

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

DISSERTATION

Borrelia burgdorferi: eine szientometrische Analyse

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Petra Christin Scholz

aus Eberswalde

Gutachter: 1. Prof. Dr. Dr. h. c. mult. D. Groneberg
2. Priv.-Doz. Dr. med. F. C. Dimeo
3. Priv.-Doz. Dr. med. V. Harth

Datum der Promotion: 05.06.2011

Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht.....	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung.....	1
2 Methodik	20
3 Ergebnisse.....	35
4 Diskussion	73
5 Zusammenfassung	95
6 Summary.....	97
7 Literaturverzeichnis	99
8 Veröffentlichungen	112
9 Lebenslauf	111
10 Danksagung.....	113
11 Eidesstattliche Erklärung	114

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Entdeckung und Namensgebung	1
1.2 Borrelia Spezies	2
1.3 Epidemiologie	5
1.4 Morphologie der Bakterien	6
1.4.1 Genom	7
1.5 Klinik	7
1.5.1 Frühe Manifestation (Stadium I und II)	7
1.5.2 Späte Manifestation (Stadium III)	8
1.5.3 Post-Lyme Syndrom	9
1.6 Pathogenese	10
1.6.1 Übertragung und Ausbreitung in der Haut	10
1.6.2 Eliminierung und Umgehung des Immunsystems	11
1.7 Diagnostische Möglichkeiten	13
1.7.1 Untersuchungsmaterialien	13
1.7.2 Kulturelle Anzucht	13
1.7.3 Polymerase-Kettenreaktion (PCR)	13
1.7.4 Serologische Diagnostik	13
1.8 Therapeutische Maßnahmen	15
1.8.1 Therapie der frühen Manifestationsformen	15
1.8.2 Therapie der chronischen Manifestationsformen	16
1.9 Präventive Maßnahmen	17
1.10 Szientometrie und Bibliometrie	17
1.11 Ziele und Fragestellungen dieser Arbeit	18

Inhaltsverzeichnis

2	Methodik	20
2.1	Datenquellen/Bezugsquellen	20
2.1.1	Web of Science.....	20
2.1.2	PubMed	21
2.1.3	Medical Subject Headings (MeSH).....	22
2.1.4	H-Index	22
2.1.5	Density Equalizing Map Projection (DEMP) und Methodik	22
2.2	Datenerfassung über das WoS.....	24
2.2.1	Datenerhebung hinsichtlich der Herkunftsländer	25
2.2.2	Datenerhebung hinsichtlich der Kooperationen	26
2.3	Analyse der <i>B. burgdorferi</i> Publikationen	27
2.3.1	Analyse der Artikel nach Publikationsjahren.....	27
2.3.2	Analyse der Artikel nach Sprachzugehörigkeit.....	27
2.3.3	Analyse der häufigsten Quellzeitschriften	28
2.3.4	Analyse der Dokumenttypen.....	28
2.3.5	Länderspezifische Analyse	28
2.3.5.1	Anzahl der Veröffentlichungen der Länder.....	28
2.3.5.2	Anzahl publizierender Institutionen der Länder	28
2.3.5.3	Anzahl der Kooperationen der Institutionen	29
2.3.5.4	Analyse der internationalen Länderkooperationen	29
2.3.5.5	Modifizierte H-Index Analyse der Länder	29
2.3.6	Analyse der Themenbereiche (Subject Areas)	30
2.3.6.1	Entwicklung der Themenbereiche (Subject Areas).....	30
2.3.6.2	Analyse der Kooperationen verschiedener Themenbereiche	30
2.3.7	Zitationsanalysen.....	31
2.3.7.1	Analyse der Zitationen nach Zitations- und Erscheinungsjahr.....	31
2.3.7.2	Analyse der Alterung der Literatur	31
2.3.7.3	Zitationsraten der Publikationen pro Jahr.....	32
2.3.7.4	Gesamtzitationen der einzelnen Länder	32
2.3.7.5	Analyse der am häufigsten zitierten Fachzeitschriften	32
2.3.8	Autorenanalysen.....	32
2.3.8.1	Analyse der wichtigsten Autoren.....	33
2.3.8.2	Zitationsraten der Autoren.....	33

Inhaltsverzeichnis

2.3.8.3	H-Indices der Autoren	33
2.3.8.4	Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses.....	34
2.3.8.5	Analyse der Autorenkooperationen	34
2.3.8.6	Analyse der am meisten zitierten Autoren.....	34
3	Ergebnisse	35
3.1	Anzahl der Artikel nach Publikationsjahren	35
3.2	Artikel nach Sprachzugehörigkeit.....	36
3.3	Häufigsten Quellenzeitschriften	37
3.4	Die Erscheinungsformen der Publikationen	38
3.5	Länderspezifische Ergebnisse	39
3.5.1	Anzahl der Veröffentlichungen der Länder.....	39
3.5.2	Anzahl publizierender Institutionen der Länder.....	40
3.5.3	Kooperationen der Institutionen	41
3.5.4	Internationale Länderkooperationen	44
3.5.5	Modifizierter H-Index der Länder	47
3.6	Themenbereiche (Subject Areas)	48
3.6.1	Entwicklung der Themenbereiche.....	49
3.6.2	Kooperationen verschiedener Themenbereiche	50
3.7	Zitationsanalysen.....	52
3.7.1	Zitationen nach Zitations- und Publikationsjahr	53
3.7.2	Alterung von Publikationen	54
3.7.3	Zitationsraten der Publikationen pro Jahr	56
3.7.4	Gesamtzitationen der einzelnen Länder	57
3.7.5	Am häufigsten zitierte Fachzeitschriften	59
3.8	Autoren	61
3.8.1	Die 15 bedeutendsten Autoren	61
3.8.2	Zitationsraten der Autoren	64
3.8.3	H-Indices der Autoren	65
3.8.4	Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses	66
3.8.5	Autorenkooperationen.....	68
3.8.6	Analyse der am meisten zitierten Autoren	71
4	Diskussion	73
4.1	Diskussion der Methodik	73

Inhaltsverzeichnis

4.1.1	Umfang der Datenbanken.....	73
4.1.2	Effizienz des Suchvorganges.....	75
4.1.3	Aussagekraft szientometrischer Hilfsmittel	76
4.2	Diskussion der Ergebnisse.....	80
4.2.1	<i>B. burgdorferi</i> : Forschung und Entwicklung in 25 Jahren.....	80
4.2.2	Sprache der Wissenschaft	82
4.2.3	Stellenwert der Länder bezüglich der Forschung zu <i>B. burgdorferi</i>	84
4.2.4	Zitationsanalysen	88
4.2.5	Stellenwert der Autoren	91
5	Zusammenfassung	95
6	Summary.....	97
7	Literaturverzeichnis	99
8	Veröffentlichungen	112
9	Lebenslauf	111
10	Danksagung.....	113
11	Eidesstattliche Erklärung	114

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lebenszyklus der Ixodes-Spezies [in Anlehnung an 14].....	4
Abbildung 2: Lyme Borreliose Zwei-Stufentest [in Anlehnung an 90, 93]	14
Abbildung 3: Diagramm - Artikelanzahl pro Jahr im Zeitraum von 1983 bis 2008	36
Abbildung 4: Kreisdiagramm - Sprachzugehörigkeit der Artikel.....	37
Abbildung 5: Säulendiagramm - Analyse der Quellenzeitschriften nach Anzahl der Artikel	38
Abbildung 6: Kreisdiagramm - Erscheinungsformen der Publikationen	39
Abbildung 7: Kartenanamorphote - Anzahl der Veröffentlichungen der Länder.....	40
Abbildung 8: Kartenanamorphote - Anzahl publizierender Institutionen der Länder	41
Abbildung 9: Netzdiagramm - Anzahl der Kooperationen der verschiedenen Institutionen	43
Abbildung 10: Säulendiagramm - Anzahl der Kooperationsartikel und Länder.....	44
Abbildung 11: Netzdiagramm - internationale Kooperationen der Länder	46
Abbildung 12: Diagramm - Entwicklung der Anzahl der Kooperationsartikel von 1986 bis 2008	47
Abbildung 13: Kartenanamorphote – Modifizierter H-Index der Länder.....	48
Abbildung 14: Säulendiagramm - Entwicklung der Subject Areas von 1984 bis 2008...	50
Abbildung 15: Netzdiagramm - Kooperationen der Subject Areas (Themenbereiche) ..	51
Abbildung 16: Säulendiagramm - Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete	52
Abbildung 17: Säulendiagramm - Anzahl der Zitate nach Zitationsjahr	53
Abbildung 18: Diagramm - Verteilung der Zitate nach Publikationsjahr über die Zeitperiode	54
Abbildung 19: Diagramm - Alterung der Publikationen	55
Abbildung 20: Diagramm - Durchschnittliche Anzahl der Seiten der Publikationen über die Jahre.....	56
Abbildung 21: Diagramm - Verlauf der durchschnittlichen Zitationsrate	57
Abbildung 22: Kartenanamorphote - Gesamtzitate der Länder.....	58
Abbildung 23: Kartenanamorphote - Zitationsraten der Länder.....	59
Abbildung 24: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Fachzeitschriften nach Anzahl der Zitate	60
Abbildung 25: Säulendiagramm - Zitationsrate der Top 15 Fachzeitschriften.....	61

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 26: Säulendiagramm - Übersicht der 15 bedeutendsten Autoren als Erst-, Senior- und Koautor	63
Abbildung 27: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Autoren nach Anzahl der Zitate	64
Abbildung 28: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Autoren nach Anzahl Artikel und Zitationsraten.....	65
Abbildung 29: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Autoren nach Anzahl der Artikel und H-Index.....	66
Abbildung 30: Diagramm - Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses von 1986 bis 2008.....	67
Abbildung 31: Diagramm - Anzahl der Autoren pro Artikel im Zeitraum von 1986 bis 2008	68
Abbildung 32: Netzdiagramm - Autorenkooperation	70
Abbildung 33: Netzdiagramm - Zitationsmuster der Autoren	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendung der Tags des WoS	25
Tabelle 2: Kooperationsmatrix der Länder.....	26
Tabelle 3: Die 15 bedeutendsten Autoren und Gesamtanzahl der Publikationen.....	62

Abkürzungsverzeichnis

AB	Antibiotika
ACA	Acrodermatitis chronica atrophicans
AG	Antigen
A&HI	Art and Humanity Index
AK	Antikörper
ASM	American Society for Microbiology
AV	Atrioventrikulär
B.	Borrelia
CDC	Center for Disease Control
CRASP	Complement regulator-acquiring surface protein
DbpA	Decorin Binding Protein A
DbpB	Decorin Binding Protein B
DEMP	Density Equalizing Map Projection
DNA	Desoxyribonukleinsäure
EM	Erythema migrans
ELISA	Enzym-Linked Immunosorbent Assay
FSME	Frühsommer-Meningoenzephalitis
H-Index	Hirsch-Index
I.	Ixodes
IfsG	Infektionsschutzgesetz
IgG/IgM	Immunglobulin G und M
ISDA	Infectious Diseases Society of America
ISI	Institute for Scientific Information
i. v.	Intravenös
KG	Körpergewicht
LA	Lyme Arthritis
LB	Lyme Borreliose
LMR	Lymphozytäre Meningoradikulitis
LP	Lipoproteine
LPS	Lipopolysaccharide

Abkürzungsverzeichnis

MAC	Membran Attack Complex
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MeSH	Medical Subject Headings
NB	Neuroborreliose
NCBI	National Center for Biotechnology Information
NIAID	National Institute of Allergy and Infectious Disease
NLM	National Library of Medicine
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OspA	Outer surface protein A
OspB	Outer surface protein B
OspC	Outer surface protein C
OspE	Outer surface protein E
PCR	Polymerasekettenreaktion
RKI	Robert Koch Institut
SCI	Science Citation Index
SSCI	Social Science Citation Index
TROSPA	Tick Receptor for OspA
VlsE	variable major protein-like sequence, expressed
WoS	Web of Science
ZNS	Zentrales Nervensystem

1 Einleitung

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine szientometrische Untersuchung. Gegenstand dieser Analyse stellt das Bakterium *Borrelia burgdorferi* dar, welches in den frühen 80er Jahren entdeckt worden ist. Es handelt sich um den Erreger der *Lyme Borreliose*, einer durch Zecken übertragenen Erkrankung mit multisystemischem Charakter. Die *Szientometrie*, bedeutet im wörtlichen Sinne „das Messen von Wissenschaft“. Der Begriff *Szientometrie* setzt sich aus den beiden Wörtern „*scientia*“ (lat. Wissenschaft) und „*metiri*“ (lat. messen) zusammen. Das Ziel dieser Arbeit definiert sich dahingehend, die Anzahl des weltweit veröffentlichten Forschungsaufkommens zum Thema *Borrelia burgdorferi*, mit Hilfe von computerbasierten Suchalgorithmen in den biomedizinischen Datenbanken (z. B. *Web of Science*) zu untersuchen. Dabei können die veröffentlichenden Länder, Institutionen, Fachzeitschriften, die Publikationsformen, Autoren, Zitate, Publikationssprachen und Themengebieten sowie die verschiedenen Kooperationen generiert werden.

1.1 Entdeckung und Namensgebung

Im Jahre 1977 berichtet der Rheumatologe Allen Steere von einer ungewöhnlich hohen Zahl juveniler Gelenkentzündungen (Arthritis) in Lyme, Connecticut (USA) und zwei benachbarten Städten [1]. Die Symptome traten gehäuft während der Sommermonate und im frühen Herbst auf. Viele dieser Patienten wohnten oder spielten in waldnahen Gebieten. In einigen Fällen trat eine rötliche Hautveränderung auf, benannt als *Erythema migrans (EM)*. Charakteristische Anzeichen der Arthritis äußerten sich in Schwellungen und Schmerzen besonders in den großen Gelenken (vorwiegend im Kniegelenk). Gelenkproben sowie Proben von Synovialflüssigkeit wurden auf Ursachen untersucht, die typischerweise Arthritiden verursachen, doch fielen diese negativ aus. Das Krankheitsbild wurde mit dem Namen *Lyme Arthritis (LA)* benannt [1].

Im Rahmen seiner Studien, bei denen Steere eine Reihe von Patienten untersuchte, die im Sommer/Herbst 1977 eine *EM* bzw. *LA* entwickelt hatten, konnten sich viele dieser Patienten erinnern, kurz zuvor von einer Zecke gebissen worden zu sein. Es gelang ihm, eine dieser Zecken als *Ixodes scapularis* zu identifizieren. Seine Erkenntnisse führten Steere zu der Vermutung, dass *EM* und *LA* mit einer von Zecken übertragenen Krankheit in Zusammenhang stehen [2].

Einleitung

Seit 1975 widmete sich der Zoologe und Mikrobiologe Dr. Willy Burgdorfer, in den Rocky Mountain Laboratorien in Hamilton, zusammen mit seinem Kollegen Jorge Benach der Epidemiologie und Ökologie des Fleckfiebers, welches in den Jahren von 1971 bis 1976 in New York/Long Island in Erscheinung getreten war [3]. Burgdorfer begann seine Studien an von Zecken übertragenen Krankheiten bereits 30 Jahre zuvor, während seiner Studentenzeit in Basel (Schweiz) [4].

1981 untersuchte Burgdorfer eine Reihe von Rotwild-Zecken. In einigen konnte er eine Form der Bewegung nachweisen. Seine Aufmerksamkeit richtete sich dabei auf lange, aufgerollte Mikroorganismen, die wie Spirochäten aussahen. Er mutmaßte, ob er die Ursache für *EM* und die Lyme Erkrankung gefunden hatte [3].

Zusammen mit seinem Kollegen Dr. Benach untersuchten sie Seren von Patienten, die bereits eine Lyme Erkrankung durchlebt hatten. Sie fanden Antikörper (AK) in Patientenserum, welche mit den Spirochäten, die in Rotwildzecken gefunden wurden, reagierten. Zudem wurde Dr. Burgdorfer durch Alan Barbour bei der *in vitro* Anzucht von Spirochäten unter Verwendung von Gewebe infizierter Rotwild-Zecken unterstützt [3]. Die Versuche liefen erfolgreich, sodass im November 1981 die Ursache des *EM* und der Lyme Erkrankung gefunden war.

Entsprechend des Verdienstes von Dr. Burgdorfer in der Entdeckung der Lyme verursachenden Spirochäten, wurden diese Bakterien nach ihm benannt: *Borrelia burgdorferi* [4].

Weitergehende Untersuchungen mit Immunfluoreszenztests sowie Isolationen des Bakteriums aus Hautproben, Blutproben und Proben von Zerebrospinalflüssigkeit lieferten weitere Sicherheiten für den Zusammenhang zwischen *Borrelia* und der Lyme Erkrankung [5-7].

1.2 *Borrelia* Spezies

Borrelien sind schraubenförmige Bakterien, die zur Gattung *Borrelia* (*B.*) in die Familie der *Spirochaetaceae* (Spirochäten) gehören. Am häufigsten tritt die Spezies *Borrelia burgdorferi* in Erscheinung. Es werden verschiedene Arten beschrieben welche zur Gattung *Borrelia* zählen. Sie werden dem Komplex *B. burgdorferi sensu lato* (lat. = im weitesten Sinne) zugeordnet. Von diesen Spezies sind vier als humanpathogene Stämme anerkannt, wie *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii*, *B. afzelii* [8] und die seit

Einleitung

1999 neu beschriebene Spezies *B. spielmanii* [9]. Die *B. valaisiana* und *B. lusitaniae* haben eher selten humanpathogene Eigenschaften [10-12].

B. burgdorferi wird durch Zecken der Spezies *Ixodes (I.)* übertragen. Hauptsächlich tritt in Europa die Spezies *I. ricinus* (im Volksmund auch bekannt als „Gemeiner Holzbock“) und in Asien die Spezies *I. persulcatus* [13] auf. Während in den USA *I. scapularis* und *I. pacificus* als Hauptvektor bekannter ist [14].

Die Zecken haben eine Lebenserwartung von circa zwei Jahren und durchleben die Larven-, Nymphen- und Adulte-Stadien. In jedem dieser Abschnitte benötigt die Zecke eine Blutmahlzeit. Ihr Lebenszyklus beginnt im Frühjahr mit Ablage der Eier in den Boden durch weibliche adulte Zecken, aus denen im Sommer Larven entstehen. Diese Larven saugen ihr erstes Blutmahl in der Regel von Mäusen, Vögeln und anderen kleinen Tieren. Danach werden sie inaktiv und wachsen zu Nymphen heran. Diese benötigen im darauffolgenden Frühjahr eine weitere Blutmahlzeit, um zu adulten Zecken heranzuwachsen. Bei dem erforderlichen Wirt kann es sich wiederum um kleine Tiere handeln, jedoch kann der neue Wirt unter Umständen auch der Mensch sein. Nymphen sind dadurch im Frühjahr und Sommer sehr aktiv. Somit sind Erkrankungsfälle in diesem Zeitraum auch besonders hoch. Adulte Zecken saugen vorwiegend im Herbst und bevorzugen größere Tiere (z. B. Wild) und auch den Menschen als Wirt. Ein neuer Lebenszyklus (siehe Abbildung 1) beginnt mit Ablage der Eier im Frühjahr [14].

Borrelien leben in Mäusen, in Eichhörnchen, Igel, Hasen und zahlreichen Vogelarten [15]. Saugt eine junge Zecke bei einem mit *B. burgdorferi* infiziertem Tier, nimmt es die Bakterien auf und ist bis ans Lebensende infiziert [14].

Einleitung

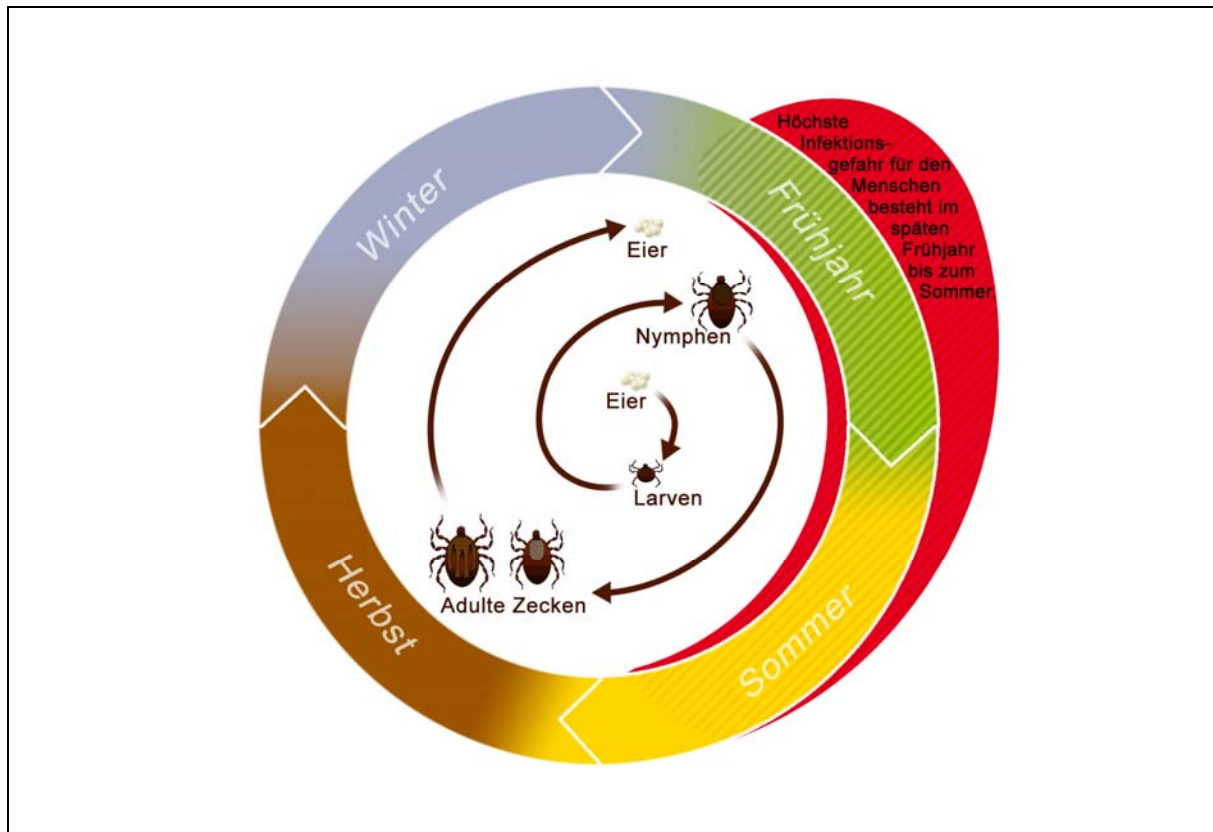


Abbildung 1: Lebenszyklus der Ixodes-Spezies [in Anlehnung an 14]

Zecken leben auf bodennahen Pflanzen, da sie sehr empfindlich gegenüber Trockenheit sind und zum Überleben eine Luftfeuchtigkeit von mehr als 80% benötigen. Sie lassen sich beim Vorübergehen der Wirte von Grashalmen oder Büschen abstreifen, wofür sie einen speziellen, in den Beinspitzen befindlichen Halteapparat besitzen. Zudem sind sie mit Thermo- und Chemorezeptoren ausgestattet, welche sie dazu befähigen, auch ruhende Wirte aufzufinden. Ist ein passender Wirt gefunden, begibt sich die Zecke auf die Suche nach einem geeigneten Platz zum Saugen, dieser Vorgang kann mehrere Stunden dauern [16].

Eine Übertragung von *B. burgdorferi* erfolgt durch stechen der Zecke in die Haut. Dabei ritzt sie mit ihren Kieferklauen (Cheliceren) die Haut ein und schiebt ihren Stechapparat (Hypostom) durch die Haut hindurch. Es werden zahlreiche Enzyme, gerinnungs- und entzündungshemmende Substanzen abgesondert sowie eine zementartige Substanz wodurch sich die Widerhaken, die sich am Stechapparat befinden, in der Wunde verankern können [16]. Während des Saugaktes können Borrelien, die im Mitteldarm der Zecke verweilen, in die Speicheldrüsen wandern und von dort entlang des Speichelflusses in den neuen Wirt eindringen [17]. In einer Labortierstudie zeigte sich, dass Zecken eine Anheftung von mehr als 48 bis 72 Stunden benötigen, um die

Einleitung

Bakterien übertragen zu können. Bei einer Anheftung von weniger als 24 Stunden ist die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung gering [18, 19].

Ausschlaggebend für die Möglichkeit des Transfers von *B. burgdorferi* durch einen Zeckenbiss ist neben der Dauer der Anheftung auch die Durchseuchung der Zecken mit Borrelien. Die Anzahl infizierter Zecken liegt in Europa bei 5-35%, wovon 20% adulte Zecken, 10% Nymphen und 1% Larven sind [20].

1.3 Epidemiologie

Die *LB* ist eine der häufigsten, durch Zecken übertragenen Infektionen mit Schwerpunkt in den USA, Europa und teilweise Asien inklusive Japan und China. Die Erkrankung zeigt sich in ganz Europa mit unterschiedlich starkem regionalem Auftreten, die Schwankungsbreite liegt zwischen 0,3 und 155 Fälle pro 100.000 Einwohner [21].

In Europa sind alle drei humanpathogenen Genospezies, wie *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii* und *B. afzelii* präsent. Dagegen wurde in den USA bisher nur *B. burgdorferi sensu stricto* nachgewiesen [8, 22]. Die Spezies *B. afzelii* und *B. garinii* wurden auch in Asien entdeckt, wobei letztere Unterschiede in der genetischen Struktur aufweisen und durch *I. persulcatus* übertragen werden [23].

Zahlreiche weitere Borrelia-Spezies werden weltweit beschrieben und ihre Differenzierung wird zunehmend präziser [11].

In den USA berichtete das *Center for Disease Control (CDC)* im Zeitraum von 1992 bis 2006 von mehr als einer Verdoppelung gemeldeter Krankheitsfälle. 1992 wurden 9.908 Fälle gemeldet, während bis 2006 eine Steigerung auf 19.931 Fälle zu verzeichnen war. Insgesamt wurden 248.074 Fälle in 15 Jahren an das *CDC* übermittelt [24].

