

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

DISSERTATION

Infektiöse Endokarditis:  
Eine szientometrische Analyse

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Antje Petra Berkholz

aus Berlin

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

Datum der Promotion: 05.06.2011

# **Inhaltsübersicht**

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>X</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Methode .....</b>	<b>24</b>
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>40</b>
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>76</b>
<b>5 Zusammenfassung .....</b>	<b>101</b>
<b>6 Summary.....</b>	<b>103</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>105</b>
<b>8 Lebenslauf .....</b>	<b>115</b>
<b>9 Danksagung.....</b>	<b>116</b>
<b>10 Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>117</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Definition und Epidemiologie der infektiösen Endokarditis .....	1
1.2	Einteilung.....	2
1.2.1	Unterteilung nach Risikofaktoren .....	3
1.3	Pathogenese .....	5
1.3.1	Von der Bakterienadhäsion zur Vegetationsbildung und Klappenzerstörung...5	
1.3.2	Charakteristika der Endokarditiserreger.....	6
1.3.3	Bedeutung der transienten Bakteriämie .....	7
1.4	Erreger .....	8
1.5	Klinisches Bild und Anamnese .....	9
1.6	Diagnostik.....	11
1.6.1	Duke-Kriterien .....	11
1.6.2	Blutkulturen .....	13
1.6.3	Echokardiographie .....	14
1.6.4	Laborparameter.....	14
1.7	Therapie .....	15
1.7.1	Antimikrobielle Therapie.....	15
1.7.2	Chirurgische Therapie.....	16
1.8	Prophylaxe und Prävention .....	17
1.8.1	Risikoprozeduren .....	19
1.8.2	Antibiotika-Applikation und Dosierung.....	20
1.8.3	Generelle Präventionsmaßnahmen.....	20
1.9	Szientometrie und Bibliometrie.....	21
1.10	Zielsetzung der Arbeit .....	22
<b>2</b>	<b>Methode</b> .....	<b>24</b>
2.1	Datenquellen .....	24
2.1.1	„Institute for Scientific Information“ (ISI) und „ISI-Web of Science“ .....	24
2.1.2	„PubMed-Online-Datenbank“ der „United States Library of Medicine“ .....	25
2.1.3	Medical Subject Headings (MeSH) .....	26
2.2	Bibliometrische Messgrößen und ihre Bedeutung .....	27
2.2.1	H-Index.....	27
2.2.2	Zitationsrate.....	27

2.3	Density Equalizing Map Projections (DEMP) .....	27
2.4	Diffusionskartenanamorphoten .....	29
2.5	Datenerhebung.....	29
2.5.1	Datenerhebung bezüglich der Herkunftsländer.....	30
2.5.2	Datenerhebung bezüglich Kooperationsbeziehungen .....	31
2.6	Allgemeine Suchstrategien.....	32
2.7	Spezielle Suchstrategien.....	33
2.7.1	Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren .....	33
2.7.2	Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit .....	33
2.7.3	Analyse der Publikationen nach Erscheinungsformen .....	33
2.7.4	Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften.....	33
2.8	Länderspezifische Analysen.....	34
2.8.1	Analyse der Veröffentlichungen nach Herkunftsländern .....	34
2.8.2	Analyse der Anzahl der Institutionen pro Publikationsland .....	34
2.8.3	Analyse der internationalen Kooperationsbeziehungen publizierender Institutionen .....	34
2.8.4	Analyse der Länderkooperationen .....	35
2.8.5	Analyse des modifizierten H-Index der meistpublizierenden Länder .....	35
2.9	Analyse nach Kombinationen einzelner Fachkategorien .....	35
2.10	Zitationsanalysen .....	36
2.10.1	Analyse der Zitationsraten der Publikationen in den einzelnen Jahren .....	36
2.10.2	Zitationsanalysen nach Zitations- und Erscheinungsjahr .....	36
2.10.3	Analyse der Halbwertszeit einer Publikation .....	37
2.10.4	Analyse der am häufigsten zitierten Fachzeitschriften .....	37
2.10.5	Länderspezifische Zitationsanalysen .....	37
2.11	Autorenanalysen .....	38
2.11.1	Analyse der produktivsten Autoren .....	38
2.11.2	Zitationsraten der Autoren.....	38
2.11.3	H-Indices der Autoren .....	38
2.11.4	Analyse der Autorenzahl pro Artikel .....	38
2.11.5	Analyse der Kooperationen zwischen den Autoren .....	39
2.11.6	Untersuchung der gegenseitigen Zitierungen und Selbstzitierungen.....	39
2.12	Analyse formaler und struktureller Aspekte der Publikationen.....	39
2.12.1	Entwicklung der Seitenzahlen der Publikationen .....	39

2.12.2	Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses .....	39
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>40</b>
3.1	Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren (1900-2008) .....	40
3.2	Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit .....	41
3.3	Analyse der Publikationen nach Erscheinungsformen .....	42
3.4	Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften .....	43
3.5	Länderspezifische Analysen .....	44
3.5.1	Analyse der Publikationen nach Herkunftsländern .....	44
3.5.2	Analyse der Anzahl der Institutionen pro Publikationsland .....	45
3.5.3	Analyse der internationalen Kooperationsbeziehungen publizierender Institutionen .....	46
3.5.4	Analyse der Länderkooperationen .....	47
3.5.5	Analyse des modifizierten H-Index der meistpublizierenden Länder .....	50
3.6	Analyse der Publikationen nach Kombinationen einzelner Fachkategorien ...	51
3.7	Zitationsanalysen .....	53
3.7.1	Analyse der Zitationsraten der Publikationen in den einzelnen Jahren .....	53
3.7.2	Zitationsanalysen nach Zitations- und Erscheinungsjahr .....	54
3.7.3	Analyse der Halbwertszeit einer Publikation .....	57
3.7.4	Analyse der am häufigsten zitierten Fachzeitschriften .....	58
3.7.5	Länderspezifische Zitationsanalysen .....	60
3.8	Autorenanalysen .....	62
3.8.1	Analyse der produktivsten Autoren .....	62
3.8.2	Zitationsraten der Autoren .....	66
3.8.3	H-Indices der Autoren .....	67
3.8.4	Analyse der Autorenzahl pro Artikel .....	68
3.8.5	Untersuchung der Kooperationen zwischen den Autoren .....	69
3.8.6	Untersuchung der gegenseitigen Zitierungen und Selbstzitierungen (Zitationsmuster) .....	71
3.9	Analyse formaler und struktureller Aspekte der Publikationen über die Jahre	73
3.9.1	Entwicklung der Seitenanzahl der Publikationen .....	73
3.9.2	Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses .....	74
<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>76</b>
4.1	Methodische Diskussion .....	76

4.1.1	Datenquellen und ihre Beurteilung .....	76
4.1.2	Beurteilung der Suchstrategien .....	79
4.1.3	Kritische Beurteilung der verwendeten szientometrischen Methoden und Werkzeuge .....	80
4.2	Inhaltliche Diskussion .....	84
4.2.1	Forschungsaufkommen zur Infektiösen Endokarditis .....	84
4.2.2	Die Sprache der Wissenschaft .....	87
4.2.3	Publizierende Länder zur IE und deren Kooperationen .....	88
4.2.4	Wissenschaftliche Resonanz auf die Veröffentlichungen zu der IE .....	92
4.2.5	Autoren und ihre Bedeutung .....	97
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>101</b>
<b>6</b>	<b>Summary .....</b>	<b>103</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>105</b>
<b>8</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>115</b>
<b>9</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>116</b>
<b>10</b>	<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>	<b>117</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kriterien zur Klassifikation der infektiösen Endokarditis [3, 11] .....	2
Abbildung 2: Artikelanzahl pro Jahr im Zeitraum von 1900-2008 .....	40
Abbildung 3: Veröffentlichungen nach Sprachzugehörigkeit .....	41
Abbildung 4: Erscheinungsformen der Publikationen .....	42
Abbildung 5: Analyse der Fachzeitschriften nach Anzahl der Artikel .....	43
Abbildung 6: Kartenanamorphote zu den Publikationszahlen der einzelnen Länder.	44
Abbildung 7: Kartenanamorphote zu der Anzahl der Institutionen der Publikationsländer .....	45
Abbildung 8: Netzdiagramm der internationalen Kooperationsbeziehungen publizierender Institutionen .....	46
Abbildung 9: Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer .....	48
Abbildung 10: Netzdiagramm der Länderkooperationen .....	49
Abbildung 11: Kooperationsartikel über die Zeit .....	50
Abbildung 12: Kartenanamorphote zum modifizierten H-Index der einzelnen Publikationsländer .....	51
Abbildung 13: Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete .....	52
Abbildung 14: Netzdiagramm zur Kombination der Themengebiete .....	53
Abbildung 15: Zitationsrate der Publikationen pro Jahr .....	54
Abbildung 16: Zitationen nach Zitationsjahr .....	55
Abbildung 17: Verteilung der Zitate nach Publikationsjahr über die Zeit .....	56
Abbildung 18: Halbwertszeit eines Artikels .....	57
Abbildung 19: Säulendiagramm der meistzitierten Fachzeitschriften .....	60
Abbildung 20: Kartenanamorphote zu der Anzahl der Gesamtzitate der einzelnen Länder .....	61
Abbildung 21: Kartenanamorphote zu den Zitationsraten der Länder .....	62
Abbildung 22: Säulendiagramm der 15 produktivsten Autoren mit Anzahl ihrer Artikel und Zitate .....	64
Abbildung 23: Säulendiagramm der Top-15-Autoren nach Anzahl ihrer Zitate .....	65
Abbildung 24: Übersicht der 15 meistpublizierenden Autoren als Erst-, Ko- und Seniorautor .....	66
Abbildung 25: Säulendiagramm der 15 produktivsten Autoren mit Anzahl der Artikel und Zitationsrate .....	67
Abbildung 26: Säulendiagramm der Top-15-Autoren mit Artikelanzahl und H-Index	68

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 27: Durchschnittliche Autorenanzahl pro Artikel über die Jahre .....	69
Abbildung 28: Netzdiagramm der Autorenkooperationen .....	70
Abbildung 29: Zitationsmuster zur gegenseitigen Zitierung und Selbstzitierung der Autoren .....	72
Abbildung 30: Durchschnittliche Länge der Artikel über die Jahre .....	73
Abbildung 31: Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses über die Jahre...	74

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Duke-Kriterien und Modifikationen [4] .....	12
Tabelle 2: Ursprüngliche und modifizierte diagnostische Kategorien nach den Duke-Kriterien [4] .....	13
Tabelle 3: Empfehlungen zur chirurgischen Therapie bei aktiver Endokarditis [3] ....	17
Tabelle 4: Patienten mit der höchsten Wahrscheinlichkeit eines schweren oder letalen Verlaufs einer infektiösen Endokarditis [76] .....	19
Tabelle 5: Empfohlene Prophylaxe vor zahnärztlichen Eingriffen [76].....	20
Tabelle 6: Auswahl der verwendeten Tags des „ISI-Web of Knowledge“ [96] .....	30
Tabelle 7: Matrix zu den Länderkooperationen.....	32
Tabelle 8: Meistzitierte Fachzeitschriften .....	59
Tabelle 9: Übersicht zu den produktivsten Autoren .....	63

## Abkürzungsverzeichnis

AA	Auswärtiges Amt
AHA	American Heart Association
AMER J MED	American Journal of Medicine
AM HEART J	American Heart Journal
ANN INTERN MED	Annals of Internal Medicine
ANN THORAC SUR	The Annals of Thoracic Surgery
ARCH INTERN MED	Archives of Internal Medicine
BRIT DENT J	British Dental Journal
CLIN INFECT DIS	Clinical Infectious Diseases
CLIN RES CARDIOL	Clinical Research in Cardiology
DEMP	Density Equalizing Map Projections
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DNA	Desoxyribonukleinsäure
EUR HEART J	European Heart Journal
ESC	European Society of Cardiology
HACEK	Hämophilus, Actinobacillus, Cardiobacterium, Eikenella und Kingella Spezies
ICE	International Collaboration on Endocarditis
JAMA	Journal of the American Medical Association
J AM MED ASSN	Journal of the American Medical Association
J AM COLL CARDIOL	Journal of the American Collage of Cardiology
J CLIN MICROBIOL	Journal of Clinical Microbiology
J HEART VALVE DIS	Journal of Heart Valve Disease
J THORAC CARDIOV SUR	Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery
IE	Infektiöse Endokarditis
INFECT IMMUN	Infection and Immunity
INT J CARDIOL	International Journal of Cardiology
ISI	Institute for Scientific Information

## Abkürzungsverzeichnis

ISCVID	International Society of Cardiovascular Infectious Diseases
i.v.	intravenös
MeSH	Medical Subject Headings
MRSA	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
NBTE	nicht bakterielle Thrombotische Endokarditis
N ENGL J MED	The New England Journal of Medicine
NLM	National Library of Medicine
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
PCR	Polymerasekettenreaktion
PEG	Paul-Ehrlich-Gesellschaft
p.o.	per os
PubMed	PubMed-Online-Datenbank
S. aureus	Staphylococcus aureus
SCAN J INFECT DIS	Scandinavian Journal of Infectious Diseases
SCI	Science Citation Index
spp.	Species pluralis
Tab.	Tabelle
TEE	transösophageale Echokardiographie
TTE	transthorakale Echokardiographie
Univ	Universität
UK	United Kingdom
US	United States
USA	United States of America
WoS	Web of Science
ZEN	Zentrales Endokarditisregister

### **1 Einleitung**

Die vorliegende Arbeit umfasst eine szientometrische Analyse zur Thematik der infektiösen Endokarditis (IE). Diese schwere und potentiell lebensbedrohliche Erkrankung, welche den Gegenstand dieser Untersuchung darstellt, wurde erstmals vor mehr als 100 Jahren von dem Arzt und Wissenschaftler Sir William Osler erwähnt und ist bis heute in der wissenschaftlichen Forschungswelt von großem Interesse [1]. Der Begriff Szientometrie lässt sich auf die Worte „scientia“ (lat. Wissenschaft) und „mensura“ (lat. messen) zurückleiten und beinhaltet wortgemäß „das Messen von Wissenschaft“. In diesem Sinne besteht die Intention dieser Arbeit darin, das weltweit veröffentlichte Forschungsaufkommen zur IE mit Hilfe von computerbasierten Suchalgorithmen in Datenbanken zu untersuchen und diese Daten mittels szientometrischer und bibliometrischer Werkzeuge weitergehend zu analysieren.

#### **1.1 Definition und Epidemiologie der infektiösen Endokarditis**

Bei der IE handelt es sich um eine mikrobielle Infektion endokardialer Strukturen, die vorzugsweise durch Bakterien ausgelöst wird. Gekennzeichnet ist sie durch die am Entzündungsort auftretenden charakteristischen Läsionen, den Vegetationen. Diese bestehen aus einer Ansammlung von Thrombozyten, Fibrin, Mikrokolonien von Mikroorganismen und Entzündungszellen [2]. Als Prädilektionsort gelten die nativen Herzklappen, wobei mit ansteigender Frequenz auch intrakardial implantierte Fremdmaterialien, wie Kunstklappen oder Schrittmachersonden, befallen sind. Zu den seltener betroffenen Strukturen gehören das ventrikuläre oder atriale Endokard sowie die großen herznahen Gefäße [3].

Die IE ist eine ernstzunehmende Erkrankung, die bei ausbleibender adäquater Behandlung tödlich verläuft. Ihre Letalitätssrate liegt bei 20-25% [4] und hängt von klinischen Faktoren, dem ursächlichen Erreger, dem Zeitpunkt der Diagnosestellung sowie der Einleitung einer adäquaten Therapie ab [3]. Die Inzidenz beträgt 25-50/1.000.000 Fälle pro Jahr [5, 6]. Trotz deutlicher Fortschritte in der Endokarditisiagnostik und verbesserter Prognose durch Weiterentwicklung antimikrobieller und chirurgischer Therapien, ist die Endokarditisinzidenz innerhalb der letzten Jahrzehnte nahezu konstant geblieben, wie Untersuchungen aus den Vereinigten Staaten, Kanada und Frankreich unabhängig voneinander zeigen [5, 7-9]. Diese Konstanz lässt sich auf eine Umverteilung prädisponierender Faktoren zurückführen. So sinkt der Anteil an Patienten mit rheumatischen Kardiopathien,

# Einleitung

wohingegen es zu einer Zunahme neuer Risikofaktoren kommt. Insgesamt zeigen sich eine Vielzahl älterer Patienten und vermehrt Erkrankungen bei i.v. Drogenabusus, nach endovaskulären Zugängen und bei Klappenersatz [10]. Des Weiteren zeichnet sich eine Veränderung des Erregerspektrums ab [5].

## 1.2 Einteilung

Eine Einteilung der IE kann, wie in Abbildung 1 dargestellt, nach unterschiedlichen Kriterien vorgenommen werden. Hierbei ist es sinnvoll, verschiedene Merkmale zu berücksichtigen, da unterschiedliche Faktoren für die Charakterisierung der Krankheit relevant sind.

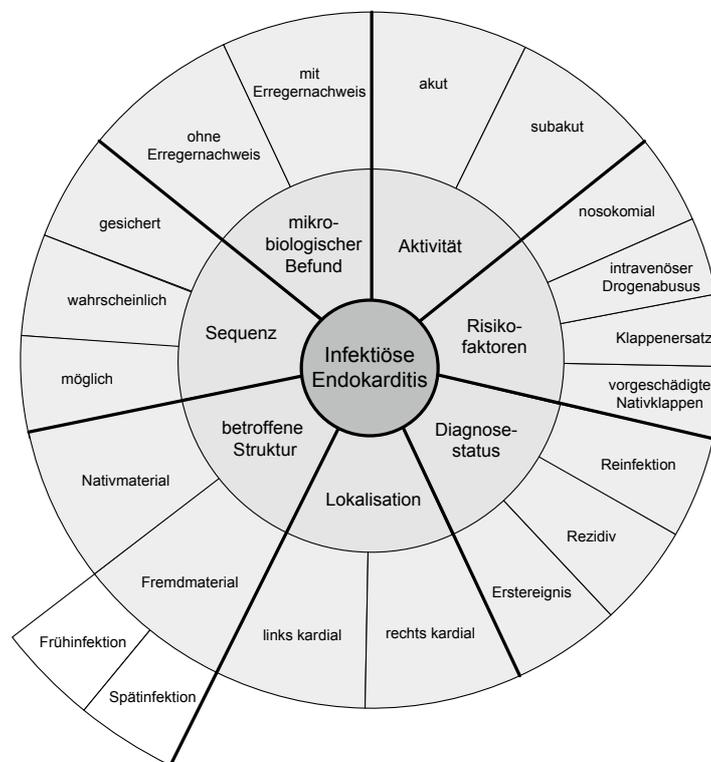


Abbildung 1: Kriterien zur Klassifikation der infektiösen Endokarditis [3, 11]

Auf das Unterteilungskriterium „Risikofaktoren“ soll an dieser Stelle näher eingegangen werden, da ein direkter Zusammenhang zwischen dem in den letzten Jahrzehnten eingetretenen Wandel des klinischen Erscheinungsbildes der IE und einer Veränderung der patientenseitigen prädisponierenden Faktoren besteht. Das zunehmende Auftreten von mehr akuten und weniger subakuten Verlaufsformen geht einher mit dem Rückgang bzw. Zuwachs einzelner Risikofaktoren [5].

### 1.2.1 Unterteilung nach Risikofaktoren

Entsprechend der prädisponierenden Faktoren ist eine Unterteilung der IE in vier Kategorien möglich. Zu unterscheiden sind infektiöse Endokarditiden an vorgeschädigten Nativklappen, an Klappenersatz, bei intravenös Drogenabhängigen und die nosokomiale Endokarditis. Darüber hinaus ist eine Entwicklung neuer Kategorien denkbar, wie eine steigende Endokarditisinzidenz unter Hämodialysepatienten erahnen lässt [12]. Ebenso sind einige Fälle der IE nach Tätowierung oder Piercing bekannt [13, 14].

#### a) IE an Nativklappen

Als klassische und weitgehend untersuchte Risikofaktoren der Endokarditis an nativen Herzklappen gelten das Vorliegen kongenitaler Herzfehler oder rheumatischer Kardiopathien [15, 16]. Ein Mitralklappenprolaps ist mit 2-4% bei der Bevölkerung verbreitet und ist über einen auf dem Chromosom 16 lokalisierten dominanten Marker vererbbar [17]. Es besteht hierbei allerdings nur bei gleichzeitiger Mitralsuffizienz ein erhöhtes Endokarditisrisiko [18], wobei diese die Entstehung eines sterilen Thrombus begünstigt, der sekundär bakteriell besiedelt werden kann [2].

Degenerative Läsionen der Herzklappen können zu seniler Aortenstenose oder Mitralsuffizienz führen, welche das Risiko einer IE erhöhen. Bei bis zu 50% der über 60-jährigen Endokarditispatienten zeigen sich degenerative Herzklappenveränderungen [19]. Demzufolge sollten ältere Menschen gründlich auf klinische Anzeichen einer Klappendysfunktion untersucht werden.

Rheumatische Kardiopathien galten vor dem Aufkommen der Antibiotika als Hauptrisikofaktor der IE [20], wohingegen sie heute in den Industrieländern sehr selten sind [15].

#### b) IE bei Klappenersatz

Die kumulative Rate von Endokarditiden bei Klappenersatz beträgt im ersten postoperativen Jahr 1,5-3% und innerhalb von fünf Jahren 3-6%. Zu unterscheiden ist eine frühe Infektion, welche innerhalb von 60 Tagen postoperativ auftritt, von einer späten Infektion. Diese Unterteilung ist von besonderer Relevanz, da beide Formen unterschiedliche Erregerspektren aufweisen und somit ein anderes therapeutisches Vorgehen verlangen. Die früh auftretende Erkrankung ist meist auf

## Einleitung

eine intraoperative Kontamination oder eine postoperative Bakteriämie zurückzuführen, wobei sich der nosokomiale Charakter auch im Keimspektrum widerspiegelt [2]. So können bei Endokarditiden an Ersatzklappen in 30-40% der Fälle koagulase-negative Staphylokokken isoliert werden. Auch gramnegative Bakterien (10-20%) und Pilze (5-10%) sind insbesondere bei Frühinfektionen häufige Verursacher von Infektionen an Ersatzklappen [10].

Späte Endokarditiden bei Klappenersatz sind meist auf vergrünende Streptokokken aber auch auf gramnegative HACEK-Organismen zurückzuführen. Durch fortschreitende Endothelisierung des Ersatzmaterials verringert sich innerhalb von zwei bis sechs Monaten das Infektionsrisiko [21]. Ob mechanische oder biologische Prothesen einen größeren Risikofaktor darstellen, bleibt bislang zu prüfen [22].

### c) IE bei intravenös Drogenabhängigen

Mit einem mittleren Alter von 30-40 Jahren repräsentieren die intravenös Drogenabhängigen eine sehr junge Risikogruppe [9, 21], welche innerhalb der letzten Jahre eine zunehmende Endokarditisinzidenz aufweist. Die IE stellt eine schwerwiegende potentielle Folge des intravenösen Drogenkonsums dar [23]. Das Infektionsrisiko kann durch mangelnde Hygiene bei der Injektion, kontaminierte Injektionslösungen, aber auch durch die spezifische physiologische Wirkung der einzelnen Droge begünstigt werden. Darüber hinaus können die Herzklappen durch kleinste Partikel, welche in der Injektionslösung enthalten sein können (z.B. Talk), oberflächlich verletzt werden und somit die Ausbildung einer IE provozieren [24].

Die Endokarditis manifestiert sich innerhalb dieser Risikogruppe in über 50% der Fälle im rechten Herzen an der meist nicht vorgeschädigten Trikuspidalklappe. Die Patienten stellen sich typischerweise mit pleuropulmonalen Beschwerden, Fieber und leisen oder fehlenden Herzgeräuschen vor. *S. aureus* ist mit 60-90% der häufigste Erreger, was nicht zuletzt auf seine Präsenz am Infektionsort zurückzuführen ist. Andere seltener beteiligte Pathogene sind Streptokokken spp., Enterokokken, *Serratia* spp. oder *Pseudomonas* [25]. Die Prognose bei einer isolierten Rechtsherzendokarditis ist bei entsprechender Behandlung günstig [3]. Ihre Mortalität liegt unter 10% [25]. Bei Manifestation am linken Herzen zeigt der Patient die für eine Endokarditis typischen Symptome. Die Prognose fällt hier schlechter aus.

### d) Nosokomiale Endokarditis

Eine nosokomiale Endokarditis zeichnet sich durch eine vorausgegangene Krankenhausbehandlung aus, welche ca. einen Monat vor Krankheitsbeginn stattgefunden hat [2]. Zu den auslösenden Erregern zählen vorwiegend koagulase-negative Staphylokokken und Enterokokken [26]. Mit über 13% ist die IE meist Folge einer Katheter-assoziierten Bakteriämie mit *S. aureus* [27]. Das vermehrte Auftreten von nosokomialen Endokarditiden ist nicht zuletzt durch die hohe Mortalität von über 50% ein ernstzunehmendes Problem. Es gilt, neue Strategien zur Prävention zu entwickeln [28-30].

## 1.3 Pathogenese

Die Pathogenese der IE gliedert sich grob in drei Schritte. Als initiales Ereignis gilt die Anheftung von Mikroorganismen an vorgeschädigte Endothelien. Dies geschieht bei einer transienten Bakteriämie binnen kürzester Zeit. Es folgen die Proliferation und Kolonisation der Mikroorganismen einhergehend mit der Bildung von Vegetationen und Klappenzerstörung. Durch septische Embolisation kann es schließlich zur Beteiligung weiterer Organe kommen [21].

### 1.3.1 Von der Bakterienadhäsion zur Vegetationsbildung und Klappenzerstörung

Ein gesundes Endothel reagiert in der Regel auf zirkulierende Mikroorganismen unempfindlich. Anders verhält es sich jedoch bei einer vorhandenen Endothelläsion. Ein turbulenter Blutstrom bewirkt an Stellen mit hoher Flussgeschwindigkeit oder an Bereichen niedrigen Druckes mit unmittelbarer Nähe zu strukturellen Herzdefekten eine Traumatisierung des Endothels. Diese Läsion fördert die Entstehung eines zunächst sterilen Thrombus, welcher auch als nicht bakterielle thrombotische Endokarditis (NBTE) bezeichnet wird. Diese thrombotische Ablagerung begünstigt das Anheften von Bakterien und kann bei einer transienten Bakteriämie sekundär besiedelt werden. Erworbene und kongenitale Herzerkrankungen gehören zu den häufigen Auslösern der NBTE [2, 31].

Im Falle einer Endothelverletzung bewirkt der direkte Kontakt zwischen Blut und Komponenten des subendothelialen Gewebes die Bildung eines Thrombus. An diesen adhären passagere Endokarditiserreger über bestimmte

Oberflächenmoleküle, proliferieren und aktivieren Monozyten zur Migration sowie zur vermehrten Produktion von Tissue Factor und Zytokinen. Es entsteht lokal ein prokoagulatorischer Zustand. Eine durch Tissue Factor bedingte Aktivierung der Gerinnungskaskade ruft vermehrte Fibrinablagerungen hervor, welche sich mit Thrombozytenaggregaten verbinden und zur Vergrößerung des nun infizierten Thrombus führen. Zusätzlich bewirkt die Produktion von Zytokinen, Integrinen und Tissue Factor durch benachbarte Endothelzellen das Wachstum des Thrombus. Es resultieren die für die IE charakteristischen Vegetationen [2, 32, 33]. Innerhalb dieser Vegetationen, nahezu abgekapselt, zeigen die Mikroorganismen eine rapide Proliferation, so dass in kürzester Zeit eine maximale Bakteriendichte von etwa  $10^8$ - $10^{11}$  colony forming units pro Gramm Vegetation erreicht werden kann. Über 90% der Mikroorganismen in reifen Vegetationen sind metabolisch inaktiv und sprechen daher schlecht auf die antibakterielle Wirkung von Antibiotika an [31].

Auch lokale Entzündungen vermögen die Bakterienadhäsion an Endothelien und somit die Entstehung einer IE zu begünstigen. Durch einen entzündlichen Reiz veranlasst, exprimieren Endothelzellen spezielle Integrine der  $\beta$ 1-Familie. Hierbei handelt es sich um transmembrane Proteine, welche die Fähigkeit besitzen, Fibronectin zu binden. Neben *S. aureus* verfügen wenige andere Erreger der IE über Fibronectin-bindende Proteine. Somit wird das Endothel zu einer adhäsiven Oberfläche für bestimmte Endokarditiserreger und begünstigt deren Adhäsion [21].

### **1.3.2 Charakteristika der Endokarditiserreger**

Die häufigsten Erreger der IE tragen Moleküle auf ihrer Oberfläche, die eine Bindung an geschädigtes Endothel oder Proteine des Wirtsorganismus erleichtern. Sie haben ein besonders hohes Potential der Adhärenz und Kolonisation für beschädigte Herzklappen [32]. Streptokokken, Enterokokken und *S. aureus* gehören zu den klassischen Erregern der IE und sind für über 80% aller Fälle einer Infektion verantwortlich [21].

Einige Streptokokken der Viridansgruppe verfügen über sogenannte FimA-Proteine. Diese Lipoprotein–Antigene vermitteln die Adhäsion an die NBTE und stellen einen wichtigen Virulenzfaktor dar [34]. Weiter fördert die Produktion von Exopolysacchariden und Thrombozyten-aktivierenden-Faktoren die Adhärenz von Streptokokken an sterile Vegetationen [32].

## Einleitung

Als Bakterium mit hoher Virulenz besitzt *S. aureus* nicht nur die Fähigkeit an thrombotisches Material, sondern auch an unversehrtes Endothel zu adhären. Clumping Factor, ein Fibrin- und Fibrinogen-bindendes Oberflächenprotein, und Fibronectin-bindende Proteine ermöglichen hierbei die Adhäsion und Invasion [35]. Nachfolgend kommt es zur Infektion ursprünglich intakter Herzklappen. Des Weiteren produziert *S. aureus* diverse Exoenzyme und Exotoxine, die zum einen das bakterielle Wachstum begünstigen und zum anderen zur Schädigung des Wirtes führen [21].

### 1.3.3 Bedeutung der transienten Bakteriämie

Schleimhäute weisen eine einzigartig endogene Mikroflora auf. Kommt es zu Schleimhautverletzungen im Bereich der Mundhöhle, des Oropharynx oder des Gastrointestinal- bzw. Urogenitaltrakts, werden Mikroorganismen in das zirkulierende Blut abgegeben. Es resultiert eine transiente Bakteriämie, dessen Frequenz und Intensität zum einen von der Art und Größe des Gewebetraumas abhängig ist, und zum anderen von der Erregerdichte und dem Entzündungsgrad des Ortes der Verletzung. Die zirkulierenden Mikroorganismen entsprechen der Mikroflora der traumatisierten Schleimhaut [31].

Eine Bakteriämie kann durch septische oder kontaminierte operative Eingriffe provoziert werden, aber auch spontan entstehen. Hierbei gelangen die Erreger in die Blutbahn und können abhängig von ihren Eigenschaften am vorgeschädigten Endothel eine IE hervorrufen. Normalerweise ist eine solche Bakteriämie von geringer Intensität und kurzer Dauer. So lassen sich nach einer Zahnextraktion 1-100 colony forming units pro Milliliter Blut für weniger als 10 Minuten nachweisen [21].

In den meisten Fällen ist die IE Folge einer spontan auftretenden transienten Bakteriämie, welche durch gewöhnliche Handlungen des Alltags wie Zähneputzen oder Kauen ausgelöst werden kann [36-38]. Dies erklärt zum einen die überdurchschnittlich hohe Zahl der durch Streptokokken ausgelösten Endokarditiden und muss zum anderen bei der Umsetzung aktueller Prophylaxestrategien berücksichtigt werden. Eine Antibiotikaprophylaxe vor invasiven Eingriffen in der Mundhöhle hat dementsprechend nur eine geringe Auswirkung auf die Inzidenz der IE, wohingegen die Etablierung einer guten Mundhygiene als prophylaktische Maßnahme ratsam ist [39-41].

### 1.4 Erreger

Die IE kann durch eine Vielzahl von Mikroorganismen hervorgerufen werden. Sowohl pathogene Bakterien als auch Pilze und sogar einige Viren gehören zu dem Erregerspektrum, wobei die Mehrzahl der Erkrankungen durch grampositive Kokken verursacht wird [25]. Die häufigsten Erreger der IE sind mit absteigender Reihenfolge *S. aureus*, Streptokokken der Viridansgruppe und Enterokokken [4]. Die auslösenden Mikroorganismen und deren Häufigkeit variieren je nach den begleitenden Risikofaktoren, dem klinischen Bild und auch in Abhängigkeit von der Eintrittspforte [2, 25].

Streptokokken der Viridansgruppe (*S. mutans*, *S. mitis*, *S. sanguis*, *S. anginosus*, *S. salivarius*, *S. oralis*) sind beim nichtdrogenabhängigen Patienten die häufigsten Erreger der bakteriellen Endokarditis an Nativklappen [3]. Die Krankheit verläuft meist subakut mit relativ guter Prognose und einer Mortalität von etwa 15%. Häufig zeigt sich bei den betroffenen Patienten ein kardial prädisponierender Faktor [25]. Ein eher seltener Endokarditiserreger ist *Streptococcus bovis*. Dieser zeigt eine Assoziation zu gastrointestinalen Tumoren und chronisch entzündlichen Darmerkrankungen und ist vermehrt bei älteren Patienten nachweisbar [3, 5].

Der wichtigste Erreger der IE unter den Enterokokken ist *E. faecalis*. Als Kommensalen der Darmflora verursachen Enterokokken etwa 7-10% der infektiösen Endokarditiden. Auffallend ist ein zunehmendes Auftreten nosokomialer Infektionen mit multiresistenten Enterokokken [3, 25].

Durch einen zunehmenden Anteil von *S. aureus* Infektionen innerhalb der vergangenen Jahrzehnte gilt *S. aureus* sowohl international als auch in Deutschland als häufigster Endokarditiserreger [4]. Zu den wichtigen Risikofaktoren gehören hier i.v. Drogenabusus, Hämodialyse und Diabetes mellitus [42], aber auch intravaskulärer Katheterismus [25]. Bei über einem Drittel der Betroffenen sind keine vorbestehenden Klappenveränderungen bekannt. Der akute Krankheitsverlauf geht meist mit lokalen Komplikationen und extrakardialen Manifestationen einher. Die Mortalität liegt bei 40% [25]. Ein zunehmendes Auftreten Methicillin-resistenter *S. aureus* Stämme sowie eine zunehmende Vancomycintoleranz innerhalb der letzten Jahre ist auffallend [43, 44].

Zu den gramnegativen Pathogenen, welche eine Endokarditis hervorrufen, gehören die Vertreter der HACEK-Gruppe (*Haemophilus parainfluenza*, *H. aphrophilus*, *H. influenza*, *H. paraphrophilus*, *H. actinomycetemcomitans*, *Cardiobacterium hominis*,

*Eikenella corrodens* und *Kingella kingae*). Als langsam wachsende Erreger von eher niedriger Virulenz sind sie für etwa 3% der Endokarditiden verantwortlich und besiedeln bevorzugt vorgeschädigte Herzklappen oder Klappenprothesen. HACEK-assoziierte Endokarditiden gehen oft einher mit der Bildung großer Vegetationen. Bei adäquater Therapie besteht hier eine gute Prognose [45].

*Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Candida* und *Aspergillus* sowie atypische Erreger wie *Coxiella burnetii*, *Brucella* spp. und *Bartonella* spp. sind eher seltene Auslöser der Endokarditis. Die mikrobiologische Diagnostik erweist sich, insbesondere bei den atypischen Erregern, aber auch bei der HACEK-Gruppe und Pilzen, als schwierig [3].

### **1.5 Klinisches Bild und Anamnese**

Bei der IE handelt es sich um ein sehr heterogenes Krankheitsbild, welches das gesamte Spektrum an Symptomen akuter und subakuter Verlaufsformen umfasst. Die klinischen Zeichen wechseln je nach ursächlichem Erreger und begleitendem Risikofaktor [10].

Zu den typischen Symptomen der IE gehören Fieber unklarer Ursache und das Neuauftreten oder die Aggravierung von Herzgeräuschen. In Ausnahmefällen, wie zum Beispiel bei älteren Menschen, nach antibiotischer Behandlung oder bei einer Infektion wenig virulenter und atypischer Erreger, kann das Auftreten von Fieber fehlen oder geringer ausfallen. Weniger spezifische Symptome sind subfibrile Temperatur, allgemeine Abgeschlagenheit mit Kopfschmerzen, Gewichtsverlust und Appetitlosigkeit, Nachtschweiß sowie Myalgien und Athralgien [3].

Das Vorhandensein der charakteristischen Symptome im Zusammenhang mit einer ausführlichen Anamnese kann eine frühzeitige Diagnosestellung erleichtern. Hierbei sollten Fragen zu prädisponierenden Faktoren wie einer durchgemachten IE, vorbestehende Vitien, Klappenprothesen, i.v. Drogenabusus oder Fragen nach Eingriffen mit potentieller sekundärer Bakteriämie im Vordergrund stehen [3].

Des Weiteren präsentieren sich aufgrund von pathophysiologischen Mechanismen Zeichen klinischer Komplikationen, die sowohl kardial als auch nicht kardial lokalisiert sein können.

## Einleitung

### a) Kardiale Phänomene

Die Infektion der Herzklappen führt meist zu schweren Destruktionen mit konsekutiver akuter Volumenbelastung, woraus eine progrediente Belastungsdyspnoe resultiert [3]. In 50-70% der Fälle ist eine kongestive Herzinsuffizienz als Folge infektiöser Klappendestruktionen die häufigste Herzkomplication. Die Infektion der Herzklappen kann sich kontinuierlich auf umgebende Strukturen ausbreiten. Folgen hiervon können Myokarditiden, Myokardabszesse, Herzrhythmusstörungen oder purulente Perikarditiden sein [10].

### b) Embolien

Embolisationen bestehend aus Vegetationsmaterial treten in 30-40% der Fälle auf. Sie können zentral, peripher oder auch kardial auftreten und je nach Größe zum Verschluss von Gefäßen führen. In etwa 50% der Fälle kommt es zur Embolisierung im Bereich des zentralen Nervensystems, dessen Zeichen unspezifische Bewusstseinsstörungen und fokale neurologische Ausfälle sein können [3, 10]. Die abdominalen Organe (Milz, Leber, Nieren und Darm) sind zu 40% betroffen, während im Bereich des Skeletts und der Extremitäten nur in 10% der Fälle Embolien auftreten. Die sogenannten Janeway-Läsionen, ausgelöst durch Embolien im Bereich der Handflächen und Fußsohlen, manifestieren sich mit etwa 10% als kleine Hämorrhagien. Endokarditiden, die durch Pilze oder Staphylokokken ausgelöst werden, zeigen besonders häufig ein Auftreten embolischer Ereignisse [10]. Ist bei der Embolisierung eine Koronararterie betroffen, resultiert daraus ein Myokardinfarkt [2]. Bei Rechtsherzendokarditiden, die sich häufig bei Patienten mit i.v. Drogenabusus finden, kommt es nicht selten zu multiplen septischen Lungenembolien [46].

### c) Immunologische Phänomene

Im Rahmen der Immunantwort kommt es zu einer unspezifischen Erhöhung der Gammaglobuline und zur Bildung zirkulierender Immunkomplexe. Hierbei steht der Titeranstieg im direkten Zusammenhang mit der Krankheitsdauer. Eine Behandlung führt zum Verschwinden der Immunkomplexe [47]. Durch ein Zusammenspiel von Entzündungsmediatoren, der Ablagerung von Immunkomplexen und der Erhöhung von Rheumafaktoren werden immunologische Entzündungsreaktionen begünstigt, die sich renal, dermal, muskuloskelettal oder okulär manifestieren können [46].

Mögliche Zeichen dieser immunologischen Phänomene und peripherer Mikro- und Makroembolien sind Vaskulitiden, das Auftreten von Petechien, Osler-Knötchen, Roth-Flecken und Glomerulonephritiden [3, 47]. Osler-Knötchen sind kleine stecknadelkopf- bis linsengroße Knötchen der Haut. Sie manifestieren sich bei etwa 10-25% der Fälle an den Fingerbeeren, Handflächen oder Fußsohlen und sind häufig schmerzhaft. Obwohl sie in allen klassischen Beschreibungen der Endokarditis erwähnt werden, gelten sie nicht als spezifisch [48]. Ein ophthalmischer Befund sind die so genannten Roth-Flecken. Sie sind als kleine blasse ovale Herde mit feinem hämorrhagischem Saum auf der Retina um den Nervus opticus lokalisiert [10].

Einen ähnlichen pathophysiologischen Ursprung zeigen Splitterhämorrhagien unter den Fingernägeln, welche zwar typisch für das Krankheitsbild der IE sind, aber auch in anderen Zusammenhängen auftreten [46].

### **1.6 Diagnostik**

Eine präzise Diagnosestellung ist für die adäquate Behandlung der IE als potentiell tödliche Krankheit obligatorisch. Sie ist gekennzeichnet durch eine persistierende Bakteriämie in Kombination mit anatomischen Läsionen der Herzklappen. Die Diagnose der IE gilt somit klinisch als gesichert, wenn gleichzeitig eine Bakteriämie durch mehrere, positive Blutproben mit identischem Erreger und eine Endokardbeteiligung echokardiographisch nachgewiesen werden können [3]. Die Diagnosestellung kann sich insbesondere bei negativen Blutkulturen oder unsicherem Herzklappenstatus als schwierig erweisen [49, 50]. Sie erfordert eine Gesamtbeurteilung anhand klinischer Zeichen, mikrobiologischer Laboruntersuchungen, der Echokardiographie und gegebenenfalls bioptischer Entnahmen zur histologischen Sicherung [10].

#### **1.6.1 Duke-Kriterien**

Mit den Duke-Kriterien wurde 1994 durch Durack et al. ein sehr sensitives und spezifisches Diagnoseschema entwickelt, welches klinische, laborchemische und echokardiographische Befunde miteinander vereint [51]. Diese Kriterien haben eine weltweite Gültigkeit erlangt [21] und wurden 2000 nach Li modifiziert (siehe Tab. 1 und Tab. 2). Mit Hilfe dieser Modifikation sollte die IE, insbesondere bei negativen Blutkulturen oder *S. aureus*-assoziierten Bakteriämien, sicherer erkannt werden [50].

