med. Dr. h. c. mult. D. Groneberg
 2. Prof. Dr. med. B. Kütting
 3. Priv.-Doz. Dr. med. J. Seybold

Datum der Promotion: 03.06.2012

Inhaltsübersicht

Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
2 Material und Methoden	18
3 Ergebnisse	34
4 Diskussion.....	71
5 Zusammenfassung	94
6 Literaturverzeichnis.....	97
Selbstständigkeitserklärung	107
Lebenslauf	108
Danksagung	109

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Definition	1
1.2 Epidemiologie	1
1.2.1 Prävalenz und Inzidenz der Sehbehinderung	2
1.3 Pathophysiologie.....	2
1.3.1 Pathobiochemische Veränderungen	2
1.3.2 Molekulare Veränderungen.....	3
1.3.3 Hämodynamische Veränderungen.....	3
1.4 Klinisches Bild und Stadieneinteilung	4
1.4.1 Diabetisches Makulaödem	6
1.5 Risikofaktoren	6
1.6 Vorsorgeuntersuchungen.....	8
1.6.1 Kontrollintervalle	9
1.7 Diagnostik	9
1.7.1 Ophthalmoskopie und Fundusphotographie	9
1.8 Therapie.....	1
1.8.1 Laserkoagulation.....	1
1.8.2 Pars Plana Vitrektomie	13
1.8.3 Pharmakotherapie.....	13
1.9 Bedeutung der DR in der Arbeitsmedizin.....	15
1.10 Begriff der Szientometrie	16
1.11 Fragestellung und Zielsetzung dieser Arbeit.....	16
2 Material und Methoden	18
2.1 Datenbanken	18
2.1.1 Web Of Science	18
2.1.2 PubMed	20

2.2	Zitationsanalyse	20
2.2.1	Zitationsrate	21
2.2.2	Impact-Faktor.....	21
2.2.3	Halbwertszeit der Literatur	22
2.2.4	H-Index	23
2.2.5	Zitationsdichte.....	23
2.3	Kartenanamorphote	23
2.3.1	Diffusionskartenanamorphoten und ihre Methodik.....	24
2.4	Erhebung der Quelldaten.....	24
2.5	Methodik der Artikelanalysen.....	26
2.5.1	Analyse nach Publikationsjahren	26
2.5.2	Analyse der Publikationssprachen.....	26
2.5.3	Zeitliche Analyse der Größe des Literaturverzeichnis	26
2.5.4	Analyse der Publikationsformen	26
2.5.5	Zitationsanalyse der Artikel.....	26
2.6	Methodik der Autorenanalysen	28
2.6.1	Analyse der Autoren pro Artikel über die Zeit	28
2.6.2	Produktivität der Autoren	28
2.6.3	Autorenkooperationen.....	28
2.6.4	Zitationsanalyse der Autoren	29
2.7	Methodik der Zeitschriftenanalysen	30
2.8	Methodik der Analyse der Institute.....	31
2.8.1	Publikationsstärke der Institute	31
2.8.2	H-Indices der Institute	31
2.8.3	Kooperationen	31
2.9	Methodik der Länderanalysen.....	31
2.9.2	Methodik der Themenanalysen.....	33
2.9.3	Analyse neuerer Subject Areas	33
3	Ergebnisse	34
3.1	Artikel.....	34
3.1.1	Zeitlicher Verlauf der Artikelanzahl	34
3.1.2	Größe des Literaturverzeichnis	35
3.1.3	Analyse der Publikationssprachen.....	35
3.1.4	Analyse der Publikationsformen	36

3.1.5	Analyse der am häufigsten zitierten Publikationen.....	37
3.1.6	Zeitliche Analyse der Zitate.....	39
3.1.7	Zitationsrate	40
3.1.8	Halbwertszeit der Literatur	40
3.2	Autoren	41
3.2.1	Durchschnittliche Anzahl der Autoren pro Artikel.....	41
3.2.2	Meistpublizierende Autoren	42
3.2.3	Autorenkooperationen.....	44
3.2.4	Zitationsrate der meistpublizierenden Autoren.....	46
3.2.5	Meistzitierte Autoren	47
3.2.6	H-Indices der Autoren.....	47
3.2.7	Selbstzitationen der 10 meistpublizierenden Autoren.....	48
3.2.8	Zitationsmuster der meistpublizierenden Autoren.....	49
3.3	Quellenzeitschriften	50
3.3.1	Die wichtigsten Zeitschriften und deren Zitationsrate.....	50
3.3.2	Impact-Faktor der Top 10 Journals.....	51
3.4	Institute	52
3.4.1	Die produktivsten Institute.....	52
3.4.2	H-Indices der Institute	54
3.4.3	Untersuchung der Kooperation der Institute	54
3.5	Länder.....	57
3.5.1	Überblick über die Publikationshäufigkeit der Länder	57
3.5.2	Analyse der Anzahl der Institute pro Publikationsland	58
3.5.3	Internationale Kooperationen.....	59
3.5.4	Anteil internationaler Kooperationen an Gesamtpublikationen der	59
3.5.5	Zeitliche Entwicklung der Publikationen von Kooperationsartikeln	60
3.5.6	Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer	61
3.5.7	Zusammenarbeit der Länder untereinander.....	61
3.5.8	Zitationen der Publikationsländer.....	64
3.5.9	Zitationsrate der Länder.....	64
3.5.10	Modifizierter H-Index der meistpublizierenden Länder.....	65
3.6	Themenschwerpunkte - (Subject Areas).....	66
3.6.1	Die häufigsten Themenbereiche	66
3.6.2	Kombination mehrerer Themengebiete.....	66

3.6.3	Aufschlüsselung der einzelnen Subject Areas	67
3.6.4	Kürzlich stark gewachsene Subject Areas	69
4	Diskussion.....	71
4.1	Methodische Diskussion	71
4.1.1	Auswahl der Datenbank.....	71
4.1.2	Diskussion szientometrischer Parameter.....	73
4.1.3	Verzerrung durch uneinheitliche Schreibweisen	74
4.1.4	Festlegung des Suchzeitraums und des Suchmodus	78
4.2	Inhaltliche Diskussion	78
4.2.1	Zeitliche Entwicklung der Publikationszahlen	78
4.2.2	Zitationsraten	81
4.2.3	Publikationssprachen.....	81
4.2.4	Autorenanalysen	83
4.2.5	Quellenzeitschriften	87
4.2.6	Institute	88
4.2.7	Bedeutung der geographischen Verteilung.....	89
4.2.8	Kooperationen	92
5	Zusammenfassung	94
6	Literaturverzeichnis.....	97
	Selbstständigkeitserklärung	107
	Lebenslauf	108
	Danksagung	109

Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 NPDR und PDR	5
Abbildung 2 PDR, Fluoreszenzangiogramm	10
Abbildung 3 PDR, Netzhaut, OCT	1
Abbildung 4 Artikelanzahl über die Zeit	34
Abbildung 5 Entwicklung des Literaturverzeichnisses	35
Abbildung 6 Publikationen nach Sprachzugehörigkeit	36
Abbildung 7 Erscheinungsformen der Publikationen	36
Abbildung 8 Zitationen nach Publikationsjahr	39
Abbildung 9 Zitationsrate pro Artikel	40
Abbildung 10 Lebensdauer der Artikel nach erhaltenen Zitaten	41
Abbildung 11 Autoren pro Artikel über die Zeit	42
Abbildung 12 Top 15 Autoren nach publizierten Artikeln	43
Abbildung 13 Autorenschaft der produktivsten Autoren	43
Abbildung 14 Autorenkooperationen, Schwelle: 20 Kooperationen	45
Abbildung 15 Zitationsrate der meistpublizierenden Autoren	46
Abbildung 16 Top 15 Autoren nach Anzahl der Zitate	47
Abbildung 17 Top 15 Autoren nach H-Index	48
Abbildung 18 Zitationsmuster der meistpublizierenden Autoren	50
Abbildung 19 Überblick über die wichtigsten Quellenzeitschriften	51
Abbildung 20 Impact-Faktor 2007 der Top 10 Journals	52
Abbildung 21 Die 20 produktivsten Institute	53
Abbildung 22 Institute mit einem H-Index >25	54
Abbildung 23 Kooperationen publizierender Institute	56
Abbildung 24 Kartenanamorphote zur Publikationsanzahl der Länder	57
Abbildung 25 Anzahl der wissenschaftlichen Institute der Länder	58
Abbildung 26 Anteil internationaler Zusammenarbeit von Gesamtpublikationen	60
Abbildung 27 Verteilung der Kooperationsartikel über die Jahre	60
Abbildung 28 Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer	61
Abbildung 29 Internationale Kooperationen der Länder	63
Abbildung 30 Summe der Zitationen der einzelnen Länder	64
Abbildung 31 Zitationsrate der Länder (Schwelle: 30 Artikel)	65
Abbildung 32 H-Index der Länder	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 33 Häufigste Subject Areas	66
Abbildung 34 Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete	67
Abbildung 35 Kombination Subject Areas.....	68
Abbildung 36 Auswahl von Subject Areas mit mindestens 20 Artikeln	69
Abbildung 37 Auswahl von Subject Areas zwischen 100 und 500 Artikeln.....	70

Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Epidemiologie der DR und Makulopathie bei Typ-2 Diabetes.....	1
Tabelle 2 Merkmale der NPDR.....	4
Tabelle 3 Stadieneinteilung und klinisches Bild der DR.....	5
Tabelle 4 Stadieneinteilung bei Diabetischer Makulopathie.....	6
Tabelle 5 Indikation zur Lasertherapie.....	12
Tabelle 6 ISI Web tags	25
Tabelle 7 Zuordnung der Identifikationsnummern	28
Tabelle 8 Matrix zur Autorenkooperation.....	29
Tabelle 9 Die zehn meistzitierten Artikel.....	38
Tabelle 10 Selbstzitationen der 10 meistpublizierenden Autoren	49

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

AGE	Advanced Glycation End Products
DCCT	Diabetic Control and Complications Trial
DEMP	Density Equalizing Map Projections
DM	Diabetes Mellitus
DME	Diabetisches Makulaödem
DR	Diabetische Retinopathie
DRS	Diabetic Retinopathy Study
DRVS	Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study
ETDRS	Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
ICAM-1	Intrazelluläres Adhäsionsmolekül
IF	Impact-Faktor
IOVS	Investigative Ophthalmology & Visual Science
IRMA	Intraretinale Mikrovaskuläre Anomalien
ISI	Institute for Scientific Information
NPDR	Nichtproliferative Diabetische Retinopathie
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OCT	Optische Kohärenztomographie
PDR	Proliferative Diabetische Retinopathie
PKC- β	Proteinkinase C- β
SCI	Science Citation Index
SCIE	Science Citation Index Expanded
UKPDS	United Kingdom Prospective Diabetes Study
VEGF	Vascular Endothelial Growth Factor
WESDR	Wisconsin Epidemiological Study of Diabetic Retinopathy
WHO	World Health Organization
WoS	ISI Web of Science
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online

1 Einleitung

1.1 Definition

Die diabetische Retinopathie (DR) ist eine weitverbreitete Komplikation der chronischen Hyperglykämie durch Diabetes mellitus, bei der die retinalen Gefäße betroffen sind. Dieses Krankheitsbild zeichnet sich je nach Stadium vor allem durch eine Verdickung der Basalmembran, Perizytenchwund, Mikroaneurysmen, Neovaskularisation und Blutungen in der Retina aus, welche unbehandelt zu einer fortschreitenden Sehbehinderung führen. Eine die Sehkraft besonders gefährdende Komplikation ist das diabetische Makulaödem (DME), welche durch kapillären Flüssigkeitsaustritt und Einblutungen in die Makula gekennzeichnet ist [1].

1.2 Epidemiologie

Diabetes mellitus ist eine der Hauptursachen für vermeidbare Erblindungen der arbeitenden Bevölkerung in Industrienationen [2-4]. Unter Typ-1-Diabetikern beträgt die Prävalenz der DR 50,1%-54,2% [5-7]. Nach 5-jähriger Diabetesdauer sind bereits ca. 20 bis 25%, nach 15 bis 20 Jahren ca. 95% der Patienten von der DR betroffen [5]. Bei Kindern ist die DR selten [8]. Eine DME tritt bei ca. 15% der Typ-1-Diabetiker nach mindestens 15-jähriger Erkrankungsdauer auf [9]. Die Mehrheit der Patienten mit DR sind jedoch Typ-2-Diabetiker. In der *United Kingdom Prospective Diabetes Study* (UKPDS) wurde bei 36% zum Zeitpunkt der Diabetes Erstdiagnose bereits eine DR festgestellt [10, 11]. Die Prävalenz von DR bei Typ-2 Diabetes ist Tabelle 1 zu entnehmen [12].

Tabelle 1 Epidemiologie der DR und Makulopathie bei Typ-2 Diabetes

ohne Insulinbehandlung [13]		
Diabetesdauer	Erkrankung	Häufigkeit
5 Jahre	DR	Ca.30%
15-20 Jahre	DR	Ca. 50%
Ca. 5-10% der Patienten entwickeln eine proliferative DR		
mit Insulinbehandlung [9, 13]		
5 Jahre	DR	40-50%
15 Jahre	DR	Ca. 80%
15-20 Jahre	Klinisch signifikantes Makulaödem	Ca. 25%
Ca. 30% entwickeln eine proliferative DR		

1.2.1 Prävalenz und Inzidenz der Sehbehinderung

Eine bekannte Studie, welche die Prävalenz von Sehbehinderung und Blindheit untersucht, ist die *Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy (WESDR)*. In dieser Studie wird eine mittelgradige Sehbehinderung als Sehschärfe von 25% bis 12,5%, Blindheit als Sehschärfe von <10% der Sehkraft definiert. Die Werte beziehen sich jeweils auf das besser sehende Auge. In der Gruppe von Typ-1-Diabetikern, welche bei Diagnosestellung jünger als 30 Jahre alt waren, lag bei 1,4% eine mittelgradige Sehbehinderung und bei 3,6% Blindheit vor. In der älteren Vergleichsgruppe (>30 Jahre alt bei Diagnosestellung) hatten bereits 3% eine mittelgradige Sehbehinderung und 1,6% waren erblindet [11, 14].

Die gleiche Forschergruppe untersuchte die Zehn-Jahres-Inzidenz für Erblindung, welche 1,8% bei Typ-1-Diabetikern, 4% bei insulinpflichtigen Typ-2-Diabetikern und 4,8% bei Typ-2-Diabetikern ohne Insulintherapie betrug. Bei diesen drei Patientengruppen betrug die Zehn-Jahres-Inzidenz für eine Sehbehinderung (Sehschärfe <50%) 9,4%, 37,2% und 23,9% [11, 15].

1.3 Pathophysiologie

Der genaue Pathomechanismus der DR ist noch nicht endgültig geklärt, jedoch liegt sämtlichen molekularen Schäden eine chronische Hyperglykämie zugrunde. Diese Schäden finden auf der pathobiochemischen, molekularen und hämodynamischen Ebene statt [16]:

1.3.1 Pathobiochemische Veränderungen

- **Aldose-Reduktase** spielt im Polyol Stoffwechselweg eine wichtige Rolle, da sie Sorbitol während einer Hyperglykämie generiert. Vermehrte Sorbitolanreicherungen in den Zellen sind toxisch und stören das osmotische Gleichgewicht. Dies bewirkt den Untergang von Retinalzellen, vor allem von intramuralen Perizyten [17, 18].
- **„Advances Glycation End Product“ (AGE):** AGEs sind quervernetzte Proteine, die durch die nicht-enzymatische Glykosilierung bei erhöhten Glukosespiegeln entstehen. Sie sammeln sich irreversibel insbesondere in der Basalmembran, dem Glaskörper und den Erythrozyten an und rufen dort Zellinteraktionen über den Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) hervor.
- **Proteinkinase-C und VEGF:** Diacylglycerol ist ein Metabolit, der vermehrt bei einer Hyperglykämie anfällt. Dies führt zur Aktivierung des Enzyms Proteinkinase-

C, welches die Gefäßpermeabilität durch die Produktion von Wachstumsfaktoren, vor allem von VEGF erhöht [16, 19].

1.3.2 Molekulare Veränderungen

- **Verdickung der Basalmembran:** Sie ist als Ergebnis der Einlagerung von AGEs anzusehen und hat eine Störung des Wachstums von Kapillarendothelzellen und Perizyten zur Folge, da die Matrixfunktion der Basalmembran beeinträchtigt ist.
- **Perizytenuntergang:** Der durch die bisher genannten Prozesse entstandene Perizytenuntergang ist pathognomisch für die DR. Die Folge hiervon ist ebenfalls eine erhöhte Permeabilität der Kapillaren. Perizyten sind intramurale Stützzellen, die die retinale Kapillardurchblutung in Abhängigkeit von lokalen Faktoren wie pO₂ und pCO₂ regulieren. Eine durch die Zerstörung der Perizyten insuffiziente Autoregulation führt zu einer Zunahme des Blutdurchflusses pro Zeit, sodass die Gefäßwand übermäßig gedehnt und beschädigt wird. Die Funktion der Desmosomen wird so gestört und die endothelialen „tight junctions“ können ihre Barrierefunktion nicht länger aufrecht erhalten [16, 20].
- **Zusammenbruch der Blut-Retina-Schranke:** Die Überdehnung der Gefäßwand hat den Zusammenbruch der Blut-Retina-Schranke zur Folge. Es kommt zu vermehrter Transsudation von Blut, Proteinen und Lipiden, welche bei gleichzeitiger Druckerhöhung in den Gefäßen durch arterielle Hypertonie noch verstärkt wird [16].
- **Leukostase:** Das aufgrund der Ischämie freigesetzte VEGF fördert durch die Induktion von Molekülen wie ICAM-1 die Adhäsion von Leukozyten an der Gefäßwand. Es kommt zu einer retinalen Leukostase, welche wiederum zu Kapillarschäden führt [16].

1.3.3 Hämodynamische Veränderungen

- **Fortschreitende Minderperfusion:** Die den Kapillarwänden anhaftenden Leukozyten blockieren mechanisch den intravasalen Blutstrom und verstärken so die Ischämie noch weiter. Außerdem wird das Endothel beim Durchfluss der durch Einlagerung der AGEs weniger verformbaren Erythrozyten geschädigt.
- **Begünstigung vasaler Mikrothromben:** Zu den bisher genannten Faktoren für die Begünstigung vasaler Mikrothromben kommt eine ohnehin erhöhte Gerinnungsneigung beim Diabetiker hinzu. Diese ist durch höhere

Einleitung

Konzentrationen von Faktor V, VIII und Fibrinogen sowie durch eine erniedrigte Fibrinolyse und verstärkte Aggregationsneigung der Thrombozyten bedingt.

1.4 Klinisches Bild und Stadieneinteilung

Die nichtproliferative DR (NPDR) ist durch das Vorhandensein folgender Merkmale charakterisiert (s. Tabelle 2 und Abbildung 1a) [11]:

Tabelle 2 Merkmale der NPDR

Mikroaneurysmen	Sie sind die erste klinisch feststellbare Läsion der DR und sind in der inneren Körnerschicht der Retina lokalisiert.
Punkt- und Fleckblutungen	Sie befinden sich in den mittleren Retinaschichten.
Harte Exsudate	Diese gelblichen Lipidablagerungen sind meist zwischen der inneren plexiformen und der inneren Körnerschicht der Retina lokalisiert.
Vaskuläre Veränderungen	Diese stellen sich als geschlängelte, dilatierte und segmentierte Venen (perlschnurartige Venen) dar.
Cottonwool Herde	Cottonwool Herde, auch weiche Exsudate genannt, sind Mikroinfarkte. Sie sind als weiße, unscharf begrenzte und oft von einem Saum erweiterter Kapillaren umgebene Bezirke in der Nervenfaserschicht der Retina zu erkennen. Hier finden sich häufig aufgequollene, axonale Strukturen. Diese sind Nervenfaserininfarkte, die aufgrund von Kapillarverschlüssen entstehen.
Intraretinale mikrovaskuläre Anomalie (IRMA)	IRMAs sind teleangiektatische Kapillaren mit vermutlich kollateraler Funktion. Häufig finden sie sich in der Umgebung von Kapillarverschlüssen.
Retinale Ödeme	Retinale Ödeme sind durch die Anreicherung von Flüssigkeit zwischen der äußeren, plexiformen Schicht und der inneren Körnerschicht charakterisiert. Beim Fortschreiten der DR können alle Schichten der Retina betroffen sein.

Die PDR ist durch Neovaskularisationen gekennzeichnet, die sich sowohl als Papillenproliferationen als auch als periphere Proliferationen (Gefäßneubildung außerhalb der Papille) manifestieren können. Die neu gebildeten Gefäße wachsen meistens entlang des hinteren Pols des großen Gefäßbogens. Eine plötzliche Glaskörperkontraktion kann daher zur Ruptur dieser instabilen Gefäße führen. Bei einer Glaskörperabhebung werden sie mit der darunterliegenden Retina nach vorne gezogen, was zu einer traktionsbedingten Netzhautablösung führen kann (s.

Einleitung

Abbildungen 1b und 1c). Etwa 50% der Patienten mit schwerer NPDR entwickeln innerhalb eines Jahres eine PDR [21]. Die *International Clinical Diabetic Retinopathy Disease Severity Scale* ist leicht verständlich und basiert auf ophthalmologischen Untersuchungen bei dilatierter Pupille. Sie beschreibt folgende Stadien (s. Tabelle 3) [11, 12]:

Tabelle 3 Stadieneinteilung und klinisches Bild der DR

Stadium	Läsionen
keine sichtbare Retinopathie	keine Anomalien
milde NPDR	Mikroaneurysmen
mäßige NPDR	Mikroaneurysmen, einzelne, intraretinale Blutungen, perlschnurartige Venen
schwere NPDR	<p>„4-2-1“-Regel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 20 Mikroaneurysmen sowie intraretinale Blutungen in 4 Quadranten oder ➤ Perlschnurartige Venen in mindestens 2 Quadranten oder ➤ Intraretinale Mikrovaskuläre Anomalien (IRMA) in mindestens 1 Quadranten
PDR	Neovaskularisation (in der Papille oder papillenfern) und/oder Glaskörper-/präretinale Blutungen, traktionsbedingte Netzhautablösung



Abbildung 1a
Nichtproliferative Diabetische Retinopathie

Zu sehen sind zahlreiche oberflächliche, intraretinale Blutungen. Auch Cotton-wool Herde sind hier als unscharf begrenzte, weiße Flecken zu erkennen [22].



Abbildung 1b
Proliferative Diabetische Retinopathie

Auf dem Bild imponieren schwankende Venenkaliber, Blutungen, Cotton-wool-Flecken und IRMAs. Man achte besonders auf die Neovaskularisation an der Papille [23].



Abbildung 1c
Proliferative Diabetische Retinopathie

Intensive Neovaskularisationen mit Blutungen und Proliferationen haben zur Netzhautablösung geführt [24].

Abbildung 1 NPDR und PDR

Bilder mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Georg Michelson

1.4.1 Diabetisches Makulaödem

Das Diabetische Makulaödem bzw. die Verdickung der Retina ist eine wichtige Manifestation der DR und die häufigste Ursache für mittelgradigen Sehverlust [25]. Die Flüssigkeitsablagerungen in der Retina stammen aus undichten Mikroaneurysmen oder diffundieren aus instabilen Kapillargebieten. Wenn sich sehr viel Flüssigkeit ansammelt, werden sie auch als zystenartige Makulaödeme bezeichnet. In Tabelle 4 ist die Stadieneinteilung der DME aufgezeigt [11, 12]:

Tabelle 4 Stadieneinteilung bei Diabetischer Makulopathie

Stadium	Läsionen
Fokales Makulaödem	<ul style="list-style-type: none"> - Umschriebene(s) Ödem(e) - Intraretinale Blutungen - Harte Exsudate <p>Von „klinisch signifikant“ (visusbedrohend) spricht man, wenn die Läsionen ganz oder teilweise innerhalb eines Papillendurchmessers von der Foveola entfernt liegt.</p>
Diffuses Makulaödem	<ul style="list-style-type: none"> - Auftreten von ausgedehnten Ödemen, harten Exsudaten und massiver Leckage am hinteren Augenpol. - Meist stark reduzierter Visus
Ischämische Makulopathie	<ul style="list-style-type: none"> - Das Kapillarnetz um die Fovea ist nicht ausreichend perfundiert. - Ungünstige Prognose

1.5 Risikofaktoren

Bisher konnten anhand zahlreicher Studien mit an DR erkrankten Patienten folgende Risikofaktoren ermittelt werden [11]:

Hyperglykämie

Eine gute Blutzuckereinstellung und die Entstehung bzw. das Fortschreiten der DR korrelieren indirekt miteinander. Eine Abnahme der HbA1c- Konzentration geht mit einer signifikanten Abnahme der Progression, sowie einer verringerten Inzidenz der proliferativen DR (PDR) einher [12]. In der *Diabetes Control and Complications Trial* (DCCT) mit 1441 Patienten in einem Beobachtungszeitraum von 6,5 Jahren, wurde bei Typ-1-Diabetikern nach intensivierter Blutzuckerregulation (Ziel HbA1c <6,05%) das Risiko für die Entstehung einer Retinopathie um 76% gesenkt. Auch die Progression einer bereits bestehenden Retinopathie konnte um 54% reduziert werden [25]. Ähnliche Ergebnisse stellte die *UK Prospective Diabetes Study* (UKPDS) bei 3867 Typ-2-Diabetikern fest: Eine Absenkung des HbA1c auf 7% (7,9%

Einleitung

in der Vergleichsgruppe) konnte das Risiko der Progression der Retinopathie um 17%, das Risiko für Glaskörperblutungen um 23%, den Bedarf einer Laserbehandlung um 29% und das Risiko für Erblindung um 16% senken [10]. Beide Studien stellten jedoch ein sog. „early worsening“ fest. Das heisst, dass nach Beginn der intensivierten Insulintherapie ein initiales Fortschreiten der DR auftrat. Dennoch bleibt auf lange Sicht die Prognose für den Patienten besser [27].

Hypertonie

Hypertonie erhöht das Risiko für das Auftreten und die Progression von DR sowie für das Diabetische Makulaödem. In der *United Kingdom Prospektive Study* konnte gezeigt werden, dass durch eine intensivierte Hypertoniebehandlung (Blutdrucksenkung von durchschnittlich 154/87 auf 144/82) eine Reduktion des Fortschreitens der Retinopathie um 34% bewirkt wurde und das Risiko für eine Visusminderung um 47% gesenkt werden konnte. Der Bedarf für Laserkoagulation konnte um 35% gesenkt werden. Eine signifikante Risikominderung für die Progression der DR nach Blutdrucksenkung wurde ebenfalls verzeichnet [28].

Nephropathie

Bei Bestehen einer schweren Proteinurie zu Behandlungsbeginn ist das Risiko für die Entwicklung eines DME bei Patienten mit Typ-1 Diabetes um 95% erhöht. Bei Patienten mit persistierender Mikroalbuminurie ist die Prävalenz der PDR wesentlich höher als bei Patienten ohne Nierenbeteiligung [5, 29].

Genetische Disposition

Familiäre [30] und ethnische Häufungen [31] sowie das Nichtansprechen auf risikosenkende Maßnahmen mancher Patienten sprechen für den Einfluss genetischer Faktoren, die die Entwicklung der DR begünstigen. Gene für VEGF, RAGE oder ALR2 kommen in Betracht, die Studienlage konnte jedoch bisher noch keine eindeutigen Ergebnisse vorweisen [32, 33].

Hypercholesterinämie

Hohe Serumkonzentrationen von Cholesterol und LDL sind Risikofaktoren für die Entstehung harter Exsudate und sind der Hauptrisikofaktor für die Entwicklung einer subfovealen Fibrose [5, 34]. Bei Einnahme des Lipidsenkers Atorvastatin (HMG-CoA Reduktase Hemmer) als Therapieergänzung zur Makulakoagulation, konnte bei Typ-

Einleitung

2-Diabetikern mit bestehender Hyperlipidämie eine Reduktion von Ödemen, harten Exsudaten und subfovealer Lipidmigration nachgewiesen werden [35]. Bei Lipidsenkung mithilfe von Fenofibrat konnte die Notwendigkeit für eine Laserkoagulation verringert werden [36].

Anämie

Ein niedriger Hämatokrit bei Behandlungsbeginn ist laut der *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS) ein Risikofaktor für die Entwicklung von PDR und schwerwiegenden Sehbehinderungen. Patienten mit einem Hämoglobinwert von <12g/dl weisen ein erhöhtes Risiko für Retinopathie auf [37]. Es wird stark vermutet, dass eine durch Anämie hervorgerufene retinale Hypoxie ursächlich an der Entwicklung von Mikroaneurismen und anderen Retinopathien beteiligt ist [38].

Nikotin

Durch verschiedene Studien konnte belegt werden, dass ein erhöhter Nikotinkonsum mit der Entwicklung und Progression einer Retinopathie assoziiert ist [39-41].

Schwangerschaft

Schwangere Frauen mit Typ-1 Diabetes haben im Vergleich zu Nicht-Schwangeren ein doppelt so hohes Risiko für die Entwicklung einer PDR. Idealerweise sollte bei jungen Frauen mit Kinderwunsch untersucht werden, ob eine Retinopathie vorliegt. Die Ursache für das beschleunigte Fortschreiten der DR während der Schwangerschaft könnte die Krankheitsdauer des Diabetes sein. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass sowohl metabolische, als auch hormonelle Faktoren während der Schwangerschaft die Progression der DR begünstigen [43, 44].

1.6 Vorsorgeuntersuchungen

Gerade in Deutschland werden Diabetiker zu selten auf DR untersucht. Nur bei 19 bis 32% der Patienten werden jährlich Untersuchungen des Augenhintergrundes durchgeführt [45]. Die rechtzeitige Erkennung und Behandlung der Retinopathie und des DME senken jedoch signifikant das Erblindungsrisiko und erhöhen die Lebensqualität der Patienten [12]. Die DR und das DME können auch ohne das Auftreten von Symptomen bereits therapiebedürftig sein [46]. Symptome werden häufig erst bei fortgeschrittenen Läsionen bemerkt. Die Prognose ist trotz Laserkoagulation signifikant schlechter als bei Behandlungsbeginn im Frühstadium,

da sie das Fortschreiten von Sehverlusten zwar verringern, jedoch keine Verbesserung der Sehkraft herbeiführen kann [21].

1.6.1 Kontrollintervalle

Folgende Leitlinien werden momentan empfohlen, um regelmäßige Kontrolluntersuchungen für Diabetiker zu sichern und ein unbemerktes Fortschreiten der Retinopathie zu verhindern [12]. Dies ist insbesondere im Licht der anfänglichen Symptomlosigkeit der Erkrankung wichtig, um eine rechtzeitige Therapie zu gewährleisten und Folgeschäden zu minimieren:

- Eine jährliche Kontrolle, wenn noch keine Retinopathie besteht [47].
- Bei bereits vorliegender Retinopathie werden die Kontrollintervalle nach Maßgaben des Augenarztes festgelegt.

Ausnahmen von dieser Regel:

- Kinder vor dem 11. Lebensjahr müssen erst nach fünfjähriger Diabetesdauer untersucht werden [48, 49].
- Typ-2-Diabetiker sollten sofort bei Diagnosestellung des Diabetes untersucht werden [10].

Für Schwangere wird eine Untersuchung, wenn möglich vor der geplanten Konzeption [50], ansonsten sofort nach Feststellung der Schwangerschaft empfohlen [51]. Anschließend im Abstand von drei Monaten bzw. bei bestehender Retinopathie monatlich.

1.7 Diagnostik

Die DR ist vor allem eine klinische Diagnose. Die direkte oder indirekte Ophthalmoskopie bei Mydriasis und Kontakt/Nicht-Kontakt Spaltlampenuntersuchungen sind bei der Diagnose der DR essentiell. Jedoch können einige zusätzliche Untersuchungen für die Diagnosestellung und Behandlungsplanung notwendig sein [11].

1.7.1 Ophthalmoskopie und Fundusphotographie

Die Ophthalmoskopie ist die am häufigsten verwendete Screeningmethode für DR. Von einem Ophthalmologen durchgeführt, ist die Spezifität hoch, die Sensitivität jedoch gering. Dies gilt speziell für eine Retinopathie im Frühstadium. Im Vergleich dazu weist die stereoskopische 7-Felder-Fundus-Farbphotographie eine höhere Sensitivität auf, die Spezifität ist bei beiden gleich [52]. Die digitale Bildgebung mittels

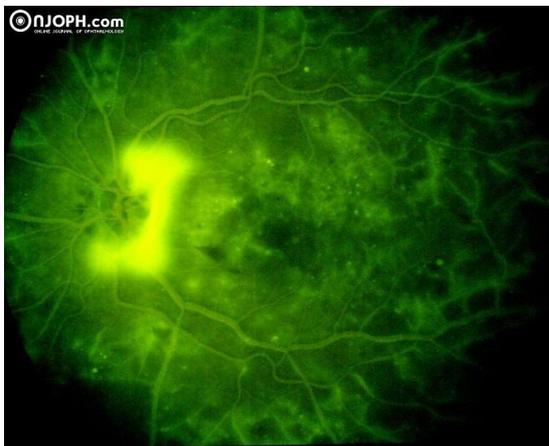
Einleitung

1-Feld-Fundusphotographie erleichtert die Methode der Fundusphotographie und macht sie leichter verfügbar. Sie kann verwendet werden, um Fundusbilder selbst bei nicht dilatierter Pupille (außer bei älteren Patienten) zu gewinnen und könnte als Screeningmethode für die DR eingesetzt werden [53].

Ein großer Vorteil digitaler Technologien besteht in der Möglichkeit, Bilder an Zentralen zu schicken, wo sie von Experten ausgewertet werden können. Der *Joslin Diabetes Center* in Boston entwickelte beispielsweise das *Joslin Vision Network*, das ein Fernbildgebungssystem, ein zentralisiertes Beurteilungszentrum und ein Datenspeichersystem beinhaltet. Die Umsetzung dieser bildgebenden Technologien in der primären Gesundheitsversorgung führte zu einer signifikanten Verbesserung der Kontrolle der DR und steigerte die Häufigkeit der durchgeführten Lasertherapie [11].

1.7.1.1 Fundus Fluoreszenzangiographie

Frühste Veränderungen der DR (z.B. die Dilatation des Kapillarsystems) sind nur im Fluoreszenzangiogramm sichtbar. In der ETDRS Studie konnten auf diese Weise Risikofaktoren für die Progression der NPDR zur PDR ermittelt werden. Hierbei handelt es sich um diffusen Austritt von Fluoreszein sowie Verlust und Dilatation von Kapillaren [11, 54] (s. Abbildung 2).

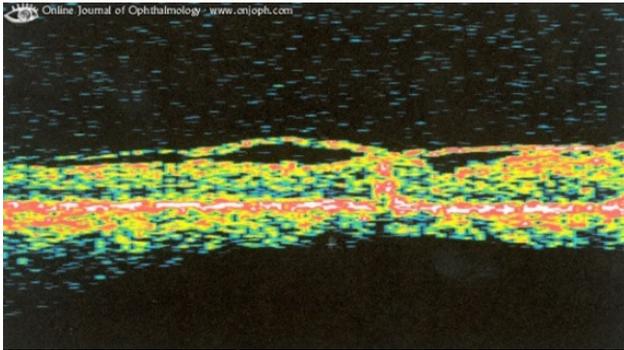


Auf Abbildung ist an der Papille ein starker Flüssigkeitsaustritt erkennbar. Dieser ist auf die Durchlässigkeit der neu gebildeten Gefäße zurückzuführen. Zahlreiche Mikroaneurysmen leuchten punktförmig auf. Besonders oberhalb der Fovea befindet sich eine Ansammlung von Fluoreszein im retinalen Ödem [55]

Abbildung 2 PDR, Fluoreszenzangiogramm
Bild mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Georg Michelson

1.7.1.2 Optische Kohärenztomographie

Die Optische Kohärenztomographie (OCT) ermöglicht eine Schnittbildgebung der Retina und ist mit histologischen Schnitten vergleichbar. Der Nachweis sowie der Verlauf des DME lassen sich mit diesem Verfahren besonders gut beurteilen und könnte die invasive Angiographie in vielen Fällen ersetzen [11, 56].



Man sieht eine präretinale Membran, die an mehreren Stellen mit der Oberfläche der Netzhaut verbunden, sonst aber leicht abgehoben ist [57].

Abbildung 3 PDR, Netzhaut, OCT
Bild mit freundlicher Genehmigung von
Prof. Dr. Georg Michelson

1.8 Therapie

1.8.1 Laserkoagulation

Bei der Laserkoagulation wird ein gebündelter Lichtstrahl auf die retinale Pigmentschicht gerichtet. Dabei werden kleine Verbrennungen verursacht, die unter Narbenbildung abheilen. Dies dient der Prävention von Glaskörperblutungen und Netzhautablösungen. Intraretinale Exsudationen, Ödembildungen und Lipidablagerungen werden durch die Zerstörung pathologisch veränderter Gefäße verringert. Der Proliferationsreiz wird durch die Koagulation ischämischer Gebiete vermindert. Sie dient also nicht primär zur Verbesserung der Sehschärfe, sondern zur Verhinderung der Progression der DR und somit zum Erhalt der Sehschärfe [11]. Es existieren Laser unterschiedlicher Wellenlänge (514 nm bis 810 nm). Die Wahl der Wellenlänge ist aus klinischer Sicht nicht ausschlaggebend für den Behandlungserfolg, wird jedoch je nach Indikation variiert [58]. Für die panretinale Koagulation werden bis zu 2500 Laserherde verwendet, die flächenhaft über die Retina im Durchmesser von 500 μm gestreut werden. Die Netzhautmitte wird dabei ausgespart.

In der *Diabetic Retinopathy Study* (DRS) wurde bereits Ende der siebziger Jahre gezeigt, dass ein schwerer Visusverlust mittels panretinaler Photokoagulation zu über 50% verhindert werden konnte. Unbehandelt trat bei 26%, behandelt nur bei 11% der Patienten mit proliferativer DR ein schwerer Visusverlust auf. Dieser Unterschied wurde 16 Monate nach Beginn der Studie deutlich und dauerte noch mehrere Jahre nach der Studie an [59, 60].

Laserkoagulation beim Diabetischem Makulaödem

Beim DME kann durch feine Laserherde die Koagulation von Mikroaneurismen um die Fovea erzielt werden. Auf diese Weise wird die Anschwellung der Netzhautmitte erreicht, was eine weitere Sehverschlechterung verhindern kann. In der ETDRS wurden einzelne Mikroaneurismen, die zuvor durch Fluoreszenzangiographie diagnostiziert wurden, fokal behandelt. Gebiete mit diffuser Leckage und kapillarer Minderversorgung wurden weitflächig gitternetzartig laserkoaguliert [61]. Die beiden Behandlungsmethoden kamen auch als Kombinationstherapie zum Einsatz. Die ETDRS konnte in der Behandlung des DME eine massive Reduktion der Sehschärfenverschlechterung durch die Laserkoagulation nachweisen [21, 62]. Eine Fluoreszenzangiographie vor Behandlungsbeginn verbesserte die Genauigkeit der Laserkoagulation [63]. Die Indikation hängt von Stadium der DR und dem Vorliegen eines DME ab (s. Tabelle 5) [11, 12].