In Deutschland dagegen liegen keine flächendeckenden epidemiologischen Daten zur *LB* vor [25], sodass keine präzise Aussage zu machen ist. Mit Einführung des Infektionsschutzgesetzes im Jahr 2001 (IfSG), welches keine bundesweite Meldepflicht für *LB* vorsieht, haben die östlichen Bundesländer Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen von der Möglichkeit der Ausweitung der Meldepflicht Gebrauch gemacht. Sie übermitteln seither Daten an das Robert-Koch-Institut (RKI) wodurch zumindest eine Teilaussage zur Situation in Deutschland möglich wird. Die Erfassungsgrundlage unterliegt einer festgelegten Falldefinition, die vom RKI erstmals im Jahre 2002 veröffentlicht wurde (aktuelle Version: [26]). Anhand dieser wurden in einem Zeitraum von fünf Jahren

Einleitung

(2002 bis 2006) 23.394 Erkrankungsfälle aus den sechs östlichen Bundesländern gemeldet, bei 23.119 konnte das klinische Bild einer *LB* diagnostiziert werden (in 20.787 *EM* Fälle, 799 Fälle der Neuroborreliose). So stieg die Inzidenz von 2002 bis 2006 von 17,8 auf 37,3 Krankheitsfälle pro 100.000 Einwohner mit einer erkennbaren Saisonalität in den Monaten Juni bis September [25].

Es besteht die Annahme, dass die *LB* in Zentraleuropa die höchste Inzidenz zu Tage trägt, jedoch ist ein Vergleich mit anderen europäischen Ländern problematisch, da das System zur Meldung und Erfassung von Daten in den europäischen Ländern nicht einheitlich verläuft [25].

1.4 Morphologie der Bakterien

B. burgdorferi ist ein durchschnittlich 0,3 µm dickes und 20 µm langes Bakterium [27, 28]. Darstellbar ist es mit histologischen Färbungen (z. B. Fuchsinfärbung) oder auch lichtmikroskopisch im Dunkelfeld [29]. Es handelt sich um gram-negative, korkenzieherartig geformte, frei bewegliche Spirochäten. Eine äußere Zellmembran umgibt einen protoplasmatischen Zylinder Komplex, welcher aus einer inneren Zellmembran, Zytoplasma und Peptidoglykan besteht [30, 31]. Die Endoflagellen sind hierbei im periplasmatischen Raum lokalisiert und nicht auf der Zelloberfläche, das heißt zwischen äußerer Zellmembran und dem protoplasmatischen Zylinder. Sie befähigen die Bakterien, sich effizient in einer zähflüssigen Umgebung zu bewegen (z. B. extrazelluläre Matrix) und sind ausschlaggebend für Form und Mobilität. Des Weiteren sind zahlreiche Lipoproteine (LP) an der Zellwand auffällig, welche an der äußeren und der Zytoplasmamembran anheften [32].

Es wurde anhand der Sequenzierung des *B. burgdorferi sensu stricto* Genoms B31 nachgewiesen, dass sich mehr als 100 LP auf der Zelloberfläche befinden, hauptsächlich auf der äußeren Membran. Mechanismen, durch welche die Proteine zur Pathogenität der Borrelien beitragen, sind gut erforscht. Sie dienen als Rezeptoren für Makromoleküle, Adhäsine oder Purine [32].

Borrelien sind heterogene Bakterien, bezogen auf ihre äußeren Membranproteine *OspA* und *OspC* (Outer surface protein A und C). Es besteht eine enge Korrelation zwischen den verschiedenen Serotypen und den Spezies-Klassifikationen. In Europa konnten acht verschiedene *OspA* und sechzehn *OspC* Serotypen definiert werden [33]. *OspA* Serotyp eins korrespondiert mit der *B. burgdorferi sensu stricto* Spezies, Serotyp zwei

hingegen mit *B. afzelii*, die *OspA* Serotypen drei bis sieben mit der *B. garinii* Spezies [34]. Je nach Serotyp liegen unterschiedliche disseminierende Fähigkeiten bzw. eine unterschiedliche Affinität zu verschiedenen Organen vor [8].

1.4.1 Genom

Bislang sind nur die Genomesequenzen der Spezies *B. burgdorferi* und *B. garinii* genauer analysiert worden [32, 35]. Sie bestehen aus linearen Chromosomen und mehr als 20 zirkulären und linearen Plasmiden. Das lineare Chromosom setzt sich aus mehr als 900.000 Basenpaaren zusammen, die Plasmide hingegen variieren in ihrer Zusammensetzung von wenigen, bis hin zu mehr als 50.000 Basenpaaren. Das Chromosom beinhaltet nahezu 853 Gene, die eine Reihe von Proteinen zur DNA-Replikation, Transkription, Translation, des Energiestoffwechsels und weitere kodieren. Es finden sich jedoch keine Gene, die zelluläre Biosynthesemechanismen verschlüsseln. Die biologische Funktion der Plasmide ist in vielen Teilen noch unbekannt. Es wird angenommen, dass sie eine Rolle in der Umgehung des Immunsystems und der Antigen-Variation (AG-Variation) spielen [32].

1.5 Klinik

Bei einer Infektion mit *B. burgdorferi* handelt es sich um eine multisystemische Erkrankung, die typischerweise in drei Stadien unterteilt wird. Es werden Früh- (Stadium I und II, früh lokalisiert und frühe Dissemination) und Spätmanifestationen unterschieden (Stadium III, späte Dissemination) [36].

1.5.1 Frühe Manifestation (Stadium I und II)

Das *EM*, als frühe lokale Hautmanifestation, stellt eines der häufigsten Symptome der *LB* dar und wird auch als Leitsymptom dieser Erkrankung angesehen. Es tritt typischerweise bei 70 bis 80% der Betroffenen nach einer Inkubationszeit von drei bis 30 Tagen im Bereich des Zeckenstichs auf [37, 38] und zeigt sich als rötliche Effloreszenz, welche später mit einer zentralen Blässe einhergeht und ein ringartiges Aussehen annehmen kann. Das histologische Bild des *EM* zeigt perivaskuläre Infiltrate von Lymphozyten, dendritischen Zellen, Makrophagen und Plasmazellen [39].

Allgemeine, grippeähnliche Symptome wie Müdigkeit, Unwohlsein, Fieber, Kopfschmerzen, Muskel- und Gelenkschmerzen können in Erscheinung treten [36].

Einleitung

Unter Umständen kann das *EM* auch andernorts (multiple Erytheme), als Zeichen einer hämatogenen Streuung der Spirochäten auftreten. In den meisten Fällen verschwindet das *EM* spontan, doch stellt das keinen Beweis für eine Heilung dar, denn Borrelien können auch ein bis sechs Monate nach Verschwinden des *EM* in Hautbiopsien nachweisbar sein [40]. Relativ selten tritt die *Lymphadenosis cutis benigna Bäfverstedt* (Borrelien-Lymphozytom) als Hautmanifestation auf, wobei es sich um einen Tumor mit rötlich-livider Verfärbung handelt, der bevorzugt an Ohrläppchen, Skrotum oder Mamillen auftritt. Hierbei kommt es zur Proliferation lymphoider Zellen [41-43].

Die *Neuroborreliose (NB)* gilt als Leitsymptom des Stadiums II und tritt vorwiegend als *lymphozytäre Meningoradikulitis (LMR; Garin-Bujadoux-Bannwarth-Syndrom)* auf. *LMR* entwickelt sich meistens Wochen bis Monate nach einem Zeckenbiss und äußert sich durch brennende, quälende radikuläre Schmerzen sowie mögliche Paresen der Hirnnerven [44]. In Europa wird bei Erwachsenen selten eine Meningitis oder Enzephalitis beobachtet, während bei Kindern häufiger Meningitis oder isolierte Fazialis paresen verzeichnet werden [20]. Ausschlaggebend sind hierbei die Liquorbefunde mit einer lymphomonozytären Pleozytose und einer Erhöhung des Liquoreiweißes [45].

Eine weitere Form der möglichen Manifestation ist die *Lyme-Karditis*. Hierbei können atrioventrikuläre (AV) Überleitungsstörungen bishin zu AV-Blockierungen, ST-T-Segment-Veränderungen, ventrikuläre Extrasystolen, Tachykardien, Vorhofflimmern, Synkopen, Herzinsuffizienz und eingeschränkte linksventrikuläre Funktionen auftreten [46].

1.5.2 Späte Manifestation (Stadium III)

Das dritte Stadium ist gekennzeichnet durch Erkrankungen wie *LA* und der *Acrodermatitis chronica atrophicans (ACA)*. Ein Auftreten dieser Erkrankungen erfolgt Monate bis Jahre nach der Primärinfektion (Zeckenbiss).

Typisch für die *LA* ist ein schubweiser oder auch chronischer Verlauf mit mono- oder oligoartikulärem Befall. Am häufigsten betroffen sind die Kniegelenke, jedoch können auch Sprung-, Ellenbogen-, Finger- und Zehengelenke sowie Handwurzelknochen und selbst das Kiefergelenk betroffen sein [20, 36]. Die *LA* tritt intermittierend auf, d.h. die Symptome können über Monate anhalten und klingen plötzlich wieder ab. Der Rheumatologe Allen Steere untersuchte die klinische Entwicklung der *LA* in einer

Einleitung

Studie, wobei er 55 Patienten mit *EM*, die keine Antibiotika-Therapie (AB-Therapie) erhielten, über sechs Jahre beobachtete. Das Spektrum seiner Ergebnisse reicht angefangen von ausbleibenden nachträglichen Symptomen (in 20% der Fälle), über subjektive Gelenkbeschwerden (18%), periodischen Beschwerden (> 50%) bis hin zu chronisch erosiven Formen (ca. 10%) der *LA* [47]. Die Diagnose der *LA* bedarf einer ausführlichen Ausschlussdiagnostik, da eine Arthritis vielseitige Ursachen haben kann.

Die *ACA* tritt Monate bis Jahre nach einer Infektion mit Borrelien auf. Verursacher ist in den meisten Fällen *B. afzelii*. Demzufolge wird diese Art der Erkrankung fast ausschließlich in Europa gefunden [48]. Gekennzeichnet ist die Erkrankung durch ein initiales infiltratives Stadium mit Atrophie der Haut, die ein zigarettenpapierdünnes, livides und auch gefälteltes Aussehen annimmt. Betroffen sind meistens die Akren und Streckseiten der Extremitäten. Im weiteren Verlauf kann es unter Umständen sogar zu Polyneuropathien und Atropathien in den betroffenen Abschnitten kommen [49].

Sehr selten tritt als Spätmanifestation die *chronische Borrelien-Enzephalomyelitis* auf, die sich klinisch durch Para- und Tetraparesen, kranialer Neuropathie und kognitiven Beeinträchtigungen äußert [44].

1.5.3 Post-Lyme Syndrom

Bei manchen Patienten, die an *LB* erkrankt waren, treten auch nach abgeschlossener adäquater AB-Therapie persistierende unspezifische Beschwerden auf, wie z. B. Gelenk- und Muskelschmerzen, neurokognitive Beschwerden oder chronische Ermüdung [50]. Anhand der vorangegangenen Erkrankung mit *B. burgdorferi* bekam dieses Krankheitsbild die Bezeichnung chronische *LB* bzw. *Post-Lyme Syndrom* [50, 51]. Wirkliche Ursachen dieser klinischen Symptomatik sind bisher jedoch ungeklärt. Aufgrund der Annahme, dass ein Zusammenhang mit dem Krankheitsbild der *LB* und der chronischen *LB* besteht, wurden Therapieversuche mit verlängerter AB-Applikation durchgeführt. Klempner et. al. zeigten, dass keine Vorteile aus einer verlängerten AB-Therapie resultieren und die auftretenden Beschwerden keinen Beweis für einen Zusammenhang zu der vorangegangenen *LB* liefern [52]. In einer Vergleichsstudie von Patienten mit und ohne *LB* in der Anamnese, zeigt Seltzer das Vorliegen eines ähnlichen Beschwerdeprofils in beiden Gruppen. Hierbei wurde ebenfalls kein Anhalt geliefert für eine Verbindung zwischen *LB* und *Post-Lyme Syndrom* [53].

Jüngste medizinische Begutachtungen der chronischen *LB* sind zu dem Ergebnis gelangt, dass es sich beim *Post-Lyme Syndrom* bzw. chronischer *LB* um eine falsche Namensgebung handelt [54].

1.6 Pathogenese

B. burgdorferi ist abhängig von der *Ixodes*-Spezies und deren Wirten (Mensch, Wildtiere), um sein Überleben in der Natur zu sichern. Der Erreger muss sich dementsprechend an verschiedene Bedingungen anpassen, wie biochemische Parameter, Temperatur und pH-Werte. Diese Parameter beeinflussen nicht nur die AG-Variation der Borrelien, sondern auch deren Wachstum [55, 56].

Während der Verweildauer im Mitteldarm der Zecke, exprimieren Borrelien *OspA* und *B*. Vermittelt durch *OspA* erfolgt die Anheftung der Borrelien an die Darmzellen, durch ein Rezeptormolekül namens *TROSPA* (*Tick Receptor for OspA*) [57-59].

1.6.1 Übertragung und Ausbreitung in der Haut

Beginnt die Zecke mit ihrer Blutmahlzeit, regeln die Borrelien die Ausschüttung von *OspA* herab und steigern die Ausschüttung von *OspC* [56]. *OspC* ist ein entscheidender Virulenzfaktor für die Ausbreitung der Krankheit im menschlichen Organismus [60].

B. burgdorferi löst sich von der Darmwand und wandert in die Speicheldrüsen der *Ixodes*-Spezies, von wo aus der Erreger entlang des Speichelflusses in den Wirt injiziert wird. *OspC* bindet dabei an ein Speichelprotein der Zecke: *Salp15*. Dieses legt sich auf die Oberfläche der Borrelien und erleichtert somit die Injektion von *B. burgdorferi* in den Wirt. *Salp15* besitzt immunsuppressive Eigenschaften, wie die Hemmung der AK vermittelnden Lyse und Hemmung der CD4-T-Zellaktivierung [61].

Nach Infizierung mit *B. burgdorferi* vermehren sich die Bakterien zunächst an der Impfstelle, bevor sie nach Tagen bis Wochen beginnen in die tieferen Schichten der lokalen Gewebe vorzudringen [62]. Borrelien binden Plasminogen, welches sich in Plasmin umwandelt und sich auf der Oberfläche der Spirochäten sammelt [63]. Dieses befähigt die Bakterien, lösliche und unlösliche extrazelluläre Matrix zu durchbrechen, was zur Streuung im Organismus führt [64]. Darüber hinaus kodiert das Genom der Spirochäten bestimmte Proteine, die verantwortlich sind für die Anheftung an Fibronektin [65], Glukosaminoglykane [66] und Integrine [67]. Außerdem können Prometalloproteinasen aktiviert und Zellen des Endothels penetriert werden.

B. burgdorferi ist ebenso in der Lage, in Gewebe des Kollagen Typ I einzudringen und dort Mikrokolonien zu bilden [68]. Einige Studien beschreiben auch die Lyse von Kollagen [69].

Desweiteren begründet die Fähigkeit der Decorin-Bindung die Pathogenität der Bakterien. Es handelt sich bei Decorin um ein Proteoglykan, welches sich mit Kollagen verbindet. Die Decorin-bindende Aktivität wird durch entsprechende *Decorin-bindende Proteine A und B* (DbpA und DbpB) gesteuert, die auf der Oberfläche der Borrelien lokalisiert sind [70]. Die Decorin-Bindung wirkt nicht einer speziellen Immunantwort entgegen, sondern schützt die Spirochäten vor der Zerstörung durch das humorale Abwehrsystem und befähigt sie dazu in den Geweben zu verbleiben. Somit überleben Borrelien besonders gut in Strukturen mit einer hohen Decorin-Expression (z. B. Haut und Gelenke). Variationen der Decorin-bindenden Aktivität könnten verantwortlich sein für die Affinität verschiedener *Borrelia*-Spezies zu bestimmten Geweben, sowie für die Umgehung des Immunsystems und der Persistenz von Borrelieninfektionen [71].

1.6.2 Eliminierung und Umgehung des Immunsystems

Für die Eliminierung von *B. burgdorferi* sind das angeborene sowie erworbene Immunsystem von Bedeutung [72]. Beide Wege der klassischen, sowie der alternativen Komplement-vermittelten Lyse werden durch die Spirochäten aktiviert. Diese ist verantwortlich für die Vernichtung von Borrelien. Nach Opsonisierung der Bakterien bildet sich ein *Membran-Attack-Komplex* (MAC) und führt für gewöhnlich zu deren Lyse. Doch haben die Borrelien unterschiedliche Fähigkeiten entwickelt, Komplement zu aktivieren und zu tolerieren [73-75]. Die Spezies *B. afzelii* ist resistent gegenüber der Komplement-vermittelten Lyse, wohingegen *B. burgdorferi sensu stricto* nur teilweise resistent und *B. garinii* sensitiv gegenüber der Wirkung des Komplementsystems ist.

Als Regulatoren des Komplementsystems binden sich Faktor H und Faktor H-ähnliche Proteine an die Oberfläche von Borrelien [76-78]. Diese produzieren ihrerseits *CRASPs* (Complement regulator-acquiring surface proteins) und *OspE* (Outer surface protein E) bezogene Proteine, welche die Faktor H und Faktor H-ähnliche Bindung vermitteln. Diese Borrelien-Proteine spiegeln unterschiedliche Bindungsaffinitäten gegenüber den Regulatoren wider und sind in den verschiedenen Genospezies unterschiedlich stark ausgeprägt. Diese Eigenschaften erklären die Variationen in der Resistenz gegenüber dem Komplementsystem. Eine Studie von Pachner zeigt, dass

Einleitung

B. burgdorferi sensu stricto Stämme infektiöser und entzündlicher sind, jedoch *B. afzelii* und *B. garinii* die erworbene Immunabwehr in höherem Maße überleben und somit eher persistierende Infektionen auslösen [79].

B. burgdorferi kann außerdem von Makrophagen und neutrophilen Granulozyten phagozytiert werden, was durch Opsonisierung begünstigt wird. Im ZNS können Mikroglia Borrelien auch ohne vorherige Opsonisierung, phagozytieren und abtöten [80].

VlsE (variable major protein-like sequence, expressed) ist ein äußeres Membranprotein, kodiert im Plasmid 28-1, welches einer hohen AG-Variation durch einen Gen-Konversions-Mechanismus unterliegt. Während einer Infektion werden zahlreiche AG-Varianten gebildet. D. h. das oberflächlich exprimierte *VlsE* wird verändert, indem seine äußeren variablen Regionen durch Rekombinationen ständig variiert werden [81-83].

Das Immunsystem trifft immerwährend auf veränderte Oberflächen-AG, wodurch eine Erkennung und Eliminierung erschwert wird und persistierende Infektionen begünstigt werden. Die durch *VlsE* generierte AK-Produktion gegenüber potentiellen Oberflächen-AG wird geschwächt [84].

Des Weiteren stehen die Borrelien in engem Kontakt mit dendritischen Zellen (diese befinden sich in den epithelialen Oberflächen), da diese eine der ersten Zellen darstellen, die auf eindringende Mikroorganismen treffen. Ausgelöst durch Spirochäten durchlaufen die dendritischen Zellen einen Reifungsprozess und wandern in die Lymphknoten. Dort präsentieren sie die Fremdantigene den T-Zellen. Sie beeinflussen die Art der T-Zell-Antwort und beteiligen sich an der Aktivierung und Rekrutierung unreifer dendritischer Zellen, natürlicher Killerzellen, Makrophagen, Granulozyten und B-Zellen durch entsprechende Produktion von Chemokinen und Zytokinen [85].

Dabei wird dem Ektoenzym *CD38* eine besondere Rolle in der Chemotaxis und Migration von dendritischen Zellen zugeschrieben [86-88]. *CD38*-defizitäre dendritische Zellen führen beispielsweise zu einer abgeschwächten Prägung der T-Zellen und resultieren in einer geminderten Induktion der AK-Produktion [87].

Borrelien haben die Fähigkeit die *CD38* Expression in dendritischen Zellen auf unbekannte Weise zu manipulieren. Das bedeutet, dass sie dazu fähig sind mit der Migration der dendritischen Zellen zu interferieren und das Immunsystem des Wirtes so zu umgehen [89].

1.7 Diagnostische Möglichkeiten

Für die Diagnostik der *LB* ist eine sorgfältige Anamnese sowie Untersuchung des Patienten notwendig. In erster Linie handelt es sich um eine Verdachtsdiagnose, welche durch klinische Symptome und vor allem durch die Labordiagnostik bekräftigt oder widerlegt wird. Dabei steht der Nachweis von AK im Serum oder Liquor im Vordergrund [90].

1.7.1 Untersuchungsmaterialien

Für einen Erregernachweis spielen vor allem Biopsiematerialien eine wichtige Rolle. Haut-, Herz- und Hirnbiopsien, sowie Synovialbiopsien, Körperflüssigkeiten wie Liquor cerebrospinalis und Gelenkpunktate sind als Untersuchungsmaterialien geeignet. Für den AK-Nachweis wird meist ein Serum verwendet, jedoch sollte bei einem Verdacht der *NB* zusätzlich Liquor cerebrospinalis untersucht werden (Liquor/Serum-Paar, vom gleichen Tag) [45, 90].

1.7.2 Kulturelle Anzuchtung

B. burgdorferi kann in entsprechenden Medien angezüchtet werden, wie z. B. *Barbour-Stoener-Kelly II* Nährböden. Die Inkubationszeit beträgt, aufgrund einer langen Generationszeit der Borrelien, zwei bis drei Monate. Typische Materialien zur Anzucht stellen die Körperflüssigkeiten (insbesondere Liquor) und Biopsiematerialien (vorzugsweise Hautbiopsien) verschiedener Gewebe dar [29, 90].

1.7.3 Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

Bei dieser Methode wird das Erbmaterial mit Hilfe der DNA-Polymerase exponentiell vervielfacht. Eine hohe Sensitivität der PCR (ca. 70%) zeigt sich in der Verwendung von Hautbiopsien bei Patienten mit *EM* oder *ACA*. Die Untersuchung von Synovialflüssigkeit bei Patienten mit *LA* zeigt eine höhere Empfindsamkeit (>80%), wodurch die PCR der kulturellen Anzuchtung in diesem Punkt überlegen ist [29].

1.7.4 Serologische Diagnostik

In den meisten Fällen einer vermuteten *LB* wird vorwiegend die Serodiagnostik eingesetzt. Bereits zwei Wochen nach der Infektion werden Immunglobulin M (IgM) Antikörper (AK) gebildet, welche ihre höchste Ausprägung nach ca. zwei Monaten

Einleitung

erreichen. Danach sinkt die Zahl der IgM-AK und Immunglobulin G (IgG) AK. Bei einigen Patienten jedoch ist die IgM- und IgG-Antwort auch noch Jahre nach erfolgter Therapie vorhanden [91, 92]. Dadurch wird eine Bestimmung des AK-Titers als Therapiekontrolle unnötig.

In der Literatur wird empfohlen die Diagnostik in einem zwei Stufen Prinzip durchzuführen (siehe Abbildung 3), wobei im ersten Schritt ein *ELISA* (Enzym-Linked Immunosorbent Assay) durchgeführt wird und bei positivem Testergebnis ein *Immunoblot* folgt, der zur Bestätigung dienen soll [29, 93]. An den *Immunoblot* ist eine hohe Spezifität gebunden. Für gewöhnlich kommen hierbei rekombinante Proteine als individuelle AG zum Einsatz.

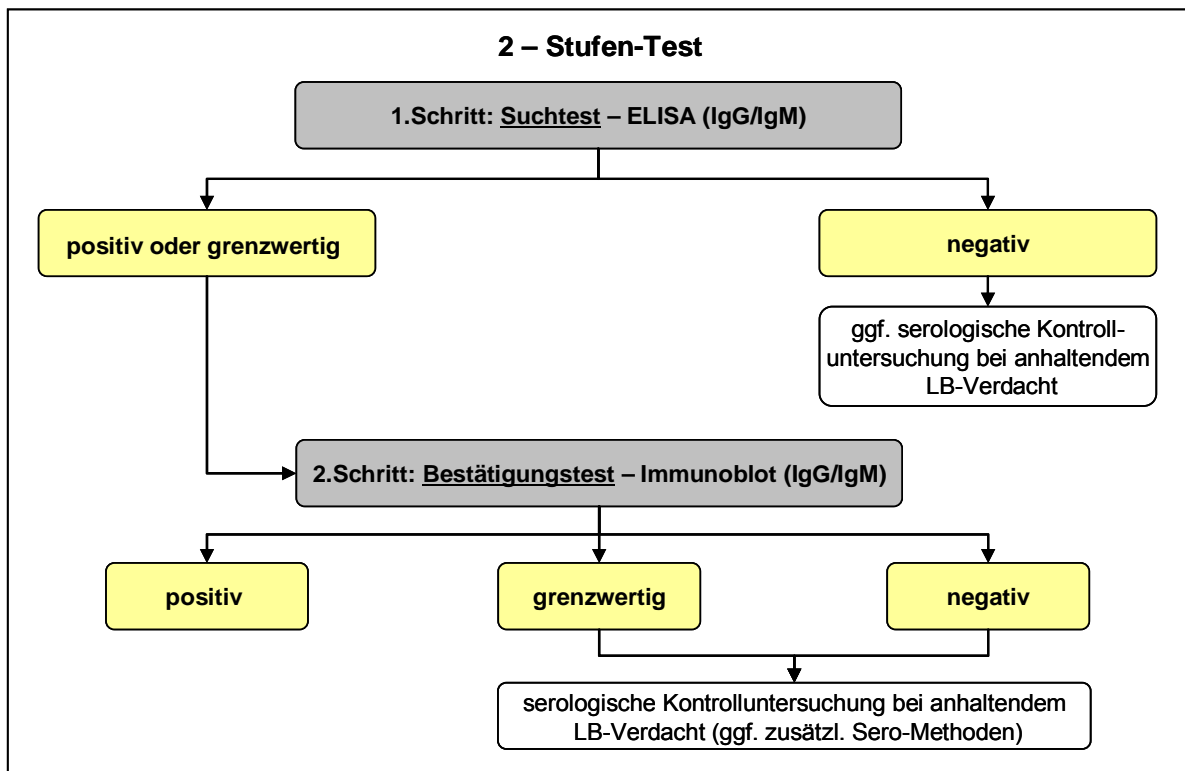


Abbildung 2: Lyme Borreliose Zwei-Stufentest [in Anlehnung an 90, 93]

Die serologischen Befunde sind in Fällen mit kurzer Krankheitsdauer und lokalisiertem Befund in der Regel negativ. Typisch ist das Auftreten von IgM-AK vor den IgG-AK, doch auch im Stadium der Frühmanifestation gibt es Befunde bei denen nur IgG-AK nachgewiesen wurden. In den Stadien der Frühmanifestation liefert der Immunoblot oftmals nur Antworten gegen wenige AG der Borrelien-Spezies. Im Stadium der Spätmanifestation hingegen wird ein breiteres AG-Spektrum geliefert. Nachweisbare AK sind im Spätstadium größtenteils vom Typ IgG. Fällt der IgG-Immunoblot negativ aus,

kann eine Spätmanifestation in der Regel ausgeschlossen werden. Des Weiteren liefert ein isolierter Nachweis von IgM-AK, mit fehlenden IgG-AK ebenfalls keinen Beweis für das Vorliegen einer chronischen *LB* [45].