## Einleitung

Heute werden die Duke-Kriterien vermehrt als wertvolle Hilfe bei der Diagnosestellung in Kliniken hinzugezogen. Nichtsdestotrotz sollte dieses Diagnoseschema nicht als alleiniges diagnostisches Mittel eingesetzt werden, da die Sensitivität und Spezifität der Kriterien, insbesondere bei kulturnegativer IE oder in Fällen mit einem nicht-richtungsweisenden Echokardiographiebefund, stark eingeschränkt sind [49, 52-54].

Tabelle 1: Duke-Kriterien und Modifikationen [4]

<b>Duke-Kriterien</b>	<b>Vorgeschlagene Modifikationen nach Li et al.[50]</b>
<i>Pathologische Kriterien</i>	1. Nachweis von Mikroorganismen in Gewebekultur oder Histologie des Klappenpräparats 2. Aktive Endokarditis in der histologischen Untersuchung
<i>Hauptkriterien</i>	Positive Blutkulturen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typische Mikroorganismen vereinbar mit Endokarditis aus 2 separaten Blutkulturen (z.B. Staphylokokken, Streptokokken, Enterokokken, HACEK)</li> <li>• Nachweis von Mikroorganismen vereinbar mit Endokarditis aus persistierend positiven Blutkulturen</li> </ul> Nachweis einer endokardialen Beteiligung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Echokardiographie: oszillierende Strukturen, Abszessbildung, neue partielle Dehiszenz eines Klappenersatzes</li> <li>• Neu aufgetretene Klappeninsuffizienz</li> </ul> Zu ergänzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Serologie für <i>C. burnetii</i></li> <li>• Bakteriämie durch <i>S. aureus</i></li> </ul>
<i>Nebenkriterien</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prädisponierende Herzerkrankung</li> <li>• Fieber &gt; 38 °C</li> <li>• Gefäßbeteiligung</li> <li>• Immunologische Phänomene</li> <li>• Mikrobieller Nachweis (kein Hauptkriterium)</li> <li>• Verdächtige Echokardiographie (kein Hauptkriterium, z.B. nicht-vegetationstypische unklare Strukturen an Klappen- oder Schrittmachersonden, echoreiche Verdichtungen an den Klappen)</li> </ul> Zu streichen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdächtige Echokardiographie (kein Hauptkriterium)</li> </ul>
PCR: Polymerasekettenreaktion	

## Einleitung

Tabelle 2: Ursprüngliche und modifizierte diagnostische Kategorien nach den Duke-Kriterien [4]

Kategorien	Ursprüngliche Duke-Kriterien	Vorgeschlagene Modifikation nach Li et al. [50]
<i>Definitiv</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pathologisches Kriterium positiv</li> <li>oder 2 Hauptkriterien positiv</li> <li>oder 1 Haupt- und 2 Nebenkriterien positiv</li> <li>oder 5 Nebenkriterien positiv</li> </ul>	
<i>Möglich</i>	Alle Fälle, die weder als <i>definitiv</i> noch als <i>ausgeschlossen</i> anzusehen sind	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Haupt- und 1 Nebenkriterium positiv</li> <li>• 3 Nebenkriterien positiv</li> </ul>
<i>Ausschlussdiagnose</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesicherte alternative Diagnose</li> <li>• Rückgang der Infektion unter antibiotischer Behandlung über <math>\leq 4</math> Tage</li> <li>• Kein histologischer Hinweis</li> </ul>	

### 1.6.2 Blutkulturen

Das entscheidende diagnostische Element im Rahmen der Endokarditisdiagnostik ist die Erregerisolierung aus Blutkulturen. Sie ist obligat zur Stellung der Diagnose, Resistenzbestimmung und Therapieplanung. Innerhalb der ersten 24h sollten drei Paare von Blutkulturen aus unterschiedlichen Punktionsstellen entnommen werden. In über 90% der Fälle sind die ersten zwei Blutkultur-Paare positiv, entnommen im Abstand weniger Stunden [21]. Um einen Erfolg der Blutkulturdiagnostik sicher zu stellen, gilt es folgende Grundprinzipien zu berücksichtigen. Zum einen sollte die Blutentnahme zur Keimbestimmung grundsätzlich vor einer antimikrobiellen Therapie stattfinden. Zum anderen ist es notwendig, das mikrobiologische Labor über die Verdachtsdiagnose der IE in Kenntnis zu setzen, damit eine verlängerte Bebrütungszeit von mindestens 30 Tagen zum Nachweis langsam wachsender Erreger gewährleistet werden kann. Zusätzlich ist so das Einleiten weiterer Diagnoseverfahren entsprechend des vermuteten Erregers möglich [3, 55].

Eine kulturnegative IE ist nicht selten auf eine vorausgegangene antimikrobielle Therapie oder schwer kultivierbare Erreger zurückzuführen [21]. Hier können neue Techniken wie die PCR hilfreich sein. Sie dient der DNA-Amplifikation Eubakterien-spezifischer Sequenzen und stellt eine neue Methode zum ätiologischen Nachweis der IE dar [56-58]. Serologische Verfahren sind beim Nachweis von Infektionen durch *Coxiella burnetii*, *Bartonella* spp., *Legionella pneumophila*, *Chlamydia psittaci* und *Brucella* spp. Mittel der Wahl [59, 60].

### 1.6.3 Echokardiographie

Die Echokardiographie nimmt als bildgebendes Verfahren sowohl in der Diagnostik als auch bei der Verlaufskontrolle von Endokarditispatienten eine Schlüsselstellung ein. Neben dem Nachweis von Vegetationen und deren Größenbestimmung ermöglicht sie eine Beurteilung der Herzfunktion und das Aufdecken intrakardialer Komplikationen. Hierbei ist die transösophageale Echokardiographie (TEE) der transthorakalen (TTE) in Bezug auf die Sensitivität, insbesondere bei der Beurteilung von Klappenprothesen, signifikant überlegen [2]. Die Sensitivität der TEE beziehungsweise der TTE beträgt an nativen Klappen >90% gegenüber <70% und bei Klappenersatz >80% gegenüber <30% [61]. Des Weiteren ermöglicht die TEE die Diagnose von myokardialen Abszessen, Klappenperforationen oder intrakardialen Fisteln [2]. Eine Ausnahme stellt eine Beteiligung der Trikuspidalklappe dar, hierbei ist die transthorakale Anlotung vorzuziehen [62].

Empfohlen ist die Echokardiographie bei allen Patienten mit einem begründeten klinischen Verdacht auf Endokarditis entsprechend der in Abschnitt 1.5 beschriebenen Verdachtskriterien. Darüber hinaus spielt sie eine entscheidende Rolle bei der Verlaufsbeurteilung von Endokarditispatienten. Eine regelmäßige Anwendung kann zum einen ein erhöhtes Risiko für das Auftreten embolischer Ereignisse aufdecken und zum anderen eine Entscheidung zur chirurgischen Intervention erleichtern [3, 10].

### 1.6.4 Laborparameter

Weitere Laboruntersuchungen zeigen bei vorliegender IE abnorme unspezifische Parameter. So kommt es zum Auftreten von kennzeichnenden Entzündungswerten wie einer Leukozytose mit Linksverschiebung, einer Erhöhung des C-reaktiven Proteins, einer erhöhten Blutsenkungsgeschwindigkeit sowie einer Anämie [3]. Gelegentlich zeigen sich abnorme Urinsedimente wie Proteinurie und Mikro-Hämaturie oder zirkulierende Immunkomplexe, welche nicht spezifisch für Endokarditiden sind, jedoch deren Konzentrationen relevant zur Beurteilung des Behandlungsverlaufes sein können. Ein Titer-Anstieg von zirkulierenden Immunkomplexen spricht für ein Therapie-Versagen, während eine Abnahme mit einem Therapie-Erfolg einhergeht [10]. Der Stellenwert neuer Parameter, wie des Procalcitonins, ist derzeit nicht gesichert. Es zeichnet sich jedoch ab, dass dieser Faktor als ergänzender diagnostischer Parameter an Relevanz gewinnt [63, 64].

### **1.7 Therapie**

Die Behandlung der IE basiert im Wesentlichen auf einer antimikrobiellen Therapie durch Antibiotika, die entsprechend der aktuellen Leitlinien zum Einsatz kommt [3, 65]. Abhängig von der Ausgangssituation des Patienten oder auftretenden Komplikationen sind in einigen Fällen zusätzliche chirurgische Maßnahmen notwendig. Insgesamt fordert die Therapie der IE ein interdisziplinäres Zusammenwirken von Kardiologen, Herzchirurgen und Spezialisten für Infektionskrankheiten [21].

#### **1.7.1 Antimikrobielle Therapie**

Um den Erfolg einer antibiotischen Therapie gewährleisten zu können, ist die mikrobiologische Diagnostik vor Einleitung der Therapie unablässig. Hohe Serumkonzentrationen des Medikamentes sowie eine ausreichende Behandlungsdauer sind notwendig, um zum einen die Penetration des Wirkstoffes in die Vegetationen sicher zu stellen und zum anderen die dort ruhenden, metabolisch inaktiven Erreger zu eliminieren [21]. Die Therapie erfolgt in der Regel unter stationären Bedingungen mit parenteraler Applikation bakterizider Antibiotika [3]. Das Antibiotikum wird entsprechend des verursachenden Erregers und der Resistenzprüfung gewählt. In einigen Fällen wie bei akutem Krankheitsverlauf, instabilen Patienten oder Verdacht auf Prothesenendokarditis ist allerdings das umgehende Einleiten einer kalkulierten Therapie notwendig, ohne auf die Ergebnisse der mikrobiologischen Diagnostik zu warten. Diese unspezifische Therapie richtet sich nach dem zu erwartenden Erregerspektrum. Sobald der Erregernachweis vorliegt, muss die Medikation entsprechend modifiziert werden. Bei stabilen Patienten ist ein Abwarten auf das Ergebnis der mikrobiellen Diagnostik ratsam, um eine erregerspezifische Therapie nach den aktuellen Empfehlungen der American Heart Association (AHA) [65] zu initiieren. Die Behandlungsdauer bewegt sich je nach Erreger zwischen zwei und sechs Wochen [4].

Erschwert wird die Therapie der IE in Fällen, in denen kein Erreger nachweisbar ist, wie bei einer vorausgegangenen antibiotischen Behandlung oder schwer anzüchtbaren Keimen. Die Prävalenz für infektiöse Endokarditiden mit negativen Blutkulturen bewegt sich zwischen 10-30% [66]. Betroffene Patienten zeigen eine deutlich schlechtere Prognose, da hier eine resistenzgerechte Behandlung nicht möglich ist. Beim Einleiten der kalkulierten antibiotischen Therapie gilt es, die zu

erwartenden Infektionserreger in Abhängigkeit von bestimmten klinischen Konditionen, wie in den Leitlinien der AHA beschrieben [65], einzugrenzen, sowie regionale Häufigkeiten von Keimen und die steigende Rate Methicillin-resistenter *S. aureus*-Stämme zu berücksichtigen [66].

Die AHA empfiehlt in ihren Leitlinien als empirische Therapie bei Patienten mit Nativklappenendokarditis durch unbekanntem Erreger eine Behandlung mit Ampicillin und Gentamycin oder eine Kombination aus Vancomycin, Gentamycin und Ciprofloxacin [65]. Nach den geltenden deutschen Leitlinien wird eine Kombination von Ampicillin, Gentamycin und Ceftriaxon bei kulturnegativen Nativklappeninfektionen empfohlen und bei Klappenersatz eine Kombinationstherapie bestehend aus Vancomycin, Gentamycin und Rifampicin [3].

Eine aktuelle Problematik im Bereich der antimikrobiellen Therapie ist eine zunehmende Resistenz verschiedener Erreger gegenüber bestimmter Antibiotika. Die Rate Methicillin-resistenter *S. aureus*-Stämme zeigt international steigende Tendenzen. Innerhalb Deutschlands beträgt die MRSA-Inzidenz derzeit 20-30% aller Hospitalinfektionen mit *S. aureus* [66]. Zudem zeichnet sich eine zunehmende Vancomycintoleranz ab [21, 67]. In diesem Zusammenhang ist die Berücksichtigung neuer Medikamente bei der Behandlung der IE notwendig. Neuere Substanzen mit einem einschlägigen antimikrobiellen Spektrum wie Linezolid und Daptomycin zeigen überzeugende Wirkung bei MRSA-Infektionen und gelten als Reserveantibiotika [68, 69].

### **1.7.2 Chirurgische Therapie**

Für die Prognose des Patienten ist eine korrekte und zeitgerechte Indikationsstellung zur chirurgischen Therapie trotz moderner konservativer Behandlungsmethoden essentiell. So zeigt eine neue Analyse der „International Collaboration on Endocarditis“ (ICE), dass bei gesicherter Endokarditis eine operative Sanierung der einzige unabhängige, protektive Faktor in Bezug auf die Letalität ist [70]. Demzufolge ist bei gesicherter IE eine rasche chirurgische Vorstellung unabdingbar, damit im Falle eines komplizierten Krankheitsverlaufs eine zeitnahe chirurgische Intervention ermöglicht werden kann. Kardiale Komplikationen stellen die häufigste Ursache für chirurgische Interventionen dar. Tabelle 3 zeigt einen Überblick über die Indikationen zur chirurgischen Sanierung bei IE.

## Einleitung

Das Hauptziel der chirurgischen Maßnahmen besteht in der vollständigen Entfernung sämtlichen infizierten Gewebes sowie in der chirurgischen Rekonstruktion. Sowohl infiziertes Prothesenmaterial als auch infizierte Herzschrittmacher- bzw. Defibrillator-Sonden und –Aggregate gilt es zu explantieren und bei Bedarf gegen temporäre Schrittmachersonden auszutauschen [3]. Die Rekonstruktion der Herzklappen kann zum einen durch autologes oder bovines Perikard erfolgen und zum anderen durch synthetisches Material, wobei die Frage nach dem optimalen Substitut kontrovers diskutiert wird [71, 72]. Die intraoperative Materialgewinnung zur histopathologischen und mikrobiologischen Untersuchung gilt im Rahmen der chirurgischen Intervention als Standard. Postoperativ ist bei einer aktiven Infektion die Fortsetzung einer antibiotischen Therapie für 4-6 Wochen erforderlich. Die Abnahme von Blutkulturen 4-8 Wochen nach Beendigung der Therapie wird zur Erfassung von Frührezidiven empfohlen [3, 4].

Tabelle 3: Empfehlungen zur chirurgischen Therapie bei aktiver Endokarditis [3]

<b>Indikation</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Akute Aortenklappen- oder Mitralklappeninsuffizienz mit kardialem Pumpversagen / Lungenödem</li><li>• Perivalvulärer Abszess, Fistelbildung</li><li>• Schwer therapierbare Erreger (z.B. MRSA oder Pilze)</li><li>• Schwere Sepsis und septischer Schock &gt; 48h</li><li>• Persistierendes Fieber (Cave: medikamenteninduziertes Fieber) trotz adäquater antibiotischer Therapie über 5 bis 10 Tage</li><li>• Persistierende Bakteriämie / Fungämie trotz adäquater antibiotischer Therapie</li><li>• Rezidivierende Embolien nach adäquater antibiotischer Therapie</li><li>• Frische mobile Vegetation &gt; 10mm an der Mitralklappe</li><li>• Größenzunahme der Vegetation / Ausbreitung auf weitere native Klappen / lokal destruierender Verlauf</li><li>• Akute zerebrale Embolie (nach Ausschluss einer Hirnblutung)</li><li>• Prothesenendokarditis (bei Penicillin-sensiblen Streptokokken ist eine konservative Therapiestrategie gerechtfertigt)</li></ul>

### 1.8 Prophylaxe und Prävention

Da es sich bei der IE um eine schwerwiegende Erkrankung mit hoher Mortalität handelt, besteht keine Frage, dass adäquate Maßnahmen zur Prophylaxe und Prävention getroffen werden müssen, um dieser Krankheit vorzubeugen. Wie diese Maßnahmen auszusehen haben und wie hoch ihre Wirksamkeit ist, wurde von Spezialisten verschiedener Länder diskutiert [73-75]. Obwohl bis zum heutigen Zeitpunkt kein definitiver Nachweis für die Wirksamkeit prophylaktischer Strategien

## Einleitung

erbracht worden ist, existieren Empfehlungen zur Prophylaxe wie unter anderem die 2007 zuletzt aktualisierten Leitlinien der AHA [31].

Bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts wurden Beobachtungen zum Prinzip der Prophylaxe der IE vorgenommen, sowie Zusammenhänge zur Mundhygiene festgestellt [21]. Basierend auf den unter 1.3 beschriebenen Mechanismen, wird davon ausgegangen, dass Bakteriämien, die im Rahmen medizinischer Eingriffe provoziert werden, bei Patienten mit entsprechender Prädisposition zu infektiösen Endokarditiden führen können und eine prophylaktische Antibiotikagabe einer Infektion effektiv und effizient vorbeugen kann. Obwohl Studien zur Effektivität der Antibiotikaprophylaxe auf Tierexperimenten basieren und prospektive, randomisierte und placeboorientierte Studien am Menschen aus ethischen und statistischen Gründen fehlen [21, 76], wurde seit 1954 eine prophylaktische Antibiotikaeinnahme zur Vorbeugung der IE bei prädisponierten Patienten von der AHA empfohlen [73]. In den nachfolgenden Jahren wurden die Prophylaxeempfehlungen modifiziert [74, 75]. Die 2007 publizierten Leitlinien der AHA zur Endokarditisprophylaxe [31] repräsentieren einen radikalen Wechsel der bisherigen Prophylaxe-Strategien. Ihr Ziel ist zum einen, die Anwendung der medikamentösen Prophylaxe einzugrenzen und zum anderen, die Etablierung einer guten Mundhygiene sowie die Gebissanierung und Aufklärung von Risikopatienten durchzusetzen [77, 78]. Hierbei steht die Identifikation von Hochrisikopatienten und von Maßnahmen im Vordergrund, welche Bakteriämien hervorrufen können. Gleichzeitig werden die Wirksamkeit, die Kosten-Nutzen-Relation und das Risiko der Antibiotikaprophylaxe berücksichtigt. Eine medikamentöse Prophylaxe zur IE wird heute generell nur bei Patienten empfohlen, welche mit besonders hoher Wahrscheinlichkeit von dieser profitieren und bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit ein schwerer oder letaler Verlauf einer solchen Infektion zu erwarten ist. So ist der Einsatz der Antibiotikaprophylaxe ausschließlich auf eine definierte Gruppe von Hochrisikopatienten begrenzt, wie in Tabelle 4 dargestellt [76].

## Einleitung

Tabelle 4: Patienten mit der höchsten Wahrscheinlichkeit eines schweren oder letalen Verlaufs einer infektiösen Endokarditis [76]

- Patienten mit Klappenersatz (mechanische oder biologische Prothesen)
  - Patienten mit rekonstruierten Klappen unter Verwendung von alloplastischem Material in den ersten 6 Monaten nach Operation<sup>a,b</sup>
  - Patienten mit überstandener Endokarditis
  - Patienten mit angeborenen Herzfehlern
    - Zyanotische Herzfehler, die nicht oder palliativ mit systemisch-pulmonalem Shunt operiert sind
    - Operierte Herzfehler mit Implantation von Conduits (mit oder ohne Klappe) oder residuellen Defekten, d.h. turbulenter Blutströmung im Bereich des prothetischen Materials
  - Alle operativ oder interventionell unter Verwendung von prothetischem Material behandelten Herzfehler in den ersten 6 Monaten nach Operation
  - Herztransplantierte Patienten, die eine kardiale Valvulopathie entwickeln
- <sup>a</sup>In diesem Punkt besteht ein Unterschied zu den Leitlinien der AHA  
<sup>b</sup>Nach 6 Monaten wird eine suffiziente Endothelialisierung der Prothesen angenommen

### 1.8.1 Risikoprozeduren

Sowohl medizinische als auch zahnmedizinische Eingriffe können zu Bakteriämien mit Endokarditis-relevanten Keimen führen, welche eine Antibiotikaphylaxe bei den in Tabelle 4 aufgeführten Patienten notwendig machen. Die AHA hat diesbezüglich in ihren Leitlinien zur Endokarditisprophylaxe entsprechende Eingriffe identifiziert und eingegrenzt [31], wobei zahnärztliche Eingriffe hierbei am ehesten als prädisponierend für eine nachfolgende Endokarditis gelten [2]. Zu den zahnärztlichen Risikoprozeduren, welche Bakteriämien nach sich ziehen können, gehören alle Maßnahmen, die mit einer Manipulation der Gingiva, der periapikalen Zahnregion oder Perforationen der oralen Mucosa einhergehen [76]. Dazu gehören auch die Entnahme von Biopsien und die Platzierung kieferorthopädischer Bänder. Keine Indikation zur Prophylaxe besteht hingegen bei Anästhetikainjektion in gesundes Gewebe, zahnärztlichen Röntgenaufnahmen, der Platzierung oder Anpassung prothetischer oder kieferorthopädischer Verankerungselemente und der Platzierung kieferorthopädischer Klammern. Es wird ebenfalls keine Prophylaxe empfohlen bei Lippentraumata, Trauma der oralen Mucosa sowie physiologischem Zahnverlust [31].

Bei Tonsillektomien, Adenektomien und Biopsieentnahmen ist eine Antibiotikaphylaxe indiziert, nicht aber bei diagnostischer Bronchoskopie oder anderen Manipulationen am Respirationstrakt. Eine generelle Empfehlung zur Prophylaxe bei Eingriffen am Gastrointestinal- oder Urogenitaltrakt ist nicht gegeben [4].

### 1.8.2 Antibiotika-Applikation und Dosierung

Die Wahl des zu applizierenden Antibiotikums richtet sich nach der Lokalisation des Eingriffs und den dort am häufigsten lokalisierten Erregern. So sollte eine Antibiotikaprophylaxe bei zahnärztlichen Eingriffen im Wesentlichen Streptokokken der Viridansgruppe erfassen, während bei Eingriffen am Gastrointestinaltrakt oder Urogenitaltrakt die Antibiose gegen Enterokokken gerichtet sein sollte. Generell wird die Antibiotikaprophylaxe 30 bis 60 Minuten vor einer Prozedur verabreicht, wobei bei vergessener präoperativer Einnahme ein Nachholen bis zu 2 Stunden nach dem Eingriff noch sinnvoll erscheint [76, 77].

Vor zahnmedizinischen Eingriffen und Prozeduren des Respirationstrakts gilt in den meisten Ländern Amoxicillin als Antibiotikum der Wahl, beziehungsweise Clindamycin bei Penicillinallergie [77]. Eine Auswahl empfohlener Substanzen sowie ihre Dosierung und Applikation ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Empfohlene Prophylaxe vor zahnärztlichen Eingriffen [76]

Situation	Situation	Einzeldosis	30-60 min vor dem Eingriff
Orale Einnahme	Amoxicillin <sup>a</sup>	Erwachsene	Kinder
Orale Einnahme nicht möglich	Ampicillin <sup>a,b</sup>	2 g p.o.	50 mg/kg p.o.
Penicillin- Ampicillinallergie	oder Clindamycin <sup>c,d</sup>	2 g i.v.	50 mg/kg p.o.
-Orale Einnahme		600 mg p.o.	50 mg/kg i.v.
Penicillin- Ampicillinallergie	oder Clindamycin <sup>b,d</sup>		
-orale Einnahme nicht möglich		600 mg i.v.	20 mg/kg i.v.

<sup>a</sup>Penicillin G oder V kann weiterhin als Alternative verwendet werden.  
<sup>b</sup>Alternativ Cefazolin , Ceftriaxon 1g i.v. für Erwachsene bzw. 50 mg/kg i.v. bei Kindern.  
<sup>c</sup>Alternativ Cefalexin: 2g p.o. für Erwachsene bzw. 50 mg/kg p.o. bei Kindern oder Clarithromycin 500 mg p.o. für Erwachsene bzw. 15 mg/kg p.o. bei Kindern.  
<sup>d</sup>Cave: Cephalosporine sollten generell nicht appliziert werden bei Patienten mit vorangegangener Anaphylaxie, Angioödem oder Urtikaria nach Penicillin- oder Ampicillingabe.

### 1.8.3 Generelle Präventionsmaßnahmen

Ein wesentlicher Punkt der Endokarditisprävention liegt in der Aufklärung der Risikopatienten über die Notwendigkeit einer guten Mundhygiene, einer soliden Zahnsanierung und regelmäßiger zahnärztlicher Routinekontrollen. Da durch tägliche Aktivitäten wie Zähneputzen, den Gebrauch von Zahnseide oder dem Kauen von Nahrung transitorische Bakteriämien in 7-68% der Fälle ausgelöst werden können

[76], soll durch die oben genannten Maßnahmen die Keimzahl im Mund reduziert und somit das Endokarditisrisiko gesenkt werden. Ebenso wurde ein Zusammenhang zwischen schlechter Mundhygiene bzw. dem Vorliegen von Parodontalerkrankungen und hohen Bakteriämieraten bei Zahnextraktionen festgestellt [76, 79, 80].

Des Weiteren sind alle Risikopatienten darüber in Kenntnis zu setzen, beim Auftreten ungeklärten Fiebers oder anderer Symptome der Endokarditis einen Arzt zu konsultieren. Hochrisikopatienten sollten über die Notwendigkeit der medikamentösen Prophylaxe, insbesondere vor zahnärztlichen Eingriffen, aufgeklärt werden. Um eine Identifizierung von Risikopatienten und somit die Umsetzung der Empfehlungen zur Endokarditisprophylaxe zu erleichtern, existiert ein sogenannter Herzpass, welcher von der Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie (PEG) herausgegeben wird. Bei vorliegendem Risiko wird dieser vom Kardiologen ausgestellt. Entsprechend Untersuchungen der AHA zeigen Zahnärzte einen guten Kenntnisstand über die aktuellen Leitlinien zur Prävention von Endokarditis und deren Umsetzung [81].

### **1.9 Szientometrie und Bibliometrie**

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts, lange bevor eine offizielle Bezeichnung für die bibliometrische und szientometrische Forschung existierte, wurden erste Untersuchungen, die diesem Wissenschaftsgebieten heute zuzuordnen sind, vorgenommen. Erst im Laufe der Jahre erfolgten hierzu Definitionen und Differenzierungen. Obwohl die Begriffe Szientometrie und Bibliometrie unterschiedliche Schwerpunkte beinhalten, werden diese in der Literatur oft synonym verwendet. Ihre Themengebiete sind eng miteinander verbunden und überschneiden sich zum Teil [82].

Der Begriff Bibliometrie, welcher durch Alan Pritchard im Jahre 1969 geprägt wurde, beschreibt die Anwendung mathematischer und statistischer Methoden zur Erklärung der Prozesse von schriftlichen Mitteilungen [83, 84]. Hierbei führt eine quantitative Analyse von Büchern, Zeitschriften und anderen Informationsquellen zur Optimierung wissenschaftlicher Dokumentation und zu einer verbesserten Informations- und Kommunikationsaktivität [82].

Im Bereich der Szientometrie werden quantitative Aspekte der Wissenschaft als Informationsprozess analysiert, wobei die Entstehung, Verbreitung und der Gebrauch wissenschaftlicher Informationen berücksichtigt werden. Hierbei gilt es

unterschiedliche Facetten der Forschung näher zu betrachten, wie das Wachstum, die Struktur, gegenseitige Beziehungen und die Produktivität. Seit der Formulierung dieses Begriffs in den Sechziger Jahren, hat die Szientometrie innerhalb der Wissenschaft zunehmend an Interesse gewonnen. Dies geht mit einer verschärften Wettbewerbssituation bezüglich finanzieller Mittel und einem verstärkten internationalen Wettbewerb im Wissenschaftsbereich einher [82].

### **1.10 Zielsetzung der Arbeit**

Seit der initialen Beschreibung der IE vor über 100 Jahren durch Sir William Osler steht diese Infektion als schwere potentiell lebensbedrohliche Erkrankung im Interesse der Wissenschaft. Spezialistengruppen verschiedener Nationen forschen stetig unter Berücksichtigung unterschiedlichster Aspekte mit dem Ziel der Optimierung der Diagnostik und Prävention sowie Entwicklung neuer therapeutischer Verfahren. Somit unterliegt die IE in der wissenschaftlichen Betrachtung einer ständigen Entwicklung.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Anwendung szientometrischer und bibliometrischer Verfahren auf die Gesamtheit der Publikationen, die sich im Zeitraum von 1900 bis zum Jahr 2008 dem Forschungsgebiet der IE widmen. Mit Hilfe der verwendeten Methodik soll die Analyse und Evaluierung der Daten sowohl unter quantitativen als auch qualitativen Gesichtspunkten erfolgen.

Es ergeben sich folgende Ziele:

1. Darstellung der quantitativen Publikationsleistung zum Forschungsgebiet der IE und Untersuchung der Gesamtzahl dieser Veröffentlichungen im zeitlichen Verlauf (1900-2008).
2. Evaluierung der themenbezogenen Forschungsarbeiten des definierten Zeitraums hinsichtlich ihrer Publikationssprachen und Erscheinungsformen.
3. Untersuchung der endokarditsbezogenen Publikationen auf länderspezifischer Ebene.
  - Hierbei sollen die publizierten Forschungsarbeiten zur IE den einzelnen Publikationsländern zugeteilt und die Anzahl der veröffentlichenden Institutionen der verschiedenen Nationen aufgezeigt werden. Eine Veranschaulichung ihrer geographischen Verteilung erfolgt durch

## Einleitung

Kartenanamorphoten nach dem Prinzip der „Density Equalizing Map Projection“ (DEMP).

- Gleichzeitig gilt es, die internationalen Kooperationsbeziehungen der einzelnen Länder und die Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Einrichtungen bei Publikationen zur IE zu evaluieren sowie ihren Stellenwert einzuschätzen.
4. Evaluierung der Publikationen hinsichtlich ihrer Fachkategorien, den sogenannten Subject Areas.
  5. Durchführung umfangreicher Zitationsanalysen zur Einschätzung der Wahrnehmung und Wirkung der Publikationen auf die Fachöffentlichkeit.
    - Diesbezüglich gilt es, das Zitationsverhalten im zeitlichen Verlauf zu untersuchen, indem die Zitationsraten der Publikationen in den einzelnen Jahren dargestellt werden und die Zitationen nach Zitations- und Erscheinungsjahren evaluiert werden. Darüber hinaus wird die Halbwertszeit der Veröffentlichungen berücksichtigt.
    - Es erfolgt eine Gegenüberstellung der Gesamtzitate und der durchschnittlichen Zitationsraten der einzelnen Publikationsländer sowie ihre kartographische Veranschaulichung mittels DEMP.
    - Es soll analysiert werden, welche wissenschaftlichen Zeitschriften die am häufigsten zitierten Veröffentlichungen hervorbringen und unter Einbeziehung der Gesamtzahl an publizierten themenrelevanten Artikeln die wichtigsten Fachzeitschriften zu dieser Thematik identifiziert werden.
  6. Untersuchung der Autoren, die im definierten Zeitraum zur IE veröffentlicht haben, mittels bibliographischer Angaben.
    - In diesem Zusammenhang wird unter Berücksichtigung der Gesamtanzahl ihrer veröffentlichten Artikel, ihrer Erst-, Senior- und Koautorenschaften, dem H-Index sowie unter Rücksichtnahme der Zitationsraten die Produktivität der einzelnen Wissenschaftler evaluiert.
    - Zusätzlich wird das gegenseitige Zitationsverhalten der Autoren unter Einbeziehung der Selbstzitationen analysiert und Autorenkooperationen werden aufgezeigt.

## 2 Methoden

Die Datenanalyse dieser Arbeit stützt sich auf zwei große Online-Datenbanken, die weltweit zu den größten Sammlungen von wissenschaftlichen Publikationen gehören. Zum einen handelt es sich hierbei um das „Web of Science“ des „Institute for Scientific Information“ und zum anderen um die „PubMed-Online-Datenbank“.

### 2.1 Datenquellen

#### 2.1.1 „Institute for Scientific Information“ (ISI) und „ISI-Web of Science“

1960 gründete Dr. Eugene Garfield in Philadelphia die „Institute for Scientific Information“ (ISI), eine der bedeutendsten bibliometrischen Datenbanken, welche 1992 durch die Übernahme von „Thomson Scientific & Healthcare“ Bestandteil einer Firma für Softwareanwendungen und Informationsdienstleistungen wurde. Seitdem ist die Datenbank auch unter den Namen „Thomson ISI“ oder „Thomson Scientific“ bekannt. Eine Konzernfusion mit der „Reuters Group PLC“ im Jahre 2008 führte zu einer neuen Namensgebung. So entstand der Name „Thomson Reuters“.

Das „ISI-Web of Knowledge“ ist eine inzwischen online verfügbare Suchplattform, welche täglich über 150.000 Besuchern bereit steht und ihren Benutzern den Zugriff auf diverse wissenschaftliche Zeitschriften, Veröffentlichungen, Internetseiten sowie Patente und Konferenzabläufe ermöglicht. Weltweit nehmen etwa 3.800 Institutionen in über 90 Ländern die Dienste des „ISI-Web of Knowledge“ in Anspruch. Instrumente zur Analyse von Suchergebnissen wie der „Science Citation Index“ (Zitationsindex) und der Impact-Faktor gehen maßgeblich auf Dr. Eugene Garfield zurück, der als Urheber der Szientometrie und Pionier der empirischen Wissenschaften gilt [85].

Die Datenanalyse dieser Arbeit beruht auf Recherchen in der Datenbank „Web of Science“, welche Bestandteil des „ISI-Web of Knowledge“ ist. Diese bietet den Zugriff auf ein weites Publikationsspektrum und umfasst Zeitschriftenartikel aus allen Bereichen der Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften sowie der Kunst und Geisteswissenschaften. Das „Web of Science“ verfügt über wissenschaftliche Informationen von vor über 100 Jahren bis hin zu aktuellen Publikationen der Gegenwart, welche in über 9.000 bedeutenden Fachzeitschriften weltweit veröffentlicht wurden [86].

Um eine Qualitätssicherung der dem Benutzer bereitgestellten wissenschaftlichen Daten zu gewährleisten, unterliegen diese strengen Auswahlkriterien und regelmäßiger Evaluierung. Zeitschriften, die ins Verzeichnis des „Web of Science“ integriert werden, werden unter Berücksichtigung folgender Faktoren geprüft. Von hoher Relevanz sind hierbei der wissenschaftliche Inhalt, der internationale Bekanntheitsgrad der Autoren sowie die Vielfalt internationaler Autoren der Fachzeitschrift, die Einhaltung internationaler Standards bei Veröffentlichungen und die Anzahl der Zitierungen. Weitere wichtige Kriterien sind eine regelmäßige, fristgemäße Erscheinungsweise und die Einhaltung von internationalen redaktionellen Standards (informativer Zeitschriftentitel, vollständige bibliographische Angaben in Fuß- und Endnoten, Anschriften der Autoren und „Abstracts“ sowie „Keywords“). Darüber hinaus wird durch die regelmäßige Anwendung von „Peer-Review-Verfahren“, ein Verfahren zur Beurteilung von wissenschaftlichen Arbeiten durch unabhängige Gutachter, die Qualität sicher gestellt.

Eine Aktualisierung und Evaluierung der Daten erfolgt etwa alle zwei Wochen durch die Mitarbeiter der Redaktion von „Thomson-Reuters“, wobei neue Quellen in die Datenbank aufgenommen oder auch alte entfernt werden. In diesem Zusammenhang werden jährlich circa 2.000 Zeitschriften gesichtet und davon 10-12% in die Datenbank integriert. Da Englisch derzeit als aktuelle Sprache der Wissenschaft gilt, werden bei der Auswahl der Fachzeitschriften bevorzugt Publikationen berücksichtigt, die in englischer Sprache veröffentlicht werden [87].

Der „Citation Report“ des „ISI-Web of Knowledge“ ermöglicht die einfache Durchführung umfangreicher Zitationsanalysen. Mit Hilfe dieses Werkzeugs können die zitierten Referenzen von bis zu 10.000 Publikationen innerhalb kürzester Zeit ermittelt werden. Hierbei können Untersuchungen bezüglich bestimmter Personen, Institute oder Themengebiete vorgenommen werden und unter anderem durchschnittliche Zitationsraten pro Jahr, die Summe der Gesamtzitate und H-Indices erfasst werden [86]. Einzelne Analysen der vorliegenden Arbeit basieren auf dem „Citation Report“ des „ISI-Web of Knowledge“.

### **2.1.2 „PubMed-Online-Datenbank“ der „United States Library of Medicine“**

„PubMed“ gehört zu den bekanntesten medizinischen Online-Datenbanken und wird neben dem „Web of Science“ im Rahmen dieser Arbeit als zweite Datenquelle herangezogen. Da über „PubMed“ jedoch keine qualitativen Analysen oder

Zitationsanalysen möglich sind, konzentriert sich die Datenerhebung auf das „ISI-Web of Science“.

Die „PubMed-Online-Datenbank“ ist Bestandteil der „United States National Library of Medicine“ (NLM), der größten medizinischen Bibliothek der Welt [88]. Sie geht auf den 1879 gegründeten „Index Medicus“ zurück, einer Fachbibliographie, die medizinische Bücher und Artikel katalogisiert. Seit Mitte der Neunziger Jahre existiert diese Sammlung als elektronische Datenbank unter dem Namen „Medline“, auf welche über „PubMed“ auf medizinische Fachartikel online zugegriffen werden kann [89]. „PubMed“ verfügt über mehr als 16 Millionen wissenschaftliche Artikel, die aus über 5.200 internationalen Fachzeitschriften stammen und vorzugsweise biomedizinische Themen behandeln. Eine kostenfreie Datensuche und das Einsehen ausgewählter Artikel sind online möglich, wohingegen andere Publikationen gegen Entgelt verfügbar sind [90]. Eine einfache Handhabung wird gewährleistet, indem die Datensuche nach Autorennamen, Fachzeitschriften, Titel, einzelnen Worten oder Phrasen, aber ebenso nach MeSH-Begriffen vorgenommen werden kann. Auch eine Kombinationsstrategie ist hierbei möglich. Des Weiteren stellt „PubMed“ Verknüpfungen zu Webseiten mit gesuchten Artikeln her und verweist auf Publikationen verwandter Thematik [88]. Eine Aktualisierung der Datenbank erfolgt täglich zwischen Dienstag und Samstag, so dass der Datenpool jährlich um mehr als 500.000 Quellen zunimmt [90].

### **2.1.3 Medical Subject Headings (MeSH)**

MeSH steht für „Medical Subject Headings“ und stellt einen medizinischen Thesaurus (Wortnetz) dar, der durch die „National Library of Medicine“ erstellt und jährlich aktualisiert wird [91]. Hierbei definieren spezialisierte Mitarbeiter der NLM die Thematik aller Publikationen, indem sie jeder wissenschaftlichen Arbeit durchschnittlich zehn bis zwölf MeSH-Begriffe zuordnen. Diese definierten Schlagworte sind nicht nur Synonyme für einen bestimmten Suchbegriff, sondern beschreiben gleichzeitig ein bestimmtes Themengebiet und schaffen eine Vernetzung verschiedener Quellen [90]. Dieses System erleichtert die Katalogisierung von Buch- und Medienmaterial und ermöglicht gleichzeitig die Indexierung der Datenbankenbestände.

## **2.2 Bibliometrische Messgrößen und ihre Bedeutung**

### **2.2.1 H-Index**

Im Rahmen dieser Arbeit ist der H-Index als bibliometrisches Maß zur qualitativen Beurteilung der ermittelten Ergebnisse von Bedeutung.

Der H-Index (Hirsch-Index) geht auf J.E. Hirsch zurück, der dieses Instrument als zitierungs-basierten Impact-Indikator im Jahre 2005 erstmals vorstellte. Es handelt sich hierbei um einen leicht zu berechnenden Index, welcher eine objektive und unkomplizierte Bewertung einzelner Wissenschaftler ermöglicht [92]. Seine Ermittlung erfordert zunächst die Erfassung der zu bewertenden Publikationen eines Forschers, die entsprechend ihrer Zitierungshäufigkeit sortiert werden. Die Zahl, bei der die Rangnummer der Publikationen mit der Anzahl der Zitierungen übereinstimmt, stellt den H-Index dar. Demzufolge beschreibt ein Hirsch-Index von 40, dass ein Autor mindestens 40 Arbeiten verfasst hat, die jeweils mehr als 40-mal zitiert worden sind [93].

Für die Ermittlung des H-Index können unterschiedliche Datenquellen hinzugezogen werden, jedoch empfiehlt es sich, entsprechend Hirsch, die Datenbank des „Web of Science“ zu nutzen. Für eine unkomplizierte Berechnung sind hierbei eindeutige Autorennamen sowie saubere und vollständige Publikationslisten die Voraussetzung [93].

### **2.2.2 Zitationsrate**

Die durchschnittliche Anzahl von Zitationen eines Artikels innerhalb eines definierten Zeitraums wird als Zitationsrate bezeichnet. Indem die Zitationsrate angibt, wie häufig ein Artikel im Durchschnitt zitiert wurde, erlaubt sie eine direkte Aussage zur Wirkung der Veröffentlichungen einer Arbeitsgruppe, eines Institutes oder einer Fachzeitschrift. Gleichzeitig stellt sie einen Indikator dar, der als tatsächliches Maß für die wissenschaftliche Wahrnehmung eines Artikels hinzugezogen werden kann [83].

## **2.3 Density Equalizing Map Projections (DEMP)**

Die Methode der Density Equalizing Map Projections wird im Rahmen dieser Arbeit hinzugezogen, um verschiedene Analyseergebnisse der themenrelevanten Publikationen in Form von Kartenanamorphen zu visualisieren.

## Methoden

Unter einer Kartenanamorphose versteht man eine kartographische Darstellung der Weltkarte, die anstatt des realen einen variablen Maßstab aufweist. Indem sich dieser Maßstab proportional zu einem ausgewählten Merkmal verhält, resultiert eine verzerrte Ansicht der einzelnen Länder, wobei ihre relative Lage und die Topologie beibehalten werden. Die Flächengröße der Nationen wird bei Kartogrammen an bestimmte Faktoren gekoppelt und somit bewusst in einem unterschiedlichen Verhältnis zur Ausgangskarte dargestellt [94]. Der Vorteil einer solchen Illustration liegt in der schnellen visuellen Erfassung ausgewählter Aspekte auf länderspezifischer Ebene.