Tabelle 5 Indikation zur Lasertherapie

Stadium	Laser-Indikation
Milde NPDR	Keine
Mäßige NPDR	Keine
Schwere NPDR	Laserkoagulation zu erwägen, insbesondere bei Risikopatienten mit <ul style="list-style-type: none"> - Typ-1 Diabetes - Schwangerschaft - mangelnder Compliance - beginnender Katarakt - allgemein Risikoerkrankungen, z.B. arterielle Hypertonie
PDR	<ul style="list-style-type: none"> - Neovaskularisation an der Papille - Periphere Neovaskularisation > 1/2 Papillendurchmesser - Präretinale Blutung - Rubeosis Iridis
Fokales DME	Gezielte Laserkoagulation bei Vorliegen eines visusbedrohenden klinisch signifikanten Makulaödems: umschriebene Ödeme im Bereich der Fovea, kombiniert mit <ul style="list-style-type: none"> - Mikroaneurysmen - intraretinalen Blutungen - harten Exsudaten
Diffuses DME	Gitterförmige („grid“-) Laserkoagulation optional, da Studienergebnisse nicht eindeutig sind.
Ischämisches DME	Keine Laserkoagulation sinnvoll

1.8.2 Pars Plana Vitrektomie

Häufige Indikationen für die Vitrektomie sind schwere Komplikationen der PDR wie Glaskörperblutungen und Netzhautablösungen, die durch Zugwirkung oder Einriss der Retina entstehen und eine frische Beteiligung der Makula aufweisen [12, 64].

Bei der Vitrektomie wird der durch Blutungen trübe gewordene Glaskörper mitsamt den fibrovaskulären Proliferationen entfernt. Es erfolgt die Wiederanlage der möglicherweise abgehobenen Netzhaut und die panretinale Laserkoagulation.

In der *Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study (DRVS)* wurden 600 Patienten mit frischen Glaskörperblutungen und einem Visus von mindestens 2,5% randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe erhielt eine sofortige Operation, die zweite erst dann, wenn die Glaskörperblutung mindestens ein Jahr fortbestand oder sich eine Netzhautablösung mit Makulabeteiligung ankündigte. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass für Typ-1-Diabetiker bzw. für Patienten mit schwerer PDR die frühe Vitrektomie von deutlichem Vorteil ist, jedoch nicht für Typ-2-Diabetiker [11, 64].

Bei der Anwendung der Ergebnisse der DRVS muss berücksichtigt werden, dass sich die Vitrektomie heute aufgrund moderner chirurgischer Verfahren weniger komplikationsreich gestaltet und nur bedingt mit den Operationstechniken Anfang der 1990er Jahre zu vergleichen ist. Hierdurch hat sich das Indikationsspektrum erweitert.

1.8.3 Pharmakotherapie

- **Kortikosteroide:** Steroide werden intravitreal injiziert und vornehmlich beim DME eingesetzt. Durch ihre antiinflammatorische Wirkung hemmen sie die Induktion von VEGF, welcher proinflammatorische Mediatoren wie den Pigment-derived growth factor und den Plättchen-Aktivierenden Faktor begünstigt [65]. Auf diese Weise bewirken Kortikosteroide eine Downregulation von VEGF und können auf diese Weise eventuell die Zerstörung der Blut-Retina-Schranke verhindern. Steroide besitzen außerdem antiangiogene Eigenschaften, die möglicherweise auf die Abschwächung der VEGF Wirkung zurückzuführen sind [11]. Diese beiden Wirkungen wurden in verschiedenen Studien genutzt und Kortikosteroide wurden als intravitreale Injektionen im „off-label“ Gebrauch eingesetzt, um beim DME und bei Neovaskularisation eine Reduktion von Ödemen zu erreichen [66, 67]. Da die Wirkung nur zeitweise anhält, sind wiederholte Injektionen notwendig.

Einleitung

- **VEGF-Inhibition:** VEGF wird von den Zellen des Pigmentepithels, den Perizyten und den Endothelzellen der Retina als Reaktion auf eine Hypoxie produziert [68]. VEGF fördert entzündliche Prozesse durch die Induktion von intrazellulären Adhäsionsmolekülen (ICAM-1) und Leukozytenadhäsionen [11]. VEGF-Antagonisten könnten sowohl die Leckage als auch retinale Neovaskularisation beim DME reduzieren. Jedoch ist auch hier die zeitliche begrenzte Wirkung von vier bis sechs Wochen von Nachteil und es werden noch weitere klinische Studien gebraucht, um die Langzeitwirkung abschätzen zu können [69]. Klinische Studien über die Wirkung von intravitreal applizierten anti-VEGF Aptameren wie Pegaptanib und Antikörpern wie Ranibizumab und Bevacizumab auf DME erzielten bisher positive Ergebnisse [70-73]. Der Gebrauch des intravitreal applizierten Anti-VEGF Pharmakons Bevacizumab beispielsweise, bewirkte einen Rückgang von Neovaskularisation bei PDR [74, 75]. Die Komplikationen der Verfahren entsprechen denen, welche allgemein bei der intraokulären Eingriffen auftreten können. Diese sind Endophthalmitis, Netzhautablösungen und Verletzungen der Linse. Zur Infektionsprävention ist die Medikamentengabe daher nur unter aseptischen Bedingungen durchzuführen [76].
- **Proteinkinase-C- β -Inhibitor:** Die orale oder intramuskuläre Applikation von Proteinkinase-C- β -Inhibitoren stellt einen weiteren Ansatz in der Behandlung der DR da. Die PKC- β spielt bei der Regulation der Endothelzellpermeabilität eine entscheidende Rolle und ist eine wichtige Signalkomponente für VEGF [77]. Es konnte gezeigt werden, dass der PKC- β Isoform Inhibitor Ruboxistaurin bei Patienten mit mäßig schwerer bis schwerer NPDR sehr gut toleriert wurde und das Risiko für Sehverluste reduzierte [78]. Er verhinderte jedoch nicht die Progression der DR [79]. Die Behandlung mit Ruboxistaurin konnte außerdem mit einer Reduktion von retinalen Exsudationen beim DME in Verbindung gebracht werden [11, 80]. Die Anwendung wird weiterhin klinisch erprobt.
- **Octreotide:** In kleineren Studien konnte die Anwendung von langwirksamen Octreotid, ein Somatostatine Analogon und Wachstumshormon/IGF-1 Antagonist, die Progression der Retinopathie nachweislich reduzieren und die Zeit für die den Bedarf einer Laserkoagulation hinauszögern [81, 82].

- **Cox-2-Hemmer:** Die Cyclooxygenase (COX)-2, welche auch von retinalen Astrozyten induziert wird, stimuliert die Neovaskularisation durch Prostanoiden. Diese regen die Expression von VEGF und die endotheliale Zellproliferation an [11]. Unter experimentellen Bedingungen konnte gezeigt werden, dass COX-2 Inhibitoren die Angiogenese hemmen. Dies gilt jedoch nicht für COX-1 Inhibitoren [83]. Die Effekte von COX-2 Hemmern sind noch in klinischer Erprobung.
- **ACE-Hemmer und Angiotensin-II-Rezeptorantagonisten:** ACE-Hemmer und Angiotensin-II-Rezeptorantagonisten erzielen vorwiegend durch ihre antihypertensive Wirkung einen positiven Effekt auf die Entwicklung der DR [28, 84]. Darüber hinaus konnte in experimentellen Modellen auch ein Zusammenhang des Renin-Angiotensin Systems und der Überexpression von VEGF hergestellt werden, wonach ACE-Inhibitoren die Expression von VEGF hemmen können [11, 85]. In klinischen Studien sind die Effekte von ACE-Inhibitoren jedoch nicht einheitlich beschrieben worden [86-89].

1.9 Bedeutung der DR in der Arbeitsmedizin

Die DR ist immer noch die Hauptursache von Blindheit in der arbeitenden Bevölkerung [4]. Die Zahl blinder Menschen beläuft sich in Deutschland auf rund 150.000, die Zahl sehbehinderter Menschen auf 500.000 bis 1,1 Millionen. DR ist nach Schätzungen der Verbände der Ophthalmologie in 17% der Fälle für die Beeinträchtigung verantwortlich [90]. Die damit verbundenen jährlichen Krankheitskosten belaufen sich in Deutschland auf bis zu 4347 Euro pro Patient [91]. Hinzu kommen indirekte Kosten durch Arbeitsausfälle. Berufliche Konsequenzen bei Sehbehinderungen ergeben sich beispielsweise für die Arbeit am Bildschirm sowie für bestimmte Berufsgruppen, die einen Führerschein der LKW- oder Bus-Klassen oder eine Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung besitzen. Sie müssen an den Vorsorgeuntersuchungen nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 25 teilnehmen. Dieser beinhaltet eine Prüfung der Sehstärke. Dasselbe gilt auch für Steuer- und Überwachungspersonal, wie z.B. Piloten oder Schiffsführer [92]. Die Minderung der Erwerbsfähigkeit bei Diabetikern mit DR beträgt: 0-10% bei Grad 1 (milde NPDR), 10-40% bei Grad 2 (mäßige bis schwere NPDR), 40-100% bei Grad 3 (PDR) [93]. Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen der Komplikationen des Diabetes wie Blindheit und Sehminderung sind massiv und stellen eine große Herausforderung

für Medizin und Forschung dar. Fragestellungen zum Thema beschäftigten die wissenschaftliche Arbeit stark und regen zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten an (s. Publikationszahlen unter 3.1.1), die sich mit den unterschiedlichen Aspekten der DR befassen.

1.10 Begriff der Szientometrie

Der Begriff der Szientometrie ist eine Übersetzung aus dem Russischen (naukometriya) und wurde erstmals von *Nalimov* und *Mulchenko* verwendet. Etabliert wurde sie jedoch von *Derek de Solla Price* und *Eugene Garfield* [94, 95]. Die Szientometrie besteht aus der quantitativen Untersuchung von Wissenschaft und wissenschaftlichen Vorgängen. Dies beinhaltet beispielsweise die Beobachtung von Publikationsentwicklungen und die Durchführung von Zitationsanalysen.

1.11 Fragestellung und Zielsetzung dieser Arbeit

Es gibt bis zum jetzigen Zeitpunkt keine umfassende szientometrische Analyse der Publikationen zum Thema DR. Ziel dieser Arbeit ist es, eine systematische Betrachtung der bisherigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen durchzuführen und dadurch die Bedeutung der Thematik innerhalb der Wissenschaftswelt zu beurteilen und zu analysieren.

Die Analyse geschieht nach folgenden Gesichtspunkten:

1. Zeitliche Entwicklung

- Bestimmung der Gesamtzahl von Veröffentlichungen in den einzelnen Jahren
- Analyse der jeweiligen Jahre nach ihrer Zitationsrate
- Zitationsanalysen sowohl abhängig von Zitationsjahren, als auch von den Erscheinungsjahren
- Darstellung quantitativer Veränderungen von jährlichen Zitierungen im Vergleich zum Vorjahr
- Aufschluss über mögliche Trendentwicklungen

2. Bedeutende Artikel

- Identifikation wissenschaftlicher Artikel mit der höchsten Zitationsrate als auch der Zeitschriften, in denen sie veröffentlicht wurden

3. Publikationsleistung von Autoren

- Erfassung der Autoren mit den meisten Publikationen zum Thema
- Bewertung der Autoren durch einer umfassenden Zitationsanalyse, aus der ersichtlich wird, welche Autoren am häufigsten zitiert werden und wie sich ihre Zitationszahl anhand ihrer Publikationsleistung einordnen lässt
- Darstellung der Zitierungsmuster von Autoren

4. Zeitschriften und quantitative Anteile der Forschungsbereiche

- Identifikation der Zeitschriften mit den meisten Veröffentlichungen zum Thema
- Untersuchung dieser Zeitschriften durch Zitationsanalysen
- Bestimmung der häufigsten Zuordnungen von Themengebieten bei Forschungsfragestellungen zu DR

5. Überblick über die geographische Verteilung

- Darstellung der Länderinformationen mittels Density Equalizing Map Projections (DEMP), einer kartografischen Darstellung mit variablem Maßstab
- Darstellung der internationalen Zusammenarbeit mithilfe detaillierter Kooperationsanalysen zwischen den einzelnen Publikationsländern
- Qualitative Auswertung der Publikationen der verschiedenen Länder unter Einbeziehung der Ergebnisse der Zitationsanalyse

2 Material und Methoden

Die Methodik zur Erstellung szientometrischer Analysen wurden bereits mehrfach in Publikationen des *Instituts für Arbeitsmedizin/Berlin* beschrieben [96-98]. Hierauf wird im Folgenden Bezug genommen.

2.1 Datenbanken

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden hauptsächlich mit Hilfe der Online Datenbank *Web of Science* von *Thomson Scientific* und auch mit Hilfe der *PubMed* Online Datenbank erhoben. Beides sind Datenbanken, die zu den weltweit größten Portalen mit den meisten wissenschaftlichen Veröffentlichungen gehören. Da *PubMed* jedoch nicht die Möglichkeit zur quantitativen Analyse der Daten bietet, kommt ihr in dieser Arbeit nur eine untergeordnete Rolle zu.

2.1.1 Web Of Science

2.1.1.1 Überblick über die Geschichte des „Institute for Scientific Information“ und des „ISI Web of Knowledge“

Das *ISI Web of Knowledge* ist dem *Institute for Scientific Information* zuzuordnen [99]. Das *ISI Web of Knowledge* ist die bedeutendste Datenbank für umfangreiche bibliographische Erhebungen. Es bietet Zugang zu vielen Datenbanken, wie beispielsweise dem *ISI Web of Science* (s. unten) oder *MEDLINE*. Es enthält außerdem Funktionen zur Analyse und Bewertung von Daten, wie den *ISI Journal Citation Report*. Mit diesem Werkzeug ist die Erarbeitung umfangreicher Zitationsanalysen möglich. Die zitierten Referenzen von bis zu 10.000 Publikationen können damit in einem Schritt erfasst werden [100].

Das ISI wurde 1960 von *Eugene Garfield* in Philadelphia gegründet und 1992 von *Thomson Scientific & Healthcare* aufgekauft. 2004 erhielt es den Namen *Thomson Scientific* und vier Jahre später wurde es durch den Zusammenschluss mit der *Reuters Group PLC* in *Thomson Reuters* umbenannt [101]. *Eugene Garfield* ist außerdem einer der Urheber der Szientometrie und ein Pionier der empirischen Informationswissenschaften. Er entwickelte den *Science Citation Index* und war maßgeblich an der Entwicklung des Impact-Faktors, einem Instrument zur Analyse von Suchergebnissen, beteiligt [100, 102].

2.1.1.2 ISI Web of Science

Das *ISI Web of Science* (WoS) verwaltet Publikationen aus den Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften sowie aus dem künstlerischen Bereich. 2004 wurde es von *Thompson Scientific* eingeführt. Das *ISI Web of Science* umfasst drei Hauptdatenbanken (*Science Citation Index Expanded*, *Social Sciences Citation Index*, *Arts and Humanities Citation Index*) und zwei weitere Datenbanken, die Erhebungen speziell für chemische Fragestellungen möglich machen (*Current Chemical Reactions*, *Index Chemicus*). Dem WoS kommt in dieser Arbeit die größte Bedeutung zu, da dessen Funktionen wie beispielsweise Zitationsangaben über zitierte und zitierende Arbeiten oder genaue Angaben zu den Autoren für die Art der Datenerhebung und der szientometrischen Analyse ausschlaggebend sind.

Das WoS beschränkt sich auf einen Datenpool aus über 10.000 Fachzeitschriften. Durch diese Auswahl sollen nur die relevantesten Quellzeitschriften berücksichtigt werden. Jährlich werden ca. 2000 neue Zeitschriften nach ausgewählten Kriterien für die Aufnahme in die Datenbank in Betracht gezogen. Diese Kriterien sind unter anderem die regelmäßige und fristgerechte Erscheinung, vollständige bibliographische Angaben, vollständige Angaben über die publizierenden Autoren, das Vorhandensein eines Titels, eines Abstracts und Schlagworte in englischer Sprache sowie die routinemäßige Anwendung von *Peer-Reviews* (ein Verfahren zur Beurteilung von wissenschaftlichen Arbeiten durch unabhängige Gutachter). Es werden außerdem der Impact-Faktor und die Zitationsraten für die Aufnahme einer Zeitschrift berücksichtigt, da sie als qualitativ aussagekräftige Maße gelten [103]. Das WoS ist eine schnellwachsende Datenbank und wird wöchentlich aktualisiert. 25.000 neue Artikel und 500.000 zitierte Referenzen werden zweiwöchig neu in die Datenbank integriert. Der *Science Citation Index (SCI)* ermöglicht den Zugriff auf bibliographische Informationen, Autorenangaben, Abstracts und die Zitationen der meisten bekannten Fachzeitschriften im naturwissenschaftlichen Bereich. Er sammelt bereits seit 1945 Zitationen.

Mit Hilfe der Funktion der Zitationsanalyse des WoS lassen sich bibliographische Basisangaben ermitteln und relevante Literatur in einem Fachbereich suchen. Des Weiteren lassen sich Zeitschriften, nach ihrem Impact-Faktor gewichtet, beurteilen. Es kann so bestimmt werden, welche Artikel in einem ausgewählten Datensatz zitiert werden und welche weiteren Artikel diesen ausgewählten Datensatz zitieren. Ein Vorteil des WoS gegenüber anderen Datenbanken besteht in seiner

Interdisziplinarität und des somit breiten Spektrums, welches die Medizin, Natur-, Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften umschließt [104, 105]. Im Vergleich zu anderen großen Datenbanken enthält das *WoS* die ältesten Zeitschriften und Artikel. Sie reichen bis 1900 zurück. *PubMed* beispielsweise deckt Artikel ab, die nach 1950 publiziert wurden. Andere Datenbanken wie *Scopus* oder *Google Scholar* liefern entweder keine oder weniger detaillierte Zitationsanalysen und decken ebenfalls nur kürzere Publikationszeiträume ab [106].

2.1.2 PubMed

PubMed ist die Online Datenbank für medizinische Publikationen und Fachartikel der *United States National Library of Medicine (NLM)*, der weltweit größten medizinischen Bibliothek. In *PubMed* finden sich auch Publikationen aus der Zahnmedizin, Veterinärmedizin, Biologie, Biochemie, Genetik und Psychologie.

Sie umfasst insgesamt etwa 6.000 Fachzeitschriften und wächst jährlich um ca. 500.000 Publikationen. *PubMed* existierte ursprünglich in nicht elektronischer Form als *Index Medicus*, einer Fachbibliographie, in der medizinische Bücher und Artikel gelistet wurden. 1997 wurde Internetbenutzern der Zugriff auf *PubMed* ermöglicht. Inzwischen ist sie die beliebteste und einer der zuverlässigsten Online-Ressourcen für Forscher und Kliniker. *PubMed* bietet Zugriff auf *MEDLINE* (Publikationen von 1966 bis zur Gegenwart), *Old MEDLINE* (Publikationen von 1950 bis 1965) und *PubMed Central*. Die Indexierung erfolgt nach *Medical Subject Headings* [107]. Die Referenzdatenbank *MEDLINE* (Medical Literature Analysis and Retrieval System) ist über *PubMed* kostenfrei zugänglich [108].

PubMed eignet sich als Datenbank wegen seines großen Pools an wissenschaftlichen Arbeiten und der täglich durchgeführten Aktualisierung sehr gut für quantitative Analysen oder für die Suche nach konkreter Literatur zu inhaltlichen Fragestellungen. Für qualitative szientometrische Untersuchungen im Umfang dieser Arbeit ist sie jedoch aufgrund der mangelnden Bereitstellung bibliometrischer Informationen nicht geeignet [106].

2.2 Zitationsanalyse

Der Gegenstand von Zitationsanalysen ist die Untersuchung der Beziehung zwischen Zitierenden und Zitierten in wissenschaftlichen Werken. Dieser Wissenschaftszweig blühte in den letzten 40 Jahren regelrecht auf und ist inzwischen weit verbreitet [109].

Um sich bei einer sehr großen Datenmenge einen Überblick über die Zitationsnetzwerke zu verschaffen, sind Datenbanken notwendig, die Verweise in den Fußnoten von Publikationen auswerten und in einer Datenbank speichern. Diese Möglichkeit wird vom *SCI* geboten. Lange Zeit stellten die vom ISI herausgegebenen Datenbanken, die einzige Möglichkeit dar, solche Analysen zu erstellen und auch heute kann das *ISI* immer noch die Stellung als wichtigste Institution für die Zitationsanalyse behaupten.

Hierbei muss eine Unterscheidung zwischen zitierten und zitierenden Artikeln gemacht werden. Die Häufigkeit, mit der eine Arbeit A von anderen Arbeiten B, C, oder D zitiert wird, gibt an, dass eine Übermittlung von wissenschaftlichen Inhalten von der Arbeit A auf die anderen Arbeiten stattgefunden hat. Die Arbeiten B, C und D geben somit in Form von Zitationen eine Würdigung der Leistung der Arbeit A. Die Publikation A ist auf diese Weise vermehrt nachgefragt und genießt damit nun eine höhere Resonanz, als wenn sie von den anderen Arbeiten nicht zitiert worden wäre. Die Identifikation von Artikeln mit hoher Resonanz ist also ein wichtiges Ziel der Zitationsanalyse.

Ein weiteres Ziel ist es, Rückschlüsse auf die Resonanz von wissenschaftlichen Einrichtungen, Forschern, Fachzeitschriften oder Ländern zu ziehen. Dies geschieht, indem Artikel nach bestimmten Kriterien als Cluster zusammengefasst und als solcher gemeinsam untersucht werden [104, 110].

2.2.1 Zitationsrate

Die Zitationsrate gibt an, wie häufig ein Artikel bzw. eine Gruppe von Artikeln (z.B. alle Artikel eines Journals, eines Instituts) durchschnittlich zitiert worden sind. Sie berechnet sich aus der Anzahl der erhaltenen Zitationen, dividiert durch die absolute Artikelanzahl. Die Zitationsrate dient somit der Ermittlung des veranschlagten wissenschaftlichen Interesses für Publikationen. Sie ist in der Regel unmittelbar nach der Publikation eines Artikels noch sehr klein und kann erst mit der Zeit ansteigen. Somit können repräsentative Aussagen vorwiegend für ältere Publikationen gemacht werden [110].

2.2.2 Impact-Faktor

Der Impact-Faktor (IF) ist ein Maß für die Häufigkeit, mit der der durchschnittliche Artikel einer Fachzeitschrift in einem Zeitraum zitiert wurde. Erstmals wurde dieser

Begriff 1955 von *Eugene Garfield* verwendet, der ihn gemeinsam mit *Irving H. Sher* entwickelte. Der Impact-Faktor wird herangezogen, um die relative Wichtigkeit eines Journals einzuschätzen, insbesondere im Vergleich mit anderen Zeitschriften derselben Fachrichtung. Der IF ist kein aktuelles Maß, sondern gibt den Stand der Zeitschrift vor zwei Jahren wieder. Im Gegensatz zur Zitationsrate bezieht er sich also nur auf das zu berechnende Jahr. Er errechnet sich aus der Anzahl der erhaltenen Zitationen einer Zeitschrift der beiden Vorjahre, dividiert durch die absolute Anzahl der Artikel, die in den beiden Vorjahren veröffentlicht wurden [109]. Im Folgenden wird ein Beispiel für die Berechnung des Impact-Faktors von 2007 der Zeitschrift *Archives of Ophthalmology* gegeben:

Im Jahr 2007 erhaltene Zitationen zu Artikeln d. Jahre:		Anzahl der Publikationen:	
	2006: 576		2006: 249
	2005: 892		2005: 243
	Summe: 1468		Summe: 492

$$\frac{\text{Zitationen}}{\text{Publikationen}} = \frac{1468}{492} = 2.984$$

Der Impact-Faktor 2007 für *Archives of Ophthalmology* beträgt also 2,98.

2.2.3 Halbwertszeit der Literatur

Die Literatur-Halbwertszeit bzw. das „Altern der Information“ beschäftigt sich mit der Frage wie lange eine wissenschaftliche Arbeit nach ihrer Veröffentlichung noch zitiert wird. Der Begriff der Halbwertszeit ist der Physik entliehen, wo sie den Verfall radioaktiver Substanzen angibt. Er wurde von *JD Bernal* Ende weitergeführt, indem er Ende der fünfziger Jahre damit die „Altersverteilung“ der wissenschaftlichen Literatur beschrieb, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in Gebrauch befindet. Das Alter eines wissenschaftlichen Dokuments bezieht sich auf die Zeit, die seit seiner Veröffentlichung vergangen ist. Kurze Zeit später wurde der Begriff der Literatur-Halbwertszeit von *Burton* und *Keblor* als die Zeit definiert, nach der für die Hälfte der erschienenen wissenschaftlichen Publikationen keine Nachfrage mehr besteht [111]. Die Literatur-Halbwertszeit unterscheidet sich für verschiedene Fachbereiche. Für naturwissenschaftliche Dokumente soll sie durchschnittlich bei fünf Jahren liegen [112].

2.2.4 H-Index

Der H-Index bzw. Hirsch-Index quantifiziert sowohl die wissenschaftliche Produktivität eines Autors als auch seinen wissenschaftlichen Einfluss und wurde 2005 von *Jorge E. Hirsch*, einem Physiker der *University of California, San Diego*, entwickelt. Der H-Index ist ein bibliometrisches Maß und berücksichtigt die Anzahl der veröffentlichten Artikel eines Autors und die Häufigkeit, mit der seine Publikationen zitiert wurden. Ein Autor hat einen Index H , wenn h von seinen n Publikationen mindestens jeweils h Zitierungen bekommen und die restlichen $(n-h)$ Veröffentlichungen weniger als h Zitierungen aufweisen [113]. Ein Autor hat beispielsweise einen H-Index von 7, wenn er mindestens sieben Arbeiten publizierte, welche jeweils mindestens sieben Mal zitiert wurden. Die Datengrundlage zur Berechnung des H-Index können verschiedenste Datenquellen bilden. Sein Urheber selbst schlug jedoch vor, grundsätzlich das *WoS* zu benutzen, da es die umfassendste und beständigste Datengrundlage für seine Berechnung bildet [113].

2.2.5 Zitationsdichte

Die Zitationsdichte ist die durchschnittliche Anzahl der Verweise, die pro Artikel zitiert werden – sozusagen die durchschnittliche Größe des Literaturverzeichnisses. Die Zitationsdichte unterscheidet sich für die verschiedenen Fachdisziplinen erheblich. Bei mathematischen Zeitschriften ist sie beispielsweise wesentlich geringer als bei Zeitschriften der Molekularbiologie [109].

2.3 Kartenanamorphote

Die Anamorphotendarstellung ist eine geographische, kartenähnliche Darstellung, in der die Maßstäbe und Größenverhältnisse proportional zu einem bestimmten Merkmal angepasst werden. Hierbei bleiben die topologischen Beziehungen (d.h. die relative Lage der Objekte zueinander) erhalten. Ein Beispiel für Kartenanamorphoten stellen antike Landkarten dar, da die abgebildete Größe eines Landes vom Grad seiner Bekanntheit abhing. Unerforschte oder nur wenig erforschte Länder wurden demnach unverhältnismäßig klein verzeichnet.

Diese Art der Darstellung ermöglicht dem Betrachter eine Übersicht, in der die weltweite Verteilung einer bestimmten Variablen ersichtlich ist. So kann durch ein einziges Bild eine sehr große Datenmenge präsentiert werden [114].

2.3.1 Diffusionskartenanamorphoten und ihre Methodik

Verschiedene Ansätze zur Herstellung von Landkarten mit integrierter Information zu einem bestimmten Parameter konnten bisher aus verschiedenen rechnerischen und technischen Gründen keine zufriedenstellende Darstellung der Ländergrenzen und Übersichtlichkeit des Gesamtbildes liefern.

Diffusionskartenanamorphoten nach Gastner und Newman, deren Algorithmus in der 2004 erschienenen Publikation *Diffusion-based method for producing density-equalizing maps* beschrieben wurde, bieten neue Möglichkeiten. Die Methode basiert auf dem Diffusionsprinzip in der Strömungsphysik:

Die Population wird einer Dichtefunktion zugeschrieben $p(r)$, wobei r die geographische Position darstellt. Dann lässt man diese Dichte diffundieren (die fiktive Population bewegt sich von Bereichen hoher Populationsdichte zu solcher niedrigerer Dichte). Über eine lange Zeit ($t \rightarrow \infty$), verteilt sich die Population gleichmäßig und die Populationsdichte wird überall einheitlich. Durch diese Verschiebung verlagert sich auch die äußere Form der Ländergrenzen im gleichen Ausmaß. Unbevölkerte Areale, wie z.B. das Meer, werden zugunsten der Übersichtlichkeit mit der durchschnittlichen Bevölkerungsdichte der Welt versehen und bleiben somit von der durchgeführten Diffusion unberührt. Das Resultat dieser Anwendung ist eine Karte, in der die topologischen Beziehungen erhalten bleiben obwohl die Länderflächen sich je nach Einstellung der Bezugsgröße verändern. Bei dieser Methode bleiben außerdem die Ländergrenzen erhalten, so dass sich Größenveränderungen eines Landes auch auf das Nachbarland auswirken [115].

2.4 Erhebung der Quelldaten

Die Erhebung der Quelldaten wurde im Zeitraum vom 23.02.2009 bis 03.03.2009 durchgeführt. Die Suche in den angegebenen Datenbanken wurde im *WoS* generell mit den Suchbegriffen *diabet* retinopath** und *diabet* macul** jeweils in Titel, Abstract und in den Schlüsselworten durchgeführt. Da das Jahr 2009 bei der Erhebung der Daten noch nicht abgeschlossen war, wurde als Zeitraum für die Suche 1900 bis 2008 gewählt. Die Publikationen wurden im Format *Plain Text File* als Blöcke à 500 im Webinterface gespeichert und Blockweise heruntergeladen, da die Anzahl der maximal abrufbaren Artikel durch die Datenbank auf 500 beschränkt ist. Die Nummern der zu analysierenden Veröffentlichungen wurden dabei manuell in das Feld *Records* eingetragen (1-500; 501-1.000; 1.001-1.500 etc.) und gespeichert. Da die Anzahl der erhobenen Publikationen sich auf mehr als 15.000 Artikel beläuft, war

Material und Methoden

die Konstruktion eines Programms in *MS Access Dot* zur Handhabung dieser großen Datenmenge nötig. Dieses wurde vom Institut für Arbeitsmedizin bereitgestellt. Hierfür wurde die Programmiersprache *C++* verwendet und die Entwicklungsumgebung *Borland C++ Builder 6.0®* benutzt. Es entstanden Access-Tabellen, die u. A. *All Articles*, *All Countries*, *All Journals* oder *All Years* genannt wurden und die jeweiligen relevanten Informationen beinhalteten. Beispielsweise enthielt die Tabelle *All Countries* Informationen der einzelnen Länder über die Anzahl ihrer Zitationen, ihre Gesamtartikelanzahl, den H-Index und die Anzahl ihrer Institute. Hiefür wurden die Informationen in Datenblöcken mit Hilfe sogenannter Tags markiert. Eine Zeile konnte jeweils nur eine bibliographische Information erfassen (s. Tabelle 6).

Die heruntergeladenen Publikationen enthielten den Großteil der relevanten bibliographischen Angaben, welche als Grundlage für die Analyse dienten. Die Auswertung dieser Daten geschah mithilfe des beschriebenen Programms anhand von Publikationsjahren, Sprachzugehörigkeiten, Erscheinungsformen, Autoren, Quellenzeitschriften, Instituten, Publikationsländern und Fachgebieten. Die Anwendung des *Journal Citation Reports* des *WoS* ermöglichte die Aufschlüsselung nach Zitationszahlen. Die Auswertung der Daten wurde hauptsächlich im Zeitraum 01.03.2009 bis 29.04.2009 durchgeführt.

Tabelle 6 ISI Web tags

PT	Neuer / nächster Artikel
AU	Autoren
TI	Titel
SO	Name des Journals
DE	Keywords Author
ID	Keywords Plus (von ISI Web)
C1	Anschrift der Autoren
RP	Anschrift des Corresponding Authors
NR	Anzahl Literaturquellen (Zitate)
TC	Gesamtanzahl der erhaltenen Zitationen
SN	ISSN Nr. Journal
PY	Erscheinungsjahr
SC	Subject Category

2.5 Methodik der Artikelanalysen

2.5.1 Analyse nach Publikationsjahren

Die Veröffentlichungen wurden nach der unter 2.4 beschriebenen Methode hinsichtlich ihres Publikationsjahrs (*PY, Published Year*) analysiert.

2.5.2 Analyse der Publikationssprachen

Zur Ermittlung der Publikationssprachen wurden alle Veröffentlichungen zum Thema DR zunächst wie in 2.4 beschrieben in der *ISI Web of Science* ermittelt. Die Datenbank bietet die Funktion *Analyze Results*, die eine Untersuchung bezüglich der Sprachzugehörigkeit ermöglichte.

2.5.3 Zeitliche Analyse der Größe des Literaturverzeichnisses

Die zeitliche Analyse der Größe des Literaturverzeichnisses einer Publikation wurde analog der in 2.4 genannten Methodik über das Tag (*NR, Number Records*) durchgeführt.

2.5.4 Analyse der Publikationsformen

Die Analyse der Publikationsformen geschah über die Anwendung der *Analyze Results* Funktion des WoS. Sie wurden entsprechend ihrer englischen Bezeichnung aufgelistet.

2.5.5 Zitationsanalyse der Artikel

2.5.5.1 Ermittlung der meistzitierten Artikel

Die gemäß 2.4 WoS erhobenen Treffer wurden mittels der Funktion *Sort by: Times cited* nach der Anzahl ihrer Zitationen sortiert. Die zehn meistzitierten Artikel wurden identifiziert und in einer Tabelle zusammengefasst. Unter Zuhilfenahme der *Analyze Results* Funktion, wurden sie nacheinander auf ihr Veröffentlichungsjahr, ihre Quellzeitschrift, ihre Autorenschaft und ihren Inhalt untersucht.

2.5.5.2 Zitationen nach Erscheinungsjahr

Um die Zitationen in der Reihenfolge ihrer Erscheinungsjahre zu erhalten, wurden über die Funktion *Analyze Results* des WoS die Artikel aus einem bestimmten Jahr extrahiert. Danach wurde über die Funktion *Citation Report* die Summe aller

Zitationen dieser Artikel für die vorausgegangenen Jahre und das Erscheinungsjahr ermittelt und in einer Tabelle festgehalten.

2.5.5.3 Zitationsraten der Publikationen pro Jahr

Zur Bestimmung der Zitationsrate der Publikationen pro Jahr wurden die Publikationsjahre bei der Erhebung der gesuchten Artikel einzeln in die Suchmaske eingegeben. Im Anschluss wurden sie mit dem *Citation Report* analysiert. Auf diese Weise wurde ermittelt, wie häufig Artikel, die in dem jeweiligen Jahr erschienen sind, zitiert wurden. Die jeweilige Zitationsrate wurde durch Division dieser Summe durch die absolute Anzahl der erschienenen Artikel des jeweiligen Jahres ermittelt.

2.5.5.4 Halbwertszeit

In dieser Arbeit sollte die durchschnittliche Halbwertszeit von Publikationen bestimmt werden, d.h. nach welchem Zeitraum Artikel der jeweiligen Publikationsjahre die Hälfte ihrer Zitationen erhalten. Dies setzt allerdings voraus, dass die absolute Anzahl der Zitationen feststeht. Dies trifft jedoch nicht zu, da vor allem neu erschienene Artikel immer noch Gegenstand aktueller Zitationen sind. Somit ist die hier bestimmte Halbwertszeit insbesondere für ältere Artikel aussagekräftig. Aus diesem Grund wurden vier Untersuchungszeiträume (Cluster) zur graphischen Darstellung bestimmt: 1955-2007, 1955-2002, 1955-1997 und 1955-1992. Das Jahr 2008 ist für die Bestimmung der Halbwertszeit aus genanntem Grund nicht herangezogen worden. Zur Bestimmung der Halbwertszeit wurde zunächst die absolute Anzahl an Zitationen für ein jeweiliges Publikationsjahr analog der unter 2.5.5.2 beschriebenen Methode ermittelt. Danach wurde der prozentuale Anteil der Zitationen für jedes einzelne Zitationsjahr berechnet und in eine Exceltabelle aufgetragen. Die Literatur-Halbwertszeit konnte dann für jedes Erscheinungsjahr an der Jahresposition abgelesen werden, wenn die Summe der Zitationsanteile 50% erreichte. Für die genannten Cluster mussten zunächst die arithmetischen Mittel der Zitationsanteile für die jeweiligen Zitationsjahre ermittelt werden, bevor ihre Halbwertszeit bestimmt werden konnte.

2.6 Methodik der Autorenanalysen

2.6.1 Analyse der Autoren pro Artikel über die Zeit

Die Bestimmung der durchschnittlichen Autorenanzahl pro Artikel über die Zeit geschah anhand der unter 2.4 beschriebenen Vorgehensweise. Die Namen der Autoren im AU-Tag wurden gezählt, für das entsprechende Jahr aufsummiert und durch die Anzahl der Artikel dividiert.

2.6.2 Produktivität der Autoren

Zur Ermittlung der meistpublizierenden Autoren wurden die Autoren ebenfalls anhand des AU-Tags identifiziert und nach der Häufigkeit ihres Erscheinens gezählt. Bei der Auswertung wurde darüber hinaus berücksichtigt, ob es sich um eine Erst-, Ko- oder Letztautorenschaft handelte.

2.6.3 Autorenkooperationen

Zur Untersuchung der Autorenkooperationen wurde ein vom Institut für Arbeitsmedizin speziell hierfür entwickeltes C++ Programm verwendet. Alle Autoren, die an mindestens einer Publikation beteiligt waren, wurden aufgelistet und erhielten jeweils eine kennzeichnende Identifikationsnummer (s. Tabelle 7). Mithilfe der Software wurde die Microsoft Access Datenbank, welche die extrahierten Daten aus dem WoS enthielt, durchsucht und eine Matrix aller Autoren erstellt. Hierfür wurden die n-Autoren in beide Richtungen in eine Tabelle eingetragen. Im nächsten Schritt wurde ermittelt, wie oft Autoren aus Reihe 1 mit Autoren aus Spalte 1 kooperierten. Der ermittelte Wert wurde in die jeweiligen Zellen eingetragen. Das Ergebnis entsprach der Anzahl der Kooperationen zweier Autoren (s. Tabelle 8).

Tabelle 7 Zuordnung der Identifikationsnummern

Identifikationsnummer des Autors	Name
1289	Klein, R
2069	Klein, BEK
1	Kohner, EM
...	...

Tabelle 8 Matrix zur Autorenkooperation

Identifikationsnummer des Autors	1	8	14	N
1	X	1	3	...
8	1	X	0	...
14	3	0	X	...
N	X

Die Erstellung einer Grafik sollte die Zusammenarbeit der Autoren visualisieren. Hierfür wurden die Autorennamen, die an mindestens 20 Kooperationen beteiligt waren, abgebildet. Diese Schwelle wurde aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit gewählt. Es wurden Verbindungslinien zwischen den Autoren eingesetzt, deren Farbe und Breite die Anzahl der Kooperationen der jeweiligen Autoren miteinander widerspiegeln. Dieser Verbindungslinie wurde die Anzahl der Kooperationsartikel zugeordnet. In Klammern hinter den Autorennamen wurden die Gesamtzahlen der Artikel sowie die Erst- und Letztautorenschaft festgehalten.

2.6.4 Zitationsanalyse der Autoren

2.6.4.1 Zitationsraten der meistpublizierenden Autoren

Die Zitationsrate eines Autors errechnete sich aus der Anzahl seiner Zitationen, dividiert durch die Anzahl seiner veröffentlichten Artikel. Nach der Bestimmung der produktivsten Autoren, wurden die entsprechenden Autorennamen gemäß 2.4 nach ihren TC-Tags (Times Cited) ausgewertet. Aus der so erhaltenen Gesamtzahl der Zitationen wurde nun der Quotient mit der Gesamtartikelanzahl der jeweiligen Autoren gebildet.

2.6.4.2 H-Indices der Autoren

Der H-Index kann als Maß der Produktivität eines Autors im Verhältnis zu seinem wissenschaftlichen Einfluss gesehen werden (s. 2.6.2). Zur Bestimmung des H-Index wurden alle Artikel eines Autors in einer Tabelle nach absteigender Anzahl ihrer Zitierungen gespeichert. Anschließend wurde die Tabelle von oben nach unten gelesen, wobei jeweils überprüft wurde, ob der Artikel an n-ter Stelle auch mindestens n Mal zitiert wurde. War die Anzahl der Zitate kleiner als die Position

innerhalb der Tabelle (=n), so betrug der H-Index (n-1). Der H-Index wurde für die 15 publikationsstärksten Autoren bestimmt.