Die Serodiagnostik sollte immer einer ausführlichen Differentialdiagnose unterzogen werden. Falsch-positive Ergebnisse können im Zusammenhang mit anderen Erkrankungen, wie z. B. Syphilis, dem Epstein-Barr-Virus, Infektionen mit dem Herpes-Virus oder auch bei Autoimmunerkrankungen auftreten. Falsch-negative Resultate sind meistens im Frühstadium von *EM* typisch. Somit ist eine *LB* anhand eines negativen Befundes nicht auszuschließen [20, 90].

Weiterhin sollte bei der Differentialdiagnose immer auch an andere Infektionskrankheiten, die durch Zecken übertragen werden, wie z. B. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), Ehrlichiose, Babesiose oder Rickettsiose gedacht werden [94].

1.8 Therapeutische Maßnahmen

Für die Therapie der *LB* haben sich Antibiotika erfolgreich etabliert [95]. Grundsätzlich gilt, je früher eine antibiotische Therapie durchgeführt wird, umso wahrscheinlicher werden spätere Manifestationsformen vermieden und desto besser der klinische Erfolg.

1.8.1 Therapie der frühen Manifestationsformen

Bei klinisch eindeutigem *EM* (hier ist eine mikrobiologische Diagnostik für gewöhnlich unnötig) oder akuter *NB* sollte eine sofortige AB-Therapie erfolgen, ohne die Befunde der Mikrobiologie abzuwarten. Selbst bei negativem serologischen Befund ist die Therapie fortzuführen [45].

Ein *EM* heilt normalerweise selbständig und spontan aus, jedoch kann das Auftreten möglicher Spätmanifestationen durch rechtzeitige AB-Gabe minimiert werden. Vorzugsweise werden Tetracycline (Doxycyclin 2 x 100 mg) über einen Zeitraum von 14 bis 21 Tagen eingesetzt, deren Vorteil in der zusätzlichen Wirksamkeit gegen Ehrlichien liegt (Ehrlichiose gilt als wichtige Differentialdiagnose zur *LB*). Alternativ kommen Amoxicillin (3 x 500 mg), Cefuroximaxetil (2 x 500 mg) oder bei Intoleranz der oben aufgeführten AB Makrolide, z. B. Azithromycin (500 mg / 10 Tage), zum Einsatz [95].

Die klinische Manifestation der *NB* wird mit einer intravenösen (i. v.) AB-Therapie behandelt, wobei Cephalosporine (vorzugsweise der III. Generation, z. B. Ceftriaxon

und Cefotaxim) oder auch Penicillin G zum Einsatz kommen. Das gleiche Therapieschema gilt für die Lyme-Karditis [50, 95].

1.8.2 Therapie der chronischen Manifestationsformen

ACA, als eine der chronischen Spätmanifestationen wird seit vielen Jahren mit Tetrazyklinen und Penicillin therapiert. Eine teilweise oder vollständige Remission wird in den meisten Fällen erreicht. Die orale Verabreichung von Doxycyclin oder Amoxicillin erfolgt über vier Wochen. Alternativ ist eine i. v. Gabe von Cephalosporinen möglich. Die Symptome klingen langsam innerhalb von Wochen oder Monaten ab [45, 95].

LA wird in der Regel mit einer oralen Verabreichung von Tetrazyklin (Doxycyclin 2 x 100 mg / d) über vier Wochen therapiert, wobei auch die Gabe von Amoxicillin oder von Cephalosporinen möglich ist. Treten die Gelenkbeschwerden auch nach vollzogener AB-Therapie weiter auf, kann eine i. v. Therapie mit Ceftriaxon angeschlossen werden bzw. bei persistierenden Beschwerden eine orale Therapie mit Doxycyclin oder Amoxicillin (jeweils als vier Wochen Kur) über drei Monate hinweg erfolgen [95]. Persistieren die Symptome nach wie vor, bleibt der Versuch einer symptomatischen Therapie mit nicht-steroidalen antiinflammatorischen Agenzien, Antirheumatischen Medikamenten wie beispielsweise Hydroxychloroquine und intraartikulären Injektionen mit Corticosteroiden [96]. In anhaltenden Fällen kann eine Synovialektomie erforderlich werden [97].

Bei den seltenen Fällen der Enzephalomyelitis oder der Polyneuropathie fehlen aussagekräftige Daten zur Therapie. Bei Polyneuropathie empfiehlt sich eine i. v., hochdosierte Penicillin G- oder Ceftriaxontherapie, wohingegen die Enzephalomyelitis über einen Zeitraum von mindestens drei Wochen, analog der frühen NB, behandelt werden sollte [45, 95].

Bei Kindern unter zehn Jahren und Schwangeren ist der Einsatz von Tetrazyklinen kontraindiziert. Die Dosis wird bei Kindern dem Körpergewicht (KG) angepasst, so kann Amoxicillin (3 - 4 x täglich 15 mg / kg KG), Cefuroximaxetil (2 - 3 x täglich 6 mg / kg KG) oder Azithromycin (1 x täglich 6 mg / kg KG) verabreicht werden. Eine i. v. Gabe von Penicillin G, Ceftriaxon oder Cefotaxim kann bei schweren Fällen zum Einsatz kommen. In der Schwangerschaft können Amoxicillin und Cefuroximaxetil (wie bei den frühen Manifestationsformen beschrieben) verabreicht werden [95].

1.9 Präventive Maßnahmen

Präventive Maßnahmen beginnen in erster Linie mit der Aufklärung der Bevölkerung zum Thema Zeckenbiss und mögliche Folgen. Somit können Risiken, die durch einen Zeckenbiss entstehen und eventuell auftretende Symptome rechtzeitig erkannt und demzufolge Therapiemaßnahmen zeitnah eingeleitet werden. Das beste Mittel der Prävention ist, bei einer erhöhten Exposition (z. B. Waldarbeiter) die Kontaktwahrscheinlichkeit mit Zecken zu minimieren. Ausreichende Schutzkleidung (lange Hosen in die Socken gesteckt, feste Schuhe, langärmelige Oberteile) sollte bei Aufenthalt im Freien bevorzugt getragen werden. Es werden Repellentien gegen Zecken angeboten, die in begrenztem Umfang auch Wirkung zeigen, jedoch meistens nur für kurze Dauer. Nach Aufenthalt in Gebieten mit hohem Zeckenvorkommen sollte stets eine sorgfältige Inspektion des Körpers erfolgen [98]. Anhaftende Zecken sollten schnellstmöglich entfernt werden, da die Gefahr einer Übertragung von *B. burgdorferi* mit zunehmender Dauer des Saugaktes steigt [18]. Wichtig für die Entfernung ist, dass ein Quetschen des Zeckenkörpers vermieden wird, denn dadurch besteht die Möglichkeit die Borrelien aus den Speicheldrüsen in die Wunde zu pressen. Anschließend sollte eine sorgfältige Wunddesinfektion erfolgen [16].

Eine prophylaktische Gabe von AB nach einem Zeckenbiss wird nach derzeitigem Wissenstand nicht empfohlen, da bisher kein Beweis für die Wirksamkeit besteht [95]. Entsprechende Vakzine stehen noch nicht zur Verfügung, da es schwierig ist einen Impfstoff zu entwickeln, der die Heterogenität der Borrelienstämme (verschiedene *OspA* und *OspC* Serotypen) vollständig erfasst [20]. Für einige Jahre gab es in den USA einen Impfstoff auf *OspA* Basis, der 2002 vom Markt genommen wurde, hierbei handelte es sich um rekombinantes *OspA* aus *B. burgdorferi sensu stricto* Stämmen [99], welcher auch nur gegen eben genannte Borrelien-Spezies wirksam ist, nicht aber gegen *B. garinii* oder *B. afzelii* [45].

Quarantänemaßnahmen oder besondere Vorkehrungen bei Kontakt sind bei der *LB* nicht erforderlich, da infizierte Personen nicht ansteckend sind und keine Übertragung von Mensch zu Mensch stattfindet [98].

1.10 Szientometrie und Bibliometrie

Die Begriffe *Bibliometrie* und *Szientometrie* werden sehr häufig sinnverwandt in der Literatur verwendet und gewinnen in der heutigen Wissenschaft immer mehr an Bedeutung. Urheber der *Bibliometrie* war Alan Pritchard im Jahr 1969. Seine Definition

Einleitung

der *Bibliometrie* basiert auf der Verwendung mathematisch-statistischer Methoden aus Büchern und anderen Medien der Verständigung [100]. Die *Bibliometrie* untersucht Zeitungen, Bücher sowie andere Bezugsquellen, um so Bibliothekssammlungen und Arbeitsleistungen mengenmäßig zu analysieren. Dadurch sollen Kommunikation, Information und wissenschaftliche Dokumentation verbessert werden. Durch bibliometrische Untersuchungen werden quantitative Aussagen über die Leistung an Publikationen möglich. Darüber hinaus wird sichtbar welchen internationalen Stellenwert diese Publikationen haben und wie die Einfügung in die Wissenschaftswelt verläuft [101].

Die *Szientometrie* wurde ebenfalls in den 60er Jahren geprägt und ermöglicht durch den Einsatz quantitativer Methoden, die Wissenschaft zu untersuchen. Sie befasst sich mit der Verwendung, Verbreitung und Entstehung von Informationen, wobei die Mechanismen der Wissenschaftsforschung hinsichtlich gesellschaftlicher Aktivitäten verdeutlicht werden sollen. Die Begründer der *Szientometrie* sind Nalimov und Mulchenko, die den Begriff erstmals prägten sowie Derek de Solla Price mit seinem Werk „*Little Science, Big Science*“ [102-104].

1.11 Ziele und Fragestellungen dieser Arbeit

B. burgdorferi als gut erforschter Erreger der *LB* zieht seit vielen Jahren großes Interesse auf sich. Die *LB* wird durch Zecken übertragen, die mit *B. burgdorferi* infiziert sind, und ist eine durch Vektoren übertragene bakterielle Erkrankung der nördlichen Hemisphäre [20]. Jährlich können steigende *LB*-Fälle verzeichnet werden, doch fehlen flächendeckende Angaben zur Inzidenz des Erregers, da unterschiedliche Meldepflichten und Herangehensweisen der Länder bestehen [25].

Bisher existiert keine Datenerhebung im Sinne einer profunden szientometrischen Untersuchung sämtlicher wissenschaftlicher Forschungsbeiträge zum Thema *B. burgdorferi*. Ziel ist es mit Hilfe einer szientometrischen Analysen die im Folgenden aufgeführten Schwerpunkte zu bearbeiten, um das aktuelle Forschungs- und Kommunikationsniveau hinsichtlich *B. burgdorferi* darzustellen.

Es werden folgende Schwerpunkte betrachtet:

- Gesamtanzahl an Publikationen

Die Gesamtanzahl der Veröffentlichungen zum Thema *B. burgdorferi* und ihre Entwicklung in einem definierten Zeitfenster von 1983 bis 2008 werden evaluiert.

Einleitung

- Sprachen und Erscheinungsformen

Die ermittelten Veröffentlichungen werden hinsichtlich ihrer Publikationssprache sowie Erscheinungsform untersucht und dargestellt.

- Länderspezifische Analysen

Darstellung der Gesamtpublikationen und Institutionen einzelner Länder. Zur kartographischen Veranschaulichung werden Diffusionskartenanamorphoten verwendet (Density-equalizing mapping). Des Weiteren werden Kooperationen auf internationaler Ebene sowie die Kooperation einzelner Institutionen untersucht und mittels Netzdiagrammen dargestellt.

- Analyse der Themengebiete (Subject Areas)

Die wichtigsten Themengebiete werden ermittelt und ihre Entwicklung in dem vorgegebenen Zeitfenster wird verfolgt. Zudem wird die Kooperation dieser Gebiete untersucht und mit Hilfe eines Netzdiagramms visualisiert.

- Zitationsanalysen

Die Publikationen werden hinsichtlich ihrer Anzahl an Zitaten analysiert, wobei sich Entwicklungen der Zitate hinsichtlich Erscheinungs- und Zitationsjahr ermitteln lassen. Zudem werden die Anzahl der Gesamtzitate und die Zitationsraten der einzelnen Länder mit Hilfe einer Kartenanamorphote verbildlicht. Fachzeitschriften welche die meisten Zitate erhalten haben können evaluiert werden sowie ihre Zitationsraten. Zudem wird die Anzahl themenbezogener Artikel der jeweiligen Fachzeitschriften dargestellt.

- Autorenanalysen

Die produktivsten Autoren werden ermittelt und ihr entsprechender H-Index soll Aufschluss über die Leistung der Autoren geben. Die Kooperationen der Autoren untereinander werden visualisiert sowie das Muster gegenseitiger Zitierungen.

2 Methodik

Das Kapitel der Methodik dient der Beschreibung der Vorgehensweise bei der Datenerhebung. Dabei werden die wichtigsten Datenbanken und die mit der Datenerhebung zusammenhängenden wichtigsten Faktoren erläutert, sowie entsprechende Suchstrategien dargestellt. Des Weiteren werden die einzelnen Analysen der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren, nach Sprachzugehörigkeit, die häufigsten veröffentlichenden Fachzeitschriften, Erscheinungsformen, Länderspezifische Analysen, Analysen der Themenbereiche, Zitationsanalysen und letztlich Autorenanalysen vorgenommen und ihre Verfahren erläutert.

2.1 Datenquellen/Bezugsquellen

Bei der Verwendung der Datenbanken steht in erster Linie das „*Web of Science*“ im Fokus der durchgeführten Untersuchungen, da hierdurch auch Analysen im Bereich der Zitationen möglich werden. Ergänzend ist die Datenbank „*PubMed*“ zu erwähnen, die jedoch für die Datenerhebung in dieser Arbeit von geringerer Bedeutung ist, denn die durchgeführte szientometrische Analyse zum Thema *B. burgdorferi* soll nicht nur quantitative Aussagen zulassen, sondern auch qualitative Fragestellungen ermöglichen.

2.1.1 Web of Science

Das „*Web of Science*“ (WoS) wurde vom „*Institute for Scientific Information*“ (ISI) gegründet und stellt einen Teil des „*ISI Web of Knowledge*“ dar. Es umfasst mehr als 10.000 Zeitschriften aus 256 Kategorien und mehr als 110.000 Protokolle aus den bedeutendsten Konferenzen, Symposien, Kolloquien, Workshops und Tagungen auf der ganzen Welt. Dabei reichen die ältesten Datenbestände zurück bis ins Jahr 1900 [105]. Für ein regelmäßiges Überarbeiten der Datenbank steht ein qualifiziertes Team zur Verfügung, welches im Jahr ca. 20.000 Zeitschriften analysiert, um stets neues Material für die Zitatdatenbanken bereitzustellen und altes Material, welches den Richtmaßen der ISI nicht gerecht wird, auszusortieren. Die Standards umfassen formale Merkmale welche sich auf die Veröffentlichung, die Anzahl der Zitierungen, den internationalen und regionalen Stellenwert sowie auf inhaltliche Aspekte beziehen. Weitere redaktionelle Richtlinien wie Vollständigkeit in Angaben zu den Autoren, informativer Zeitschriftentitel, Zusammenfassung (Abstract), Schlüsselwörter (Keywords) sowie das regelmäßige Erscheinen sind wichtige Aspekte, die für eine Auswahl relevant sind. Des

Weiteren werden sogenannte *Peer-Review* Verfahren angewandt. Hierbei sollen unabhängige Gutachter die Qualität wissenschaftlicher Publikationen sicher stellen [102, 106].

Die Datenbank *WoS*, die auch in dieser Arbeit als Hauptdatenquelle dient, ermöglicht Recherchen in Natur-, Geistes-, Sozial- und Kunstwissenschaften. Variable Suchoptionen erweitern zudem die gezielten Analysenmöglichkeiten.

Der Wissenschaftler Eugene Garfield gilt als einer der Urheber der *Bibliometrie* und damit auch der *Szientometrie*. Mit Gründung des *ISI* (1960) und des *Science Citation Index* (1963) schafft er eine der wichtigsten Datenbanken für wissenschaftliche Arbeiten. Der *Science Citation Index (SCI)* steht für eine wissenschaftliche Zitationsdatenbank, wobei Zitationen wissenschaftlicher Veröffentlichungen systematisch erfasst werden. Neben dem *SCI*, wird seit 1973 der *Social Science Citation Index (SSCI)* und seit 1978 der *Arts & Humanities Citation Index (A&HCI)* erarbeitet. Des Weiteren ist Garfield in großem Maße an der Entwicklung des *Impact-Faktors* beteiligt, ein Instrument, welches die Qualität einer Fachzeitschrift bewerten soll. Im Jahr 1992 wird das *ISI* durch den Informationskonzern Thomson übernommen und zieht letztlich die Namensfusion in „*Thomson Scientific*“ nach sich. Seit 2008 nennt sich das Unternehmen „*Thomson Reuters*“ durch Übernahme der Nachrichtenagentur Reuters [105, 107, 108].

2.1.2 PubMed

PubMed ist eine Online-Datenbank, welche vom „*National Center for Biotechnology Information*“ (*NCBI*) entwickelt wurde. Sie hat ihren Aufenthaltsort in der „*National Library of Medicine*“ (*NLM*). *PubMed* gewährt freien Zugang zu der Datenbank *MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online)*, einer bibliographischen Datenbank aus mehr als 5200 biomedizinischen Zeitschriften weltweit und einem Datenumfang der bis ins Jahr 1949 zurückreicht [109, 110]. Da über *PubMed* nur quantitative Aussagen möglich sind, kommt dieser Datenbank in der gegenwärtigen Arbeit lediglich eine untergeordnete Rolle zu wie bereits unter 2.1 erwähnt.

2.1.3 Medical Subject Headings (MeSH)

Die *NLM* konstituiert für die mehr als 5200 Fachzeitschriften so genannte *MeSH* (*Medical Subject Headings*). Hierbei handelt es sich um ein Wortnetz (*Thesaurus*), dessen Ziel in der Beschreibung bzw. Darstellung des entsprechenden Themengebietes besteht. Jeder bibliographischen Referenz werden dabei eine Reihe gezielter Wörter zugeordnet, welche in Relation zueinander stehen (Synonyme, Ober- bzw. Unterbegriffe) und das Attribut beschreiben. Die Aufgabe der *NLM* Mitarbeiter besteht in der Festlegung der *MeSH* und der Zuordnung zu den entsprechenden Themen sowie der Gliederung nach Alphabet als auch der Rangfolge. Dieses erlaubt eine gezielte Suche auf verschiedenen Ebenen. Zudem wird das *MeSH*-Vokabular regelmäßig aktualisiert und bereinigt. Verwendung finden die *MeSH* beim Ordnen von Medien- und Buchbeständen sowie bei der Indexierung von Datenbanken [111].

2.1.4 H-Index

Der H-Index auch bekannt unter dem Namen Hirschindex oder Hirschfaktor wurde im Jahr 2005 durch den Physiker Jorge E. Hirsch begründet. Hierbei werden die Publikationen eines Autors betrachtet sowie die Anzahl der Zitierungen zu diesen Publikationen. Sinngemäß bedeutet der H-Index, dass ein Autor einen Index „*h*“ hat, wenn „*h*“ von seinen gesamten „*N*“-Veröffentlichungen jeweils mindestens „*h*“ Zitierungen aufweist und andere Publikationen weniger als „*h*“ Zitierungen haben (*N-h*). In Zahlen gesprochen, gestaltet sich diese Formulierung dahin gehend: Wenn ein Autor einen H-Index von 30 hervorbringt, hat er 30 Artikel verfasst, die mindestens 30mal zitiert wurden. Zur Erhebung des H-Index schlägt Jorge E. Hirsch die Datenbank des *WoS* vor, mit dessen Hilfe dieser einfach ermittelt werden kann. Der Index stellt ein unkompliziertes Verfahren dar, wissenschaftliche Arbeiten zu bewerten [112].

2.1.5 Density Equalizing Map Projection (DEMP) und Methodik

Bei der *DEMP* handelt es sich um eine Technik die den Ideen der elementaren Physik zugrunde liegt. Zur Verbildlichung bestimmter Merkmale in Form einer Weltkarte werden so genannte Kartenanamorphoten erstellt, welche ein verzerrtes Bild einer Weltkarte beinhalten. Diese Karten werden mit Hilfe eines variablen Maßstabes erzeugt wobei sich die Flächen der Länder proportional zu einem selbst zu wählenden Faktor verhalten. Die topographischen Beziehungen werden in den kartographischen

Darstellungen beibehalten, jedoch projizieren sich die Flächen der einzelnen Länder in unterschiedlicher Größe entsprechend der Abhängigkeit zu einem ausgewählten Merkmal. Somit werden gewünscht veränderte Abbildungen erzeugt, die auf einfache Weise dem Betrachter eine Übersicht der Daten vermitteln bzw. ein einfaches Lesen einer merkmalsbasierten Landkarte ermöglichen.

Der Wissenschaftler Tobler entwickelte bereits in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts ein Programm zur Erstellung von Kartenanamorphoten. Hierbei sind die Länderflächen in vier- und sechseckige Zellen gegliedert, welche jeweils für sich skaliert werden. Die Flächen der Zellen wachsen oder schrumpfen entsprechend proportional zur Bevölkerungsdichte der Länder. Da die separate Skalierung ein unterschiedliches Wachstum der Zellen hervorruft, passen diese letztlich nicht mehr zusammen. Dem entsprechend wird durch Verwendung von Vektoren-Durchschnitten eine neue verzerrte Karte erstellt. Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis die benachbarten Zellen in die Fläche eingearbeitet werden können. Dieses kann sehr Zeitaufwendig werden und mitunter Überlappungen sowie starke Verformungen mit Verlust der Topographie nach sich ziehen.

Die Wissenschaftler Newman und Gastner präsentierten im Jahr 2004 die Methodik zur Erstellung der Diffusionskartenanamorphoten. Die Basis dieser Methodik beruht auf dem linearen Diffusionsprozess der elementaren Physik.

Die Methodik der von Newman und Gastner entwickelten Technik zur Erstellung von Diffusionskartenanamorphoten beruht wie zuvor erwähnt auf dem Diffusionsprinzip der Strömungsphysik. Zunächst erhalten alle Flächen der entstehenden Kartenanamorphote die gleiche Dichte. Die Bezugsgröße für die Dichteberechnung liefert die Population der Länder, fundiert durch die Dichtefunktion $\rho(r)$, wobei r die geographische Position repräsentiert. Dieser Dichtefunktion ist es möglich, von Bereichen hoher Dichte in Bereiche niedriger Dichte zu diffundieren. Diese Entwicklungen der dichteabhängigen Diffusionen verändern und verlagern die Umgrenzungen und Formen der Länder. Weisen die Länder eine größere Dichte auf als die durchschnittliche Dichte kommt es zur Vergrößerung, bei kleinerer Dichte zur Minimierung. Die zeitliche Begrenzung (t) ist bei unendlich gegeben.

Für den Erhalt der normalen Gliederung einer Weltkarte wird der Antarktis sowie den Meeren dieser Welt eine neutrale Dichte (Mittelwert der Populationsdichte) zugeschrieben. Sie weisen eine gleiche Dichte auf wie die durchschnittliche Dichte.

Demzufolge findet keine Veränderung der Größe statt und die topographische Gliederung ist gesichert [113].

In der vorliegenden Arbeit sind folgende Parameter als Merkmale für die Erstellung der Diffusionskartenanamorphoten gesetzt: Publikationszahlen, Gesamtzitate, H-Indices, publizierende Institutionen sowie Zitationsraten der einzelnen Länder.

Die Abbildungen der Weltkarten im Kapitel 3 (Ergebnisse) unterliegen dieser Diffusionsbasierten Methode zur Erstellung von Kartenanamorphoten.

2.2 Datenerfassung über das WoS

Die Erfassung der Veröffentlichungen zum Thema *B. burgdorferi* wurde mit dem WoS erstellt, welches unter 2.2.1 näher beschrieben ist. Anhand der Suchterme "*Borrelia burgdorferi*" OR "*Lyme disease spirochete*" wird die Datenbank WoS durchsucht und Publikationen, welche die vorgegebenen Suchbegriffe im Titel, der Zusammenfassung oder den Schlüsselwörtern enthalten, herausgefiltert. Dabei ist der Untersuchungszeitraum von 1983 bis 2008 festgesetzt. Anhand dieser Suchstrategie wurde eine bestimmte Anzahl von Publikationen ermittelt.

Diese Daten werden wiederum als Blöcke im Format „*Plain Text File*“ gespeichert, durchführbar mit Hilfe der Funktion „*Output Records*“. Pro Datenblock können maximal 500 *Records* (Publikationen) exportiert werden. Dementsprechend wird im Feld *Records* die Nummer der herunter zu ladenden Treffer manuell eingegeben (z. B. 1-500; 501-1000; 1001-1500 usw.) Durch diese Funktion ist es möglich alle im WoS gefundenen Ergebnisse als eine Textdatei zu speichern.

Zur Analyse und Verarbeitung der Daten helfen so genannte „*Tags*“ (Anhänger) des WoS welche in Tabelle 1 im Einzelnen aufgelistet sind. Ein „*Tag*“ beschreibt eine bestimmte Zusatzinformation, welche einer Datei angehängt ist. Jede Zeile beinhaltet dabei eine bibliographische Information. Durch das Auslesen der unterschiedlichen „*Tags*“ werden Untersuchungen der Autoren, Sprache, Dokumenttypen, Institutionen, Publikationsjahre, Quellenzeitschriften, Themengebiete und Länder möglich. Zitationsanalysen sind realisierbar durch den *SCI Expanded* (größere Online Version des *SCI*), der Bestandteil des WoS ist. Mit Hilfe der Funktion „*Citation Report*“ werden Untersuchungen von Zitationen nach Zitations- und Erscheinungsjahr, Zitationsraten, Halbwertszeiten, Zitationsmuster von Autoren, sowie zu meistzitierenden Fachzeitschriften möglich.