Zu den Merkmalen, die im Rahmen dieser Arbeit näher beleuchtet und mittels DEMP-Technik veranschaulicht werden, gehören z.B. die Publikationszahlen, Zitationsraten oder H-Indices der einzelnen Länder.

Antike Landkarten repräsentieren Kartenanamorphosen in ihrer frühesten Form, da hier aufgrund mangelnder Kenntnis wenig erforschte Regionen nicht maßstabsgetreu, sondern unverhältnismäßig verkleinert verzeichnet wurden.

Im Laufe der Jahre beschäftigten sich einige Forscher mit verschiedenen Ansätzen zur Darstellung von Kartogrammen. In den 60er Jahren wurde eine computergesteuerte Methode entwickelt, mit dessen Hilfe die Länderflächen in kleine Vier- oder Sechsecke eingeteilt und unabhängig voneinander skaliert werden. Dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis die angrenzenden Zellen in die Fläche eingefügt werden können. Diese Technik zeigt allerdings Schwächen, da die Vorgehensweise zum einen sehr zeitintensiv ist und zum anderen Überlappungen nicht ausgeschlossen werden können. Darüber hinaus resultieren häufig Karten mit starken Verformungen der ursprünglichen Flächen, so dass die einzelnen Länder der Karte nur schwer zugeordnet werden können.

Es folgte eine Weiterentwicklung der Methode, um diese Einschränkungen zu beheben. Das klassische Lösungsmodell zur Erstellung von kartographischen Darstellungen basiert auf der Transformation der Dichte der einzelnen Länder, bezogen auf eine spezifische durchschnittliche Populationsdichte. Hierbei steht  $p$  für die durchschnittliche Populationsdichte gemittelt durch die Fläche. Weist ein Land eine geringere Dichte als die durchschnittliche Dichte auf, so kommt es zu einer Schrumpfung in der Nähe des Punktes  $p$ , wohingegen eine größere Dichte eine Expansion bewirkt. Solange die Dichte eines Landes der durchschnittlichen Dichte entspricht, finden keine Veränderungen statt. Weitere Beschränkungen sind für die

Projektion einer zweidimensionalen Kartenanamorphose erforderlich, welche durch den Algorithmus der US-amerikanischen Physiker M. Gastner und M. Newman optimiert wurden [95].

### 2.4 Diffusionskartenanamorphosen

Im Jahre 2004 veröffentlichten die Physiker Gastner und Newman ihre Methode zur Erstellung diffusionsbasierter Kartenanamorphosen, welche auf dem Diffusionsprinzip der Strömungsphysik beruht. Bei diesem, in der vorliegenden Arbeit verwendeten Verfahren, gilt, dass die Flächen in allen Ländern der Kartenanamorphose eine uniforme Dichte aufweisen. Als Bezugsgröße für die Berechnung der Dichte werden hierbei die Populationen der einzelnen Länder hinzugezogen. Nach abgeschlossener Skalierung der Flächen, wird die Populationsdichte auf der gesamten Karte angepasst. Die Veränderung des Dichtefaktors in einem Staat bewirkt eine Umverteilung, eine sogenannte Diffusion, und hat eine Modifikation der Ländergrenzen zur Folge. Die Umverteilung richtet sich nach dem Dichtegradienten. Somit kommt es zu einer Verschiebung von dem Gebiet mit der größeren Dichte zu einem Gebiet geringerer Dichte, also einer dichteabhängigen Veränderung der äußeren Form der Ländergrenzen. Gebieten wie den Meeren und der Antarktis sind neutrale Dichten zugeteilt, die der mittleren Populationsdichte entsprechen. Dies ist notwendig, um die Gliederung der Weltkarte zu erhalten und darüber hinaus gravierenden Veränderungen auf der Kartenanamorphose vorzubeugen. Letztendlich resultiert eine Kartenanamorphose, deren Länderflächen entsprechend der gewählten Bezugsgröße verändert dargestellt sind und somit komplexe Sachverhalte veranschaulichen [95].

### 2.5 Datenerhebung

Die Recherche dieser Studie erfolgt anhand der „ISI-Web of Knowledge-Datenbank“ und umfasst den Beobachtungszeitraum von 1900-2008. Für diesen Zeitraum werden alle Publikationen, die das Thema IE behandeln, identifiziert und die dazugehörigen bibliographischen Informationen heruntergeladen. Im Webinterface werden die Daten zunächst als Blöcke im *Plain Text File*-Format über die Funktion *Output Records* gespeichert. Ein Datenblock umfasst hierbei die bibliographischen Angaben von maximal 500 Publikationen; demzufolge resultieren bei einer großen

## Methoden

Anzahl wissenschaftlicher Arbeiten mehrere Datenblöcke, die anschließend in einer Datei zusammengeführt werden. Eine Nummerierung der zu analysierenden Veröffentlichungen wird manuell im Feld *Records* vorgenommen (1-500, 501-1.000, 1.001-1.500 etc.). Im Anschluss folgt die Analyse der Quelldaten.

Jede einzelne Information wird anhand eines sogenannten Tags kategorisiert. Dabei beinhaltet eine Zeile jeweils nur eine bibliographische Angabe (siehe Tab. 6). Über das Auslesen der einzelnen Tags werden die jeweiligen bibliometrischen Daten der identifizierten Publikationen ermittelt und nachfolgend tabellarisch aufgelistet. Es folgt die Berechnung verschiedener Parameter.

Tabelle 6: Auswahl der verwendeten Tags des „ISI-Web of Knowledge“ [96]

PT	Publication Type
AU	Authors
TI	Document Title
SO	Publication Name
DE	Author Keywords
ID	Keywords Plus <sup>®</sup>
C1	Author Address
RP	Reprint Address
NR	Cited Reference Count
TC	Times Cited
SN	ISSN
PY	Year Published
SC	Subject Category

### 2.5.1 Datenerhebung bezüglich der Herkunftsländer

Der Tag C1 codiert über die Anschrift des Autors die Zugehörigkeit der Artikel zu den jeweiligen Herkunftsländern. Ist die Anschrift des Verfassers nicht angegeben, so wird alternativ der Tag RP hinzugezogen. Während hier am Zeilenbeginn das publizierende Institut bzw. die Universität vermerkt ist, findet man am Zeilenende die Information über das jeweilige Land. Der auf diese Weise ermittelte Ländername wird mit einer Liste von 251 Ländern verglichen, welche auch für die Erstellung der Kartenanamorphoten relevant ist. Wenn ein Land unter mehreren Bezeichnungen aufgeführt wird, müssen diese unter einem Namen vereint und anhand einer Identifikationsnummer vereinheitlicht werden. Analog wird bei Ländern verfahren, die

zu einem Staatenverbund gehören wie zum Beispiel Wales, Schottland, Nordirland, oder England. Die aufgeführten Staaten werden unter dem Vereinigten Königreich von Großbritannien und Nordirland (UK) zusammengefasst. Aus der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik stammende Publikationen werden unter Germany verzeichnet. Gehen Veröffentlichungen aus Staaten hervor, die beispielsweise aufgrund von Spaltung zu dem heutigen Zeitpunkt nicht mehr existieren (z.B. Tschechoslowakei, Jugoslawien, Sowjetunion), so ist die exakte Ermittlung der Herkunft des betroffenen Artikels und die Zuordnung zu dem heutigen Land erforderlich. Ist dies aufgrund fehlender bibliographischer Daten im Bereich der Tags C1 und RP nicht möglich, so kann die Publikation bei der Analyse nach Länderzugehörigkeit nicht berücksichtigt werden.

### **2.5.2 Datenerhebung bezüglich Kooperationsbeziehungen**

Die Analyse der Länder- und Autorenkooperationen basiert auf einem C++-Programm, das an eine Microsoft Datenbank gekoppelt ist, und speziell für diesen Zweck ausgelegt und entwickelt wurde.

Um eine Analyse der Länderkooperationen zu ermöglichen, ist zunächst eine Zuordnung der Publikationen zu den jeweiligen Ländern notwendig. Dies geschieht über die Auswertung der Autorenadressen gemäß 2.5.1.

In einer Tabelle werden Artikelnummern, Herkunftsländer und die jeweiligen Publikationsjahre der Veröffentlichungen zur Weiterbearbeitung erfasst und die Daten nach Excel exportiert. Das Programm erkennt die Daten und erstellt anhand dessen eine Kooperationsmatrix, welche die auf diesem Weg identifizierten Publikationsländer berücksichtigt. Alle an dem Forschungsaufkommen zur IE beteiligten Länder werden gegeneinander aufgetragen, so dass eine Matrix entsteht (Tab. 7). Hierbei erscheinen die jeweiligen Kooperationsländer (n-Länder) sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen. Der Kooperationswert, der angibt wie häufig die jeweiligen Parteien zusammengearbeitet haben, wird ermittelt und in das dafür vorgesehene Feld eingetragen.

Hierbei ist offensichtlich, dass die Kooperationswerte zwischen Land 1 und 2 sowie zwischen Land 2 und 1 identisch sind. Folglich wird die Matrix an ihrer Hauptdiagonalen gespiegelt, so dass nur die Hälfte der Kombinationen errechnet werden muss.

## Methoden

Tabelle 7: Matrix zu den Länderkooperationen

<b>Identifikationsnummer des Landes</b>	<b>Land 1</b>	<b>Land 2</b>	<b>...</b>	<b>Land N</b>
<b>Land 1</b>	X	15	0	4
<b>Land 2</b>	15	X	2	1
<b>...</b>	0	2	X	5
<b>Land N</b>	4	1	5	X

Um die Ergebnisse der Kooperationsanalysen übersichtlich präsentieren zu können, wird ein Netzdiagramm zu den Kooperationsverhältnissen erstellt. Hierbei werden die kooperierenden Länder nebeneinander dargestellt, wobei Verbindungslinien unterschiedlicher Farbe und Dicke die Intensität der wissenschaftlichen Zusammenarbeit veranschaulichen. Je stärker die Verbindungslinie gezeichnet ist, desto höher ist der Kooperationswert. Die Anzahl der aus den Kollaborationen hervorgehenden Artikel erscheint neben der jeweiligen Verbindungslinie. Eine festgelegte Schwellenwertfunktion gewährleistet die Übersichtlichkeit der Darstellung. Bei der Analyse der Autorenkooperationen und der Untersuchung von Kollaborationen verschiedener Institutionen erfolgt ein analoges Vorgehen.

### 2.6 Allgemeine Suchstrategien

Die Datenerhebung dieser Arbeit beruht auf Recherchen im „Web of Science“. Hierbei erfolgt die Suche unter dem Begriff „infect\* endocardit\*“, der im Titel, „Abstract“ oder in den Schlüsselwörtern einer themenrelevanten Publikation verzeichnet ist. Als Beobachtungszeitraum gilt das Zeitintervall von 1900-2008.

Die ermittelten bibliographischen Daten der identifizierten Publikationen dieses Zeitraums werden in unterschiedlichen Kategorien untersucht. Hierbei erfolgen Analysen bezüglich der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren, hinsichtlich der Sprachzugehörigkeit, der Erscheinungsform und der Quellenzeitschriften. Weiter werden die Publikationen in Bezug auf ihre Herkunftsländer, veröffentlichenden Institutionen, Zugehörigkeit der Fachgebiete (Subject Areas) und hinsichtlich der publizierenden Autoren untersucht. Der „Science Citation Index“ wird hinzugezogen, um die Veröffentlichungen betreffend ihrer Zitationszahlen auszuwerten.

## **2.7 Spezielle Suchstrategien**

Die Suche in der Datenbank „ISI-Web of Science“ erfolgt unter Anwendung der in Abschnitt 2.6 angegebenen Suchstrategie. Die Recherche fand erstmals am 21.04.2009 statt und wird am 29.01.2010 letztmalig aktualisiert.

### **2.7.1 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren**

Anhand des unter 2.6 beschriebenen Vorgehens werden die Daten bezüglich der einzelnen Publikationsjahre untersucht und die Verteilung der Veröffentlichungen im zeitlichen Verlauf graphisch dargestellt. Die Analyse wird am 21.04.2009 durchgeführt.

### **2.7.2 Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit**

Die Suche nach der unter 2.6 erläuterten Suchstrategie, analysiert nach Sprachen, erfolgt ab dem 24.04.2009. Hierbei werden alle Veröffentlichungen zum Thema IE identifiziert und über die Funktion *Analyse Results* hinsichtlich ihrer Sprachzugehörigkeit untersucht. Publikationssprachen, zu denen weniger als 10 Ergebnisse zugeordnet werden können, werden unter der Rubrik „Andere Sprachen“ („Others“) zusammengefasst. Die abschließende Recherche wird am 27.04.2009 vorgenommen.

### **2.7.3 Analyse der Publikationen nach Erscheinungsformen**

Die Untersuchung der Veröffentlichungen bezüglich ihrer Erscheinungsformen erfolgt im Zeitraum vom 04.05. bis 06.05.2009 und wird nach der unter 2.6 beschriebenen Suchstrategie vorgenommen. Hierbei werden die Publikationen nach den englischsprachigen Originalkategorien aufgelistet. Erscheinungsformen, die weniger als 300 Veröffentlichungen aufbringen, sind unter der Kategorie „Others“ zusammengefasst. Ein Kreisdiagramm dient der Veranschaulichung der Analyseergebnisse.

### **2.7.4 Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften**

Die Fachzeitschriften, in denen am häufigsten zur IE publiziert wird, werden nach der unter 2.6 erläuterten Strategie identifiziert. Es erfolgt eine Auflistung der 15

häufigsten Quellenzeitschriften. Die Recherche findet erstmals am 08.05.2009 statt und wird am 15.05.2009 abgeschlossen.

### **2.8 Länderspezifische Analysen**

Länderspezifische Analysen zu den themenrelevanten Publikationen erfolgen nach dem unter 2.5 dargelegten Verfahren im Zeitraum vom 02.06. bis 28.08.2009.

#### **2.8.1 Analyse der Veröffentlichungen nach Herkunftsländern**

Die Gesamtzahl der identifizierten Veröffentlichungen zur IE wird nach dem unter 2.5 und 2.5.1 beschriebenen Verfahren ihren Publikationsländern zugeordnet. Die Darstellung der Analyseergebnisse zu den Publikationszahlen der einzelnen Länder erfolgt entsprechend der unter 2.4 erläuterten Methode in Form einer Kartenanamorphose am 02.06. bis 05.06.2009.

#### **2.8.2 Analyse der Anzahl der Institutionen pro Publikationsland**

Nach der unter 2.5 erläuterten Suchstrategie wird ermittelt, wie viele Institutionen der einzelnen Länder Publikationen zur IE veröffentlichen. Die Resultate dieser Untersuchung werden mit Hilfe einer Kartenanamorphose, wie unter 2.4 beschrieben, visuell dargestellt.

Die Analyse wird am 09.06.2009 vorgenommen.

#### **2.8.3 Analyse der internationalen Kooperationsbeziehungen publizierender Institutionen**

Die Kollaborationen der zum Thema IE publizierenden Institutionen werden nach dem unter 2.5.2 dargestellten Verfahren im Zeitraum vom 19.06. bis 29.06.2009 untersucht. Zur Darstellung der Analyseergebnisse dient ein Netzdiagramm, welches die internationalen Kooperationsbeziehungen von den Einrichtungen der unterschiedlichen Nationen verdeutlicht. Ein Schwellenwert von 5 Kooperationsartikeln ist hierbei die Voraussetzung, um bei dieser Darstellung berücksichtigt zu werden.

#### **2.8.4 Analyse der Länderkooperationen**

Die Kooperationsbeziehungen der einzelnen Publikationsländer werden nach der unter 2.5.2 beschriebenen Methodik analysiert. Hierbei werden die ermittelten Daten zunächst in einer Tabelle aufgelistet und nachfolgend wird eine Kooperationsmatrix erstellt. Schließlich folgt eine visuelle Darstellung der internationalen Kooperationsbeziehungen anhand eines Netzdiagramms, wobei der Schwellenwert für eine Integration bei 7 Kooperationsartikeln liegt.

Die Recherche bezüglich der Länderkooperationen wird erstmals am 03.07.2009 vorgenommen und letztmalig am 10.07.2009 aktualisiert.

#### **2.8.5 Analyse des modifizierten H-Index der meistpublizierenden Länder**

Der unter 2.2.1 beschriebene H-Index ist ein bibliometrisches Maß, welches zur qualitativen Beurteilung wissenschaftlicher Arbeiten herangezogen werden kann. Unter Verwendung eines modifizierten H-Index kommt es im Rahmen dieser Arbeit zur Evaluierung der einzelnen Länder, die Veröffentlichungen zur IE hervorgebracht haben. Die Berechnungen des jeweiligen H-Index werden auf die einzelnen Länder extrapoliert und anhand einer Kartenanamorphose veranschaulicht. Diesbezügliche Untersuchungen erfolgen am 20.07.2009.

#### **2.9 Analyse nach Kombinationen einzelner Fachkategorien**

Die meisten Forschungsthemen zeigen in mehreren Fachgebieten Relevanz, so dass alle Publikationen übergeordneten Kategorien, sogenannten Subject Areas zugeteilt werden können. Entsprechend folgt eine Recherche nach der unter 2.6 beschriebenen Methode, analysiert nach „ISI-Web of Science“-definierten Fachkategorien im Zeitraum vom 30.07. bis 05.08.2009.

Nach Aufarbeitung der Daten wird anhand eines Säulendiagramms die Verteilung der identifizierten Artikel nach der Anzahl ihrer zugeordneten Themengebiete dargestellt. Eine Verbildlichung der interdisziplinären Vernetzung im Bereich der IE verdeutlicht ein Netzdiagramm, welches die Kombinationen der einzelnen Themengebiete präsentiert. Farbcodierte Verbindungslinien unterschiedlicher Dicke stellen hierbei die Verhältnisse dar. Gleichzeitig werden die genaue Kombinationshäufigkeit der jeweiligen Themengebiete und die Gesamtzahl an Publikationen der einzelnen Subject-Areas angegeben.

## **2.10 Zitationsanalysen**

Eine umfassende Untersuchung der Publikationen in Bezug auf ihre Zitationszahlen erlaubt die Auswertung des „Citation Reports“.

### **2.10.1 Analyse der Zitationsraten der Publikationen in den einzelnen Jahren**

Unter Anwendung der in 2.6 beschriebenen Suchstrategie werden die themenrelevanten Publikationen zunächst ermittelt und nach Publikationsjahren analysiert. Es folgt eine Untersuchung der einzelnen Jahre mit Hilfe des „Citation Reports“, um die durchschnittlichen Zitierungen pro Artikel im Verlauf der Jahre (1975-2008) graphisch darstellen zu können. Hierbei entspricht die durchschnittliche Anzahl der Zitierungen pro Publikation in einem Jahr der Zitationsrate. Die Analyse der Daten erfolgt am 01.09.2009.

### **2.10.2 Zitationsanalysen nach Zitations- und Erscheinungsjahr**

Wie unter 2.6 beschrieben, werden alle Publikationen zur IE mit ihren bibliometrischen Daten ermittelt und nachfolgend hinsichtlich ihrer Zitierungen untersucht. Über den „Citation Report“ wird jede Veröffentlichung, die eine der identifizierten Publikationen zur IE zitiert hat, registriert und als absolute Zahl vermerkt. Die Daten werden nach Jahren tabellarisch aufgeführt und anschließend unter Berücksichtigung des Zeitraums von 1966-2008 zusammenfassend ausgewertet. Die Untersuchung bezüglich der Zitationen pro Zitationsjahr erfolgt am 07.09.2009.

Nachfolgend werden die bibliometrischen Daten in Bezug auf die Zitierungen pro Erscheinungsjahr ausgewertet und im zeitlichen Verlauf betrachtet. Dazu werden die Artikel der einzelnen Jahre über die Funktion *Analyse Results* separat herausgefiltert und mit Hilfe des „Citation Reports“ wird die Summe der erhaltenen Zitate dieser Publikationen bis zum Zeitpunkt der Analyse ermittelt. Die Anzahl der Gesamtzitate für die einzelnen Publikationsjahre wird zunächst tabellarisch festgehalten und die Ergebnisse im zeitlichen Verlauf von 1900-2008 werden graphisch dargestellt. Für Publikationsjahre, die sehr nah am Analysezeitpunkt liegen, sind entsprechend geringe Zitationszahlen zu erwarten und somit auch ein stark abfallender Graph bis zum Jahr 2008. Die Datenanalyse erfolgt am 11.09.2009.

### **2.10.3 Analyse der Halbwertszeit einer Publikation**

In der wissenschaftlichen Literatur beschreibt die Halbwertszeit eines Artikels die Zeit, nach der die Zitierungsrate auf die Hälfte des anfänglichen Wertes gesunken ist [82]. Die Veröffentlichungen unterliegen einem Alterungsprozess. Es handelt sich hierbei um den zeitlichen Verfall der Gültigkeit und Nutzbarkeit von Informationen. Zur Beurteilung der Halbwertszeit ist die Betrachtung der Häufigkeit der Zitierungen eines Artikels im zeitlichen Verlauf erforderlich.

Die nach 2.6 ermittelten Veröffentlichungen und ihre bibliometrischen Daten werden unter Berücksichtigung des „Citation Reports“ analysiert. Es folgt eine graphische Darstellung des durchschnittlichen Anteils der Zitate eines Artikels von den Gesamtzitationen über die Jahre. Die Datenanalyse wird am 21.09.2009 vorgenommen.

### **2.10.4 Analyse der am häufigsten zitierten Fachzeitschriften**

Die Endokarditispublikationen mit ihren bibliometrischen Daten werden nach der unter 2.6 erläuterten Suchstrategie ermittelt und in Hinsicht auf die Quellenzeitschriften und die Häufigkeit ihrer Zitierungen weitergehend analysiert. Indem die Veröffentlichungen nach der Anzahl ihrer Zitierungen tabellarisch aufgelistet werden, können die weltweit am häufigsten zitierten Journale leicht identifiziert werden. Die Funktion *Analyse Results* ermöglicht eine Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Quellenzeitschriften, so dass die häufigsten zitierten Fachzeitschriften graphisch dargestellt werden können. Diese Datenuntersuchung wird vom 25.09. bis 28.09.2009 vorgenommen.

### **2.10.5 Länderspezifische Zitationsanalysen**

Die Recherche zu den Zitationen auf Länderebene erfolgt nach der unter 2.6 und 2.5.1 beschriebenen Methode im Zeitraum vom 05.10. bis 08.10.2009. Hierbei richtet sich die Analyse nach der Gesamtzahl an Zitationen der einzelnen Nationen und der Zitationsrate der Publikationsländer. Die Zitationsrate wird für alle Länder ermittelt, die  $\geq 30$  themenspezifische Publikationen vorweisen können. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt anhand von Kartenanamorphoten.

## **2.11 Autorenanalysen**

### **2.11.1 Analyse der produktivsten Autoren**

Um einen Überblick über die Publikationsstärke der verschiedenen Autoren zu erlangen, werden nach der unter 2.5 beschriebenen Vorgehensweise die Wissenschaftler identifiziert, welche am meisten zur IE veröffentlicht haben. Die 15 Autoren mit der größten Anzahl an themenrelevanten Publikationen werden graphisch dargestellt. Zusätzlich werden diese bezüglich ihrer erhaltenen Zitate und der Frequenz ihrer Erst-, Senior- und Koautorenschaft untersucht. Die diesbezügliche Analyse umfasst den Zeitraum vom 12.10. bis 16.10.2009.

### **2.11.2 Zitationsraten der Autoren**

Die nach 2.11.1 identifizierten Autoren werden hinsichtlich ihrer Zitationsraten über den „Citation Report“ analysiert. Hierbei wird die Summe der erhaltenen Zitate eines Autors pro Jahr durch die Gesamtanzahl an Publikationen desselben Jahres dividiert und die Ergebnisse werden anhand eines Säulendiagramms dargestellt. Diesbezügliche Datenanalysen erfolgen am 19.10.2009.

### **2.11.3 H-Indices der Autoren**

Die Untersuchung der Publikationen analysiert nach den H-Indices der Autoren wird am 22.10.2009 umgesetzt. Hierbei werden zur Bestimmung des H-Index eines Autors alle seine Artikel nach absteigender Anzahl ihrer Zitierungen aufgelistet. Die Werte innerhalb der Tabelle werden nachfolgend überprüft, wobei genau darauf zu achten ist, ob der Artikel an Rang  $n$  mindestens  $n$ -mal zitiert wurde. Fällt die Anzahl der Zitierungen innerhalb der Tabelle geringer aus als der Rang  $n$ , so resultiert für den Autor der H-Index  $(n-1)$ .

### **2.11.4 Analyse der Autorenzahl pro Artikel**

Die identifizierten Publikationen werden nach der unter 2.5 beschriebenen Strategie ermittelt und hinsichtlich der Autorenzahl pro Artikel untersucht. Die Aufbereitung der Daten erfolgt am 23.10.2009.

### **2.11.5 Analyse der Kooperationen zwischen den Autoren**

Die nach 2.5 über *Output Records* gewonnenen bibliographischen Daten werden bezüglich der Kooperationsbeziehungen der Autoren evaluiert. Hierbei erfolgt die Analyse der Autorenkooperationen wie unter 2.5.2 beschrieben und wird am 30.10.2009 vorgenommen. Ein Netzdiagramm dient der Veranschaulichung der Ergebnisse. Es gilt ein Schwellenwert von 15 Kooperationsartikeln, damit eine Zusammenarbeit zwischen zwei Autoren kenntlich gemacht wird.

### **2.11.6 Untersuchung der gegenseitigen Zitierungen und Selbstzitierungen**

In der Regel verweist ein Wissenschaftler auf die Arbeit eines Kollegen, wobei auch Selbstzitierungen praktiziert werden, welche sich auf die Zitationsraten der Autoren auswirken. Um den Einfluss von Eigenzitationen besser abschätzen zu können, werden alle themenrelevanten Artikel ausgewählter Autoren mit Hilfe des „Citation Reports“ diesbezüglich analysiert und die Selbstzitierungen identifiziert.

Eine Graphik veranschaulicht die Ergebnisse zum Zitationsverhalten der Autoren. Die gegenseitigen Zitierungen werden anhand von Pfeilen dargestellt, deren Dicke proportional zur Anzahl der zitierten Artikel ist, und deuten jeweils auf den zitierten Autor. Die Analyse erfolgt erstmals am 04.11.2009 und wird abschließend am 29.01.2010 überarbeitet.

## **2.12 Analyse formaler und struktureller Aspekte der Publikationen**

### **2.12.1 Entwicklung der Seitenzahlen der Publikationen**

Die bibliometrischen Daten zu den Endokarditis-Publikationen werden nach der unter 2.6 dargelegten Methodik erhoben und am 15.09.2009 hinsichtlich der durchschnittlichen Artikellänge untersucht. Die gemittelte Seitenanzahl der Publikationen im Verlauf der Zeit wird graphisch dargestellt.

### **2.12.2 Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses**

Nach der unter 2.6 beschriebenen Suchstrategie werden die wissenschaftlichen Arbeiten zur IE in Bezug auf die Anzahl ihrer Literaturquellen untersucht. Hierbei wird die durchschnittliche Länge des Literaturverzeichnisses ermittelt und im zeitlichen Verlauf graphisch dargestellt. Die Aufbereitung der Daten erfolgt am 17.09.2009.

### 3 Ergebnisse

Im Rahmen der Datenerhebung dieser Arbeit wurden nach Anwendung der im Methodenteil beschriebenen Suchstrategien 5.910 Publikationen zum Thema „infektiöse Endokarditis“ über die Datenbank „ISI-Web of Science“ ermittelt.

#### 3.1 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren (1900-2008)

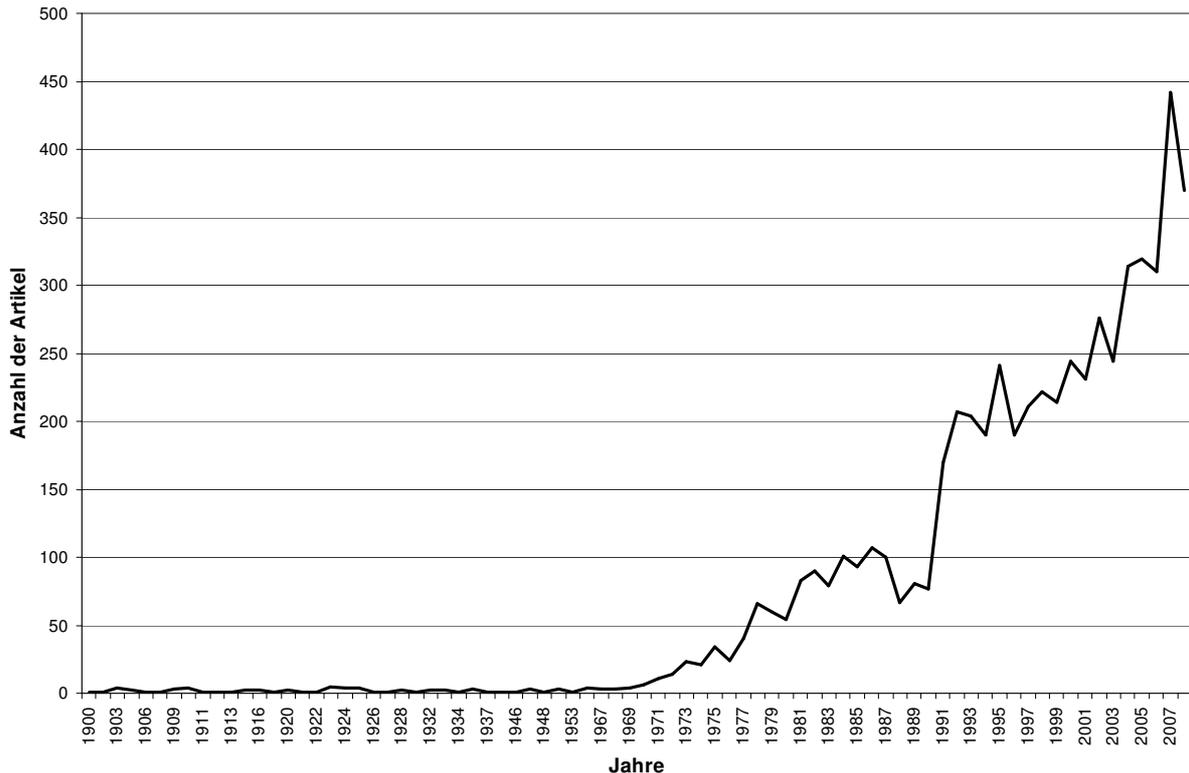


Abbildung 2: Artikelanzahl pro Jahr im Zeitraum von 1900-2008

Die Abbildung 2 präsentiert die Ergebnisse der Analyse nach den Publikationsjahren und zeigt wie viele Veröffentlichungen pro Jahr zwischen 1900 und 2008 erschienen sind. Innerhalb der ersten 70 Jahre verläuft die Kurve des Diagramms nahe der Nulllinie, wohingegen ab 1970 (6 Treffer) bis 2008 (370 Treffer) die Veröffentlichungszahlen unter wellenförmigen Zu- und Abnahmen kontinuierlich ansteigen. Deutliche Publikationsmaxima werden in den Jahren 1992 (207 Treffer), 1995 (241 Treffer) und 2007 (442 Treffer) verzeichnet.

Während sich die jährliche Publikationsrate im Zeitintervall 1978-1990 zwischen 54 und 107 bewegt, steigt die Anzahl 1991 und 1992 deutlich auf 170 bzw. 207 Veröffentlichungen pro Jahr. Dies bedeutet mehr als eine Verdoppelung der Publikationszahlen. Nachdem bis 2006 die Zunahme weiter fortschreitet, nimmt die

## Ergebnisse

Anzahl an Publikationen schlagartig von 2006 (310 Treffer) bis 2007 (442 Treffer) um 132 Veröffentlichungen zu. Somit wird 2007 mit 442 Veröffentlichungen pro Jahr das vorläufige Maximum an Publikationen zum Thema IE erreicht. 2008 sinkt die Anzahl der veröffentlichten Artikel wieder auf 370.

### 3.2 Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit

Die insgesamt 5.910 zum Thema IE ermittelten Publikationen sind in 14 verschiedenen Sprachen verfasst. Darunter sind 5.003 Veröffentlichungen in englischer Sprache erschienen, was einem prozentualen Anteil von 84,65% entspricht und somit die dominante Stellung der englischen Sprache in der Wissenschaft unterstreicht. Der übrige Anteil von 15,35% setzt sich aus Sprachen wie Französisch (364 Treffer), Spanisch (211 Treffer), Deutsch (188 Treffer), Russisch (106 Treffer) und Japanisch (15 Treffer) zusammen. Publikationssprachen, die weniger als 10 Ergebnisse aufweisen, werden unter der Rubrik „Andere Sprachen“ zusammengefasst (siehe Abb. 3).

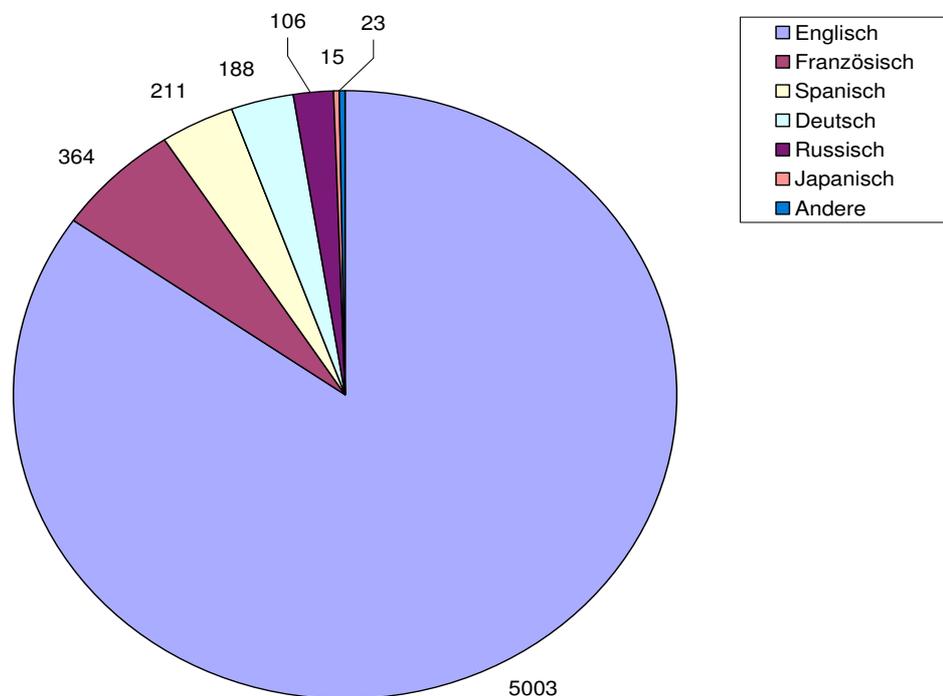


Abbildung 3: Veröffentlichungen nach Sprachzugehörigkeit

### 3.3 Analyse der Publikationen nach Erscheinungsformen

Anhand eines Kreisdiagramms (Abb. 4) wird die Verteilung der unterschiedlichen Erscheinungsformen der wissenschaftlichen Arbeiten verdeutlicht, welche von 1900 bis 2008 zu dem Thema IE publiziert wurden. „Articles“ nehmen mit 3.775 Treffern als Originalarbeiten den prozentual größten Anteil (63%) ein, gefolgt von den Erscheinungsformen „meeting abstract“ (513 Treffer), „letter“ (407 Treffer), „review“ (389 Treffer) und „editorial material“ (320 Treffer). Erscheinungsformen, die jeweils einen geringeren Anteil als 5% ausmachen, sind unter der Kategorie „others“ zusammengefasst und spielen somit eine untergeordnete Rolle. Folglich ist offensichtlich, dass mit 63% ein Großteil der ermittelten Publikationen innerhalb des genannten Zeitraums als Originalarbeiten („article“) veröffentlicht wurden.

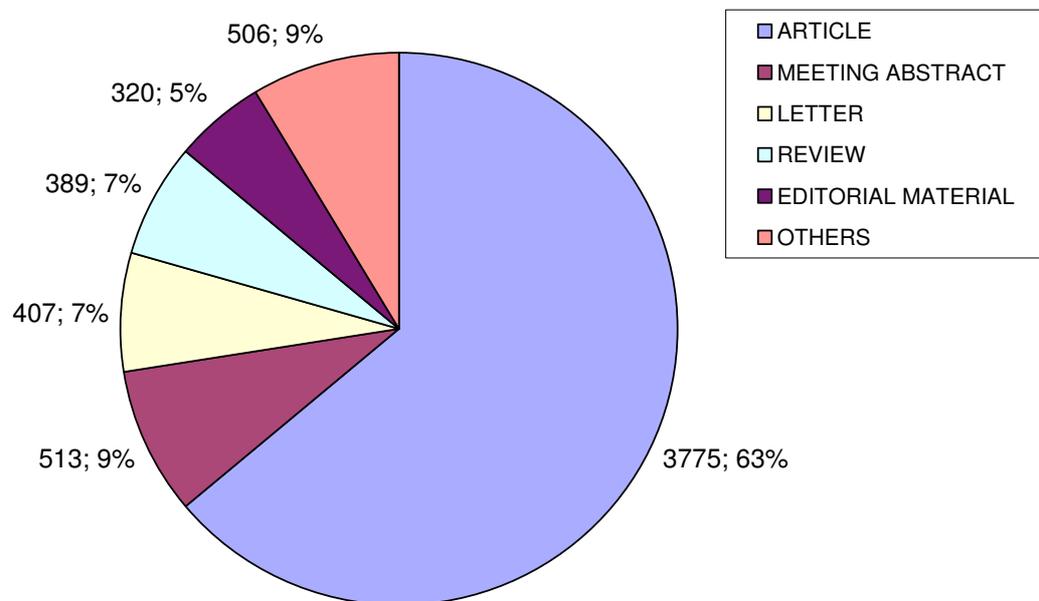


Abbildung 4: Erscheinungsformen der Publikationen

### 3.4 Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften

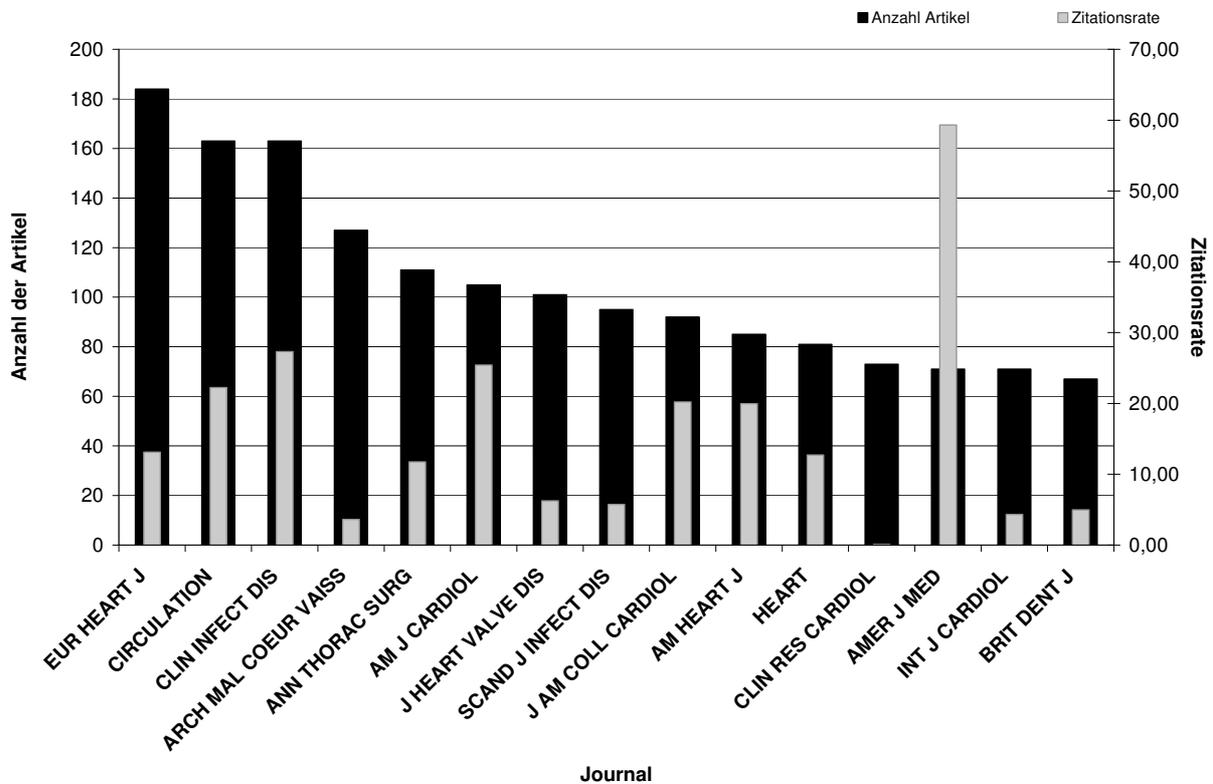


Abbildung 5: Analyse der Fachzeitschriften nach Anzahl der Artikel

Von über 800 Fachzeitschriften, die zum Thema IE veröffentlicht haben, sind die 15 am häufigsten publizierenden Zeitschriften in Abbildung 5 dargestellt, wobei neben der Anzahl der veröffentlichten Artikel der jeweiligen Publikationsquellen (schwarz gezeichnete Säulen) auch die Zitationsraten (grau gezeichnete Säulen) präsentiert werden. Die 15 publikationsstärksten Quellenzeitschriften stammen vorwiegend aus dem kardiologischen Bereich, wobei auch zwei Vertreter aus der Mikrobiologie/Infektiologie (*Clinical Infectious Diseases* und *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*) und ein Repräsentant aus der Zahnheilkunde (*British Dental Journal*) vorhanden sind.

Entsprechend der Analyse hat das *European Heart Journal*, die offizielle Zeitschrift der „European Society of Cardiology“ (ESC) mit 184 Publikationen die größte Anzahl an themenbezogenen Artikeln über die Jahre veröffentlicht, gefolgt von *Circulation*, herausgegeben von der AHA, und der Zeitschrift *Clinical Infectious Diseases* mit jeweils 136 publizierten Artikeln. Die zahnmedizinische Zeitschrift *British Dental*

*Journal* zeigt als nicht kardiologische Publikationsquelle immerhin 67 Veröffentlichungen innerhalb des oben genannten Zeitraums.

### 3.5 Länderspezifische Analysen

Im folgenden Abschnitt richten sich die Untersuchungen auf die Publikationsländer und ihre veröffentlichenden Institutionen. Es werden verschiedene Schwerpunkte beleuchtet wie Veröffentlichungszahlen und Kooperationsbeziehungen.