2.6.4.3 Zitierungsmuster der 10 meistpublizierenden Autoren

Zur Bestimmung der gegenseitigen Zitierungen der Autoren wurden die Artikel der zehn produktivsten Autoren zunächst einzeln im WoS aufgelistet. Im Anschluss wurden sie mit Hilfe des *Citation Report* analysiert. Bei dieser Funktion war ersichtlich, wie häufig diese Artikel von anderen Autoren zitiert werden. Auf diese Weise konnte bestimmt werden, wie häufig sich die meistpublizierenden Autoren gegenseitig zitieren und wie oft sie sich selbst zitieren. Die Selbstzitationsrate wurde im Anschluss berechnet, indem die Anzahl der Selbstzitationen eines Autors durch die Gesamtzahl der erhaltenen Zitationen dividiert wurde.

Die Ergebnisse dieser Bestimmung wurden in einer Graphik dargestellt, in der die Pfeile zwischen den einzelnen Autoren jeweils auf den zitierten Autor weisen. Die Dicke der Pfeile war hierbei proportional zur Anzahl der zitierten Artikel. Die Farben markierten, in welche Richtung der größere Anteil der Zitierungen erfolgte.

2.7 Methodik der Zeitschriftenanalysen

2.7.1.1 Zitationsrate der wichtigsten Quellenzeitschriften

Die Zitationsrate der wichtigsten Fachzeitschriften berechnete sich aus der Zahl der erhaltenen Zitationen sowie der Gesamtartikelanzahl der jeweiligen Zeitschrift. Zur Bestimmung der wichtigsten Quellenzeitschriften mussten zunächst analog zu 2.4 die gesuchten Publikationen erhoben werden. Im Anschluss wurden über *Analyze Results* die Zeitschriften mit den meisten Publikationen identifiziert. Über das SO-Tag wurden sowohl die Gesamtartikelanzahl als auch die Zitationen errechnet und im Anschluss dividiert. Auf den jeweiligen Websites der Zeitschriften wurden Hintergrundinformationen über sie ermittelt.

2.7.1.2 Impact-Faktor

Der Impact-Faktor berechnete sich wie unter 2.2.2 beschrieben für die meistpublizierenden Zeitschriften. Über den *Journal Citation Report* wurden die Impact-Faktoren der gesuchten Fachzeitschrift für das Jahr 2007 ermittelt.

2.8 Methodik der Analyse der Institute

2.8.1 Publikationsstärke der Institute

Bei der Ermittlung der Anzahl veröffentlichter Arbeiten der verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen wurde gemäß der unter 2.4 beschriebenen Methodik vorgegangen. Anhand des C1-Tags, welches für die Autorenanschrift steht, konnten die Namen der Institute identifiziert werden. Mithilfe des unter 2.4 genannten Programms, wurden so jedem Institut eine bestimmte Anzahl an Publikationen zugeordnet. Die 20 publikationsstärksten wissenschaftlichen Einrichtungen wurden anhand eines Balkendiagramms aufgeführt.

2.8.2 H-Indices der Institute

Die Bestimmung der H-Indices der Institute erfolgte analog der unter 2.6.4.2 aufgeführten Vorgehensweise. Institute mit einem H-Index von über 25 wurden graphisch dargestellt.

2.8.3 Kooperationen

Die Analyse und graphische Darstellung der Kooperationen der Institute geschah wie unter 2.6.3 beschrieben. Als Schwelle wurden zehn Kooperationen gewählt.

2.9 Methodik der Länderanalysen

2.9.1.1 Analyse bezüglich der Herkunft

Die Anschrift der Autoren wurde im C1 Bereich festgehalten und gab Aufschluss über das Herkunftsland eines Artikels. Konnte dem C1 Feld keine eindeutige Information zugeordnet werden, wurde stattdessen die Anschrift des *Corresponding Authors* (im RP-Tag zu finden) verwendet. Sollten sowohl die C1-Tags und die RP-Tags ohne Angabe sein, gingen die zugehörigen Artikel nicht in die Länderanalyse mit ein.

Bei den aufgelisteten Adressen befand sich das publizierende Institut an erster Stelle. Am Ende der Zeile befand sich der Eintrag des Landes. Die abgelesene Bezeichnung des Herkunftslandes wurde mit einer Liste mit Namensvorlagen von 251 Ländern abgeglichen. Da gelegentlich unterschiedliche Bezeichnungen für dasselbe Land existieren oder verschiedene Länder zum gleichen Staatenverbund gehören, musste eine einheitliche Bezeichnung der Ländernamen erfolgen, um spätere Zuordnungsfehler zu vermeiden. Dies traf z.B. für Artikel aus der DDR und der Bundesrepublik zu. Sie wurden einheitlich *Germany* zugeordnet. Artikel aus

Schottland, Nordirland, Wales oder England wurden *United Kingdom* zugeordnet. Staaten, die neu aufgeteilt wurden und vorher Teil eines ehemaligen Staates waren, mussten diesem wieder zugeordnet werden. Arbeiten aus den ehemaligen Sowjetrepubliken, der Tschechoslowakei und Jugoslawien beispielsweise mussten einheitlich benannt werden. Mit den erhaltenen Informationen wurden anhand der unter 2.3.1 beschriebenen Methodik eine Kartenanamorphote erstellt, die zur Übersicht über die Publikationshäufigkeit der Länder dient.

2.9.1.2 Analyse der Anzahl der Institute pro Publikationsland

Mithilfe der unter 2.4 beschriebenen Methodik wurde analysiert, wie viele Institute pro Land existieren, die Veröffentlichungen zum Thema DR aufweisen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte analog zu 2.3.1 anhand einer Kartenanamorphote.

2.9.1.3 Analyse bezüglich Länderkooperation

Die Analyse der Länderkooperationen geschah analog der unter 2.6.3 beschriebenen Methodik. Für die Analyse waren die Informationen im C1-Feld über der Anschrift der einzelnen Autoren und das Publikationsjahr (PY-Tag) von Bedeutung. Die gewonnenen Informationen wurden anhand von vier Gesichtspunkten dargestellt:

- Anteil internationaler Kooperationen an den Gesamtkooperationen der meistpublizierenden Länder
- Überblick über die zeitliche Entwicklung von Kooperationsartikeln
- Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer
- Darstellung der Zusammenarbeit der Länder untereinander anhand eines Netzdiagramms

2.9.1.4 Zitationsanalyse der Länder

- **Zitationen und Zitationsrate der Publikationsländer:** Die einzelnen Länder wurden auf die Summe ihrer Zitationen mithilfe der unter 2.4 beschriebenen Methodik untersucht und die Zitationsrate berechnet. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe von Kartenanamorphoten veranschaulicht.
- **Modifizierter H-Index der meistpublizierenden Länder:** Der H- Index sollte hier auch für die meistpublizierenden Länder bestimmt werden. Nach der

Berechnung des H-Indexes, wie unter 2.2.4 erläutert, wurden die Ergebnisse ebenfalls gemäß 2.3.1 in einer Kartenanamorphose dargestellt.

2.9.2 Methodik der Themenanalysen

2.9.2.1 Analyse der häufigsten Themenbereiche

Die im WoS gelisteten Artikel und Zeitschriften wurden einem oder mehreren von insgesamt 170 Themenkategorien (z.B. Surgery, Ophthalmology, Immunology,...) zugeordnet. Nach der wie in 2.4 beschriebenen Erhebung der Publikationen im WoS, wurden sie anschließend unter Verwendung der *Analyze Results*-Funktion auf ihre Themenkategorie hin untersucht. Die zehn quantitativ am stärksten vertretenen Bereiche wurden anhand eines Balkendiagramms veranschaulicht.

2.9.2.2 Kombinationen der einzelnen Subject Categories

Die Kategorisierung der Artikel *ISI Web* erfolgte in sog. *Subject Categories*. Diese wurden im SC-Tag für die weitere Bearbeitung erfasst. Die Untersuchung der interdisziplinären Vernetzung der einzelnen Themenbereiche geschah analog der unter 2.6.3 beschriebenen Methodik. Die Ergebnisse wurden anhand eines Netzdiagramms dargestellt.

2.9.3 Analyse neuerer Subject Areas

Bezogen man das PY-Tag in die Analyse mit ein, so konnte untersucht werden, welche Subject Categories in den letzten Jahren einen starken Zuwachs hatten und somit neuere Forschungsbereiche der DR widerspiegeln. Zunächst wurden solche ausgewertet, die mindestens 20 Artikel in ihrer Kategorie aufweisen und im Anschluss solche mit mindestens 100 Artikeln. Somit wurden sowohl kleinere als auch größere Themengebiete, denen in jüngster Zeit Aktualität zukam, erfasst.

3 Ergebnisse

Die in 2.4 beschriebene Recherche im *ISI Web of Science* konnte für die vorliegende Analyse 15.624 Publikationen zum Thema DR ermitteln.

3.1 Artikel

3.1.1 Zeitlicher Verlauf der Artikelanzahl

Die Analyse der Publikationszahlen zeigt eine annähernd exponentielle Zunahme in den letzten Jahrzehnten. Im Jahr 2008 wurden 1100 Publikationen zum Thema veröffentlicht. Dies entspricht der höchsten Publikationszahl pro Jahr. Auch 2005 ist mit 1083 Artikeln ein weiteres publikationsstarkes Jahr. Eine sprunghafte Verdoppelung der Artikelanzahl auf über 100% im Vergleich zum Vorjahr fand 1991 statt, wo sie von 149 auf 386 Artikel anstieg. In den darauffolgenden Jahren ist ein steiler Aufwärtstrend zu beobachten. Vor allem das Jahr 2003 zeichnet sich durch einen starken Artikelzuwachs von ca. 23% zum Vorjahr aus (s. Abbildung 4).

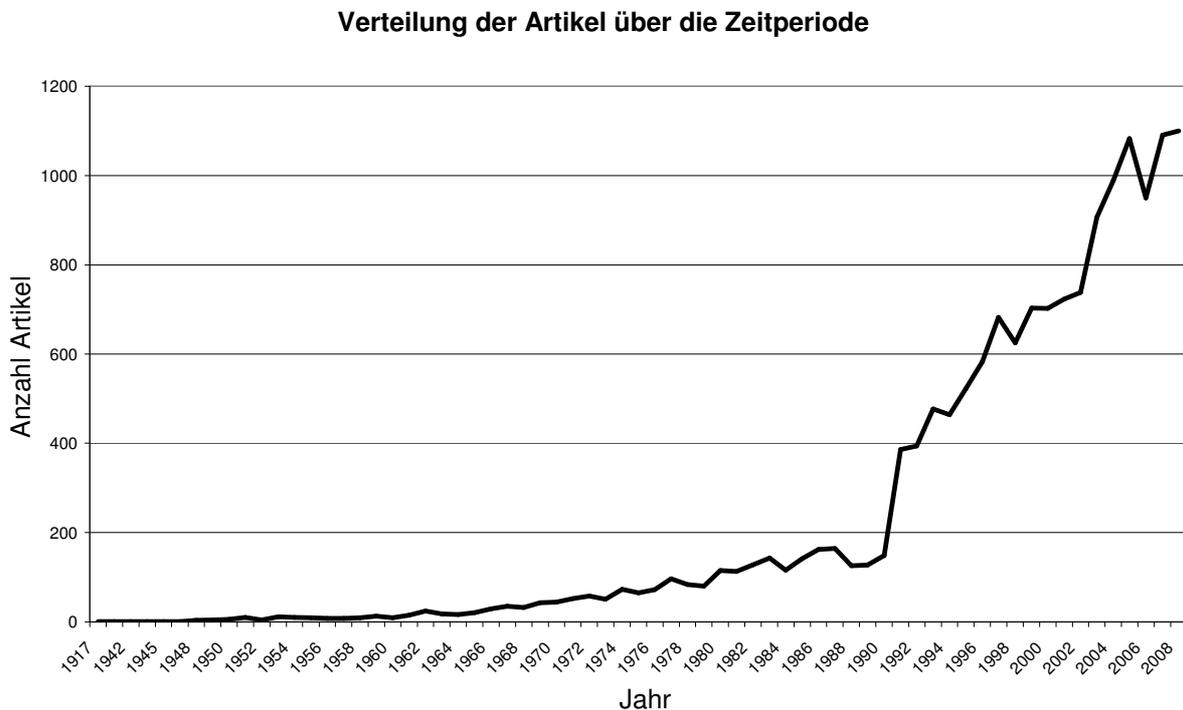


Abbildung 4 Artikelanzahl über die Zeit

3.1.2 Größe des Literaturverzeichnisses

Die Entwicklung der Größe der Literaturverzeichnisse lässt über die Jahre ein stetiges Wachstum erkennen. Während sich im Jahre 1979 die durchschnittliche Anzahl der Literaturangaben pro Artikel (Zitationsdichte) auf 10,0 belief, betrug sie im Jahr 2008 bereits 39,1. Bei der Betrachtung von Abbildung 5 fällt das Jahr 1997 mit einem Häufigkeitsgipfel von 40,5 Literaturangaben pro Artikel auf.



Abbildung 5 Entwicklung des Literaturverzeichnisses

3.1.3 Analyse der Publikationssprachen

Insgesamt wurden die Publikationen in 17 verschiedenen Sprachen veröffentlicht. Englisch hat mit 14612 Publikationen (93,5%) mit Abstand den größten Anteil. Von den restlichen Sprachen sind Deutsch mit einem Anteil von 3% und Französisch mit 2,2% von Bedeutung. Allen anderen Sprachen sind mit einem Anteil von < 0,5% sehr selten vertreten. In Abbildung 6 sind die acht häufigsten Publikationssprachen aufgelistet. Unter *Other* wurden die restlichen Publikationssprachen mit einem Anteil von insgesamt < 0,03% zusammengefasst.

Ergebnisse

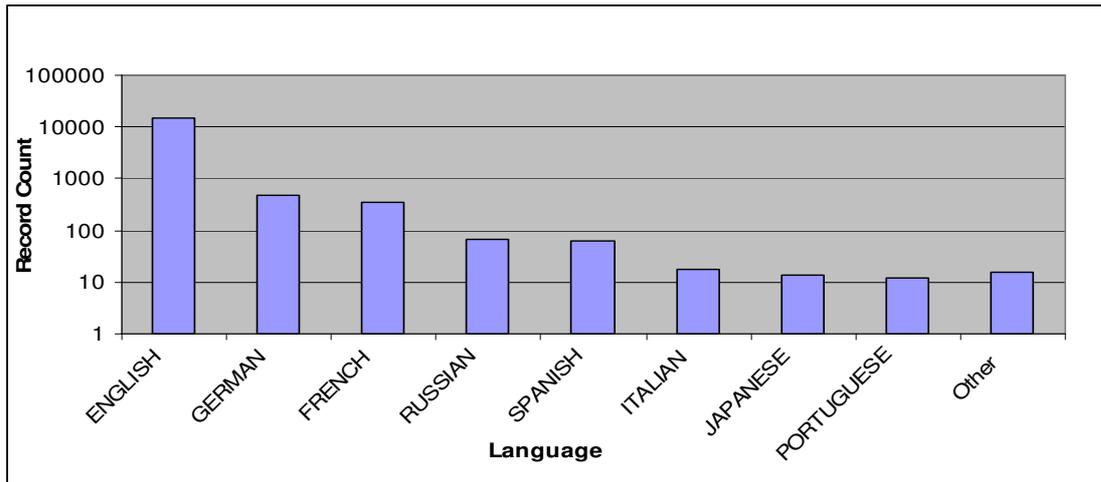


Abbildung 6 Publikationen nach Sprachzugehörigkeit

3.1.4 Analyse der Publikationsformen

Die Darstellung der Erscheinungsformen der Publikationen geschieht analog der von *ISI-Web of Science* definierten Kategorien. Diese sind: *Article*, *Abstract of published item*, *Biographical item*, *Book review*, *Correction*, *Correction/Addition*, *Discussion*, *Editorial material*, *Letter*, *Meeting abstract*, *Note*, *News Item*, *Proceeding paper*, *Review* und *Reprint*. *Article* nehmen mit 64% die größte Anzahl der Publikationen ein. *Meeting abstracts* sind mit 15% die zweithäufigste Publikationsform. *Proceeding paper* haben einen Anteil von 9%. *Reviews*, *Letters* und *Editorial material* sind mit Anteilen von 4%, 5% und 2% ebenfalls häufige Publikationsformen. Unter *Other* werden die restlichen Kategorien zusammengefasst (s. Abbildung 7).

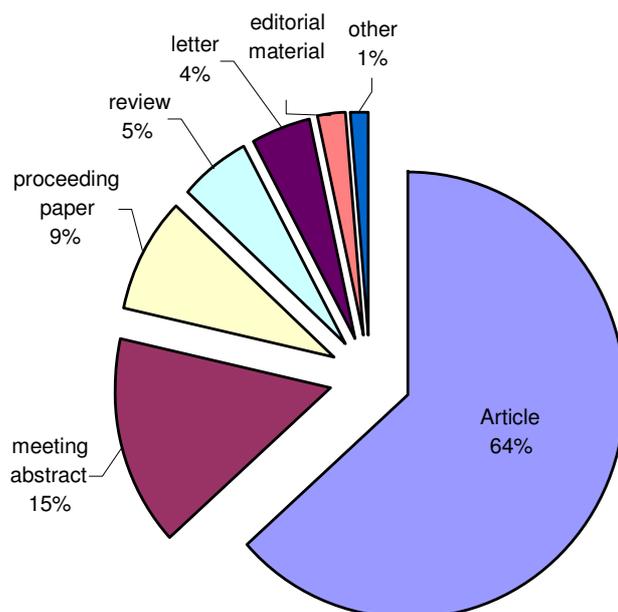


Abbildung 7 Erscheinungsformen der Publikationen

3.1.5 Analyse der am häufigsten zitierten Publikationen

Die nachfolgende Tabelle erfasst die zehn Artikel, welche bisher am häufigsten zitiert wurden. Es handelt sich hierbei um Artikel, die in renommierten Zeitschriften wie dem New England Journal of Medicine, Lancet, British Medical Journal, Nature, Endocrine Reviews, Nature Medicine und Diabetes Research and Clinical Practice erschienen sind. Sie wurden zwischen 1993 und 2003 veröffentlicht. Inhaltlich lassen sich bei den ermittelten Artikeln vor allem zwei Themenschwerpunkte unterscheiden: Die erste Gruppe umfasst fünf Artikel (in Tabelle 9 hell markiert). Sie alle untersuchen, inwieweit sich intensiviertere systemische Behandlungen oder eine gezielte Blutdruckeinstellung bei Typ-2-Diabetikern auf Diabeteskomplikationen auswirken. Die Progression bzw. das Entstehen von Retinopathie bei diesen Patienten werden hierbei als Parameter für die Effektivität der Therapie miteingefasst. Artikel aus dieser Gruppe gehören beispielsweise zur United Kingdom Prospective Study (UKPDS), welche über 5000 Typ-2-Diabetiker einschloss und im Zeitraum von über 20 Jahren bis 1999 durchgeführt wurde. Der Artikel mit dem Titel "The effect of intensive treatment of Diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus" beansprucht mit 7662 die meisten Zitationen. Er wurde im New England Journal of Medicine publiziert und ist auch zugleich der älteste der gelisteten Artikel. Er belegt, dass bei Patienten mit insulinpflichtigem Diabetes eine intensiviertere Blutzuckereinstellung das Eintreten von DR, diabetischer Nephro- und Neuropathie verzögert. Die zweite Gruppe enthält ebenfalls fünf Artikel (in Tabelle 9 dunkel markiert). Diese behandeln die Rolle und Wirkung von VEGF. VEGF wurde erst Ende der 80er isoliert und später von N. Ferrara und anderen Forschern beschrieben [116]. Seitdem spielt es vor allem in der Tumorforschung und auch in der Forschung zu DR eine bedeutsame Rolle (s. 1.3 und 1.8.3.). Während die meisten Artikel dieser Gruppe Grundlagenforschung zu VEGF behandeln, geht es in einem speziell um den Zusammenhang von VEGF und DR.

Ergebnisse

Tabelle 9 Die zehn meistzitierten Artikel

	Autoren	Titel	Zitationen	Jahr	Journal
1	Shamoon H, Fleischer N, et al.	The effect of intensive treatment of Diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus (DCCT)	7.662	1993	New England journal of medicine
2	Turner RC, Holman RR, Cull CA, et al	Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33)	6.172	1998	Lancet
3	Stearne MR, Palmer SL, Hammersley MS, et al.	Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: (UKPDS 38)	2.632	1998	British Medical Journal
4	Ferrara N, Davis Smyth T	The biology of vascular endothelial growth factor	2.081	1997	Endocrine Reviews
5	Ferrara N, Gerber HP, LeCouter J	The biology of VEGF and its receptors	1.734	2003	Nature Medicine
6	Yancopoulos GD, Davis S, Gale NW, et al.	Vascular-specific growth factors and blood vessel formation	1.474	2000	Nature
7	Aillo LP, Averz RL, Arrigg PG, et al	Vascular endothelial growth-factor in ocular fluid of patients with diabetic-retinopathy and other retinal disorders.	1.299	1994	New England Journal of medicine
8	Ohkubo Y, Kishikawa H, Araki E, et al.	Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin dependent diabetes-mellitus- a randomized prospective 6 year study	1.254	1995	Diabetes Research and clinical practice
9	Gaede P, Vedel P, Larsen N, et al.	Multifactorial intervention and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes	1.091	2003	New England Journal of Medicine
10	Millauer B, Shawver LK, Plate KH, et al.	Glioblastoma growth inhibited in-vivo by a dominant-negative FLK-1 Mutant	959	1994	Nature

3.1.6 Zeitliche Analyse der Zitate

In Abbildung 8 ist dargestellt, wie die Zitationen über die Publikationsjahre verteilt sind. Es fällt auf, dass ab 1990 die Anzahl an Zitationen stark ansteigt. Hierbei fallen vor allem die Jahre 1993 und 1998 auf. Dem Jahr 1993 kommen 17260 Zitationen und dem Jahr 1998 23555 Zitationen zu. Ein weiteres deutliches Maximum stellt das Jahr 1984 dar, das mit 3528 erhaltenen Zitationen die Jahre unmittelbar davor und danach übertrifft. Neu erschienene Arbeiten, welche nach 2003 publiziert wurden, erhalten umso weniger Zitationen je später sie erschienen sind.

Verteilung der Zitate nach Publikationsjahr über die Zeitperiode

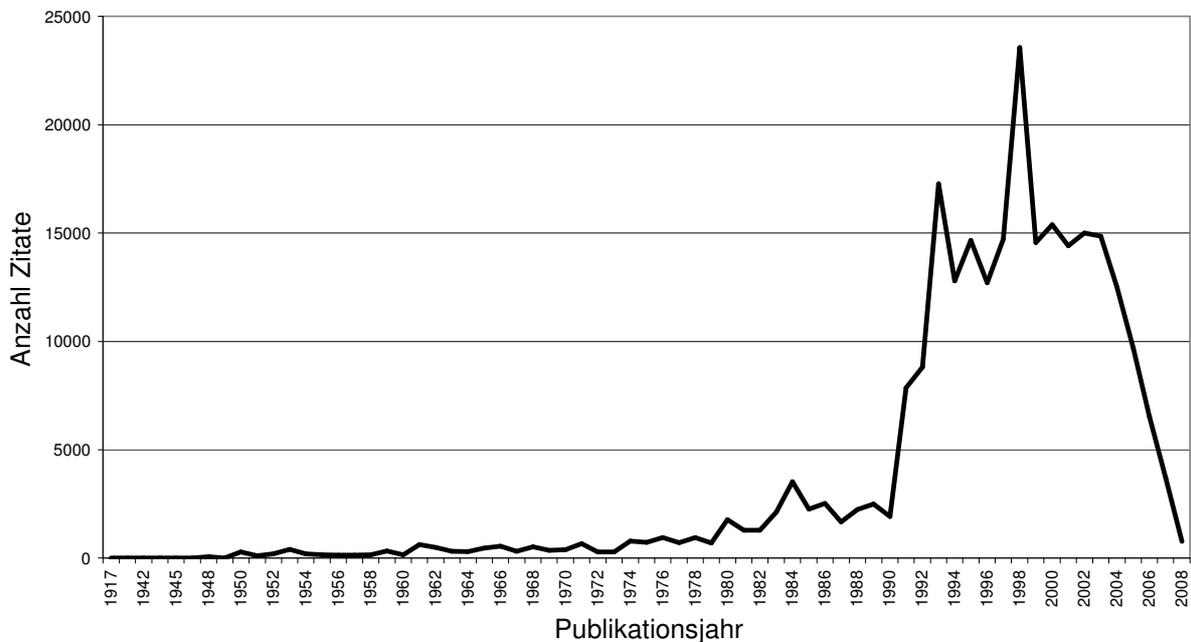


Abbildung 8 Zitationen nach Publikationsjahr

3.1.7 Zitationsrate

Bei der Analyse der durchschnittlichen Zitationen pro Artikel fällt auf, dass die Jahre 1984 mit durchschnittlich 30,4, 1993 mit 36,2 und 1998 mit 37,7 besonders hohe Zitationsraten aufweisen. In den letzten zehn Jahren lässt sich ein deutlicher Rückgang der Zitationsrate feststellen.



Abbildung 9 Zitationsrate pro Artikel

3.1.8 Halbwertszeit der Literatur

Die folgende Untersuchung stellt die zeitliche Verteilung von Zitationen der untersuchten Artikel dar. Durchschnittlich werden die meisten Artikel zwei Jahre nach ihrer Publikation am häufigsten zitiert (7,5 - 10% der Gesamtzitationen). Danach ist ein kontinuierlicher Rückgang zu beobachten. Betrachtet man die verschiedenen Untersuchungszeiträume, so ist bei den Artikeln, die aus den Jahren 1955-2007 stammen eine Halbwertszeit von 7 Jahren zu verzeichnen. Die Arbeiten aus dem Zeitraum 1955-2002 haben eine durchschnittliche Halbwertszeit von 8, die 1955 bis 1997 publizierten Artikel von 9 Jahren. Die Halbwertszeit der Artikel der Jahre 1955-1992 beträgt durchschnittlich 10 Jahre (s. Abbildung 10).

Ergebnisse

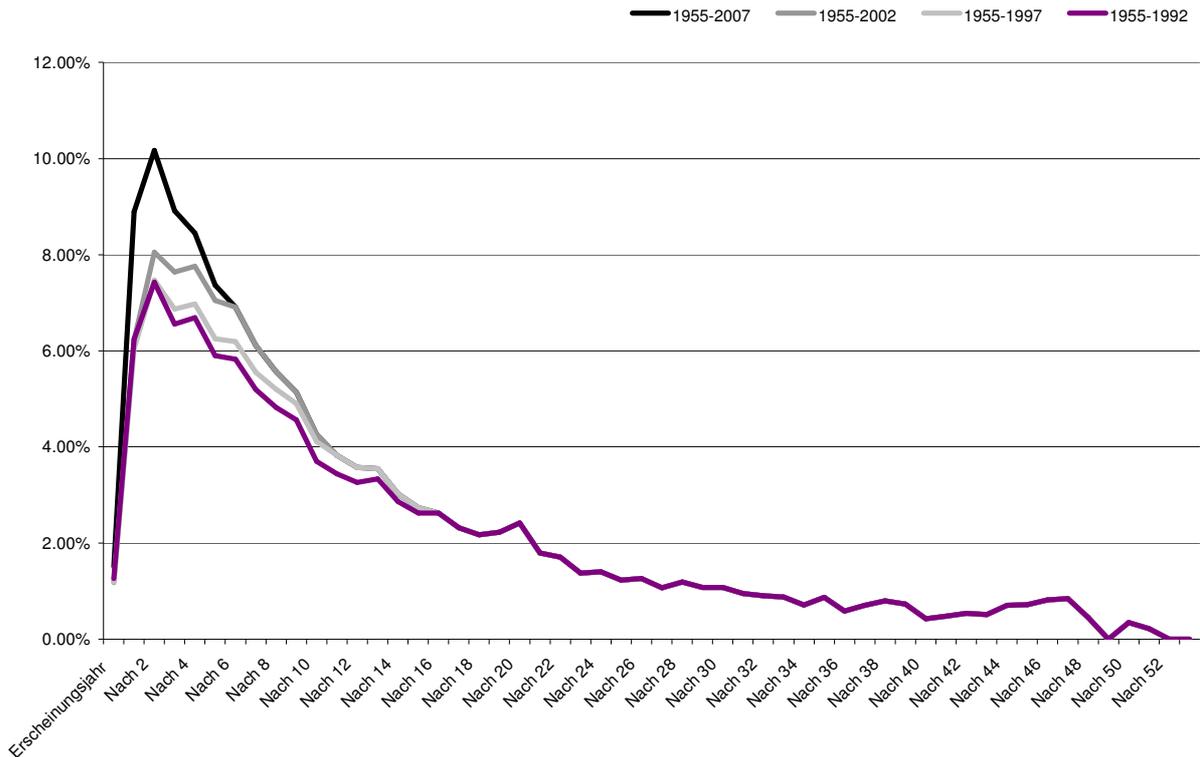


Abbildung 10 Lebensdauer der Artikel nach erhaltenen Zitaten

3.2 Autoren

3.2.1 Durchschnittliche Anzahl der Autoren pro Artikel

Die durchschnittliche Anzahl der Autoren pro Artikel beläuft sich auf Werte zwischen 1,72 (1972) und 7,39 (1995). Insgesamt ist eine stetige Zunahme der Autorenanzahl erkennbar. Von 1996 bis 2008 variiert die Anzahl der Autoren/Artikel um einen Mittelwert von 5,4 Autoren pro Artikel. Vor allem fünf Jahre heben sich von den vorangehenden bzw. nachfolgenden Jahren deutlich ab. Diese sind 1973 mit 3,46 Autoren/Artikel, 1993 mit 6,13 Autoren/Artikel, 1995 mit 7,39 Autoren/Artikel, 1998 mit 6,23 Autoren/Artikel und 2007 mit 6,00 Autoren/Artikel (s. Abbildung 11)

Ergebnisse

Durchschnittliche Anzahl der Autoren pro Artikel über die Zeitperiode

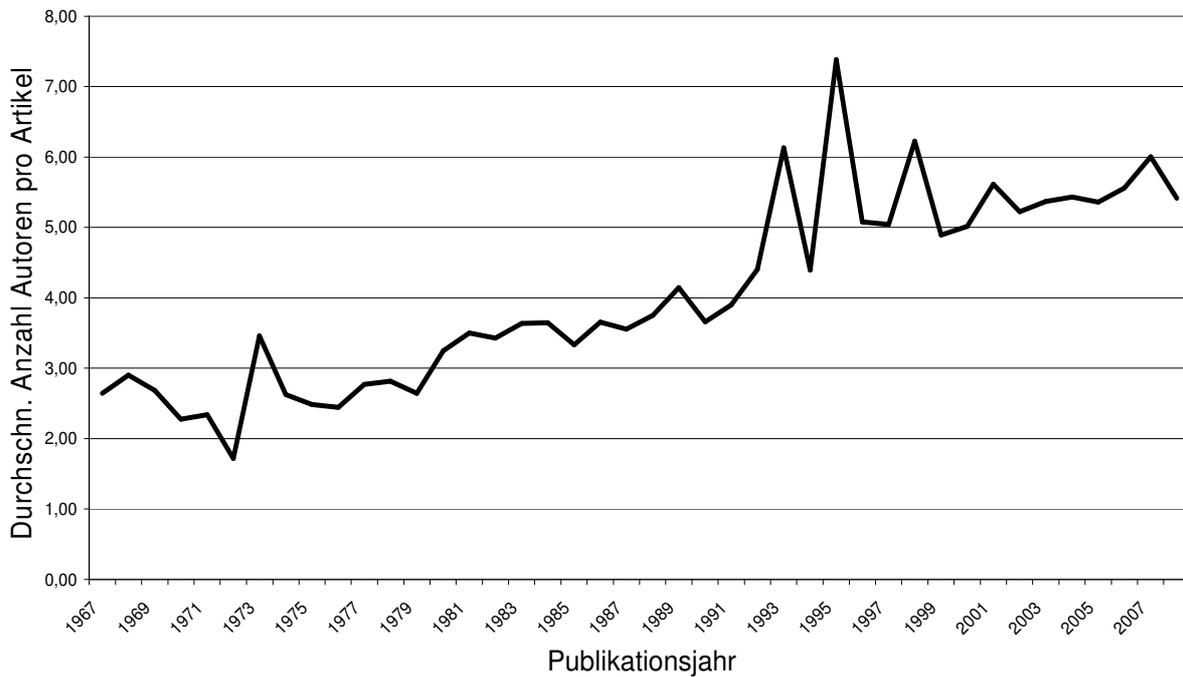


Abbildung 11 Autoren pro Artikel über die Zeit

3.2.2 Meistpublizierende Autoren

Die nachfolgenden Säulendiagramme (Abbildung 12 und Abbildung 13) verdeutlichen wie die 15 produktivsten Autoren hinsichtlich der Anzahl der ihnen zugeordneten Zitate, der Anzahl der von ihnen veröffentlichten Artikel und ihrer Autorenschaft zu beurteilen sind. Im Folgenden wird lediglich auf die fünf produktivsten Autoren eingegangen. Produktivität wird hier an der Anzahl der Artikel gemessen, die einem Autor zugeordnet werden können. An erster Stelle ist *Ronald Klein* (R Klein) zu nennen. Er publizierte 350 Artikel, die insgesamt 21.244-mal zitiert wurden. Das macht ihn zum sowohl produktivsten als auch zum meistzitierten Autor auf dem Gebiet der DR. Er ist Professor für Augenheilkunde an der *University of Wisconsin*. Bei 109 seiner 350 Artikel wird er als Erstautor genannt. An zweiter Stelle folgt mit 215 Artikeln *Barbara Eden Kobrin Klein* (BEK Klein). Auf ihre Veröffentlichungen entfallen insgesamt 9489 Zitationen. Barbara Klein ist ebenfalls seit 1976 im Bereich der Ophthalmologie an der *University of Wisconsin* tätig. Sie beansprucht bei 35 ihrer Artikel die Erstautorenschaft. Bei *Eva M. Kohner* (EM Kohner), einer ehemaligen Professorin am *King's College* in London, fällt eine im Verhältnis zu der Artikelanzahl große Menge an Zitationen (174/12838) sowie ein hoher Anteil von Artikeln, bei denen sie Erstautorin ist, auf (53 von 174). *Scot E Moss*

Ergebnisse

ist mit 157 Artikeln, von denen er lediglich bei 25 der Erstautor ist, und 7973 Zitationen der viertproduktivste Autor. *Lyd Paul Aeillo (LP Aeillo)*, Leiter des ophthalmologischen Bereiches der Forschung im *Joslin Diabetes Center*, Direktor der *Joslin Clinic's Beetham Eye Institute* und Dozent der Ophthalmologie in der *Harvard Medical School* in Boston, können bei einer Anzahl von 115 Publikationen 5632 Zitationen zugeordnet werden. Seine Erstautorenschaft beläuft sich auf 27 Artikel.

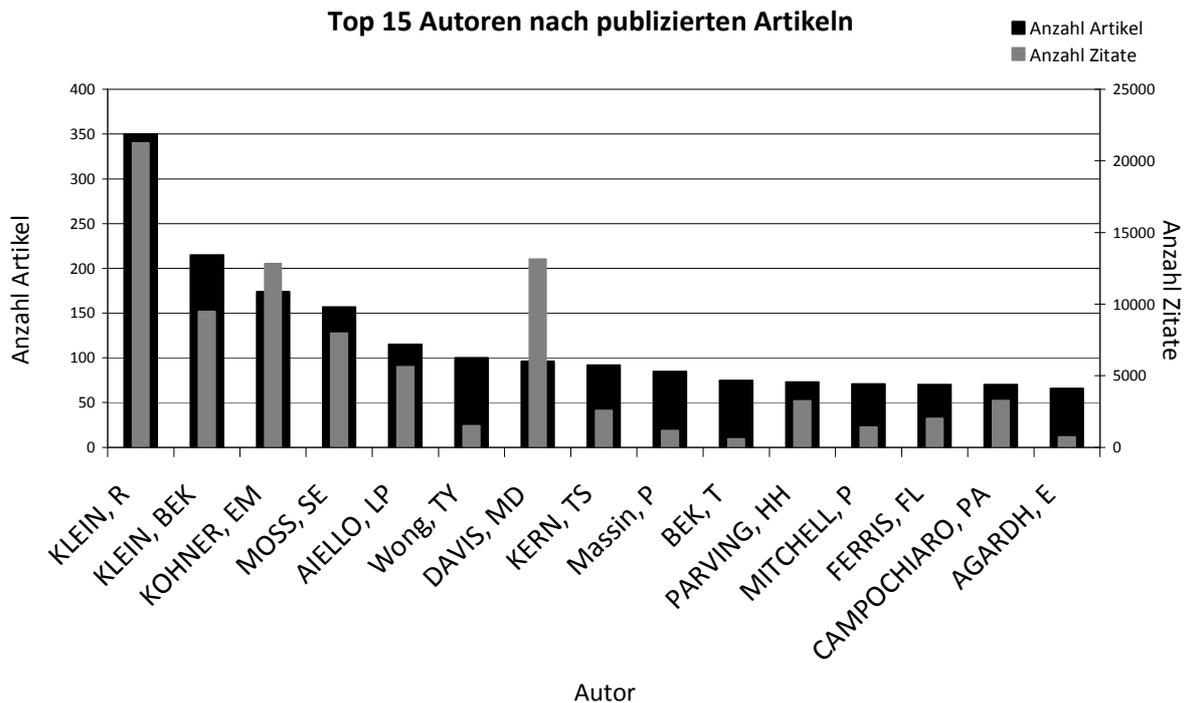


Abbildung 12 Top 15 Autoren nach publizierten Artikeln

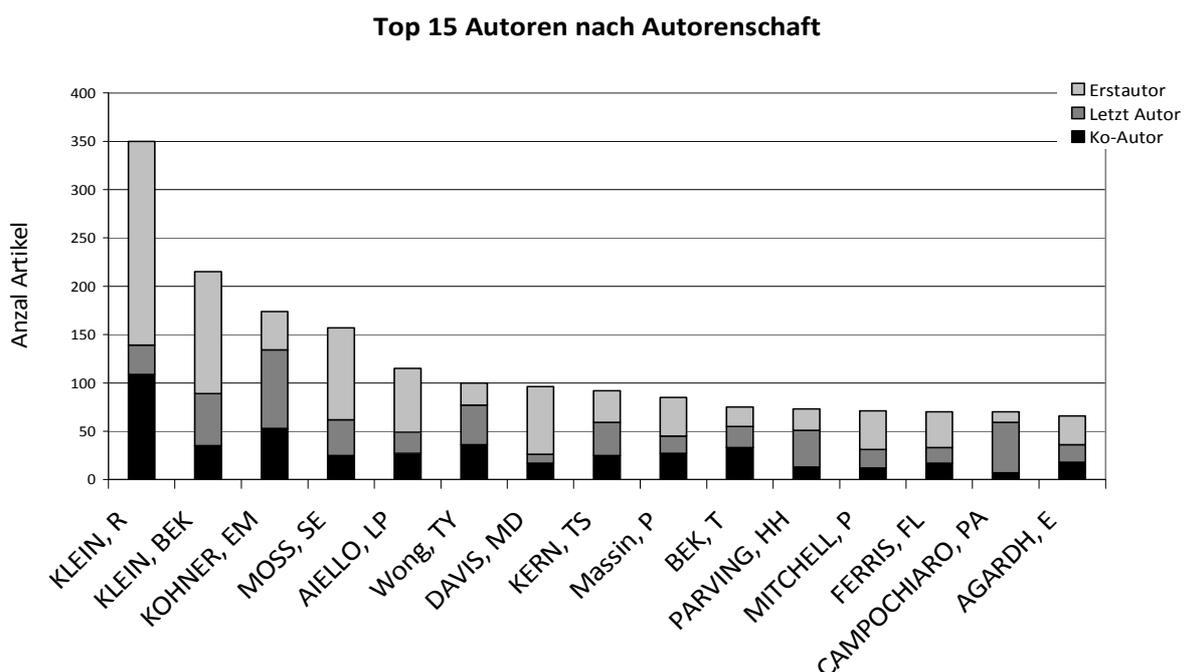


Abbildung 13 Autorenschaft der produktivsten Autoren

3.2.3 Autorenkooperationen

Wie unter 3.2.1 herausgestellt wurde, nimmt die Mehrautorenschaft ständig zu. Im Folgenden wird dargestellt, welche Netzwerke der Zusammenarbeit unter den Autoren existieren. Die auffälligste Verbindung besteht bei den Autoren R Klein, BEK Klein und SE Moss. Insgesamt 208 Arbeiten entstanden in Kooperation von R und BEK Klein. Von SE Moss und R Klein wurden 155 Artikel gemeinsam publiziert, von denen die meisten zudem in Zusammenarbeit mit BEK Klein entstanden sind (s. Abbildung 14). Bei ca. 30 Artikeln dieser drei Autoren bestand zudem eine Zusammenarbeit mit KJ Cruickshanks. Bei der Betrachtung der Gesamtartikelzahl dieser Autoren fällt auf, dass sowohl BEK Klein, als auch SE Moss und KJ Cruickshanks kaum eine Publikation ohne die Zusammenarbeit mit R Klein schrieben und sie über diesen Kreis hinaus keine Kooperationen zu weiteren Autoren vorweisen können.