Tags	Bedeutung
AU	Autor
C1	Anschrift Autor
DE	Schlüsselwörter des Autors
ID	Zusätzliche Schlüsselwörter (vom WoS)
NR	Anzahl der Literaturquellen
PT	Nächster / Neuer Artikel
PY	Publikationsjahr
RP	Anschrift der korrespondierenden Autoren
SC	Fachkategorie
SN	ISSN Nummer des Journals
SO	Name des Journals
TC	Gesamtanzahl der erhaltenen Zitate
TI	Titel

Tabelle 1: Verwendung der Tags des WoS

2.2.1 Datenerhebung hinsichtlich der Herkunftsländer

Jede Publikation kann jeweils dem Ursprungsland zugeordnet werden. Dazu wird die *Tag-Funktion C1* verwendet, welche die Anschrift der Autoren auswertet und somit Rückschlüsse auf das Herkunftsland zulässt. Ist die Anschrift eines Autors nicht angegeben, bleibt die Möglichkeit der *Tag-Funktion RP*, wobei die Anschrift der korrespondierenden Autoren in Betracht gezogen wird. Der Anfang der ersten Zeile beinhaltet hierbei das publizierende Institut und das Ende das entsprechende Ursprungsland.

Die ermittelten Ländernamen werden mit einer Liste aus 251 Ländernamen synchronisiert. Die Synchronisierung hat den Hintergrund verschiedene Benennungen für ein und dasselbe Land zu einem Ländernamen zusammenzufassen und eine Identifikationsnummer festzulegen. Darüber hinaus werden Länder zusammengefasst die zu einem Staatenverbund gehören, wie zum Beispiel die Länder England, Schottland, Wales und Nordirland dem Oberbegriff Großbritannien oder auch die 50 Bundesstaaten der Vereinigten Staaten von Amerika unter dem Begriff der USA verweilen. Diese gilt unter anderem auch für Publikationen aus dem ehemals getrennten Deutschland (Bundesrepublik Deutschland und Deutsche Demokratische

Republik), die dem Begriff „Germany“ zugewiesen werden. Bei Ländern die in damaligen Zeiten vereint waren und in der Gegenwart als getrennte Länder vorliegen, muss eine genaue Analyse der Publikation hinsichtlich ihres Ursprungorts vorgenommen werden, um eine korrekte Zuordnung zu erzielen. Dies gilt vor allem bei Veröffentlichungen aus Teilen der ehemaligen Sowjetunion, Tschechoslowakei sowie Jugoslawien. Diese Abgleichungen sind zusätzlich bei der Erstellung der Kartenanamorphoten von Wichtigkeit.

Sind genaue Zuordnungen zu einem Herkunftsland, aufgrund fehlender Angaben der Anschriften von Autoren und korrespondierenden Autoren nicht möglich, wird die betreffende Publikation nicht in die Analyse der Länderzugehörigkeit einbezogen.

2.2.2 Datenerhebung hinsichtlich der Kooperationen

Die Untersuchung der Kooperationen wird durch die Verwendung eines speziellen Programms realisiert. Es handelt sich um ein gesondert entwickeltes Computerprogramm (C++) welches in Verbindung mit einer Microsoft Access Datenbank steht.

Hinsichtlich der Länderkooperationen werden die Autorenadressen ausgewertet. Dabei wird eine Liste erstellt, welche Angaben zum Herkunftsland, Artikelnummer und Publikationsjahr umfasst. Aus diesen Daten wird eine Matrix erstellt, die alle Länder beinhaltet, welche mindestens einmal in der Adressenliste auftauchen. Die ermittelten Länder (n) werden dabei senkrecht und waagrecht aufgelistet und nachfolgend evaluiert wie oft Land A mit Land B kooperiert, bzw. Land A mit Land C und Land C mit Land B. Als Beispiel zur Übersicht soll Tabelle 2 dienen.

Länder-Identifikationsnummern	Land A	Land B	Land C	...	N
Land A	/	10	20	40	1
Land B	10	/	30	15	2
Land C	20	30	/	5	3
...	40	15	5	/	0
N	1	2	3	0	/

Tabelle 2: Kooperationsmatrix der Länder

Deutlich wird unter anderem, dass die Kooperationswerte anhand einer Diagonalen gespiegelt werden, was wiederum für die Errechnung der Kombinationen den halben

Aufwand bedeutet. So beträgt die Kooperation zwischen Land B und C denselben Wert wie zwischen Land C und B.

Zur Veranschaulichung der Netzwerke von Kooperationen werden entsprechend Netzdiagramme erstellt. Kooperierende Parteien werden angeordnet und durch Verbindungslinien ihre jeweilige Zusammenarbeit gekennzeichnet. Die Intensität dieser Zusammenarbeit wird mit Hilfe von unterschiedlichen Farben (je nach Menge der Kooperationen) und unterschiedlicher Stärke der Verbindungslinien hervorgehoben. Um dabei eine angemessene Darstellung zu erlangen, wird zudem ein Schwellenwert eingeführt, der eine Erfassung von Kooperationen, die über diesem Wert liegen, absichert.

Die Analyse der Kooperationen hinsichtlich der Autoren, Institute und Fachgebiete werden auf gleiche Art und Weise ermittelt. Entsprechend findet hierbei die Auswertung der Basisdaten zu Angaben der Autoren, den publizierenden Instituten und den Themengebieten statt.

2.3 Analyse der *B. burgdorferi* Publikationen

Die Erfassung und Analyse der Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* wurden im Zeitraum vom 04.05.2009 bis zum 15.08.2009 vorgenommen. Die letzte Überarbeitung fand am 16.11.2009 statt. Anhand der unter 2.2 erläuterten Vorgehensweise wurden die Artikel mit Hilfe der Suchbegriffe "*Borrelia burgdorferi*" OR "*Lyme disease spirochete*" über das WoS ermittelt.

2.3.1 Analyse der Artikel nach Publikationsjahren

Anhand der unter 2.2 geschilderten Methodik wurden die Daten hinsichtlich ihrer Publikationsjahre untersucht und in einem Kurvendiagramm dargestellt. Die Analyse erfolgte am 04.05.2009.

2.3.2 Analyse der Artikel nach Sprachzugehörigkeit

Die Sprachzugehörigkeit der Publikationen wurde entsprechend der unter 2.2 erläuterten Methodik ermittelt. Im Analyse-Modus des WoS (*Analyze Results*) wurde die Sprachzugehörigkeit erforscht. Die Ergebnisse sind in einem Kreisdiagramm verbildlicht, wobei unter dem Begriff „Others“ (Andere) diejenigen Sprachen

zusammengefasst wurden, welche jeweils weniger als zehn Veröffentlichungen vorweisen. Die Untersuchung fand vom 06. bis 08.05.2009 statt.

2.3.3 Analyse der häufigsten Quellzeitschriften

Basierend auf der unter 2.2 beschriebenen Methodik fand die Analyse der Publikationen hinsichtlich der häufigsten Quellzeitschriften bzw. der Zeitschriften, welche am häufigsten zum Thema *B. burgdorferi* publizieren statt und wurde als Säulendiagramm veranschaulicht. Dabei wurde die Zitationsrate und Artikelanzahl kombiniert dargestellt. Die Untersuchung erfolgte am 15.05.2009.

2.3.4 Analyse der Dokumenttypen

Das Prinzip der Analyse der Dokumenttypen erfolgte analog zur Beschreibung unter 2.2 vom 20. bis 22.05.2009. Die Form bzw. der Typ der Veröffentlichung eines Dokumentes wurde hierbei untersucht und in der entsprechenden Häufigkeit als Kreisdiagramm dargestellt. Darin sind die Erscheinungsformen, welche jeweils weniger als zehn aufweisen, unter dem Begriff „Others“ (Andere) zusammengefügt.

2.3.5 Länderspezifische Analyse

Diese Untersuchungen beziehen sich auf die Herkunftsländer und wurden im Zeitraum vom 02. bis 20.06.2009 vorgenommen.

2.3.5.1 Anzahl der Veröffentlichungen der Länder

Die Publikationszahlen zum Thema *B. burgdorferi* in den einzelnen Ländern sind in einer Kartenanamorphote veranschaulicht. Für die Erfassung der Daten diente die unter Punkt 2.2.1 beschriebene Methodik. Entsprechend der Anzahl an Artikeln sind die Länder in verschiedenen Farben getönt und dimensioniert. Die Methodik der Kartenanamorphote ist unter 2.1.5 erläutert. Eine Erarbeitung dieser Ergebnisse fand am 08.06.2009 statt.

2.3.5.2 Anzahl publizierender Institutionen der Länder

Für die Darstellung der Anzahl publizierender Institutionen wurde eine Datenerhebung analog der unter 2.2 beschriebenen Methodik durchgeführt, welche als Grundlage für die Erstellung einer Kartenanamorphote anhand der unter 2.1.5 erklärten Methodik diente. Die Untersuchung dieses Schwerpunktes erfolgte am 10.06.2009.

2.3.5.3 Anzahl der Kooperationen der Institutionen

Die Zusammenarbeit der Institutionen ist in einem Netzdiagramm dargestellt, dieses wurde entsprechend dem Prinzip, unter 2.2.2 beschrieben, durchgeführt. Hierbei sind die Verbindungslinien proportional der Anzahl der Kooperationen der Institutionen dargestellt. Die Länderzugehörigkeit ist durch entsprechende Landesflaggen vor der jeweiligen Institution visualisiert. Bei jeder Institution stehen zwei Zahlenwerte in Klammern geschrieben, wovon der erste Wert die Gesamtzahl von Publikationen einer Institution angibt und der zweite Wert für die Anzahl an Publikationen, die in Kooperation mit anderen Institutionen entstanden sind, steht. Der Zahlenwert der unter oder neben der Verbindungslinie zweier Institutionen steht, stellt die Anzahl an Veröffentlichungen dar die ausschließlich in Kooperation dieser beiden Institutionen erfolgt sind. Die Schwelle für die Aufnahme in das Netzdiagramm bestand bei zehn Publikationen. Diese Datenerhebung erfolgte im Zeitraum vom 11. bis 13.06.2009.

2.3.5.4 Analyse der internationalen Länderkooperationen

Vom 15. bis 20.06.2009 wurde die Analyse der internationalen Länderkooperationen vorgenommen. Hierzu wurde die unter 2.2.2 erläuterte Methodik angewendet. Anhand eines Säulendiagramms sind die Anzahl der Kooperationsartikel und die entsprechende Anzahl kooperierender Nationen verbildlicht. Des Weiteren dient ein Netzdiagramm zur Vorstellung der internationalen Zusammenarbeit. Hierbei sind die Kooperationen zwischen den verschiedenen Ländern in unterschiedlicher Farbcodierung und Linienstärke je nach Anzahl der Kooperationen dargestellt. Die Grenze zur Erfassung der internationalen Kooperationen im Netzdiagramm liegt bei zehn Kooperationsartikeln. Hinter den jeweiligen Ländernamen steht in Klammern der Wert für die Anzahl der Gesamtveröffentlichungen eines Landes (erster Wert), sowie die Anzahl, die davon in Zusammenarbeit erfolgt ist (zweiter Wert). Zahlenwerte direkt unterhalb bzw. oberhalb einer Verbindungslinie liefern den Wert für die Anzahl der kooperierenden Artikel zwischen zwei Ländern.

In einem Kurvendiagramm ist zusätzlich die Entwicklung der Kooperationsartikel in ihrer Anzahl veranschaulicht.

2.3.5.5 Modifizierte H-Index Analyse der Länder

Der H-Index wird in seiner Bedeutung unter dem Punkt 2.1.4 beschrieben. Bezüglich dieser Ergebniserstellung ist ein modifizierter H-Index verwendet worden, welcher auf

die jeweiligen Länder hochgerechnet wurde. Die Visualisierung erfolgt durch eine Kartenanamorphote, die der Methodik von Punkt 2.1.5 entspricht. Hierbei werden Länder mit hohem H-Index vergrößert und Länder mit kleinerem H-Index wesentlich verkleinert bzw. teilweise ganz zusammengeschrumpft dargestellt. Die Länder werden je nach H-Index-Größe in verschiedenen Farben abgebildet, entsprechende H-Index-Werte und korrespondierende Farben sind der Legende zu entnehmen. Zeitpunkt der Erarbeitung dieser Analyse war der 09.06.2009.

2.3.6 Analyse der Themenbereiche (Subject Areas)

Die Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* werden jeweils bestimmten Themengebieten (Subject Areas) zugeordnet und können entsprechend der Methodik unter Punkt 2.2, evaluiert werden. Diese Datenuntersuchung entstand im Zeitraum vom 03. bis 10.07.2009.

2.3.6.1 Entwicklung der Themenbereiche (Subject Areas)

Die Entwicklung der zehn bedeutendsten Fachkategorien wird in einem Säulendiagramm veranschaulicht. Die jeweiligen Säulen spiegeln einen Fünfjahreszeitraum wieder, wobei sich die Subject Areas mit ihrem jeweiligen prozentualen Anteil in diesem Jahreszeitraum zu einem Balken aufsummieren. Es werden hierbei die jeweiligen Themenbereiche unterschiedlich farbcodiert. Die Anzahl der Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* werden in den jeweiligen Themenbereichen summiert und die Themenbereiche zu einem Balken zusammenaddiert. Bedingt durch wiederholtes publizieren in den verschiedenen Kategorien, d. h. ein und derselbe Artikel wird in mehreren Themenbereichen publiziert, werden teilweise insgesamt mehr als 250% erreicht. Die Methodik zur Evaluierung der Themenbereiche erfolgte nach dem Prinzip wie unter 2.2 beschrieben am 03.07.2009.

2.3.6.2 Analyse der Kooperationen verschiedener Themenbereiche

Die Zusammenarbeitsanalyse der verschiedenen Themenbereiche wurde analog der Methodik unter 2.2.2 erhoben. Dem entsprechend werden die Ergebnisse in einem Netzdiagramm verbildlicht. Anhand verschieden farbiger und unterschiedlich starken (je intensiver die bestehende Kooperation ist umso stärker) Verbindungslinien wird die jeweilige Kooperation zwischen den Subject Areas dargestellt. Die jeweiligen Zahlenwerte unter- oder oberhalb einer Verbindungslinie verdeutlichen die Anzahl an

Veröffentlichungen welche in Kooperation erfolgt sind. Zahlenwerte, die in Klammern stehend hinter den jeweiligen Subject Areas beschrieben sind, stellen die Gesamtzahl an Veröffentlichungen dar, die durch dieses Themengebiet erfolgt ist. Für die Aufnahme in das Netzdiagramm lag die Schwelle bei 20 Artikeln. Die Analyse fand vom 05. bis 10.07.2009 statt.

2.3.7 Zitationsanalysen

Analysen hinsichtlich der Zitationen wurden in dem Zeitraum vom 12. bis 25.07.2009 ausgeführt, wobei letzte Überarbeitungen am 16.11.2009 erfolgten. Im Folgenden sind die Inhalte, die Methoden und Darstellungsformen benannt

2.3.7.1 Analyse der Zitationen nach Zitations- und Erscheinungsjahr

Für die Untersuchung der Zitierungen von erfassten Daten zum Thema *B. burgdorferi* diente der *SCI Expanded* des *WoS*. Die entsprechende Methodik wird unter 2.2 beschrieben. Der „*Citation Report*“ ermöglichte hierbei die genaue Analyse der Zitationen hinsichtlich des Zitationsjahres und Erscheinungsjahres. Zur Darstellung dieser Analyse wird ein Säulendiagramm verwendet. Die Datenerhebung vollzog sich am 12.07.2009. Die Analyse der Zitationen nach Zitationsjahr geben Informationen wie hoch die Anzahl der Zitationen in den jeweiligen Jahren ist. Dadurch werden Rückschlüsse auf die Aufmerksamkeit, die ein bestimmtes Thema auf sich zieht möglich. Die Zitationen nach Erscheinungsjahr strukturiert, liefern ebenso einen Einblick in das Zitierverhalten und geben dabei die Erkenntnis zu den Jahren mit der größten Zitationsanzahl [101].

2.3.7.2 Analyse der Alterung der Literatur

Die Halbwertszeit bringt in Bezug auf die Zitationen die Alterung von Literatur zum Ausdruck, d. h. das Alter in dem die Zitationen auf die Hälfte (50%) ihres ursprünglichen informativen Werts abgefallen sind [102]. Zur Ermittlung der Alterung von Publikationen wurden die Daten wie unter 2.2 beschrieben, erhoben und mit Hilfe des „*Citation Reports*“ evaluiert. Dabei wurde ein Betrachtungszeitraum von 1983 bis 1997, 1983 bis 2002 sowie 1983 bis 2007 festgelegt und in einem Kurvendiagramm graphisch vorgestellt. Des Weiteren wird die durchschnittliche Anzahl der Seiten dieser Publikationen über einen bestimmten Jahreszeitraum als Kurvendiagramm verbildlicht. Diese Recherchen fanden am 14.07.2009 statt.

2.3.7.3 Zitationsraten der Publikationen pro Jahr

Die Zitationsrate entspricht der durchschnittlichen Menge der Zitierungen einer Publikation in einem Jahr. Für diesen Abschnitt der Datenerhebung wurde die Untersuchung entsprechend dem unter 2.2 beschriebenen Prinzip, vorgenommen und unter Zuhilfenahme des „*Citation Reports*“ weitergehend analysiert. Dadurch konnte für ein Publikationsjahr die Summe der Zitationen der Veröffentlichungen ermittelt werden. Dieses Ergebnis wiederum wurde der Summe der Veröffentlichungen des entsprechenden Jahres gegenübergestellt, woraus sich die durchschnittliche Zitationsrate ergibt. Berücksichtigung finden nur Jahre in denen die Veröffentlichungen bei einer Menge über 30 liegen. Diese Untersuchung erfolgte am 16.07.2009 und wird in Form eines Kurvendiagramms verbildlicht.

2.3.7.4 Gesamtzitationen der einzelnen Länder

Die Gesamtzahl der Zitationen der einzelnen Länder wurde am 17.07.2009 untersucht und erfolgt entsprechend der Methodik unter 2.2.1 sowie mit Hilfe des „*Citation Reports*“. Diese bildet die Grundlage für die Erstellung einer Kartenanamorphote, welche unter 2.1.5 dokumentiert wird. Gleiches gilt für die Erstellung der Zitationsrate der einzelnen Länder, die ebenfalls in einer Kartenanamorphote verbildlicht wird. Die Länder mit einer hohen Anzahl an Gesamtzitationen beziehungsweise einer hohen Zitationsrate werden vergrößert, Länder mit geringen Zahlen hingegen verkleinert gezeigt. Die Länder sind je nach Zahlenwerten entsprechend der Legenden unterschiedlich farbig gekennzeichnet.

2.3.7.5 Analyse der am häufigsten zitierten Fachzeitschriften

Diese Ergebniserstellung erfolgte am 20.07.2009, gemäß der unter 2.2 beschriebenen Methodik. Dabei wurden die herausgefilterten Zeitschriften hinsichtlich der Summe ihrer Zitierungen gelistet und sortiert, wobei die Funktion „*Times Cited*“ des WoS hilft. Auf diesem Wege wurden die meist zitierten Arbeiten bestimmt, welche weiterhin über die „*Analyze-Results*“ Funktion mit ihren entsprechenden Fachzeitschriften in Verbindung gebracht werden konnten. Die Ergebnisse sind in einem Balkendiagramm sichtbar.

2.3.8 Autorenanalysen

Die Autorenanalysen fanden im Zeitraum vom 10.08. bis 28.09.2009 statt. Letzte Überarbeitungen erfolgten am 24.10.2009.

2.3.8.1 Analyse der wichtigsten Autoren

Die 15 wichtigsten Autoren, welche bisher zum Thema *B. burgdorferi* publiziert haben, wurden entsprechend der unter 2.2 beschriebenen Vorgehensweise ermittelt. Hierbei wurden Unterscheidungen zwischen dem Auftreten als Erst-, Senior- und Koautor vorgenommen und die jeweiligen Arbeiten eines Autors zu einem Balken aufsummiert. Des Weiteren wurden die bedeutendsten fünfzehn Autoren bezogen auf ihre Zitanzahlen evaluiert. Die Anzahl der Artikel ist hierbei mit grauen Säulen und die Anzahl an Zitate mit schwarzen Säulen verdeutlicht. Als graphische Darstellung dient jeweils ein Säulendiagramm, welches am 10.08.2009 erstellt wurde.

2.3.8.2 Zitationsraten der Autoren

Zur Ermittlung der Zitationsrate wird entsprechend der unter 2.2 beschriebenen Methodik verfahren und mit Hilfe des „*Citation Reports*“ weiter untersucht. Ähnlich dem Prinzip wie unter 2.3.7.3, beschrieben wurde auch die Zitationsrate der Autoren ermittelt. Zunächst wurden die bedeutendsten Autoren ermittelt. Daraufhin wurde die Summe an Zitierungen, die den entsprechenden Autoren während eines Jahres zuzuordnen sind, durch die Gesamtanzahl der Publikationen des betreffenden Jahres dividiert. Zum einen wird im Ergebnis die Anzahl an Publikationen der entsprechenden Autoren mit schwarzen Balken veranschaulicht und zum anderen die durchschnittliche Zitationsrate der Autoren als grauer Balken verbildlicht. Diese Untersuchung wurde am 13.08.2009 durchgeführt und in Form eines Balkendiagramms dargestellt.

2.3.8.3 H-Indices der Autoren

Der H-Index ist unter 2.1.4 erläutert. Die Datenerhebung erfolgte nach dem unter 2.2 dokumentierten Prinzip, wobei die fünfzehn produktivsten Autoren ausgelesen wurden. Zur Ermittlung des H-Index wird der „*Citation Report*“ herangezogen. Die Artikel eines Autors wurden hinsichtlich ihrer Anzahl an Zitierungen in absteigender Reihenfolge gelistet und ausgewertet. Dabei wurde die Rangnummer eines Artikels mit der Anzahl der Zitierungen gegenübergestellt. Der H-Index ergab sich an der Schnittstelle wo Rangnummer und Anzahl der Zitierungen sich überschneiden. Diese Untersuchung fand am 15.09.2009 statt und ist in der Ergebniserfassung als Balkendiagramm dargestellt.

2.3.8.4 Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses

Am 17.09.2009 erfolgte die Datenerhebung hinsichtlich der Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses. Analog der beschriebenen Methodik unter 2.2 wurden die Daten evaluiert und graphisch in einem Kurvendiagramm kenntlich gemacht. Auch hier diente der „*Citation Report*“ als Hilfsmittel in der Datenauswertung. Diese Untersuchung erfolgte am 16.09.2009.

2.3.8.5 Analyse der Autorenkooperationen

Eine Analyse der Autorenkooperationen erfolgte gemäß der unter Abschnitt 2.2.2 beschriebenen Vorgehensweise und wurde am 18.09.2009 erhoben. Mit Hilfe eines Netzdiagrammes werden die Beziehungen der Autoren untereinander verdeutlicht, wobei je nach Kooperationsanzahl untereinander die Verbindungslinien entsprechend in Stärke und Farbe gekennzeichnet sind. Zudem erwähnenswert sind die Zahlenwerte, die in Klammern hinter den jeweiligen Autoren aufgeführt sind und im Einzelnen die Gesamtanzahl der individuellen Veröffentlichungen, das Auftreten als Erstautor sowie als Seniorautor darstellen. Die Schwelle zur Aufnahme in das Netzdiagramm lag bei fünfzehn Kooperationsartikeln.

2.3.8.6 Analyse der am meisten zitierten Autoren

In diesem Abschnitt der Untersuchung wurden die zehn meistzitierten Autoren anhand der unter 2.2 beschriebenen Methodik ermittelt. Unter Zuhilfenahme des *Citation Reports* wurden für jeden einzelnen der zehn Autoren die Anzahl der Selbstzitationen sowie die Werte erforscht inwiefern bzw. wie oft sie die anderen Autoren zitieren. Diese Werte wurden in einer Kooperationsmatrix dokumentiert, wobei die Hauptdiagonale die Anzahl der Selbstzitationen wiedergibt.

Zur graphischen Darstellung wurde ein Netzdiagramm entwickelt welches mit Pfeildarstellungen arbeitet, indem ein Pfeil auf den jeweils zitierten Autor verweist. Die höheren Zitierwerte wurden durch blaue Pfeile dargestellt, die niedrigeren durch schwarze. Die Pfeilstärke verhält sich proportional zur Anzahl der Zitierungen. Die Werte, die in Klammern hinter den Autorennamen angegeben sind, liefern die Zahl der Selbstzitationen des jeweiligen Autors. Zahlenwerte die ober- bzw. unterhalb oder neben den Verbindungspfeilen aufgezeichnet sind, stellen den jeweiligen Wert der Zitierungen dar. Die Schwelle zur Aufnahme in das Netzdiagramm wurde bei 40 Zitierungen gesetzt. Diese Untersuchung erfolgte vom 19. bis 28.09.2009.

3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden entsprechend der unter Kapitel 2 beschriebenen Methoden, die Ergebnisse dokumentiert und visualisiert. Wie bereits erwähnt dienten als Quelle für die Datenerhebung das „Web of Science“ (*Institute for Scientific Information/Thomson Reuters*) sowie das „PubMed“ (*National Library of Medicine*). Für den untersuchten Zeitraum von 1983 bis 2008 konnten insgesamt 7001 Publikationen lokalisiert werden, welche sich inhaltlich mit dem Thema *B. burgdorferi* auseinandersetzen. Erste Veröffentlichungen wurden dabei erst im Jahr 1983 ausfindig gemacht. Diese Publikationen werden anhand verschiedener Betrachtungsstandpunkte in diesem Kapitel untersucht und in entsprechenden Graphiken verbildlicht.

3.1 Anzahl der Artikel nach Publikationsjahren

Zunächst wird die Entwicklung der Anzahl von Publikationen über die Jahre von 1983 bis 2008 betrachtet und in einem Kurvendiagramm verbildlicht (siehe Abbildung 3), entsprechend der unter 2.2/2.3.1 beschriebenen Methodik.

Im ersten Abschnitt der Kurve, beginnend im Jahr 1983 bis 1990, zeigt sich ein stetiger bis stufenartiger Anstieg, welcher sich ab 1990 bis zum Jahr 1993 als sprunghaft verlaufender Abschnitt fortsetzt. Für den Zeitraum von 1993 bis 2008 zeigt sich der Kurvenverlauf als stagnierend, der eine Konstanz auf hohem Niveau aufweist.