#### 3.5.1 Analyse der Publikationen nach Herkunftsländern

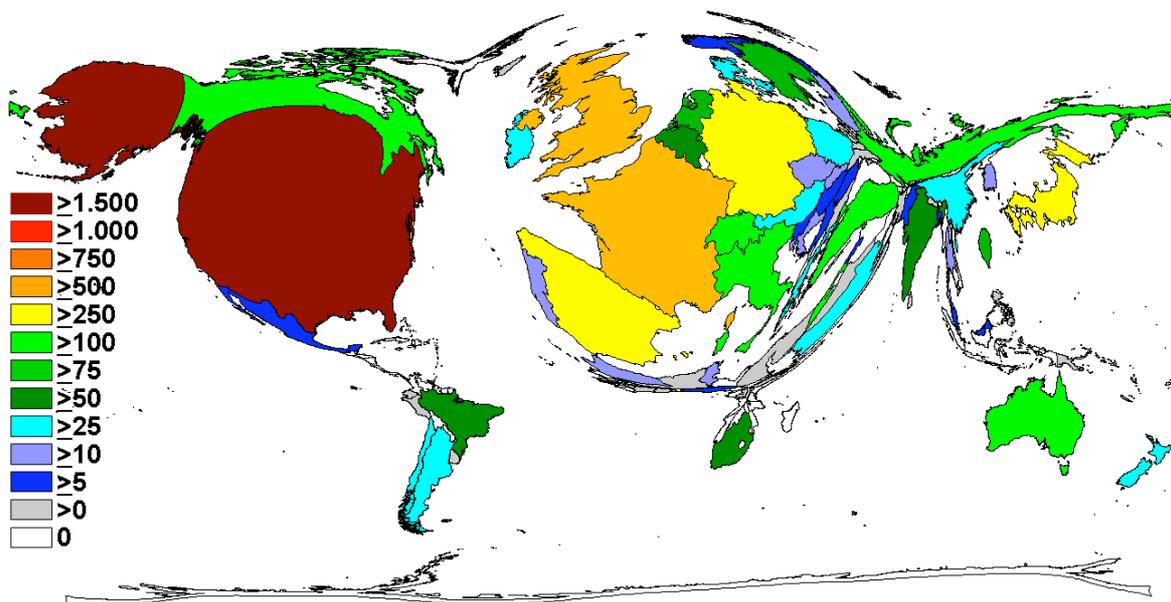


Abbildung 6: Kartenanamorphote zu den Publikationszahlen der einzelnen Länder

Die Kartenanamorphote aus Abbildung 6 repräsentiert die Publikationszahlen der einzelnen Länder und verdeutlicht ihre Publikationskraft. Es resultiert eine verzerrte Ansicht der Weltkarte, da Nationen, die viele Veröffentlichungen zur IE vorweisen vergrößert und Länder mit geringen Werten entsprechend verkleinert abgebildet werden. Zusätzlich unterstützt eine Farbcodierung je nach Zahlenwert die Übersicht. Nordamerika sowie Westeuropa werden auffallend vergrößert dargestellt, wohingegen Asien und Südamerika stark verkleinert sind und der afrikanische Kontinent nahezu verschwindet. Die Vereinigten Staaten von Amerika weisen mit 1.809 Publikationen die meisten internationalen Veröffentlichungen zu der IE vor, gefolgt von Frankreich (635 Treffer) und dem Vereinigten Königreich von Großbritannien (565 Treffer). Mit jeweils mehr als 250 internationalen Publikationen

## Ergebnisse

stehen an nächster Stelle Spanien (389 Treffer), Deutschland (356 Treffer), und Japan (268 Treffer).

Auffallend ist, dass kleine Länder wie die Schweiz (121 Treffer) oder Israel (105 Treffer) zum Teil annähernd gleich viele Artikel hervorbringen wie Australien (129 Treffer) oder Russland (114 Treffer).

### 3.5.2 Analyse der Anzahl der Institutionen pro Publikationsland

Die Analyse bezüglich der publizierenden Institutionen der Länder zeigt deutlich, dass die USA nicht nur die Nation mit den zahlreichsten themenbezogenen Publikationen darstellt, sondern auch mit 687 Einrichtungen die meisten Institutionen hervorbringt, die zu dieser Thematik veröffentlichen. Entsprechend imponieren auf der kartographischen Darstellung von Abbildung 7 besonders die Vereinigten Staaten von Amerika sowie das westliche Europa. Frankreich (361 Treffer) und das Vereinigte Königreich von Großbritannien (279 Treffer) weisen die größte Dichte von publizierenden Einrichtungen innerhalb Europas vor, gefolgt von Spanien (230 Treffer), Deutschland (168 Treffer) und Italien (115 Treffer). Japan repräsentiert mit 180 Institutionen einen asiatischen Vertreter, der sich an der Forschung zur IE beteiligt, während die Türkei 77 Institute hervorbringt. Auch Australien, Kanada, Indien, Russland und die Niederlande beherbergen jeweils zwischen 50 und 75 publizierende Einrichtungen.

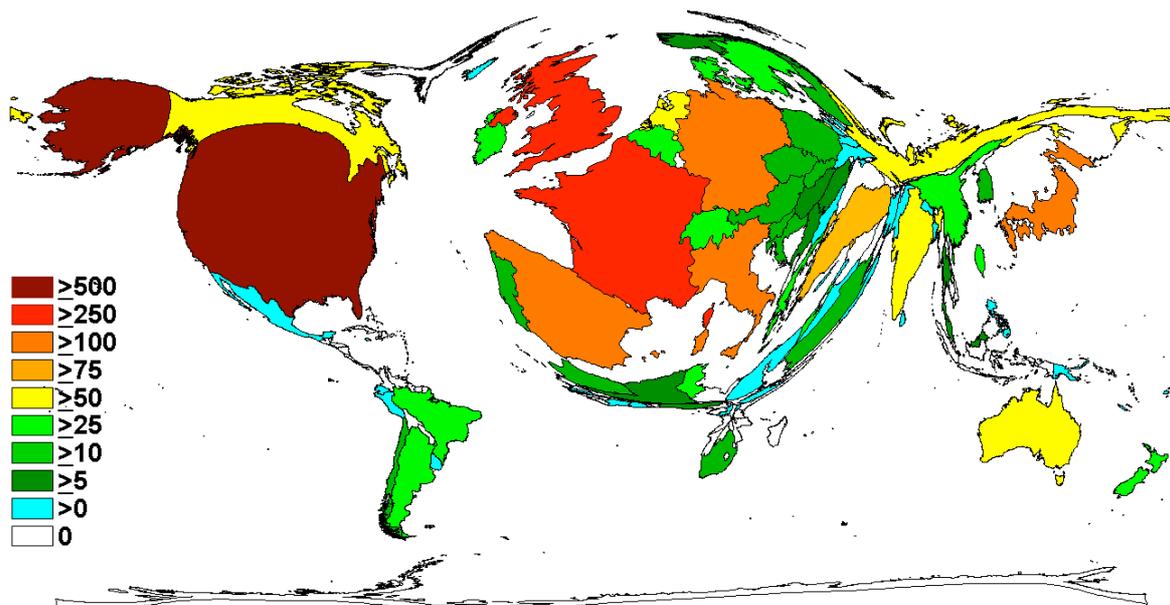


Abbildung 7: Kartenanamorphote zu der Anzahl der Institutionen der Publikationsländer

### 3.5.3 Analyse der internationalen Kooperationsbeziehungen publizierender Institutionen

Anhand eines Netzdiagramms (siehe Abb. 8) werden die Kooperationsbeziehungen der einzelnen Institutionen zum Thema IE verdeutlicht. Hierbei wird nicht nur die internationale Vernetzung der veröffentlichenden Einrichtungen dargestellt, sondern auch die Intensität bzw. Frequenz der Zusammenarbeit zwischen den Kooperationspartnern durch Verbindungslinien unterschiedlicher Farbe und Dicke veranschaulicht. Die Anzahl der aus den Kollaborationen hervorgehenden Kooperationsartikel (Kooperationswert) erscheint neben der jeweiligen Verbindungslinie. Hierbei gilt ein Schwellenwert von 5 gemeinschaftlichen Publikationen. Die Gesamtzahl der Kooperationsarbeiten sowie die Anzahl aller themenrelevanten Veröffentlichungen der publizierenden Institutionen sind neben der jeweiligen Einrichtung in Klammern gesetzt vermerkt. Die Landesflaggen markieren die jeweilige Länderzugehörigkeit der einzelnen Institutionen.

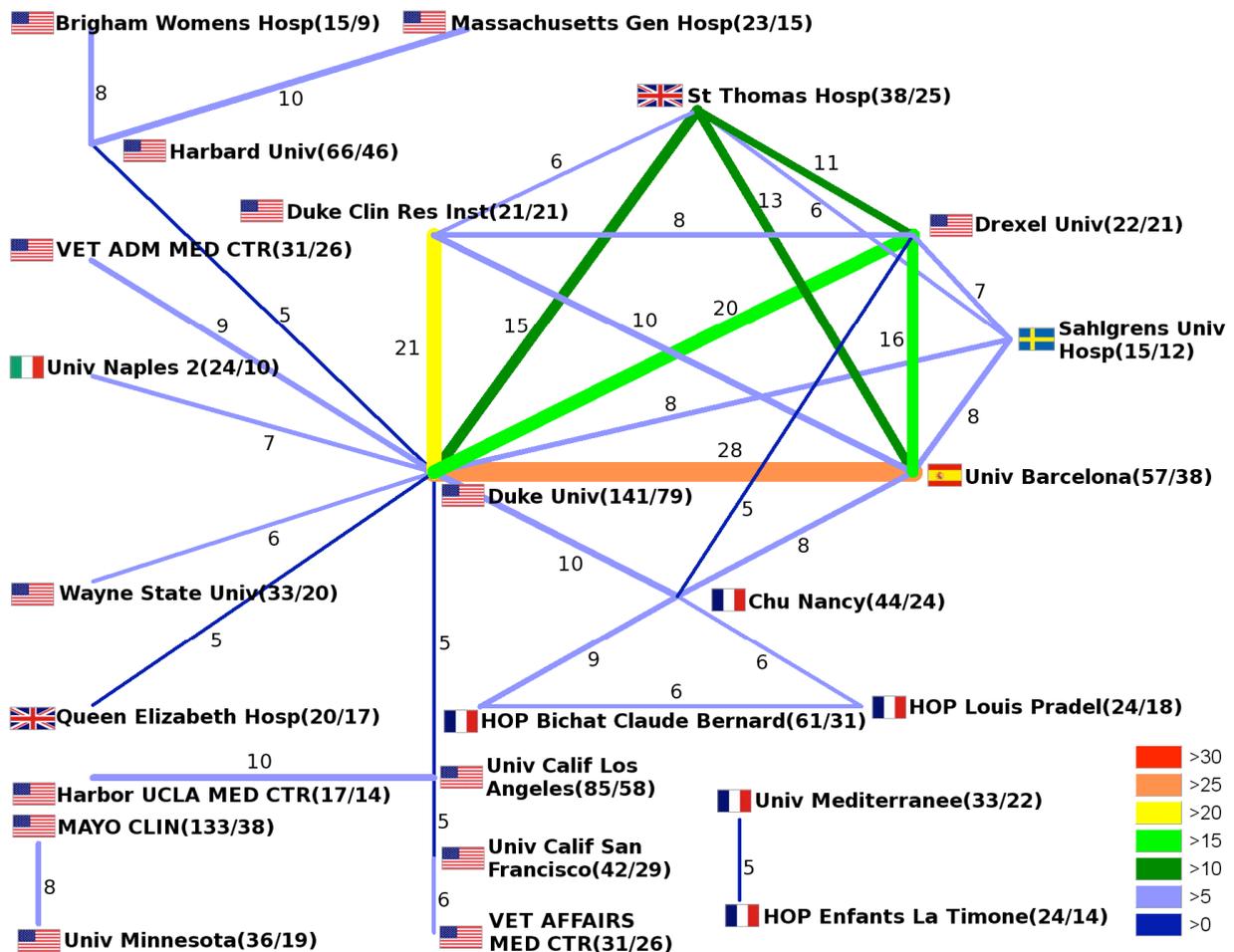


Abbildung 8: Netzdiagramm der internationalen Kooperationsbeziehungen publizierender Institutionen

## Ergebnisse

Die „Duke University“ nimmt als publikationsstärkste Institution innerhalb des Kooperationsnetzwerkes mit insgesamt 141 Veröffentlichungen zur IE eine zentrale Rolle ein. Mit 79 in Zusammenarbeit publizierten Veröffentlichungen dient sie vielen internationalen Einrichtungen als wissenschaftlicher Partner bei Forschungsarbeiten und stellt somit das Institut mit den zahlreichsten internationalen Kooperationen dar. Die „Duke University“ steht in enger Kooperationsbeziehung zu der „Universität Barcelona“ (28 Treffer), dem „Duke Clinical Research Institute“ (21 Treffer), der amerikanischen „Drexel University“ (20 Treffer) und dem britischen „St Thomas Hospital“ (15 Treffer). Diese Einrichtungen können ebenfalls als international kooperierende Institutionen identifiziert werden und zeichnen sich durch eine ausgeprägte Vernetzung untereinander aus.

Auch das schwedische „Sahlgrens University Hospital“ ist mit 12 Kooperationspublikationen zur IE in dem weltweiten Netzwerk integriert. Als ebenso international eingebundene Einrichtungen gelten das französische „Centre Hospitalier Universitaire Nancy“ (Chu Nancy) (24 Kooperationsartikel), die „Universität von Neapel“ (10 Kooperationsartikel) und das britische „Queen Elisabeth Hospital“ (17 Kooperationsartikel). Kooperationen auf nationaler Ebene zeigen sich bei einigen französischen und besonders mehreren US-amerikanischen Institutionen.

### **3.5.4 Analyse der Länderkooperationen**

Das Thema der IE wird in länderübergreifender Zusammenarbeit bearbeitet. Von den 5.910 identifizierten Veröffentlichungen zu dieser Thematik resultieren 297 Publikationen aus internationalen Länderkooperationen.

Der Großteil der Kooperationsartikel basiert mit etwa 79% auf einer Kollaboration zweier Länder (234 Treffer). Sehr viel geringer ist die Anzahl der Artikel, die aus der Zusammenarbeit von drei Ländern hervorgehen (25 Treffer), gefolgt von 5 Kooperationsländern (14 Treffer) und 4 Kooperationspartnern (9 Treffer). Bei steigender Anzahl kooperierender Länder resultieren entsprechend weniger Veröffentlichungen. So wurden in Zusammenarbeit von 7 bzw. 8 Nationen 4 Publikationen veröffentlicht und 6 wissenschaftliche Arbeiten in Kollaboration von 9 Ländern. Es existiert eine Veröffentlichung, die unter der Mitwirkung von 11 zusammenarbeitenden Nationen erschienen ist (siehe Abb. 9). Diese Arbeit stellt den Artikel mit der maximalen Anzahl an international kooperierenden Partnern dar.

## Ergebnisse

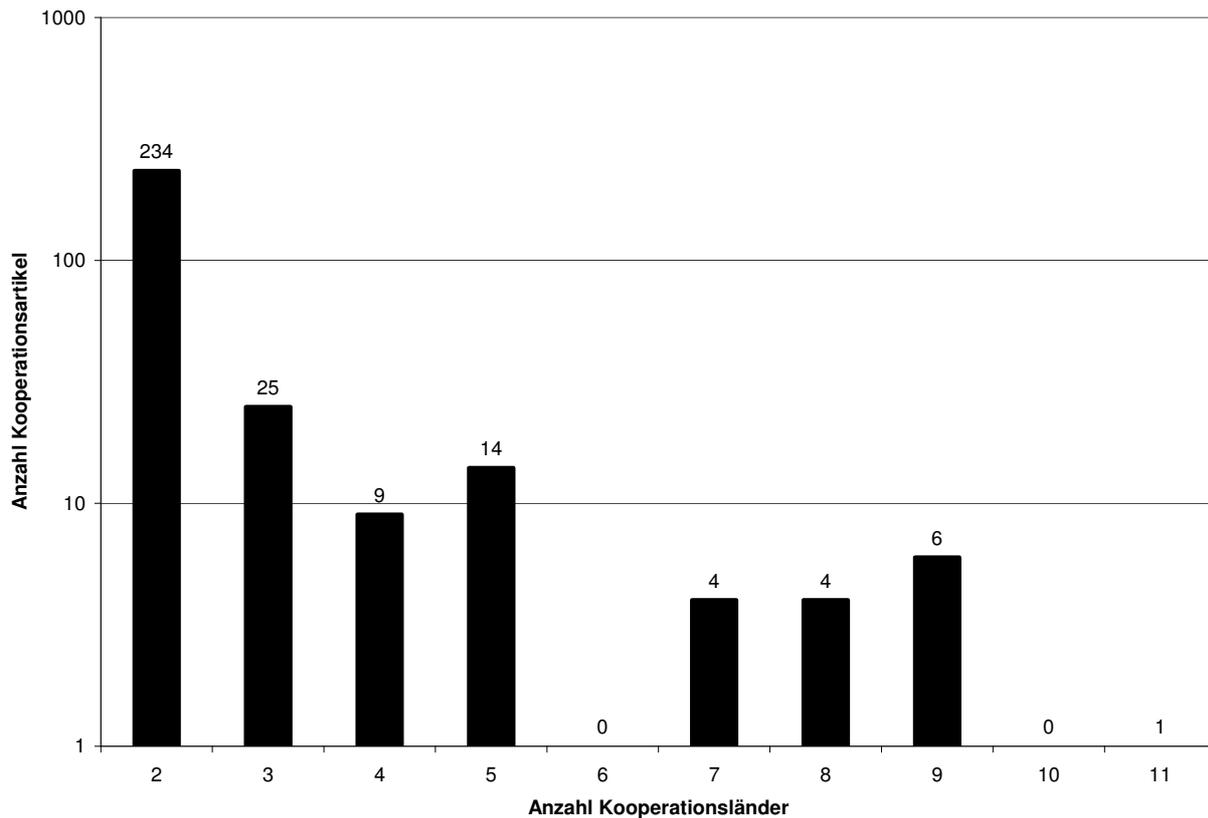


Abbildung 9: Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer

Auf die internationale Struktur der Länderkooperationen wird in Abbildung 10 eingegangen. Wie das Netzdiagramm verdeutlicht, basiert die wissenschaftliche Zusammenarbeit auf einer stark ausgeprägten Kommunikation zwischen den verschiedenen Nationen. Hierbei weisen eine Vielzahl von Staaten mehrere unterschiedliche Länderkooperationen auf, so dass ein weit verzweigtes internationales Netzwerk entsteht. Ausgehend von den Ländern USA, Spanien, Frankreich und dem Vereinigten Königreich von Großbritannien lassen sich vier große Kooperationszentren erkennen. Die USA stellt als meistpublizierende Nation mit insgesamt 1.809 Veröffentlichungen und davon 161 Kooperationsartikeln den aktivsten Kooperationspartner dar. Sie steht in besonders enger Zusammenarbeit mit den europäischen Ländern Frankreich (45 gemeinsame Publikationen), Spanien (37 gemeinsame Publikationen) und dem Vereinigten Königreich (30 gemeinsame Publikationen), sowie Australien (28 gemeinsame Publikationen). Die großen Europäischen Staaten weisen neben internationalen Kollaborationen auch untereinander eine ausgeprägte Kooperation bei den Publikationen auf. So zeigt die Länderkooperation zwischen dem Vereinigten Königreich und Frankreich 33 Kooperationsartikel und zwischen dem Vereinigten Königreich und Spanien 23

## Ergebnisse

gemeinsame Veröffentlichungen. Aus spanischer und französischer Zusammenarbeit gehen 29 Publikationen hervor. Weitere europäische Länder, die sich an dem Kooperationsnetzwerk beteiligen, sind Deutschland, Schweden, Italien, die Niederlande, Irland und Kroatien. Auch die südamerikanischen Staaten Brasilien und Argentinien können als kooperierende Länder identifiziert werden, genauso wie Kanada, Australien und Neuseeland.

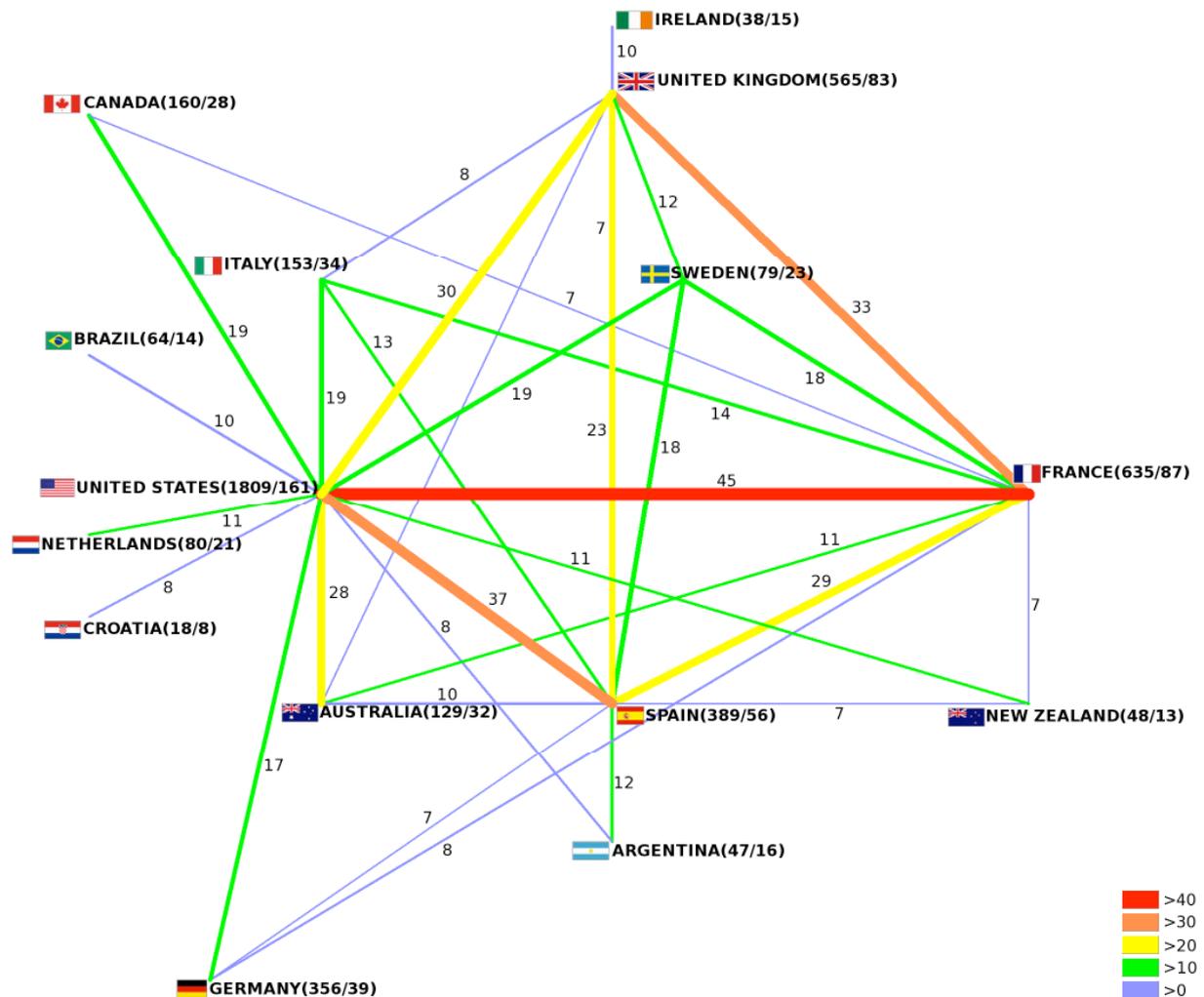


Abbildung 10: Netzdiagramm der Länderkooperationen

Die länderübergreifende wissenschaftliche Zusammenarbeit zur IE zeigt eine deutliche Entwicklung über die Jahre. Betrachtet man die Verteilung der Kooperationsartikel im zeitlichen Verlauf, so können in den Jahren 1973 bis 1993 nur vereinzelt Artikel aus Kollaborationen identifiziert werden (siehe Abb. 11). Die Anzahl bewegt sich zwischen 1 und 6 Publikationen, wobei insgesamt eine ansteigende Tendenz erkennbar ist. Die Kooperation internationaler Wissenschaftler verstärkt sich, so dass im Jahr 2000 21 Kooperationsartikel verzeichnet werden können. In

## Ergebnisse

den folgenden drei Jahren zeigen sich wechselseitig zu- und abnehmende Zahlen zu den Länderkooperationen, bis ab 2003 ein zunehmender Anstieg der Kollaborationsartikel deutlich wird. Nach einem vorübergehenden Spitzenwert von 35 veröffentlichten Kooperationsarbeiten im Jahr 2005, wird 2007 das vorläufige Maximum mit 44 Veröffentlichungen, die aus länderübergreifender Zusammenarbeit entstanden sind, erreicht. 2008 fällt die Anzahl hingegen auf einen Wert von 30 zurück.

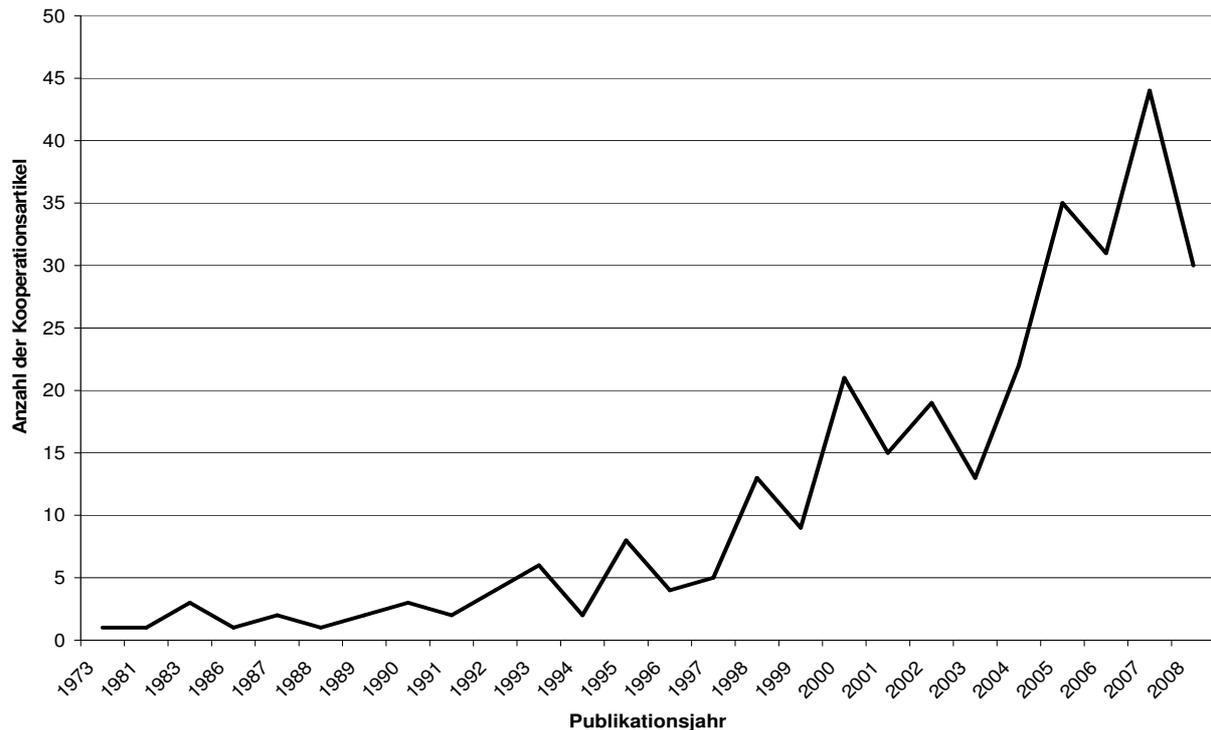


Abbildung 11: Kooperationsartikel über die Zeit

### 3.5.5 Analyse des modifizierten H-Index der meistpublizierenden Länder

Wie unter 2.2.1 beschrieben, dient der H-Index in seiner ursprünglichen Form der Bewertung einzelner Wissenschaftler. An dieser Stelle soll jedoch durch eine Modifikation die Leistung der Publikationsländer bewertet werden, indem die Berechnung des H-Index auf die einzelnen Länder extrapoliert wird (Abb. 12).

Mit einem H-Index von 81 weisen die Vereinigten Staaten mit Abstand den höchsten Wert vor. Er beträgt etwa doppelt so viel wie der H-Index von den Ländern Frankreich (40) oder dem Vereinigten Königreich von Großbritannien (42), die als gelb markierte Gebiete die zweite bzw. dritte Position einnehmen. Deutschland folgt mit einem H-Index von 30 (hellgrün markiertes Areal). Länder, die auf der

## Ergebnisse

Kartenanamorphote anhand mittelgrüner Areale dargestellt werden, zeigen H-Indices  $<30 \geq 20$ . Hierzu gehören die europäischen Länder Spanien (26), Schweiz (22) und Schweden (21) sowie Kanada (24) und Australien (23). Eine Vielzahl von Publikationsländern bringt H-Indices von Werten zwischen 10 und 20 hervor. Dieser Gruppe sind unter anderem Japan (19), Italien (17), die Niederlande (17), Israel (16), Südafrika (13) und Dänemark (13) zugeordnet. H-Indices von jeweils 11 zeigen sich bei Brasilien, Belgien, Taiwan und Neuseeland, wohingegen Irland, die Türkei, China und Indien Werte von 10 vorweisen.

Länder deren H-Indices geringere Werte als 5 betragen, erscheinen auf der Kartenanamorphote in türkis und hellblau und sind entsprechend stark verkleinert dargestellt.

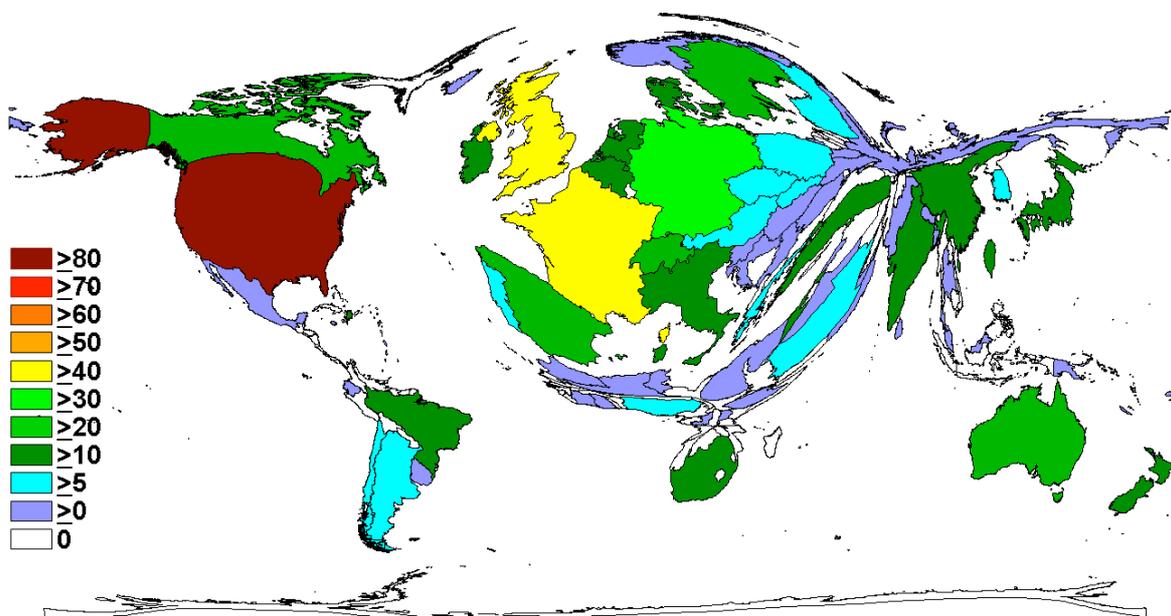


Abbildung 12: Kartenanamorphote zum modifizierten H-Index der einzelnen Publikationsländer

### 3.6 Analyse der Publikationen nach Kombinationen einzelner Fachkategorien

Die IE zeigt in verschiedenen Fachgebieten Relevanz und wird demzufolge in wissenschaftlichen Zeitschriften unterschiedlicher Fachkategorie thematisiert. Innerhalb des Zeitraums von 1900-2008 forschten Wissenschaftler aus verschiedenen Fachgebieten zu diesem Thema und publizierten zum Teil in Kooperation.

Eine Anzahl von 4.004 (ca. 68%) der insgesamt 5.910 über „ISI-Web“ identifizierten Veröffentlichungen sind lediglich einem Themengebiet zuzuordnen (Abb. 13). Mit

## Ergebnisse

einer Kombination von 2 Themengebieten lassen sich 1.045 wissenschaftliche Arbeiten (ca. 17%) verzeichnen, wohingegen sich die Anzahl der Kombinationsartikel aus 3 Fachkategorien auf 847 Publikationen (ca. 14%) beläuft. Eine Kombination von 4 oder 5 Themengebieten zeigen nur 13 bzw. 1 Artikel.

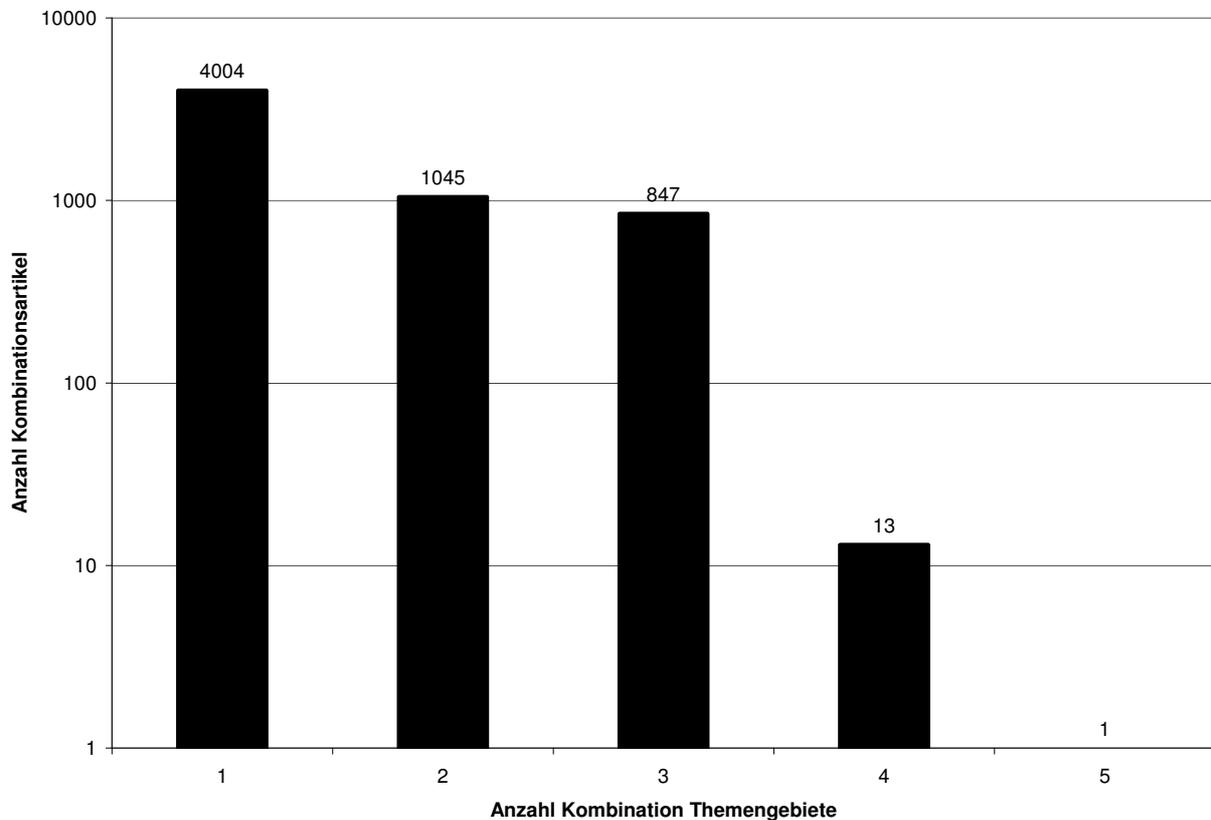


Abbildung 13: Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete

Anhand des Netzdiagramms aus Abbildung 14 werden die Kombinationen der einzelnen Themengebiete optisch dargestellt. Die farbkodierten Verbindungslinien unterschiedlicher Dicke symbolisieren die dargestellten Verhältnisse, wobei die Zahlen neben den Linien für die genaue Kombinationshäufigkeit der jeweiligen Fachkategorien stehen. Die in Klammern gesetzten Zahlen hinter den jeweiligen Themengebieten markieren hierbei die Gesamtanzahl der Publikationen der Subject-Areas.

Ein Großteil der Veröffentlichungen (2.115 Treffer), die im Rahmen dieser Arbeit zur IE identifiziert wurden, sind der Fachkategorie „Cardiac, Cardiovascular Systems“ zuzuordnen. Bei dieser Rubrik zeigen sich diverse Fachkombinationen. So können jeweils über 300 Kombinationsartikel mit den Fachkategorien „Surgery“ bzw. „Peripheral Vascular Disease“ verzeichnet werden, sowie unter anderem 260 Kombinationen mit der Rubrik „Respiratory System“ und 163 mit „Hematology“.

## Ergebnisse

Ausgeprägte Kombinationshäufigkeiten sind zwischen den Themengebieten „Immunology“ (407 Treffer), „Infectious Diseases“ (858 Treffer), „Microbiology“ (648 Treffer) und „Pharmacology, Pharmacy“ (234 Treffer) erkennbar. Hierbei lassen sich 404 kombinierte Veröffentlichungen der Subject-Area „Infectious Diseases“ und „Microbiology“ verzeichnen sowie 336 Kombinationen von „Infectious Diseases“ und „Immunologie“. Unter der Rubrik „Medicine, General Internal“ erscheinen 1.301 themenrelevante Publikationen, wobei hier lediglich 22 Kombinationsartikel identifiziert werden können.

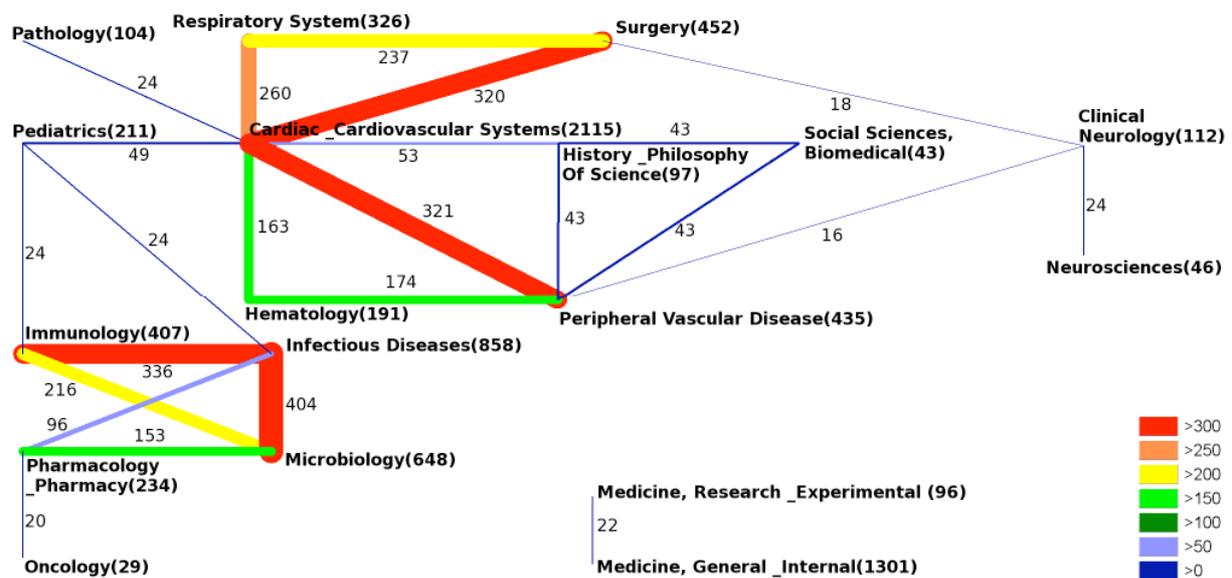


Abbildung 14: Netzdiagramm zur Kombination der Themengebiete

### 3.7 Zitationsanalysen

#### 3.7.1 Analyse der Zitationsraten der Publikationen in den einzelnen Jahren

Abbildung 15 zeigt die graphische Darstellung der Zitationsrate pro Artikel; aufgelistet nach Publikationsjahren von 1975-2008. Anhand dieser Kurve wird verdeutlicht, wie häufig die wissenschaftlichen Arbeiten der einzelnen Erscheinungsjahre im Durchschnitt zitiert werden.

Deutliche Maxima des Kurvenverlaufes zeigen sich bereits 1977 und 1979. In diesen Jahren wird jeweils die maximale Zitationsrate mit 29,48 bzw. 29,03 Zitationen pro Artikel erreicht. Die Kurve fällt bis 1982 stark ab (9,44) und zeigt bis 1999 einen unregelmäßigen Verlauf mit einzelnen Spitzenwerten in den Jahren 1983 (15,30), 1992 (16,37), 1994 (19,52) und 1997 (18,16). Nachfolgend ist ein Abfall der Rate bis

## Ergebnisse

2008 (0,66) auffallend; mit Ausnahme zweier schwach ausgeprägter Anstiege in den Jahren 2003 bzw. 2005.

Da sich mit zunehmenden Publikationsjahren der Zeitraum bis 2008 (Analysezeitpunkt) verkürzt und die jeweiligen Artikel entsprechend kürzer zitiert werden können, resultieren für die Erscheinungsjahre 2007 (1,79) und 2006 (4,50) geringe Werte der Zitationsrate.



Abbildung 15: Zitationsrate der Publikationen pro Jahr

### 3.7.2 Zitationsanalysen nach Zitations- und Erscheinungsjahr

Abbildung 16 beschreibt die Entwicklung des Zitationsverhaltens von 1966-2008, indem die Gesamtanzahl der abgegebenen Zitationen der jeweiligen Zitationsjahre dargestellt wird. Hierbei lässt sich ein nahezu kontinuierlicher Anstieg der Zitationszahlen über die Jahre verzeichnen, wobei dieser zunächst eher flach und ab 1993 steil ausfällt.