R Klein hingegen arbeitet bei 54 Artikeln in Kooperation mit TY Wong, bei 32 Artikeln mit AR Sharrett und bei 22 Artikeln mit MD Davis. Auch AR Sharrett publiziert in den meisten Fällen in Zusammenarbeit mit R Klein. Außer mit R Klein fanden bei den Autoren AR Sharrett und MD Davis keine weiteren Kooperationen statt. Bei der Betrachtung des Netzdiagramms in Abbildung 14 wird deutlich, dass kein Autor vergleichbar viele verschiedene Kooperationen vorweisen kann wie R Klein. Er erscheint als zentraler Partner für sechs Autoren auf dem Gebiet der DR.

TY Wong arbeitet mit fünf weiteren Autoren zusammen. Diese sind P Mitchell, JJ Wang und AR Sharrett. P Massin gehört ebenfalls zu den Autoren die häufig kooperieren. 20 seiner Arbeiten sind in Zusammenarbeit mit PJ Guillausseau veröffentlicht worden. 40 Kooperationsartikel entstanden mit A Erginay und weitere 48 mit A Gaudric, welche untereinander ebenfalls häufig kooperieren.

Ergebnisse

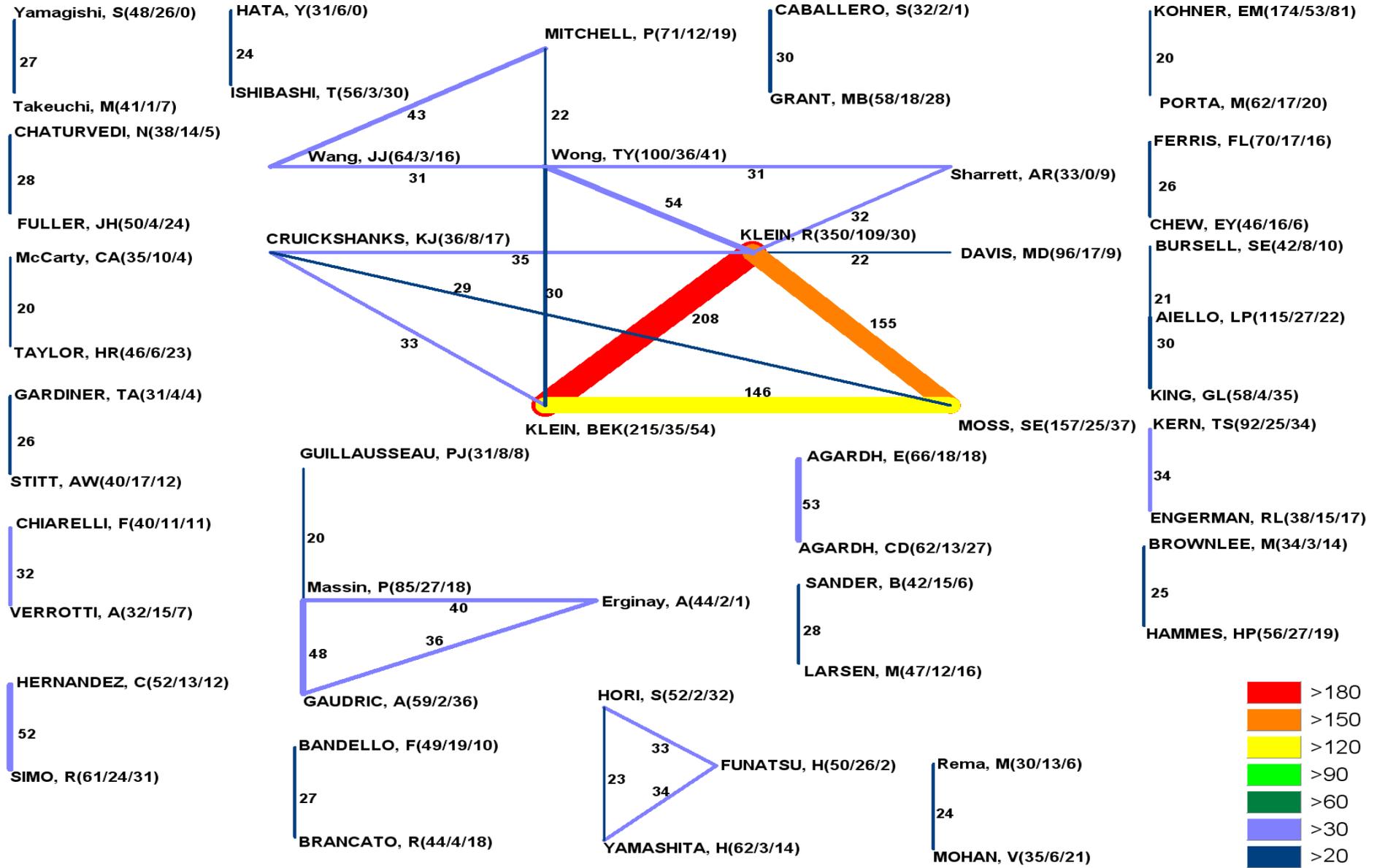


Abbildung 14 Autorenkooperationen, Schwelle: 20 Kooperationen

1. Zahl in der Klammer Artikelanzahl, 2. Zahl Erstautorenschaft, 3. Zahl Letzautorenschaft

Anzahl Kooperationen

Ergebnisse

3.2.4 Zitationsrate der meistpublizierenden Autoren

Die Zitationsrate errechnet sich aus der Anzahl der Zitationen dividiert durch die Artikelanzahl. Die Ergebnisse werden in der abgebildeten Grafik dargestellt. Im Folgenden werden lediglich die Zitationsraten der fünfzehn produktivsten Autoren beschrieben. Andere Autoren mit weniger Publikationen können dennoch höhere Zitationsraten aufweisen (vergleiche 3.2.5).

Die Zitationsrate von MD Davis ist hier hervorzuheben, welcher mit 137 die höchste aufweist. EM Kohner ist an zweiter Position zu nennen, sie verfügt über eine Zitationsrate von 74. Darauf folgt R Klein, der bei 350 Veröffentlichungen zum Thema DR eine Zitationsrate von 61 besitzt.

Das Verhältnis zwischen Zitationsrate und Anzahl der Publikationen kann, wie in der Abbildung verdeutlicht, sehr unterschiedlich sein. MD Davis fällt in dieser Hinsicht am meisten auf, da er bei insgesamt nur 96 Artikeln mit 137 die höchste Zitationsrate erreicht. Aber auch HH Parving und PA Campochiaro weisen bei relativ geringer Artikelanzahl ebenfalls hohe Zitationsraten von 46 und 47 auf. Niedrige Zitationsraten von ≤ 15 haben TY Wong, P Massin, E Agardh und T Bek.

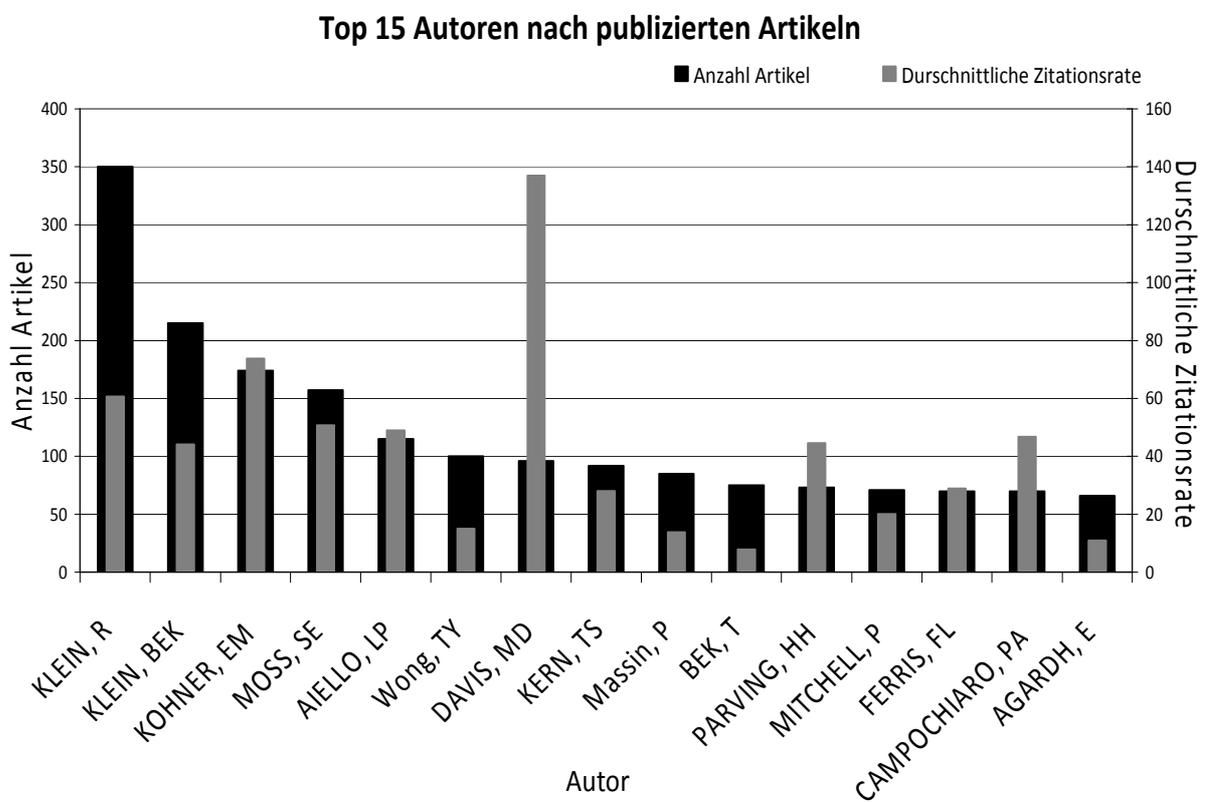


Abbildung 15 Zitationsrate der meistpublizierenden Autoren

3.2.5 Meistzitierte Autoren

In Abbildung 16 werden die 15 meistzitierten Autoren gemäß der Anzahl ihrer Zitationen dargestellt. Es fällt auf, dass R Klein 21.244 Zitationen erhält. Das macht ihn zum meistzitierten Autor auf dem Gebiet der DR. M Foster ist mit 19.366 Zitationen der am zweithäufigsten zitierte Autor. Danach folgen K Jones (16.621 Zitate), S Genuth (16.426 Zitate), AD Wright (15.716 Zitate), P Cleary (15.664 Zitate) und J Lachin (15.640 Zitate). Bis auf R Klein, der mit 350 Arbeiten heraussticht, haben all diese genannten Autoren eine Artikelanzahl von weniger als 30. Bei den restlichen abgebildeten Autoren beläuft sich die Anzahl der Zitate auf ca. 15.000, die Artikelanzahl jedoch lediglich auf Werte zwischen drei und neun.

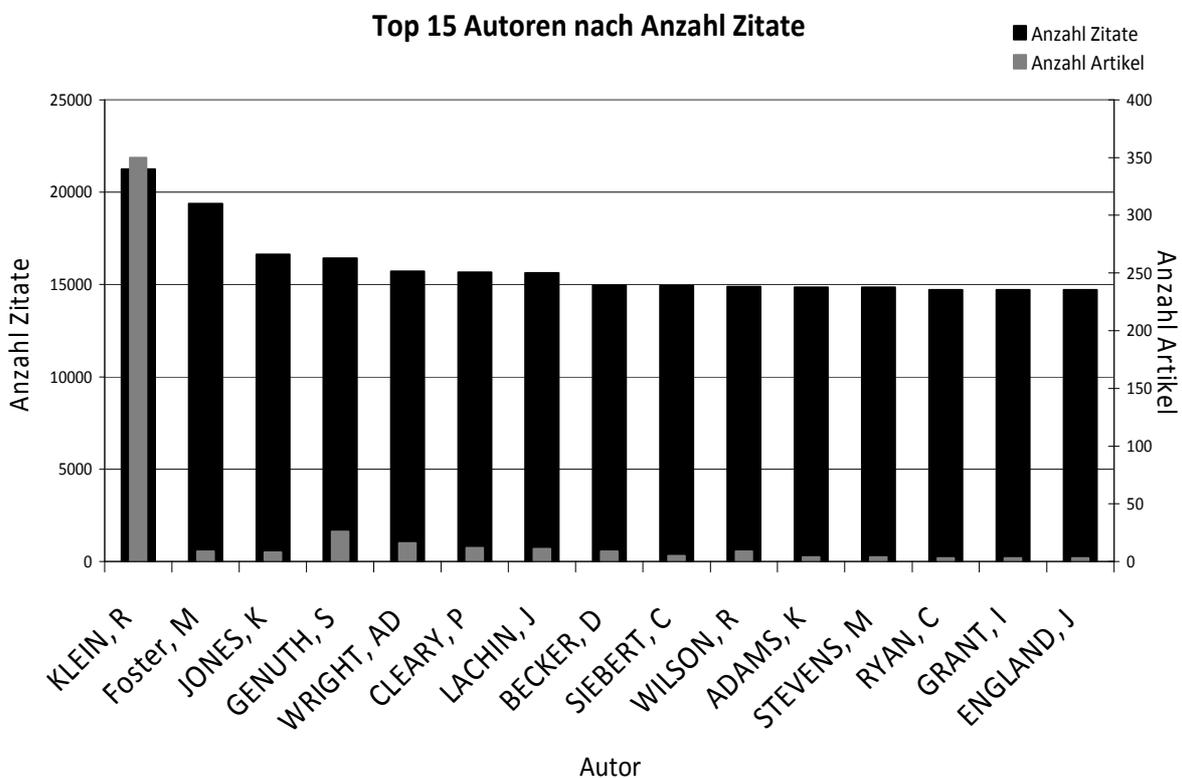


Abbildung 16 Top 15 Autoren nach Anzahl der Zitate

3.2.6 H-Indices der Autoren

Im Folgenden soll auf den H-Index der Autoren eingegangen werden. Wie aus Abbildung 17 ersichtlich, korreliert der H-Index ebenfalls nicht unbedingt mit der Artikelanzahl der jeweiligen Autoren. Der Vergleich mit Abbildung 12 ergibt, dass einige Autoren, die nicht zu den meistveröffentlichten Autoren zählen und somit nicht abgebildet sind, einen höheren H-Index aufweisen können. Dazu zählt beispielsweise AP Adams, dem mit nur 55 Artikeln ein H-Index von 36

Ergebnisse

zugeschrieben wird. TY Wong hingegen, der in der Liste der meistveröffentlichenden Autoren an sechster Stelle kommt, hat trotz 100 veröffentlichter Artikel nur einen H-Index von 21. Sowohl im H-Index als auch in der Artikelanzahl nimmt R Klein den ersten Platz ein. Er hat mit 350 Artikeln einen H-Index von 62. An zweiter Stelle steht BEK Klein (H-Index 52). Den dritten Platz nimmt EM Kohner mit einem H-Index von 36 ein, darauf folgt SE Moss mit einem H-Index von 45 (s. Abbildung 17). Der Median der H-Indices der 15 meistpublizierenden Autoren liegt bei 31,1.

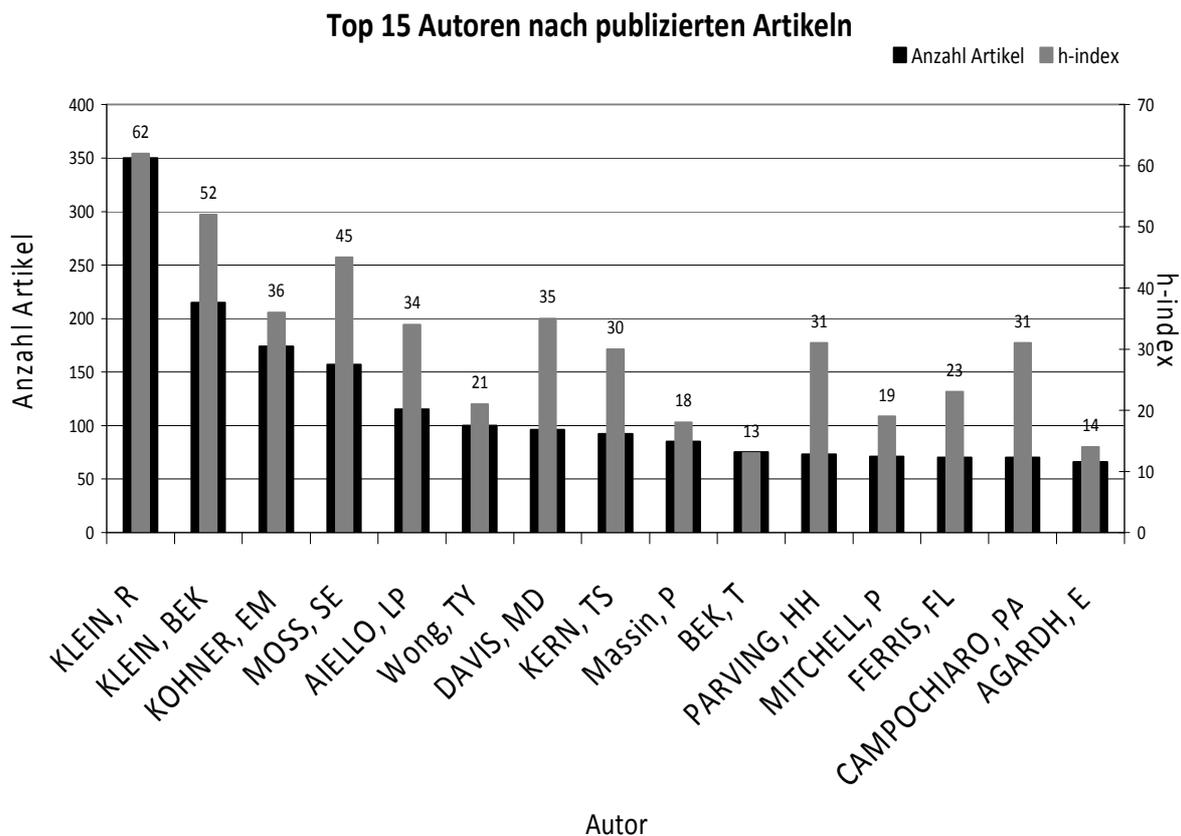


Abbildung 17 Top 15 Autoren nach H-Index

3.2.7 Selbstzitationen der 10 meistpublizierenden Autoren

Die Selbstzitationsrate ergibt sich, wenn man die Anzahl ihrer Selbstzitationen ins Verhältnis zu ihren Gesamtzitationen setzt. Diese ist bei TY Wong mit 12,36% am höchsten (s. Tabelle 10). Auch T Bek hat eine beachtliche Selbstzitationsrate von 7,09%. R Klein, Bek Klein und SE Moss weisen zwar eine große Anzahl an Selbstzitationen auf, ihre Selbstzitationsraten belaufen sich jedoch aufgrund ihrer hohen Artikelanzahl auf vergleichsweise niedrige Werte.

Ergebnisse

Tabelle 10 Selbstzitationen der 10 meistpublizierenden Autoren

Autoren	Gesamtzitate	Selbstzitationen	Selbstzitationsrate
Wong TY	1.505	186	12,36%
Bek T	592	42	7,09%
Massin P	1.171	44	3,76%
Klein Bek	9.489	325	3,43%
Kern TS	2.582	76	2,94%
Klein R	21.244	501	2,36%
Moss SE	7.973	151	1,89%
Aiello LP	5.541	86	1,55%
Kohner EM	12.838	95	0,74%
Davis MD	13.149	58	0,44%

3.2.8 Zitationsmuster der meistpublizierenden Autoren

Bei der Untersuchung der gegenseitigen Zitierungen der meistpublizierenden Autoren fällt auf, dass R Klein und BEK Klein sich überdurchschnittlich häufig gegenseitig zitieren (465 und 332-mal, s. Abbildung 18). Es existiert eine auffällige Verbindung zwischen MD Davis und R Klein. MD Davis wird 306-mal von R Klein zitiert wird. Umgekehrt wird R Klein jedoch nur in 51 Fällen von MD Davis zitiert. Zwischen SE Moss und BEK Klein finden häufig gegenseitige Zitierungen statt. TY Wong und R Klein zitieren sich gegenseitig mit einer Häufigkeit von 210 und 114.

Ergebnisse

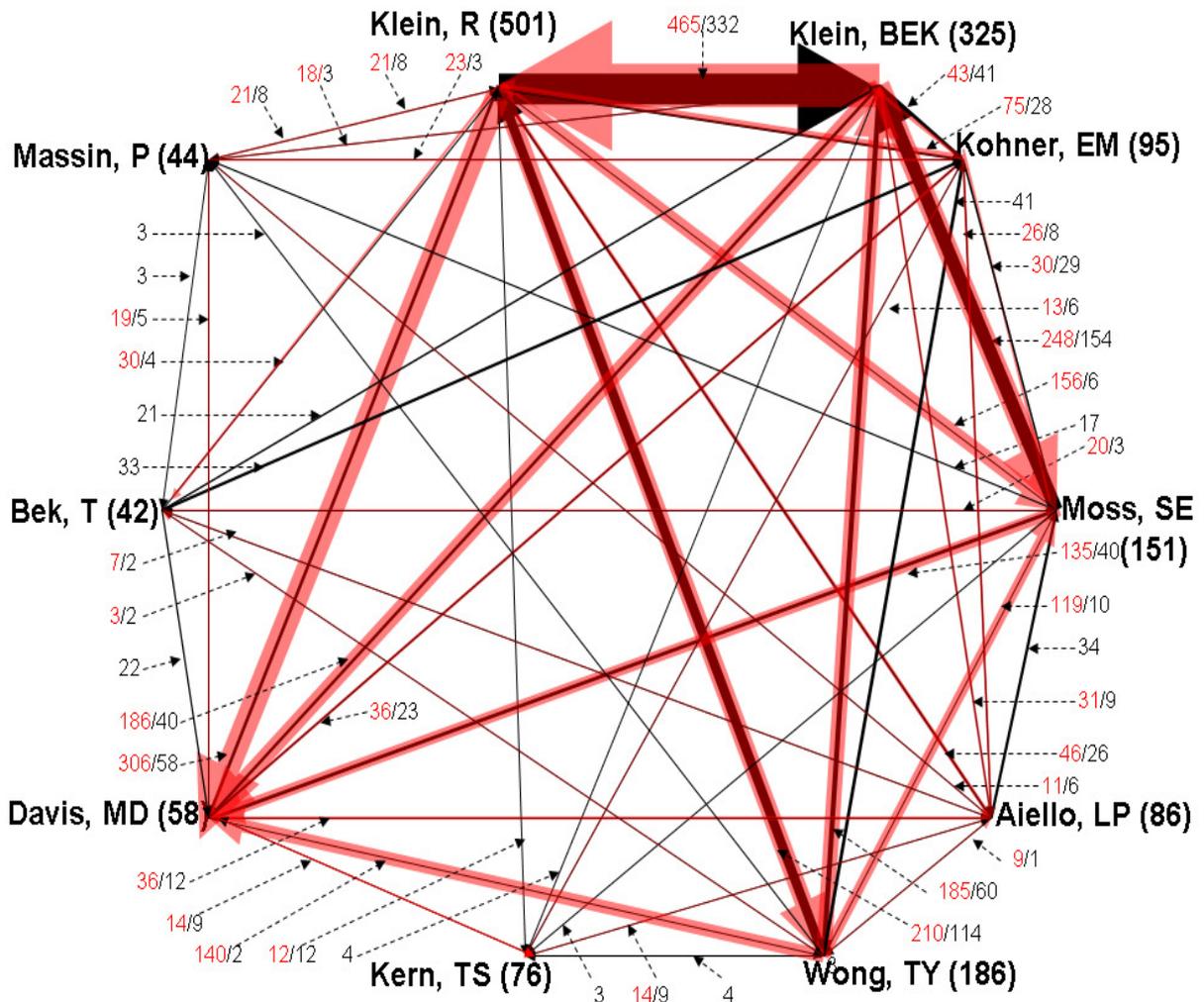


Abbildung 18 Zitationsmuster der meistpublizierenden Autoren

Die Pfeile zwischen zwei Autoren zeigen jeweils die Häufigkeit an, mit der sie sich gegenseitig zitieren. Die Pfeildicke ist jeweils proportional zur Anzahl der Zitate. In rot dargestellt ist die Richtung mit der größeren Anzahl an Zitationen. Die in Klammern gesetzten Zahlen beschreiben die Summe der Selbstzitationen eines Autors.

3.3 Quellenzeitschriften

3.3.1 Die wichtigsten Zeitschriften und deren Zitationsrate

Die Aufschlüsselung der vorliegenden Daten nach den Quellenzeitschriften, ergab diejenigen mit den meisten Publikationen zum Thema. *Investigative Ophthalmology & Visual Science (IOVS)* ist mit einer Artikelanzahl von 1533 das führende Medium bei Themen, die mit DR assoziiert sind. *Diabetologia* liefert mit 713 Publikationen ebenfalls einen großen Anteil der vorliegenden Publikationen. Auch *Diabetes* (666 Artikel), *Diabetes Care* (567 Artikel) und *Ophthalmology* (511 Artikel), *American Journal of Ophthalmology* (483 Artikel), *British Journal of Ophthalmology* (464 Artikel), *Archives of Ophthalmology* (389 Artikel) und *Diabetic Medicine* (378 Artikel)

Ergebnisse

leisten durch zahlreiche Veröffentlichungen viele wertvolle Beiträge zur wissenschaftlichen Erschließung der DR.

Die Zitationsrate einer Zeitschrift ergibt sich aus der Anzahl der erhaltenen Zitationen dividiert durch ihre gesamte Artikelanzahl. Die *IOVS* wurde mit 1533 Artikeln 12207-mal zitiert. Dies ergibt eine Zitationsrate von 7,96. Wie in Abbildung 19 zu erkennen ist, kommt der Zeitschrift *Archives of Ophthalmology* mit 35,25 die höchste Zitationsrate zu. Auch *Ophthalmology* und *Diabetes Care* weisen mit 29,51 und 28,79 sehr hohe Zitationsraten auf.

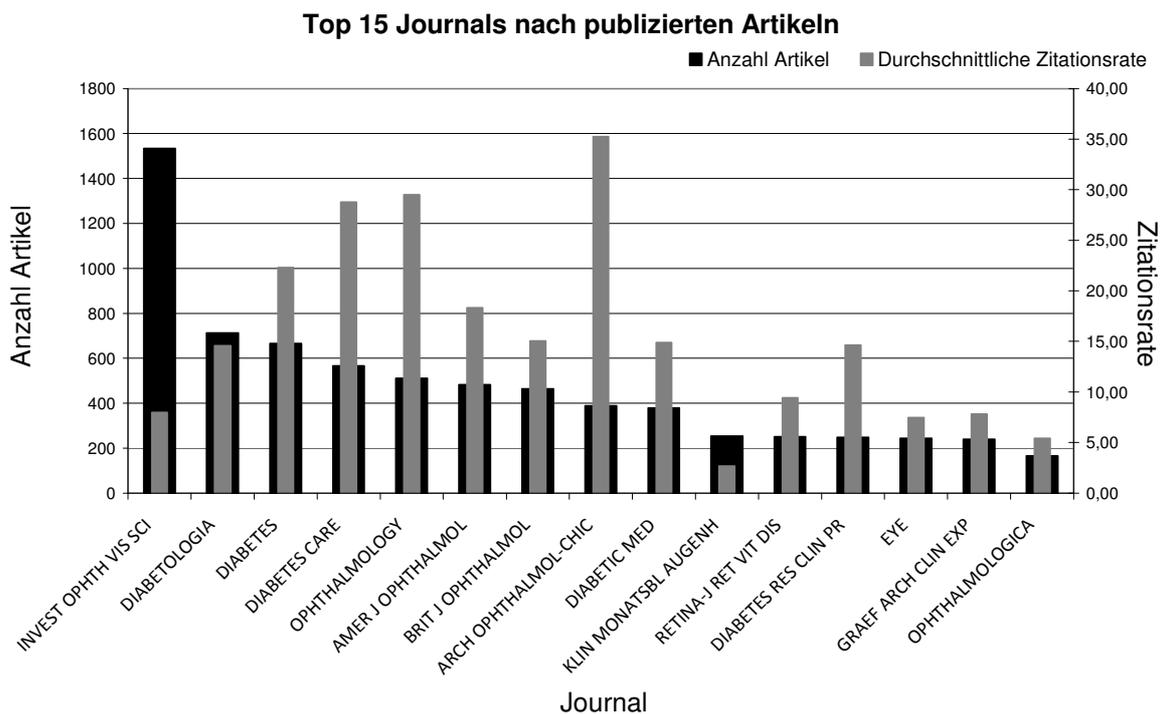


Abbildung 19 Überblick über die wichtigsten Quellenzeitschriften

3.3.2 Impact-Faktor der Top 10 Journals

Der Impact-Faktor ist ein Maß für die Häufigkeit, mit der der durchschnittliche Artikel einer Fachzeitschrift in einem bestimmten Jahr zitiert wurde. Der Impact-Faktor soll dabei helfen, die relative Wichtigkeit einer Zeitschrift einzuschätzen, insbesondere beim Vergleich mit anderen derselben Fachrichtung. *Investigative & Ophthalmology Visual Science* ist eine offizielle Zeitschrift der *Internationalen Association for Research in Vision and Ophthalmology* und hat einen Impact-Faktor von 3,53.

Diabetologia ist eine Fachzeitschrift von Springer im Auftrag der *European Association for the Study of Diabetes*. Ihr Impact-Faktor beträgt 5,82. Diabetes hat den hier höchsten Impact-Faktor von 8,26. Sie ist eine Zeitschrift der *American Diabetes Association* mit aktuellen Forschungs- und Studienergebnissen.

Ergebnisse

Diabetes Care ist ebenfalls eine Zeitschrift der American Diabetes Association und richtet sich mit Artikeln zu therapeutischen und präventiven Maßnahmen für Diabetiker an den praktizierenden Arzt. Sie gehört zu den Zeitschriften mit einem hohen Impact-Faktor von 7,85. *Ophthalmology* ist die offizielle Zeitschrift der *American Academy of Ophthalmology* und erscheint bei Elsevier. Ihr Impact-Faktor beträgt 4,62. *American Journal of Ophthalmology* hat einen Impact-Faktor von 2,63 erscheint ebenfalls bei Elsevier. Sie wird bereits seit 1884 monatlich herausgegeben. Das *British Journal of Ophthalmology* ist Teil der *British Medical Journal*, die von der *BMJ Publishing Group Ltd*, eine Niederlassung der British Medical Association, herausgegeben wird. Ihr Impact-Faktor beträgt 2,69. *Archives of Ophthalmology* ist eine internationale Zeitschrift der *American Medical Association* mit einem Impact-Faktor von 2,98. Sie wird seit 1869 kontinuierlich monatlich aufgelegt. *Diabetic Medicine* gehört zu den führenden Fachjournalen über die klinischen Aspekte von Diabetes weltweit und hat einen Impact-Faktor von 2,97. Sie ist eine Zeitschrift der *Diabetes UK*, der größten Diabetes-spezifischen Organisation in Großbritannien. Das *Klinische Monatsblatt für Augenheilkunde* ist in dieser Auflistung das einzige deutschsprachige Blatt. Es ist eine Fachzeitschrift von Thieme und hat einen Impact-Faktor von 0,58.

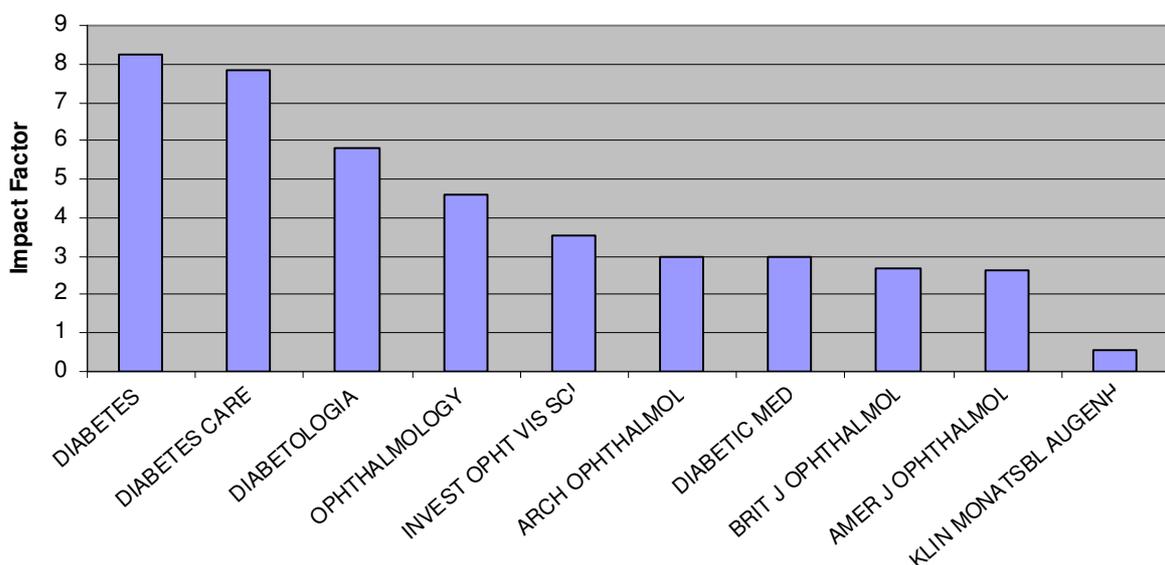


Abbildung 20 Impact-Faktor 2007 der Top 10 Journals

3.4 Institute

3.4.1 Die produktivsten Institute

Bei der Betrachtung der Anzahl der publizierten Artikel der beteiligten Institute so ergibt sich unten stehendes Bild (s. Abbildung 21). Mit 441 Arbeiten zum Thema DR

Ergebnisse

steht die *University of Wisconsin* an erster Stelle. Die *Harvard University* liefert mit 387 Veröffentlichungen ebenfalls einen hohen Anteil. An dritter Stelle folgt die *John Hopkins University*, welche 264 Artikel über DR publizierte. Den vierten Platz belegt die erste nicht amerikanische Universität aus Melbourne (195 Artikel). Darauf folgen das *National Eye Institute* (163 Artikel), die *University of Sydney* (150 Artikel) und die *University Texas* (137 Artikel). Der neunte Rang wird von der *University South California* (130 Artikel) belegt. Die weiter aufgeführten Universitäten haben eine Artikelanzahl < 130 und sind der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

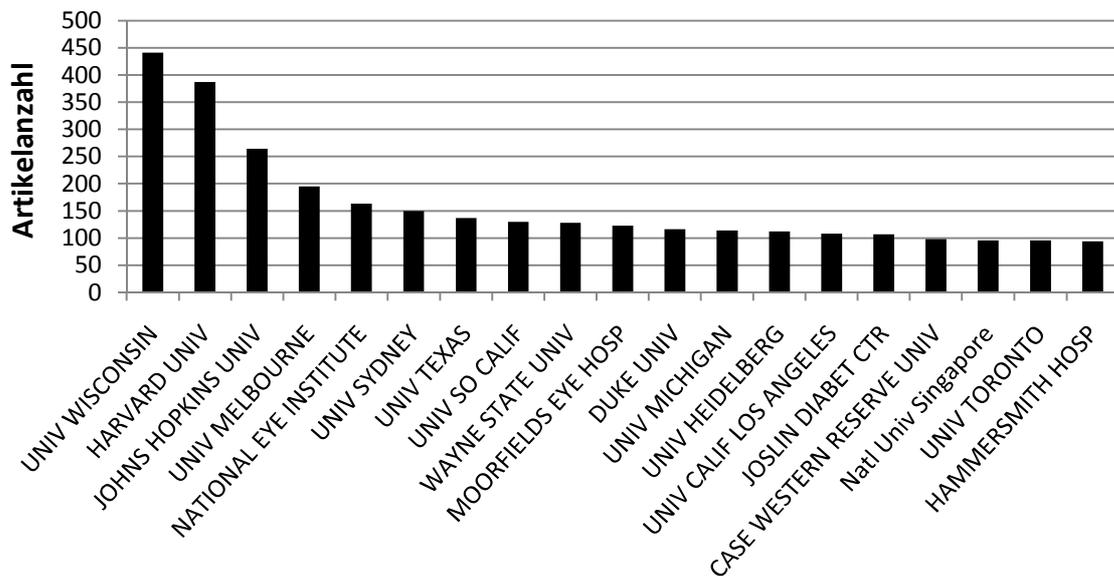


Abbildung 21 Die 20 produktivsten Institute

In Bezug auf deutsche wissenschaftliche Einrichtungen stellten neben der Universität Heidelberg (112 Artikel), auch die Universitäten Düsseldorf (65 Artikel), München (55 Artikel), Köln (54 Artikel) und Tübingen (50 Artikel) jeweils mindestens 50 Veröffentlichungen bereit.

3.4.2 H-Indices der Institute

Bei Betrachtung der Institute mit einem H-Index >25 bleibt die *University of Wisconsin* mit einem Wert von 73 immer noch der Spitzenreiter unter den Instituten. Auch die *Harvard University* (H-Index von 70) und *John Hopkins University* (H-Index von 53) behalten wie unter 3.4.1 ihren zweiten und dritten Platz. Neu hinzugekommen sind die *University of Minnesota* (79 Artikel, H-Index von 30), das *Children's Hospital* (48 Artikel, H-Index von 28), die *University Pittsburgh* (76 Artikel, H-Index von 27), *Gentek INC* (35 Artikel, H-Index von 27), das *Steno Diabetes Center* (78 Artikel, H-Index von 26) sowie die *Kyoto University* (74 Artikel, H-Index von 26)

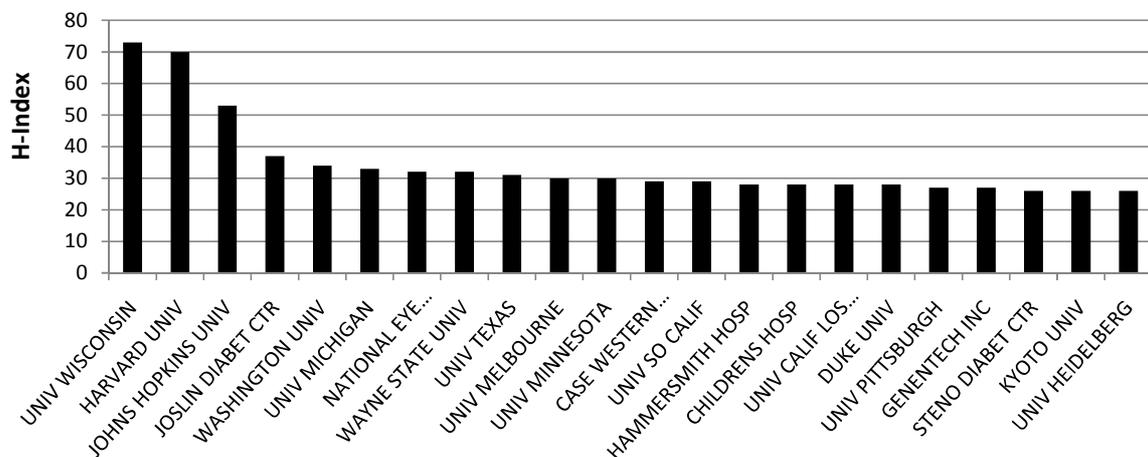


Abbildung 22 Institute mit einem H-Index >25

Trotz hoher Publikationszahlen (96 Publikationen) hat die *National University Singapore* nur einen H-Index von 21. Ähnlich verhält es sich mit der kanadischen *Universität Toronto*, die mit ebenfalls 96 Publikationen nur einen H-Index von 19 aufweisen kann.