In Zahlen ausgedrückt liegen erste Veröffentlichungen zu Beginn der 80er Jahre (1983) bei einer Anzahl von einer Publikation, steigern sich 1986 bereits auf 48 bis hin zu 122 Publikationen im Jahr 1990. Die Anzahl der Veröffentlichungen wächst in den nächsten drei Jahren bis 1993 um mehr als das Dreifache auf einen Wert von 393 und erreicht hiermit das bisherige Maximum. In den weiteren Jahren von 1994 bis 2008 schwanken die Werte in dem bereits beschriebenen stagnierenden Niveau, zwischen 329 (2005) und 391 (1999 und 2006) Publikationen.

Ergebnisse

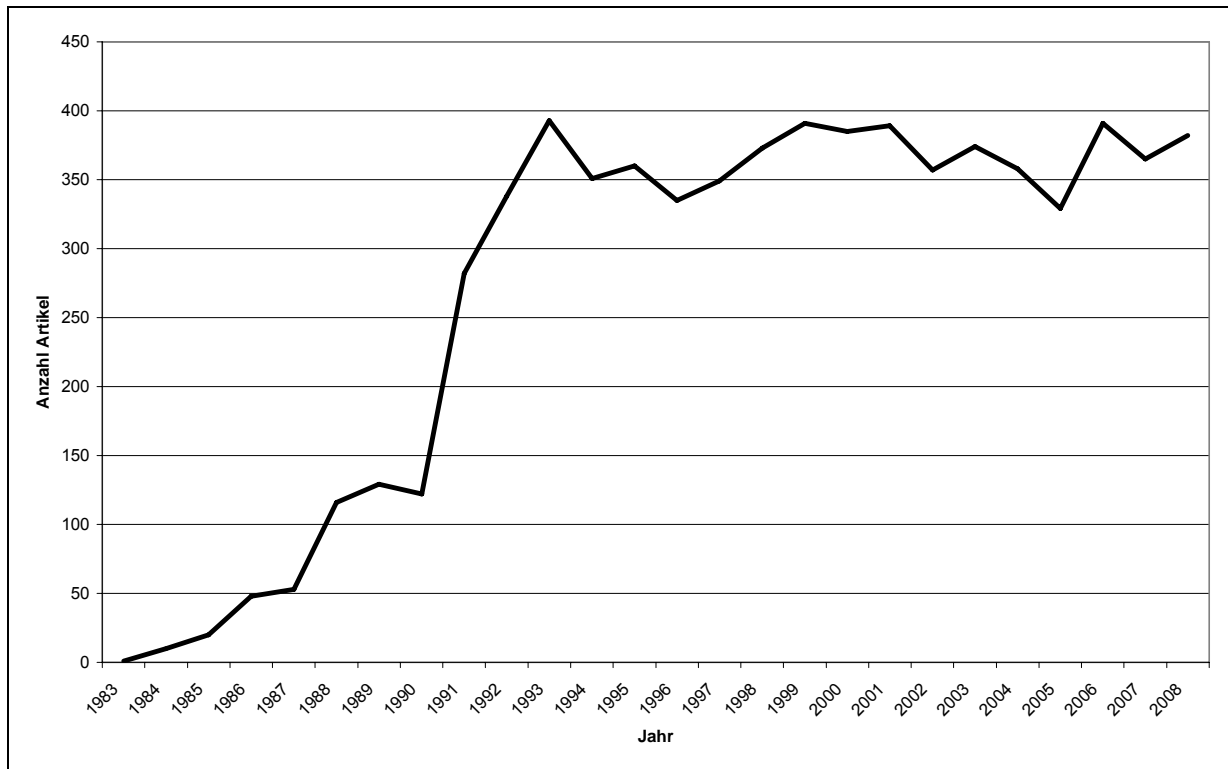


Abbildung 3: Diagramm - Artikelanzahl pro Jahr im Zeitraum von 1983 bis 2008

3.2 Artikel nach Sprachzugehörigkeit

Die Analyse der 7001 Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* offenbart eine Vielfalt von fünfzehn verschiedenen Sprachen und wird anhand der unter 2.3.2 dokumentierten Methodik evaluiert.

Es ergibt sich eine deutliche Dominanz der englischen Sprache. Mit insgesamt 6598 Publikationen sind mehr als 90% der 7001 Artikel in Englisch verfasst worden. Die Zweithäufigste Sprachzugehörigkeit, jedoch mit deutlichem Abstand, ist die deutsche Sprache, mit knapp drei Prozent (193 Artikel). Französisch zeigt einen Anteil von weniger als zwei Prozent mit 118 Veröffentlichungen. Prozentanteile von unter eins präsentieren die Sprachen Spanisch (46 Artikel), Polnisch (21 Artikel) und Russisch (dreizehn Artikel). Weitere neun Sprachen (Portugiesisch, Chinesisch, Tschechisch, Holländisch, Italienisch, Ungarisch, Japanisch, Slowakisch und Rumänisch) bilden die Kategorie „Others“ (Andere), da jeweils weniger als Zehn Veröffentlichungen je Sprache publiziert wurden (siehe Abbildung 4).

Ergebnisse

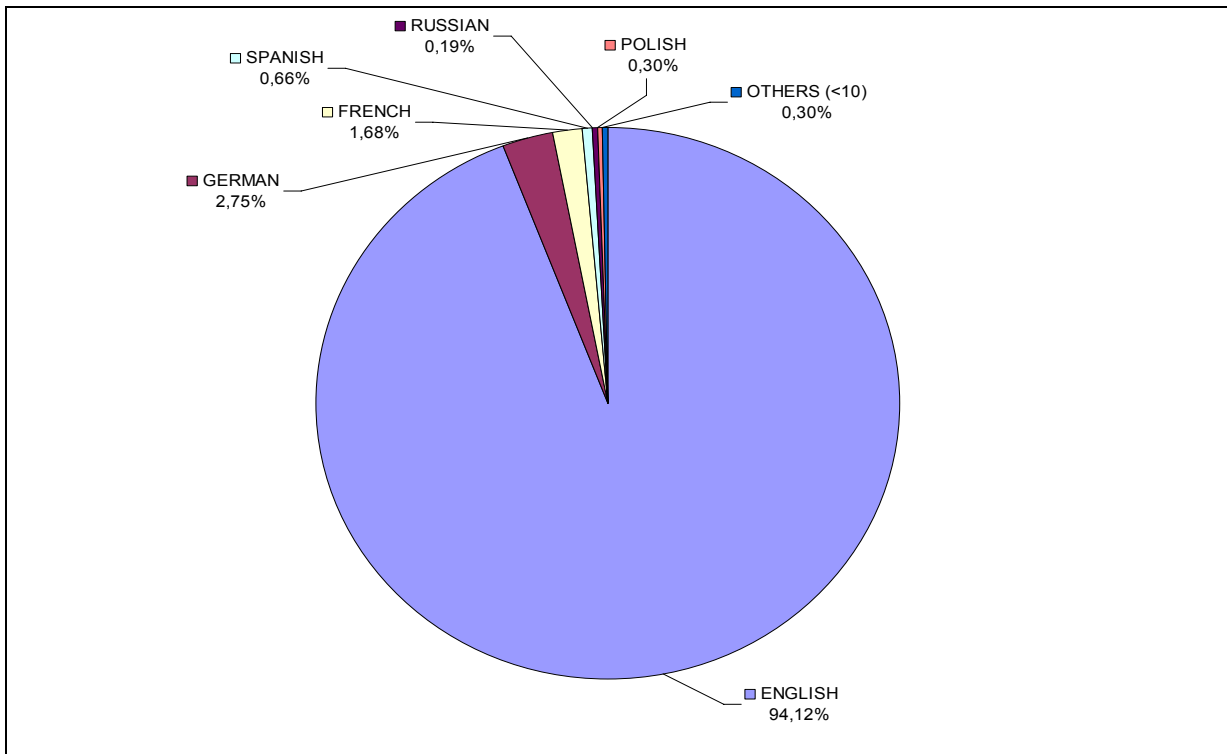


Abbildung 4: Kreisdiagramm - Sprachzugehörigkeit der Artikel

3.3 Häufigsten Quellenzeitschriften

Nachfolgend werden die fünfzehn häufigsten Quellenzeitschriften in einem Säulendiagramm (Abbildung 5) hinsichtlich ihrer Anzahl an themenbezogenen Artikeln (*B. burgdorferi*) dargestellt. Das methodische Prinzip ist unter 2.3.3 erläutert.

Das „*Journal of Infection and Immunity*“ (Infect Immun) weist mit 551 die meisten Artikel auf, gefolgt vom „*Journal of Clinical Microbiology*“ (J Clin Microbiol) mit 361 Artikeln. An dritter Stelle mit 261 publizierten Arbeiten steht das „*Journal of Medical Entomology*“ (J Med Entomol).

Weiterhin bedeutende Anteile entfallen auf die Zeitschriften „*Infectious Disease*“ (J Infect Dis: 192) und „*International Journal of Medical Microbiology*“ (Int J Med Microbiol: 161), dicht gefolgt vom Bereich der „*Bacteriology*“ (J Bacteriol) mit 151 Veröffentlichungen. Zeitschriften wie das „*Infection*“ (74), „*Wiener klinische Wochenschrift*“ (Wien Klin Wochenschr: 71), „*FEMS Microbiology Letter*“ (FEMS Microbiol Let: 69) sowie das „*Annals of the New York Academy of Sciences*“ (Ann NY Acad Sci: 65) zeigen eine ähnliche Anzahl an themenbezogenen Publikationen.

Ergebnisse

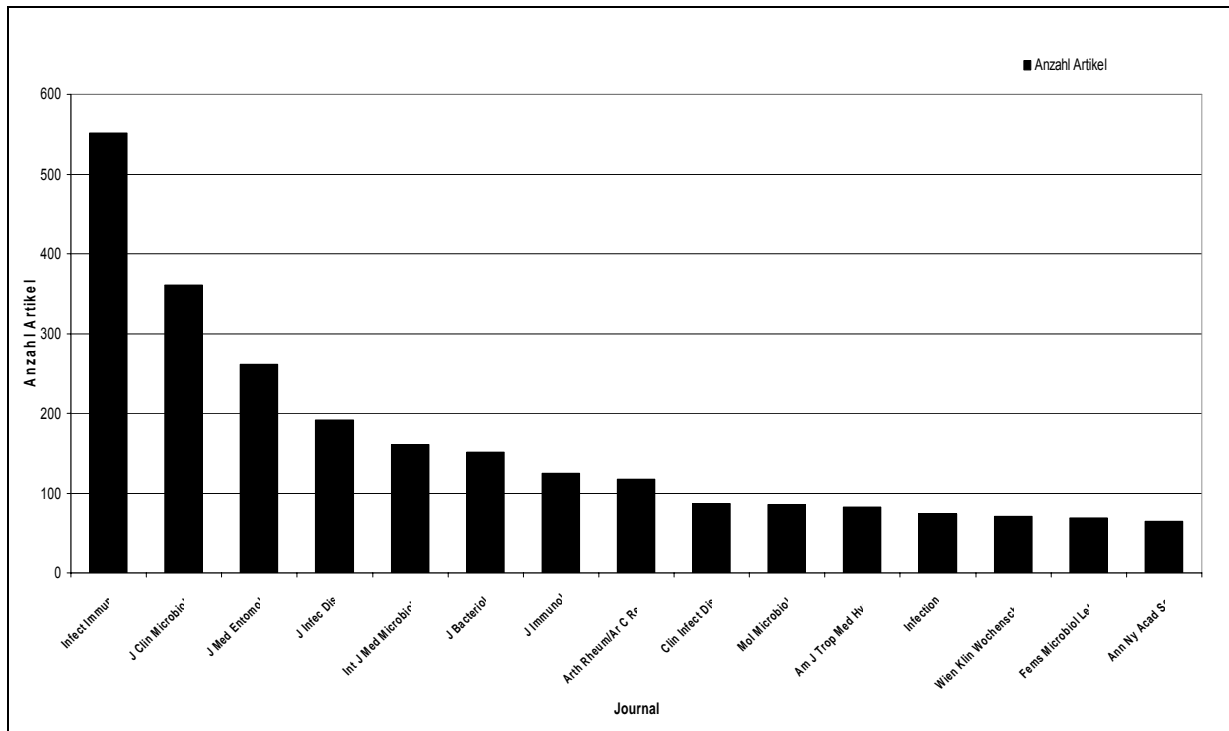


Abbildung 5: Säulendiagramm - Analyse der Quellenzeitschriften nach Anzahl der Artikel

3.4 Die Erscheinungsformen der Publikationen

Die Analyse der Erscheinungsformen wird gemäß der Methodik unter 2.3.4 dargelegt, ermittelt.

Die Mehrzahl der Veröffentlichungen (insgesamt 5193 von 7001) ist in der Form des „Articles“ erschienen. Ihr Anteil liegt im Kreisdiagramm (siehe Abbildung 6) bei 75%. Nachfolgend stellen „Reviews“ mit 7% (457) und „Proceeding Papers“ mit 6% (452) weitere Erscheinungsformen dar. Publikationen in Form von „Meeting Abstracts“ mit 4% (303), „Notes“ mit 3% (227) und „Letters“ mit ca. 3% (223), sowie „Editorial Materials“ mit einem Prozent (104) stellen sich in geringerer Menge dar. Zusätzliche Formen der Veröffentlichungen („Correction“, „Correction Addition“, „Discussion“ und „News Item“) liegen in ihrer Anzahl jeweils bei unter 100 und werden unter „Others“ (Andere) zusammengefasst. Sie ergeben als Einheit einen prozentualen Anteil von eins.

Ergebnisse

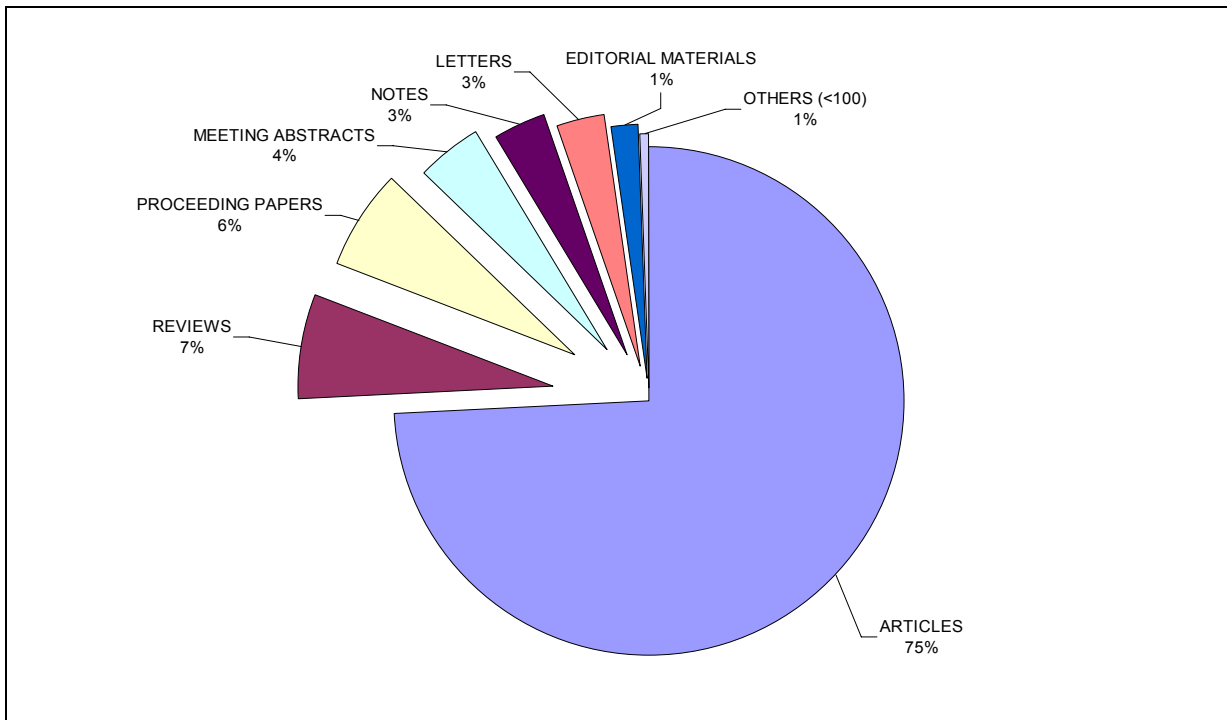


Abbildung 6: Kreisdiagramm - Erscheinungsformen der Publikationen

3.5 Länderspezifische Ergebnisse

Die in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf unterschiedliche Schwerpunkte wie die Anzahl an Veröffentlichungen und die Anzahl publizierender Institute in den einzelnen Ländern. Internationale Kooperationen der Institute, internationale Kooperationen der Länder hinsichtlich der Anzahl von Artikeln sowie die H-Indices der publizierenden Länder werden vorgestellt.

3.5.1 Anzahl der Veröffentlichungen der Länder

Die in Abbildung 7 ersichtliche kartographische Darstellung veranschaulicht eine weltweite Übersicht bezüglich der Anzahl an Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* in den einzelnen Ländern. Die entsprechende Methodik ist unter 2.3.5.1 erläutert.

Überdimensioniert dargestellt werden dabei die Länder mit den meisten Publikationen wie die USA (hier Braun eingefärbt) mit mehr als 3.793 und Deutschland (hellorange) mit mehr als 958 Veröffentlichungen. Frankreich und Großbritannien mit 348 und 263 Publikationen reihen sich ins vordere Mittelfeld ein (hellgrün). Dicht dahinter folgen die Schweiz (231), Österreich (203), Italien (194) und Schweden (193). Japan (182) und Kanada (141) liefern ebenfalls eine hohe Anzahl an Artikeln. Große Kontinente wie Asien, Afrika und Südamerika werden kartographisch minimiert abgebildet, die Anzahl

Ergebnisse

der Artikel bewegt sich zwischen 74 bis nahezu Null. Länder wie z. B. Russland (66), China (40), Brasilien (38) und Südkorea (29) mit einem geringen Publikationsaufkommen aber mehr als zehn Artikeln (blau bis dunkelblau) sind in dieser Darstellung der Impuls dafür, dass diese Kontinente nicht gänzlich zusammengeschrumpft dargestellt sind.

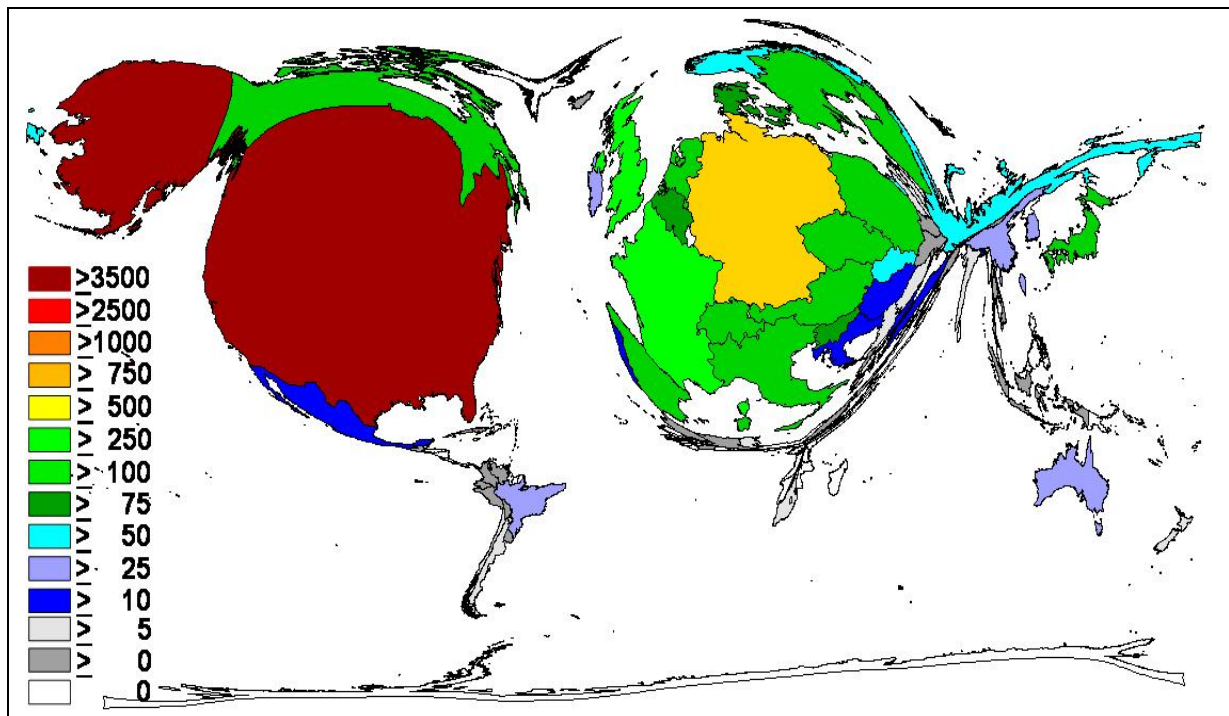


Abbildung 7: Kartenanamorphote - Anzahl der Veröffentlichungen der Länder

3.5.2 Anzahl publizierender Institutionen der Länder

Die Anzahl meistpublizierender Institutionen der jeweiligen Länder weltweit wird in Abbildung 8 demonstriert. Analog zu Abbildung 7, werden die Länder diesmal jedoch hinsichtlich ihrer Anzahl an Institutionen unterschiedlich gefärbt dimensioniert und visualisiert. Die farbliche Skalierung der Anzahl der Institutionen ist in der Farblegende in Abb. 8 veranschaulicht. Die Methodik ist unter 2.3.5.2 vorgestellt.

Eine deutliche Mehrheit mit 980 Institutionen zeigt die USA (braun eingefärbt). Deutschland folgt an zweiter Stelle mit nahezu 390 Institutionen (grün eingefärbt), welche zum Thema *B. burgdorferi* veröffentlicht haben. Die Länder Frankreich (186), Japan (130), Großbritannien (129) und Italien (105) reihen sich hinter den USA und Deutschland an und werden in der Karte als türkisfarbene Flächen sichtbar. Des Weiteren folgen die Niederlande (92), Spanien (90) und Schweden (79) gekennzeichnet

Ergebnisse

als blaue Flächen. Die Schweiz (72), Kanada (66), Österreich (60), und Polen (59), sowie Tschechien (53) und China (52) verzeichnen mehr als 50 Institutionen (dunkelblau). Südamerika, Afrika und große Teile Asiens (graue Farbtöne) werden aufgrund geringer Anzahlen von Institutionen verkleinert abgebildet.

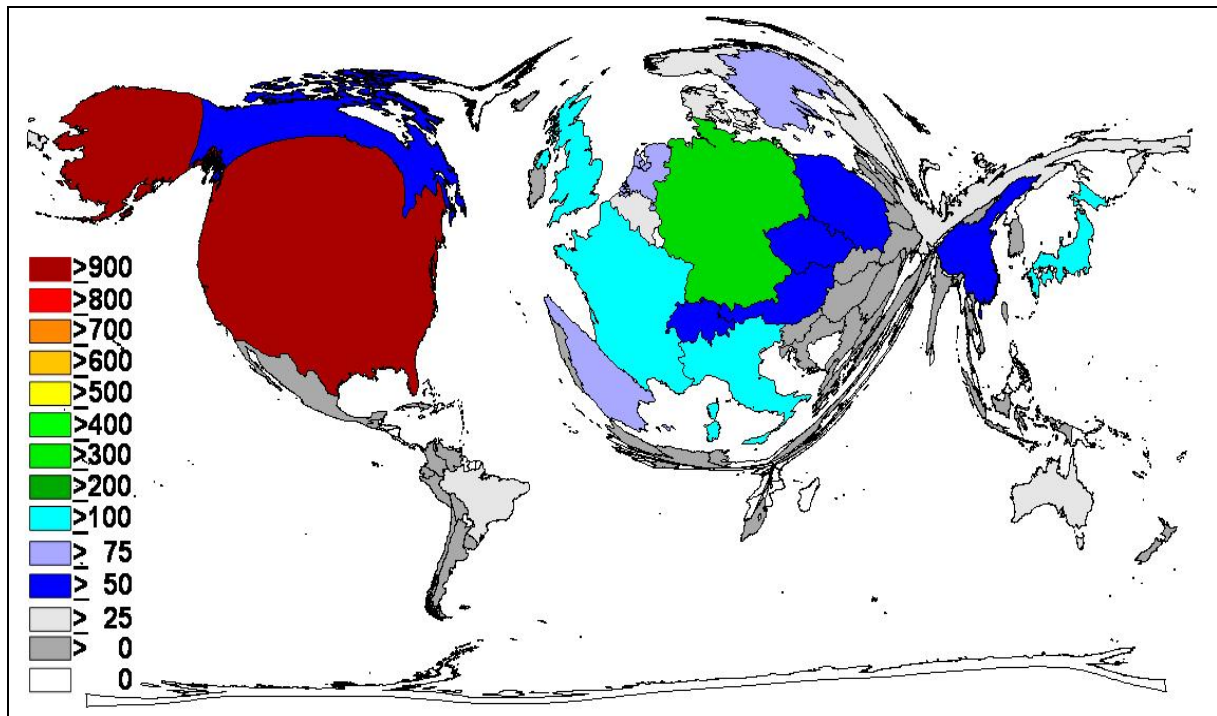


Abbildung 8: Kartenanamorphote - Anzahl publizierender Institutionen der Länder

3.5.3 Kooperationen der Institutionen

Die Zusammenarbeit der Institutionen zum Thema *B. burgdorferi* ist in einem Netzdiagramm (siehe Abbildung 9) verdeutlicht. Die Methodik für diese Analyse erfolgt gemäß 2.3.5.3. Die bedeutendsten Kooperationen werden nachfolgend beschrieben.

In den USA zeigt sich eine weitläufige, netzartige und dominierende Verzweigung zwischen mehreren Institutionen, wobei die Universität von Yale (Yale Univ) eine der wichtigsten zentralen Institutionen darstellt (insgesamt 336 Veröffentlichungen davon 202 in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen). Dabei besteht die größte Anzahl an Kooperationen (37) mit der „Connecticut Agriculturell Experiment Station“ (Connecticut Agr Expt Stn), gekennzeichnet durch eine dicke rote Verbindungslinie, gefolgt von den Universitäten von Connecticut (29 Kooperationsartikel) und Harvard (26) als orange Verbindungslinien. Weitere bedeutende Verknüpfungen bestehen u. a. zu der

Ergebnisse

Universität von Kalifornien (Univ Calif Davis) mit 23 und zum „*New York Medical College*“ (New York Med Coll) mit 24 gemeinsamen Artikeln (gelbe Verbindungslinien).