Innerhalb der ersten 27 Jahre steigt die Gesamtanzahl der Zitationen ab 1966 von 0 Zitationen bis 1993 auf 1.110 schrittweise an. In den Jahren 1979, 1982 und 1985 kommt es zu sprunghaften Zunahmen.

Die Anzahl der Gesamtzitate wächst von 1993 (1.110) bis 2004 (3.728) rasch, um im Jahr 2005 schlagartig auf die Anzahl von 5.260 Zitaten anzusteigen. Nach einem

## Ergebnisse

leichten Rückgang 2006 (4.857) wird im Jahr 2008 der Spitzenwert von 6.437 Zitationen pro Zitationsjahr erreicht.

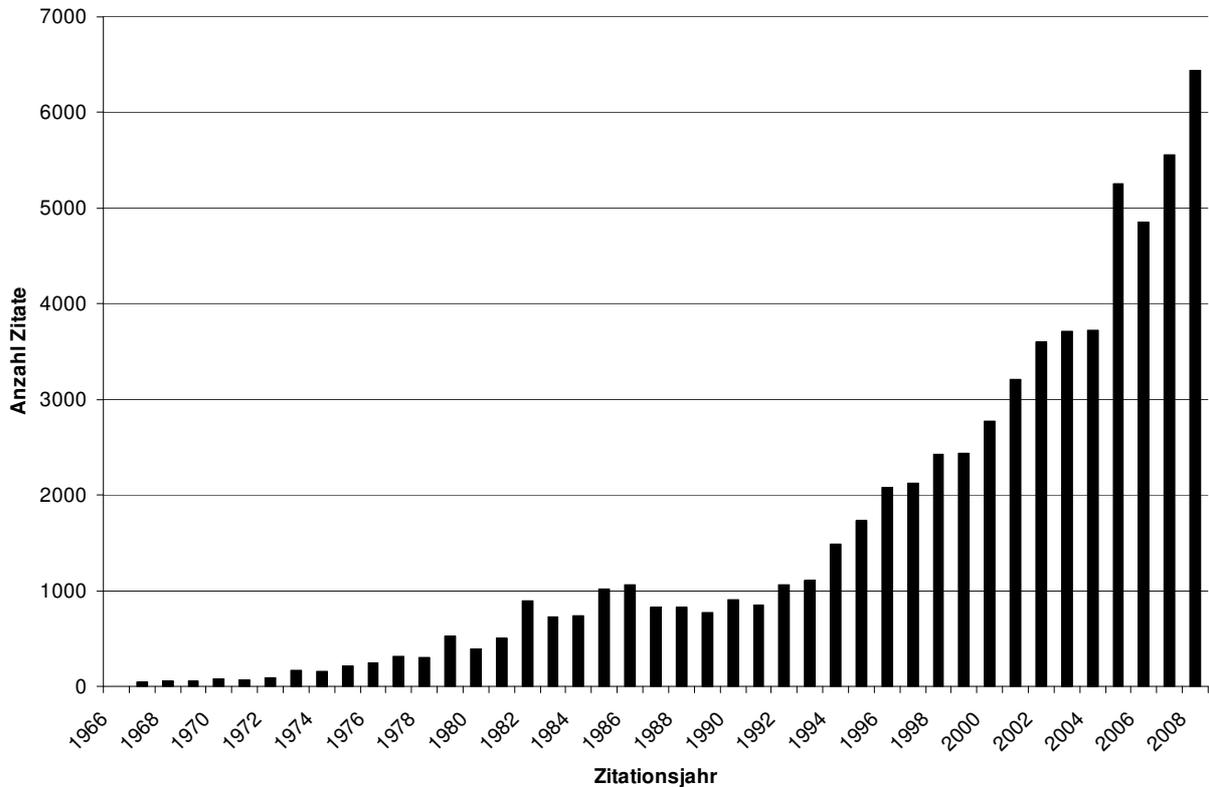


Abbildung 16: Zitationen nach Zitationsjahr

Die graphische Darstellung der Anzahl der Zitate nach Publikationsjahren über die Zeitperiode von 1966-2008 verdeutlicht, dass innerhalb der ersten 50 Jahre die Zitate gleichbleibend geringe Zahlenwerte aufweisen (siehe Abb. 17). Ausnahmen stellen die Publikationsjahre 1909 (235) und 1923 (124) dar.

Ein erstes bemerkenswertes Maximum der Zitationszahlen lässt sich 1966 verzeichnen. Hier steigt die Anzahl der Zitate innerhalb weniger Jahre von 18 Zitationen (1953) auf 1.509 (1966) an, um im Jahr 1967 schlagartig auf 50 Zitate pro Publikationsjahr zurückzufallen. Während der folgenden Jahre von 1967-1990 zeigt der Graph im Wechsel zunehmende und abfallende Zitationszahlen mit insgesamt ansteigender Tendenz. Vorübergehende Spitzenwerte sind hierbei in den Jahren 1979 (1.742) und 1981 (1.479) erkennbar. Ein besonders sprunghafter Zuwachs der Zitatanzahl zeigt sich von 1990 (1.183) bis 1992 (3.389). Innerhalb dieser zwei Jahre kommt es nahezu zu einer Verdreifachung der Zitationen. Das absolute Maximum wird im Jahr 1995 mit 3.967 gezählten Zitaten erreicht, gefolgt von einem weiteren Spitzenwert von 3.831 Zitationen im Jahre 1997. Anschließend nimmt die Anzahl der

## Ergebnisse

Zitate sukzessiv ab, wobei der Verlauf des Graphen zunächst steil abfällt, dann von 1998 bis 2005 einen etwas flacheren Verlauf aufweist, um bis 2008 auf einen Wert von 245 Zitaten rasch abzufallen. Dies bedeutet einen Rückgang von über 2.000 Zitaten innerhalb der letzten 3 Jahre.

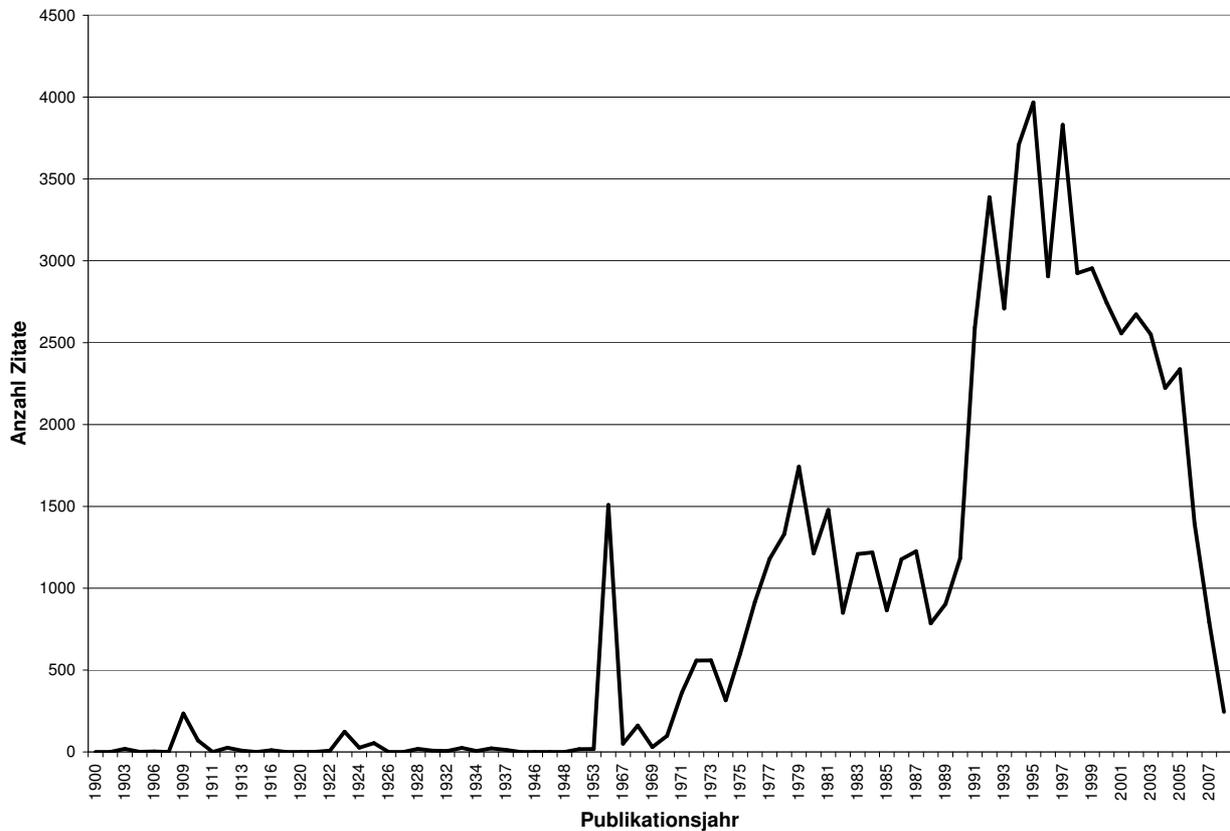


Abbildung 17: Verteilung der Zitate nach Publikationsjahr über die Zeit

### 3.7.3 Analyse der Halbwertszeit einer Publikation

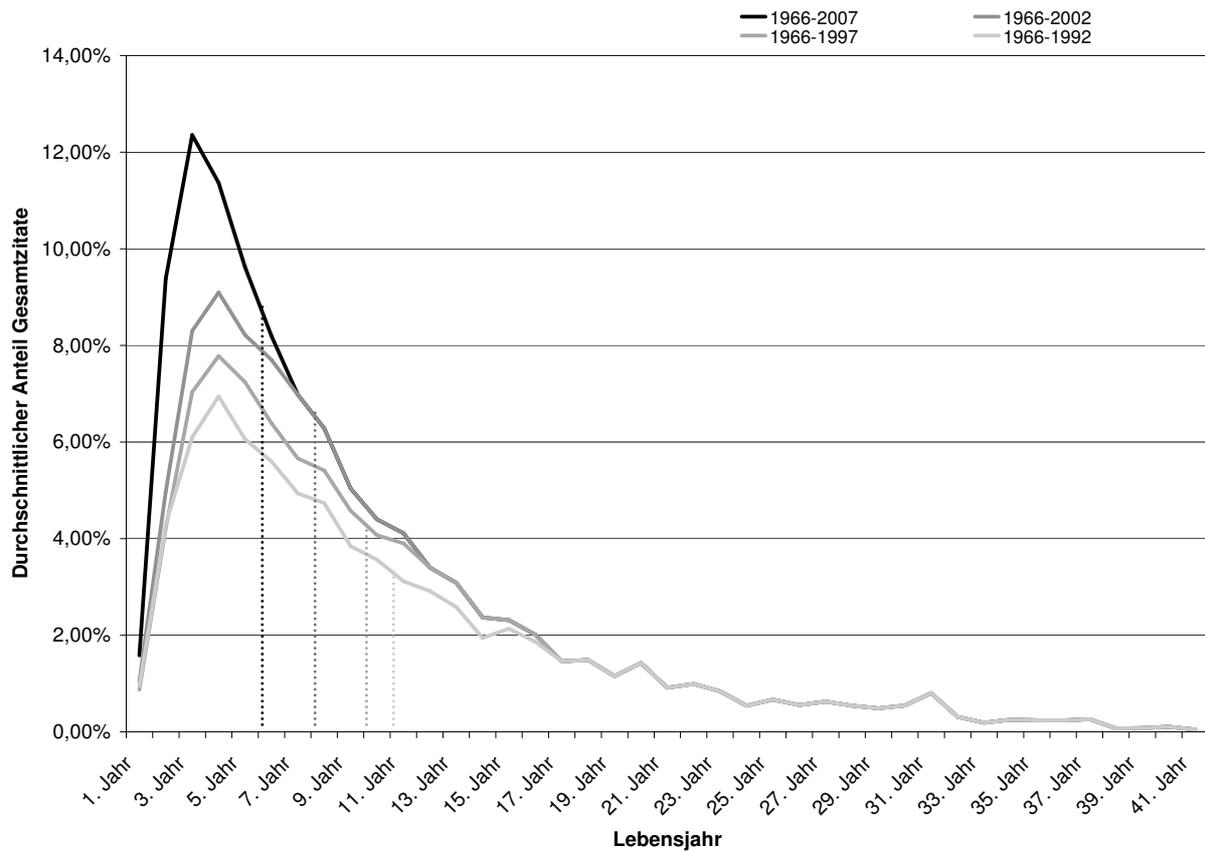


Abbildung 18: Halbwertszeit eines Artikels

Abbildung 18 stellt den Anteil der durchschnittlichen Zitationen, die eine Publikation im zeitlichen Verlauf erhält, dar und gewährt somit einen Überblick über die berechenbare Halbwertszeit der Artikel. Hierbei wird der durchschnittliche Anteil der Gesamtzitate in Prozent über die Jahre aufgelistet. Es resultieren vier, in jeweils verschiedenen Grauwerten dargestellte Graphen, die den Verlauf unterschiedlicher Zeiträume demonstrieren. Die Kurven aller Graphen steigen zunächst sehr steil an, flachen kurz vor dem Maximum geringfügig ab, um dann exponentiell abzufallen. Die genauen Angaben zur Steigung, zu den Maxima und dem exponentiell abflachenden Kurvenverlauf der einzelnen Zeitperioden fallen unterschiedlich aus.

Der schwarz dargestellte Graph repräsentiert die Halbwertszeit der Publikationen, die innerhalb des Zeitraums von 1966-2007 veröffentlicht worden sind. Der steile Anstieg des Kurvenverlaufes innerhalb der ersten 2 Jahre auf 9,38%, beschreibt den rasch zunehmenden Anteil der Gesamtzitate nach Veröffentlichung. Es folgt eine leichte Abflachung der Kurve, bis im dritten Jahr nach Publikation ein maximaler Anteil von 12,36% der Gesamtzitate erreicht wird. Schließlich sinkt deren Anteil, so dass die Kurve abfällt und über die Jahre einen nahezu exponentiellen Verlauf gegen Null

## Ergebnisse

annimmt. Etwa sechs Jahre nach Erscheinung eines Artikels hat sich die Anzahl seiner Gesamtzitate auf 50% reduziert. Diese sechs Jahre entsprechen der Halbwertszeit des Durchschnittsartikels.

Die Graphen der anderen Betrachtungszeiträume (1966-2002, 1966-1997, 1966-1992) weisen einen etwas flacheren Anstieg innerhalb der ersten Jahre auf. Die jeweiligen absoluten Maxima werden erst drei Jahre nach Publikation erreicht und fallen mit 9,10%, 7,78% bzw. 6,94% geringer aus. Auch der Abfall der Kurven nach erreichten Maxima gestaltet sich flacher. Die durchschnittlichen Halbwertszeiten der Veröffentlichungen aus den jeweiligen Zeiträumen betragen acht, zehn bzw. elf Jahre.

Nach etwa 17 Jahren sind die Kurven der vier Betrachtungszeiträume miteinander vereint. Hier liegt ihr Anteil der Gesamtzitate bei 1,46%. Nach 40 Jahren strebt ihr Anteil der Gesamtzitate gegen Null.

### **3.7.4 Analyse der am häufigsten zitierten Fachzeitschriften**

Die im Rahmen dieser Arbeit identifizierten 5.910 Publikationen zur IE wurden insgesamt in 816 internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Eine tabellarische Darstellung der 15 am häufigsten zitierten Zeitschriften ermöglicht einen Überblick über die relevantesten Journale zu dieser Thematik.

Tabelle 8 präsentiert eine Auflistung dieser Zeitschriften entsprechend der erhaltenen Zitierungen in absteigender Reihenfolge und informiert gleichzeitig über die Anzahl der veröffentlichten Artikel der einzelnen Fachzeitschriften sowie die jeweiligen Zitationsraten. Hierbei ist auffallend, dass die zahlreichsten Veröffentlichungen zur IE nicht gleichzeitig die meisten Zitationen mit sich ziehen. So ist das *European Heart Journal (EUR HEART J)* mit 184 Veröffentlichungen zur IE die publikationsstärkste Fachzeitschrift in diesem Themengebiet, wobei sie nur 2.417-mal zitiert wurde. Das *American Journal of Medicine (AMER J MED)* kann hingegen bei einer Zahl von 71 Veröffentlichungen die große Anzahl von 4.212 Zitationen vorweisen.

## Ergebnisse

Tabelle 8: Meistzitierte Fachzeitschriften

Rang	Zeitschrift	Anzahl der Artikel	Zitationen	Zitationsrate
1	CLIN INFECT DIS	163	4.452	27,31
2	AMER J MED	71	4.212	59,32
3	CIRCULATION	163	3.625	22,24
4	N ENGL J MED	40	3.580	89,50
5	AM J CARDIOL	105	2.669	25,42
6	EUR HEART J	184	2.417	13,14
7	ANN INTERN MED	32	2.180	68,13
8	ARCH INTERN MED	66	1.998	30,27
9	JAMA-J AM MED ASSN	34	1.918	56,41
10	J AM COLL CARDIOL	92	1.861	20,23
11	MEDICINE	23	1.831	
12	AM HEART J	85	1.697	19,96
13	J THORAC CARDIOV SUR	48	1.625	33,85
14	INFECT IMMUN	65	1.599	24,60
15	J CLIN MICROBIOL	59	1.383	23,44

Zur besseren Veranschaulichung dieser Daten, wird sowohl die Anzahl der Zitate als auch die Anzahl der Artikel der 15 meistzitierten Fachzeitschriften anhand von grau und schwarz hinterlegten Balken dargelegt und gegenübergestellt (siehe Abb. 19). Die Graphik verdeutlicht, dass keine Korrelation zwischen der Anzahl der veröffentlichten Artikel und der erhaltenen Zitate besteht. So können das *American Journal of Medicine* und *The New England Journal of Medicine* bei 71 bzw. 40 Publikationen zur IE eine Anzahl von 4.212 bzw. 3.580 Zitationen nachweisen. Das *European Heart Journal* erhält hingegen als publikationsstärkste Fachzeitschrift bei 184 Artikeln lediglich 2.417 Zitate. Die Zeitschriften *Circulation* und *Clinical Infectious Diseases* stellen mit 163 Publikationen die zweitmeisten Veröffentlichungen zur IE. Die meisten Zitierungen erhält die Zeitschrift *Clinical Infectious Diseases* (4.452) gefolgt vom *American Journal of Medicine* (4.212) und *Circulation* (3.625).

## Ergebnisse

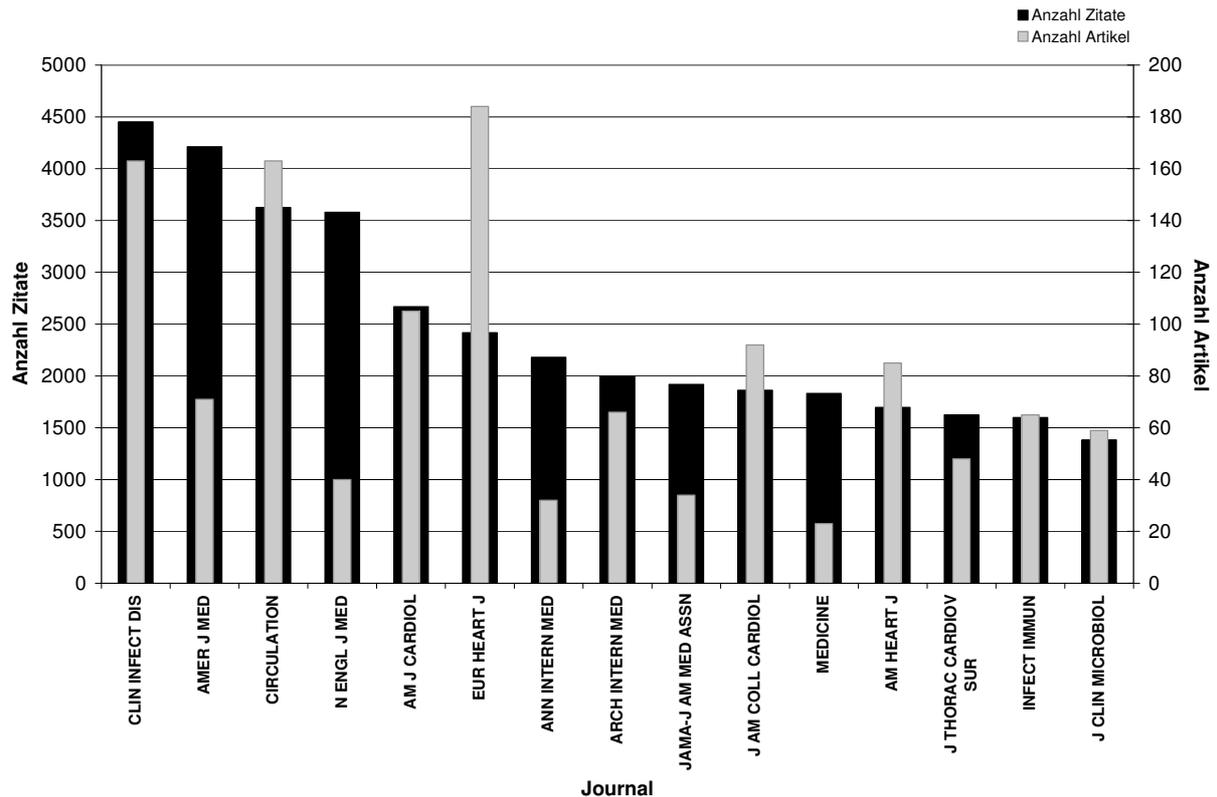


Abbildung 19: Säulendiagramm der meistzitierten Fachzeitschriften

### 3.7.5 Länderspezifische Zitationsanalysen

Die Anzahl der Gesamtzitate, die jedes einzelne Publikationsland vorweisen kann, wird anhand einer Kartenanamorphose dargestellt (Abb. 20).

Entsprechend des dunkelrot eingefärbten Areal präsentiert sich die USA mit einer Summe von 33.965 Zitaten als Nation mit den zahlreichsten Zitierungen. Hiermit stellt sie nicht nur das publikationsstärkste Land dar, sondern übernimmt auch in Bezug auf die Anzahl der Gesamtzitate führende Position. Das Vereinigte Königreich von Großbritannien und Frankreich folgen als europäische Länder mit einer Summe von 7.047 bzw. 6.815 Gesamtzitaten. Deutschland, repräsentiert durch die gelb eingefärbten Areale der Weltkarte, können 4.057 erhaltene Zitate zugeordnet werden.

In hellgrün werden die Länder Spanien (2.490), Kanada (2.191), Schweiz (1.803), die Niederlande (1.343), Japan (1.320), Australien (1.272), Schweden (1.250) und Italien (1.192) dargestellt. Mit einer Summe von über 500 Zitationen gehören Dänemark, Belgien, Neuseeland und Südafrika zu der Gruppe der dunkelgrün codierten Länder.

## Ergebnisse

Alle Anteile der Weltkarte, die in unterschiedlichen Blau- und Grautönen eingefärbt sind, zeigen weniger als 500 Gesamtzitate und werden entsprechend stark verkleinert dargestellt. Dies bezieht sich insbesondere auf die südamerikanischen und asiatischen Länder. Große Teile Afrikas können gar keine Zitationen vorweisen, somit verschwindet der Kontinent nahezu auf der Kartenanamorphose.

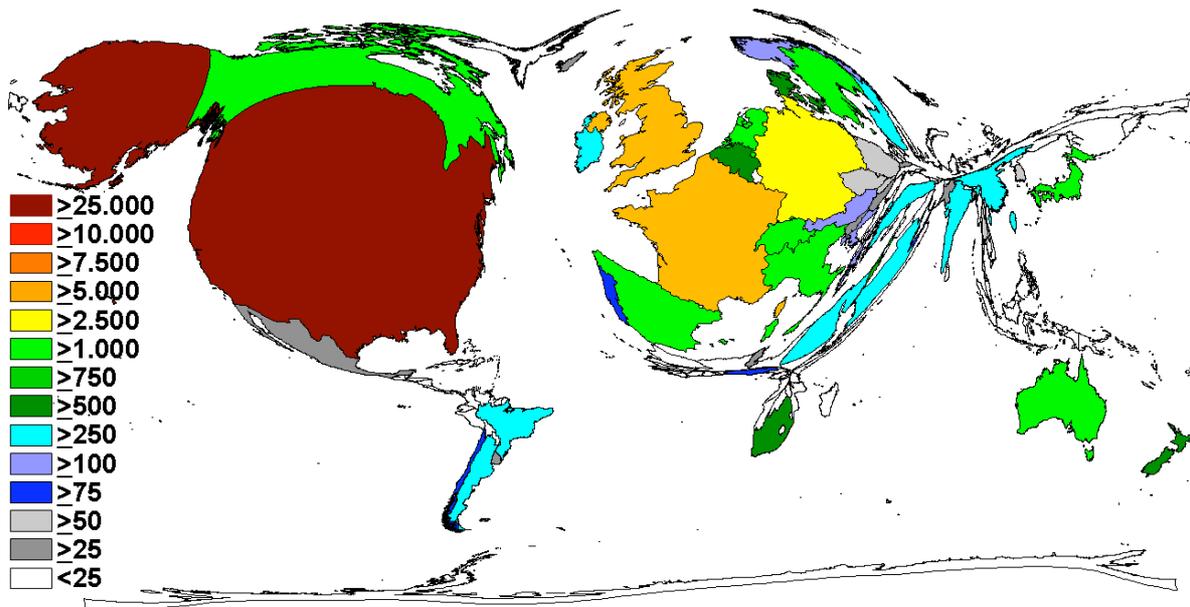


Abbildung 20: Kartenanamorphose zu der Anzahl der Gesamtzitate der einzelnen Länder

Bezieht man die Summe der Zitierungen auf die Anzahl der Publikationen der einzelnen Länder, so resultiert die Zitationsrate der jeweiligen Nation. Hierbei werden ausschließlich Publikationsländer berücksichtigt, denen  $\geq 30$  themenspezifische Veröffentlichungen zugeordnet werden können. Bei Veranschaulichung der Zitationsrate anhand der kartographischen Darstellung entsteht hier ein gänzlich anderes Bild der Weltkarte (Abb. 21).

Die Vereinigten Staaten von Amerika behalten zwar als rotcodiertes Land mit einer Zitationsrate von 18,8 eine dominierende Stellung bei, können sich aber nicht mehr ganz so deutlich von den anderen Nationen absetzen. Die kleinen europäischen Länder Niederlande (16,8) und Schweden (15,8) stehen beachtlich dicht an zweiter Position, gefolgt von der Schweiz und Kanada, die Werte von 14,9 bzw. 13,7 vorweisen.

Neben dem Vereinigten Königreich von Großbritannien (12,5), Dänemark (12,0), Neuseeland (11,7) und Deutschland (11,4) gehören auch Südafrika und Irland zu

## Ergebnisse

den gelb eingefärbten Arealen. Diese beiden Länder liefern Zitationsraten von 12,9 bzw. 12,2.

Frankreich, Australien, Belgien und Saudi Arabien schließen sich mit Werten  $\geq 9$  an. Auffällig ist, dass Spanien als eines der publikationsstärksten Länder lediglich eine durchschnittliche Anzahl von 6,4 Zitierungen pro Artikel verzeichnet.

Die Kontinente Asien und Afrika werden besonders klein und verzerrt dargestellt. Hier liefern die Länder überwiegend sehr geringe Zitationsraten (türkis, blau) oder auch gar keine Werte.

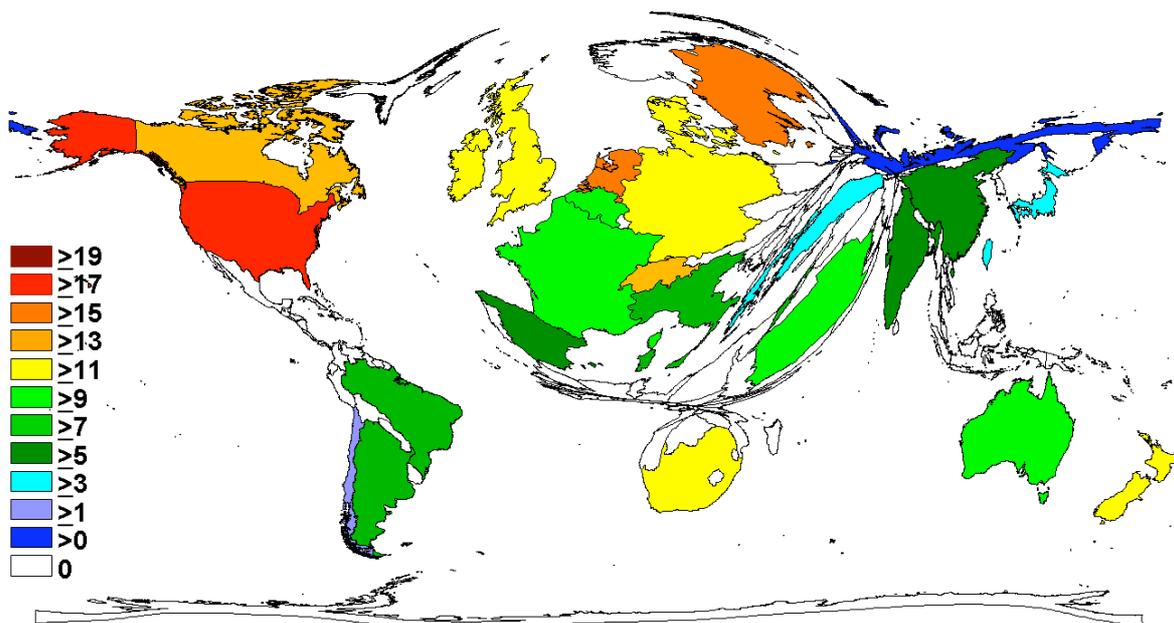


Abbildung 21: Kartenanamorphote zu den Zitationsraten der Länder

### 3.8 Autorenanalysen

#### 3.8.1 Analyse der produktivsten Autoren

Eine Übersicht der 15 Autoren, welche die größte Artikelanzahl zum relevanten Thema veröffentlicht haben, bietet Tabelle 9. Die Rangfolge wird hierbei durch die Anzahl ihrer Publikationen bestimmt. Möchte man allerdings die 15 produktivsten Autoren sowohl anhand der Anzahl ihrer Veröffentlichungen als auch hinsichtlich der Anzahl der ihnen zugeordneten Zitate beurteilen, ermöglicht Abbildung 22 eine differenzierte Darstellung. Das Säulendiagramm präsentiert die Artikelanzahl (schwarze Säule) neben der Anzahl der Zitate (graue Säule) der jeweiligen Autoren und verdeutlicht somit bildlich, dass keine Korrelation zwischen diesen beiden Werten besteht.

## Ergebnisse

Tabelle 9: Übersicht zu den produktivsten Autoren

Rang	Autor	Anzahl der Artikel	Zitationen
1	Raoult, D.	71	1.859
2	Hoen, B.	67	1.169
3	Fowler, V.G.	67	2.290
4	Wilson, W.R.	66	2.124
5	Etienne, J.	64	2.233
6	Bayer, A.S.	64	2.220
7	Miro, J.M.	64	700
8	Corey, G.R.	63	3.259
9	Cabell, C.H.	59	1.135
10	Habib, G.	48	648
11	Delahaye, F.	48	819
12	Steckelberg, J.M.	46	1.073
13	Baddour, L.M.	42	585
14	Sexton, D.J.	41	2.578
15	Olaison, L.	38	580

Didier Raoult übernimmt unter den 15 publikationsstärksten Autoren zur IE mit 71 Veröffentlichungen die führende Position, dicht gefolgt von Bruno Hoen und V.G. Fowler, die beide jeweils 67 Publikationen vorweisen können. Insgesamt liegen die Publikationszahlen der dargestellten Autoren auffällig nah beieinander.

Betrachtet man hingegen die Angaben zu den erhaltenen Zitaten, so sind diese Werte weit gestreut. Weiter stellt sich heraus, dass sowohl Raoult als auch Hoen als publikationsstärkste Autoren in dieser Kategorie mit 1.859 bzw. 1.169 erhaltenen Zitaten sich lediglich im Mittelfeld befinden. Hier präsentiert sich G.R. Corey mit einem Spitzenwert von 3.259 erhaltenen Zitierungen als dominierend. Der zweitplatzierte D.J. Sexton folgt in größerem Abstand mit einer Anzahl von 2.578 Zitaten, die er bei nur 41 veröffentlichten Arbeiten vorweisen kann.

J.M. Miro repräsentiert ein Beispiel dafür, dass eine hohe Publikationszahl nicht zwingend mit einer Vielzahl von Zitaten einhergeht. Er erhält bei einer Gesamtzahl von 64 Veröffentlichungen lediglich 700 Zitate.

L. Olaison liefert mit 38 publizierten Artikeln und 580 erhaltenen Zitierungen innerhalb beider Kategorien die geringsten Werte.

## Ergebnisse

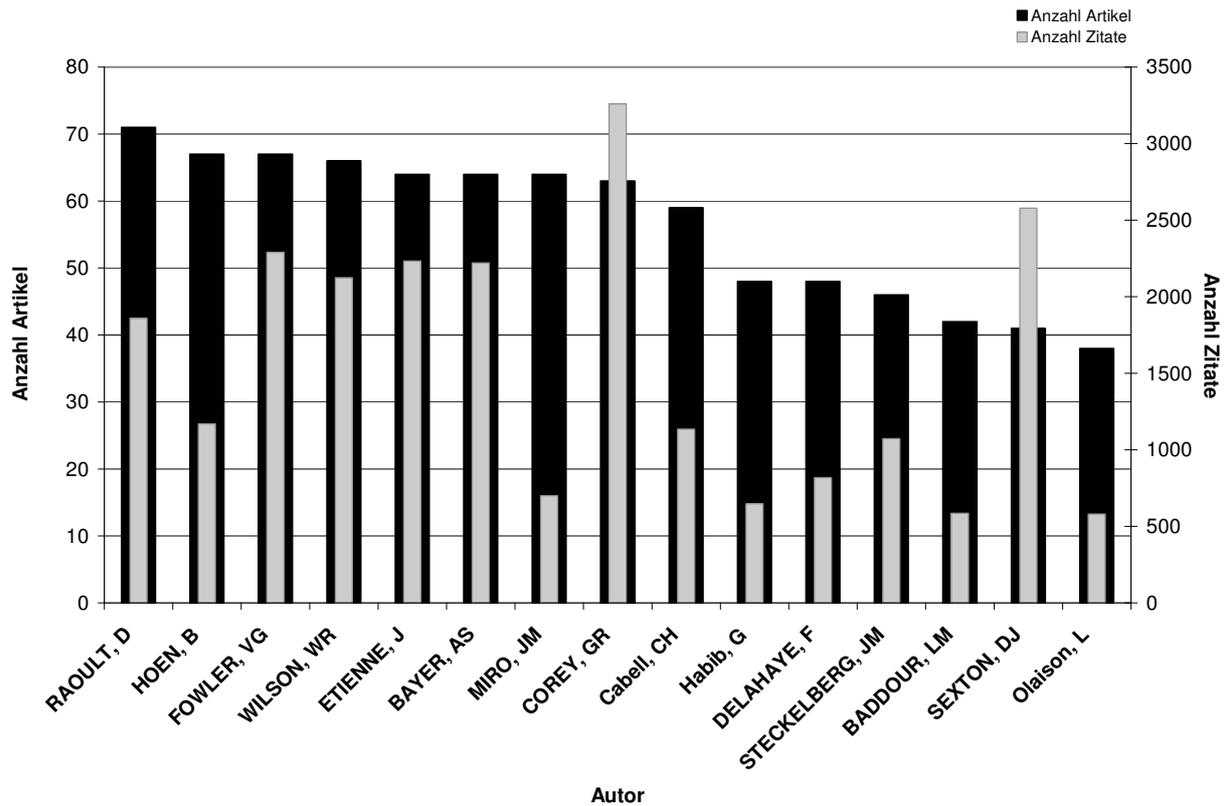


Abbildung 22: Säulendiagramm der 15 produktivsten Autoren mit Anzahl ihrer Artikel und Zitate

Ermittelt man jedoch die 15 führenden Autoren nach der Anzahl ihrer Zitate, kommt es zu einer veränderten Rangfolge innerhalb des Säulendiagramms, wobei nun auch Autoren mit einer geringeren Publikationszahl in Erscheinung treten (siehe Abb. 23). Hier ordnet sich hinter den Wissenschaftlern G.R. Corey, D.J. Sexton und V.G. Fowler der Autor D.T. Durack mit 2.240 Zitaten bei 31 Publikationen in die Reihe der vielzitierten Autoren ein. Die Forscher Lerner und Weinstein erzielen mit der Anzahl von 8 bzw. 4 veröffentlichten Arbeiten 1.727 bzw. 1.509 Zitate.

## Ergebnisse

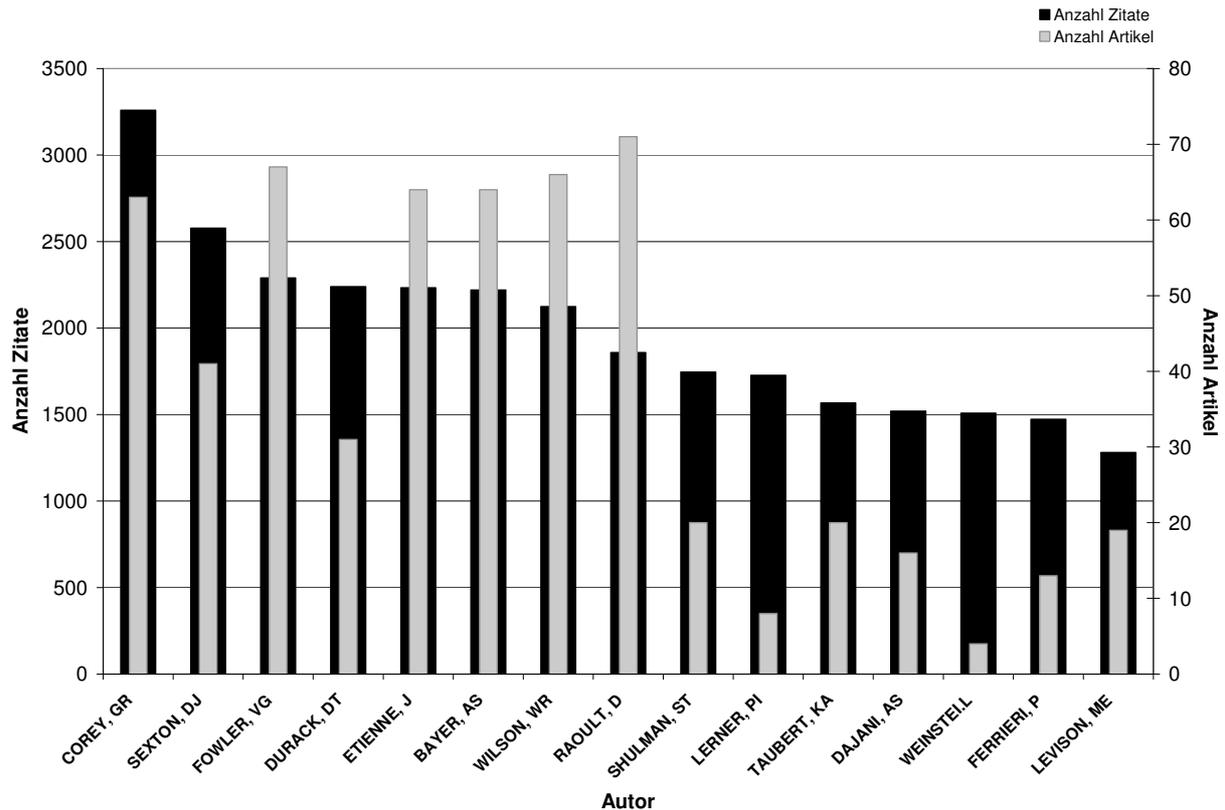


Abbildung 23: Säulendiagramm der Top-15-Autoren nach Anzahl ihrer Zitate

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Veröffentlichung kann ein Autor unterschiedliche Funktionen einnehmen, d.h. er kann als Erst-, Ko- oder Seniorautor agieren. Das Säulendiagramm aus Abbildung 24 stellt diese Funktionen der einzelnen 15 produktivsten Autoren im Verhältnis zueinander bildlich dar. Alle identifizierten Publikationen, in denen ein Autor als Erst- (schwarz), Senior- (dunkelgrau) oder Koautor (hellgrau) aufgetreten ist, summieren sich hierbei zu einer Säule.

D. Raoult, der Autor mit der größten Publikationszahl, tritt insgesamt 6-mal als Erstautor in Erscheinung, wohingegen er 43-mal die Funktion des Seniorautors und 22-mal die des Koautors übernimmt.

W.R. Wilson fungiert in 22 Publikationen als Erstautor und übernimmt in dieser Kategorie von den 15 dargestellten Autoren führende Position. In 7 Fällen tritt er hingegen als Senior- und in 45 Veröffentlichungen als Koautor auf.

Die Säule, welche die Veröffentlichungen von G.R. Corey verdeutlicht, offenbart, dass Corey nie als Erstautor zu diesem Thema publiziert hat, wohingegen er bei 12 Artikeln als Seniorautor und bei 51 Publikationen als Koautor in Funktion tritt.