3.4.3 Untersuchung der Kooperation der Institute

Bei der Untersuchung der nationalen und internationalen Kooperation wissenschaftlicher Einrichtungen fallen besonders zwei ausgeprägte Verbindungen auf. Zum einen ist es die internationale Kooperation zwischen der *National University of Singapore* und der *University of Melbourne*. Sie publizierten gemeinsam 58 Artikel zur DR. Die *National University of Singapore* produziert zudem zahlreiche Publikationen mit der *University of Wisconsin* (43 Artikel), der *University of Sidney* (28 Artikel) und der *John Hopkins University* (23 Artikel). Die *University of Melbourne*

Ergebnisse

weist ebenfalls viele gemeinsame Artikel mit der *University of Sidney* (45 Artikel) und der *University of Wisconsin* (33 Artikel) auf.

Zum anderen findet eine zweite auffällige Zusammenarbeit auf nationaler Ebene zwischen dem *Joslin Diabetes Center* und der *Harvard University* statt. Sie publizierten gemeinsam 51 Artikel zur DR. Diese beiden Einrichtungen pflegen allerdings keine weiteren ausgeprägten Kooperationen zu anderen wissenschaftlichen Instituten.

Bei der Betrachtung von Abbildung 23 fällt im Zentrum die *University of Wisconsin* als nationaler als auch internationaler Partner zahlreicher Institute auf. 14 Kooperationen mit mindestens zehn gemeinsamen Artikeln machen ihre zentrale Position auf der Abbildung deutlich.

Ergebnisse

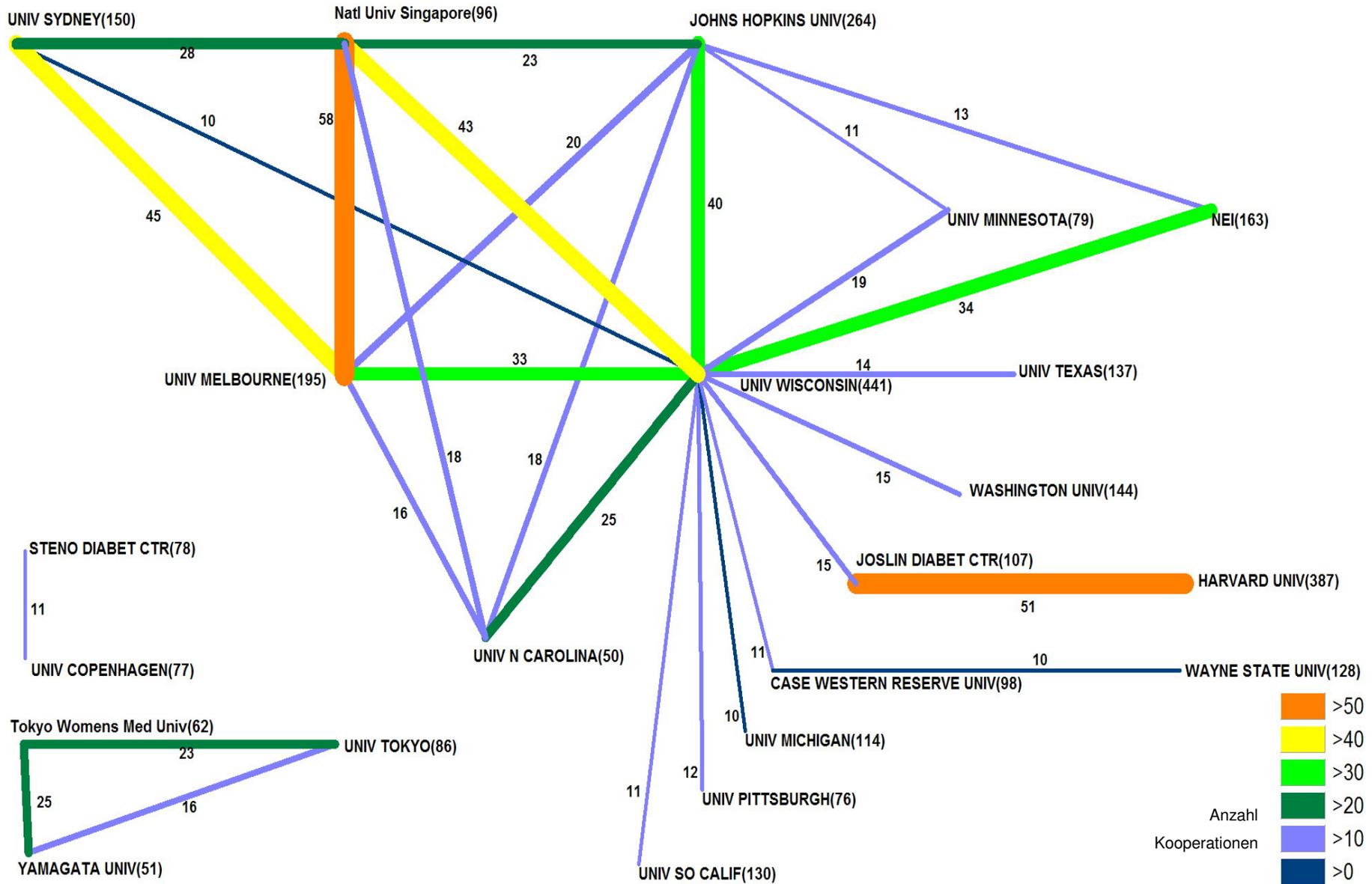


Abbildung 23 Kooperationen publizierender Institute

3.5 Länder

3.5.1 Überblick über die Publikationshäufigkeit der Länder

Die nachfolgende Abbildung stellt die Anzahl der Publikationen der einzelnen Länder dar. Da in den USA mit 4689 mit Abstand die meisten Artikel veröffentlicht wurden, erscheint sie auf der Abbildung überdimensional groß. Ebenfalls überproportional vergrößert werden Großbritannien (1801 Publikationen), Japan (1411 Publikationen), Deutschland (1030 Publikationen), Italien (658 Publikationen), Frankreich (589 Publikationen), Australien (518 Publikationen), Dänemark (401 Publikationen), Kanada (365 Publikationen) und Spanien (317 Publikationen) dargestellt.

Die Kontinente Südamerika, Afrika und Asien, ausgenommen Japan, werden im Gegensatz dazu verhältnismäßig klein dargestellt, da sie anteilig nur wenige Artikel über DR aufweisen.

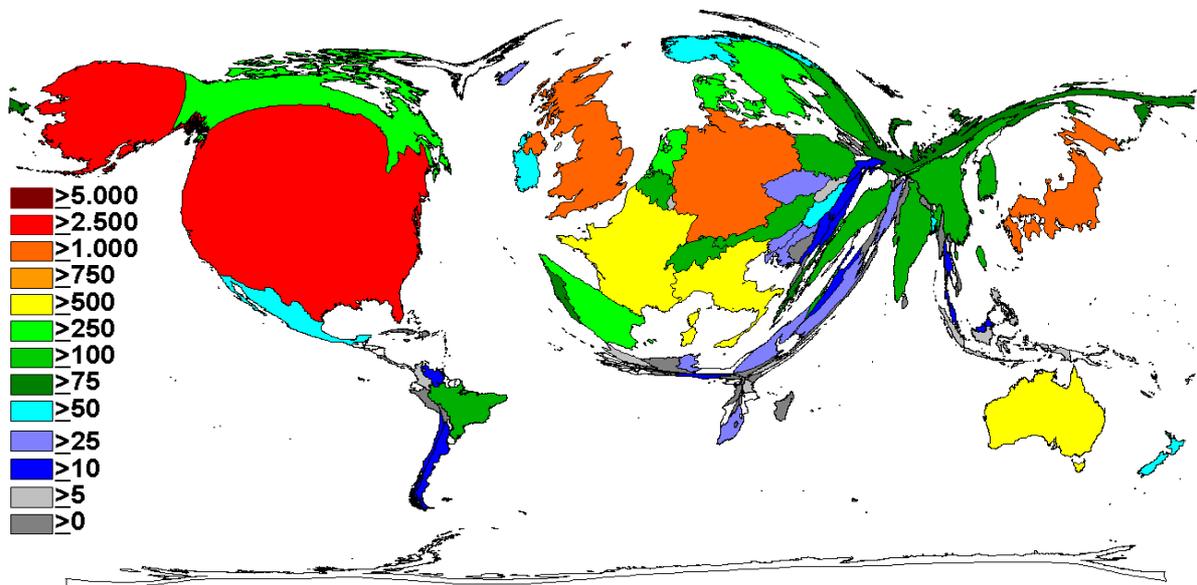


Abbildung 24 Kartenanamorphote zur Publikationsanzahl der Länder

Die Untersuchung der erstmaligen Länderbeteiligung am Forschungsaufkommen zu DR zeigt, dass sich im Zeitraum 2000-2008 40 Länder erstmalig beteiligt haben. Zuletzt waren es Irak, Oman, Burma, Bahrain und Pakistan. In den Jahren zuvor beteiligten sich 61 Länder an der Forschung auf dem Gebiet. Dies entspricht einer Zunahme um 65% in den letzten acht Jahren. Die ersten Länder, welche Artikel zu DR im ISI WoS veröffentlichten waren Deutschland, Frankreich, Süd-Afrika, USA und Japan.

3.5.2 Analyse der Anzahl der Institute pro Publikationsland

Analog zu den bisherigen Ergebnissen übertrifft die USA mit 1465 wissenschaftlichen Einrichtungen, die Arbeiten zur Thematik der DR veröffentlichen, alle anderen Länder. An zweiter Stelle stehen Großbritannien (559 Institute) und Japan (537 Institute). Mit einigem Abstand folgen Frankreich (438 Institute), Deutschland (421 Institute) und Italien (310 Institute). Unter den europäischen Ländern kann auch Spanien eine beachtliche Anzahl von 222 publizierenden Einrichtungen aufweisen. In der Türkei befinden sich 119 wissenschaftliche Institutionen. In Kanada sind es 109 Einrichtungen. Unter den Ländern Südamerikas nimmt Brasilien mit 68 Instituten die wichtigste Stellung ein. Insgesamt ist Südamerika allerdings arm an wissenschaftlichen Einrichtungen. Die Nationen Indien (147 Institute) und China (119 Institute) weisen im Verhältnis zu ihrer Bevölkerung relativ geringe Anzahl an wissenschaftlichen Einrichtungen auf. In Australien finden sich 112 publizierende Institute (s. Abbildung 25)

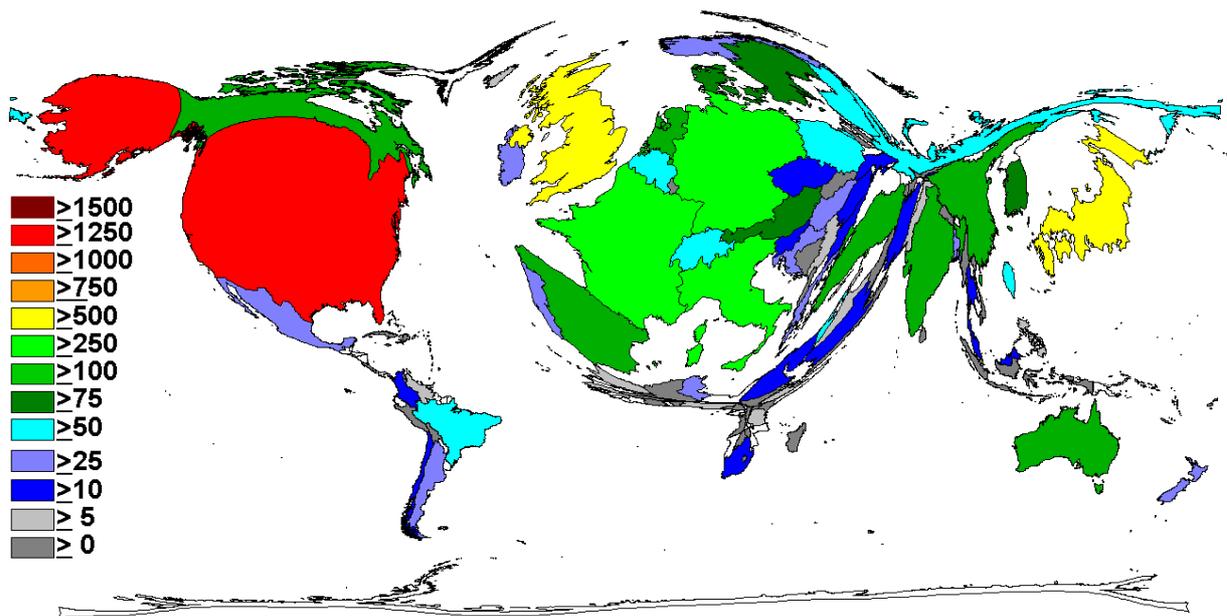


Abbildung 25 Anzahl der wissenschaftlichen Institute der Länder

3.5.3 Internationale Kooperationen

Von den 15.624 analysierten Artikeln sind 1.406 das Ergebnis internationaler Zusammenarbeit. Die in den nächsten Kapiteln dargestellten Analysen wurden erstellt, um einen Überblick über die Thematik der internationalen Kooperationen zu schaffen. Die Aufschlüsselung erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

- Anteil internationaler Kooperationen an den Gesamtpublikationen der einzelnen Länder
- Zeitliche Entwicklung der Publikationen von Kooperationsartikeln
- Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer
- Zusammenarbeit der Länder untereinander

3.5.4 Anteil internationaler Kooperationen an Gesamtpublikationen der einzelnen Länder

Australien weist mit 34,3% einen sehr großen Anteil internationaler Kooperationen an ihren Gesamtpublikationen auf. Kanada veröffentlicht 34,8% seiner Artikel in Zusammenarbeit mit anderen Ländern und gilt somit ebenfalls als sehr kooperationsstarkes Land. Deutschland, Italien und Dänemark publizieren rund ein Fünftel ihrer Artikel in internationaler Zusammenarbeit. Die USA kooperiert bei nur 17,57% ihrer Publikationen mit anderen Ländern. Betrachtet man allerdings die absolute Anzahl der durch internationale Kooperation entstandenen Artikel, so liegt die USA mit 824 Kooperationsartikeln vor allen anderen Ländern. Den zweiten Platz nimmt Großbritannien mit 320 Artikeln ein. Darauf folgen Deutschland (213 Artikel), Australien (180 Artikel), Japan (143 Artikel) und Kanada (125 Artikel) (s. Abbildung 26).

Ergebnisse

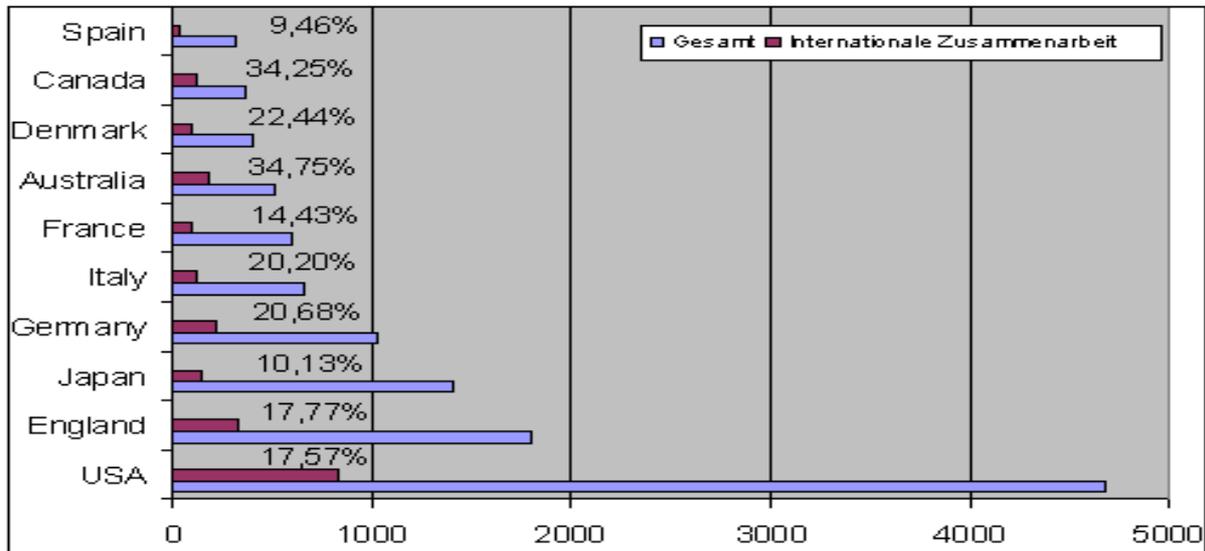


Abbildung 26 Anteil internationaler Zusammenarbeit von Gesamtpublikationen

3.5.5 Zeitliche Entwicklung der Publikationen von Kooperationsartikeln

Abbildung 27 zeigt, dass die Anzahl der Artikel, die in Zusammenarbeit mehrerer Länder publiziert wurden, mit der Zeit deutlich zunimmt. Während 1974 nur eine in Kooperation entstandene Publikation erschienen ist, waren es 1991 bereits 16. Im weiteren Verlauf ist ein kontinuierlicher Anstieg bis zu einem Maximum von 187 Artikeln im Jahr 2008 zu beobachten.

Verteilung der Kooperationsartikel über die Jahre

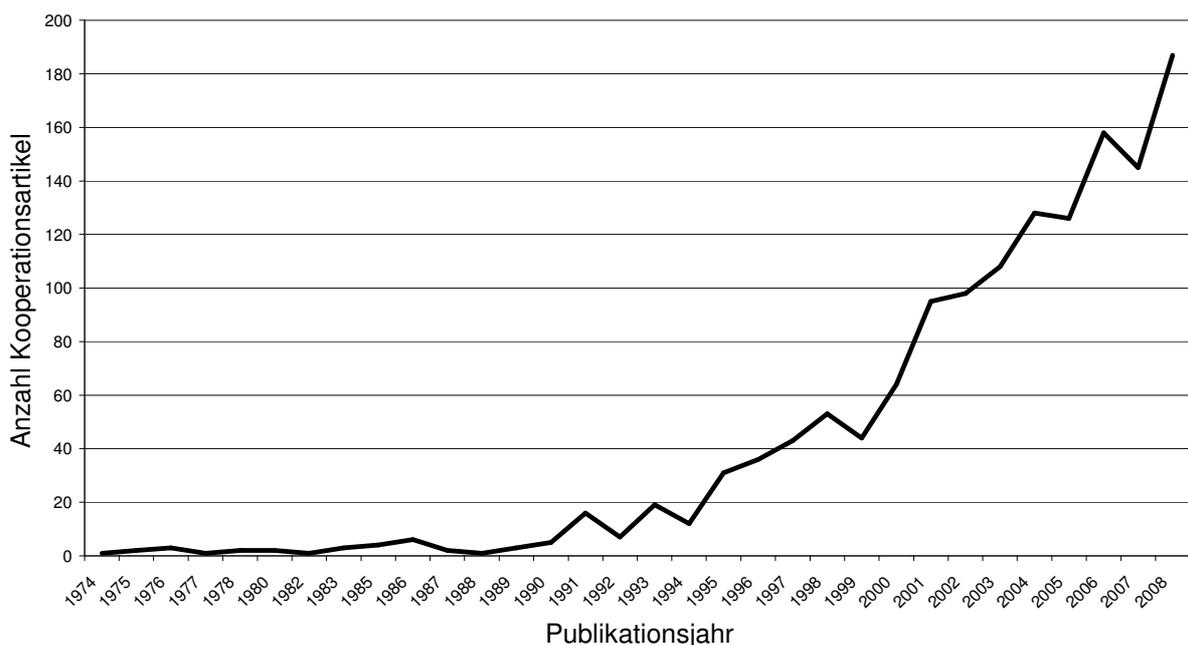


Abbildung 27 Verteilung der Kooperationsartikel über die Jahre

3.5.6 Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer

Die Analyse nach Anzahl der an Kooperationen beteiligten Länder zeigt, dass 1168 Artikel durch die Kooperation zweier Länder entstanden und 168 Artikel durch das Zusammenwirken dreier Länder. Danach nimmt die Artikelzahl mit Zunahme der Kooperationsländer kontinuierlich ab. Bei zwei Artikeln wirkten immerhin 17 Länder mit (s. Abbildung 28).

Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer

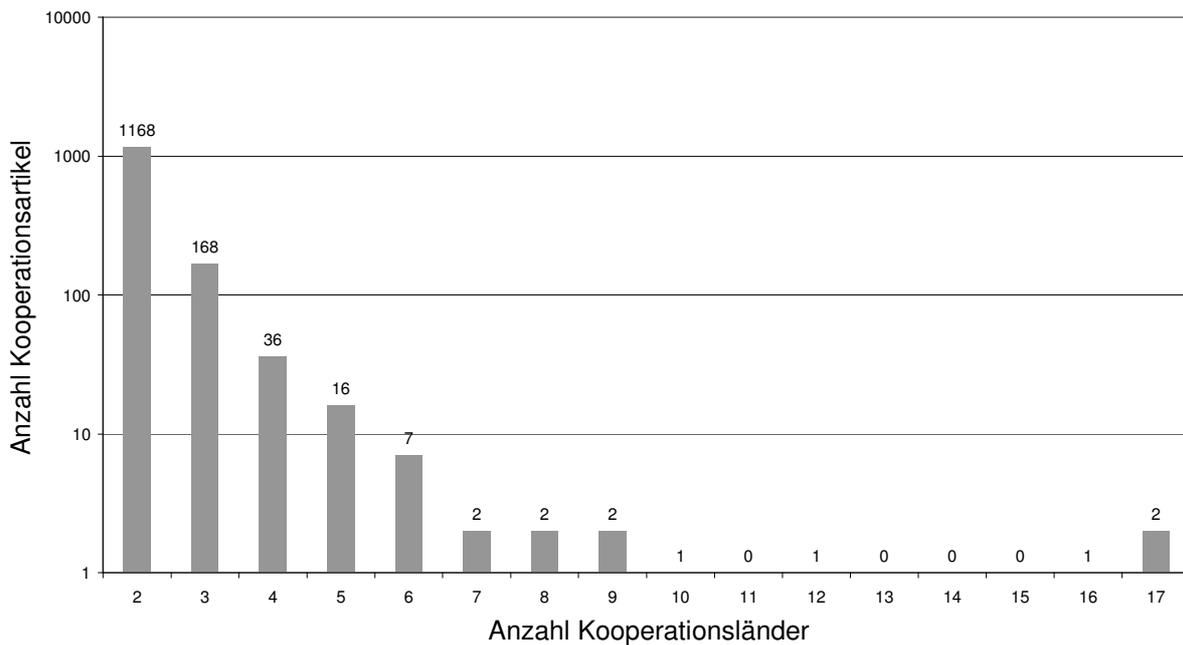


Abbildung 28 Verteilung der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer

3.5.7 Zusammenarbeit der Länder untereinander

Das folgende Netzdiagramm (Abbildung 29) veranschaulicht die internationale Zusammenarbeit unter den Ländern. Es fällt auf, dass die USA als zentraler Kooperationspartner heraussticht. Herauszuheben ist hierbei vor allem die Zusammenarbeit mit den anderen beiden meistpublizierenden Nationen Japan und Großbritannien sowie Deutschland, Singapur und Italien. Die Vereinigten Staaten teilen sich von 824 Kooperationsartikeln den größten Anteil von 119 Artikeln mit Großbritannien. Japan hat 107 gemeinsame Artikel mit den USA. Deutschland zählt ebenfalls zu den kooperationsstarken Ländern, da insgesamt 213 Artikel durch internationale Zusammenarbeit verfasst werden und davon 94 Artikel mit den Vereinigten Staaten. Kanada (79 Kooperationen) und Australien (75 Kooperationen) stehen an vierter Stelle der Zusammenarbeit mit den USA. Singapur arbeitet häufig

Ergebnisse

mit Australien zusammen. Von insgesamt 118 Publikationen Singapurs entstanden 88 in internationaler Zusammenarbeit, davon entfielen 62 auf Kooperationen mit Australien.

Frankreich ist bisher als einziges vielpublizierendes Land mit 34 gemeinsamen Artikeln nur wenige Kooperationen mit den USA eingegangen und weist auch insgesamt vergleichsweise nur wenige internationale Kooperationen auf (85 Kooperationsartikeln bei einer Artikelanzahl von 589).

Großbritannien hat neben der starken Zusammenarbeit mit den USA noch Italien als relevanten Kooperationspartner. Es fällt auf, dass Italien als einziges Land nahezu genauso viele Artikel mit Großbritannien (46 Publikationen) publiziert wie mit den Vereinigten Staaten (59 Publikationen).

Ergebnisse

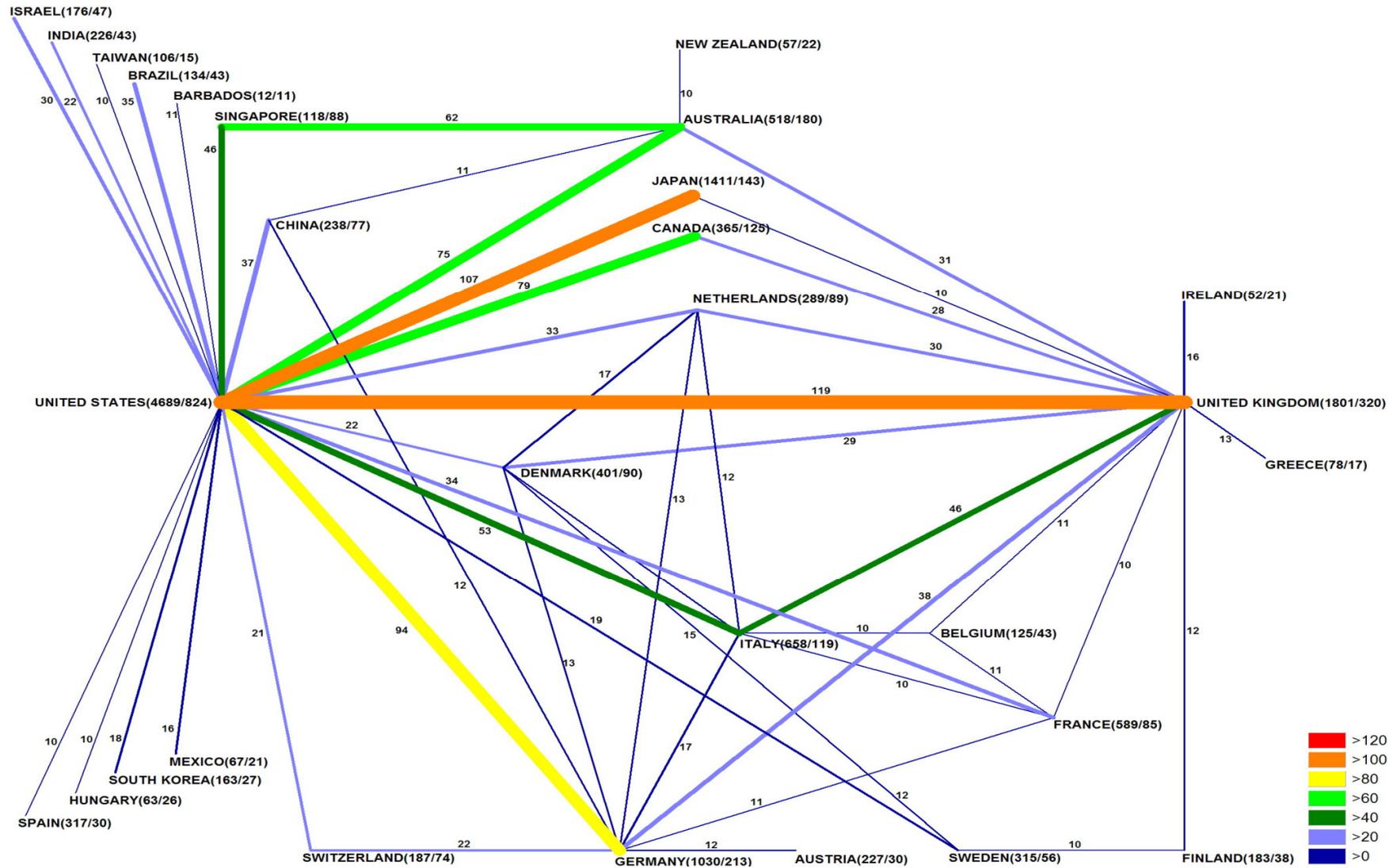


Abbildung 29 Internationale Kooperationen der Länder

(Die erste Zahl in der Klammer gibt die Anzahl der Gesamtpublikationen wieder, die zweite die Anzahl derer, die in internationaler Kooperation entstanden sind. Die Zahl neben der Verbindungslinie stellt jeweils die gemeinsame Anzahl der Kooperationen beider Ländern dar. Schwelle: 10 Kooperationen)

3.5.8 Zitationen der Publikationsländer

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht, welche Länder in ihrer Summe die meisten Zitationen erhalten. Die USA fällt durch ihre überdimensionale Größe auf. Sie kann 129.142 Zitationen für sich verbuchen und liegt damit mit weitem Abstand an erster Stelle. Großbritannien erhält 36.995 Zitationen. Darauf folgen Japan, Deutschland und Kanada mit 19.236, 16.112, und 12.532 Zitationen. Die Kontinente Südamerika, Afrika und Asien sind in der Kartenanamorphote wegen ihrer geringen Anzahl an Zitationen nahezu verschwunden.

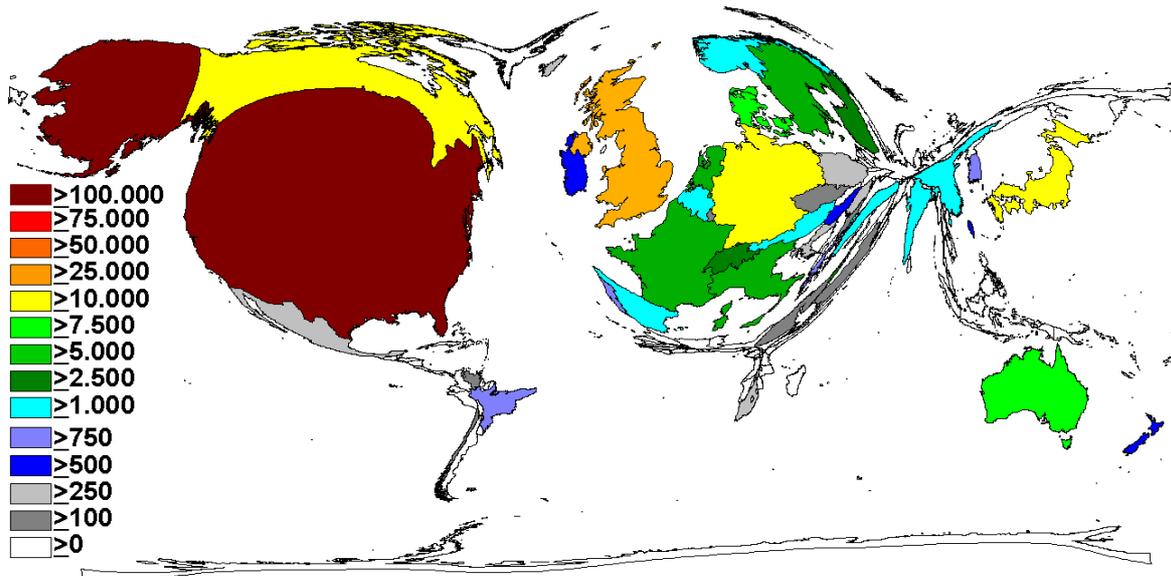


Abbildung 30 Summe der Zitationen der einzelnen Länder

3.5.9 Zitationsrate der Länder

Bei der Betrachtung der Zitationsrate, also der Zitationen dividiert durch die Artikelanzahl, ergibt sich ein anderes Bild als bisher (s. Abbildung 31). Die USA dominiert die Kartenanamorphote nicht. Um repräsentative Zitationsraten zu erhalten, werden im Folgenden nur die Länder mit mindestens 30 publizierten Artikeln zum Thema DR betrachtet. Die höchste Zitationsrate von 34,3 kann hier Kanada vorweisen. Mit einigem Abstand folgt die USA an zweiter Stelle mit einer Zitationsrate von 27,5. Die Länder mit den nächsthöchsten Zitationsraten sind die Schweiz (22,9), Norwegen (21,4), Niederlande (21,4) und Schweden (21,1), welche allesamt nicht zu den meistpublizierenden Ländern gehören. Die Zitationsraten der meistpublizierenden Länder betragen für Großbritannien 20,1, Japan 14,1, Deutschland 15,5, Italien 11,2 und Frankreich 13,1.

Ergebnisse

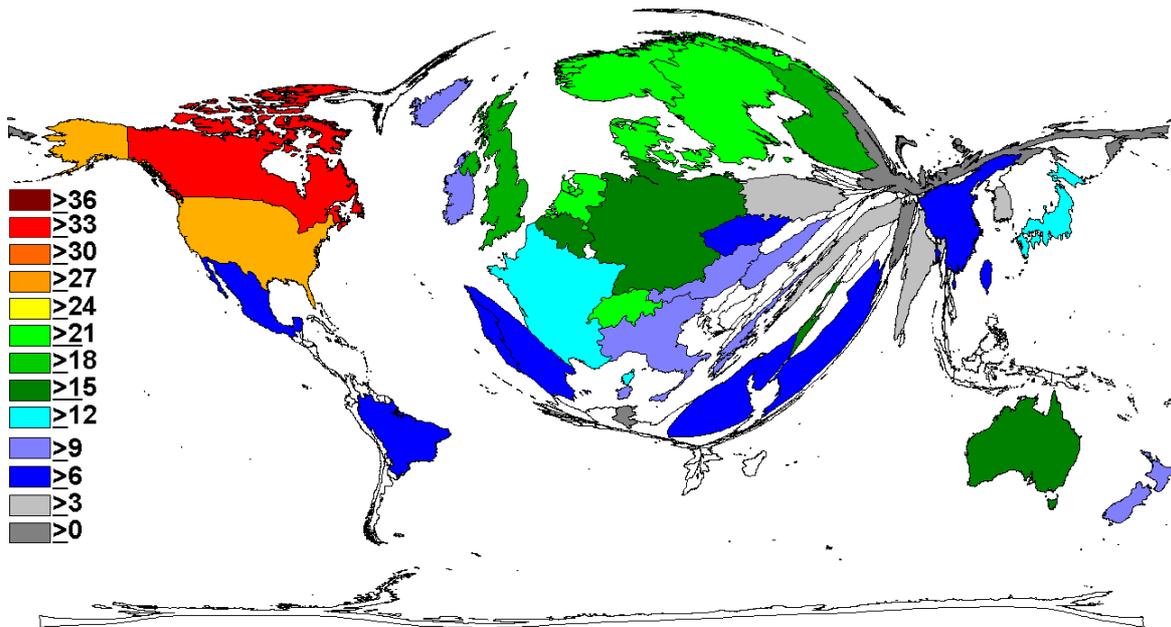


Abbildung 31 Zitationsrate der Länder (Schwelle: 30 Artikel)

3.5.10 Modifizierter H-Index der meistpublizierenden Länder

In der Darstellung des H-Index in Abbildung 32 präsentiert sich der Großteil der Weltkarte in grau. Die meisten Länder haben demnach einen H-Index zwischen fünf und zehn. Die USA ist die Nation mit dem höchsten H-Index von 139. Es ist also das Land, das bei der Betrachtung von Zitationen als auch Artikelanzahl die restlichen Länder übertrifft. Von den anderen meistpublizierenden Ländern hat England mit 73 den höchsten H-Index. Darauf folgen Deutschland und Japan mit einem H-Index von jeweils 57. Italien weist in der Gruppe der meistpublizierenden Länder den kleinsten H-Index von 39 auf.

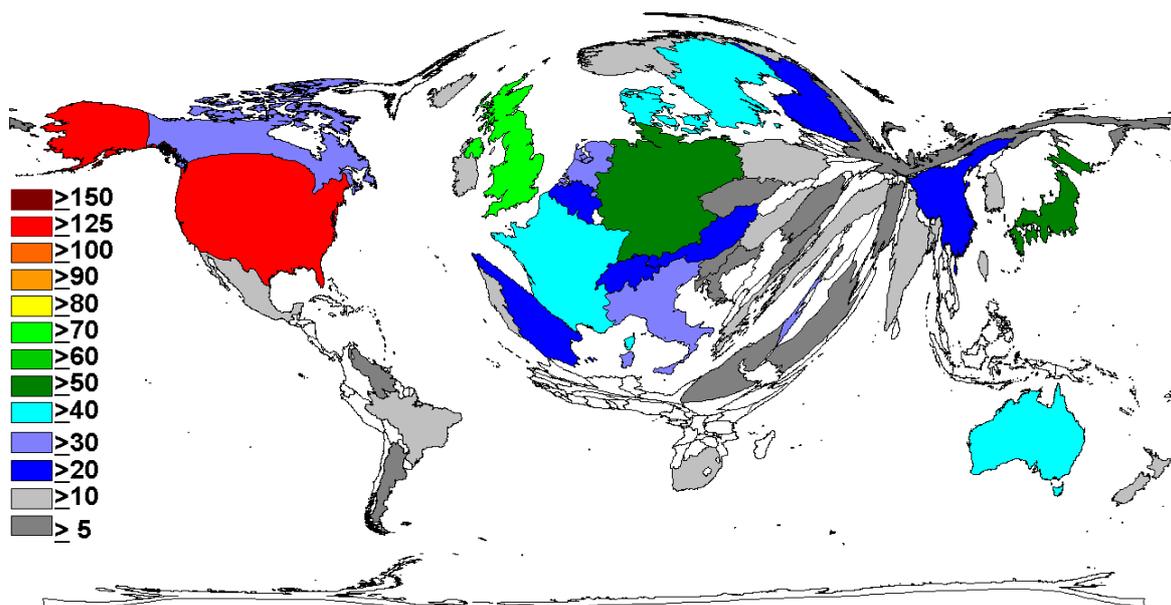


Abbildung 32 H-Index der Länder

3.6 Themenschwerpunkte - (Subject Areas)

3.6.1 Die häufigsten Themenbereiche

In Abbildung 33 sind die zehn häufigsten Themengebiete, denen Artikel zur DR zugeordnet sind, dargestellt. Die mit Abstand meisten Artikel (6.782) werden unter der Kategorie *Ophthalmology* veröffentlicht. An zweiter Stelle folgt *Endocrinology & Metabolism* mit 3587 Artikeln, dann *Medicine, General & Internal* mit 1444 Artikeln. Die restlichen häufigen Subject Areas sind der Abbildung zu entnehmen.