Eine zentrale Rolle in Deutschland nimmt die Universität von Heidelberg (Univ Heidelberg) ein, welche bereits 109 Veröffentlichungen zum Thema *B. burgdorferi* vorweisen kann wovon 93 in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen entstanden sind. Eine bedeutende Kooperation besteht mit dem Max Planck Institut (Max Planck Inst Immunobiol), hier sind 32 Publikationen in Kooperation verzeichnet (rote Verbindungslinie). Die Universität Heidelberg zeigt zusätzlich enge Zusammenarbeit mit dem Universitäts-Hospital in Frankfurt (Univ Hosp Frankfurt), mit 30 Kooperationsartikeln (orange Linie).

In Großbritannien können zwei Institutionen, mit einem Kooperationsvolumen von zwölf Publikationen (grüne Linie) verdeutlicht werden, es handelt sich um die Universität von Oxford (Univ Oxford) und das „*Natural Environment Research Council*“ (NERC).

Zusätzlich konnte eine Zusammenarbeit zwischen Deutschland und den USA ausfindig gemacht werden, zwischen der Universität von Kentucky (Univ Kentucky) und den Universitäten von Heidelberg und Frankfurt mit jeweils zehn Veröffentlichungen (hellblaue Verbindungslinie).

Ergebnisse

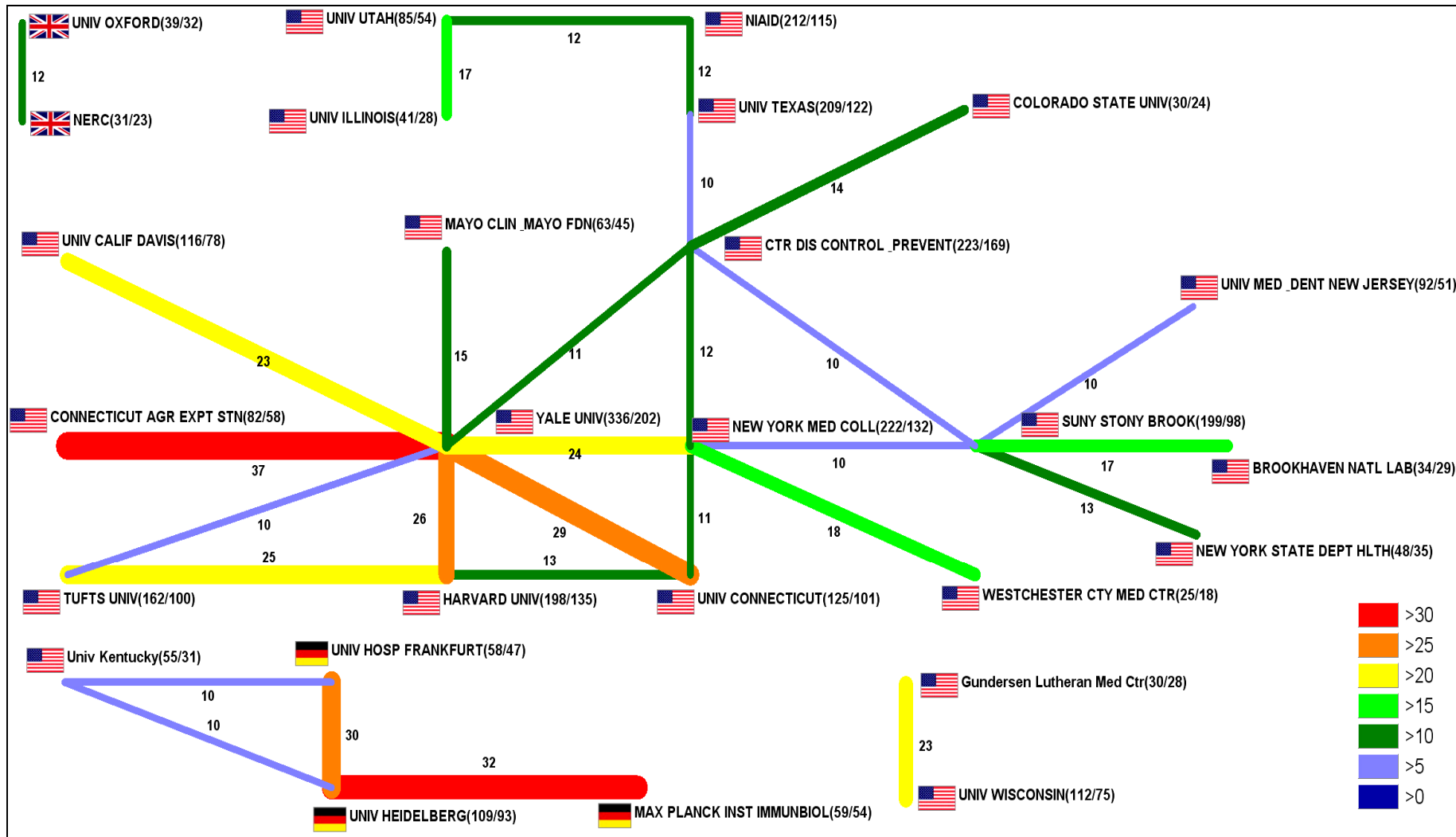


Abbildung 9: Netzdiagramm - Anzahl der Kooperationen der verschiedenen Institutionen

3.5.4 Internationale Länderkooperationen

Die internationale Zusammenarbeit der einzelnen Länder wird in den nachfolgenden Abbildungen 10 bis 12 dargestellt. Ihre Methoden sind unter 2.3.5.4 erläutert.

Von den insgesamt 7001 *B. burgdorferi* Publikationen stammen 891 aus der Zusammenarbeit unterschiedlicher Länder. Um einen Überblick zu erhalten wie viele Artikel auf Basis einer Kooperation zweier oder mehrerer Nationen entstanden sind, soll Abbildung 10 dienen. Bezogen auf die 891 Kooperationsartikel sind 749 Veröffentlichungen aus der Gemeinschaftsarbeit zweier Nationen entstanden. Bei der Zusammenarbeit von drei Ländern sinkt die Zahl auf 105 Publikationen. Je mehr Länder kooperieren, umso mehr sinkt die Anzahl publizierter Artikel. So sind bei vier kooperierenden Ländern noch 21, bei fünf Ländern noch sechs und bei sechs kooperierenden Ländern lediglich noch fünf Veröffentlichungen zu verzeichnen. Sieben bis zehn sowie zwölf kooperierende Länderanzahlen liefern jeweils eine gemeinsame Publikation.

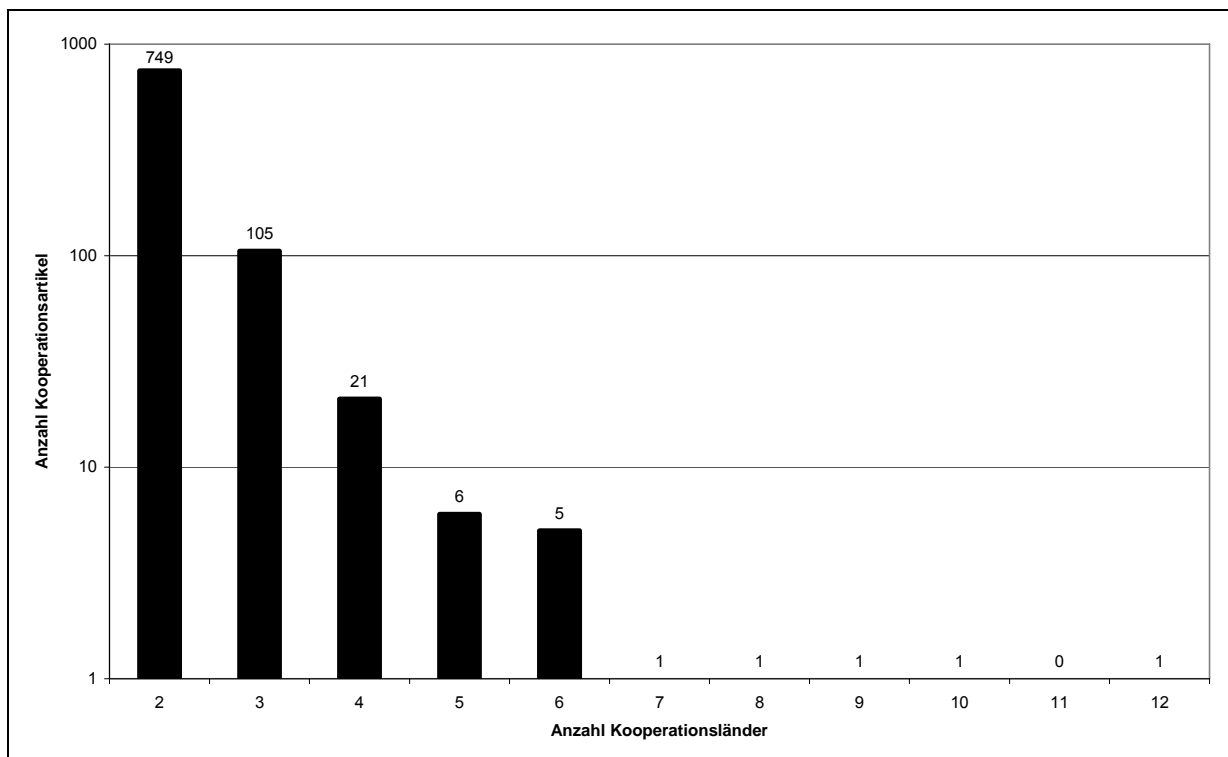


Abbildung 10: Säulendiagramm - Anzahl der Kooperationsartikel und Länder

Zur Darstellung der internationalen Beziehungen im Forschungsfeld *B. burgdorferi* wird ein Netzdiagramm (siehe Abbildung 11) zu Hilfe genommen.

Ergebnisse

Dabei wird eine herausragende Verknüpfung zwischen den USA und Deutschland mit 110 Kooperationen verdeutlicht (dicke rote Verbindungslinie). Die USA zeigt ebenfalls reges Zusammenwirken (siehe hellgrüne Verbindung) mit Kanada (46) und Frankreich (52). Zusätzlich erwähnenswert sind die Verknüpfungen (dunkelgrüne Verbindungslinien) nach Großbritannien mit 37, nach Schweden und Japan mit jeweils 35 und der Schweiz mit 34 Kooperationsartikeln. Die USA zeigen sich als Mittelpunkt, von dem sternenförmig Kooperationen in zahlreiche Länder der Welt ausgehen. Neben den bereits erwähnten Verbindungen lassen sich zusätzlich Zusammenarbeiten mit Russland, Brasilien, Belgien, China, Dänemark, Taiwan, Australien, Finnland, Österreich, Niederlande, Slowenien, Italien und Spanien ablesen. Die Anzahl der kooperierenden Publikationen liegen zwischen zehn und 28.

Deutschland verbildlicht eine ähnlich große Verzweigung zu zahlreichen Ländern dieser Welt. Neben 110 Kooperationsartikeln mit den USA sind weiterhin besonders prägnant Kooperationen mit Österreich (40 Kooperationsartikel) und der Schweiz (34 Kooperationsartikel). Darüber hinaus bestehen Verknüpfungen mit Großbritannien, Schweden, Niederlande, Finnland, Slowenien, Japan, Frankreich und Italien. Die Menge der in Zusammenarbeit entstanden Veröffentlichungen, beläuft sich zwischen zehn und 26.

Ergebnisse

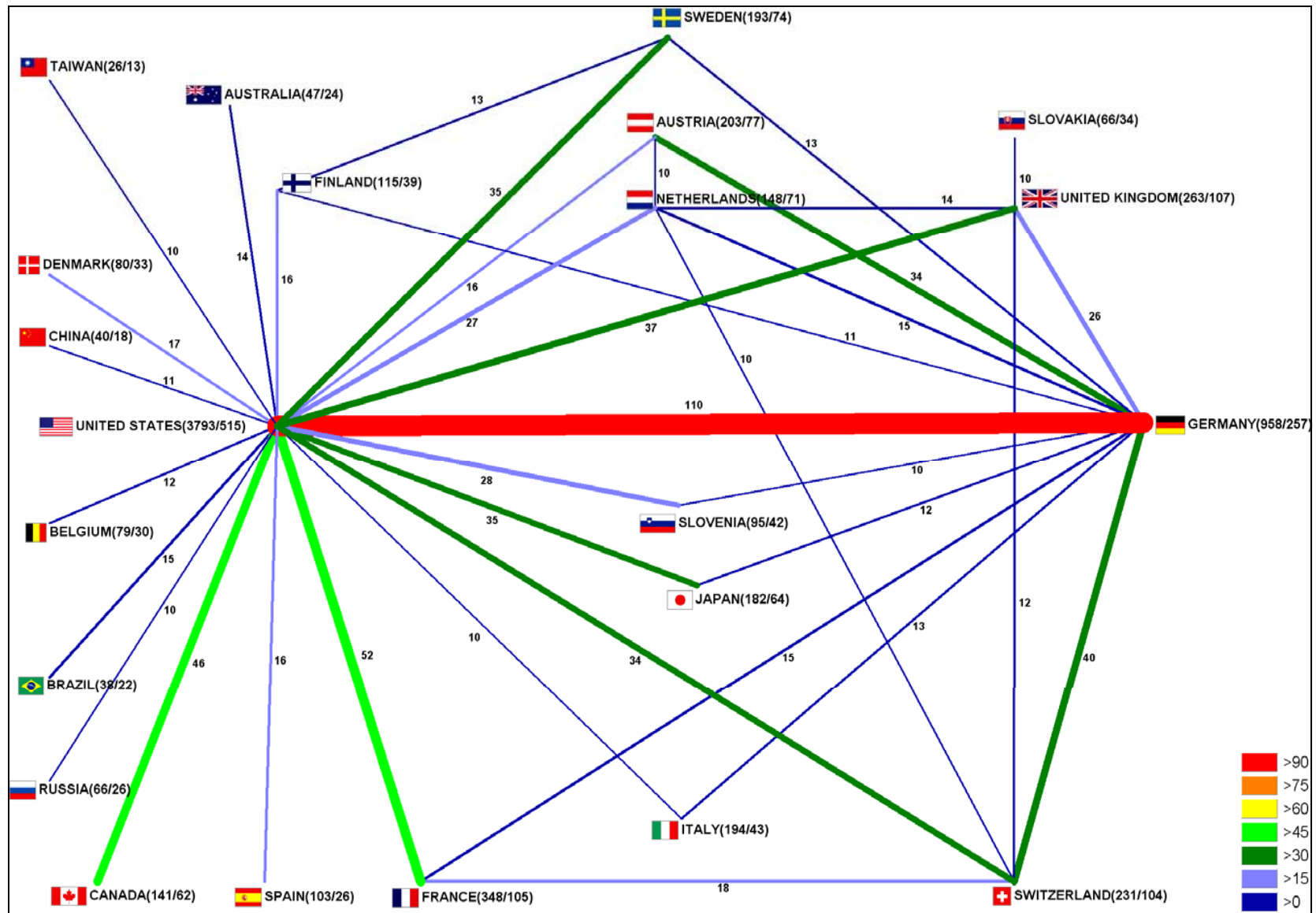


Abbildung 11: Netzdiagramm - internationale Kooperationen der Länder

Ergebnisse

Die Entwicklung der Kooperationsartikel zwischen verschiedenen Ländern über den Zeitraum von 1986 bis 2008 ist in einem Kurvendiagramm kenntlich gemacht (siehe Abbildung 12).

Im zeitlichen Verlauf betrachtet ist seit Beginn der 80er Jahre bis zum Jahr 2008, bei der Anzahl von Kooperationsartikel, ein deutlich steigender Trend zu verfolgen. Beginnend mit einem Kooperationsartikel 1986 erhöht sich die Anzahl nach zehn Jahren bereits auf 32, bis 1998 schließlich auf 57 Artikel. Während in den darauf folgenden Jahren (1999 bis 2001) die Anzahl der Artikel zwischen 57 und 42 einen schwankendes Auf und Ab darstellen, entwickelt sich der Trend ab 2002 in Richtung einer deutlichen Aufwärtsbewegung. Die Kooperationsartikel steigern sich von dort an auf 63, bis hin zu 79 gemeinschaftlichen Publikationen im Jahr 2007 und auf 83 im Jahr 2008.

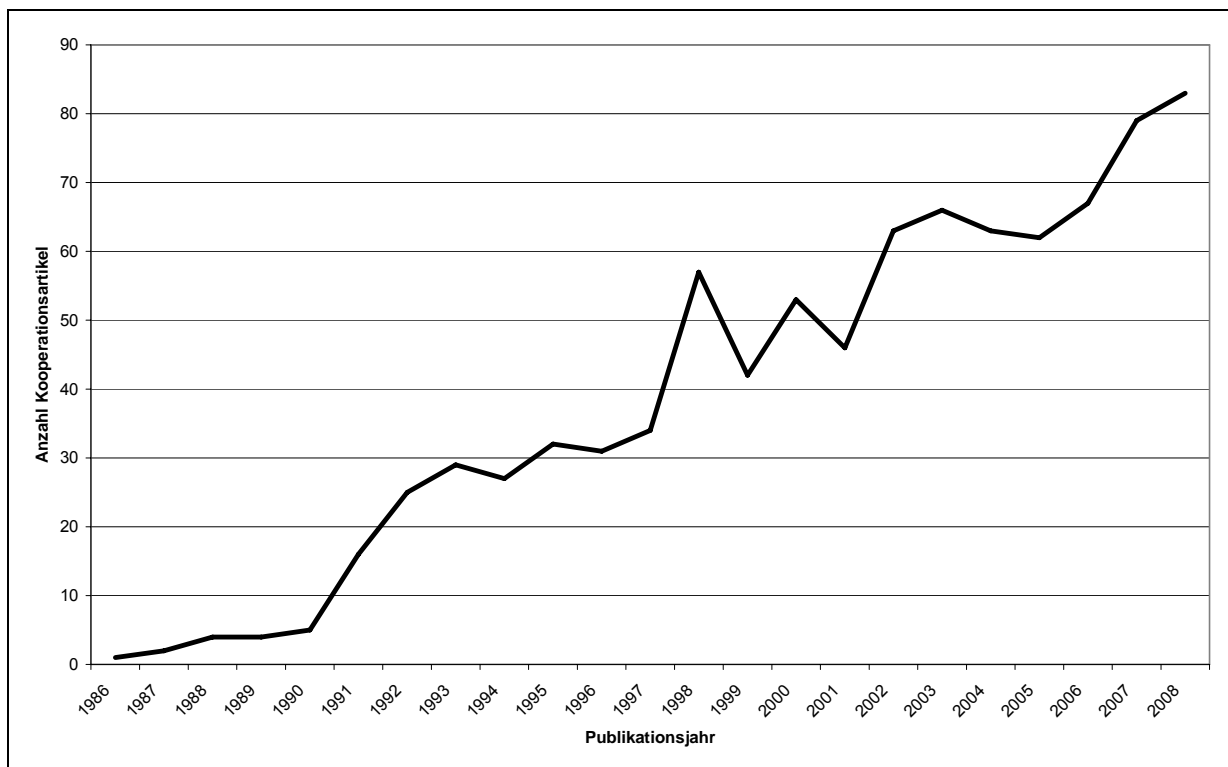


Abbildung 12: Diagramm - Entwicklung der Anzahl der Kooperationsartikel von 1986 bis 2008

3.5.5 Modifizierter H-Index der Länder

Für einen Überblick der H-Indices einzelner Länder dient eine Kartenanamorphote als Weltdarstellung, die in Abbildung 13 veranschaulicht wird. Die Untersuchung erfolgt gemäß der unter 2.3.5.5 dokumentierten Methodik.

Ergebnisse

Die USA zeigt sich als braune vergrößerte Fläche, welche für einen H-Index von ≥ 120 (123) steht. Deutschland schließt (orange eingefärbt) an zweiter Stelle an mit einem H-Index von 68. Dicht gefolgt von Ländern wie Frankreich (45) und Großbritannien (40), hier als gelbe Flächen erkennbar. Der überwiegende Anteil der europäischen Länder liegt mit seinen H-Indices zwischen ≥ 20 bis ≥ 5 (siehe grüne Farbtöne), wie z. B. Japan (32), Niederlande (32), Österreich (28), Finnland (26), sowie Tschechien, Australien und Irland (jeweils 18). Dazu gehören außerdem Länder wie Norwegen und Russland (jeweils 16), China und Brasilien (jeweils 11) aber auch Neuseeland, Bulgarien und Tunesien mit einem H-Index von jeweils sechs. Sehr geringe H-Indices von unter fünf (türkis) zeigen sich in Ländern wie z. B. Südafrika (4), Ungarn (3), Vereinigten Arabischen Emiraten (2) und Teilen von Südamerika, dementsprechend minimiert werden diese Länder abgebildet.

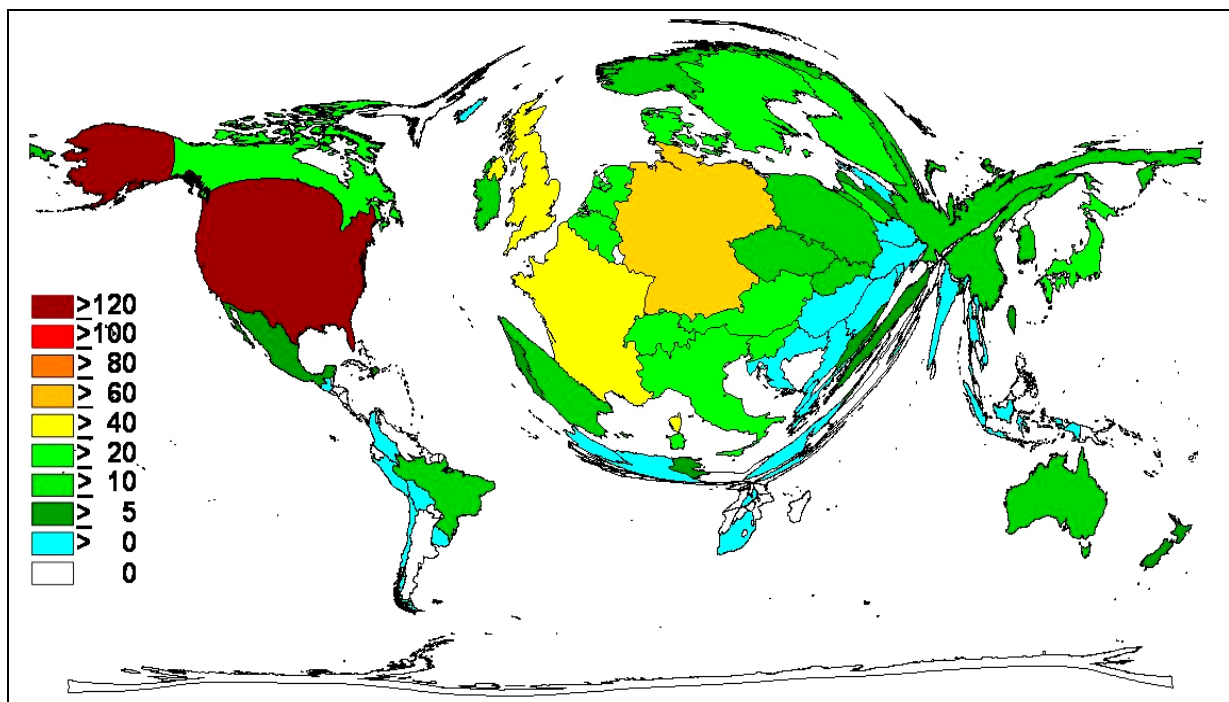


Abbildung 13: Kartenanamorphote – Modifizierter H-Index der Länder

3.6 Themenbereiche (Subject Areas)

Artikel zum Thema *B. burgdorferi* werden in unterschiedlichen Fachzeitschriften bestimmten Themenbereichen zugeordnet. Diesbezüglich wird in diesem Abschnitt verdeutlicht, welche die zehn wichtigsten Bereiche darstellen. Es soll ihre Entwicklung im Zeitraum von 1984 bis 2008, die wichtigsten Kooperationen dieser Themenbereiche

Ergebnisse

untereinander sowie die Anzahl an Artikeln in Kombination der Themengebiete untersucht werden. Die entsprechenden Methodiken sind unter 2.3.6.1 und 2.3.6.2 beschrieben.

3.6.1 Entwicklung der Themenbereiche

Die zehn häufigsten Themenbereiche und ihre Entwicklung bzw. ihr Umfang an themenbezogenen Veröffentlichungen in den Jahren von 1984 bis 2008 wird in einem Säulendiagramm (Abbildung 14) aufgezeigt. Im ersten Jahreszeitraum von 1984 bis 1988 zeigen sich ähnlich niedrige Anteile der zehn häufigsten Themengebiete. Den niedrigsten Prozentanteil liefert „*Biochemistry & Molecular Biology*“ mit 0,23%, und dem gegenüber höchsten Anteil liefert „*Clinical Neurology*“ (7,59%). Von 1989 bis 1993 kann in allen Bereichen eine deutliche Zunahme verzeichnet werden, besonders „*Clinical Neurology*“, „*Rheumatology*“, „*Medicine, General & Internal*“ zeigen einen Prozentanteil von jeweils durchschnittlich 30%. In den darauf folgenden Jahren (1994 bis 1998) zeigt sich in fast allen Subject Areas ein Anstieg auf über 20%, somit liefern die Bereiche „*Entomology*“ (29%) und „*Rheumatology*“ (32,9%) die größten Anteile, „*Biochemistry & Molecular Biology*“ (15,5%) und „*Public, Environmental & Occupational Health*“ (19%) die niedrigsten Anteile. Insgesamt summieren sich die Subject Areas in diesem Zeitraum (1994 bis 1998) zusammen auf 251% und steigert sich in den nächsten fünf Jahren um nochmals mehr als 10% (267%, 1999 bis 2003), im Gegensatz zum Jahreszeitraum von 1984 bis 1988, wo lediglich 30,5% in der Gesamtheit erreicht werden.

Der Themenbereich „*Biochemistry & Molecular Biology*“ entwickelt in den Zeiträumen 1999 bis 2003 (38,5%) und den darauf folgenden fünf Jahren (36,4%) eine deutliche Zunahme an themenbezogenen Veröffentlichungen, gleichsam dem „*Public, Environmental & Occupational Health*“ (1999 bis 2003: 29,5%; 2004 bis 2008: 35,3%). Abnehmende Tendenz im Zeitraum von 2004 bis 2008 finden sich in den Bereichen „*Clinical Neurology*“ (17,6%), „*Rheumatology*“ (13%) und „*Medicine, General & Internal*“ (10,4%). Bis auf letztgenannte Ausnahmen liegt der durchschnittliche Prozentanteil der anderen Themengebiete im Zeitraum von 2004 bis 2008 bei ca. 30%, während dieser von 1984 bis 1988 bei ca. 3% lag.