## Ergebnisse

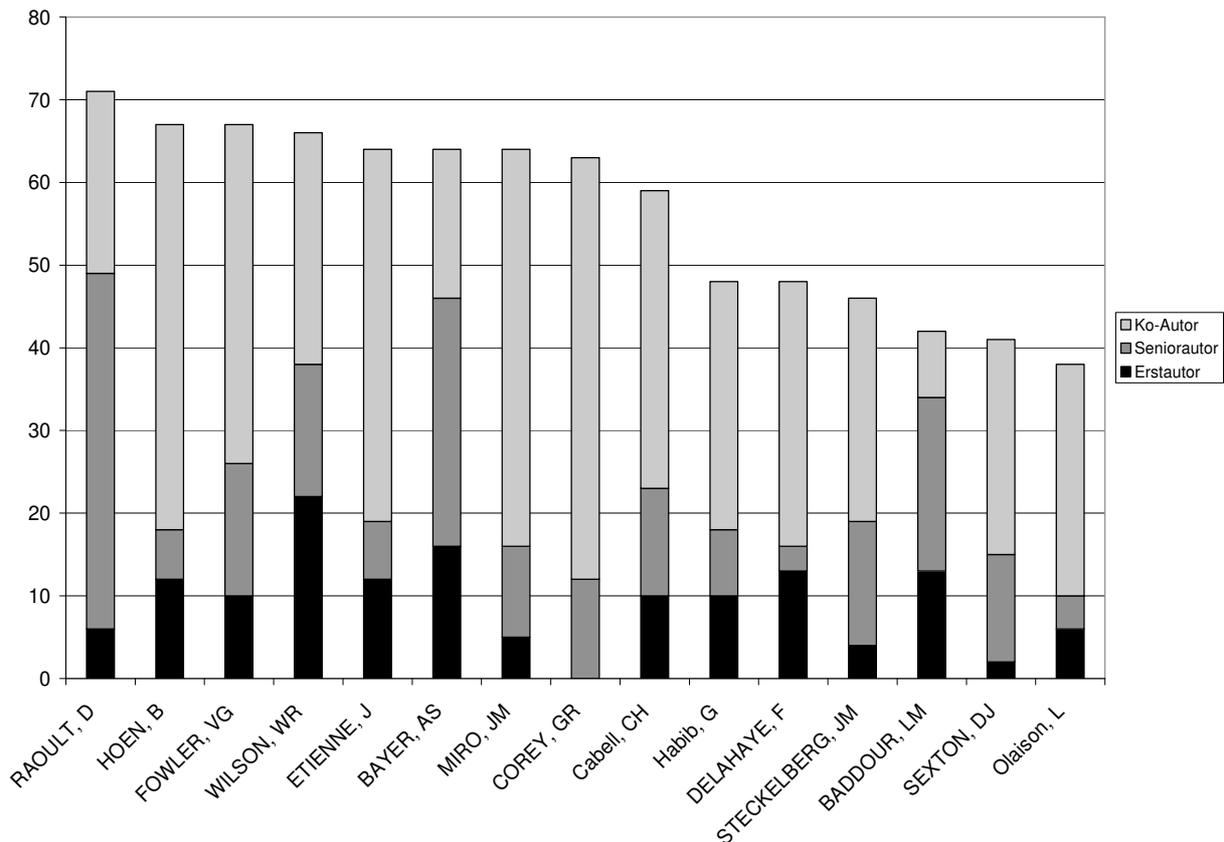


Abbildung 24: Übersicht der 15 meistpublizierenden Autoren als Erst-, Ko- und Seniorautor

### 3.8.2 Zitationsraten der Autoren

Eine Darstellung der Zitationsraten der 15 produktivsten Autoren erfolgt in Abbildung 25, indem den jeweiligen Autoren zum einen die Anzahl ihrer veröffentlichten Artikel zugeordnet wird (schwarze Säule) und zum anderen die Zitate, die sie im Durchschnitt erhalten haben (graue Säule). Wie hieraus hervorgeht liegen die Zitationsraten der meistpublizierenden Autoren in einem Bereich zwischen 11 und 63, das heißt, die Artikel der Autoren wurden durchschnittlich zwischen 11- und 63-mal zitiert.

Hervorzuheben ist in dieser Graphik der Autor D.J. Sexton, der bei 41 publizierten Veröffentlichungen zur IE einen Spitzenwert von durchschnittlich 63 Zitaten pro Artikel erzielt. Er nimmt in Bezug auf die Artikelanzahl den vorletzten Platz der Top 15 Autoren ein. Mit einer Zitationsrate von 52 und mit 63 Publikationen folgt G.R. Corey an zweiter Position.

Vergleicht man die jeweiligen Werte der Autoren G.R. Corey und J.M. Miro, so fällt auf, dass beide bei einer nahezu gleichen Publikationszahl (63 bzw. 64) sehr unterschiedliche Zitationsraten (52 bzw. 11) vorweisen. Die Verhältnisse zwischen

## Ergebnisse

der durchschnittlichen Anzahl von Zitierungen pro Veröffentlichung und der Anzahl der publizierten Arbeiten können also sehr verschieden ausfallen.

Weiter zeigt die Analyse, dass die Autoren, die hinsichtlich der Publikationszahlen führend sind, keine herausragenden Werte für die Zitationsrate erzielen. So erhält D. Raoult bei 71 Veröffentlichungen im Durchschnitt 26 Zitate pro Artikel und B. Hoen mit 67 wissenschaftlichen Arbeiten 17 Zitate pro Artikel.

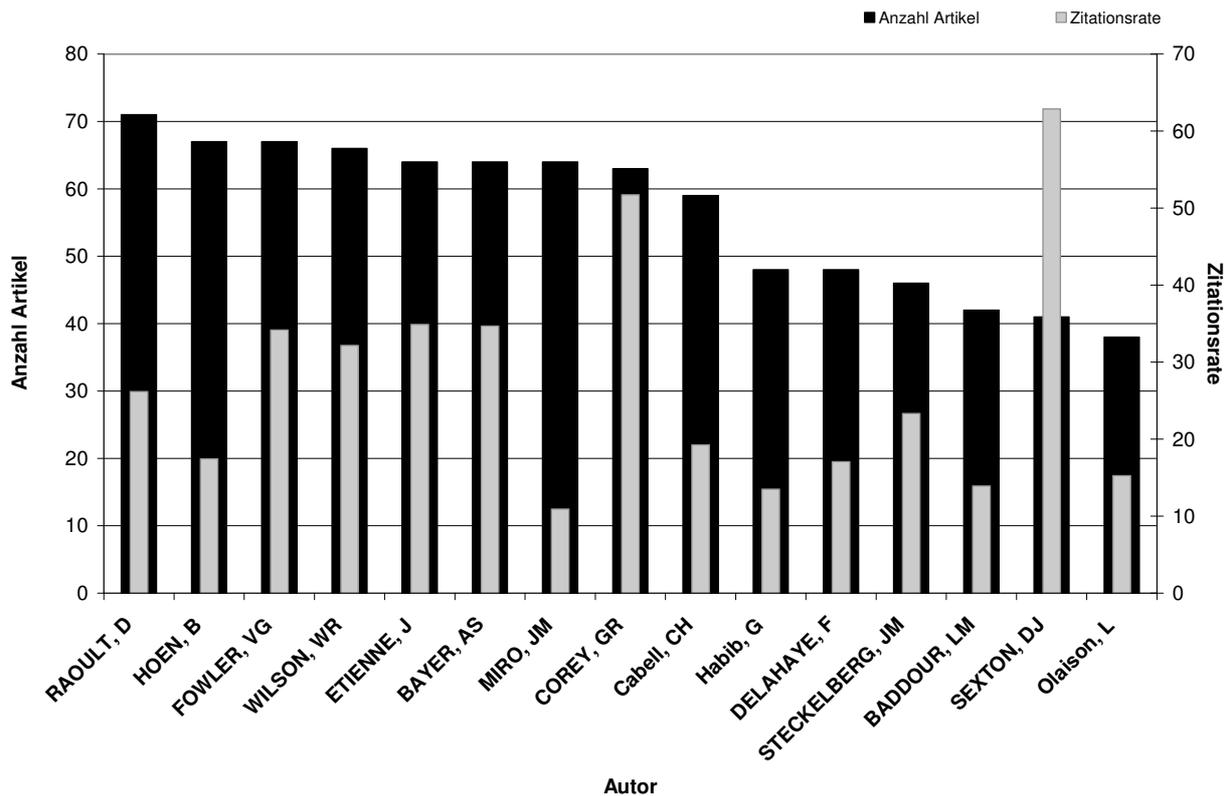


Abbildung 25: Säulendiagramm der 15 produktivsten Autoren mit Anzahl der Artikel und Zitationsrate

### 3.8.3 H-Indices der Autoren

In diesem Abschnitt soll nun der H-Index der jeweiligen Autoren als weiterer Parameter untersucht werden. Analog zu Abschnitt 3.8.1 und 3.8.2 wird auch hier ein Säulendiagramm zur Veranschaulichung der Daten hinzugezogen, in welchem die Publikationszahlen zur IE (schwarze Säule) der Top-15-Autoren dem H-Index (graue Säule) gegenüber gestellt werden (siehe Abb. 26).

Der H-Index der publikationsstärksten Autoren zeigt Werte zwischen 13 und 28. A.S. Bayer erreicht bei 64 Veröffentlichungen den maximalen H-Index von 28, während J. Etienne und J.M. Miro mit der gleichen Anzahl an Publikationen lediglich Werte von 19 bzw. 16 erbringen.

## Ergebnisse

Auch Raoult, der am meisten Artikel hervorbringt (71), liegt mit einem H-Index von 24 unter dem von Bayer.

Die Autoren Fowler, Wilson, und Corey liefern ähnliche Veröffentlichungszahlen (67, 66 bzw. 63) sowie jeweils einen H-Index von 25. Somit zeigen sie Gemeinsamkeiten in Bezug auf beide Parameter. B. Hoehn hingegen, erreicht bei 67 publizierten wissenschaftlichen Arbeiten nur einen H-Index von 16.

Anhand der Analyse ist folglich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Artikelanzahl und den Werten des H-Index erkennbar. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass es sich bei dem H-Index nicht um eine absolute Zahl, sondern um einen Quotienten handelt.

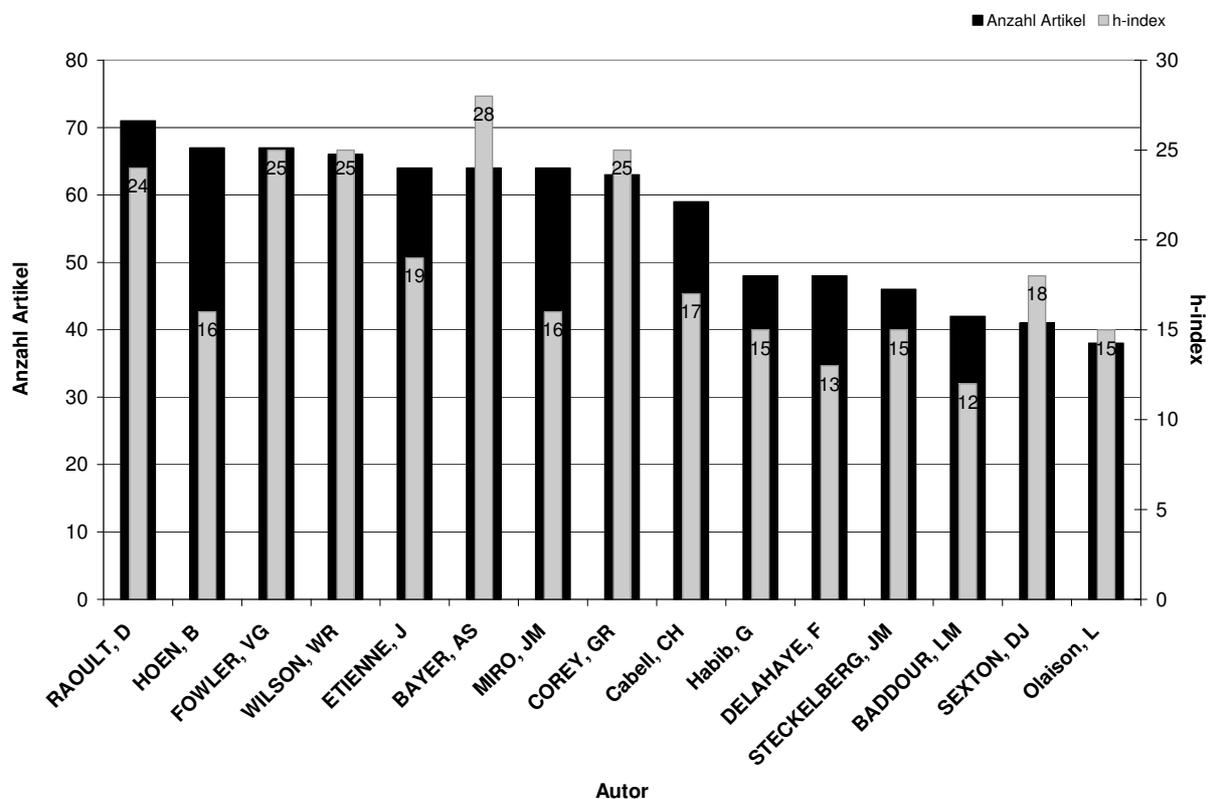


Abbildung 26: Säulendiagramm der Top-15-Autoren mit Artikelanzahl und H-Index

### 3.8.4 Analyse der Autorenzahl pro Artikel

Der Kurvenverlauf aus der graphischen Abbildung 27 vermittelt einen Überblick über die durchschnittliche Anzahl der Autoren pro Artikel im zeitlichen Verlauf. Innerhalb des Zeitraums von 1975 bis 2008 liegt die Anzahl der mitwirkenden Autoren im Durchschnitt jeweils zwischen 2,58 und 5,64. Insgesamt lässt sich über die Jahre eine Zunahme der Autorenzahl pro Artikel verzeichnen.

## Ergebnisse

Bis 1983 steigt die Zahl der Autoren von 2,58 zunächst kontinuierlich auf 3,92 an. Nach einem Rückgang der durchschnittlichen Autorenzahl auf 3,4 setzt sich ab 1987 der Zuwachs der Autorenzahl pro Artikel weiter fort. Auffällig ist ein kurzzeitiger, sich plötzlich entwickelnder Spitzenwert im Jahr 1997 von durchschnittlich 5 beteiligten Autoren pro Artikel. Mit 5,64 Autoren wird 2007 die vorläufig maximale Autorenzahl pro Publikation erreicht. 2008 lässt sich wiederum ein minimaler Rückgang verzeichnen (5,59).

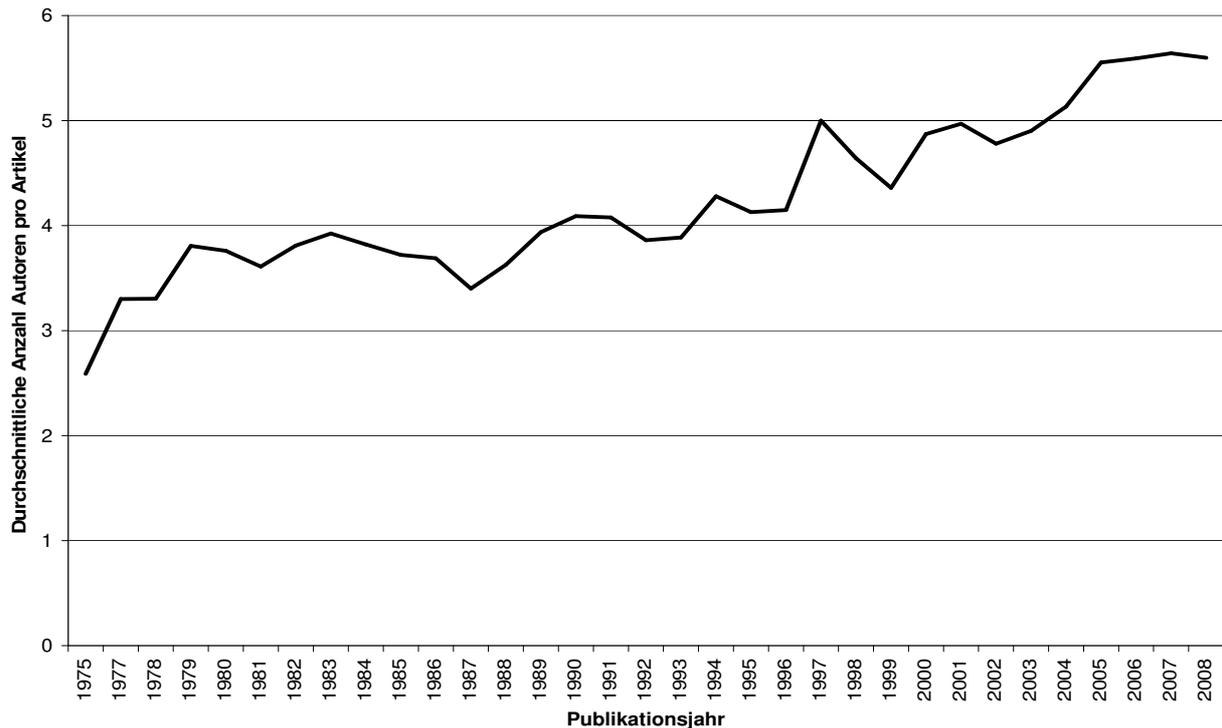


Abbildung 27: Durchschnittliche Autorenanzahl pro Artikel über die Jahre

### 3.8.5 Untersuchung der Kooperationen zwischen den Autoren

Ein weiteres Augenmerk dieser Analyse richtet sich auf die Kooperationsbeziehungen der einzelnen Autoren untereinander. Eine bildliche Darstellung dieser Kooperationsverhältnisse bietet das Netzdiagramm aus Abbildung 28, wobei anhand von Verbindungslinien unterschiedlicher Farbe und Stärke die Quantität der jeweiligen Zusammenarbeit deutlich gemacht wird. Der genaue Kooperationswert ist neben jeder Verbindungslinie vermerkt. Zusätzlich verdeutlichen die hinter den aufgeführten Autoren in Klammern gesetzten Zahlenwerte deren Gesamtzahl an Publikationen, ihr Auftreten als Erstautor und das Auftreten als Seniorautor.



## Ergebnisse

(27), Bayer und Yeaman (27), Casalta und Raoult (27), Steckelberg und Wilson (27) sowie Vilacosta und Sarria (26).

Bewegt sich die Anzahl der kooperativen Arbeiten zwischen 21 und 25, so werden die Autorenbeziehungen durch gelbe Verbindungslinien kenntlich gemacht. Gehen aus einer Autorenkooperation jedoch weniger als 20 gemeinsame Veröffentlichungen hervor, wird dieses Verhältnis hellgrün (16-20 Kooperationen) bzw. dunkelgrün ( $\leq 15$  Kooperationen) dargestellt.

Darüber hinaus können ein großes, sehr weitgreifendes und vier kleinere kooperative Zentren identifiziert werden (Abb. 28). Einige Autorenpaare, wie unter anderem Bayer und Yeaman, beschränken sich auf nur einen Kooperationspartner. Die Mehrheit der identifizierten Autoren geht allerdings mehrere unterschiedliche Kooperationsbeziehungen ein, so dass ein sehr stark ausgeprägtes Netzwerk an international kooperierenden Wissenschaftlern zur IE entsteht. Exemplarisch für diese bemerkenswerte Interaktion weisen die Autoren Miro und Hoen 9 bzw. 11 verschiedene Kooperationspartner auf, wobei Hoen mit einer Gesamtzahl von 67 veröffentlichten Publikationen bei 12 kooperativen Arbeiten als Erstautor hervorgeht.

### **3.8.6 Untersuchung der gegenseitigen Zitierungen und Selbstzitierungen (Zitationsmuster)**

Abschließend wird das gegenseitige Zitationsverhalten ausgewählter Autoren bzw. ihre Selbstzitierung analysiert und in Abbildung 29 dargestellt. Pfeile unterschiedlicher Farbe und Stärke symbolisieren hierbei die Zitierungen, wobei die Pfeilstärke proportional zu der Anzahl der Zitierungen ist und die Pfeilspitze jeweils auf den zitierten Autor deutet. Kommt es bei einem Autorenpaar zu einer gegenseitigen Zitierung, so wird der Autor mit der höheren Zitierungsanzahl mit einem blauen Pfeil gekennzeichnet und derjenige mit der geringeren Anzahl schwarz. Die genauen Zahlenwerte erscheinen hierbei neben den jeweiligen Pfeilen. Weiter zeigen die in Klammern gesetzten Zahlen die Summe der Selbstzitierungen eines jeden Autors. Gegenseitige Zitierungen werden erst ab dem Schwellenwert von 20 in das dargestellte Zitationsmuster integriert.

## Ergebnisse

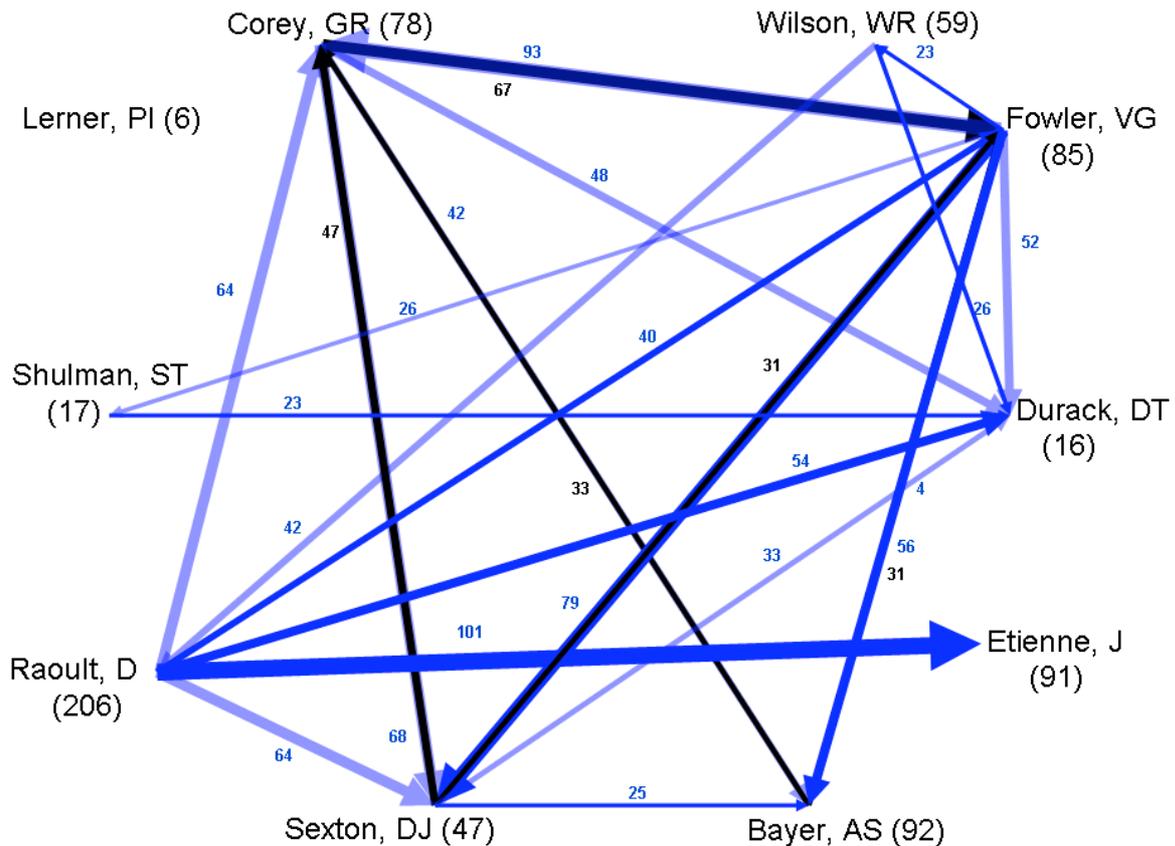


Abbildung 29: Zitierungsmuster zur gegenseitigen Zitierung und Selbstzitierung der Autoren

Ausgeprägte gegenseitige Zitierungen zeigen sich zwischen den Autoren Corey, Fowler und Sexton. Hierbei erscheint die Beziehung zwischen Fowler und Corey besonders intensiv. Während Fowler 93-mal auf seinen Kollegen Corey verweist, erhält er von diesem 67 Zitierungen. Sexton zitiert Corey 47- und Fowler 31-mal, wohingegen seine beiden Kollegen durch 68 bzw. 79 Zitierungen auf ihn verweisen. Durack ist einer der häufig zitierten Autoren. Im Gegenzug unterschreitet er allerdings beim Zitieren seiner Kollegen in jedem Fall den Schwellenwert von 20 Verweisen, so dass diese nicht im Zitierungsmuster berücksichtigt werden.

Die Wissenschaftler Etienne, Wilson und Shulman erhalten von den anderen aufgeführten Autoren jeweils wenig Zitate. Etienne kann lediglich 101 Verweise durch Raoult vorzeigen und Fowler verweist 23-mal auf Wilson sowie 26-mal auf Shulman. Didier Raoult fällt mit 206 Eigenziten durch eine hohe Anzahl von Selbstzitierungen auf. Zusätzlich verweist er in seinen wissenschaftlichen Arbeiten häufig auf die Kollegen Etienne (101), Sexton (64), Corey (64), Durack (54) und Fowler (40). Shulman sowie der Autor Lerner erhalten durch ihre Kollegen eine so geringe Anzahl von Zitierungen, dass diese nicht in das Zitierungsmuster integriert werden. Lerner

## Ergebnisse

kann weder in Bezug auf die erhaltenen Zitate noch bezüglich der Verweise auf andere Autoren berücksichtigt werden, da hier die Schwellenwerte nicht erreicht werden.

### 3.9 Analyse formaler und struktureller Aspekte der Publikationen über die Jahre

#### 3.9.1 Entwicklung der Seitenanzahl der Publikationen



Abbildung 30: Durchschnittliche Länge der Artikel über die Jahre

Abbildung 30 beschreibt die durchschnittliche Länge aller im Zeitraum von 1975-2008 identifizierten Publikationen zur IE, indem die gemittelte Seitenanzahl der Artikel über die Erscheinungsjahre dargestellt wird.

Die im Durchschnitt ermittelte Artikellänge innerhalb des angegebenen Zeitraums umfasst zwischen 4,28 und 6,25 Seiten. Der Verlauf der Kurve gestaltet sich wellenförmig mit wechselnden Zu- und Abnahmen, wobei über die 33 Jahre keine deutliche Entwicklungsrichtung in Bezug auf die Artikellänge deutlich wird. Spitzenwerte lassen sich in den Jahren 1979 (6,02 Seiten) und 1993 (6,25 Seiten) identifizieren, wohingegen Publikationen des Erscheinungsjahres 1988 mit 4,08

## Ergebnisse

Seiten die durchschnittlich kürzesten Artikel vorweisen. Im Jahr 2008 publizierte Veröffentlichungen umfassen im Durchschnitt 5,36 Seiten.

### 3.9.2 Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses

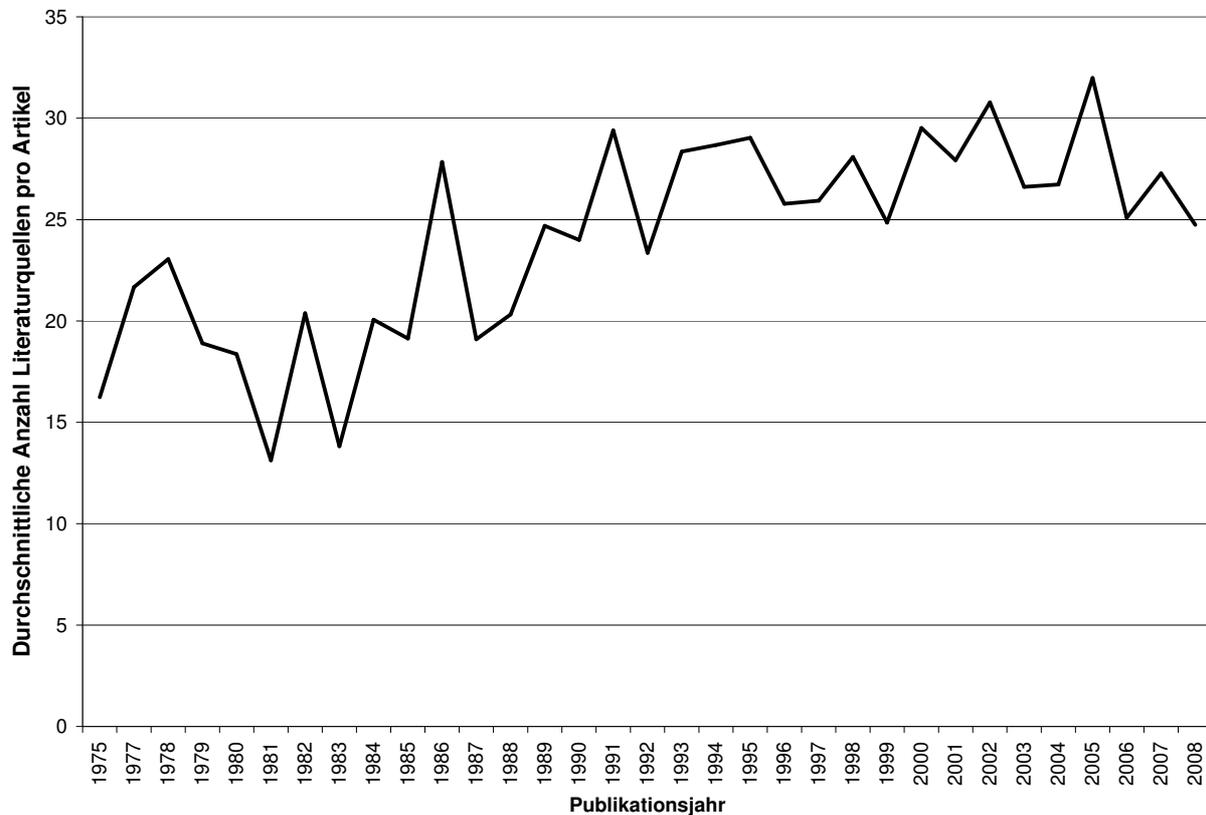


Abbildung 31: Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses über die Jahre

Die durchschnittliche Anzahl der Literaturquellen pro Artikel wird von 1975-2008 für die einzelnen Jahre aufgelistet und somit über den zeitlichen Verlauf graphisch dargestellt (Abb. 31). Unter dem Aspekt bibliographischer Analysen stellt die Größe des Literaturverzeichnisses hierbei ein Maß für die Vernetzung internationaler Fachliteratur dar.

Der Graph zeigt einen wellenförmigen Verlauf mit wechselnden Zu- und Abnahmen und einer insgesamt leicht ansteigenden Tendenz, was eine leichte Größenzunahme des Literaturverzeichnisses der Publikationen über die Jahre verdeutlicht. Nachdem im Jahr 2005 das Maximum von 31,98 Literaturquellen pro Artikel erreicht wird, nimmt die durchschnittliche Größe des Literaturverzeichnisses nachfolgend leicht ab und umfasst 2008 im Durchschnitt 24,74 Quellenangaben pro Publikation.

## Ergebnisse

Die durchschnittliche Anzahl von Literaturquellen einer Publikation bewegt sich innerhalb des dargestellten Zeitraums zwischen 13,13 (1981) und 31,98 (2005) Quellenangaben.

### **4 Diskussion**

#### **4.1 Methodische Diskussion**

Die vorliegende Arbeit umfasst eine ausführliche szientometrische Analyse aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die im Zeitraum von 1900 bis 2008 zur IE publiziert wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen die Entwicklung des wissenschaftlichen Forschungsgebietes der IE im zeitlichen Verlauf darlegen und Tendenzen der weltweiten wissenschaftlichen Aktivität dieser Thematik aufzeigen. Hierbei werden die Produktivität einzelner Länder, Institutionen und verschiedener Autoren berücksichtigt, internationale Kooperationsbeziehungen evaluiert und detaillierte Zitationsanalysen durchgeführt.

Gleichzeitig ist zu beachten, dass nicht nur das Gebiet der Forschung innerhalb des definierten Zeitraums einer ausgeprägten Entwicklung unterliegt, sondern auch Neuerungen im Bereich der Datenveröffentlichung und die Etablierung von Online-Datenbanken sich auf die Wissenschaft auswirken.

##### **4.1.1 Datenquellen und ihre Beurteilung**

Die wesentlichen Informationsquellen dieser Arbeit sind die Meta-Datenbanken „ISI-Web of Science“ des „Institute of Scientific Information“ und die „PubMed-Online-Datenbank“ der „National Library of Medicine“. Diese renommierten Datenbanken zählen zu den größten biomedizinischen Sammlungen weltweit und umfassen eine große Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen der bekanntesten medizinischen Fachzeitschriften, die erst nach systematischen Prüfungsverfahren in den Katalog der Datenbank aufgenommen und in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Jede Datenbank verfügt über eigene Prüfungskriterien. Auf diesem Weg werden den Benutzern qualifizierte Daten bereit gestellt. Es existieren bereits diverse Studien, die auf Datenbankrecherchen basieren [31, 97].

Die bei „ISI-Web“ verzeichneten wissenschaftlichen Daten stellen die Quelle dieser szientometrischen Analyse dar. Somit wirken die Struktur der Datenbank, die Kriterien zur Aufnahme und Aktualisierung des Katalogs sowie der Suchmodus innerhalb der Datenbank direkt auf diese Untersuchung ein. Das gesamte Forschungsaufkommen, das hier zur IE dokumentiert wird, ist folglich Gegenstand dieser Analyse. Es gilt zu hinterfragen, ob die verwendete Datenbank eine umfassende Datenrecherche ermöglicht.

## Diskussion

Das „Institute of Scientific Information“ stellt über das „Web of Science“ eine multidisziplinäre Datenbank zur Verfügung, die mittels des „Science Citation Index“ bibliographische Daten im Zusammenhang mit deren Zitationen verzeichnet, und somit die Durchführung umfangreicher Zitationsanalysen ermöglicht. Ihr Schwerpunkt liegt im naturwissenschaftlichen Bereich. Derzeit sind im „ISI-Web of Science“ 9.000-10.000 wissenschaftliche Zeitschriften registriert [86], was bei etwa 120.000 weltweit existierenden Fachzeitschriften einem Anteil von nur etwa 8% entspricht [83]. Dies könnte dazu führen, dass wichtige Studien zur IE im Rahmen dieser Untersuchung nicht erfasst werden können und die Daten einer unkontrollierten Selektion unterliegen.

Die Auswahl der Zeitschriften und Artikel, die in den Datenpool des „Web of Science“ aufgenommen werden, erfolgt allerdings durch qualifizierte Mitarbeiter des Unternehmens. Zu deren Auswahlkriterien zählen die Aktualität und Qualität des wissenschaftlichen Inhalts, der internationale Bekanntheitsgrad der Wissenschaftler sowie der Anteil internationaler Autoren der Fachzeitschrift. Zudem sind die Einhaltung internationaler Standards bei Veröffentlichungen von hoher Relevanz und die regelmäßige und fristgemäße Erscheinungsweise der Zeitschrift. Die Anwendung von „Peer-Review-Verfahren“ stellt hierbei einen Indikator für die gute Qualität der Fachzeitschrift dar. Der Fokus bei der Auswahl der Journale liegt auf Veröffentlichungen in englischer Sprache. Zeitschriften, die in anderen Sprachen publizieren, müssen zumindest den Titel, „Abstract“, „Keywords“ und ein Literaturverzeichnis in englischer Sprache vorweisen. Auch die Zitationszahlen des „Science Citation Index“ fließen in den Evaluierungsprozess mit ein, wobei sowohl die Anzahl der Gesamtzitate bzw. der Impact-Faktor der Zeitschriften berücksichtigt werden, als auch die erhaltenen Zitate des betreffenden Autors und die Anzahl der Selbstzitationen. Gleiche Kriterien gelten für die Aktualisierung und Evaluierung des Katalogs, die etwa alle zwei Wochen in regelmäßigen Abständen erfolgen, so dass die Qualität der Daten sicher gestellt wird [87].

Darüber hinaus sind alle Wissenschaftler bestrebt ihre Forschungsergebnisse in renommierten Fachzeitschriften mit einem hohen Impact-Faktor zu veröffentlichen. Entsprechend ist davon auszugehen, dass die qualitativ hochwertigen Artikel, welche eine große Relevanz im Rahmen der Endokarditisforschung einnehmen, Eingang in die angesehenen Journale finden und somit in der Datenbank vertreten sind.

## Diskussion

Gleichzeitig laufen Publikationen, die in jungen Fachzeitschriften oder in Journalen mit geringer Auflage veröffentlicht werden, Gefahr, innerhalb des Aufnahmeprozesses einer Datenbank vernachlässigt zu werden. Dies ist im Zusammenhang mit einem Phänomen zu sehen, wonach Zeitschriften, die bereits über einen gewissen Bekanntheitsgrad verfügen und eine große Leserschaft vorweisen, allein durch ihre Reputation weiterhin häufig von Wissenschaftlern zitiert werden. Dieser positive Rückkopplungsprozess, der von Merton postuliert wurde, wird als Matthäus-Effekt bezeichnet, und beeinflusst ebenso die Auswahl von Fachzeitschriften der Datenbanken [98]. Demnach profitieren etablierte Journale von ihrem bereits bestehenden Renommee, und werden mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zitiert, so dass sie noch bekannter werden. Zeitschriften, die geringere Auflagen haben oder neu auf dem Markt sind, werden allein auf Grund ihres geringeren Bekanntheitsgrades weniger zitiert. Da die Zitationshäufigkeit jedoch ein Qualitätskriterium ist, wonach Fachzeitschriften beurteilt werden, wird hierdurch auch der Selektionsprozess der Datenbanken beeinflusst.

Alle oben aufgeführten Begebenheiten nehmen in gewisser Weise Einfluss auf die Zusammensetzung der rechercherelevanten Datenmenge. Doch trotz der genannten Einwände, die gegen die Objektivität der Datenbankrecherche sprechen, überwiegen die positiven Aspekte. Hierbei stellen die Auswahlkriterien des „ISI-Web of Science“ einen gesteuerten Selektionsprozess dar, so dass das gesamte Forschungsaufkommen des Themengebietes auf einen ausgewählten Pool von Daten reduziert wird. Nur die Veröffentlichungen, welche den Ansprüchen von „Thomson Reuters“ gerecht werden, fließen in die Analyse mit ein. Demnach repräsentieren die angegebenen Zahlen nicht den gesamten wissenschaftlichen Umfang zur IE, jedoch eine hochwertige Auswahl. Die Anwendung dieser Datenbankrecherche kann daher nicht zu rein objektiven Ergebnissen führen und ist somit nur bedingt repräsentativ. Die Nutzung von Datenbanken bietet den Vorteil, dass Publikationen zu einem Themengebiet identifiziert und ihre wesentlichen Aspekte erfasst werden, ohne den gesamten spezifischen wissenschaftlichen Inhalt zu berücksichtigen. Somit ermöglicht das „ISI-Web of Science“ eine bibliometrische und szientometrische Analyse zur IE, wobei eine große Masse an Forschungsarbeiten über einen längeren definierten Zeitraum ausgewertet und im Verlauf der Jahre beobachtet wird.

### 4.1.2 Beurteilung der Suchstrategien

Jede Datenbank verfügt über ihren eigenen Suchmodus, nach dem ein eingegebener Begriff bestimmten Veröffentlichungen des Verzeichnisses zugeordnet wird. Während bei „ISI-Web of Science“ eine Wortkennung angewandt wird, indem der Suchbegriff mit dem Titel, dem „Abstract“ und den Schlüsselwörtern abgeglichen wird, arbeitet die „PubMed-Datenbank“ mit einer „Automatic Term Mapping“-Funktion (automatische interne Übersetzung und Erweiterung der Suchbegriffe). Hierbei wird der Suchterminus automatisch Synonymen zugeordnet, die als weitere Suchbegriffe in die Recherche einbezogen werden, um zusätzliche Veröffentlichungen zu identifizieren.

Da „ISI-Web of Science“ mit dem „Science Citation Index“ als einzige Datenbank bibliographische Daten in Kombination mit deren Zitationen verzeichnet und somit Zitationsanalysen ermöglicht [83], erfolgt die Literaturrecherche dieser Arbeit vornehmend über „ISI-Web“. Demnach entfällt eine vergleichende Gegenüberstellung der bibliometrischen Aspekte beider Datenbanken.

Der gewählte Suchterminus dieser Datenrecherche lautet wie unter 2.6 beschrieben „infect\* endocardit\*“. Ist dieser Begriff innerhalb des Titels, der „Keywords“ oder in den „Abstracts“, die seit 1991 unter „ISI-Web of Science“ geführt werden, enthalten, wird der betreffende Artikel mit seinen bibliographischen Informationen der rechercherelevanten Datenmenge zugeordnet. Obwohl im Rahmen dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass die IE bei allen Veröffentlichungen, die anhand des Suchterminus ermittelt worden sind, von gewisser Relevanz ist, können sich hier vereinzelte Publikationen unter das rechercherelevante Datenmaterial mischen, die nicht mit dem Suchbegriff übereinstimmen. In diesem Fall wird das Gesamtergebnis aufgrund der großen Menge an Daten jedoch nicht maßgeblich verfälscht.

Ein sorgfältig gewählter Suchbegriff, der das Themengebiet möglichst genau definiert, optimiert die Trefferzahl der Ergebnissuche. Der Terminus „infect\* endocardit\*“ gewährleistet, dass ausschließlich Publikationen, die infektiöse Endokarditiden und keine anderen Krankheitsformen behandeln, zu den Ergebnissen gelistet werden. Zudem wurde der Suchbegriff nicht als „infective endocarditis“ ausgeschrieben, damit auch Veröffentlichungen mit Wortvariationen wie „infectious endocarditis“ als Treffer angezeigt werden.

### **4.1.3 Kritische Beurteilung der verwendeten szientometrischen Methoden und Werkzeuge**

Im Rahmen dieser Arbeit kommen verschiedene bibliometrische und szientometrische Instrumente zum Einsatz, die nachfolgend kritisch betrachtet und qualitativ beurteilt werden. Dies ist notwendig, um den Analyseergebnissen ihre wissenschaftliche Relevanz und Authentizität zuzuordnen.

Der Impact-Faktor beeinflusst als bibliometrisches Vergleichswerkzeug die Auswahlverfahren für die Aufnahme der Fachzeitschriften in die Datenbank des „ISI-Web of Science“. Die Zusammensetzung des Datenpools, welcher dieser Studie zu Grunde liegt, wird folglich indirekt durch dieses Instrument bestimmt und wirkt sich auf die Analyseergebnisse aus.

Der Impact-Faktor lässt sich anhand der Gesamtzahl der publizierten Veröffentlichungen einer Zeitschrift in zwei aufeinanderfolgenden Jahren (Publikationsfenster) und der Anzahl der Zitationen dieser Artikel im Folgejahr ermitteln. Definitionsgemäß entspricht er der Anzahl von Zitaten der Artikel der vorangegangenen zwei Jahre im laufenden Jahr, dividiert durch die Gesamtzahl der Artikel dieser zwei aufeinander folgenden Jahre [83].

In der Wissenschaft unterliegen der Impact-Faktor und seine Bedeutung kontroversen Diskussionen [99-101]. Verschiedene Probleme und Fehlerquellen bezüglich des Impact-Faktors führen dazu, dass einige Wissenschaftler diesen nur eingeschränkt als Schlüsselindikator bei der Auswertung von Fachzeitschriften und der qualitativen Beurteilung wissenschaftlicher Arbeiten zu Rate ziehen [82]. Es ist bedenklich, den wissenschaftlichen Wert einzelner Artikel einer Fachzeitschrift mit dem Impact-Faktor ihrer Quellenzeitschrift gleichzusetzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass nicht der Impact-Faktor einer Fachzeitschrift die Qualität des in ihr publizierten Artikels bestimmt, sondern, dass der Impact-Faktor auf die einzelnen Artikel zurückzuführen ist. Zudem existieren diverse Zeitschriften bei denen sich der Großteil ihrer Zitierungen auf einen verhältnismäßig geringen Anteil ihrer Artikel bezieht; folglich resultiert für die Zeitschriften ein hoher Prozentsatz von nicht oder wenig zitierten Publikationen [82].