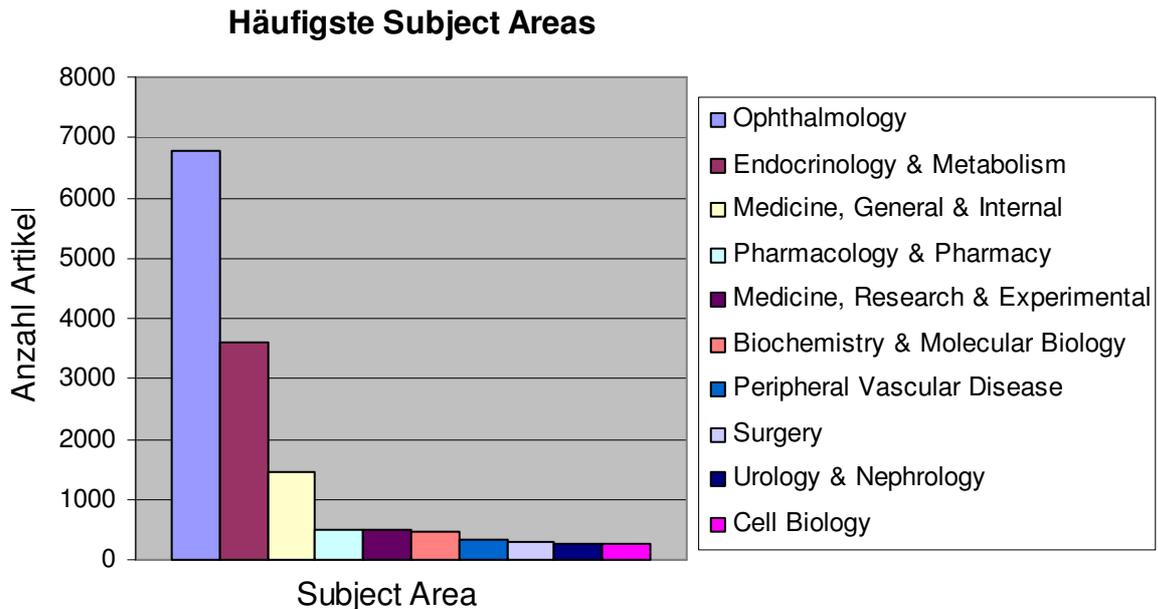


Abbildung 33 Häufigste Subject Areas

3.6.2 Kombination mehrerer Themengebiete

Die Inhalte der wissenschaftlichen internationalen Journals werden regelmäßig in Kategorien bzw. Themengebiete unterteilt. Artikel müssen in der Regel bei ihrer Veröffentlichung einem oder mehreren dieser Kategorien zugeordnet werden können. Von den 15.624 erhobenen Publikationen zu DR können 13.477 Artikel nur einem Themengebiet zugeordnet werden. 1556 Artikel fallen unter zwei Kategorien. 455 Publikationen werden drei Themengebiete zugeordnet. Auch vier und mehr *Subject Areas* werden bei einem kleinen Anteil der Gesamtartikel identifiziert (s. Abbildung 34). Lediglich ein Artikel kann keinem der unter *ISI Web of Science* definierten Kategorien zugeordnet werden.

Ergebnisse

Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete

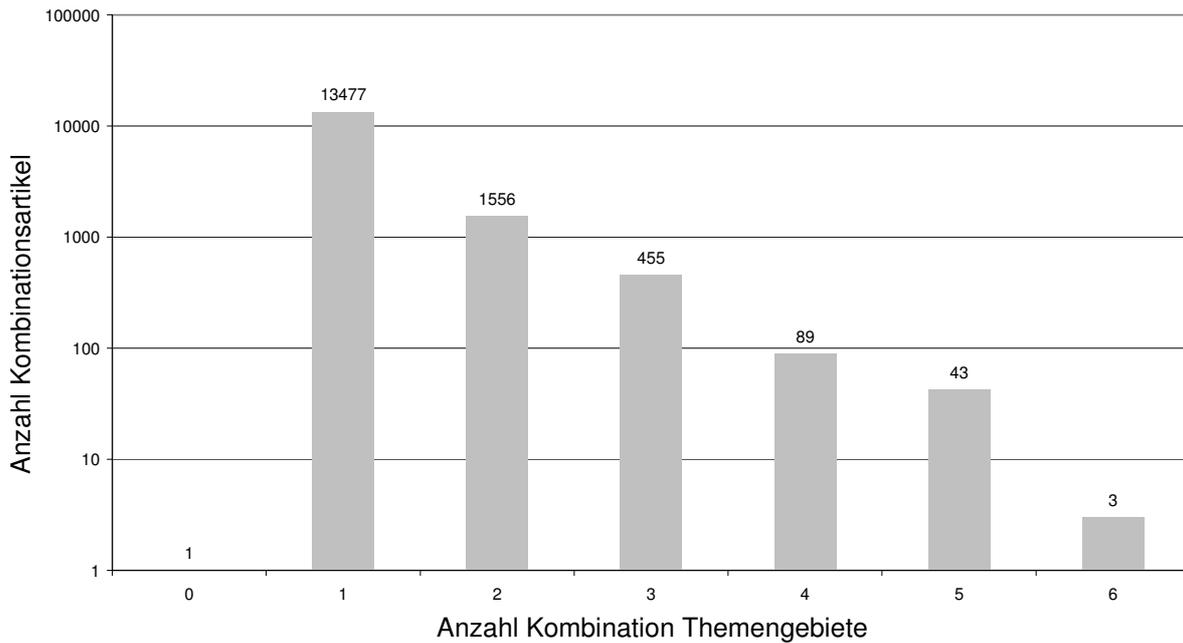


Abbildung 34 Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete

3.6.3 Aufschlüsselung der einzelnen Subject Areas

Das folgende Diagramm veranschaulicht die häufigsten Kategorien und die Kombination zugeordneter Artikel. Dem Fachgebiet der DR entsprechend, erhält die Kategorie *Ophthalmology* mit 6782 Artikeln den größten Anteil. Von diesen Artikeln werden 187 gleichzeitig auch dem Themengebiet *Surgery* zugeordnet. Neben *Surgery* werden fünf weitere Fachgebiete mit *Ophthalmology* kombiniert. Diese sind *Neurosciences* (58), *Biochemistry- Molecular Biology* (52), *Pharmacology- Pharmacy* (43), *Optics* (106) und *Pediatrics* (31).

Der Kategorie *Endocrinology, Metabolism* können 3587 Artikel zugeordnet werden. Kombiniert werden davon 44 Publikationen mit *Nutrition, Dietetics*, 41 mit *Biochemistry, Molecular Biology* und 29 mit *Pediatrics*.

Auf das Fachgebiet *Medicine, General Internal* entfällt mit 1444 Artikeln der drittgrößte Anteil der Artikel. Allerdings ist die Kombinationshäufigkeit mit anderen Fachgebieten von 66 Artikeln zu lediglich einem weiteren Fachgebiet (*Medicine, Research, Experimental*) in Bezug auf diese Zahlen eher gering.

3.6.4 Kürzlich stark gewachsene Subject Areas

An den folgenden Diagrammen ist erkennbar, wie einige Themengebiete vornehmlich in den letzten Jahren stark zugenommen haben (s. Abbildung 36 und Abbildung 37). Bei Betrachtung der Subject Areas mit mindestens 20 Publikationen fallen acht Themengebiete auf, bei denen mindestens 60% der Gesamtartikel in den letzten vier Jahren publiziert wurden. Das stärkste prozentuale Wachstum erfährt die Kategorie *Imaging Science & Photographic Technology*. Von den 59 Artikeln, die in diese Kategorie fallen, werden 83,1% im Zeitraum 2004-2008 publiziert. Auch *Biochemical Research Methods* erfährt in diesen vier Jahren einen deutlichen Zuwachs von 80,0%. Aus der Kategorie *Computer Science, Theory & Methods* stammen 71,9% der Publikationen aus diesem Zeitraum. *Engineering, Electrical & Electronic* hat mit 54 Artikeln insgesamt einen Anteil von 68.5%. Folgende Subject Areas gehören mit einem Anteil von über 60% ebenfalls zu den kürzlich gewachsenen Forschungsgebieten: *Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging* (108 Artikel, 64.8%). *Computer Science, Information Systems* (29 Artikel, 62.1%), *Computer Science, Interdisciplinary Applications* (56 Artikel, 60.7%) und *Chemistry, Medicinal* (45 Artikeln und 60.0%).

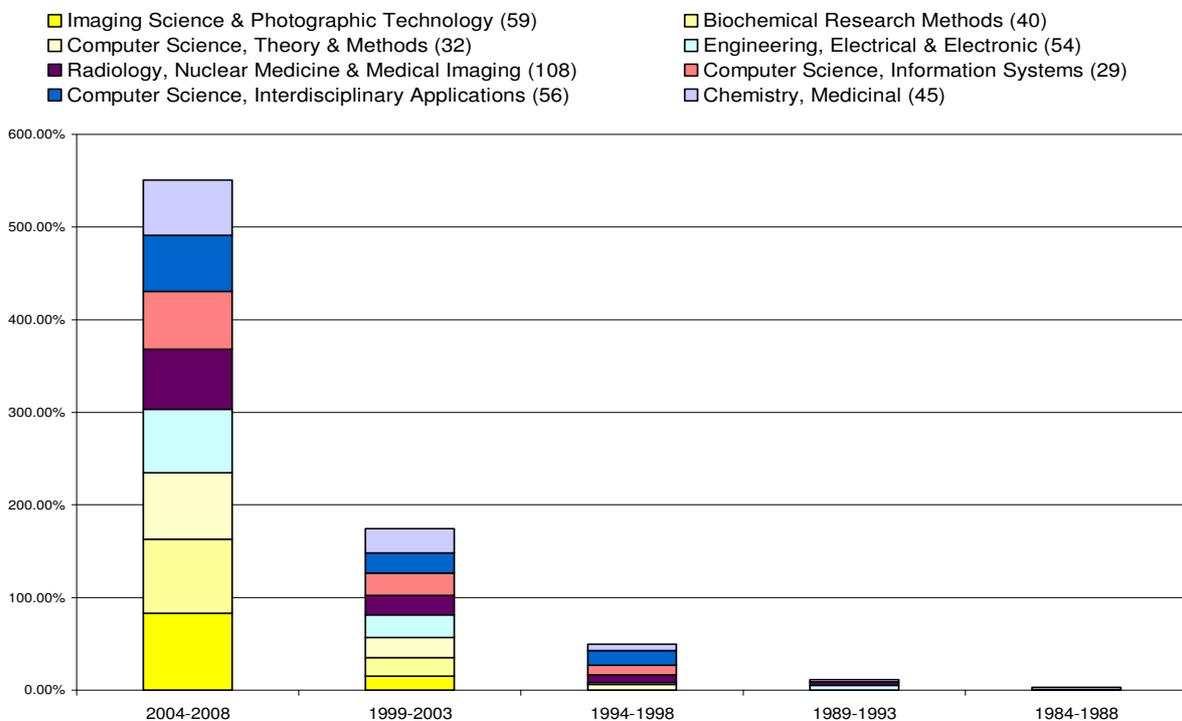


Abbildung 36 Auswahl von Subject Areas mit mindestens 20 Artikeln

Ergebnisse

Die Untersuchung von Themengebieten mit 100 bis 500 Artikeln ergibt folgende kürzlich gewachsene Subject Areas, wobei der jeweils angegebene Prozentsatz sich ebenfalls auf die Jahre 2004-2008 bezieht: *Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging* (insgesamt 108 Artikel) mit 64.8%, und *Health Care Sciences & Services* (106 Artikel) mit 56.6%. Die Kategorie *Biochemistry & Molecular Biology* enthält 467 Artikel, wovon 53.75% jüngst veröffentlicht wurden. Ähnlich verhält es sich bei folgenden Themengebieten: *Engineering, Biomedical* (139 Artikel, 53.2%), *Cell Biology* (275 Artikel, 52.4%), *Cell Biology* (275 Artikel, 47.8%), *Pharmacology & Pharmacy* (488 Artikel, 47.8%), *Genetics & Heredity* (103, 47.57%) und *Immunology* (108 Artikel, 47.6%).

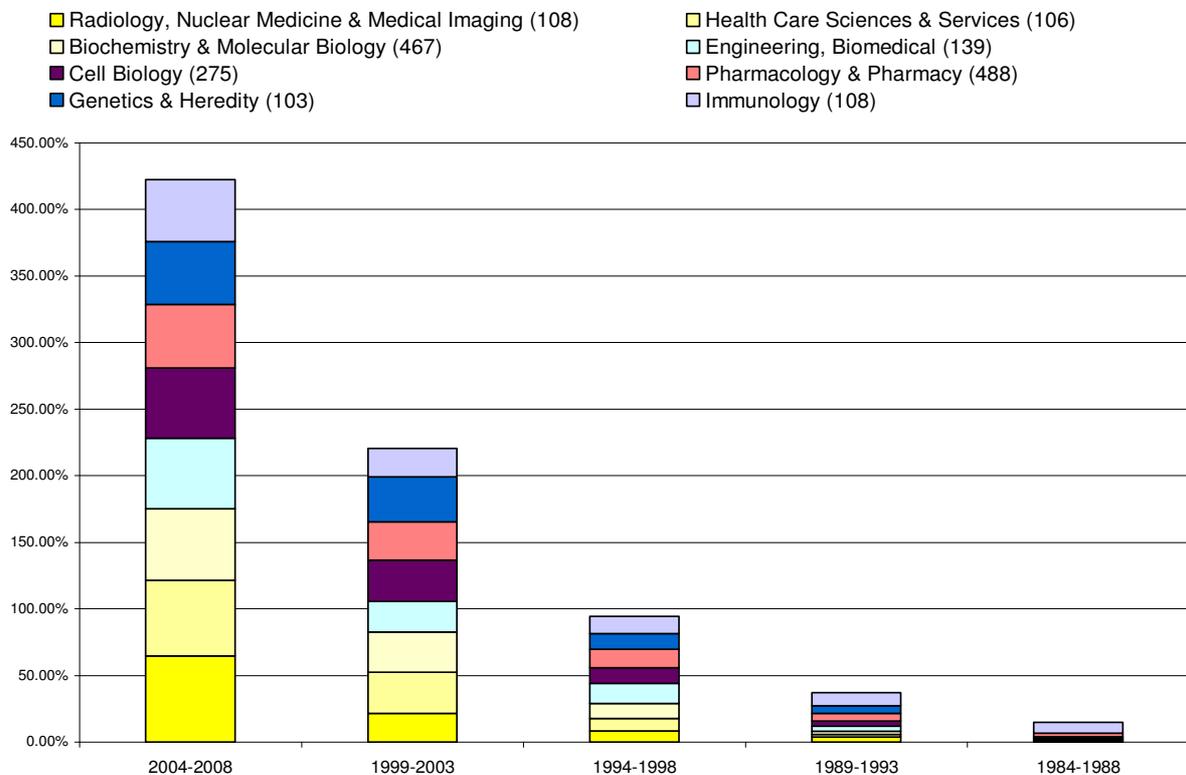


Abbildung 37 Auswahl von Subject Areas zwischen 100 und 500 Artikeln

Für die Themengebiete mit einer Artikelanzahl über 500 fällt auf, dass der größere Anteil der Artikel in den Jahren vor 2004 publiziert wurde. Von den 6782 Artikeln, welche dem Gebiet *Ophthalmology* zugeschrieben werden, wurden nur 35% im Zeitraum 2004-2008 veröffentlicht. Für *Endocrinology & Metabolism* und *Medicine, General & Internal* betragen die Anteile der in den letzten Jahren publizierten Artikel 28.6% und 17,7%.

4 Diskussion¹

4.1 Methodische Diskussion

4.1.1 Auswahl der Datenbank

Wie aus den im Methodikteil unter 2.1.1 erläuterten Gründen hervorgeht, wurde das WoS als Hauptquelle für die Datenerhebung ausgewählt. Das ISI wurde von *Eugene Garfield*, einem wesentlichen Begründer der Szientometrie entwickelt und stellt seither die wichtigsten Datenbanken für szientometrische Analysen bereit [104].

Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Artikel im WoS einer Vorauswahl unterworfen sind, da die Aufnahme nach bestimmten Kriterien erfolgt (s. auch 2.1.1 und [96]): Nur Artikel, die neue wissenschaftliche Ergebnisse enthalten und mithilfe zuverlässiger wissenschaftlicher Methoden erstellt wurden, können aufgenommen werden. Des Weiteren müssen Artikel durch einen Peer-Review Prozess begutachtet worden sein sowie eine englische Zusammenfassung, ein bibliographisch vollständiges Literaturverzeichnis und die vollständige Autorenadresse enthalten. Publizierende Zeitschriften müssen in zeitlich definierten Abständen aufgelegt werden und dürfen eine festgelegte Grenze des Impact-Faktors nicht unterschreiten. Im WoS werden ca. 9.000 Zeitschriften erfasst. Bücher oder Konferenzbänder sind nicht enthalten [117].

Aufgrund dieser Ein- und Ausschlusskriterien für die Literatur im WoS muss die Recherche als limitiert betrachtet werden. Dem Nutzer werden nur Veröffentlichungen zu einem Thema zugänglich gemacht, die der genannten Vorauswahl entsprechen. Andere Datenbanken, wie das sehr junge Scopus oder Google-Scholar decken im Vergleich zu ISI WoS sowohl eine höhere Anzahl an Zeitschriften als auch einen größeren Umfang an wissenschaftlichen Quellen (z.B. Bücher) ab [118]. Auch der sog. Matthäus-Effekt sollte an dieser Stelle aufgeführt werden. Der Begriff geht auf das Matthäusevangelium zurück, wo geschrieben steht: „Denn wer da hat, dem wird gegeben werden, und er wird die Fülle haben: wer aber nicht hat, dem wird auch, was er hat, genommen werden“ [119]. Der Effekt dieser positiven Rückkopplung hat einen erheblichen Einfluss auf die Auswahl der Zeitschriften in die Datenbank. Autoren und Zeitschriften mit einer bereits vorhandenen Reputation werden demnach eher zitiert und werden dadurch noch

¹ Siehe auch Diskussionen szientometrischer Analysen in Publikationen des *Instituts für Arbeitsmedizin/Berlin* [95-97].

Diskussion

bekannter [120]. Kleinere, unbekannte oder neu erschienene Zeitschriften oder Autoren werden seltener zitiert. Die Zitationshäufigkeit wiederum ist ein ausschlaggebendes Qualitätskriterium für Journals, um in das WoS aufgenommen zu werden.

Eine Schwäche der Datenbank ist die späte Listung von Abstracts. Diese werden erst seit 1991 forciert in die Datenbank aufgenommen [121]. Dadurch erhöht sich die Trefferzahl bei der Suche, da seitdem ein größerer Pool an Datenmengen zur Verfügung steht. Dieser systemische Fehler wirkt sich in mehreren Diagrammen der vorliegenden Arbeit aus und wurde bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt.

Im Vergleich mit anderen Datenbanken fällt auf, dass die im WoS vorhandenen Titel vermehrt aus Nord-Amerika oder West-Europa stammen bzw. vor allem in englischer Sprache verfasst sind. Hier stellt sich die Frage nach einer sprachlichen bzw. geographischen Selektionsbias. Europäische bzw. nicht-englischsprachige Zeitschriften hätten somit einen erschwerten Zugang in die Datenbank [122].

Viele der genannten Limitierungen stellen jedoch einen Vorteil dar. Bei der Suche nach einem spezifischen Thema können durch die vom WoS getätigte Vorauswahl die wesentlichen Aspekte eines Gebiets erfasst werden, ohne dass unübersichtliche Datenmengen die Suche nach wissenschaftlich relevanten Publikationen erschweren. Es soll außerdem verhindert werden, dass wissenschaftlich nicht ausreichend geprüfte Informationen weiterverarbeitet werden [117]. Zudem reicht keine andere der genannten Datenbanken zeitlich so weit zurück wie das WoS, welches Artikel seit 1900 aufführt [118]. Durch den erleichterten Eingang englischer Publikationen wird gewährleistet, dass vor allem solche Artikel berücksichtigt werden, die von Bedeutung für die internationale Forschungsgemeinschaft sind und dem Anliegen einer international verwendeten Datenbank Genüge getan wird [117].

Durch das weite Zurückreichen der Artikel im WoS bis zu 1900 ist in dieser Arbeit ermöglicht worden den zeitlichen Verlauf der Artikel und Zitationen über einen langen Zeitraum darzustellen.

Die Benutzung des WoS berücksichtigt also den Anspruch nach qualitativ hochwertiger Literatur, ohne dass quantitative Parameter vernachlässigt werden, auch wenn nicht die gesamte Fülle an Datenmengen zur Verfügung steht. Die Wahl einer einzigen Datenbank für die vorliegende szientometrische Analyse und die Vernachlässigung von Publikationen anderer Datenbanken verleiht dieser Arbeit

einen eher repräsentativen Charakter, indem sie Tendenzen beschreibt und nicht die genaue Wiedergabe absoluter Zahlen ermöglicht.

4.1.2 Diskussion szientometrischer Parameter

4.1.2.1 Zitationsanalyse

Die Zitationsrate von wissenschaftlichen Arbeiten, welche über die Funktion des *Citation Report* des *WoS* ermittelt werden kann (s. 2.2.1), gibt eine Einschätzung ihres Einflusses in der Wissenschaftswelt. Je häufiger eine Arbeit zitiert wird, desto größer ist ihr veranschlagter qualitativer Wert [110]. In dieser Arbeit werden umfangreiche Zitationsanalysen von Autoren und Ländern sowie von bestimmten Publikationsjahren unternommen und dienen ebenfalls dem Zweck, qualitative Aussagen zu den untersuchten Gruppen zu treffen.

Die Aussagekraft solcher Analysen ist umstritten und soll im Folgenden kritisch betrachtet werden (s. auch [96]):

Die Voraussetzung für die Ermittlung einer genauen Zitationsrate ist die fehlerfreie Zitierung in wissenschaftlichen Arbeiten. In einer im *Lancet* erschienenen Publikation ist jedoch aufgeführt, dass selbst bei den führenden medizinischen Fachjournals häufig Zitierfehler auftreten. Daher müsste bei der Beurteilung der Zitationsrate auch die Verfälschung von Zitationsergebnissen durch inkorrekte Quellenangaben bei Publikationen in Betracht gezogen werden [123]. Eine Methodik zur Behebung dieser Störgröße ist allerdings nicht bekannt, sodass sie weiterhin bestehen bleibt.

Des Weiteren muss der Effekt von Selbstzitationen berücksichtigt werden. Wie unter 3.2.7 ersichtlich wird, haben einige der hier aufgeführten vielpublizierenden Autoren eine beachtliche Selbstzitationsrate, sogar von bis zu ca. 12%. Selbstzitationen können von Autoren eingesetzt werden, um die eigene wissenschaftliche Arbeit aufzuwerten. Auch Gefälligkeitszitationen für andere befreundete oder bekannte Autoren kommen vor und stellen die Aussagekraft der Zitationsrate (als auch den H-Index, s. unten) in Frage [118, 124].

Ein weiterer Faktor, der zur Abschwächung der Aussagekraft von Zitationsanalysen führt, ist die Verzerrung durch die Publikationsrate von Autoren. Autoren mit hohen Publikationsraten werden öfter zitiert und erhalten somit noch höhere Zitationsraten (s. Matthäus-Effek, 4.1.1). Dies bedeutet aber nicht unbedingt, dass ihre wissenschaftliche Leistung oder die Bedeutung ihrer Arbeiten einen höheren wissenschaftlichen Wert aufweisen. Manche Autoren veröffentlichen zudem das

gleiche wissenschaftliche Ergebnis unter verschiedenen Titeln oder in verschiedenen Sprachen, und steigern somit ihr Publikationsrate und damit auch ihre Zitationsrate. Nach Berücksichtigung von möglichen Fehlerquellen bleibt die Zitationsanalyse ein unverzichtbares und weitverbreitetes Instrument zur Messung des Einflusses von Publikationen, Autoren, Zeitschriften und Ländern in der Wissenschaftswelt. Bei immer weiter zunehmenden Publikationszahlen bis hin zur Unübersichtlichkeit, soll sie Orientierung geben und die Suche nach wissenschaftlich relevanten Fachbeiträgen erleichtern.

4.1.3 Verzerrung durch uneinheitliche Schreibweisen

Eine weitere Verzerrung der Zitationsanalyse kommt durch die uneinheitliche Schreibweise bei Eigennamen der Autoren oder Ländernamen zustande. Viele dieser Fehler liegen allerdings vielmehr beim Dokument selbst als an der falschen Aufnahme durch das ISI und könnten somit auch in jeder anderen Datenbank auftreten [118]. Es finden sich Ländernamen in unterschiedlichen Sprachen, Abkürzungen oder veralteten Bezeichnungen. Bei Artikeln, die in Deutschland erschienen sind, kann beispielsweise sowohl Deutschland, Germany, GDR (German Democratic Republik) oder DDR eingetragen sein (s. 2.9). Dies wurde in dieser Arbeit bei der Suche in der Datenbank berücksichtigt, indem die Ländernamen vereinheitlicht wurden und damit die Voraussetzung für korrekte länderspezifische Analysen erfüllt werden konnte. Dennoch stellt dieser Sachverhalt eine mögliche Fehlerquelle bei den Länderanalysen dar.

Sowohl bei der Analyse von Zitationen als auch bei den anderen aufgelisteten szientometrischen Parametern können statistische Artefakte entstehen. Beispielsweise sind Tipp- und Transkriptionsfehler zu nennen. Diese können insbesondere dann vermehrt entstehen, wenn beispielsweise Autorennamen in heterogenen Alphabeten erfasst werden [118].

Die Analyse der Autoren, wie unter 2.6 beschrieben, soll alle Autoren mit Artikeln zur DR erfassen. Bei der Untersuchung der autorenbezogenen Daten stellt allerdings die Erhebung der Grunddaten ein Problem dar. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Autoren mit dem gleichen Namen zusammengefasst werden, obwohl es sich nicht um die gleiche Person handelt. Des Weiteren ist es problematisch, dass einige Autoren unter verschiedenen Namen aufgeführt werden. Es ist auch möglich, dass durch Namensänderung bei Heirat die Artikel desselben Autors mehreren Autoren

zugeordnet werden. Dieser methodische Fehler kann nur korrigiert werden, indem eine Datenrecherche aller Autoren erfolgt. Dies wurde in dieser Arbeit bei vielzitierten Autoren mit ähnlichem Namen durchgeführt, konnte jedoch aufgrund der Vielzahl nicht für alle Autoren vorgenommen werden und bleibt somit ein ungelöstes Problem.

4.1.3.1 Impact-Faktor

Der Impact-Faktor ist das meist verbreitete Bewertungskriterium für die Qualität eines Journals. Er soll Bibliotheken, Wissenschaftlern und Datenbanken die Unterscheidung hochwertiger Journals von anderen Zeitschriften erleichtern. Seine Definition und Berechnung ist unter 2.2.2 aufgeführt. Jedoch ist auch bei der Interpretation des Impact-Faktors Vorsicht geboten. Im Folgenden soll eine Auswahl von Faktoren erläutert werden, die zu einer Verzerrung des Impact-Faktors führen können.

Zunächst wird der Impact-Faktor durch die Vorauswahl der SCI-Datenbank limitiert (s. 4.1.1). Der SCI deckt nur ein Viertel aller Zeitschriften ab, die sich im Peer-Review Prozess befinden. Vor allem englischsprachige Journals werden bevorzugt, so dass nicht-englische Zeitschriften durch die ungenügende Repräsentation im SCI einen niedrigeren Impact-Faktor erhalten [125].

Die Überlappung von Themengebieten wirkt sich ebenfalls auf den Impact-Faktor aus. Es ist drei- bis fünfmal wahrscheinlicher, dass Forschungsergebnisse der Grundlagenmedizin zitiert werden, als die der klinischen Medizin, da diese eher von verwandten naturwissenschaftlichen Gebieten zitiert werden [126].

Ein weiterer Faktor, der keine Aussagen über die Qualität eines Journals macht und sich dennoch auf den Impact-Faktor auswirkt, ist der Zugang der Artikel. Artikel, die kostenlos online zugänglich sind, werden häufiger zitiert also solche, die es nicht sind oder bei denen nur der Abstract gelesen werden kann.

Da Übersichtsarbeiten häufiger zitiert werden als originale Forschungspublikationen, wirkt es sich positiv auf den Impact-Faktor aus, wenn ein Journal viele Review-Artikel aufweisen kann [127].

Ein Störfaktor für die Heranziehung des Impact-Faktors zur qualitativen Bewertung einer Zeitschrift ist sein Bezug auf eine Zeitschrift als Gesamtheit, obwohl die Zitationen nur einzelne Artikel betreffen und nicht gleichmäßig auf alle Artikel der Zeitschrift verteilt sind. Wie mehrere Studien belegen, wird nur ein kleiner Prozentsatz der Artikel eines Journals häufig zitiert. Diese machen aber den Großteil

der Zitationen aus, die in die Berechnung des Impact-Faktors mit eingehen [127-129].

Wie unter 4.1.2.1 diskutiert, spielt auch die aktive Manipulation der Zitate durch Selbstzitationen und Gefälligkeitszitationen eine nicht zu unterschätzende Rolle und wirkt sich auf die Berechnung des Impact-Faktors aus. Auch Zitationsabkommen zwischen Zeitschriften sind denkbar. Sie könnten entstehen, um eine gegenseitige Erhöhung ihrer Impact-Faktoren herbeizuführen.

Der Impact-Faktor bleibt jedoch ein Standardparameter zur Bewertung von verschiedenen Zeitschriften einer Fachdisziplin untereinander und ist heute beim Vergleich von Journals miteinander nicht mehr wegzudenken. Er sollte jedoch aus den oben genannten Gründen nicht als einziges Qualitätskriterium für die Beurteilung von Zeitschriften angesehen werden.

4.1.3.2 Halbwertszeit

Bei der Berechnung der Halbwertszeit der Literatur besteht die Schwierigkeit, dass der Zeitpunkt, ab dem eine Publikation nicht mehr nachgefragt ist, nicht genau bestimmbar ist. Vor allem neuere Artikel sind immer noch Gegenstand aktueller und zukünftiger Zitationen. *Burton* und *Kebler* selbst standen der Nutzung des Begriffs der Halbwertszeit eher kritisch gegenüber und weisen deutlich auf seine Limitierungen hin [130]. Weiterhin ist problematisch, dass mit der Halbwertszeit eine Wahrscheinlichkeitsaussage gemacht wird, welche die Publikationen als gleichartige Einheiten behandelt, obwohl diese sich nicht zwangsläufig ähnlich entwickeln. Ältere Literatur beispielsweise wird über längere Zeiträume benutzt und folgt nicht unbedingt der erwarteten exponentiellen Abnahme. Der Begriff der Halbwertszeit darf also nicht wie in der Physik als absolute Gesetzmäßigkeit gesehen werden [112].

4.1.3.3 Aussagekraft des H-Indexes

Wie beschrieben, gibt der H-Index Aufschluss über die Produktivität eines Autors im Verhältnis zu seinem wissenschaftlichen Einfluss (s. Kapitel 2.2.4.). Die Aussagekraft des H-Indexes ist allerdings umstritten. Die bereits genannten allgemeinen Kritikpunkte an der Zitationsanalyse betreffen auch diesen Parameter, da er in seiner Berechnung die Zitationszahl eines Autors enthält.

Selbst- und Gefälligkeitszitationen erhöhen zwar die absolute Anzahl an Zitationen eines Autors, wirken sich laut Hirsch jedoch nicht signifikant auf den H-Index aus

[113]. Eine stichprobenhafte Untersuchung von sieben zufällig gewählten Autoren mit unterschiedlichen H-Indices ergab jedoch, dass nach Ausschluss ihrer Selbstzitationen der H-Index bei 20 jährigem Publikationszeitraum um ca. vier Punkte sank [131]. In der vorliegenden Arbeit wurden daher Selbstzitationsraten der meistzitierten Autoren berechnet und bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt.

Durch die Vorauswahl des ISI WoS werden, wie unter 4.1.1 diskutiert, keine Buchpublikationen oder bestimmte andere Arbeiten erfasst. Somit wird Autoren, die sowohl Zeitschriftenartikel als auch Bücher publizieren, in dieser Arbeit ein geringerer H-Index zugeschrieben, als dies tatsächlich der Fall ist. Die Auswahlkriterien des WoS wirken sich also auch auf den H-Index und den Vergleich von Autoren miteinander aus. Jedoch schlägt der Urheber des H-Indexes selbst die Verwendung des ISI WoS zur Ermittlung des H-Indexes vor, da es noch am ehesten die nötigen Daten für seine Berechnung liefert [113].

Eine Untersuchung ergab, dass der H-Index gegenüber dem Impact-Faktor Vorteile aufweist, indem er im geringeren Ausmaß störanfällig und leichter zu verifizieren ist [132].

Beim Vergleich von Autoren anhand dieses Parameters muss jedoch berücksichtigt werden, dass Autoren sich in der Anzahl ihrer Veröffentlichungen oder in der Anzahl ihrer Zitationen sehr stark unterscheiden können, obwohl sie denselben H-Index haben. Zwei Autoren, die jeweils zehn Artikel publizieren haben beispielsweise beide einen H-Index von zehn, obwohl die Artikel des Einen möglicherweise zehnmal, während die des Anderen hundertmal zitiert wurden. Dieser Sachverhalt kann jedoch auch als Vorteil interpretiert werden, da im Gegensatz zum Impact-Faktor eine einzige vielzitierte Publikation keinen großen Einfluss auf den Index hat.

Beim H-Index bleibt die Zahl der Koautoren unberücksichtigt bzw. er unterscheidet in der Berechnung nicht zwischen Erst- und Letztautorenschaft [113]. Dies schränkt die Aussagekraft des H-Indexes ein, da es in vielen Instituten üblich ist, diejenigen Autoren mit dem größten Beitrag zur Publikation zuerst zu nennen. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit zusätzlich zum H-Index Analysen über die Erst- bzw. Letztautorenschaft der meistzitierten Autoren durchgeführt.

Der H-Index korreliert mit dem wissenschaftlichen Alter, d.h. der Zeit seit der ersten Publikation eines Autors. Jüngere Autoren haben somit nur sehr geringe Chancen einen hohen H-Index zu erreichen [131]. Daher wurden in dieser Arbeit Recherchen

über die meistzitierten Autoren ausgeführt, welche die akademische Laufbahn und das wissenschaftliche Alter bei der Interpretation berücksichtigen.

Da die Messung der Forscherqualität von Individuen anhand des H-Indexes aufgrund der genannten Schwächen als einziger Indikator inadäquat ist, wird von Hirsch und weiteren Autoren gefordert, die wissenschaftliche Leistung nicht isoliert am H-Index zu messen, sondern ihn immer im Zusammenhang mit anderen szientometrischen Messgrößen zu sehen [133].

Aus diesem Grund wurde bei der vorliegenden szientometrischen Analyse ein breites Spektrum an relevanten Faktoren für die Zitationsanalyse bestimmt. Nur durch die Betrachtung mehrerer Parameter können repräsentativen Aussagen über die Forschungsqualität und –quantität gemacht werden.

4.1.4 Festlegung des Suchzeitraums und des Suchmodus

Da das Jahr 2009 bei der Erhebung der Daten noch nicht abgeschlossen war, wurde als Zeitraum für die Suche 1900-2008 gewählt. Diese große Zeitspanne soll die gesamtwissenschaftliche Entwicklung der Erforschung der DR widerspiegeln und Aufschluss über die Anzahl der Veröffentlichungen der einzelnen Jahre geben. Da die Anzahl der Publikationen allerdings erst in den fünfziger Jahren ein für die einzelnen Untersuchungen relevantes Ausmaß ($n > 30$) annimmt und aussagefähig wird [134] eignen sich für die meisten Analysen spätere Veröffentlichungszeiträume. Gesucht wurde sowohl mit dem Suchbegriff *diabet* retinopath** als auch mit *diabet* macul**, um auch diejenigen Publikationen mit einzuschließen, welche sich mit der schwerwiegenden Komplikation der DR befassen.

4.2 Inhaltliche Diskussion

4.2.1 Zeitliche Entwicklung der Publikationszahlen

Die Analyse der Publikationszahlen ergab ein exponentielles Wachstum der Artikelanzahl zum Thema DR. Im Zeitraum 2000-2008 ist außerdem eine Zunahme der Beteiligung, der auf diesem Gebiet forschenden Länder um 65% zu verzeichnen. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der enormen Erweiterung des Kenntnisstandes über die Ursachen, Diagnostik und Therapie der Erkrankung wider. Während vor 30 Jahren die Hälfte der Patienten mit ausgeprägter DR innerhalb von fünf Jahren erblindete, sichere Behandlungsmethoden nicht etabliert und die Kenntnis über Risikofaktoren unklar waren [135], so kann man heute auf zahlreiche

Diskussion

Studien zurückblicken, welche nachweislich die Grundlage für gezielte Pharmakotherapie, effektive chirurgische Eingriffe sowie Vorsorgeuntersuchungen und Präventivmaßnahmen zur Verhinderung von DR gelegt haben. Die stetige Zunahme der Publikationszahlen spiegelt zudem die Aktualität der Erkrankung wider. Die DR stellt als Folge der massiv steigenden Diabetesinzidenzen in der heutigen Welt sowohl in Industrienationen als auch in Entwicklungsländern ein immer noch schwerwiegendes Problem dar, das häufig zu Blindheit führt [6, 136, 137]. Effektive Früherkennung und eine adäquate Therapie weisen noch immer viele Verbesserungsmöglichkeiten und somit Forschungsbedarf auf. Das Verständnis der Erkrankung in ihrem genauen Pathomechanismus bleibt weiterhin lückenhaft [16, 138]. Diese Faktoren unterstreichen die aktuelle und mit noch vielen Forschungsfragestellungen behaftete Thematik der DR und lassen weiterhin zahlreiche Forschungsbemühungen erwarten.

Die Publikationszahlen folgen dem Gesetz der exponentiellen Zunahme des Wissens. Hierbei soll die Menge an publizierter Information seit ca. 400 Jahren jährlich um durchschnittlich 3,5% zunehmen. Diese Gesetzmäßigkeit gilt für die Wissenschaft im Allgemeinen und unterscheidet sich für die verschiedenen Disziplinen [94]. In dieser Arbeit beträgt der durchschnittliche Zuwachs an publizierten Artikeln nach 1990 jährlich 15,25%. Für die Jahre zuvor beträgt er im Mittel 17,14%. Der Vergleich mit anderen medizinischen Forschungsbereichen zeigt, dass beispielsweise das Gebiet der altersabhängigen Makuladegeneration von 1954 bis 2004 ein ähnliches Wachstum von 18,9% pro Jahr erfuhr [139].

Die Publikationsmaxima einzelner Jahre können auf ein wissenschaftliches oder anderweitiges Ereignis in den vorangegangenen Jahren hindeuten. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Abschluss von Peer-Review Prozessen in der Regel noch ein bis zwei Jahre nach dem Gewinn wissenschaftlicher Erkenntnisse andauert [110]. Im Folgenden soll nun die zeitliche Entwicklung der Publikationszahlen unter dem Gesichtspunkt zeitnaher wissenschaftlicher Ereignisse, welche die Grundlage für das Verständnis der Erkrankung gelegt haben, betrachtet werden. Vor 1951 existierten nur vereinzelte Publikationen (s. 3.1.1). Die Forschung zu DR erfuhr vornehmlich seit 1959 eine stetige und starke Zunahme. Dies könnte im Zusammenhang mit dem Erkenntnisgewinn während der 50-iger Jahre stehen, als deutlich wurde, dass die DR die Hauptursache für Blindheit und Sehbehinderung in

Diskussion

den USA war [140]. Die Notwendigkeit für bessere therapeutische Maßnahmen könnten das Forschungsaufkommen in dieser Zeit angetrieben haben.