Ergebnisse

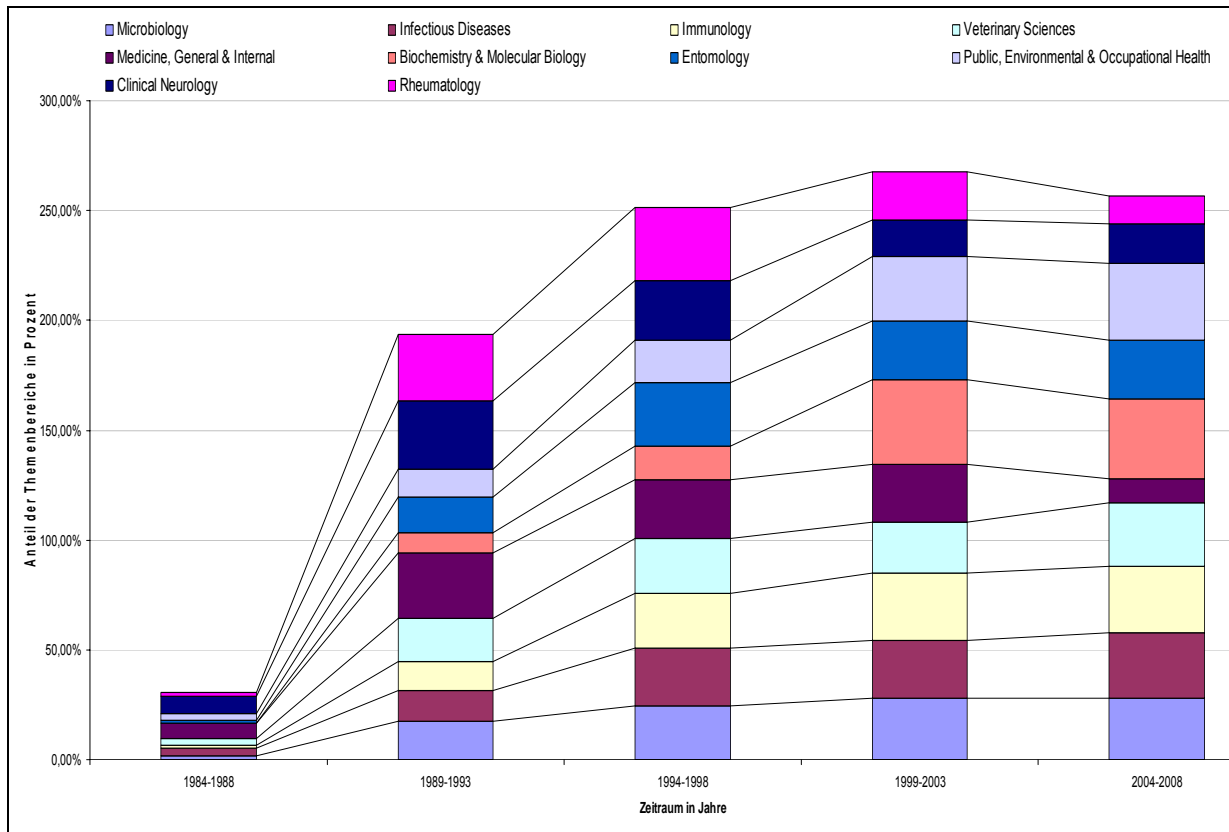


Abbildung 14: Säulendiagramm - Entwicklung der Subject Areas von 1984 bis 2008

3.6.2 Kooperationen verschiedener Themenbereiche

Die Kooperationen der verschiedenen Themenbereiche sind in einem Netzdiagramm (Abbildung 15) verdeutlicht. Die Methodik erfolgt wie unter 2.3.6.2 beschrieben.

Ein hervorstechendes Zusammenwirken (rote Verbindungslinie) besteht zwischen der „*Infectious Diseases*“ (mit insgesamt 1461 Publikationen) und dem „*Immunology*“ (1414 Publikationen), von denen in Kooperation 851 Publikationen entstanden sind. Zudem besteht eine erhöhte Zusammenarbeit mit der „*Microbiology*“ (insgesamt 1722 Publikationen) und der „*Infectious Diseases*“ (295 Kooperationsartikel) sowie der „*Immunology*“ (355), erkennbar anhand der grünen Verbindungslinien. Der Themenbereich „*Microbiology*“ zeigt auch weitläufige Verzweigungen zu den Bereichen „*Biochemistry, Molecular Biology*“ (113 Kooperationen), „*Biotechnology, Applied Microbiology*“ (91), „*Virology*“ (184) und zahlreichen anderen. Weitere bedeutsame Verbindungen bestehen zwischen den Gebieten „*Veterinary Sciences*“ und „*Entomology*“ mit 296 Kooperationsartikeln (grüne Verbindungslinie).

Ergebnisse

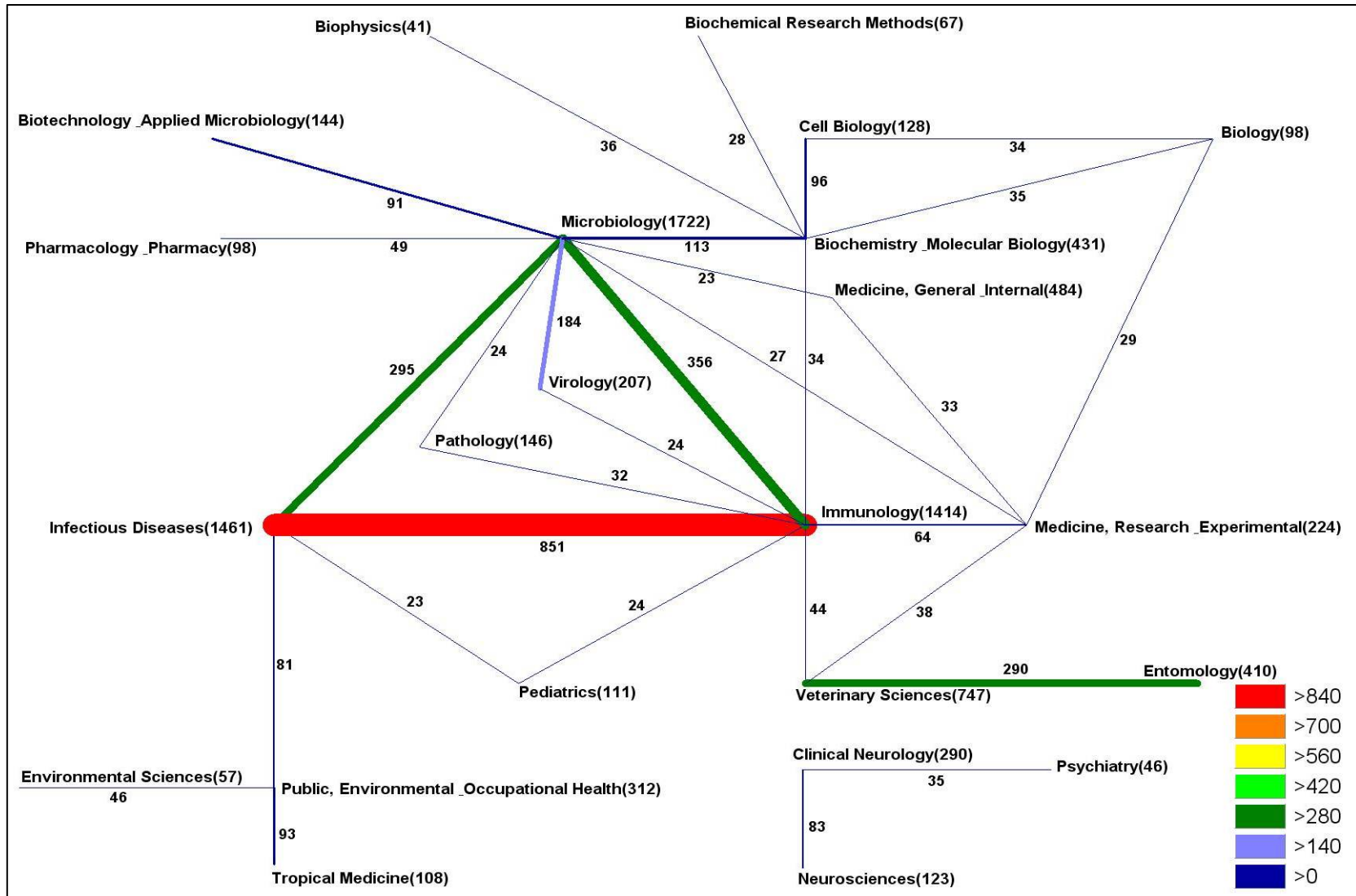


Abbildung 15: Netzdiagramm - Kooperationen der Subject Areas (Themenbereiche)

Ergebnisse

Bei Betrachtung der Gesamtmenge von Kombinationsartikeln je nach Anzahl von Themengebieten ergibt sich das in Abbildung 16 dargestellte Säulendiagramm. Innerhalb eines Themengebietes ergeben sich 4.090 Artikel, bei der Kombination zweier Themengebiete hingegen sinkt die Anzahl auf 2.349. Je mehr Themengebiete kooperieren umso weniger Artikel sind erschienen, bei drei Themengebieten 526 Artikel, bei vier Themengebieten 33 Artikel und bei der Kooperation von fünf Themengebieten lediglich noch drei Artikel.

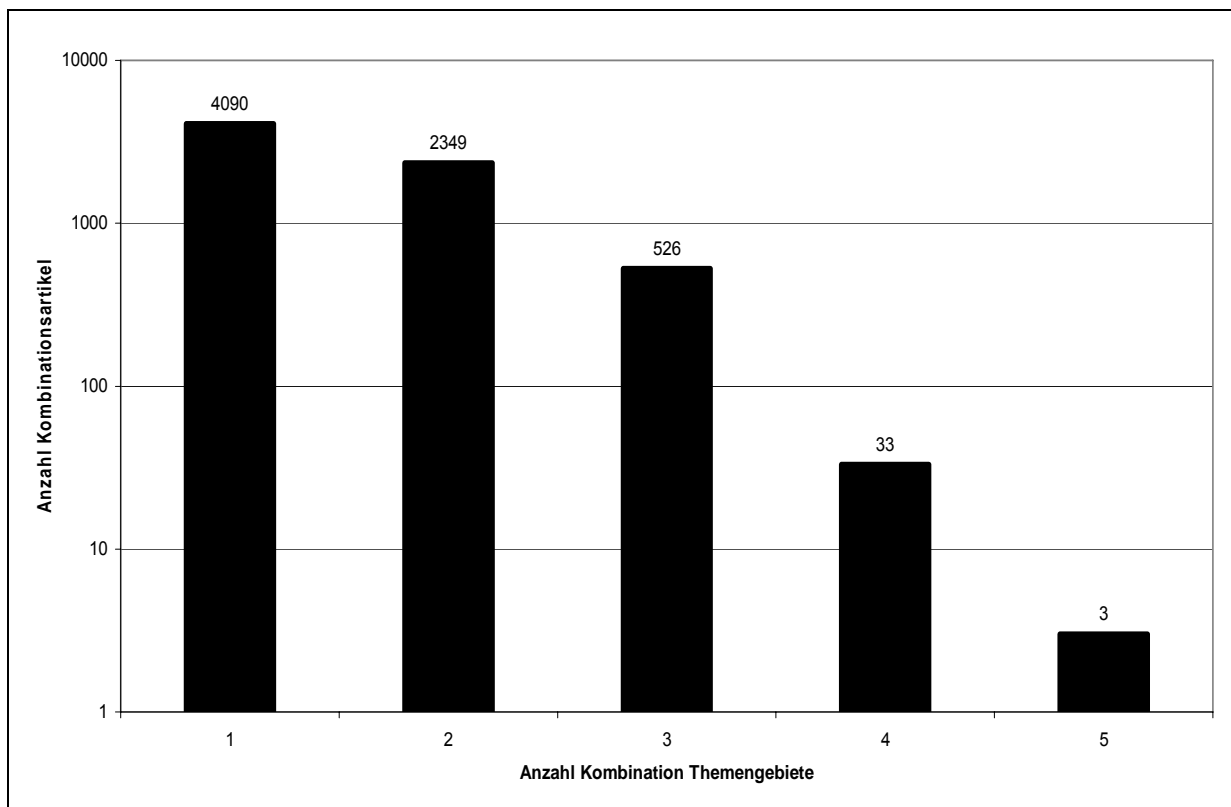


Abbildung 16: Säulendiagramm - Verteilung der Artikel nach Anzahl der Themengebiete

3.7 Zitationsanalysen

Im folgenden Abschnitt werden die Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* hinsichtlich ihrer Zitationen untersucht. Es wird die Anzahl der Zitate nach Zitations- und Erscheinungsjahren dargestellt, Zitationsraten im Verlauf der Jahre beobachtet, Zitationsraten der einzelnen Länder verbildlicht, Gesamtzitationen der Länder und darüber hinaus die meistzitierten Fachzeitschriften betrachtet.

Ergebnisse

3.7.1 Zitationen nach Zitations- und Publikationsjahr

Die Analyse der Zitationen wird getreu der Methodik unter 2.3.7.1 vorgenommen. Zur Veranschaulichung der Zitationen nach Zitationsjahr wird ein Säulendiagramm zu Hilfe genommen (siehe Abbildung 17). Dieses zeigt die Gesamtanzahl der Zitate in den einzelnen Jahren von 1983 bis 2008. Deutlich wird ein kontinuierlicher Anstieg der Zitatanzahl im Laufe der Jahre. Angefangen 1984 mit drei Zitaten sind es 2008, 14.805 Zitate. In den Jahren 1999, 2002, 2004 und 2006 sind schwache Rückgänge zu erkennen, die sich jedoch mit dem Anstieg in den darauf folgenden Jahren ausgleichen.

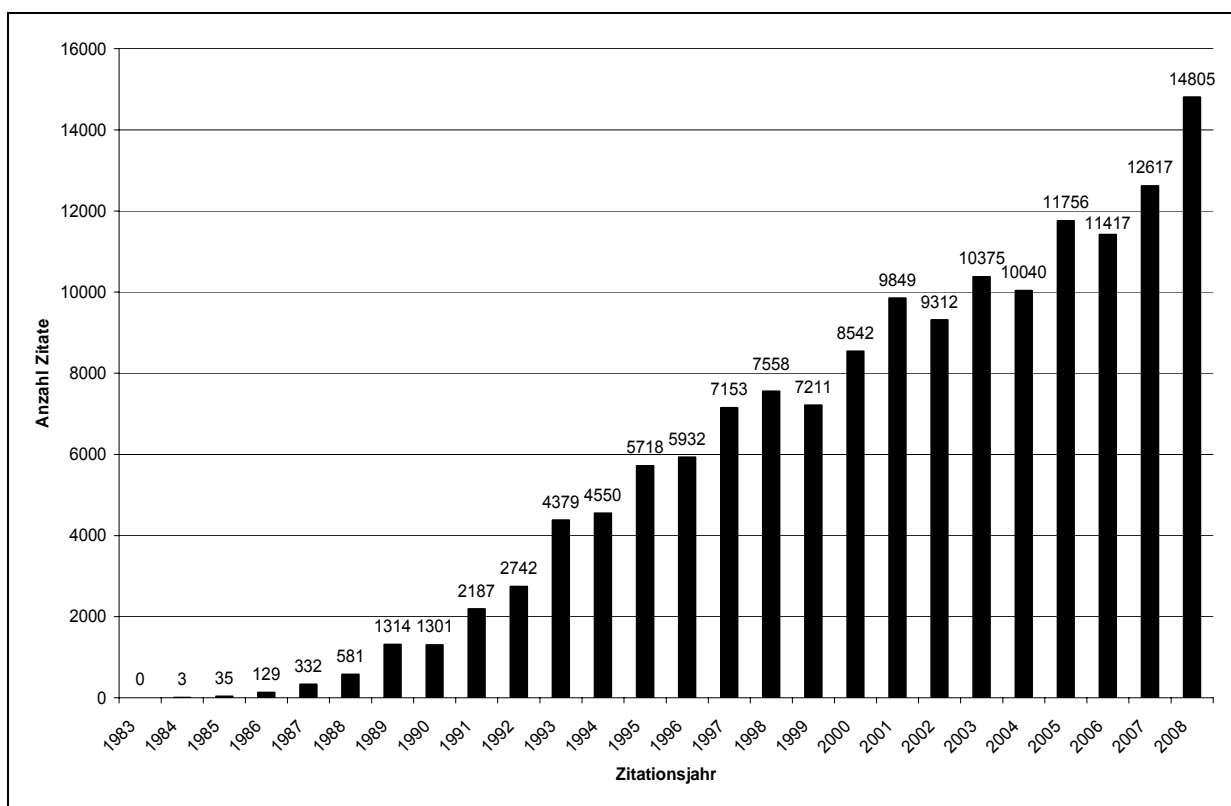


Abbildung 17: Säulendiagramm - Anzahl der Zitate nach Zitationsjahr

Abbildung 18 stellt graphisch die Verteilung der Zitate nach Erscheinungsjahren im Verlauf der Zeitperiode von 1983 bis 2008 dar. Der Verlauf der Kurve beginnt mit einem treppenähnlichen Anstieg bis zum Jahre 1990 (1983: drei Zitaten; 1990: 3.792 Zitaten), der sich in einem steilen Anstieg fortsetzt und 1993 mit 11.653 Zitaten sein Maximum erreicht. In den folgenden Jahren bis 2001 ist ein zickzackartiges Auf- und Abwärts zu beobachten. Die Anzahl der Zitate liegt zwischen 7.896 (1996) und 11.062 (1999). Der

Ergebnisse

Kurvenverlauf zeigt sich ab 2001 kontinuierlich abnehmend und erreicht 2008 einen Wert von 391 Zitaten.

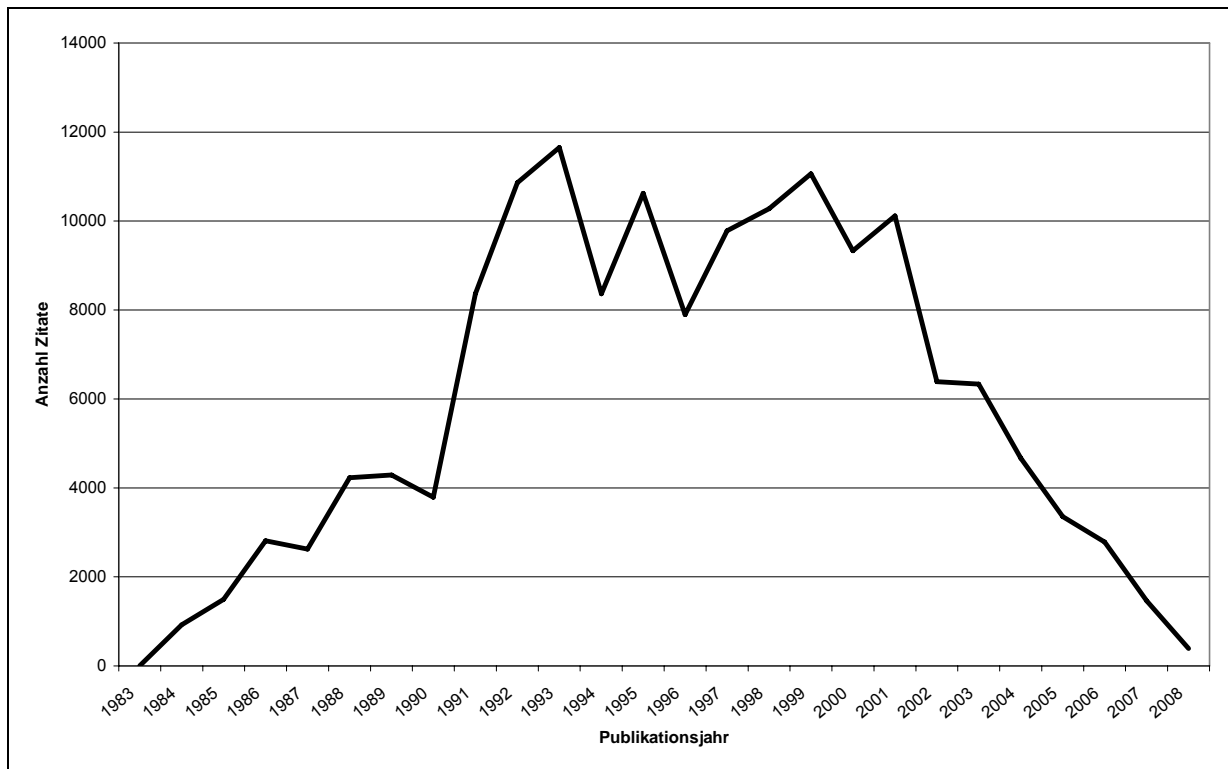


Abbildung 18: Diagramm - Verteilung der Zitate nach Publikationsjahr über die Zeitperiode

3.7.2 Alterung von Publikationen

Zur Beurteilung der Alterung der Publikationen wird die durchschnittliche Menge der Zitationen einer Veröffentlichung in ihrem zeitlichen Verlauf begutachtet. Hierbei werden die durchschnittlichen Anteile der Gesamtzitate (in Prozent) über einen Zeitraum von 25 Jahren aufgezeichnet (siehe Abbildung 19). Die Methodik ist unter 2.3.7.2 beschrieben.

Es werden drei Jahreszeiträume jeweils als Kurve dargestellt. Zum einen von 1983 bis 2007 (schwarze Kurve). Hier beginnt der Verlauf bei etwas über zwei Prozent im ersten Jahr und das Maximum wird nach drei Jahren bei 16,7% erreicht. Die Kurve fällt in den nächsten Jahren kontinuierlich ab und verschmilzt nach sieben Jahren mit der Kurve für den Zeitraum von 1983 bis 2002 (dunkelgrau). Letztgenannte Kurve erfährt einen ähnlich steilen Anstieg in den ersten drei Jahren, erreicht ihr Maximum jedoch bereits bei 12,7%. In den darauf folgenden vier Jahren ist ebenso ein Abfall erkennbar, der jedoch flacher ausgeprägt ist als für den Jahreszeitraum von 1983 bis 2007. Ab dem siebenten Jahr verlaufen beide Kurven kongruent und münden nach zwölf Jahren in die

Ergebnisse

dritte Kurve (hellgrau) deren Zeitraum die Jahre von 1983 bis 1997 darstellt. Auch für diesen Zeitraum zeigt sich ab dem ersten Jahr ein steil verlaufender Anstieg der sein Maximum bei 11,5% nach drei Jahren erreicht und sich schließlich in einem fortlaufenden Absinken der Kurve darstellt.

Ab dem zwölften Jahr (3,8%) setzen sich alle drei Kurven als einheitliche Linie mit abfallendem Charakter fort und präsentieren im 22. Jahr ihren Tiefstwert mit 0,95%. Nach dem 24. Jahr ist wiederum ein schwacher Aufwärtstrend erkennbar.

Die Halbwertszeit wird für die Publikationen im Jahreszeitraum von 1983 bis 2007 (schwarz), im 5. Jahr erreicht. Die Halbwertszeit für Veröffentlichungen in den Jahren von 1983 bis 2002 liegt bei sechs Jahren (dunkelgrau). Für die dritte Kurve welche Publikationen im Jahreszeitraum von 1983 bis 1997 wiedergibt (hellgrau), ist die Halbwertszeit im 8. Jahr erzielt. Dargestellt wird die Halbwertszeit durch eine senkrechte Linie gemäß dem Grafton der drei Kurven in Abbildung 19.

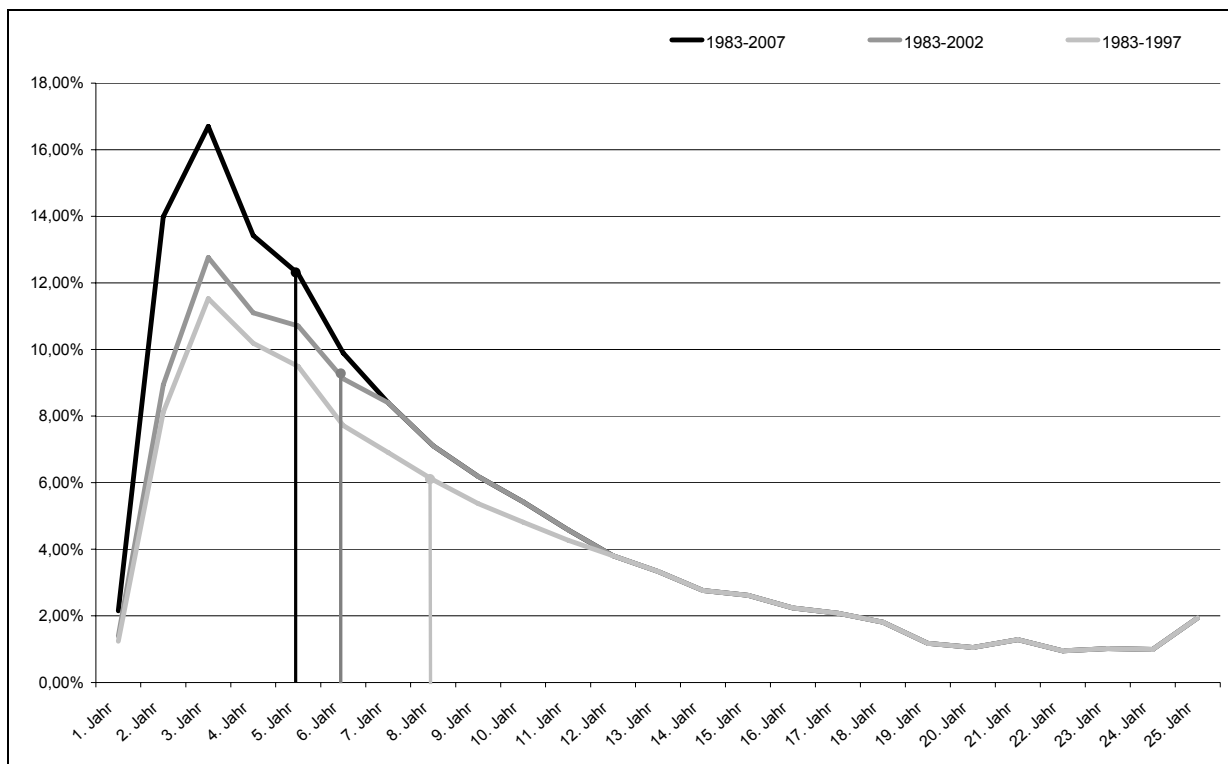


Abbildung 19: Diagramm - Alterung der Publikationen

Eine Entwicklung der durchschnittlichen Seitenanzahl der Publikationen soll in Abbildung 20 verdeutlicht werden, wobei die durchschnittliche Anzahl der Seiten einer Publikation über die Jahre von 1986 bis 2008 aufgetragen werden. Die resultierende

Ergebnisse

Kurve, offenbart eine Seitenanzahl von ca. 4,5 um 1986, welche sich bis 1987 auf vier Seiten minimiert. Die Kurve zeigt jedoch in den darauf folgenden Jahren einen deutlichen Aufwärtstrend. Bereits 1992 liegt die durchschnittliche Seitenanzahl bei 6,8 Seiten, 1995 bei 7,1, 2003 bei circa 7,6 Seiten und im Jahr 2008 sogar bei 8,5 Seiten. Zwischenzeitlich werden kleinere Rückgänge sichtbar besonders auffällig im Jahr 1993 auf durchschnittlich 6,1 Seiten (im Vorjahr 6,8) und 1996 auf 6,4 (im Vorjahr 7,1).