Als eine weitere Unregelmäßigkeit und somit ein kritischer Faktor ist die Tatsache zu beurteilen, dass in den Datenbanken „notes“, „editorials“, Konferenzabläufe und „letters“ zwar als Veröffentlichungen gelistet und von Autoren als Referenzen

## Diskussion

hinzugezogen werden, aber in die Berechnung des Impact-Faktors nicht einfließen. Dies ist eine Schwachstelle des Impact-Faktors, die ihn zu einem nicht gänzlich nachvollziehbaren Parameter macht [83].

Selbst Dr. Eugene Garfield, der Urheber dieses Instruments, vertritt die Meinung, dass der Impact-Faktor kein perfektes Beurteilungskriterium ist, um den Wert eines Artikels zu messen. Es habe sich allerdings bewehrt diesen Parameter als Auswahlkriterium für Zeitschriften im Bereich der Datenbanken hinzuzuziehen [101]. Somit wird im Rahmen dieser Arbeit darauf verzichtet, die ermittelten Daten hinsichtlich des Impact-Faktors zu untersuchen und Vergleiche einzelner Fachzeitschriften der jeweiligen Referenzgruppen bleiben aus.

Dennoch stellt der Impact-Faktor innerhalb der Wissenschaft den populärsten Indikator des potentiellen Wertes einer Fachzeitschrift dar [82]. Er dient der Forschungsevaluierung [101] und ist gleichzeitig ein Bewertungskriterium bei der Vergabe von finanziellen Mitteln und Fördergeldern.

Der von J.E. Hirsch eingeführte H-Index stellt im Gegensatz zu dem Impact-Faktor ein objektiveres Bewertungskriterium in der Wissenschaft dar. Er zielt als zitierungsbasierter Impact-Indikator in seiner ursprünglichen Form darauf ab, einzelne Wissenschaftler zu bewerten. Im Rahmen dieser Arbeit wird er zusätzlich in einer modifizierten Form angewandt, indem er für die einzelnen Länder berechnet wird.

Der H-Index beschreibt als ganze Zahl wie viele Artikel eines Wissenschaftlers ( $n$ ) mindestens ( $n$ ) Zitate erhalten haben. Hierbei wird die wissenschaftliche Leistung eines Autors bewertet, indem die Breite der hochzitierten Arbeiten ermittelt wird und somit unterbunden, dass einzelne hochzitierte Veröffentlichungen eines Autors das Gesamtbild verzerren. Der H-Index berücksichtigt sowohl die Quantität (Anzahl der Veröffentlichungen), als auch in gewisser Weise die Qualität, welche durch die Anzahl der Zitate ermittelt wird. Ein hoher H-Index resultiert für einen Autor nur, wenn er auch eine hohe Anzahl an Veröffentlichungen hervorbringt. Liefert ein Autor nur einen hoch zitierten Artikel aber ansonsten nur wenig zitierte Publikationen, so ergibt sich trotzdem ein niedriger H-Index. Bei diesem Parameter steht folglich die Kontinuität und Regelmäßigkeit der Forschungsergebnisse eines Wissenschaftlers im Vordergrund. Zusätzlich ist hierbei zu berücksichtigen, dass die gesamte wissenschaftliche Leistung eines Autors nicht alleine durch eine einzige Zahl

hinreichend genau ausgedrückt werden kann. Ein authentischer Vergleich zweier Wissenschaftler ist auf diesem Weg nur möglich, wenn die betreffenden Autoren dem gleichen wissenschaftlichen Bereich angehören, da die mittlere Anzahl von Zitierungen stark fachabhängig ist. Dieses Kriterium wird mit dem zentralen Thema dieser Arbeit, der IE, erfüllt. Darüber hinaus sind das Schaffensalter der Autoren, der persönliche Arbeitsstil, die Art der Kooperationen und der Anteil an Erstautorarbeiten beeinflussende Faktoren [93].

Voraussetzung für eine leichte und unkomplizierte Ermittlung des H-Index sind eindeutig und vollständig geführte Publikations- und Zitationslisten. Hirsch selbst empfiehlt in diesem Zusammenhang die Nutzung des „ISI-Web of Science“ [92].

Unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren kann der H-Index als Qualitätskriterium herangezogen werden.

Als multidisziplinäre Datenbank, die bibliographische Daten in Kombination mit deren Zitationen verzeichnet, ermöglicht das „Web of Science“ über den „Science Citation Index“ die Durchführung umfangreicher Zitationsanalysen. Anhand dessen ist es möglich, einer Publikation ihre durchschnittliche Anzahl von Zitierungen zuzuordnen und ebenso Rückschlüsse auf die Relevanz einer Veröffentlichung innerhalb der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zu ziehen. Die Resonanz einer Forschungsarbeit wird in der Wissenschaftswelt durch ihre Zitationen widergespiegelt, wodurch ihre Bedeutung annäherungsweise eingestuft werden kann [102]. Es ist davon auszugehen, dass hochzitierten Arbeiten ein entsprechend großer Einfluss in der Forschungswelt zuzuordnen ist.

Zu den über „ISI-Web“ identifizierten themenbezogenen Publikationen werden im Rahmen dieser Arbeit umfangreiche Zitationsanalysen hinsichtlich zahlreicher Aspekte vorgenommen. So werden die Zitationsraten der einzelnen Zitations- und Publikationsjahre nicht nur im zeitlichen Verlauf verfolgt, sondern auch das Zitationsverhalten der verschiedenen Weltregionen in Form von länderspezifischen Analysen untersucht und die meistzitierten Fachzeitschriften identifiziert. Bei der Durchführung von Zitationsanalysen und ihrer Interpretation gilt es, eine Reihe von Faktoren zu berücksichtigen, da es sonst leicht zu einer Fehleinschätzung der Ergebnisse kommen kann. Grundlage für eine akkurate Zitationsanalyse ist die richtige Zitationsweise. Treten in diesem Bereich Fehler auf, resultieren verfälschte Ergebnisse. In einzelnen Fällen werden bestimmte Zitate ausschließlich mit der

## Diskussion

Intention gesetzt, den Impact-Faktor einer Zeitschrift oder die Reputation eines Kollegen aufzubessern. So zeigte eine Untersuchung von Zitaten, dass in 18,1% der Referenzen Fehler vorlagen, die auf die zitierenden Autoren zurückzuführen sind [82].

Neben fehlerhafter Zitationsweise können auch Selbstzitationen die Resultate der Zitationsanalysen manipulierend beeinflussen, wobei die Selbstzitation sich dadurch auszeichnet, dass das zitierte Dokument und der zitierende Autor mindestens einen gemeinsamen Autor vorweisen. Dies zeigt besondere Relevanz bei Multiautorenpublikationen (mit mehr als 15 Autoren), wohingegen die Selbstzitation eines einzelnen Autors nur mäßige Effekte auf die Zitationszahlen bewirkt [82].

Größen wie der H-Index, die Zitationsrate und die Anzahl der Gesamtzitate eines Autors stehen ebenso unter dem Einfluss der Selbstzitation und können auf diesem Weg beeinflusst werden. Hierbei sehen einige Autoren den taktischen Einsatz der Selbstzitation als probates Mittel zur Aufwertung der eigenen Arbeit an und versuchen auf diesem Weg, bei der Vergabe finanzieller Mittel ihre Chancen im wissenschaftlichen Wettbewerb zu verbessern [103]. Gleichzeitig sind Eigenzitate als bedeutende Komponente des akademisch wissenschaftlichen Status anzusehen. Autoren, die sich auf eigene vorherige Forschungsarbeiten gleicher Thematik beziehen, bringen zum Ausdruck, dass sie mit dieser gut vertraut sind. Ebenso liefern Autoren häufig Publikationen, die auf eigene, bereits veröffentlichte, Studien aufbauen, und dadurch zu Eigenziten führen. Darüber hinaus können Motive für Selbstzitationen auch psychologische Faktoren sein wie das Vermitteln von Erfahrung und Selbstvertrauen [104].

Die oben angeführten Schwachstellen bezüglich des Zitationsverhaltens wirken sich somit auch auf den Impact-Faktor und den H-Index aus.

Da im Rahmen der länderspezifischen Zitationsanalysen bei Nationen mit geringen Publikationszahlen unter Umständen nicht repräsentative Zitationsraten resultieren, werden in der vorliegenden Arbeit ausschließlich Publikationsländer berücksichtigt, die mindestens 30 themenspezifische Veröffentlichungen vorweisen. Anderenfalls würden sich insbesondere bei Selbstzitationen von Autoren dieser Länder beeinflussende Effekte zeigen.

Als weiteres Problem im Rahmen der Datenerfassung stellte sich heraus, dass einzelne Autoren bei nicht einheitlicher Namensgebung erschwert identifiziert werden können und somit zum Teil mehrfach als Verfasser erscheinen. Insbesondere Namensänderungen nach Eheschließung oder mehrere Vornamen, die nicht konsequent aufgeführt werden, können bewirken, dass die Artikel eines Verfassers mehreren Autoren zugeordnet werden. Nur eine Datenrecherche hinsichtlich jedes einzelnen Autors könnte diesen methodischen Fehler umgehen, was auf Grund der großen Anzahl identifizierter publizierender Wissenschaftler zu diesem Thema nicht möglich war. Folglich war diese Problematik nur teilweise lösbar und wurde bei der Datenanalyse und ihrer Interpretation vernachlässigt.

### **4.2 Inhaltliche Diskussion**

#### **4.2.1 Forschungsaufkommen zur Infektiösen Endokarditis**

Die initiale Beschreibung der IE erfolgte vor mehr als 100 Jahren durch den Arzt und Wissenschaftler Sir William Osler [105]. Seither widmen sich Forscher dieser Thematik, sammeln Erkenntnisse über die Pathogenese, die verursachenden Erreger und das Krankheitsbild der Infektion und beschäftigen sich umfassend mit diagnostischen, therapeutischen und präventiven Verfahren. Noch heutzutage gilt die IE als eine schwere und potentiell lebensbedrohliche Erkrankung, deren Erforschung durch ihr verhältnismäßig seltenes Auftreten mit jährlich etwa 30 Fällen pro 1.000.000 Einwohner erschwert ist [1]. Ein weites Erregerspektrum und wandelnde Risikogruppen stellen Wissenschaftler, deren Ziel es ist die Diagnostik und Prävention zu optimieren und neue therapeutische Verfahren zu entwickeln, vor eine Herausforderung.

In dieser Studie werden die Ergebnisse zu den Veröffentlichungen zur IE im zeitlichen Verlauf dargestellt. Die Anzahl von insgesamt 5.910 identifizierten Publikationen innerhalb des definierten Zeitraums spiegelt das Interesse der wissenschaftlichen Öffentlichkeit zu dieser Thematik wider, wobei sich ein zunehmendes Forschungsaufkommen anhand eines kontinuierlichen Anstiegs der Publikationszahlen innerhalb der letzten Jahre vermerken lässt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die IE ein verhältnismäßig kleines, jedoch sehr komplexes Themengebiet mit geringer Inzidenz darstellt. Andere medizinische

## Diskussion

Forschungsgebiete, die insbesondere hochinfektiöse Erkrankungen behandeln, welche mit einer hohen Letalität in Verbindung stehen oder weltweit große Präsenz zeigen, verzeichnen im Vergleich ein weitaus größeres Forschungsaufkommen [106, 107].

Bei der Analyse der wissenschaftlichen Publikationszahlen zeigt sich für den Betrachtungszeitraum von 1900 bis 2008, dass in den ersten 70 Publikationsjahren zunächst nur vereinzelte wissenschaftliche Arbeiten, welche die IE thematisieren, veröffentlicht werden, wohingegen die Zahlen der jährlichen Veröffentlichungen ab 1970 (6 Treffer) bis zum Jahr 2008 (370 Treffer) zunehmend ansteigen. Diese steigenden Publikationszahlen sind zum einen auf eine wachsende Forschungsaktivität und Wissenschaftsproduktion zurückzuführen. So zeigen szientometrische Untersuchungen zu anderen medizinischen Forschungsgebieten eine ähnliche Trendentwicklung [106, 108], wobei spezifische Faktoren Einfluss nehmen können und zu individuellen Unterschieden führen. Gleichzeitig begünstigen die fortschreitende Digitalisierung sowie die Etablierung des Internets und der multimedialen Welt die Arbeit der Wissenschaftler. Insbesondere das Medium Internet, welches sich Anfang der Neunziger Jahre zunehmend an den Universitäten etabliert, beeinflusst diese Entwicklung [109, 110]. So fördert eine veränderte Kommunikationsstruktur eine bessere Zusammenarbeit auf nationaler und internationaler Ebene sowie die Kollaboration interdisziplinärer Arbeitsgruppen und ermöglicht den Austausch von Forschungsergebnissen. Insbesondere bei einer Erkrankung mit geringer Inzidenz, wie es bei der IE der Fall ist, gestaltet sich eine umfassende Erforschung der Problematik als schwierig, so dass Wissenschaftler dieses Themengebietes vornehmlich durch diese verbesserten Arbeitsbedingungen und Kommunikationsmöglichkeiten profitieren. Darüber hinaus werden Publikationen und Forschungsergebnisse in Datenbankkatalogen gelistet (z.B. „ISI-Web of Science“, „PubMed“), welche zum Teil online verfügbar sind und einen verbesserten Zugang zu diesen Daten ermöglichen.

Die Zunahme der wissenschaftlichen Publikationsleistung dieser Thematik verläuft parallel zu einer nahezu gleichbleibenden Inzidenz der IE. Somit ist zu vermuten, dass nicht die Inzidenz, sondern ein anderer entscheidender Faktor als Forschungsantrieb dient.

## Diskussion

Besonders auffällige Entwicklungen bezüglich der Publikationszahlen zeigen sich in den Jahresabschnitten 1990 bis 1992 und 2006 bis 2007. Anfang der Neunziger Jahre steigt die Anzahl von Veröffentlichungen zur IE schlagartig an, so dass sich die Publikationszahlen von 1990 bis 1992 mehr als verdoppeln. Dieser sprunghafte Zuwachs von 77 auf 207 jährliche Veröffentlichungen lässt sich mit einer Neuerung in der Organisation der Datenbanken in Verbindung bringen. Seit Januar 1990 werden in der Datenbank des „ISI-Web of Knowledge“ die registrierten Publikationen in Verbindung mit ihren „Abstracts“ geführt. Daraus resultiert, dass bei einer Datenrecherche der Suchbegriff nicht nur mit dem Titel und den Schlagwörtern eines Artikels abgeglichen wird, sondern gleichzeitig eine Verknüpfung zu den durchsuchbaren „Abstracts“ besteht. Somit steht für die Recherche eine größere Datenmenge zur Verfügung und die Wahrscheinlichkeit einer Zuordnung vergrößert sich. Diese Tatsache ist neben der Etablierung einer ausgeprägten Internetstruktur ein Grund für die sprunghaft ansteigenden Publikationszahlen in diesem Zeitraum.

Im Jahr 2007 erreichen die jährlichen Publikationszahlen zur IE nach einem erneuten raschen Anstieg den Spitzenwert von 442 Veröffentlichungen. Ein Zusammenhang zu diesem Publikationsmaximum könnte in dem verstärkten wissenschaftlichen Interesse an der Endokarditisprävention liegen. So erscheinen in diesem Jahr die neuen Leitlinien der AHA zur Prophylaxe der IE, welche einen Paradigmenwechsel der bisherigen Prophylaxestrategien bedeuten. Neben den Vereinigten Staaten nehmen auch andere Länder und Organisationen Stellung zu dieser Thematik und veröffentlichen Positionspapiere und themenbezogene Artikel [76, 111].

Da die IE eine schwere Erkrankung ist, die trotz Fortschritten in der antibiotischen Behandlung auch noch heutzutage weltweit mit einer hohen Letalität verbunden ist, wird diese auch in Zukunft im Interesse der Wissenschaft stehen und von wissenschaftlichen Arbeitsgruppen beforscht werden. So sind mit der Intention, die Therapie, Diagnostik und Prävention der IE zu optimieren noch viele Fragen offen, so dass für die kommenden Jahre mit gleichbleibend hohen bzw. steigenden Publikationszahlen zu rechnen ist.

### 4.2.2 Die Sprache der Wissenschaft

Im Rahmen der Wissenschaft hat die zunehmende weltweite Präsenz der englischen Sprache dazu geführt, dass Englisch heute als internationale Sprache der Medizin gilt und als die moderne „lingua franca“ angesehen wird. So erfolgt die internationale Kommunikation zu medizinischen und naturwissenschaftlichen Themen weitgehend in englischer Sprache, wohingegen innerhalb eines Landes die Lehre, Fachgespräche unter Kollegen sowie der Patientenkontakt gewöhnlich in den jeweiligen Landessprachen üblich sind [112].

Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts fanden in der Wissenschaft Englisch, Deutsch und Französisch gleichermaßen Anwendung. Seither erfolgte im Zuge der Globalisierung eine Entwicklung hin zur englischen Sprache, so dass diese heute die wissenschaftliche Kommunikation auf internationaler Ebene dominiert. So publizieren derzeit neun von zehn Fachzeitschriften, die neu in die medizinische Datenbank „Medline“ aufgenommen werden, in Englisch, so dass der Anteil von englischsprachigen Beiträgen in den Datenbanken weiter zunimmt [112].

Ein zentraler Kern von Englisch-publizierenden Fachzeitschriften, zu denen die wichtigsten medizinischen Zeitschriften weltweit gehören, bildet das Forum für wissenschaftliche Diskussionen wichtiger Fragen und aktueller Forschungsarbeiten. Neben diesen international angesehenen Fachzeitschriften existieren diverse regionale Zeitschriften, welche in der jeweiligen Muttersprache veröffentlichen [112]. Jeder Wissenschaftler, der weltweit Anerkennung finden möchte, ist folglich auf englische Sprachkenntnisse angewiesen, da Veröffentlichungen anderer Sprachen international in einem sehr viel geringeren Maße wahrgenommen werden und auch weniger Resonanz erzeugen [113]. So geraten diejenigen, welche sich der heutigen Kommunikationssprache Englisch entziehen oder sie nicht beherrschen in den Hintergrund [82].

Die Akzeptanz von Englisch als Verständigungssprache innerhalb der Wissenschaft fördert den internationalen Austausch unter den Forschern, wobei unterschiedliche Sprachkenntnisse sowie verschiedener Sprachhintergrund die Kommunikation beeinflussen können. Die Etablierung eines wissenschaftlichen Englischs („scientific English“) erleichtert denjenigen mit einer anderen Muttersprache den Zugang zu englischsprachigen Veröffentlichungen. Zudem zeichnet sich bei einigen Fachzeitschriften ein Trend zur Überwindung von Sprachbarrieren ab, der eine bilinguale Publikation von Artikeln beinhaltet [113].

Der dominante Stellenwert der englischen Sprache spiegelt sich ebenso in den Ergebnissen dieser Datenrecherche wider und bestätigt den ihr zugesprochenen Status als „lingua franca“ der Wissenschaft. Mit einem prozentualen Anteil von 84,65% gehört die Mehrheit der identifizierten Publikationen, welche die IE thematisieren, zu englischsprachigen Veröffentlichungen. Nur ein geringer Anteil von 15,35% der insgesamt 5.910 Artikel wurde in anderen Sprachen verfasst, wie z.B. Französisch, Spanisch, Deutsch, Russisch oder Japanisch.

Vergleicht man den Anteil der englischsprachigen Veröffentlichungen mit den Publikationszahlen der einzelnen Länder, so fällt auf, dass ein großer Anteil der Artikel nicht-englischsprachiger Nationen nicht in ihrer Muttersprache, sondern in Englisch veröffentlicht wird. Dies unterstreicht den herausragenden Stellenwert der englischen Sprache innerhalb der Wissenschaftswelt.

Gleichzeitig gilt es zu berücksichtigen, dass vorzugsweise englischsprachige Veröffentlichungen Eingang in wichtige Datenbanken wie das „ISI-Web of Science“, welches die Grundlage dieser Datenrecherche darstellt, finden. Dies gleicht einem Selektionsprozess und führt dazu, dass nicht-englischsprachige Publikationen von renommierten Datenbanken weniger berücksichtigt werden und folglich bei scientometrischen Analysen nur geringfügig erfasst werden.

### **4.2.3 Publizierende Länder zur IE und deren Kooperationen**

Betrachtet man die Verteilung der identifizierten Publikationen zur IE auf die einzelnen Länder, so wird deutlich, dass vorzugsweise die Vereinigten Staaten und Länder Westeuropas an der weltweiten Endokarditisforschung beteiligt sind. Auch Japan trägt einen nennenswerten Anteil (268 Veröffentlichungen) zu dem Forschungsaufkommen bei. Während diese Länderflächen auf der Kartenanamorphote stark imponieren, verschwinden andere Bereiche nahezu, wie große Teile Afrikas und Asiens.

Die USA können mit 1.809 themenbezogenen Veröffentlichungen, was einen prozentualen Anteil von 30,6% bedeutet, die mit Abstand größte Zahl an Forschungsarbeiten zu dieser Thematik verzeichnen und übernimmt wie auch in vielen anderen Themengebieten die dominierende Rolle. Gleichzeitig gehen die führenden Publikationszahlen der Vereinigten Staaten mit einer großen Anzahl publizierender Einrichtungen einher (687), so dass sie auch in dieser Rubrik im internationalen Vergleich an Spitzenposition stehen. Insbesondere die „Duke

## Diskussion

University“, welche in umfangreiche Forschungsprojekte der „International Collaboration on Endocarditis“ (ICE) eingebunden ist, trägt durch ihre Veröffentlichungen und ausgeprägten Kooperationsaktivitäten zum Forschungsaufkommen der USA bei. Entsprechend dieser Zahlen zeichnet sich eine Bestätigung der zuvor beschriebenen Trendentwicklung zur englischen Sprache ab.

Die Vormachtstellung der USA im Rahmen dieses Forschungsgebietes wird zum einen durch die hohe Bevölkerungszahl des Landes und ihren ohnehin hohen Entwicklungsstandard begünstigt. Zudem ist das Land bestrebt, seinem bestehenden Renommee im medizinischen und wissenschaftlichen Sektor gerecht zu bleiben und somit interessiert, sein wissenschaftliches Ansehen durch rege Forschungsaktivität zu festigen. So dienen Untersuchungen bibliometrischer Daten in den USA bereits seit den Siebziger Jahren als Grundlage von Förderentscheidungen im Wissenschaftsbereich [83]. Diese wirken sich im Sinne einer positiven Rückkopplung auf die Produktivität des Landes aus.

Insgesamt werden in den USA finanzielle Mittel zu medizinischen Zwecken ausreichend bereit gestellt. Dies belegt ein internationaler Vergleich der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), welcher zeigt, dass die Vereinigten Staaten mit 7.290 Dollar (Stand 2007) außerordentlich hohe Pro-Kopf-Ausgaben im Bereich des Gesundheitswesens vorweisen. Sie liegen somit weit über dem OECD-Durchschnittswert (2.984 Dollar) [114]. Diese Zahlenwerte deuten auf ein verstärktes medizinisches Forschungsinteresse seitens der USA hin, womit eine mögliche Erklärung für ihre starke Position im Rahmen der Endokarditisforschung geboten ist.

Betrachtet man die Inzidenz der Erkrankung, die innerhalb der letzten 30 Jahre nahezu konstant geblieben ist [6, 21], so lassen sich Unterschiede in den Vereinigten Staaten und Europa feststellen. Während die jährliche Inzidenz der IE an Nativklappen in den USA 5-7 Fälle pro 100.000 beträgt [6], liegt sie in Europa bei 3 Fällen pro 100.000 [5]. Dies spricht zwar für ein insgesamt verhältnismäßig seltenes Auftreten der Erkrankung, zeigt aber gleichzeitig, dass die IE in den Vereinigten Staaten etwa doppelt so präsent ist wie in Europa und erklärt somit möglicherweise die führenden Publikationszahlen der USA.

## Diskussion

Neben den Vereinigten Staaten beteiligt sich als zweite starke Kraft das westliche Europa am internationalen Forschungsaufkommen zur IE. Hier stellen Frankreich und das Vereinigte Königreich von Großbritannien in Bezug auf die Publikationszahlen und Institutionen die dominierenden Nationen im europäischen Raum dar, gefolgt von Spanien und Deutschland. Während Frankreich mit einer Anzahl von 635 Veröffentlichungen 361 publizierende Institutionen vorweist, kommen auf das Vereinigte Königreich bei 565 Forschungsarbeiten zur IE 279 wissenschaftliche Einrichtungen. Vergleicht man diese Werte unter Berücksichtigung der Einwohnerzahlen mit den Daten der Vereinigten Staaten, so lässt sich folgendes feststellen. Die Berechnung der Anzahl der Institute auf 100.000 Einwohner ergibt, dass in Frankreich und dem Vereinigten Königreich 0,56 bzw. 0,45 publizierende wissenschaftliche Einrichtungen auf 100.000 Einwohner kommen, wohingegen in den Vereinigten Staaten lediglich 0,22 Institute pro 100.000 Einwohner existieren. Hinsichtlich der Publikationszahlen liefern Frankreich und das Vereinigte Königreich 0,99 bzw. 0,92 Publikationen pro 100.000 Einwohner, während sich die Veröffentlichungszahlen der USA auf 0,59 publizierte Forschungsarbeiten pro 100.000 belaufen (bei einer Bevölkerungszahl von 307 Mio. in den USA, 64,3 Mio. in Frankreich und 61,4 Mio. im Vereinigten Königreich [115]). Somit kommt den europäischen Ländern ein wichtiger Stellenwert im Rahmen der Forschung zur IE zu.

Betrachtet man die Kooperationsbeziehungen der Länder, so bestätigen sich die herausragenden Positionen der USA und Westeuropas. Gleichzeitig fällt auf, dass zur IE eine ausgeprägte internationale Kommunikation besteht, an der sich viele Nationen und Institute beteiligen. Innerhalb dieses Kooperationsnetzwerkes bilden die Vereinigten Staaten, Spanien, das Vereinigte Königreich und Frankreich vier Kooperationsknoten, von denen zahlreiche Kollaborationen ausgehen. Hierbei können die USA, gefolgt von Frankreich, die meisten Partner bei der internationalen Zusammenarbeit zur IE vorweisen und zeigen somit die größte Kooperationsaktivität. Insgesamt vertritt die länderübergreifende Kooperation im Rahmen der Endokarditisforschung einen sehr hohen Stellenwert, was unter anderem durch die Gründung und Etablierung von internationalen Organisationen, welche sich diesem Forschungsgebiet verpflichtet haben, deutlich wird, wie der „International Collaboration on Endocarditis“ (ICE) und der „International Society of Cardiovascular Infectious Diseases“ (ISCVID). Als multinationale Organisation ist die ICE bestrebt,

## Diskussion

das Verständnis zur IE zu verbessern, insbesondere hinsichtlich Fragen, die mittels herkömmlicher klinischer Forschungsmethoden nur erschwert lösbar sind. Mit dem Zusammenschluss von internationalen und engagierten Wissenschaftlern, welche das Ziel verfolgen, die Endokarditisforschung heranzutreiben, sammelt, analysiert und verbreitet die ICE Informationen zur IE und stellt ein Netzwerk bereit, um randomisierte klinische Studien zu ermöglichen [116]. Ein initiales Projekt der ICE umfasst endokarditisrelevante Daten von sieben Instituten aus den Ländern Spanien, Frankreich, den Vereinigten Staaten, Schweden und dem Vereinigten Königreich von Großbritannien [117]. Ein Zusammenhang dieser beteiligten Länder wird auch anhand der Analyse der Länderkooperationen sehr deutlich, indem stark ausgeprägte Kollaborationen insbesondere zwischen den USA, Spanien, Frankreich und dem Vereinigten Königreich von Großbritannien sichtbar werden. Ebenso zeichnen sich die an diesem Projekt beteiligten Institute, die „Duke University“ (Durham/USA), die „Drexel University“ (Philadelphia/USA), das „St. Thomas' Hospital“ (London/UK) und die „Universität von Barcelona“ (Spanien) durch herausragende internationale Zusammenarbeit aus.

Die steigende Relevanz internationaler Zusammenarbeit innerhalb der Forschung zur IE lässt sich auch bei Betrachtung der Kooperationsartikel im zeitlichen Verlauf erkennen. So zeigen sich ab 1993 wechselseitige Zu- und Abnahmen der Länderkooperationen mit insgesamt ansteigenden Kooperationszahlen über die Jahre, so dass 2007 das vorläufige Maximum (44 Kooperationsartikel) erreicht wird. Ein möglicher Zusammenhang könnte in der Gründung der ISCVI Ende der Achtziger Jahre liegen, einer internationalen Gesellschaft, die in der Endokarditisforschung engagiert ist. Ab den frühen Neunzigern wurden im Rahmen dieser Organisation regelmäßige Treffen, die alle zwei Jahre stattfinden sollten, ins Leben gerufen. Seitdem bieten die Symposien der ISCVI den renommiertesten Wissenschaftlern dieses Forschungsgebietes ein Forum, sich gegenseitig auszutauschen und neue Leitlinien zu entwickeln [118]. Auffällig ist diesbezüglich eine Korrelation zwischen einigen Spitzenwerten der Kooperationsarbeiten und den Tagungsjahren. So fanden sowohl 2005 als auch 2007, in den Jahren in denen sich hohe Kooperationszahlen zeigten, internationale Treffen der ISCVI statt. Während für 2008 wieder rückläufige Werte verzeichnet werden, sind auch für die folgenden

Jahre 2009 und 2011, in denen erneute Symposien stattgefunden haben bzw. geplant sind, entsprechend vermehrte Länderkollaborationen zu erwarten.

Der H-Index wird in den Analysen dieser Arbeit herangezogen, um die tatsächliche wissenschaftliche Leistung eines Autors objektiv bewerten zu können. Bezogen auf die Publikationsländer kommt er in einer modifizierten Form zur Anwendung, indem die Berechnung des H-Index auf die einzelnen Länder extrapoliert wird. Ein hoher H-Index steht für eine große wissenschaftliche Leistung, wobei die oben angeführten Punkte zur kritischen Beurteilung des H-Index als szientometrisches Messinstrument berücksichtigt werden sollten.

In Bezug auf den H-Index bestätigen sich die herausragende Position der Vereinigten Staaten und die wichtige Stellung der Länder Westeuropas, die sich bereits hinsichtlich der Publikationszahlen, der veröffentlichenden Institute und bezüglich der Kooperationsbeziehungen herauskristallisiert haben. Die USA präsentieren sich als Land mit dem höchsten H-Index von 81 gefolgt von dem Vereinigten Königreich von Großbritannien und Frankreich, die Werte von 42 bzw. 40 zeigen. Es schließen sich die europäischen Länder Deutschland (30), Spanien (26), Schweiz (22) und Schweden (21) an, sowie die englischsprachigen Länder Australien (23) und Kanada (24).

Die internationale Wissenschaftswelt zeigt an dem Forschungsgebiet der IE großes Interesse. So haben die Analysen, wie oben angeführt, ergeben, dass insbesondere die Vereinigten Staaten und Länder Westeuropas am Forschungsaufkommen zu dieser Thematik beteiligt sind und in reger Kommunikation und Kooperation untereinander stehen. Neben der Größe eines Landes und dem wissenschaftlichen Potential beeinflussen auch geographische (Nähe der Länder zueinander), kulturelle, sprachliche, geschichtliche und sozialwirtschaftliche Faktoren die internationale Zusammenarbeit [82]. Länderübergreifend wird ein zunehmendes Interesse an der Optimierung diagnostischer und therapeutischer Verfahren zur IE deutlich.

#### **4.2.4 Wissenschaftliche Resonanz auf die Veröffentlichungen zu der IE**

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen hinsichtlich der Zitationen basieren auf dem „Citation Index“ des „Web of Science“, wobei die Analysen darüber Aufschluss geben, wie die endokarditisspezifischen Publikationen

## Diskussion

auf die Fachöffentlichkeit wirken. In diesem Zusammenhang dient die Zitatanzahl als Indikator für den Leistungsbeitrag einer Veröffentlichung. Gleichzeitig ist allerdings zu berücksichtigen, dass vielzitierte Publikationen zwar gut sichtbar und von gewissem Einfluss sind, jedoch die hohe Zitationszahl nicht automatisch gleichbedeutend ist mit hoher Qualität.

Bei der Interpretation der Ergebnisse lassen sich Rückschlüsse auf die Resonanz der Veröffentlichungen im zeitlichen Verlauf ziehen, indem die Zitationen nach ihren Zitationsjahren untersucht werden. Bei Betrachtung der Anzahl der Gesamtzitate eines Jahres wird ein zunehmender Anstieg der Zitationskurve über die Zeit deutlich, was mit einem gesteigerten Interesse an der IE gleichzusetzen ist und ebenso auf eine erhöhte wissenschaftliche Forschungsaktivität hindeutet. Das verstärkte Wachstum ab dem Jahr 1993 steht vermutlich im direkten Zusammenhang mit einer zunehmenden internationalen Zusammenarbeit in diesem Forschungsgebiet. So führen die Etablierung internationaler Organisationen zur IE (z.B. ISCVID) und regelmäßige Tagungen von internationalen Fachkonferenzen (Symposien der ISCVID) dazu, dass spezialisierten Wissenschaftlern ein Forum zum Austausch wissenschaftlicher Erkenntnisse geboten wird und die IE somit weltweit an Aufmerksamkeit gewinnt [116, 118]. Gleichzeitig begünstigen die Kommunikationsstruktur des Internets und die oben genannten Veränderungen der Datenbanken, die seit den frühen Neunziger Jahren existieren, diese Trendentwicklung und bedingen in Kombination mit den steigenden Veröffentlichungszahlen eine zunehmende Verdichtung der Zitationen pro Zitationsjahr.

Mit 5.260 Gesamtzitationen und einem sprunghaften Anstieg an Zitationen (3.728 Zitationen im Vorjahr) zeigen sich im Kalenderjahr 2005 auffallende Werte, die auf ein besonders großes Interesse der wissenschaftlichen Fachpresse an der IE in diesem Zeitraum hindeuten. Da sich dieser Aufwärtstrend bis zum Kalenderjahr 2008, in dem der Spitzenwert von 6.437 Zitationen erreicht wird, weiter fortsetzt, ist für die zukünftigen Jahre eine anhaltende Resonanz in Form von Zitationen zu erwarten.

Bei Betrachtung der Zitationen nach Erscheinungsjahr der Veröffentlichungen lassen sich die Jahrgänge identifizieren, welche die meisten Zitate auf sich vereinen. Es zeigt sich ein erstes auffälliges Maximum im Jahr 1966 mit 1.509 Zitationen. Dieses

## Diskussion

im Vergleich zum vorangegangenen Zeitraum resonanzstarke Kalenderjahr steht in unmittelbarem Zusammenhang mit Studien zur IE der Autoren Lerner und Weinstein [119-121]. Die Forschungsarbeit dieser beiden Autoren stellt die erste wissenschaftliche Veröffentlichung zur IE dar, welche zahlreiche Zitationen auf sich verbuchen kann. Ein weiterer steiler Anstieg der Zitationskurve wird zu Beginn der Neunziger Jahre deutlich. Dieses plötzliche Wachstum an Zitationen ist jedoch nicht auf einen einzigen vielzitierten Autor oder Artikel zurückzuführen, sondern steht vielmehr mit einer Neuerung in der Organisation der Datenbank des „Web of Science“ in Verbindung, welche in der zusätzlichen Listung von „Abstracts“ besteht. Entsprechend steht für die Recherche und bei der Suche nach endokarditisspezifischer Literatur von nun an eine größere Menge von Daten zur Verfügung, so dass die Zitationskurve auf einem hohen Niveau verbleibt. Ab 1997 zeigen die Zitationszahlen einen rückläufigen Trend und fallen ab dem Jahr 2005 steil ab. Dieser enorme Rückgang an Zitationen pro Publikationsjahr liegt vermutlich darin begründet, dass mit fortschreitendem Kalenderjahr den jüngeren Artikeln immer weniger Zeit verbleibt, um zitiert zu werden. Somit können Artikel aus Publikationsjahren, die nahe am Analysezeitpunkt liegen, nur vereinzelte Referenzen auf sich verbuchen.

Wie jede Form der Literatur unterliegen auch die identifizierten Publikationen zur IE einem Alterungsprozess, der sich auf die Gültigkeit und Nutzbarkeit ihrer Informationen bezieht. Dieser Prozess beinhaltet eine anfängliche Reifungsphase, die mit einem starken Wachstum der Zitate einhergeht, und in die Sättigungsphase übergeht, welche wiederum für den Rückgang ihrer Benutzung steht [82]. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in den Ergebnissen zur Halbwertszeit der Publikationen wider und lässt sich bildlich veranschaulichen, indem die Häufigkeit der Zitierungen im zeitlichen Verlauf betrachtet wird. Die Halbwertszeit für die Veröffentlichungen des Zeitintervalls von 1966-2007 umfasst 6 Jahre, wohingegen die der übrigen Jahresabschnitte (1966-2002, 1966-1997 und 1966-1992) acht, zehn bzw. elf Jahre beträgt. Dementsprechend scheint es, als ob die Publikationen der weiter zurück liegenden Zeitintervalle (1966-2002, 1966-1997 und 1966-1992) gemäß der längeren Halbwertszeiten von größerer Dauer und Gültigkeit sind. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass nur die ermittelte Halbwertszeit des Gesamtzeitraums (1966-2007) von 6 Jahren auch jüngere Veröffentlichungen der

## Diskussion

letzten Jahre berücksichtigt. Über diese Publikationen und ihre Resonanz in der Fachöffentlichkeit sind entsprechend ihres geringen Alters noch keine adäquaten Aussagen möglich, so dass für dieses Zeitintervall eine geringere Halbwertszeit resultiert.

Den identifizierten Publikationen zur IE können über 800 verschiedene Quellenzeitschriften zugeordnet werden, wobei sich diese in Bezug auf die Anzahl ihrer endokarditisspezifischen Veröffentlichungen, den dazugehörigen Zitationszahlen und der Fachzugehörigkeit unterscheiden. Die Zitationsanalysen hinsichtlich der Fachzeitschriften zeigen keine Korrelation zwischen der themenrelevanten Artikelanzahl und ihren Zitationszahlen. Vom *European Heart Journal*, der offiziellen Zeitschrift der „European Society of Cardiology“, wurden über die Jahre am meisten Artikel zur IE veröffentlicht. Diese international angesehene Fachzeitschrift, die sich auf Themen der kardiovaskulären Medizin spezialisiert hat, zeigt in Bezug auf die Zitate mit einem Wert von 2.417 jedoch keine Höchstwerte.

*Clinical Infectious Diseases*, eine der einflussreichsten Zeitschriften im biologischen und medizinischen Bereich, nimmt auch als Quellenzeitschrift für die Endokarditispublikationen einen herausragenden Stellenwert ein. Sie zeigt über die Jahre nicht nur eine große Anzahl themenbezogener Veröffentlichungen (163), sondern erhält diesbezüglich auch zahlreiche Zitate (4.452). Insgesamt gehört *Clinical Infectious Diseases*, die Infektionskrankheiten als Themenschwerpunkt behandelt, zu den am häufigsten zitierten Fachzeitschriften im Bereich der Mikrobiologie und Infektiologie. Ähnliche Zitationszahlen liefern die Analysen dieser Arbeit für die kardiologische Fachzeitschrift *Circulation* der AHA, welcher somit eine ebenso hohe Relevanz zugesprochen werden kann.

Im Rahmen der Zitationsanalysen haben sich als weitere wichtige Quellen das *American Journal of Medicine* und das *New England Journal of Medicine* herauskristallisiert. Diese beiden renommierten Zeitschriften zeigen mit 71 bzw. 40 themenbezogenen Artikeln zwar keine herausragenden Werte zu den Veröffentlichungszahlen, weisen aber diesbezüglich außerordentlich viele Zitate vor (4.212 bzw. 3.580) und erzeugen somit große Resonanz in der Fachöffentlichkeit. Es resultieren Zitationsraten mit Werten von 59,3 bzw. 89,5. Eine mögliche Erklärung dafür, dass die Veröffentlichungen zur IE dieser Quellenzeitschriften so hohe

## Diskussion

Zitationszahlen erzielen, könnte in der Fachzugehörigkeit dieser Journale begründet sein. So thematisieren sowohl das *American Journal of Medicine* als eine der weltweit am meisten angesehenen Fachzeitschriften der Allgemeinen Medizin, als auch das renommierte und international anerkannte *New England Journal of Medicine*, welches schwerpunktmäßig Gebiete der Inneren Medizin behandelt, große medizinische Bereiche mit thematischer Vielschichtigkeit. Folglich ist zu vermuten, dass der Leserkreis dieser Zeitschriften fachübergreifend ist und ihre Veröffentlichungen großflächig wahrgenommen werden.

Bei Betrachtung der Zitationen auf Ebene der Publikationsländer lässt sich erahnen, welchen Stellenwert die Veröffentlichungen der jeweiligen Nationen im Rahmen der weltweiten Endokarditisforschung einnehmen. Die Vereinigten Staaten führen nicht nur in Bezug auf die Quantität ihrer Publikationen, sondern überzeugen gleichzeitig durch eine reichhaltige wissenschaftliche Resonanz, die sie in Form von Zitaten erhalten. Sie präsentieren sich mit 33.965 Gesamtzitationen als Nation, die ungeschlagen die meisten Verweise aller Publikationsländer auf sich verbuchen kann. Mit einem großen Abstand folgen als europäische Länder das Vereinigte Königreich von Großbritannien (7.047), Frankreich (6.815) und Deutschland (4.057). Entsprechend dieser Zahlen lässt sich schlussfolgern, dass die aus den Vereinigten Staaten stammenden Forschungsarbeiten zur IE ein besonders großes Interesse innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft auf sich ziehen. Es wird der herausragende Stellenwert der USA in der Endokarditisforschung bestätigt, aber auch die Anerkennung der aktiven Forschungsarbeit einzelner Länder Europas deutlich.