Seit den 70iger Jahren ist ein starker und stabiler Publikationsanstieg zu verzeichnen. Dies deckt sich mit der Veröffentlichung von zwei klinisch bahnbrechenden Studien: Obwohl die Anwendung der Photokoagulation, die im Jahr 1959 eingeführt wurde [140], weitverbreitet war, wurde die erste größere klinische Studie, die den Effekt von Photokoagulation auf Visusverlust bei proliferativer DR untersuchte, erst zwischen 1971 und 1975 durchgeführt. Bei der sogenannten *Diabetic Retinopathy Study (DRS)* wurden 1700 Patienten untersucht und zahlreiche Ergebnisse zwischen 1976-1990 veröffentlicht [59, 60, 62, 141]. Die *Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study (DRVS)*, welche anhand von zwei randomisierten klinischen Studien die Pars-Plana Vitrektomie mit konventioneller Behandlung verglich, wurde zwischen 1979-1990 durchgeführt und in diesem Zeitraum publiziert [64, 142-145].

Der sehr steile Anstieg der Publikationszahl Anfang der 1990er Jahre steht vermutlich einerseits mit der Tatsache in Verbindung, dass seit dem Jahr 1991 im *ISI Web of Knowledge* die *Abstracts* ebenfalls gelistet sind, so dass eine größere Datenmenge zur Verfügung steht, mit der die verwendeten Suchbegriffe identifiziert werden können [121]. Andererseits schritt die Etablierung des Internets in dieser Zeit stark voran, was sich ebenfalls in erhöhten Publikationszahlen niedergeschlagen haben könnte. Auch nach 1990 ist weiterhin ein starker Publikationsanstieg zu verzeichnen. Dies lässt sich womöglich mit drei großen Studien, die in den 90-iger Jahren publiziert wurden in Zusammenhang bringen. Sie zeichnen sich durch einen hohen Evidenzgrad aus und waren für das Verständnis der Behandlung und Prävention von Diabeteskomplikationen für die Wissenschaftswelt und Klinik von großer Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist die *Early treatment diabetic retinopathy study* zu nennen, welche mit einem Patientengut von 3700 Patienten die Wirksamkeit von Argon-Laserkoagulation und ASS auf die Progression von NPDR oder früher PDR untersuchte [62]. Sie fand im Zeitraum 1979-1991 statt. Ihre Ergebnisse wurden vor allem 1991 publiziert. Die *Diabetes Control and Complications Trial (DCCT)* wurde im Zeitraum 1983-1993 mit über 1400 Typ-1-Diabetikern durchgeführt. 1993 wurde der Hauptteil ihrer Ergebnisse publiziert [25]. Die dritte Studie war die *United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS)* mit 5000 an Typ-2 Diabetes erkrankten Patienten. Ihre wichtigsten Ergebnisse wurden

1998 veröffentlicht [10, 28, 84, 146, 147]. Auch die Isolierung von VEGF Ende der 80-iger Jahre [116] könnte einen Einfluss auf den starken Publikationsanstieg haben, da vor allem Anfang der 90-iger Jahre zahlreiche Publikationen zu VEGF in Zusammenhang mit DR erschienen sind.

4.2.2 Zitationsraten

Auffällig ist, dass in dieser Arbeit drei eindeutige Maxima der Zitationsraten zu erkennen sind. Dies betrifft die Jahre 1984, 1993 und 1998. Die hohen Zitationsraten in den Jahren 1993 und 1998 könnten sich mit den Publikationen der DCCT und UKPDS in Verbindung bringen lassen. Die hohe Zitationsrate von 1984 hingegen lässt sich auf die vielzitierte *Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy* zurückführen. Hierbei handelt es sich um eine Untersuchung von Diabetikern in 11 Landkreisen in Südwest-Wisconsin (USA) [5, 13, 48, 148]. Diese Studie bildet die Grundlage für zahlreiche Publikationen zur Inzidenz und Prävalenz der DR.

In den letzten zehn Jahren ist ein deutlicher Rückgang der Zitationsrate zu verzeichnen (s. 3.1.7). Dieser ist durch die Tatsache zu erklären, dass diejenigen Artikel, die 1999 bis 2008 publiziert wurden, immer noch Gegenstand von Zitationen sind und der Prozess der Zitierungen noch nicht zum Abschluss gekommen ist. Dies gilt natürlich auch für die Publikationen in den vorausgehenden Jahren, jedoch in geringerem Maße.

4.2.3 Publikationssprachen

Bei der Publikation von wissenschaftlichen Artikeln ist ein immer stärker werdender Trend hin zu Englisch als Sprache der Wissenschaft zu beobachten [149]. Während zu Beginn des 19. Jahrhunderts neben dem Englischen auch noch andere gleichstarke Wissenschaftssprachen, wie Deutsch und Französisch existierten, rückt seit Mitte des letzten Jahrhunderts Englisch als nahezu alleinige Sprache sowohl bei Publikationen als auch in der weltweiten Kommunikation der Wissenschaftler immer mehr in den Vordergrund. Dieser Trend schließt nicht-anglophone Länder mit ein und zwingt auch nicht-anglophone Wissenschaftler zum Erlernen und sicheren Anwenden des Englischen, um die Voraussetzung für internationale wissenschaftliche Anerkennung zu erlangen [149]. So sind heute 90% aller Zeitschriften, die in die Medline-Datenbank aufgenommen werden, in englischer Sprache verfasst während nur ca. 2% deutsche Artikel gelistet sind. Wie im deutschen Ärzteblatt von *Baethge*

erläutert, folgt die internationale Medizinpublizistik zwei Trends: Zum einen habe sich ein Kern von anglophonen Journals gebildet, welcher die Debatte über die weltweit wichtigsten Forschungsfragestellungen enthält. Zum anderen werde dieser Kern von einem Rand zahlreicher landessprachlicher Zeitschriften umgeben [150].

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen und unterstreichen diesen Sachverhalt. 93,5% der Artikel zum Thema der DR, welche im WoS gelistet sind, sind auf Englisch verfasst (s. 3.1.3.). Deutsch hat einen Anteil von 3%. Die restlichen 3,5% der Publikationen enthalten die übrigen Sprachen.

Vergleicht man diese Werte mit der Publikationshäufigkeit der Länder, so sieht man, dass die anglophonen Länder in ihrer Gesamtheit zwar wesentlich mehr Artikel produzieren (vor allem die USA mit einem Anteil von 30% aller Artikel), jedoch entspricht ihr Anteil bei weitem nicht dem der häufigsten Publikationssprache. Dies bedeutet, dass auch viele der nicht-anglophonen Länder ihre Artikel häufiger auf Englisch als in ihrer eigenen Sprache publizieren.

Als vorteilhaft zu sehen ist, dass eine gemeinsame Verständigungsebene geschaffen wurde, die den internationalen Austausch wissenschaftlicher Forschungsergebnisse erleichtert. Allerdings entsteht für nicht-anglophone Autoren ein erheblicher Nachteil, da unter anderem der *Science Citation Index* und damit der Impact-Faktor zugunsten der englischsprachigen Arbeiten verschoben werden. Englische Publikationen werden häufiger zitiert, da sie eine größere Menge von Lesern erreichen [151]. Dies führt dazu, dass nicht-englische Publikationen international nur eingeschränkt wahrgenommen werden. Sie werden in den gängigen Datenbanken unterrepräsentiert und können ihren wissenschaftlichen Einfluss nur sehr bedingt ausüben. Der Anreiz zur Publikation in der nicht-englischen Muttersprache bleibt also bei einer fast ausschließlich an Zitationsanalysen orientierter Evaluation an Universitäten aus. Es besteht somit ein gewisser Zwang zur Publikation auf Englisch. Dieser Sachverhalt stellt eine Herausforderung für Wissenschaftler nicht-englischsprachiger Herkunft dar, da in der Regel ein Defizit gegenüber Muttersprachlern sowohl im Verständnis von veröffentlichten Studien als auch im Verfassen ihrer eigenen Ergebnisse vorherrscht [150].

Eine Untersuchung, welche im *Lancet* erschienen ist, ergab außerdem, dass deutschsprachige Wissenschaftler dazu geneigt sind, randomisierte kontrollierte Studien in englischsprachigen Zeitschriften zu publizieren, wenn die Ergebnisse statistisch relevant sind, wohingegen sie in landeseigenen Journalen eher die nicht

signifikanten Resultate veröffentlichen. Ein sogenannter *Language bias* (Sprachverzerrung) stellt sich ein [152].

Durch eine Berücksichtigung vorwiegend englischer Quellen bei Übersichtsarbeiten entsteht daher leicht eine Verzerrung im Sinne positiver Studienergebnisse. Die Qualität der Publikationen in der landeseigenen Sprache nimmt gleichzeitig ab. So konnte eine Erhebung von Schmucker beobachten, dass beispielsweise in deutschsprachigen ophthalmologischen Zeitschriften diesem Trend folgend seit Ende der 90er-Jahre eine Abnahme an publizierten kontrollierten Studien zu verzeichnen ist [153]. Es stellt sich also die Frage, ob der Trend zum Englischen als nahezu alleinige *lingua franca* der Wissenschaft als positiv gewertet werden kann.

4.2.4 Autorenanalysen

Bei der Autorenanalyse wurden Autoren hinsichtlich ihrer Publikationen, ihres H-Indexes und ihrer Zitationsraten untersucht. Anhand dieser Parameter soll der Einfluss und das wissenschaftliche Ansehen der einzelnen Autoren innerhalb ihres Fachgebiets diskutiert und anhand der wichtigsten Studien oder meistzitierten Artikel mit dem Gebiet der DR in Verbindung gebracht werden. Es ist üblich, dass Wissenschaftler nach Evaluation anhand dieser Parameter Forschungsgelder zugeteilt bekommen sowie der Weg für ihre Tätigkeit an wissenschaftlichen Einrichtungen hierdurch gebahnt wird.

Die vorliegende Arbeit konnte *Ronald Klein* (350 Artikel), *Barbara Eden Kobrin Klein* (215 Artikel), *Eva M. Kohner* und *Scot E. Moss* als meistpublizierende Autoren identifizieren (3.2.2).

Bei *Ronald* und *Barbara Eden Kobrin Klein* handelt es sich um ein Ehepaar, das sich quantitativ durch hohe Publikationszahlen auszeichnet. Anhand ihrer beachtlichen Zitationsraten und H-Indices lässt sich erkennen, dass sie ein sehr hohes Renomee innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft genießen. *Ronald Klein* ist mit 350 Artikeln der meistpublizierende Autor. Er hat einen H-Index von 62 und eine Zitationsrate von 61. Seine Frau folgt an zweiter Stelle der meistpublizierenden Autoren mit 215 Arbeiten. Sie hat einen H-Index von 52 und eine Zitationsrate von 42. Bei der Betrachtung der Autorenkooperationen fällt auf, dass 208 ihrer Artikel in Zusammenarbeit entstanden sind (s. 3.2.3). Dies bedeutet, dass Barbara Klein beim Großteil ihrer Studien und Arbeiten gemeinsam mit ihrem Ehemann tätig war. Beide arbeiten seit 1976 im Bereich der Ophthalmologie an der *University of Wisconsin*. Sie

Diskussion

wirkten hauptsächlich an der aufwändigen und vielzitierten *Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathie* mit und haben bisher viele wertvolle Beiträge zum Verständnis der Prävalenz, Inzidenz und Progression der DR geleistet [154].

An dieser Stelle ist auch der Autor *Scot E Moss* anzuführen. Er publizierte 157 Artikel und befindet sich somit an vierter Stelle der meistpublizierenden Autoren. Allerdings wird er bei nur 25 seiner Artikel als Erstautor genannt ist, was seine eigentliche wissenschaftliche Leistung als viertproduktivster Autor in Frage stellt. Von seinen Artikeln entstanden nahezu alle in Kooperation mit R Klein und BEK Klein (155 mit R Klein, 146 mit BEK Klein). Wie das Ehepaar Klein, so hat auch er einen hohen H-Index sowie eine hohe Zitationsrate. Seine enge Zusammenarbeit mit dem Ehepaar Klein wird durch die Betrachtung von Abbildung 14 sehr deutlich. Er ist ebenfalls an der *University of Wisconsin* tätig.

Die in England lebende *Eva M. Kohner*, einer ehemaligen Professorin am *King's College* in London, scheint auf dem Forschungsgebiet der DR eine herausragende Rolle zu spielen. Sie befindet sich in der Liste der produktivsten Autoren an dritter Stelle und hat eine beachtliche Zitationsrate von 73,8. Darüber hinaus fällt auf, dass sie bei einem großen Anteil ihrer Artikel als Erstautorin genannt wird (bei 53 von 174 Artikeln). Neben zahlreichen für die Erschließung des Krankheitsbildes wichtigen Studien arbeitete sie auch an der unter 4.2.1 erwähnten UKPDS Studie mit [147, 155-158].

Lyod Paul Aeillo ist der Autor von 115 Publikationen zum Thema DR. Unter anderem ist er der Erstautor von einer 1994 erschienenen Arbeit zum Thema VEGF, welche in der Tabelle der meistzitierten Publikationen gelistet ist (s. Tabelle 9). LP Aeillo ist der Leiter des ophthalmologischen Bereiches der Forschung im *Joslin Diabetes Center*, Direktor der *Joslin Clinic's Beetham Eye Institute* und Dozent der Ophthalmologie in der *Harvard Medical School* in Boston. Seine Beiträge auf dem Forschungsgebiet von VEGF sind von großer Bedeutung für das Verständnis des Pathomechanismus von DR [68, 79, 159]. Er erzielt mit seinen wissenschaftlichen Leistungen eine Zitationsrate von 49 und einen H-Index von 34.

Ebenfalls von Bedeutung auf Forschungsgebiet der DR ist Matthew Davis. Er fällt durch seine sehr hohe Zitationsrate von 137 auf. Dabei ist er Autor von nur 96 Arbeiten und hat einen H-Index von 35. Dies spricht dafür, dass er an einzelnen vielzitierten Publikationen mitwirkte. Beispielsweise ist er ein bedeutender Autor der DRS, der WESDR, der ETDRS und wirkt seit 1968 an Studien zum Themengebiet

Diskussion

mit. Er ist emeritierter Professor an der *University of Wisconsin*, wo er seit 1956 tätig ist, und wissenschaftlicher Leiter des *Fundus Photograph Reading Center*. Es fällt auf, dass er von allen meistpublizierenden Autoren mit 0,44% die geringste Selbstzitationsrate hat. Diese Tatsache unterstreicht seine Anerkennung in der Wissenschaftswelt in positiver Weise. Es fällt auf, dass MD Davis bisher einzig mit R Klein in relevantem Ausmaß kooperiert (vgl. Abbildung 14). Die Betrachtung des Zitationsnetzes der meistpublizierenden Autoren zeigt außerdem, dass er besonders häufig von R Klein zitiert wird. Dies weist darauf hin, dass beide auf einem ähnlichen Gebiet forschten.

Tien Yin Wong hingegen, der ebenfalls mit 100 Artikeln zu den zehn meistpublizierenden Autoren gehört, fällt durch seinen geringen H-Index von nur 21 und einer Zitationsrate von 15 auf. Dabei ist zu beachten, dass er sich mit einer Anzahl von 186 Eigenzitationen häufig selbst zitiert, was einem Anteil von 12,36% an seinen Gesamtzitationen entspricht. Von allen untersuchten Autoren hat er damit mit Abstand die höchste Selbstzitationsrate, was zu einer Abschwächung der Aussagekraft seines H-Indexes und seiner Zitationsrate führt. Professor *Tien Yin Wong* arbeitet an der *University of Melbourne* in Australien als Dozent der Ophthalmologie und ist der Leiter des *Retinal Vascula Imaging Center* Vorort. Er zeigt eine bedeutende Zusammenarbeit mit dem Ehepaar Klein (vgl. Abbildung 14). Allerdings scheint er, anders als man bei einem Kooperationspartner der Kleins vermuten würde, kein Autor von vielzitierten, bedeutenden Studien, wie der WESDR zu sein. Dies lässt sich aus seiner geringen Zitationsrate und seinem H-Index schließen. Bei TY Wong, handelt es sich um einen Autor, der ein vergleichsweise junges Alter als Wissenschaftler hat. Dies erklärt, dass sein H-Index trotz zahlreicher Publikationen noch gering ausfällt. Somit ist ein Anstieg seines H-Indexes und seiner Zitationsrate in den nächsten Jahren zu vermuten.

Die Betrachtung der H-Indices der meistpublizierenden Autoren ergibt, dass sie sich zwischen 13 und 62, im Mittel 31,1 bewegen. Hirsch stellt fest, dass meistzitierte Wissenschaftler der Biologie und Medizin H-Indices von 120-197 haben. Er bemerkt außerdem, dass ein durchschnittliches Mitglied in der *National Academy of Science* einen H-Index von 57 aufweist [113]. Dies bedeutet, dass die meistzitierten und meistpublizierenden Autoren im Bereich der DR im Vergleich zu anderen Disziplinen eher geringe H-Indices haben. Dies könnte an der Tatsache liegen, dass die DR, trotz ihrer Multidisziplinarität hauptsächlich der Ophthalmologie zuzuschreiben ist,

welches ein eher kleines Fachgebiet ist, in dem nur begrenzt Zitationen stattfinden können. Daher sollte dieser Sachverhalt bei der Bewertung und beim Vergleich von Autoren verschiedener Fachrichtungen miteinander berücksichtigt werden. Bei anderen kleineren Themengebieten, welche szientometrisch untersucht wurden ergaben sich beispielsweise für die Syphilisforschung H-Indices von 5 bis 24 für die meistzitierten Autoren [97]. Im Bereich der Karpaltunnelsyndromforschung belaufen sich die H-Indices ebenfalls auf eher niedrige Werte zwischen 8 und 19 [160].

4.2.4.1 Mehrautorenschaft

Die Mehrautorenschaft nimmt über die Jahre deutlich zu, während Anfang der siebziger Jahre durchschnittlich 1,7 Autoren pro wissenschaftlicher Publikation auf dem Gebiet der DR beteiligt waren, so waren es 2008 ca. 5,4 Autoren (s. Abbildung 11). Das Prinzip der Zunahme der Mehrautorenschaft wurde bereits 1963 von *Derek de Solla Price* dargestellt. Während man früher Monographien schrieb, so gehe nun die Tendenz dahin, Publikationen in einer Gruppe von mehreren Autoren zu verfassen [94]. Das bedeutet, dass diese Entwicklung nicht nur für das Gebiet der DR zutrifft, sondern auch für andere Wissenschaftsbereiche.

Auch andere Untersuchungen belegen diesen Trend. So wurde bereits im Zeitraum 1960 bis 1980 in einer mit 2800 Zeitschriften durchgeführten Analyse im ISI gezeigt, dass die Durchschnittszahl der Autoren in dieser Zeitspanne von 1,67 auf 2,58 anstieg [161]. Eine weitere Auswertung der im SCI vorhandenen Artikel ergab einen Anstieg von durchschnittlich 1,83 im Jahre 1995 auf durchschnittlich 3,9 Autoren pro Artikel im Jahre 1999 [162]. Diese Zahlen wurden ohne Berücksichtigung einzelner Fachgebiete erhoben. Szientometrische Analysen in anderen Forschungsgebieten der Medizin wie beispielsweise der Makuladegeneration oder der Epilepsieforschung ergeben ebenfalls einen jährliche Zunahme der Mehrautorenschaft auf bis zu durchschnittlich 5-6 Autoren pro Artikel [139, 163].

Diese Zunahme der Mehrautorenschaft könnte mit der wachsenden Komplexität und dem Umfang von Forschung und Entwicklung und der vermehrt geforderten Multidisziplinarität zusammenhängen. Auch die Zunahme internationaler Kooperationen der Institute spielt hierbei eine Rolle. Des Weiteren ist eine Tendenz zu beobachten, dass Personen als Koautoren genannt werden, die bei der Durchführung der entstanden Forschungsarbeit mitwirkten, ohne sich jedoch unmittelbar an der Verfassung des Textes beteiligt zu haben [164]. Verstärkend

könnte das Interesse wissenschaftlicher Mitarbeiter wirken, möglichst häufig als Koautoren gelistet zu werden, um den eigenen H-Index, an dem sie evaluiert werden, in die Höhe zu treiben. Auch wenn häufig davon ausgegangen wird, dass derjenige, der die meiste Arbeit zum Resultat einer Publikation und zur Verfassung des Textes beigetragen hat, als Erstautor genannt wird, ist dies nicht immer zwangsläufig der Fall, da die Reihenfolge der Autorennennung nicht einheitlich geregelt ist. In manchen Fachbereichen ist es beispielsweise üblich, Autoren in alphabetischer Reihenfolge zu nennen [164]. Es besteht somit die Schwierigkeit (so auch in dieser Arbeit) die Leistung eines Autors individuell zu bewerten. Die Zunahme der Mehrautorenschaft stellt demnach ein bibliometrisches Problem dar.

4.2.5 Quellenzeitschriften

Folgende Quellenzeitschriften enthalten die meisten Publikationen zum Thema DR: *Investigative & Ophthalmology Visual Science* nimmt den Spitzenplatz der meistpublizierenden Zeitschriften ein. Sie ist eine offizielle Zeitschrift der internationalen *Association for Research in Vision and Ophthalmology* und wird monatlich in englischer Sprache herausgegeben. Im Verhältnis zu ihrer Publikationsstärke sind ihr Impact-Faktor (3,53) sowie ihre Zitationsrate (7,96) relativ niedrig. Ein Grund hierfür mag sein, dass sie sich thematisch eher in Grundlagenbereichen der Ophthalmologie bewegt, was ihr zwar das Interesse einer breiten Leserschaft sichert, ihr jedoch Einbußen in der Zitierbarkeit beschert.

An zweiter Stelle der publikationsstarken Zeitschriften folgt *Diabetologia*, einer Fachzeitschrift von *Springer* im Auftrag der *European Association for the Study of Diabetes*, welche ebenfalls monatlich auf Englisch erscheint. Sie zeichnet sich durch einen hohen Impact-Faktor von 5,82 sowie einer Zitationsrate von 14,57 aus. *Diabetes* hat den höchsten Impact-Faktor (8,26) unter den meistpublizierenden Zeitschriften und nimmt hinsichtlich ihrer Publikationsstärke den dritten Rang ein. Sie ist ein *Journal der American Diabetes Association* und hat eine recht hohe Zitationsrate von 22,3.

Obwohl die DR eine primär ophthalmologische Erkrankung ist, entstammen zwei der drei publikationsstärksten Quellenzeitschriften nicht der Ophthalmologie, sondern dem Bereich Innere Medizin/Diabetologie.

Die unter 4.2.3 diskutierte Dominanz des Englischen als globale Publikationssprache wird auch bei den genannten Zeitschriften deutlich. Unter den Top-10 der

vielpublizierenden Zeitschriften, findet sich lediglich eine Zeitschrift, welche nicht auf Englisch herausgegeben wird. Es handelt sich hierbei um das *Klinische Monatsblatt für Augenheilkunde*, einer Fachzeitschrift von Thieme. Schon aufgrund der Sprache ist sie hierdurch für den Großteil der internationalen Forschungsgemeinschaft unlesbar, was sich auf ihren Impact-Faktor niederschlägt, der mit 0,58 sehr niedrig ausfällt.

4.2.6 Institute

Von den wissenschaftlichen Einrichtungen liegt die *University of Wisconsin* in den USA in der Anzahl ihrer Artikel und in der Höhe ihres H-Indexes ganz vorne. Wie in den vorigen Ausführungen deutlich wurde (s. 4.2.4, 4.2.1), spielt diese Universität bei der Erschließung der heutigen Betrachtung der DR eine zentrale Rolle. Zudem weist der hohe H-Index darauf hin, dass an dieser Universität entstandene Artikel von hohem Interesse für die Wissenschaftswelt sind. Die Anzahl der Zitationen und somit auch der H-Index könnten jedoch möglicherweise durch gegenseitige institutsinterne Zitierungen der Wissenschaftler, welche an den 441 Artikeln beteiligt waren, in die Höhe getrieben worden sein. Das Zitationsnetz der meistpublizierenden Autoren (s. Abbildung 18) gibt einen Hinweis darauf, indem die Autoren *Ronald* und *Barbara Klein* sowie *Stephen Moss*, welche alle drei an der *University of Wisconsin* tätig waren, sich häufig gegenseitig zitieren. Die Untersuchung der Kooperationen verschiedener Institute miteinander zeigt, dass die *University of Wisconsin* im Kooperationsnetz der Institute einen sehr zentralen Platz einnimmt und als Partner zahlreicher nationaler als auch internationaler Institute dient.

Bei der Untersuchung weiterer Institute hinsichtlich der Anzahl ihrer Publikationen oder ihres H-Indexes wurde ebenfalls die Dominanz amerikanischer Einrichtungen festgestellt. 14 der 20 publikationsstärksten Einrichtungen sind in den Vereinigten Staaten lokalisiert. Von den nicht-amerikanischen Universitäten können vor allem die australischen Institute *University Melbourne* und *University Sydney* die meisten Publikationen für sich verbuchen. Die Betrachtung der wissenschaftlichen Resonanz anhand des H-Indexes ergibt ein ähnliches Bild: 17 der 22 Einrichtungen mit einem H-Index größer als 25 liegen in den USA. Unter den europäischen Instituten erreichen nur drei Universitäten einen H-Index von >25. Dies betrifft das britische *Hammersmith Hospital*, die dänische Forschungseinrichtung *Steno Diabetes* sowie die *Universität Heidelberg*.

Auf der Ebene internationaler Zusammenarbeit stechen vor allem zwei kooperationsstarke Verbindungen hervor. Zum Einen die Kooperation der *National University of Singapore* mit der *University of Melbourne*. Diese australisch-singapurische Vernetzung tritt auch auf der Länderebene auf und wird unter 4.2.7 weiter diskutiert. Zum Anderen zeigen das *Joslin Diabetes Center* und der *Harvard University* eine ausgeprägte Zusammenarbeit. Dies überrascht nicht, da beide Einrichtungen in Bosten lokalisiert sind und das *Joslin Center* der *Harvard University* als Lehrkrankenhaus angegliedert ist. Das *Joslin Diabetes Center* gehört zu den weltweit führenden Forschungszentren über Diabetes und seine Folgeerkrankungen. Es leistet außerdem die multidisziplinäre Behandlung von über 23.000 Diabetikern.

4.2.7 Bedeutung der geographischen Verteilung

Länderanalysen dienen dazu eine Übersicht der Qualität der Wissenschaft in verschiedenen Regionen der Welt zu geben, Länder hinsichtlich ihres Forschungsaufkommens miteinander zu vergleichen sowie die Struktur von internationalen Kooperationen aufzuzeigen. Sie bieten außerdem die Möglichkeit, Einflussfaktoren für die Forschungsleistung der Länder zu diskutieren.

Die geographische Verteilung der Forschung zur DR konzentriert sich stark auf die Vereinigten Staaten. Auch Großbritannien, Japan und Deutschland verbuchen hohe Anteile vorhandener wissenschaftlicher Publikationen über DR. Darauf folgen Italien und Frankreich.

Eine mögliche Ursache für das ausgeprägte Forschungsinteresse könnte die in diesen Ländern hohe Prävalenz von Diabetes und den damit verbundenen Komplikationen, wie DR sein. Vergleicht man diese jedoch mit den bereits bekannten Daten der WHO zu Bevölkerungszahlen mit Diabetes in der erwachsenen Population im Jahr 2000 so sind die Top 10 Länder mit der höchsten Anzahl von Diabetikern Indien, China, USA, Indonesien, Japan, Pakistan, Russland, Brasilien, Italien und Bangladesch [136]. Außer den USA, Japan und Italien gehören keine der genannten Nationen zu den meistpublizierenden Ländern.

Die Betrachtung der Diabetesprävalenzen des Jahres 2001 zeigt, dass die weltweit größten Bevölkerungsanteile von an Diabetes erkrankten Menschen mit 11-14% in Mexiko, Trinidad & Tobago, Saudi Arabien, Mauritius, China, Papua Neu Guinea, Cuba, Puerto Rico, Singapur und Jamaica zu finden sind. Die USA weist ebenfalls eine hohe Prävalenz von ca. 8% auf. In den west-europäischen Ländern liegt sie bei

Diskussion

ca. 5%. Es fällt also auf, dass die Länder mit hohen Diabetesprävalenzen eher geringe Publikationszahlen aufweisen und der Zusammenhang mit hohen Publikationszahlen nicht hergestellt werden kann.

Es fällt die starke wirtschaftliche Stellung der meistpublizierenden Länder im Vergleich zu den verkleinert dargestellten Ländern auf. Die Daten des *International Monetary Funds* zu der historischen Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts in US-Dollar zwischen 1980 und 2008 identifizieren folgenden Länder als solche mit dem höchsten Bruttoinlandsprodukt: Vereinigte Staaten, Japan, Deutschland, Großbritannien, China, Frankreich, Italien [165]. Diese Reihenfolge spiegelt nahezu exakt die Reihenfolge der meistpublizierenden Länder wider. Die einzige Ausnahme bildet China, das trotz des rapiden Anstiegs des Bruttoinlandsprodukts in den letzten zehn Jahren nur vergleichsweise wenige Publikationen vorweisen kann. Es erscheint naheliegend, dass die im Land vorhandenen finanziellen Ressourcen sich auch auf Forschungsgelder auswirken. Damit verbunden können auch hohe Publikationszahlen und viele (neu entstandene) wissenschaftliche Institute sein. In dem 2004 erschienenen Artikel von Gerster wird bestätigt, dass in der medizinischen Forschung ein großes Ungleichgewicht in der Verteilung von Forschungsgeldern zugunsten der Industrienationen und zu Lasten ärmerer Länder besteht [166]. Dies wirkt sich, wie in den vorliegenden Ergebnissen angedeutet, auch auf die Forschung im Bereich der DR aus. Daher überrascht es nicht, dass die Rangfolge der meistpublizierenden Länder mit der Anzahl der in den Ländern vorhandenen Instituten korreliert. Die Kartenanamorphoten, die diese beiden Parameter veranschaulichen ähneln sich sehr stark (vgl. Abbildung 25 und Abbildung 24). So könnte eine Ursache für die hohen Publikationsleistungen der genannten Länder die Anzahl ihrer wissenschaftlichen Einrichtungen sein.

Die Dominanz der Vereinigten Staaten auf nahezu sämtlichen Kartenanamorphoten der vorliegenden Arbeit ist dabei besonders hervorzuheben. Neben der quantitativ führenden Position, nehmen sie auch bei den qualitativen Parametern den ersten Platz ein. Sie haben von allen Ländern nicht nur die höchste Artikelanzahl, sondern auch die meisten Zitationen und den mit Abstand höchsten H-Index. Darüber hinaus finden sich in den USA die meisten auf dem Gebiet der DR forschenden Institute. Von den zehn Institutionen mit den höchsten Publikationszahlen liegen sieben in den USA.

Diskussion

Neben den bisher genannten möglichen Ursachen, könnte auch das weltweit bereits vorhandene wissenschaftliche Renommee der Vereinigten Staaten als verstärkender Faktor für das hohe Forschungsaufkommen herangezogen werden. Wissenschaftler, die einerseits internationale Anerkennung erringen möchten und andererseits von der Vielfalt der Forschung und den dort zur Verfügung stehenden Mitteln angezogen sind, entscheiden sich möglicherweise für die Abwanderung für Forschungszwecke in die USA. Die wissenschaftliche Attraktivität der USA bahnt zudem den Weg zur Verknüpfung internationaler Wissenschaftler. Wie in Abbildung 29 deutlich wurde, konzentrieren sich internationale Kooperationen sehr stark auf die USA. Dies zeigt, dass amerikanische Institute eher als mögliche Kooperationspartner gewählt werden, als solche anderer Länder.

Nach Angaben der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung unterscheiden sich die einzelnen Länder erheblich in ihren finanziellen Ausgaben für das Gesundheitssystem. Der Durchschnitt der jährlichen Pro-Kopf Ausgaben liegt ihren Daten von 2007 zufolge bei 2759 Dollar. Betrachtet man die Ausgaben der USA, so wird deutlich, dass sie mit 6401 Dollar deutlich über dem OECD-Durchschnitt liegen [167]. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Vereinigten Staaten der medizinischen Forschung einen größeren Stellenwert beimessen als andere Nationen und auf diese Weise ein derart hohes Forschungsaufkommen auch für den Bereich der DR begünstigt wird.

Bei der Betrachtung der Zitationsrate ist Kanada mit durchschnittlich 34,3 Zitationen pro Artikel führend. Darauf folgen die USA, danach die Schweiz, Norwegen, Niederlande und Schweden. Dabei muss beachtet werden, dass bei der Anzahl der publizierten Artikel im jeweiligen Land die kritische Grenze von 30 überschritten sein muss, um aussagekräftig zu sein [134]. Es ist davon auszugehen, dass die Zitationsrate bei den genannten Ländern durch ihre Publikationsstärke repräsentativ ist. Es lässt sich daher ableiten, dass vor allem den aus Kanada stammenden Artikeln ein überdurchschnittlich starkes Interesse zukommt und es somit einen wertvollen Beitrag bei der Erschließung der DR geleistet hat. Gleichzeitig sollte aber die Überlegung angestellt werden, dass Kanada rund 30% seiner bisherigen Publikationen in Kooperation mit den USA erstellte (s. Abbildung 29). Somit kann die Zitationsrate von Kanada nicht isoliert ohne die Mitwirkung der Vereinigten Staaten betrachtet werden, da die Zitationen von gemeinsam entstandenen Artikeln sich auf die Zitationsrate beider Länder auswirkt.

4.2.8 Kooperationen

Immer mehr Artikel über DR werden in internationaler Zusammenarbeit erstellt (s. Abbildung 27). Universitäten arbeiten in diesem Forschungszweig sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene zunehmend zusammen (vgl. Abbildung 23). Im Zuge der Globalisierung wirken sich die kürzer werdenden Kommunikationswege, Englisch als einheitliche Sprache der Wissenschaft und das Akquirieren globaler Daten auch auf die Forschung im Bereich DR aus und haben vermehrt zu länderübergreifenden Forschungsbemühungen beigetragen.

Vor allem seit 1990 ist ein kontinuierlicher Anstieg der internationalen Kooperationen zu verzeichnen. Ein Grund hierfür könnten sicherlich die weiterentwickelten Kommunikationsmedien sein, die mit der besseren Verfügbarkeit des Internets in dieser Zeit entscheidende Kommunikationshindernisse überwunden und den Weg zum einfachen Austausch zwischen Forschern aus verschiedensten Ländern gebahnt haben.

Betrachtet man die einzelnen Länderkooperationen, so fällt auf, dass Australien und Kanada rund 34% ihrer Artikel in internationaler Kooperation veröffentlichen. Damit liegen sie im weltweiten Vergleich weit vorne. Wie die meisten anderen Länder auch, kollaborieren sie vor allem mit den Vereinigten Staaten und mit Großbritannien. Es ist davon auszugehen, dass ihre gemeinsame Anglophonie die Kollaboration begünstigt. Beispielsweise entstehen häufig gemeinsame Arbeitsgruppen der *University of Melbourne* mit der *University of Wisconsin*. Obwohl Französisch als zweite Amtssprache in Kanada dient, existieren keinen nennenswerten Kooperationen mit anderen französischsprachigen Ländern.

Australien und Singapur kollaborieren bei einem Großteil ihrer Publikationen. Dies könnte auf sowohl geographische, sprachliche als auch historische Nähe zurückzuführen sein. Wie in Abbildung 23 deutlich wurde, kooperieren insbesondere die *University of Singapore*, die *University of Melbourne* und *University of Sidney*.

Obwohl die USA nur 17,6% ihrer Gesamtpublikationen in internationaler Zusammenarbeit erstellen, weisen sie in absoluten Zahlen die meisten internationalen Kooperationen mit anderen Ländern auf. Herauszuheben ist hierbei die Zusammenarbeit den anderen beiden meistpublizierenden Nationen Japan und Großbritannien sowie mit Deutschland, Singapur und Italien.

Großbritannien kooperiert neben den Vereinigten Staaten häufig mit Italien, welches wiederum als einziges vielpublizierendes Land mit Großbritannien nahezu genauso

Diskussion

viele wissenschaftliche Arbeiten erstellt wie mit den USA. Es scheint überraschend, dass gerade Italien als starker Kooperationspartner Großbritanniens erscheint, da außer ihrer gemeinsamen EU-Mitgliedschaft und ihrer geografischen Nähe weder sprachlich noch kolonialgeschichtlich ein offensichtlicher Zusammenhang besteht.

Als einziges Land, das viel publiziert und dennoch nur wenige Kooperation mit den USA eingeht, ist Frankreich zu nennen. Frankreich weist von den meistpublizierenden Ländern die geringsten internationalen Kooperationen auf. Die wissenschaftliche Isolation Frankreichs könnte mit einer mangelnden Bereitschaft der Bevölkerung sowie der Wissenschaftler zusammenhängen, die englische Sprache sicher zu lernen und anzuwenden. Frankreich gilt als Land, indem Sprache und nationale Identität besonders eng miteinander verknüpft sind [168]. Damit verbunden ist gleichzeitig eine Abwehrhaltung dem Englischen gegenüber, das sich immer mehr als globale Verständigungssprache durchsetzt [150, 168, 169]. Der Vergleich mit anderen szientometrischen Analysen wie über HIV, Epilepsie und der altersabhängigen Makuladegeneration deutet jedoch auf ein themenabhängiges Kooperationsverhalten Frankreichs hin. So ist Frankreich bei Betrachtung der genannten Themen nur im Bereich der altersabhängigen Makuladegeneration vergleichbar isoliert wie bei Publikationen über DR [96, 139, 163].

5 Zusammenfassung

Die diabetische Retinopathie (DR) ist eine der Hauptursachen für vermeidbare Blindheit in der arbeitenden Bevölkerung. Da die DR aufgrund des Ausbleibens von Symptomen lange unbemerkt fortschreitet, wird sie häufig nicht rechtzeitig behandelt und stellt damit ein großes soziales und volkswirtschaftliches Problem dar.

Das Ziel dieser Arbeit war die systematische Betrachtung der bisherigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema DR anhand szientometrischer Methoden. Die Datenanalyse geschah nach folgenden Gesichtspunkten: Gesamtzahl publizierter Artikel und Zitationen, Quellenangaben, Autoren, Institute, Länder und Forschungsschwerpunkte. Auf diese Weise sollte ein Überblick der Thematik innerhalb der Wissenschaftswelt gegeben werden.

Unter Verwendung der Datenbank *Web of Science* wurde eine umfassende Untersuchung des Publikationsverhaltens durchgeführt. Um sämtliche Publikationen zum Thema zu erfassen, wurde mit *diabet* retinopath** OR *diabet* macul** im Zeitraum 1900 bis 2008 gesucht.

Seit der ersten Publikation im Jahr 1917 sind 15.624 wissenschaftliche Arbeiten zur DR in die Datenbank des *ISI Web of Science* aufgenommen worden.

Die Publikationen wurden in insgesamt 17 verschiedenen Sprachen veröffentlicht. Englische Publikationen machen mit 93,5% der Artikel den weitaus größten Anteil aus. Ferner sind Deutsch mit einem Anteil von 3% und Französisch mit 2,2% von Bedeutung. Die restlichen Sprachen haben mit insgesamt <0,5% einen kleinen Anteil, was bedeutet, dass viele der nicht-anglophonen Länder ihre Artikel häufiger auf Englisch als in ihrer landeseigenen Sprache publizieren.

Die Betrachtung der Artikelanzahl über die Jahre zeigt, dass die Publikationszahlen exponentiell zunehmen. Dies unterstreicht einerseits die Forschungsnachfrage der DR und andererseits die allgemeine Zunahme von Publikationen in der medizinischen Forschung. Insbesondere seit Mitte der 70-iger Jahre steigt die Anzahl wissenschaftlicher Arbeiten stetig an. In dieser Zeit wurden unter anderem auch zwei bedeutende und vielzitierte Studien, die *Diabetic Retinopathy Study* und die *Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study* veröffentlicht. Seit 1990 ist eine besonders starke Zunahme bei der Anzahl von Forschungsarbeiten zu verzeichnen. Dies ist zum einen auf die Aufnahme von Abstracts in die ISI Datenbank und somit einer verbesserten Trefferquote zurückzuführen. Zum anderen fällt auf, dass in diesem Zeitraum auch

Zusammenfassung

die Ergebnisse von drei Studien publiziert wurden, welche für die moderne Versorgung der DR einen entscheidenden Beitrag geleistet haben. Dabei handelt es sich um die *Early treatment diabetic retinopathy study*, die *Diabetes Control and Complications Trial* und die *United Kingdom Prospective Diabetes Study*.