Ermittelt man die Zitationsrate der einzelnen Publikationsländer, so erkennt man, dass die USA diesbezüglich zwar an führender Position bleiben (18,8), sich aber nicht mehr so stark von den anderen Nationen abheben können. Auch die Rangfolge der veröffentlichenden Länder ändert sich, wobei Nationen, die in Bezug auf ihre Publikationszahlen oder Gesamtzitate bislang weniger in Erscheinung traten, nun stärker auffallen (z.B. Südafrika). Hierzu kommt es, da die Zitationsrate eines Landes daraus resultiert, dass man die Summe der Zitierungen auf die Anzahl der Publikationen des jeweiligen Landes bezieht. Folglich ist es möglich, dass Nationen mit einer geringen Anzahl an Veröffentlichungen, jedoch verhältnismäßig vielen Zitaten, eine hohe Zitationsrate hervorrufen. Die Aussagekraft dieser Größe ist also

direkt von der Veröffentlichungszahl der einzelnen Länder abhängig, so dass ein Schwellenwert von mindestens 30 Publikationen notwendig ist, damit die Ergebnisse bei sehr geringen Publikationszahlen nicht unnötig verzerrt werden.

So ist auch zu erklären, dass eher kleine Länder mit geringeren Publikationszahlen wie die Niederlande (80 Veröffentlichungen), Schweden (79 Veröffentlichungen) oder die Schweiz (120 Veröffentlichungen) hohe Zitationsraten vorweisen und sich in der Rangfolge diesbezüglich mit Werten von 16,8, 15,8 und 14,9 hinter den USA einreihen. Einige Länder dieser Analyse liegen allerdings nur geringfügig oberhalb des Grenzwertes von 30 Publikationen, so dass in diesen Fällen unerwartet hohe Zitationsraten resultieren. So ist auch zu erklären, dass Südafrika (12,9) einen höheren Wert als das Vereinigte Königreich von Großbritannien (12,5), Deutschland (11,4) oder Frankreich (10,7) vorweisen kann.

### **4.2.5 Autoren und ihre Bedeutung**

Die Autorenschaft stellt aus bibliometrischer und szientometrischer Sicht ein durchaus komplexes Thema dar, da es hierzu in der Literatur keine festen Definitionen gibt, sondern lediglich Empfehlungen existieren. (siehe Empfehlungen des „International Committee of Medical Journal Editors“ [122]). Obwohl der Begriff des Autors und seine Funktion zunächst eindeutig scheinen, lassen sich diesbezüglich Unklarheiten feststellen, was insbesondere durch zunehmende kollektive Aktivitäten in der Forschung und vermehrte Koautorenschaften begründet ist [82].

Erste Kooperationen zwischen Wissenschaftlern bestehen seit Beginn des 19. Jahrhunderts, wobei sich intensivere Formen der Zusammenarbeit erst Ende der Siebziger Jahre entwickelt haben [82]. Heute können in der Medizin, wie auch in anderen wissenschaftlichen Bereichen, zunehmend Mehrautorenschaften registriert werden [123, 124], was sich auch anhand der Ergebnisse dieser Arbeit widerspiegelt. Ein Ansatz, die wissenschaftliche Produktivität eines Autors zu bestimmen, liegt in der Beurteilung seiner Forschungsaktivität anhand der Menge seiner Veröffentlichungen. Dieser Indikator, der erstmals 1975 von dem Nobelpreisträger W. Shockley vorgestellt wurde, findet zum Teil heute noch Anwendung, so dass Wissenschaftler bestrebt sind, durch zahlreiche Publikationen (Artikel, Bücher, Berichte, Innovationen) Aufmerksamkeit zu erregen. Gleichzeitig sichert die Produktivität eines Forschers, als Grundvoraussetzung in einem wissenschaftlichen

## Diskussion

Institut tätig zu sein, seinen Fortbestand. Im Zusammenhang mit den zunehmenden Kooperationen im Wissenschaftsbetrieb und der steigenden Anzahl von Mehrautorenschaften gestaltet sich die Beitragsmessung der einzelnen Autoren jedoch als immer schwieriger, da es manchmal nahezu unmöglich erscheint, den mitwirkenden Autoren ihren Anteil an der Forschungsarbeit zuzuordnen [82].

Im Rahmen dieser Analysen konnten 16.468 Autoren registriert werden, die innerhalb des Zeitraums von 1900 bis 2008 zu dem Forschungsgebiet der IE publiziert haben. Weitergehende Untersuchungen der 15 produktivsten Autoren bezüglich ihrer Zitationszahlen, H-Indices und den Anteil ihrer Erst-, Ko- und Seniorautorenschaften ermöglichen Rückschlüsse, um die bedeutsamsten Forscher dieses Themengebietes zu ermitteln. Unter Berücksichtigung der untersuchten Faktoren kristallisieren sich jedoch nicht einzelne herausragende Autoren zur IE heraus, sondern vielmehr eine Gruppe von renommierten Wissenschaftlern, die sich dieser Thematik widmen. Insgesamt zeigt ein großer Teil der 15 publikationsstärksten Autoren zur IE ähnliche Veröffentlichungszahlen, so dass sich kein einzelner Wissenschaftler diesbezüglich hervorheben kann. Entsprechend ist eine zeitnahe Änderung innerhalb dieser Rangfolge denkbar. Weiter zeigt sich, dass über die Hälfte der Autoren dieser Gruppe den Vereinigten Staaten von Amerika zuzuordnen ist und die übrigen der Top-15 zu europäischen Nationen (Spanien, Schweden und vornehmlich Frankreich) gehören, womit die Ergebnisse der Länderanalyse bestätigt werden.

Der französische Autor Didier Raoult ist als Professor der Mikrobiologie ein weltweit anerkannter Spezialist der Infektiologie. Mit 71 Veröffentlichungen, die sich auf die IE beziehen, weist er die meisten themenbezogenen Publikationen vor und tritt hierbei 43-mal als Seniorautor und 6-mal als Erstautor in Erscheinung. Anhand dieser wissenschaftlichen Arbeiten erzielt er durch 1.859 Zitate eine Zitationsrate von 26 sowie einen H-Index von 24 und ist somit innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft hoch angesehen. Dennoch bildet die IE nicht den unmittelbaren Schwerpunkt seiner umfangreichen Forschungsarbeiten.

Arnold S. Bayer stellt einen weiteren Wissenschaftler dar, welcher hinsichtlich seiner endokarditisassoziierten Publikationen mit einem führenden H-Index von 28 derzeit zu den renommiertesten seines Wissenschaftsgebietes gehört. Die

## Diskussion

Forschungsschwerpunkte des amerikanischen Professors konzentrieren sich unter anderem auf den Infektionserreger *S. aureus* und endovaskuläre Infektionen.

Mit 3.259 Zitaten erntet der amerikanische Arzt und Wissenschaftler G. Ralph Corey in Bezug auf seine endokarditisspezifischen Veröffentlichungen die größte Resonanz unter den identifizierten Autoren. Als Spezialist für Infektionskrankheiten ist er im Medical Center der „Duke University“ tätig und ein aktives Mitglied der ICE. Er zeichnet sich weiter durch einen H-Index von 25 und einer Zitationsrate von 51,7 aus und genießt demnach große wissenschaftliche Anerkennung. Bei seinen 63 Publikationen zur IE übernimmt er 51-mal die Funktion des Seniorautors, tritt jedoch bei keiner der identifizierten Veröffentlichungen als Erstautor in Erscheinung. Er zeigt zahlreiche Kooperationen mit den Autoren Sexton, Fowler und Cabell, die am gleichen Institut forschen und gleichermaßen im Rahmen der ICE aktiv sind.

Als Wissenschaftler, der mit 31 Veröffentlichungen zur IE zwar nicht zu den meistpublizierenden Autoren gehört, nimmt D.T. Durack jedoch eine wesentliche Rolle in der Endokarditisforschung ein. Mit der Entwicklung eines sensitiven Diagnoseschemas zur IE (Duke-Kriterien) leistet er einen großen Beitrag. Dies zeichnet sich durch 2240 erhaltene Zitate und eine herausragende Zitationsrate von 72,3 ab.

Besonders auffallende Ergebnisse zeigen die Untersuchungen zu den autorensseitigen Kooperationsbeziehungen, wobei diese eine mögliche Ursache dafür darstellen, dass keine einzelnen deutlich herausragenden Autoren zur IE unter den Top-15 identifiziert werden können, sondern vielmehr eine Gruppe von Autoren, die ähnliche Werte vorweisen. Die stark ausgeprägte und weit gefächerte Zusammenarbeit besteht nicht nur zwischen vereinzelt Forschern, sondern wird unter vielen verschiedenen Autoren deutlich, so dass ein weit verzweigtes Kooperationsnetzwerk entsteht, welches besonders ausgeprägte Interaktionen zwischen den Autoren Corey, Sexton, Cabell und Fowler zeigt.

Die zahlreichen Autorenkooperationen stehen vermutlich in direktem Zusammenhang mit der Etablierung diverser Organisationen, die internationale Wissenschaftler vereinen und länderübergreifende Forschung zur IE fördern (z.B. ICE, AHA, ISCVI, ZEN). Hierbei ist ein kooperatives Vorgehen in der Endokarditisforschung von besonders hoher Relevanz, da es sich um eine auch noch heutzutage potentiell lebensbedrohliche Infektion handelt. Darüber hinaus wird die Trendentwicklung zur verstärkten Zusammenarbeit in der Wissenschaft durch

## Diskussion

verschiedene Faktoren bestimmt, wie das Streben nach verbesserter Produktivität und Effektivität, leichtere Finanzierbarkeit von Projekten, Prestige, dem besseren Austausch von Fachwissen und dem Wunsch der Wissenschaftler nach Sichtbarkeit und Image [82].

So zeigen die Untersuchungen für den Zeitraum von 1975 bis 2008 nahezu eine Verdopplung der durchschnittlichen Autorenzahlen pro Artikel und bestätigen für dieses Forschungsgebiet den Trend zur Mehrautorenschaft.

### **5 Zusammenfassung**

Die IE ist eine weltweit ernstzunehmende Erkrankung, die bereits seit über 100 Jahren bekannt ist und eine meist bakterielle Infektion kardiovaskulärer Strukturen umfasst. Trotz aller medizinischer Fortschritte endet ihr Verlauf, der mit schwerwiegenden Komplikationen verbunden sein kann, auch noch heute in einigen Fällen tödlich. Mit der Intention die diagnostischen, therapeutischen und präventiven Verfahren zu optimieren, forschen Spezialisten verschiedener Nationen zu dieser Thematik, wobei das weite Erregerspektrum der IE, wandelnde Risikogruppen und Fälle mit erschwertem Erregernachweis zusätzliche Herausforderungen darstellen.

Das Ziel dieser Arbeit war die Analyse des weltweiten Forschungsaufkommens, welches von 1900 bis 2008 zu der IE veröffentlicht worden ist, hinsichtlich szientometrischer Gesichtspunkte. Unter Anwendung des Suchterminus „infect\* endocardit\*“ konnten in der Datenbank des „ISI-Web of Science“ für diesen Zeitraum 5.910 themenspezifische Veröffentlichungen identifiziert werden, welche die Grundlage dieser Recherche bilden. Diese Publikationen wurden weitergehend bezüglich verschiedener Aspekte wie Publikationsjahre, Sprachzugehörigkeit, Erscheinungsformen, Quellenzeitschriften, Publikationsländer, Institutionen, Fachkategorien und hinsichtlich ihrer Autoren untersucht. Darüber hinaus erfolgten Zitationsanalysen mit Hilfe des „Science Citation Index“ des „Web of Science“. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wurden zahlreiche graphische Darstellungen und Kartenanamorphoten erstellt.

Für die ersten 70 Jahre konnten jeweils nur vereinzelte Veröffentlichungen zur IE registriert werden, so dass erst ab 1970 eine Zunahme des Forschungsaufkommens im Lauf der Zeit deutlich wird. Einigen Jahren, in denen ein besonderer Anstieg der Publikationszahlen zu verzeichnen ist, konnten bestimmte Begebenheiten zugeordnet werden. Hierbei führt im Jahr 2007 ein Paradigmenwechsel im Bereich der Prophylaxestrategien zu einer Zunahme des wissenschaftlichen Interesses. Die verstärkten Veröffentlichungen zu Beginn der Neunziger Jahre sind hingegen im Zusammenhang mit der zusätzlichen Listung der „Abstracts“ in der Datenbank des „ISI-Web of Science“ zu sehen, welche für die Datenrecherche eine erhöhte Trefferquote bedingt. Weiter macht sich die zunehmende Optimierung der Datenerfassung entsprechender Online-Datenbanken bemerkbar. Insgesamt

## Zusammenfassung

vermitteln die ansteigenden Zahlen eine wachsende Forschungsaktivität und verdeutlichen die Aktualität der IE. Von den registrierten Publikationen wurden 84,65% in englischer Sprache verfasst.

Mit dem größten Anteil an themenspezifischen Veröffentlichungen und publizierenden Institutionen sind vornehmlich die Vereinigten Staaten aber auch Länder Westeuropas an der weltweiten Endokarditisforschung beteiligt und stehen in reger wissenschaftlicher Kommunikation. Hierbei kommt den stark ausgeprägten Kooperationsbeziehungen sowohl auf Länderebene als auch zwischen den verschiedenen Autoren ein besonders hoher Stellenwert zu, welche im Zusammenhang mit der Etablierung nationaler und internationaler Organisationen zu der IE zu betrachten sind (z.B. ICE, ISCVI, AHA, ZEN).

Die Zitationsanalysen zeigten, dass den Veröffentlichungen der Vereinigten Staaten gemäß der Summe ihrer Gesamtzitate (33.965) und der Zitationsrate (18,8) die größte wissenschaftliche Resonanz zu kommen; gefolgt von einigen europäischen Ländern. Die Fachzeitschriften *Clinical Infectious Diseases* und *Circulation* erlangen zur Thematik der IE mit hohen Publikationszahlen (163) und zahlreichen Zitaten (4.452 bzw. 3.625) größte Bedeutung. Weitere wichtige Quellenzeitschriften im Rahmen der Endokarditisforschung sind *The New England Journal of Medicine*, was sich anhand seiner hohen Zitationsrate (89,5) äußert, sowie das *European Heart Journal*, welches die größte Anzahl themenspezifischer Veröffentlichungen zeigt.

Unter den produktivsten Autoren zur IE zeichnet sich eine Gruppe von bedeutenden Wissenschaftlern ab, welche ähnliche Werte hinsichtlich der H-Indices sowie ihrer Publikations- und Zitationszahlen zeigen. Der publikationsstärkste Autor ist hierbei Didier Raoult, ein französischer Spezialist für Infektionskrankheiten und Professor der Mikrobiologie. In Bezug auf die Anzahl der Gesamtzitate tut sich der amerikanische Arzt und Wissenschaftler G. Ralph Corey hervor, wohingegen der amerikanische Professor Arnold S. Bayer den höchsten H-Index von 28 aufweist. Jenseits der produktivsten Autoren erhalten die wissenschaftlichen Arbeiten des Autors D.T. Durack große Resonanz, was durch eine außerordentliche Zitationsrate von 72,3 deutlich wird und in Zusammenhang mit einem auf ihn zurückgehendes Diagnoseschema zur IE, den Duke-Kriterien, zu sehen ist.

### **6 Summary**

All over the world infective endocarditis is a serious disease, which has already been known for more than 100 years and entails an infection of cardiovascular structures typically caused by bacteria. Despite recent medical advances the course of disease that may result in serious complications even nowadays leads in some cases to death. In order to improve diagnostic, preventive, and therapeutic treatment strategies, groups of scientists of different nations concentrate on research of infective endocarditis. The disease's wide spectrum of causative microorganisms as well as their sometimes difficult identification and changing risk groups pose further difficulties.

The aim of this study was the analysis of the worldwide research of infective endocarditis which was published during 1900 and 2008, on the basis of scientometric procedures. The search term "infect\* endocardi\*\*" produced the total number of 5,910 hits in the database "ISI-Web of Science". These relevant publications formed the foundation for this enquiry. They were examined further regarding different aspects like date, type, and country of publication, language, scientific journals, institutions, subject areas as well as authorship. In addition, citation analyses were made by using the "Science Citation Index" of the "Web of Science". Numerous graphical images as well as cartograms were created for better illustration.

During the first 70 years, only sporadic publications about infective endocarditis were registered. Thus, only starting in 1970, the amount of research increased in the course of time. Several years that show a significant ascent of hits can be allocated to specific incidents. In this context, a change of paradigm in 2007 regarding the prophylactic procedures leads to a rise of the research attention. In contrast, the increased number of publications in the early 90s was caused by the additional listing of abstracts in the database of the "ISI-Web of Science" which lead to a higher hit rate. Moreover the cumulative optimizing of data acquisition of the respective online databases can be felt. All in all, the growing number suggests expanding activities of research and underlines the timeliness of infective endocarditis. 84.65% of the identified publications were written in the English language.

## Summary

The majority of publications in the field of endocarditis research are contributed by the United States as well as Western European countries. The same holds true for the publishing institutions. They collaborate actively, which is a crucial factor. These cooperational relations are established both between the different countries and among the individual authors. Those interactions are to be considered in connection with the establishing of national and international organizations dealing with infective endocarditis (e.g. ICE, ISCVI, AHA, ZEN).

The citation analyses show that the American publications receive the biggest scientific resonance, as their total sum (33,965) and rate (18.8) indicate. They are followed by some European countries. The scientific journals *Clinical Infectious Diseases* and *Circulation* are most relevant with high numbers of publications (163) and numerous citations (4452 and 3625) in the field of infective endocarditis. Other important journals are the *The New England Journal of Medicine*, which is expressed by its high rate of citation (89.5), and the *European Heart Journal*, which shows the greatest number of topic-oriented publications.

Among the most productive authors several distinguished scientists stand out who have achieved similar values concerning the h-indices and their number of publications and citations. The author with the biggest quantity of publications is Didier Raoult, a French expert on infectious diseases and professor of microbiology. Regarding the total sum of citations, the American doctor and researcher G. Ralph Corey has distinguished himself, while the American professor Arnold S. Bayer shows the highest h-index of 28. Alongside those most productive authors the scientific works of D.T. Durack receive a high resonance as is indicated by the extraordinary citation rate of 72.3. This is presumably connected to a diagnostic scheme that can be traced back to him, namely the Duke criteria.

## 7 Literaturverzeichnis

1. PEG. 2010 [cited 2010/03/30]; Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie e.V. Available from: <http://www.p-e-g.org/econtext/ZEN>.
2. Dietel, C., et al., *Harrisons Innere Medizin*. 16 ed. Vol. 1. 2005.
3. Naber, C.K., [S2 Guideline for diagnosis and therapy of infectious endocarditis]. *Z Kardiol*, 2004. **93**(12): p. 1005-1021.
4. Plicht, B., C.K. Naber, and R. Erbel, [Therapy and prophylaxis of infective endocarditis]. *Internist (Berl)*, 2008. **49**(10): p. 1219-1227; quiz 1228-1229.
5. Hoen, B., et al., *Changing profile of infective endocarditis: results of a 1-year survey in France*. *Jama*, 2002. **288**(1): p. 75-81.
6. Tleyjeh, I.M., et al., *Temporal trends in infective endocarditis: a population-based study in Olmsted County, Minnesota*. *Jama*, 2005. **293**(24): p. 3022-3028.
7. Watanakunakorn, C. and T. Burkert, *Infective endocarditis at a large community teaching hospital, 1980-1990. A review of 210 episodes*. *Medicine (Baltimore)*, 1993. **72**(2): p. 90-102.
8. Sandre, R.M. and S.D. Shafran, *Infective endocarditis: review of 135 cases over 9 years*. *Clin Infect Dis*, 1996. **22**(2): p. 276-286.
9. Mathew, J., et al., *Clinical features, site of involvement, bacteriologic findings, and outcome of infective endocarditis in intravenous drug users*. *Arch Intern Med*, 1995. **155**(15): p. 1641-1648.
10. Cavassini, M., P. Eggimann, and P. Francioli, *Die infektiöse Endokarditis*. *Schweiz Med Forum*, 2002. **32/33**: p. 759-764.
11. Pescheck, T.K.E., *Altersabhängige retrospektive Betrachtung von klinischen Verläufen der infektiösen Endokarditis*. 2007, Medizinische Fakultät Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. p. 1-79.
12. Abbott, K.C. and L.Y. Agodoa, *Hospitalizations for bacterial endocarditis after initiation of chronic dialysis in the United States*. *Nephron*, 2002. **91**(2): p. 203-209.
13. Kloppenburg, G. and J.G. Maessen, *Streptococcus endocarditis after tongue piercing*. *J Heart Valve Dis*, 2007. **16**(3): p. 328-330.
14. Armstrong, M.L., S. DeBoer, and F. Cetta, *Infective endocarditis after body art: a review of the literature and concerns*. *J Adolesc Health*, 2008. **43**(3): p. 217-225.

15. Normand, J., et al., *Changing patterns and prognosis of infective endocarditis in childhood*. Eur Heart J, 1995. **16 Suppl B**: p. 28-31.
16. Morris, C.D., M.D. Reller, and V.D. Menashe, *Thirty-year incidence of infective endocarditis after surgery for congenital heart defect*. Jama, 1998. **279**(8): p. 599-603.
17. Disse, S., et al., *Mapping of a first locus for autosomal dominant myxomatous mitral-valve prolapse to chromosome 16p11.2-p12.1*. Am J Hum Genet, 1999. **65**(5): p. 1242-1251.
18. Kim, S., et al., *Relationship between severity of mitral regurgitation and prognosis of mitral valve prolapse: echocardiographic follow-up study*. Am Heart J, 1996. **132**(2 Pt 1): p. 348-355.
19. McKinsey, D.S., T.E. Ratts, and A.L. Bisno, *Underlying cardiac lesions in adults with infective endocarditis. The changing spectrum*. Am J Med, 1987. **82**(4): p. 681-688.
20. Johnson, D.H., A. Rosenthal, and A.S. Nadas, *A forty-year review of bacterial endocarditis in infancy and childhood*. Circulation, 1975. **51**(4): p. 581-588.
21. Moreillon, P. and Y.A. Que, *Infective endocarditis*. Lancet, 2004. **363**(9403): p. 139-149.
22. Sidhu, P., et al., *Mechanical or bioprosthetic valves in the elderly: a 20-year comparison*. Ann Thorac Surg, 2001. **71**(5 Suppl): p. 257-260.
23. Cooper, H.L., et al., *Nationwide increase in the number of hospitalizations for illicit injection drug use-related infective endocarditis*. Clin Infect Dis, 2007. **45**(9): p. 1200-1203.
24. Frontera, J.A. and J.D. Gradon, *Right-side endocarditis in injection drug users: review of proposed mechanisms of pathogenesis*. Clin Infect Dis, 2000. **30**(2): p. 374-379.
25. Cavassinin, P., et al., *Die infektöse Endokarditis (Teil2)*. Schweiz Med Forum, 2002. **34**: p. 781-788.
26. Giannitsioti, E., et al., *Nosocomial vs. community-acquired infective endocarditis in Greece: changing epidemiological profile and mortality risk*. Clin Microbiol Infect, 2007. **13**(8): p. 763-769.
27. Fowler, V.G., Jr., et al., *Infective endocarditis due to Staphylococcus aureus: 59 prospectively identified cases with follow-up*. Clin Infect Dis, 1999. **28**(1): p. 106-114.

## Literaturverzeichnis

28. Fernandez-Hidalgo, N., et al., *Contemporary epidemiology and prognosis of health care-associated infective endocarditis*. Clin Infect Dis, 2008. **47**(10): p. 1287-1297.
29. Gouello, J.P., et al., *Nosocomial endocarditis in the intensive care unit: an analysis of 22 cases*. Crit Care Med, 2000. **28**(2): p. 377-382.
30. Bouza, E., et al., *Infective endocarditis--a prospective study at the end of the twentieth century: new predisposing conditions, new etiologic agents, and still a high mortality*. Medicine (Baltimore), 2001. **80**(5): p. 298-307.
31. Wilson, W., et al., *Prevention of infective endocarditis: guidelines from the American Heart Association: a guideline from the American Heart Association Rheumatic Fever, Endocarditis, and Kawasaki Disease Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, and the Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group*. Circulation, 2007. **116**(15): p. 1736-1754.
32. Moreillon, P., Y.A. Que, and A.S. Bayer, *Pathogenesis of streptococcal and staphylococcal endocarditis*. Infect Dis Clin North Am, 2002. **16**(2): p. 297-318.
33. Veltrop, M.H., et al., *Role of monocytes in experimental Staphylococcus aureus endocarditis*. Infect Immun, 2000. **68**(8): p. 4818-4821.
34. Burnette-Curley, D., et al., *FimA, a major virulence factor associated with Streptococcus parasanguis endocarditis*. Infect Immun, 1995. **63**(12): p. 4669-4674.
35. Que, Y.A., et al., *Reassessing the role of Staphylococcus aureus clumping factor and fibronectin-binding protein by expression in Lactococcus lactis, in Infect Immun*. 2001. p. 6296-6302.
36. Strom, B.L., et al., *Dental and cardiac risk factors for infective endocarditis. A population-based, case-control study*. Ann Intern Med, 1998. **129**(10): p. 761-769.
37. van der Meer, J.T., et al., *Epidemiology of bacterial endocarditis in The Netherlands. II. Antecedent procedures and use of prophylaxis*. Arch Intern Med, 1992. **152**(9): p. 1869-1873.
38. van der Meer, J.T., et al., *Epidemiology of bacterial endocarditis in The Netherlands. I. Patient characteristics*. Arch Intern Med, 1992. **152**(9): p. 1863-1868.

## Literaturverzeichnis

39. Van der Meer, J.T., et al., *Efficacy of antibiotic prophylaxis for prevention of native-valve endocarditis*. Lancet, 1992. **339**(8786): p. 135-139.
40. Nishimura, R.A., et al., *ACC/AHA 2008 guideline update on valvular heart disease: focused update on infective endocarditis: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: endorsed by the Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons*. Circulation, 2008. **118**(8): p. 887-896.
41. Lockhart, P.B., et al., *Bacteremia associated with toothbrushing and dental extraction*. Circulation, 2008. **117**(24): p. 3118-3125.
42. Chambers, H.F., O.M. Korzeniowski, and M.A. Sande, *Staphylococcus aureus endocarditis: clinical manifestations in addicts and nonaddicts*. Medicine (Baltimore), 1983. **62**(3): p. 170-177.
43. Witte, W., et al., *Changing pattern of antibiotic resistance in methicillin-resistant Staphylococcus aureus from German hospitals*. Infect Control Hosp Epidemiol, 2001. **22**(11): p. 683-686.
44. *Staphylococcus aureus resistant to vancomycin--United States, 2002*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2002. **51**(26): p. 565-567.
45. Wilson, W.R., et al., *Antibiotic treatment of adults with infective endocarditis due to streptococci, enterococci, staphylococci, and HACEK microorganisms*. American Heart Association. Jama, 1995. **274**(21): p. 1706-1713.
46. Roskamm, H., et al., *Herzkrankheiten: Pathophysiologie, Diagnostik, Therapie*. 5 ed. 2004: Springer.
47. Bayer, A.S. and A.N. Theofilopoulos, *Immunopathogenetic aspects of infective endocarditis*. Chest, 1990. **97**(1): p. 204-212.
48. Yee, J. and C.K. McAllister, *The utility of Osler's nodes in the diagnosis of infective endocarditis*. Chest, 1987. **92**(4): p. 751-752.
49. Naber, C.K. and R. Erbel, *Diagnosis of culture negative endocarditis: novel strategies to prove the suspect guilty*. Heart, 2003. **89**(3): p. 241-243.
50. Li, J.S., et al., *Proposed modifications to the Duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis*. Clin Infect Dis, 2000. **30**(4): p. 633-638.
51. Durack, D.T., A.S. Lukes, and D.K. Bright, *New criteria for diagnosis of infective endocarditis: utilization of specific echocardiographic findings*. Duke Endocarditis Service. Am J Med, 1994. **96**(3): p. 200-209.

## Literaturverzeichnis

52. Prendergast, B.D., *Diagnostic criteria and problems in infective endocarditis*. Heart, 2004. **90**(6): p. 611-613.
53. Habib, G., et al., *Value and limitations of the Duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis*. J Am Coll Cardiol, 1999. **33**(7): p. 2023-2029.
54. Kupferwasser, L.I., et al., *Diagnosis of culture-negative endocarditis: the role of the Duke criteria and the impact of transesophageal echocardiography*. Am Heart J, 2001. **142**(1): p. 146-152.
55. Hoen, B., et al., *Infective endocarditis in patients with negative blood cultures: analysis of 88 cases from a one-year nationwide survey in France*. Clin Infect Dis, 1995. **20**(3): p. 501-506.
56. Lisby, G., E. Gutschik, and D.T. Durack, *Molecular methods for diagnosis of infective endocarditis*. Infect Dis Clin North Am, 2002. **16**(2): p. 393-412.
57. Bosshard, P.P., et al., *Etiologic diagnosis of infective endocarditis by broad-range polymerase chain reaction: a 3-year experience*. Clin Infect Dis, 2003. **37**(2): p. 167-172.
58. Tak, T. and S.K. Shukla, *Molecular diagnosis of infective endocarditis: a helpful addition to the Duke criteria*. Clin Med Res, 2004. **2**(4): p. 206-208.
59. Murdoch, D.R., *Diagnosis of Legionella infection*. Clin Infect Dis, 2003. **36**(1): p. 64-69.
60. Brouqui, P. and D. Raoult, *Endocarditis due to rare and fastidious bacteria*. Clin Microbiol Rev, 2001. **14**(1): p. 177-207.
61. Birmingham, G.D., P.S. Rahko, and F. Ballantyne, 3rd, *Improved detection of infective endocarditis with transesophageal echocardiography*. Am Heart J, 1992. **123**(3): p. 774-781.
62. Evangelista, A. and M.T. Gonzalez-Alujas, *Echocardiography in infective endocarditis*. Heart, 2004. **90**(6): p. 614-617.
63. Mueller, C., et al., *Procalcitonin and the early diagnosis of infective endocarditis*. Circulation, 2004. **109**(14): p. 1707-1710.
64. Kocazeybek, B., S. Kucukoglu, and Y.A. Oner, *Procalcitonin and C-reactive protein in infective endocarditis: correlation with etiology and prognosis*. Chemotherapy, 2003. **49**(1-2): p. 76-84.
65. Baddour, L.M., et al., *Infective endocarditis: diagnosis, antimicrobial therapy, and management of complications: a statement for healthcare professionals from the Committee on Rheumatic Fever, Endocarditis, and Kawasaki*

- Disease, Council on Cardiovascular Disease in the Young, and the Councils on Clinical Cardiology, Stroke, and Cardiovascular Surgery and Anesthesia, American Heart Association: endorsed by the Infectious Diseases Society of America. Circulation, 2005. 111(23): p. 394-434.*
66. Plicht, B., C.K. Naber, and R. Erbel, *Behandlung und Diagnostik infektiöser Endokarditiden mit negativen Blutkulturbefunden. Kardiologe, 2007. 1: p. 35-42.*
67. Moise, P.A., et al., *Microbiological effects of prior vancomycin use in patients with methicillin-resistant Staphylococcus aureus bacteraemia. J Antimicrob Chemother, 2008. 61(1): p. 85-90.*
68. Falagas, M.E., et al., *Linezolid for the treatment of patients with endocarditis: a systematic review of the published evidence. J Antimicrob Chemother, 2006. 58(2): p. 273-280.*
69. Fowler, V.G., Jr., et al., *Daptomycin versus standard therapy for bacteremia and endocarditis caused by Staphylococcus aureus. N Engl J Med, 2006. 355(7): p. 653-665.*
70. Aksoy, O., et al., *Early surgery in patients with infective endocarditis: a propensity score analysis. Clin Infect Dis, 2007. 44(3): p. 364-372.*
71. Hagl, C., et al., *Replacing the ascending aorta and aortic valve for acute prosthetic valve endocarditis: is using prosthetic material contraindicated? Ann Thorac Surg, 2002. 74(5): p. 1781-1785; discussion 1792-1799.*
72. Lytle, B.W., et al., *Reoperative cryopreserved root and ascending aorta replacement for acute aortic prosthetic valve endocarditis. Ann Thorac Surg, 2002. 74(5): p. 1754-1757; discussion 1792-1799.*
73. Dajani, A.S., et al., *Prevention of bacterial endocarditis. Recommendations by the American Heart Association. Circulation, 1997. 96(1): p. 358-366.*
74. Danchin, N., X. Duval, and C. Leport, *Prophylaxis of infective endocarditis: French recommendations 2002. Heart, 2005. 91(6): p. 715-718.*
75. Shanson, D., *Comment on: guidelines for the prevention of endocarditis: report of the Working Party of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy. J Antimicrob Chemother, 2006. 58(4): p. 895; author reply 896-898.*
76. Naber, C.K., et al., *Prophylaxe der infektiösen Endokarditis. Kardiologe, 2007. 1: p. 243-250.*

## Literaturverzeichnis

77. Duval, X. and C. Leport, *Prophylaxis of infective endocarditis: current tendencies, continuing controversies*. Lancet Infect Dis, 2008. **8**(4): p. 225-232.
78. Aleti, S., *Changes in guidelines for prevention of infective endocarditis*. J Ark Med Soc, 2008. **105**(2): p. 39-40.
79. Overholser, C.D., P. Moreillon, and M.P. Glauser, *Experimental bacterial endocarditis after dental extractions in rats with periodontitis*. J Infect Dis, 1987. **155**(1): p. 107-112.
80. Moreillon, P., et al., *Predictors of endocarditis in isolates from cultures of blood following dental extractions in rats with periodontal disease*. J Infect Dis, 1988. **157**(5): p. 990-995.
81. Zadik, Y., et al., *Dentists' knowledge and implementation of the 2007 American Heart Association guidelines for prevention of infective endocarditis*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2008. **106**(6): p. 16-19.
82. Jokic, M. and R. Ball, *Qualität und Quantität wissenschaftlicher Veröffentlichungen - Bibliometrische Aspekte der Wissenschaftskommunikation*. Vol. 15. 2006, Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH. 1-186.
83. Ball, R. and D. Tunger, *Bibliometrische Analysen - Daten, Fakten und Methoden; Grundwissen Bibliometrie für Wissenschaftler, Wissenschaftsmanager, Forschungseinrichtungen und Hochschulen*. Vol. 12. 2005, Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH. 1-81.
84. Pritchard, A., *Statistical bibliography or bibliometrics?* Journal of Documentation, 1969. **25**(4): p. 348-349.
85. Thomson-Reuters. *Preserving the Integrity of The Journal Impact Factor Guidelines from the Scientific business of Thomson Reuters* [cited 2009/06/15]; Available from: <http://community.thomsonreuters.com/t5/Citation-Impact-Center/Preserving-the-Integrity-of-The-Journal-Impact-Factor-Guidelines/ba-p/1218#A14>.
86. Thomson-Reuters. *ISI Web of Knowledge, A versatile workflow solution*. [cited 2010/01/14]; Available from: [http://www.thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web\\_of\\_Knowledge\\_factsheet.pdf](http://www.thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web_of_Knowledge_factsheet.pdf).

87. Thomson-Reuters. *The Thomson Reuters Journal Selection Process*. [cited 2010/01/24]; Available from:  
[http://thomsonreuters.com/products\\_services/science/free/essays/journal\\_selection\\_process/](http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/essays/journal_selection_process/).
88. NLM. *PubMed: Medline Retrieval on the World Wide Web, Fact Sheet*. [cited 2010/01/02]; Available from:  
<http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/pubmed.html>.
89. NLM. *OLDMEDLINE Data*. [cited 2010/01/02]; Available from:  
[http://www.nlm.nih.gov/databases/databases\\_oldmedline.html](http://www.nlm.nih.gov/databases/databases_oldmedline.html).
90. NLM. *Medical Subject Headings, Fact Sheet*. [cited 2009/12/30]; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/mesh.html>.
91. DIMDI. *MeSH-Medical Subject Headings*. [cited 2010/01/24]; Available from:  
[http://www.dimdi.de/static/de/klassi/mesh\\_umls/mesh/meshallg.htm](http://www.dimdi.de/static/de/klassi/mesh_umls/mesh/meshallg.htm).
92. Hirsch, J.E., *An index to quantify an individual's scientific research output*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2005. **102**(46): p. 16569-16572.
93. IVS-BM. *Der Hirsch Index*. [cited 2010/01/24]; Informationsvermittlungsstelle / Information Retrieval Services for the Institutes of the Bio.-Med. Section of the Max Planck Society. Available from:  
[http://www.biochem.mpg.de/en/sg/ivs/dokumente/Hirsch\\_Index\\_dt.pdf](http://www.biochem.mpg.de/en/sg/ivs/dokumente/Hirsch_Index_dt.pdf).
94. *Lexikon der Kartographie und Geomatik*. [cited 2010/01/24.]; Available from:  
<http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/karto/2560>.
95. Gastner, M.T. and M.E. Newman, *From The Cover: Diffusion-based method for producing density-equalizing maps*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2004. **101**(20): p. 7499-7504.
96. Thomson-Reuters. *Web of Science Field Tags (Articles and Conference Proceedings)*. [cited 2010/06/30]; Available from:  
[http://images.isiknowledge.com/WOK46/help/WOK/hft\\_wos.html](http://images.isiknowledge.com/WOK46/help/WOK/hft_wos.html).
97. Niclasen, B.V. and P. Bjerregaard, *Child health in Greenland*. Scand J Public Health, 2007. **35**(3): p. 313-322.
98. Merton, R.K., *The Matthew effect in science. The reward and communication systems of science are considered*. Science, 1968. **159**(810): p. 56-63.
99. Smith, R., *Commentary: the power of the unrelenting impact factor--is it a force for good or harm?* Int J Epidemiol, 2006. **35**(5): p. 1129-1130.

## Literaturverzeichnis

100. Seglen, P.O., *Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research*. Bmj, 1997. **314**(7079): p. 498-502.
101. Garfield, E., *Journal impact factor: a brief review*. Cmaj, 1999. **161**(8): p. 979-980.
102. Siebers, R. and S. Holt, *Accuracy of references in five leading medical journals*. Lancet, 2000. **356**(9239): p. 1445.
103. Glänzel, W., et al., *A concise review on the role of author self-citations in information science, bibliometrics and science policy* Scientometrics, 2006. **67**: p. 236-277.
104. Hyland, K., *Self-citation and self-reference: Credibility and promotion in academic publication*. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2003. **54**(3): p. 251-259.
105. Osler, W., *The Gulstonian lectures on malignant endocarditis*. Bmj, 1885. **1**: p. 577-579.
106. Rospino, R., *Masern - eine Analyse nach szientometrischen Gesichtspunkten*. 2009, Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin.
107. Neye, N., *Humanes Immundefizienz-Virus (HIV): Eine szientometrische Analyse*. 2009, Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin.
108. Hoffmann, S., *Multiple Sklerose - eine szientometrische Analyse*. 2010, Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin.
109. El-Menouar, Y., *Was erwarten Nutzerinnen und Nutzer vom Internet-Angebot medizinischer Bibliotheken? Ergebnisse einer internetbasierten Umfrage*. GMS Medizin-Bibliothek-Information, 2002. **2**(2): p. 24-32.
110. Umstätter, W., et al., *Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998*. 1 ed. 2000: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung. 297-316.
111. Graham, C. and K. Morris, *Comment on: Guidelines for the prevention of endocarditis: report of the Working Party of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy*. J Antimicrob Chemother, 2007. **59**(3): p. 573.
112. Baethge, C., *The languages of medicine*. Dtsch Arztebl Int, 2008. **105**(3): p. 37-40.
113. 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 Rep, 2007. **8**(2): p. 112-116.
114. OECD, *Health at a glance 2009 - OECD Indicators*. 15 ed. 2009: OECD. 1-200.
115. Auswertiges Amt, [cited 2010/04/25]; Available from: <http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Laenderinformationen/LaenderReiseinformationenA-Z.jsp>.
116. ICE. *International Collaboration on Endocarditis*. [cited 2010/04/15]; DukeClinicalResearch Institute. Available from: <http://www.endocarditis.org/ice/index.html>.
117. ICE. *International Collaboration on Endocarditis - Studies*. [cited 2010/04/15]; DukeClinicalResearch Institute. Available from: <http://www.endocarditis.org/ice/studies/index.html>.
118. ISCVID. *International Society of Cardiovascular Infectious Diseases*. [cited 2010/04/18]; DukeClinicalResearch Institute. Available from: <http://www.endocarditis.org/isavid/index.html>.
119. Lerner, P.I. and L. Weinstein, *Infective endocarditis in the antibiotic era*. N Engl J Med, 1966. **274**(7): p. 388-393 concl.
120. Lerner, P.I. and L. Weinstein, *Infective endocarditis in the antibiotic era*. N Engl J Med, 1966. **274**(5): p. 259-266 contd.
121. Lerner, P.I. and L. Weinstein, *Infective endocarditis in the antibiotic era*. N Engl J Med, 1966. **274**(4): p. 199-206 contd.
122. ICMJE. *Authorship and Contributorship*. [cited 2010/06/06]; Available from: [http://www.icmje.org/ethical\\_1author.html](http://www.icmje.org/ethical_1author.html).
123. Drenth, J.P., *Multiple authorship: the contribution of senior authors*. Jama, 1998. **280**(3): p. 219-221.
124. Kennedy, D., *Multiple authors, multiple problems*. Science, 2003. **301**(5634): p. 733.

## **8 Lebenslauf**

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

## Danksagung

### **9 Danksagung**

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. mult. David Groneberg, Direktor des Instituts für Arbeitsmedizin der Charité, für die Vergabe des interessanten Dissertationsthemas. Seine wissenschaftliche Betreuung, Geduld und freundliche Unterstützung haben entscheidend zur Umsetzung dieser Arbeit beigetragen.

Des Weiteren möchte ich Herrn Dr. David Quarcoo und Herrn Dipl. Ing. Cristian Scutaru, die mir bei inhaltlichen und informatischen Fragen hilfreich zu Seite standen, für ihr Engagement danken.

Bei Anna Barkhoff, Angela Andrees, Johanna Bock und Petra Scholz bedanke ich mich besonders für das Korrekturlesen meiner Arbeit.

Meiner Familie möchte ich ganz besonderen Dank aussprechen für die liebevolle Unterstützung während der Dissertationsarbeit und des gesamten Studiums.

## **10 Eidesstattliche Erklärung**

„Ich, Antje Petra Berkholz, erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema:

### **Infektiöse Endokarditis: 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.“