Die Analyse der Themenbereiche zeigt, dass der Schwerpunkt auf ophthalmologischen und endokrinologischen Fragestellungen liegt. An dritter Stelle folgen die Allgemeine und Innere Medizin. Diese Schwerpunktsetzung unterstreicht die Tatsache, dass es sich bei der DR um eine Erkrankung handelt, in der die systemischen Aspekte der Entstehung und Therapie eine wichtige Rolle spielen und eine multidisziplinäre Sicht auf die Erkrankung unerlässlich ist. Verknüpfungen von Themenbereichen finden vor allem zwischen der Chirurgie und der Ophthalmologie statt. Dies deutet darauf hin, dass chirurgische Therapieoptionen, wie beispielsweise die Vitrektomie, in der Behandlung der DR weiterentwickelt wurden.

Autoren von Publikationen auf dem Gebiet der DR wurden mithilfe folgender Parameter bewertet: Zum einen sollten ihre Produktivität anhand von Publikationszahlen, zum anderen ihr wissenschaftlicher Einfluss durch qualitative Kenngrößen wie Zitationsrate und H-Index beurteilt werden. Da Produktivität und hohe Zitationsraten nicht unbedingt miteinander korrelieren, wird vor allem der H-Index als Gütekriterium zur Beurteilung der wissenschaftlichen Leistung herangezogen. Bei den Autoren tun sich insbesondere *Ronald* und *Barbara Eden Koblin Klein* durch die ersten beiden Ränge in der Liste der meistpublizierenden Autoren hervor. Anhand ihrer vergleichsweise hohen Zitationsraten und ihrer H-Indices ist erkennbar, dass sie ein sehr hohes Renommee innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft genießen. Beide arbeiten seit 1976 im Bereich der Ophthalmologie an der *University of Wisconsin* und wirkten als bedeutende Autoren der vielzitierten *Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy* mit.

Es fällt auf, dass die Mehrautorenschaft über die Jahre deutlich zunimmt und Monographien immer seltener werden. Während Anfang der siebziger Jahre durchschnittlich 1,7 Autoren an einer wissenschaftlichen Publikation beteiligt waren, so sind es im Jahr 2008 durchschnittlich 5,4 Autoren. Diese Tatsache stellt eine Herausforderung bei der Bewertung von wissenschaftlichen Qualitätsparametern, wie dem H-Index, dar.

Folgende Quellenzeitschriften enthalten die meisten Publikationen zum Thema DR: *Investigative & Ophthalmology Visual Science* nimmt mit 1533 Artikeln den

Zusammenfassung

Spitzenplatz ein. Ihr Impact-Faktor beträgt 3,53. An zweiter Stelle folgt *Diabetologia*, welche 713 Artikel zum Thema veröffentlicht hat. Sie hat einen Impact-Faktor von 5,82. Die Zeitschrift *Diabetes* hat den höchsten Impact-Faktor von 8,26. Sie nimmt mit 666 Artikeln den dritten Rang der publikationsstarken Zeitschriften ein. Zwei der drei meistzitierenden Quellenzeitschriften entstammen nicht dem ophthalmologischen Fachbereich, sondern dem der Inneren Medizin/Diabetologie.

Die geografische Verteilung der Forschung zur DR konzentriert sich mit einem Anteil von 30% stark auf die USA. Auch Großbritannien, Japan und Deutschland tragen mit 11,5%, 9% und 6,6% in hohem Maß zu den vorhandenen wissenschaftlichen Arbeiten bei. Darauf folgen Italien und Frankreich. Auch die Anzahl der publizierenden Institute dieser Länder liegt im weltweiten Vergleich am höchsten. Von den zehn meistpublizierenden Institutionen liegen sieben in den USA.

Die *University of Wisconsin* ist mit 441 Arbeiten und einem H-Index von 73 die wissenschaftliche Einrichtung, welche die meisten Artikel zum Thema DR publiziert. Der hohe H-Index deutet darauf hin, dass an dieser Universität entstandene Artikel von hohem Interesse für die Wissenschaftswelt sind. Jedoch sollte bei der Interpretation des H-Indexes die Möglichkeit zahlreicher institutsinterner Zitierungen von Forschern berücksichtigt werden.

Die Anzahl der Artikel, die in Zusammenarbeit mehrerer Länder publiziert wurden, nimmt seit Mitte der 70-iger Jahre exponentiell zu. Während im Jahr 1974 nur ein Kooperationsartikel erschien, sind es 2008 bereits 187 Artikel. Die Vereinigten Staaten weisen die meisten internationalen Kooperationen auf. Herauszuheben ist die Zusammenarbeit der USA mit den anderen beiden publikationsstarken Nationen Japan und Großbritannien. Frankreich nimmt im Ländervergleich selten an internationalen Kooperationen teil.

Die Ergebnisse lassen erkennen, dass die Entwicklung von Publikationen zu DR seit Jahrzehnten zunehmendem wissenschaftlichen Interesse und einer steigenden internationalen Zusammenarbeit unterliegt. Dies ist sowohl an Publikationszahlen, als auch an getätigten Zitationen sichtbar. Der vorliegenden Arbeit kommt hierbei eine orientierende Funktion zu, indem sie einen Überblick über die Entwicklung des Forschungsaufkommens im Bereich der DR ermöglicht. Die erhobenen Daten könnten darüber hinaus sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene als Orientierungshilfe zur Evaluation der Verteilungen von Forschungsgeldern dienen.

6 Literaturverzeichnis

1. Lemmen, K.D. and S. Martin, *Diabetic retinopathy and Maculopathy*. Diabetologe, 2008. 4(2): p. 92-92.
2. Hutchinson, A., et al., *Effectiveness of screening and monitoring tests for diabetic retinopathy--a systematic review*. Diabet Med, 2000. 17(7): p. 495-506.
3. Fong, D.S., et al., *Retinopathy in diabetes*. Diabetes Care, 2004. 27 Suppl 1: p. S84-7.
4. Bunce, C. and R. Wormald, *Leading causes of certification for blindness and partial sight in England & Wales*. BMC Public Health, 2006. 6: p. 58.
5. Klein, R., et al., *The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy. 2. Prevalence and risk of diabetic retinopathy when age at diagnosis is less than 30 years* Archives of Ophthalmology, 1984. 102(4): p. 520-526.
6. Williams, R., et al., *Epidemiology of diabetic retinopathy and macular oedema: a systematic review*. Eye, 2004. 18(10): p. 963-983.
7. Malone, J.I., et al., *Prevalence and significance of retinopathy in subjects with type 1 diabetes of less than 5 years' duration screened for the diabetes control and complications trial*. Diabetes Care, 2001. 24(3): p. 522-6.
8. Bertram, B., et al., *Retinal Blood-Flow in Diabetic Children and Adolescents*. Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 1991. 229(4): p. 336-340.
9. Klein, R., et al., *The Wisconsin Epidemiologic-Study of Diabetic-Retinopathy .15. The Long-Term Incidence of Macular Edema*. Ophthalmology, 1995. 102(1): p. 7-16.
10. Turner, R.C., et al., *Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33)*. Lancet, 1998. 352(9131): p. 837-853.
11. Singh, R., et al., *Diabetic retinopathy: An update*. Indian Journal of Ophthalmology, 2008. 56(3): p. 179-188.
12. Hammes HP, B.B., Bornfeld N, Danne D, Kroll P, Lemmen KD. *Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle der diabetischen Retinopathie und Makulopathie*. Evidenzbasierte Leitlinie der Deutschen Diabetes-Gesellschaft (DDG) 2004 [cited 2009 February 20]; Available from: http://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/leitlinien/EBL_Retinopathie_Update_2004.pdf
13. Klein, R., et al., *The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy - Prevalence and risk of diabetic retinopathy when age at diagnosis is 30 or more years*. Archives of Ophthalmology, 1984. 102(4): p. 527-532.
14. Klein, R., B.E.K. Klein, and S.E. Moss, *Visual impairment in diabetes*. Ophthalmology, 1984. 91(1): p. 1-9.
15. Moss, S.E., R. Klein, and B.E.K. Klein. *10 year incidence of visual loss in a diabetic population*. in *ARVO Annual Meeting*. 1993. Sarasota, FL: Lippincott-Raven Publ.
16. Lemmen, K.D. and N. Bornfeld, *Pathophysiology and classification of diabetic retinopathy and maculopathy*. Diabetologe, 2008. 4(2): p. 93-+.
17. Speiser, P., Gittelso.Am, and A. Patz, *Studies on diabetic retinopathy. 3. Influence of diabetes on intramural pericytes* Archives of Ophthalmology, 1968. 80(3): p. 332-&.

18. Robison, W.G., Jr., et al., *Diabetic-like retinopathy in rats prevented with an aldose reductase inhibitor*. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1989. 30(11): p. 2285-92.
19. Koya, D. and G.L. King, *Protein kinase C activation and the development of diabetic complications*. Diabetes, 1998. 47(6): p. 859-66.
20. Kohner, E.M., V. Patel, and S.M. Rassam, *Role of blood flow and impaired autoregulation in the pathogenesis of diabetic retinopathy*. Diabetes, 1995. 44(6): p. 603-7.
21. *Early photocoagulation for diabetic retinopathy. ETDRS report number 9. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group*. Ophthalmology, 1991. 98(5 Suppl): p. 766-85.
22. Machemer, R., M.D., Duke Univ. Medical School, Durham, NC, USA. *Diabetische Retinopathie, nichtproliferativ*. Online Journal of Ophthalmology [cited; Available from: <http://www.atlasophthalmology.com/atlas/folder.jsf?node=1989&locale=de>.
23. McCuen, B., M.D., Duke University Eye Center, Durham, NC, USA. *Diabetische Retinopathie, proliferativ*. Online Journal of Ophthalmology [cited; Available from: <http://www.atlasophthalmology.com/atlas/folder.jsf?node=1988&locale=de>.
24. Machemer, R., M.D., Duke Univ. Medical School, Durham, NC, USA. *Diabetische Retinopathie, proliferativ*. Online Journal of Ophthalmology [cited; Available from: <http://www.atlasophthalmology.com/atlas/folder.jsf?node=1988&locale=de>.
25. Shamon, H., et al., *The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus* New England Journal of Medicine, 1993. 329(14): p. 977-986.
26. [Anon] and D.C.C.T.R. Grp, *Early worsening of diabetic retinopathy in the diabetes control and complications trial*. Archives of Ophthalmology, 1998. 116(7): p. 874-886.
27. *Early worsening of diabetic retinopathy in the diabetes control and complications trial*. Archives of Ophthalmology, 1998. 116(7): p. 874-886.
28. Stearne, M.R., et al., *Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38*. British Medical Journal, 1998. 317(7160): p. 703-713.
29. Mathiesen, E.R., et al., *The natural course of microalbuminuria in insulin-dependent diabetes - A 10-year prospective study* Diabetic Medicine, 1995. 12(6): p. 482-487.
30. Leslie, R.D. and D.A. Pyke, *Diabetic retinopathy in identical twins*. Diabetes, 1982. 31(1): p. 19-21.
31. Wong, T.Y., et al., *Diabetic retinopathy in a multi-ethnic cohort in the United States*. Am J Ophthalmol, 2006. 141(3): p. 446-455.
32. *Clustering of long-term complications in families with diabetes in the diabetes control and complications trial. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group*. Diabetes, 1997. 46(11): p. 1829-39.
33. Liew, G., R. Klein, and T.Y. Wong, *The role of genetics in susceptibility to diabetic retinopathy*. Int Ophthalmol Clin, 2009. 49(2): p. 35-52.
34. Chew, E.Y., et al., *Association of elevated serum lipid levels with retinal hard exudate in diabetic retinopathy - Early treatment diabetic retinopathy study (ETDRS) report 22*. Archives of Ophthalmology, 1996. 114(9): p. 1079-1084.

35. Gupta, A., et al., *Lipid-lowering drug atorvastatin as an adjunct in the management of diabetic macular edema*. American Journal of Ophthalmology, 2004. 137(4): p. 675-682.
36. Keech, A., et al., *Effects of long-term fenofibrate therapy on cardiovascular events in 9795 people with type 2 diabetes mellitus (the FIELD study): randomised controlled trial*. Lancet, 2005. 366(9500): p. 1849-61.
37. Davis, M.D., et al., *Risk factors for high-risk proliferative diabetic retinopathy and severe visual loss: Early treatment diabetic retinopathy study report #18*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 1998. 39(2): p. 233-252.
38. Singh, R., et al., *Spontaneous closure of microaneurysms in diabetic retinopathy with treatment of coexisting anaemia*. British Journal of Ophthalmology, 2005. 89(2): p. 248-249.
39. Chaturvedi, N., J.M. Stephenson, and J.H. Fuller, *The relationship between smoking and microvascular complications in the EURODIAB IDDM Complications Study*. Diabetes Care, 1995. 18(6): p. 785-92.
40. Chase, H.P., et al., *Cigarette smoking increases the risk of albuminuria among subjects with type 1 diabetes*. Jama, 1991. 265(5): p. 614-7.
41. Muhlhauser, I., et al., *Cigarette smoking and progression of retinopathy and nephropathy in type 1 diabetes*. Diabet Med, 1996. 13(6): p. 536-43.
42. Klein, R., et al., *The relation of socioeconomic factors to the incidence of proliferative diabetic retinopathy and loss of vision*. Ophthalmology, 1994. 101(1): p. 68-76.
43. Horvat, M., et al., *Diabetic retinopathy in pregnancy - a 12-year prospective study*. British Journal of Ophthalmology, 1980. 64(6): p. 398-403.
44. Moloney, J.B.M. and M.I. Drury, *The effect of pregnancy on the natural course of diabetic retinopathy* American Journal of Ophthalmology, 1982. 93(6): p. 745-756.
45. Bertram, B., *Diabetikerbetreuung in deutschen Augenarztpraxen*. Der Augenarzt, 1998: p. 289-291.
46. Klein, R., et al., *Retinal microaneurysm counts and 10-year progression of diabetic retinopathy*. Arch Ophthalmol, 1995. 113(11): p. 1386-91.
47. Dasbach, E.J., et al., *Cost-effectiveness of strategies for detecting diabetic retinopathy*. Med Care, 1991. 29(1): p. 20-39.
48. Klein, R., B.E. Klein, and S.E. Moss, *The Wisconsin epidemiological study of diabetic retinopathy: a review*. Diabetes Metab Rev, 1989. 5(7): p. 559-70.
49. Danne, T., et al., *Monitoring for retinopathy in children and adolescents with type 1 diabetes*. Acta Paediatr Suppl, 1998. 425: p. 35-41.
50. Klein, B.E., et al., *Does the severity of diabetic retinopathy predict pregnancy outcome?* J Diabet Complications, 1988. 2(4): p. 179-84.
51. Klein, B.E.K., S.E. Moss, and R. Klein, *Effect of pregnancy on progression of diabetic retinopathy*. Diabetes Care, 1990. 13(1): p. 34-40.
52. Lin, D.Y., et al., *The sensitivity and specificity of single-field nonmydriatic monochromatic digital fundus photography with remote image interpretation for diabetic retinopathy screening: A comparison with ophthalmoscopy and standardized mydriatic color photography*. American Journal of Ophthalmology, 2002. 134(2): p. 204-213.
53. Williams, G.A., et al., *Single-field fundus photography for diabetic retinopathy screening - A report by the American Academy of Ophthalmology*. Ophthalmology, 2004. 111(5): p. 1055-1062.

54. *Fluorescein angiographic risk factors for progression of diabetic retinopathy. ETDRS report number 13. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group.* Ophthalmology, 1991. 98(5 Suppl): p. 834-40.
55. Mardin, C., Prof. Dr. med., Germany, Erlangen, Universtiy Erlangen-Nürnberg. [cited 2008 December 15]; Available from: <http://www.atlasophthalmology.com/atlas/photo.jsf;jsessionid=11A57AF5F85AB06DB05E6B49ACE78096?node=6806&locale=de>.
56. Schneeberg, A.E. and W. Göbel, *Diagnostik und Verlaufskontrolle des nichtdiabetischen Makulaödems mithilfe der optischen Kohärenztomographie.* Der Ophthalmologe, 2003. 100(11): p. 960-966.
57. Elsing, S. and N. Durham. *Diabetische Retinopathie, proliferativ, OCT.* [cited 2009 January 10]; Available from: <http://www.atlasophthalmology.com/atlas/photo.jsf?node=3352&locale=de>.
58. Bressler, S.B., *Does wavelength matter when photocoagulating eyes with macular degeneration or diabetic retinopathy.* Archives of Ophthalmology, 1993. 111(2): p. 177-180.
59. *Preliminary report on effects of photocoagulation therapy. The Diabetic Retinopathy Study Research Group.* Am J Ophthalmol, 1976. 81(4): p. 383-96.
60. *Photocoagulation treatment of proliferative diabetic retinopathy. Clinical application of Diabetic Retinopathy Study (DRS) findings, DRS Report Number 8. The Diabetic Retinopathy Study Research Group.* Ophthalmology, 1981. 88(7): p. 583-600.
61. *Treatment techniques and clinical guidelines for photocoagulation of diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Report Number 2. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group.* Ophthalmology, 1987. 94(7): p. 761-74.
62. *Photocoagulation for diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study report number 1. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study research group.* Arch Ophthalmol, 1985. 103(12): p. 1796-806.
63. Kylstra, J.A., et al., *The importance of fluorescein angiography in planning laser treatment of diabetic macular edema.* Ophthalmology, 1999. 106(11): p. 2068-2073.
64. *Early vitrectomy for severe vitreous hemorrhage in diabetic retinopathy. Four-year results of a randomized trial: Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Report 5.* Arch Ophthalmol, 1990. 108(7): p. 958-64.
65. Nauck, M., et al., *Induction of vascular endothelial growth factor by platelet-activating factor and platelet-derived growth factor is downregulated by corticosteroids.* American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology, 1997. 16(4): p. 398-406.
66. Jonas, J.B. and R. Degenring, *Intravitreal injection of crystalline triamcinolone acetone in the treatment of diffuse diabetic macular oedema.* Klinische Monatsblätter Fur Augenheilkunde, 2002. 219(6): p. 429-432.
67. Martidis, A., et al., *Intravitreal triamcinolone for refractory diabetic macular edema.* Ophthalmology, 2002. 109(5): p. 920-927.
68. Aiello, L.P., et al., *Vascular endothelial growth factor in ocular fluid of patients with diabetic retinopathy and other retinal disorders.* New England Journal of Medicine, 1994. 331(22): p. 1480-1487.
69. Karim, R. and B.Tang, *Use of anti-vascular endothelial growth factor for diabetic macular edema.* Clin Ophthalmol. , 2010. 25(4): p. 493-517.
70. Cunningham, E.T., et al. *A phase II randomized double-masked trial of pegaptanib, an anti-vascular endothelial growth factor aptamer, for diabetic*

- macular edema*. in *Annual Meeting of the Association-for-Research-in-Vision-and-Ophthalmology*. 2005. Ft Lauderdale, FL: Elsevier Science Inc.
71. Nguyen, Q.D., et al., *Vascular endothelial growth factor is a critical stimulus for diabetic macular edema*. *American Journal of Ophthalmology*, 2006. 142(6): p. 961-969.
 72. Chun, D.W., et al., *A pilot study of multiple intravitreal injections of ranibizumab in patients with center-involving clinically significant diabetic macular edema*. *Ophthalmology*, 2006. 113(10): p. 1706-12.
 73. Haritoglou, C., et al., *Intravitreal bevacizumab (Avastin) therapy for persistent diffuse diabetic macular edema*. *Retina-the Journal of Retinal and Vitreous Diseases*, 2006. 26(9): p. 999-1005.
 74. Spaide, R.F. and Y.L. Fisher, *Intravitreal bevacizumab (Avastin) treatment of proliferative diabetic retinopathy complicated by vitreous hemorrhage*. *Retina-the Journal of Retinal and Vitreous Diseases*, 2006. 26(3): p. 275-278.
 75. Mason, J.O., P.A. Nixon, and M.F. White, *Intravitreal injection of bevacizumab (Avastin) as adjunctive treatment of proliferative diabetic retinopathy*. *American Journal of Ophthalmology*, 2006. 142(4): p. 685-688.
 76. Kollias, A.N. and M.W. Ulbig, *Diabetic retinopathy: Early diagnosis and effective treatment*. *Dtsch Arztebl Int*. 107(5): p. 75-83; quiz 84.
 77. Xia, P., et al., *Characterization of vascular endothelial growth factor's effect on the activation of protein kinase C, its isoforms, and endothelial cell growth*. *Journal of Clinical Investigation*, 1996. 98(9): p. 2018-2026.
 78. Aiello, L.P., et al., *Inhibition of PKC beta by oral administration of ruboxistaurin is well tolerated and ameliorates diabetes-induced retinal hemodynamic abnormalities in patients*. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2006. 47(1): p. 86-92.
 79. Aiello, L.P., *The effect of ruboxistaurin on visual loss in patients with moderately severe to very severe nonproliferative diabetic retinopathy initial - Results of the protein kinase C beta inhibitor diabetic retinopathy study (PKC-DRS) multicenter randomized clinical trial*. *Diabetes*, 2005. 54(7): p. 2188-2197.
 80. Strom, C., et al., *Effect of ruboxistaurin on blood-retinal barrier permeability in relation to severity of leakage in diabetic macular edema*. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2005. 46(10): p. 3855-3858.
 81. Boehm, B.O., et al., *Octreotide reduces vitreous hemorrhage and loss of visual acuity risk in patients with high-risk proliferative diabetic retinopathy*. *Horm Metab Res*, 2001. 33(5): p. 300-6.
 82. Grant, M.B., et al., *The efficacy of octreotide in the therapy of severe nonproliferative and early proliferative diabetic retinopathy - A randomized controlled study*. *Diabetes Care*, 2000. 23(4): p. 504-509.
 83. Sennlaub, F., et al., *Cyclooxygenase-2 in human and experimental ischemic proliferative retinopathy*. *Circulation*, 2003. 108(2): p. 198-204.
 84. Stearne, M.R., et al., *Efficacy of atenolol and captopril in reducing risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 39*. *British Medical Journal*, 1998. 317(7160): p. 713-720.
 85. Gilbert, R.E., et al., *Angiotensin converting enzyme inhibition reduces retinal overexpression of vascular endothelial growth factor and hyperpermeability in experimental diabetes*. *Diabetologia*, 2000. 43(11): p. 1360-1367.
 86. Jackson, W.E., et al., *Angiotensin-converting enzyme inhibitor therapy and diabetic retinopathy*. *Ann Ophthalmol*, 1992. 24(3): p. 99-103.

87. Knudsen, S.T., et al., *Effects of losartan on diabetic maculopathy in type 2 diabetic patients: a randomized, double-masked study*. Journal of Internal Medicine, 2003. 254(2): p. 147-158.
88. Rachmani, R., et al., *Effect of enalapril on the incidence of retinopathy in normotensive patients with type 2 diabetes*. Eur J Intern Med, 2000. 11: p. 48-50.
89. Pradhan, R., et al., *Angiotensin-converting enzyme inhibition for the treatment of moderate to severe diabetic retinopathy in normotensive Type 2 diabetic patients. A pilot study*. J Diabetes Complications, 2002. 16(6): p. 377-81.
90. *Maßnahmen - Blindheitsverhütung in Deutschland*. Vision 2020 2007 [cited 2010 June 7]; Available from: http://vision2020deutschland.de/massnahmen/verh_deutsch.php.
91. Bierwirth, R.A., et al., *The cost of diabetic retinopathy and nephropathy in Germany* Der Diabetologe, 2008. 4(7).
92. *Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen »Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten« (BGG 904-G25)*. Oktober 1998, Stuttgart: Gentner-Verlag.
93. Mehrrens, G., H. Valentin, and A. Schöneberger, *Arbeitsunfall und Berufskrankheit*. Vol. 7. 2003, Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. 1007;1373.
94. De Solla Price, D.J., *Little Science, Big Science*. Suhrkamp-Taschenbuch, 1974: p. S. 17
95. Garfield, E. *The Science of Science to Scientometrics. Visualizing the History of Science with HistCite Software*. in *11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*. 2007. Madrid, Spain: CSIC.
96. Neye, N., *Humanes Immundefizienz-Virus (HIV) eine szientometrische Analyse* 2009, FU Dissertationen Online Berlin. p. 145.
97. Bircks, A., *Syphilis – eine szientometrische Analyse*. 2010, FU - Online Dissertationen: Berlin. p. 74.
98. Bohlen, A.B., et al., *[Scientometric analysis of the BMI]*. Z Gastroenterol. 48(11): p. 1285-92.
99. Krassas, G.E., et al., *The efficacy of somatostatin analogues in the treatment of diabetic retinopathy and thyroid eye disease*. Clin Ophthalmol, 2007. 1(3): p. 209-15.
100. *A versatile workflow solution ISI Web of knowledgeSM - Integrated access to high quality, multidisciplinary research literature*. ISI Web of knowledge - Factsheet 2008 [cited 2009 September 8]; Available from: http://thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web_of_Knowledge_factsheet.pdf.
101. Dolan, C. and A. Honeysett. *Company history*. 2009 [cited 2009 September 10]; Available from: http://thomsonreuters.com/about/company_history/.
102. Garfield, E., *"Science Citation Index"--A New Dimension in Indexing*. Science, 1964. 144(3619): p. 649-654.
103. Testa, J. *The Thomson Reuters Journal Selection Process*. Essays & White Papers [cited 2009 December 15]; Available from: <http://isiwebofknowledge.com/benefits/essays/journalselection/>.
104. Garfield, E., *Citation analysis as a tool in journal evaluation*. Science, 1972. 178(60): p. 471-9.
105. *The definitive resource for global research - WEB OF SCIENCE® - Access powerful cited reference searching and multidisciplinary content*. ISI Web of

- Science - Factsheet 2008 [cited 2009 December 10]; Available from: http://thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web_of_Science_factsheet.pdf.
106. Falagas, M.E., et al., *Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses*. *Faseb J*, 2008. 22(2): p. 338-42.
 107. Boudry, C. and G. Bozet, *Bibliography search in biology and medicine: a tutorial for Medline PubMed use*. *Med Sci (Paris)*, 2004. 20(8-9): p. 804-7.
 108. *Milestones in NLM History*. History of NLM 2006 [cited 2009 September 11]; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/about/nlmhistory.html>.
 109. Garfield, E., *The history and meaning of the journal impact factor*. *Jama*, 2006. 295(1): p. 90-3.
 110. Ball, R. and D. Tunger, eds. *Bibliometrische Analysen - Daten, Fakten und Methoden: Grundwissen Bibliometrie für Wissenschaftler, Wissenschaftsmanager, Forschungseinrichtungen und Hochschulen*. Vol. 12. 2005, Forschungszentrums Jülich GmbH: Jülich. 81.
 111. Burton, R.E. and R.W. Kebler, *The half-life of some scientific and technical literatures*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 1960. 11(1): p. 18-22.
 112. Marx, W. and G. Gramm, *Literaturflut - Informationslawine - Wissensexplosion. Wächst der Wissenschaft das Wissen über den Kopf?* Max-Planck-Institut für Festkörperforschung Stuttgart 2002.
 113. Hirsch, J.E., *An index to quantify an individual's scientific research output*. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2005. 102(46): p. 16569-72.
 114. Tobler, W., *Thirty five years of computer cartograms*. *Annals of the Association of American Geographers*, 2004. 94(1): p. 58-73.
 115. Gastner, M.T. and M.E.J. Newman, *Diffusion-based method for producing density-equalizing maps*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004. 101(20): p. 7499-7504.
 116. Ferrara, N. and W.J. Henzel, *Pituitary follicular cells secrete a novel heparin-binding growth factor specific for vascular endothelial cells*. *Biochem Biophys Res Commun*, 1989. 161(2): p. 851-8.
 117. Garfield, E., *How ISI Selects Journals for Coverage: Quantitative and Qualitative Considerations*. *Current Contents*. *Essays of an Information Scientist*, 1990. 13(22): p. 5-13.
 118. Meho, L.I. and K. Yang, *Impact of Data Sources on Citation Counts and Rankings of LIS Faculty: Web of Science Versus Scopus and Google Scholar*. *Journal of the American society for information science and technology*, 2007. 58: p. 2105–2125.
 119. Matthäus, *Bibel, Lutherversion 1984*. 25:29.
 120. Merton, R.K., *The Matthew effect in science. The reward and communication systems of science are considered*. *Science*, 1968. 159(810): p. 56-63.
 121. Garfield, E. *The concept of citation indexing: unique and innovative tool for navigating the research literature*. *Current contents* 1994 [cited 2009 December 12]; Available from: http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/essays/concept_of_citation_indexing/.
 122. Winkmann, G., S. Schlutius, and H.G. Schweim, *[Publication languages of Impact Factor journals and of medical bibliographic databanks (reprint)]*. *Klin Monatsbl Augenheilkd*, 2002. 219(1-2): p. 65-71.
 123. Siebers, R. and S. Holt, *Accuracy of references in five leading medical journals*. *Lancet*, 2000. 356(9239): p. 1445-1445.

124. ZHIVOTOVSKY, L.A. and K.V. KRUTOVSKY, *Self-citation can inflate h-index*. *Scientometrics*, 2008. 77(2): p. 373–375.
125. Dong, P., M. Loh, and A. Mondry, *The "impact factor" revisited*. *Biomedical Digital Libraries* 2005.
126. Narin, F., G. Pinski, and H.H. Gee, *Structure of Biomedical Literature*. *Journal of the American Society for Information Science*, 1976. 27(1): p. 25-45.
127. Seglen, P.O., *Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research*. *British Medical Journal*, 1997. 314(7079): p. 498-502.
128. Opthof, T., R. Coronel, and H.M. Piper, *Impact factors: no totum pro parte by skewness of citation*. *Cardiovascular Research*, 2004. 61(2): p. 201-203.
129. *Not-so-deep impact*. *Nature*, 2005. 435(7045): p. 1003-4.
130. Endre, S., K. va, and ts, *Unfounded attribution of the "Half-life" index-number of literature obsolescence to Burton and Kebler: A literature science study*. 2002, John Wiley & Sons, Inc. p. 1098-1105.
131. Kelly, C.D. and M.D. Jennions, *The h index and career assessment by numbers*. *Trends Ecol Evol*, 2006. 21(4): p. 167-70.
132. Vanclay, J., *On the robustness of the h-index*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2006. 58(10): p. 1547-1550.
133. Costas, R. and M. Bordons, *The h-index: Advantages, limitations and its relation with other bibliometric indicators at the micro level*. *Journal of Informetrics* 2007. 1: p. 193–203.
134. Bortz, J.a.R.W., *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler in Statistik. für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer, 2007: p. 411-411.
135. *Fact Sheet Diabetic Retinopathy*. *Research Results for the Public* 2007 [cited 2010 June 17]; Available from: <http://www.nih.gov/about/researchresultsforthepublic/DiabeticRetinopathy.pdf>.
136. Wild, S., et al., *Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030*. *Diabetes Care*, 2004. 27(5): p. 1047-53.
137. Narayan, K.M., et al., *Diabetes--a common, growing, serious, costly, and potentially preventable public health problem*. *Diabetes Res Clin Pract*, 2000. 50 Suppl 2: p. S77-84.
138. Krumpaszy, H.G. and V. Klauss, *Epidemiology of blindness and eye disease*. *Ophthalmologica*, 1996. 210(1): p. 1-84.
139. Steinberg, J., *Die altersabhängige Makuladegeneration - eine szientometrische Analyse*. 2010, Dissertationen Online FU: Berlin. p. 145.
140. Ferris III, F. *Diabetic Retinopathy Study (DRS)*. *Clinical Studies Database* 1999 [cited; Available from: <http://www.nei.nih.gov/neitrials/viewStudyWeb.aspx?id=62>].
141. *Photocoagulation for diabetic macular edema: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Report no. 4. The Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group*. *Int Ophthalmol Clin*, 1987. 27(4): p. 265-72.
142. *Early vitrectomy for severe proliferative diabetic retinopathy in eyes with useful vision. Clinical application of results of a randomized trial--Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Report 4. The Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group*. *Ophthalmology*, 1988. 95(10): p. 1321-34.
143. *Early Vitrectomy for Severe Proliferative Diabetic-Retinopathy in Eyes with Useful Vision - Results of a Randomized Trial - Diabetic-Retinopathy Vitrectomy Study Report-3*. *Ophthalmology*, 1988. 95(10): p. 1307-1320.
144. *Early vitrectomy for severe vitreous hemorrhage in diabetic retinopathy. Two-year results of a randomized trial. Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study*

- report 2. *The Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group*. Arch Ophthalmol, 1985. 103(11): p. 1644-52.
145. *Early Vitrectomy for Severe Vitreous Hemorrhage in Diabetic-Retinopathy - 4-Year Results of a Randomized Trial - Diabetic-Retinopathy Study Report 5*. Archives of Ophthalmology, 1990. 108(7): p. 958-964.
146. *Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34)*. UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Lancet, 1998. 352(9131): p. 854-65.
147. Kohner, E.M., et al., *United kingdom prospective diabetes study, 30 - Diabetic retinopathy at diagnosis of non-insulin-dependent diabetes mellitus and associated risk factors*. Archives of Ophthalmology, 1998. 116(3): p. 297-303.
148. Klein, R., et al., *The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy. IV. Diabetic macular edema*. Ophthalmology, 1984. 91(12): p. 1464-74.
149. Meneghini, R. and A.L. Packer, *Is there science beyond English? Initiatives to increase the quality and visibility of non-English publications might help to break down language barriers in scientific communication*. Embo Reports, 2007. 8(2): p. 112-116.
150. Baethge, C., *Die Sprachen der Medizin*. Deutsches Ärzteblatt, 2008. 105(3): p. 37-40.
151. Winkmann, G., S. Schlutius, and H.G. Schweim, *Publication languages of Impact Factor journals and of medical bibliographic databanks (Reprinted from Dtsch Med Wochenschr, vol 127, pg 131-137, 2002)*. Klinische Monatsblätter Für Augenheilkunde, 2002. 219(1-2): p. 65-71.
152. Egger, M., et al., *Language bias in randomised controlled trials published in English and German*. Lancet, 1997. 350(9074): p. 326-9.
153. Schmucker, C., et al., *[Randomized controlled and controlled clinical trials in German-language ophthalmological journals]*. Ophthalmologie, 2008. 105(3): p. 255-61.
154. Sommer, A., *Introducing Ronald and Barbara Eden Kobrin Klein, the 2005 Recipients of the Friedenwald Award*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2006. 47(No. 5).
155. Kohner, E.M., et al., *Microaneurysms in the development of diabetic retinopathy (UKPDS 42)*. UK Prospective Diabetes Study Group. Diabetologia, 1999. 42(9): p. 1107-12.
156. Stratton, I.M., et al., *UKPDS 50: risk factors for incidence and progression of retinopathy in Type II diabetes over 6 years from diagnosis*. Diabetologia, 2001. 44(2): p. 156-63.
157. Kohner, E.M., *Microvascular disease: what does the UKPDS tell us about diabetic retinopathy?* Diabet Med, 2008. 25 Suppl 2: p. 20-4.
158. Kohner, E.M., et al., *Relationship between the severity of retinopathy and progression to photocoagulation in patients with Type 2 diabetes mellitus in the UKPDS (UKPDS 52)*. Diabet Med, 2001. 18(3): p. 178-84.
159. Aiello, L.P., et al., *Suppression of retinal neovascularization in vivo by inhibition of vascular endothelial growth factor (VEGF) using soluble VEGF-receptor chimeric proteins*. Proc Natl Acad Sci U S A, 1995. 92(23): p. 10457-61.
160. Friedebold, A., *Karpaltunnelsyndrom – eine szientometrische Analyse einer Erkrankung des muskuloskeletalen Systems*. 2009, Dissertationen Online FU: Berlin. p. 51.
161. Broad, W.J., *The publishing game: Getting more or less*. Science, 1981. 211: p. 1137-1139.

Literaturverzeichnis

162. Cronin, B., *Hyperauthorship: a postmodern perversion or evidence or a structural shift in scholarly communication practices*. Journal of the American Society for Information - Science and Technology, 2001. 52(7): p. 558-569.
163. Donat, J., *Epilepsie: Szientometrische Analysen*. 2010, Dissertationen Online FU: Berlin. p. 103.
164. Jokić, M. and R. Ball, *Qualität und Quantität wissenschaftlicher Veröffentlichungen - Bibliometrische Aspekte der Wissenschaftskommunikation*. Schriften des Forschungszentrums Jülich - Reihe Bibliothek/Library, 2006. 15: p. 168-171.
165. *International Monetary Fund - World Economic Outlook Database, October 2009* 2009 [cited 2010 January 20]; Available from: <http://imf.org/external/pubs/ft/weo/2009/02/weodata/index.aspx>.
166. Gerster, R., *Fatales Ungleichgewicht in der medizinischen Forschung*. Bulletin von Medicus Mundi Schweiz, 2004. 92.
167. *Health at a glance 2007 OECD Indicators*. 4 ed. Health at a glance. 2007, Paris: OECD Publishing. 193.
168. Ager, D., *Identity, insecurity and image: France and language*. Multilingual Matters ed. J. Edwards. Vol. 112. 1999, Clevedon: Multilingual Matters Ltd. 240.
169. Oaks, L., ed. *Language and National Identity: Comparing France and Sweden*. ed. I.S.i.l.a. society. 2001, John Benjamins Publishing Co: Amsterdam. 266.

Selbstständigkeitserklärung

Erklärung

„Ich, Natalie Wahrlich, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *Diabetische Retinopathie – eine szientometrische Analyse* selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Danksagung

Besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. mult. David Groneberg, Direktor des Instituts für Arbeitsmedizin der Charité, für die Überlassung des Themas aussprechen. Er stand mit motivierendem und freundlichem Rat zur Seite, vermittelte Zuversicht und gab stets Unterstützung.

Des Weiteren möchte ich Herrn Dipl. Ing. Cristian Scutaru für die Bereitstellung der von ihm entwickelten Computerprogramme und für seine große Hilfe und Geduld bei den zahlreichen informatischen Fragestellungen danken. Ohne ihn wäre die Entstehung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

Auch den anderen Mitarbeitern des Instituts für Arbeitsmedizin danke ich für die angenehme Zusammenarbeit. Insbesondere möchte ich mich bei Dr. David Quarcoo für seine zuverlässige, freundliche Betreuung, die Korrektur dieser Arbeit sowie seine konstruktiven Hinweise bedanken.

Ebenfalls danken möchte ich meinen Freundinnen Ayten Bozkurt, Lindy Musial-Bright, Eva Brockmann, Lisa Kloss, Inka Hauschild und meinem Hauskreis, die mich sowohl bei der Fertigstellung dieser Arbeit als auch das gesamte Studium über mit viel Humor, Anteilnahme und Gebet begleitet haben.

Bei meinen lieben Freundinnen Frauke Jassmann und Julia Rappenecker bedanke ich mich für ihre Mühen bei der Korrektur dieser Arbeit. Ihre Einsatzbereitschaft und Freundschaft waren für mich eine echte Ermutigung und eine große Hilfe.

Ich möchte mich bei meinen Eltern Alice und Chehadi Yazigi bedanken, die mich während des gesamten Studiums und bei der Anfertigung dieser Arbeit immer liebevoll unterstützt haben. Mein Bruder Martin Yazigi hat mir geholfen, den Blick für das Wesentliche nicht zu verlieren.

Zuletzt danke ich meinem Mann Marius Wahrlich, der mich durch die Höhen und Tiefen dieser Arbeit getragen hat. Er hat mich immer gut beraten, mir geholfen und mir durch seine dienende Haltung ermöglicht, einen Schritt nach dem anderen zu gehen.