Abbildung 20: Diagramm - Durchschnittliche Anzahl der Seiten der Publikationen über die Jahre

3.7.3 Zitationsraten der Publikationen pro Jahr

Der Verlauf der durchschnittlichen Zitationsrate pro Artikel wird in Abbildung 21 veranschaulicht und in ihre Methodik unter Punkt 2.3.7.3 erklärt, wobei die durchschnittliche Zitationsrate gegen den Verlauf der Publikationsjahre von 1986 bis 2008 projiziert wird. Die Kurve die sich hierbei ergibt, liegt 1986 bei einem Wert von 58,6 Zitaten pro Jahr, der sich bis 1988 auf 36,5 verringert. Die durchschnittliche Zitationsrate bewegt sich in dem Jahreszeitraum von 1989 bis 2001 auf einem etwa gleich bleibenden Niveau mit kleineren Auf- und Abwärtsbewegungen. Die Werte bewegen sich zwischen 33,3 (1989) und 26 (2001). In den Jahren 2002 bis 2008 wird

Ergebnisse

jedoch eine deutliche Verringerung erkennbar. In Zahlen ausgedrückt beträgt die Reduzierung der Zitationsrate 16,9. D. h. von 17,9 (2002) auf eins (2008).

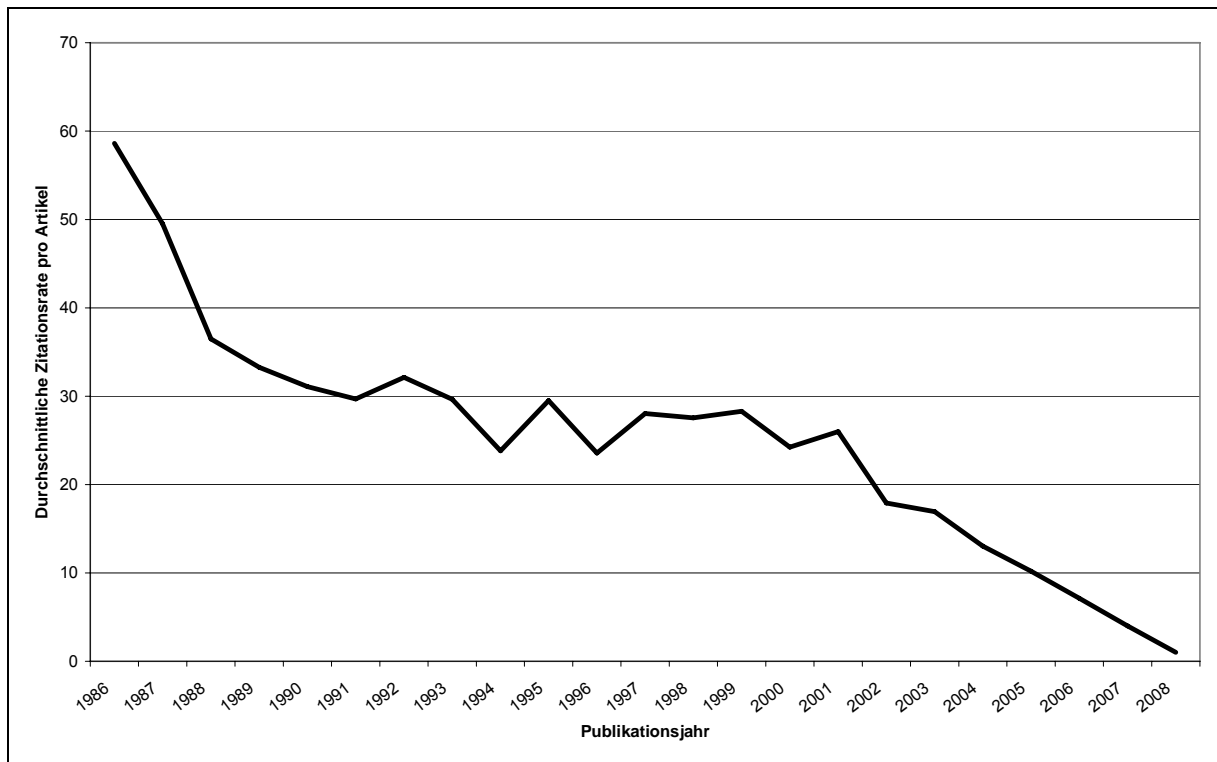


Abbildung 21: Diagramm - Verlauf der durchschnittlichen Zitationsrate

3.7.4 Gesamtzitationen der einzelnen Länder

Ein weltweiter Überblick zu der Gesamtmenge an Zitationen sowie die Zitationsrate in den einzelnen Ländern, wird in den folgenden zwei Abbildungen (Abb. 22 und 23) visualisiert. Hierbei werden erneut Kartenanamorphoten für die graphische Darstellung verwendet. Die Vorgehensweise entspricht der unter 2.3.7.4 beschriebenen Methodik.

Abbildung 22 geht zunächst auf die Gesamtzitationen der einzelnen Länder ein. Deutlich wird die dominierende Projizierung der USA die mit mehr als 100.000 Gesamtzitationen (105.986) als braun eingefärbte Flächen zu erkennen ist. An nachfolgender Stelle, jedoch mit großem Abstand zu den USA, folgt Deutschland, welches mit 20.342 Gesamtzitationen als gelbe Fläche erscheint. Andere Länder wie Frankreich (8.422), Schweiz (5.312), Großbritannien (5.213), Schweden (4.190), Japan (4.106) und die Niederlande (3.569) reihen sich in das Mittelfeld bei den Gesamtzitationen ein (≥ 7.500 bis ≥ 2.500) und sind in den verschiedenen Grüntönen abgebildet. Zitationen von ≥ 1.000 (türkis) werden in den Ländern Finnland (2.090), Dänemark (1.997), Italien (1.797) aber auch Belgien (1.707), Slowenien (1.655), Kanada (1.588), Norwegen

Ergebnisse

(1.338) sowie Spanien (1.131) erreicht. Geringere Zitationszahlen werden beispielsweise in Ländern wie Irland (953), Australien (897), Russland (830), Slowakei (630) und Polen (577) aber auch in China (470), Südkorea (363) und Brasilien (295) als blaue bis dunkelblaue Flächen projiziert. Gering und dementsprechend minimiert zeigen sich Südamerika, Afrika und große Teile Südostasiens. Die Anzahl der Gesamtzitate umfasst hier Werte zwischen ≥ 250 bis < 100 (graue/weiße Flächen).

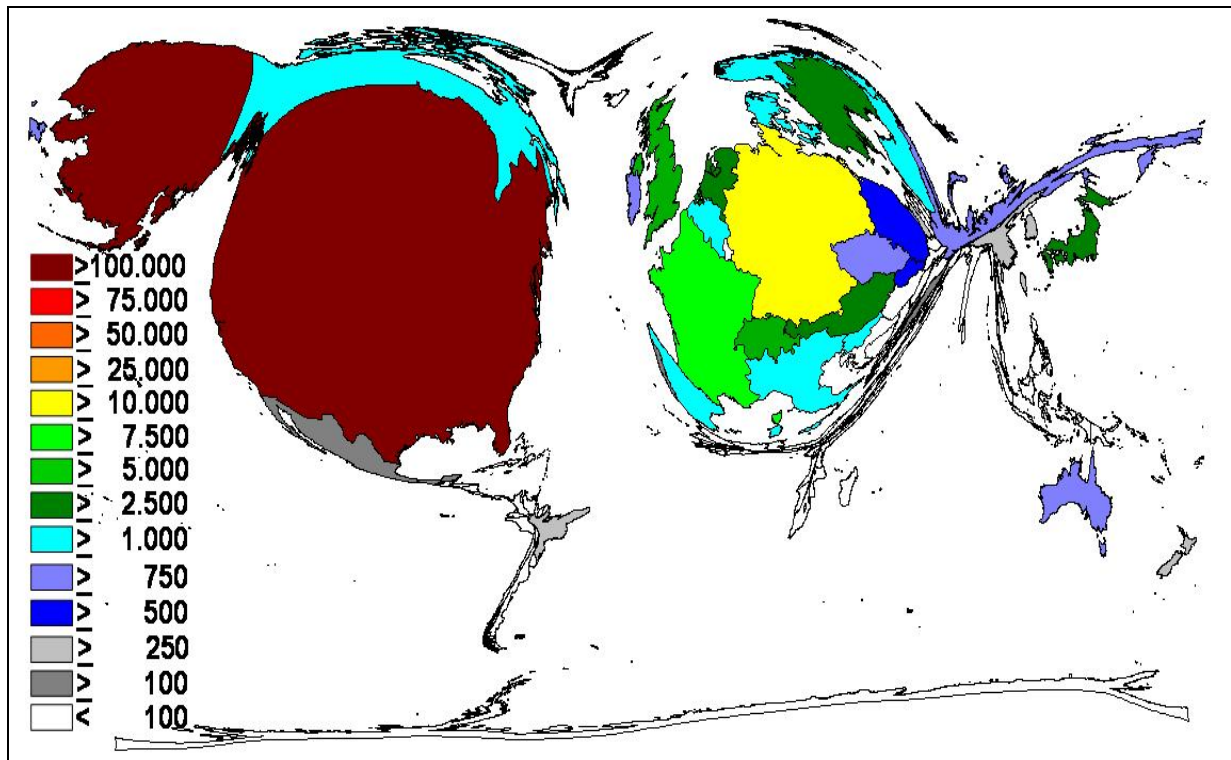


Abbildung 22: Kartenanamorphote - Gesamtzitate der Länder

Bei Betrachtung der durchschnittlichen Zitationsraten der Länder eröffnet sich eine völlig andere kartographische Darstellung, die in Abbildung 23 ersichtlich ist. Da sich bei dieser Abbildung die Anzahl der Zitate auf die Anzahl von Veröffentlichungen bezieht werden hier andere Verhältnisse deutlich.

Die USA liefert weiterhin die höchsten Werte und liegt mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 27,9 (braun eingefärbt) an erster Stelle, jedoch dicht gefolgt von Ländern wie Norwegen (26,8), Irland (26,5), Dänemark (25), Frankreich (24,2) und den Niederlanden (24,1), ersichtlich als rot eingefärbte Länderflächen. Des Weiteren schließen sich die Schweiz (23), Japan (22,6), Schweden (21,7), Belgien (21,6) und Deutschland (21,2) an mit einer Zitationsrate von ≥ 21 (dunkelorange) an. Aber auch

Ergebnisse

Länder wie Großbritannien (19,8), Australien (19,1) und Finnland (18,2) liegen mit einem Wert von ≥ 18 deutlich im vorderen Mittelfeld (hellorange). Slowenien als relativ kleines Land offenbart eine durchschnittliche Zitationsrate von 17,4 (gelbe Fläche) und liegt somit vor großen Ländern wie z. B. Russland (12,6), China (11,8), Kanada (11,3) und Spanien (11), hier als grüne Farbtöne erkennbar. Im unteren Bereich offenbart sich Polen (türkis) mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 5,1.

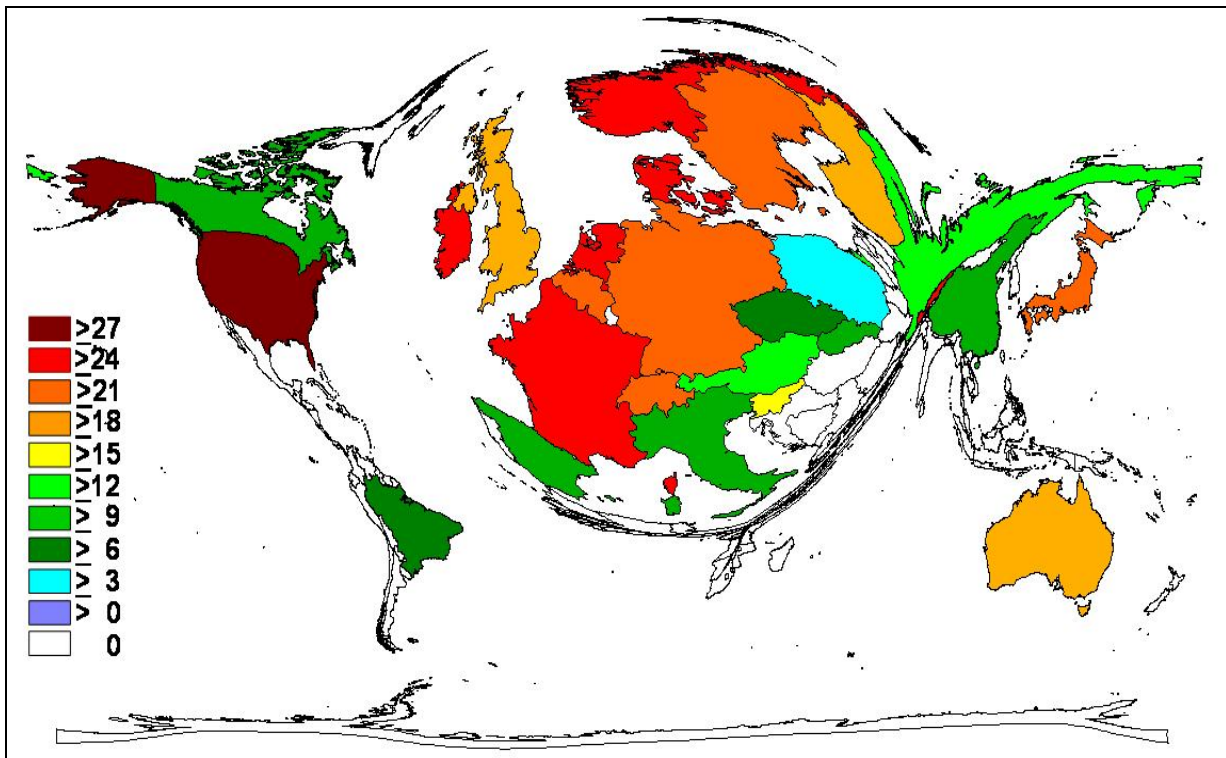


Abbildung 23: Kartenanamorphote - Zitationsraten der Länder

3.7.5 Am häufigsten zitierte Fachzeitschriften

Nachfolgend werden die Zeitschriften dargestellt, welche die meisten Zitate im Zeitraum von 1983 bis 2008 erhalten haben, wovon die fünfzehn häufigsten in einem Säulendiagramm (siehe Abbildung 24) veranschaulicht sind (schwarze Säulen), gleichzeitig wird die Artikelanzahl der jeweiligen Fachzeitschriften gegenübergestellt (als graue Säulen erkennbar). Die Methodik ist unter 2.3.7.5 erläutert.

Die zwei Fachzeitschriften mit den meisten Zitaten sind zum einen „*Infection and Immunity*“ (Infect Immun) mit 18.388 und „*Journal of Clinical Microbiology*“ (J Clin Microbiol) mit 14.359. Die Anzahl der Zitationen nimmt in der Rangfolge stetig ab, das „*Journal of Infectious Diseases*“ (J Infect Dis) kann noch 7.939 Zitate verbuchen, das

Ergebnisse

„*Journal of Immunology*“ 5.353 Zitate. Die letzten zwei der 15 bedeutendsten Zeitschriften („*Annals of Internal Medicine*“/Ann Intern Med und „*Journal of Clinical Investigation*“/J Clin Invest) weisen lediglich noch 1.923 bzw. 1.831 Zitate auf.

Als stärkste Fachzeitschriften gehen das „*Infection and Immunity*“ (Infect Immun) und „*Journal of Clinical Microbiology*“ (J Clin Microbiol) nicht nur hinsichtlich ihrer Anzahl von Zitaten sondern auch bezüglich ihrer Artikelanzahl hervor (siehe Abb. 5 unter 3.3).

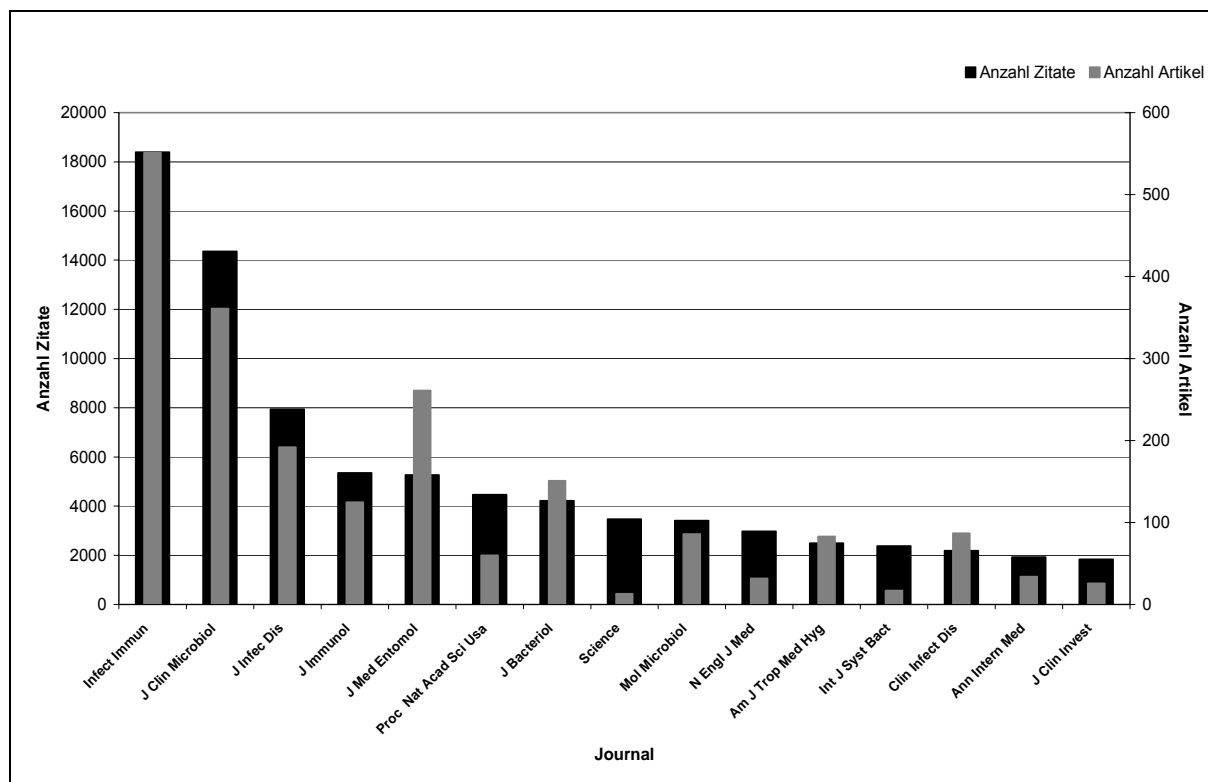


Abbildung 24: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Fachzeitschriften nach Anzahl der Zitate

Abbildung 25 verbildlicht die fünfzehn meistzitierten Fachzeitschriften nach Anzahl der publizierten Artikel (wie bereits auch Abb. 5) und des Weiteren wird die durchschnittliche Zitationsrate aufgezeichnet (dargestellt als graue Säulen, Abbildung 25). Dabei ergibt sich eine andere Rangverteilung, „*Journal of Immunology*“ (J Immunol) sowie „*Journal of Infectious Diseases*“ (J Infect Dis) stehen an oberster Stelle mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 42,8 bzw. 41,3. Dicht anschließend mit Werten von 39,8 und 39,7 sind „*Journal of Clinical Microbiology*“ (J Clin Microbiol) und „*Journal of Molecular Microbiology*“ (J Mol Microbiol). Relativ niedrige Werte (4,6 bzw. 9,1) liefern das „*Journal of International Medicine and Microbiology*“ (J Int Med Microbiol) und das „*Wiener Klinische Wochenschriften*“ (Wien Klin Wochenschr).

Ergebnisse

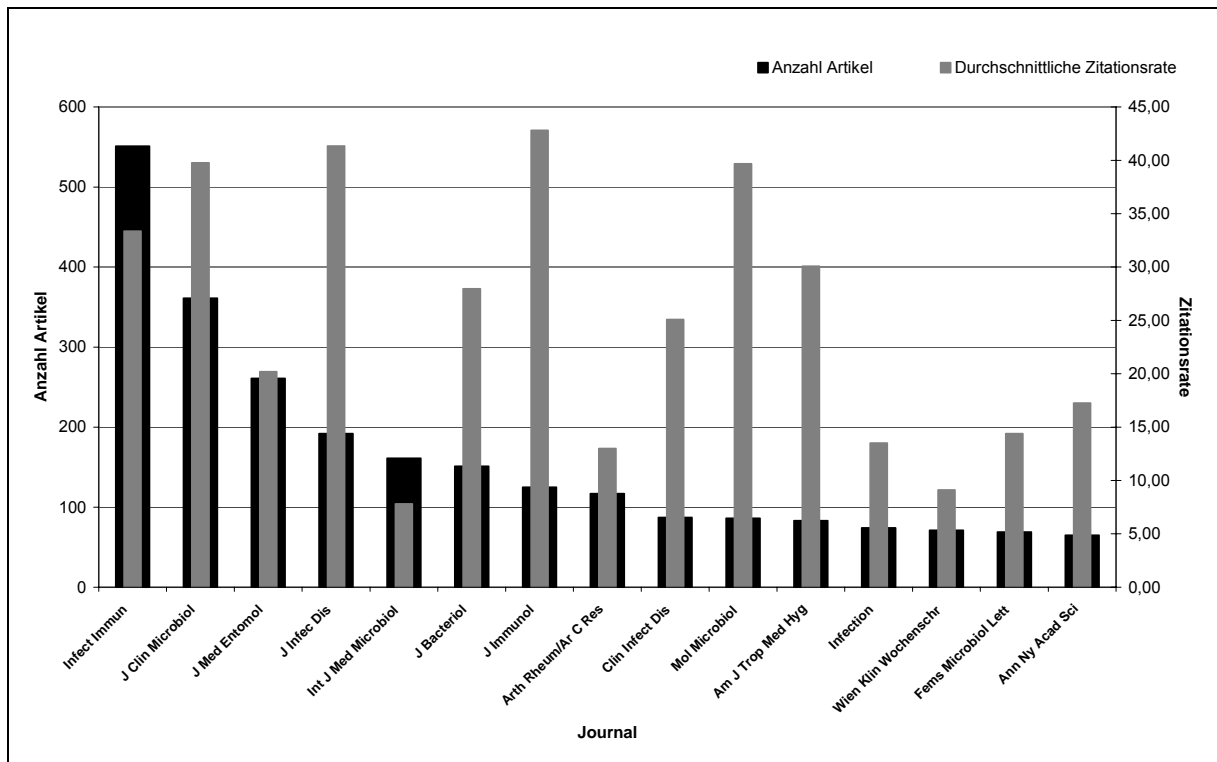


Abbildung 25: Säulendiagramm - Zitationsrate der Top 15 Fachzeitschriften

3.8 Autoren

Dieser letzte Abschnitt der Ergebniserfassung richtet den Fokus auf die Autoren die im Zusammenhang mit dem Thema *B. burgdorferi*, Publikationen veröffentlicht haben. Dabei werden die produktivsten Autoren nicht nur hinsichtlich der Anzahl ihrer geschriebenen Artikeln betrachtet, sondern auch die Anzahl ihrer Zitierungen, Zitationsraten und H-Indices sind von Interesse. Des Weiteren werden die Entwicklung der Größe von Literaturverzeichnis sowie die Anzahl an Autoren bei einer Publikation über eine gewisse Jahresspanne hin beobachtet. Ebenfalls werden Kooperationen unterhalb der Autoren, aber auch gegenseitige Zitiermuster veranschaulicht.

3.8.1 Die 15 bedeutendsten Autoren

Die entsprechende Methodik für diese Untersuchung wird unter 2.3.8.1 beschrieben. Zunächst soll verdeutlicht werden welche fünfzehn Autoren die bedeutendsten gemäß ihrer Veröffentlichungen zum Thema *B. burgdorferi* sind. Dabei wird die Gesamtanzahl von Artikel der jeweiligen Autoren verglichen (Siehe Tabelle 3).

Ergebnisse

Platz	Autor	Gesamtanzahl Artikel
1	Fikrig, E	156
2	Wilske, B	131
3	Steere, AC	129
4	Barthold, SW	119
5	Wormser, GP	118
6	Barbour, AG	106
7	Piesman, J	103
8	Wallich, R	89
9	Gern, L	87
10	Magnarelli, LA	84
11	Johnson, RC	82
12	Simon, MM	81
13	Spielman, A	80
14	Lane, RS	79
15	Anderson, JP	76

Tabelle 3: Die 15 bedeutendsten Autoren und Gesamtanzahl ihrer Artikel

Weiterhin wird bei der Betrachtung der produktivsten Autoren, das Mitwirken als Erst-, Senior- oder Koautor in Betracht gezogen, wobei dieses Verhältnis wiederum in einem Säulendiagramm verbildlicht ist (siehe Abbildung 26). Jeweilige Publikationen in denen ein Autor als Erst- (Schwarz), Senior- (dunkelgrau) oder Koautor (hellgrau) aufgetreten ist, summieren sich hierbei zu einer Säule.

An erster Stelle steht der Autor Erol Fikrig mit insgesamt 156 Publikationen, wovon er 29-mal als Erst-, 88-mal als Senior- und bei 39 Veröffentlichungen als Koautor mitgewirkt hat. An zweiter Stelle erscheint Bettina Wilske mit 131 Publikationen (30 Erst-, 38 Senior-, 63 als Koautor), dicht gefolgt von Allen Steere mit 129 Publikationen (22 Erst-, 60 Senior-, 47 Koautor). Magnarelli, LA. zeigt insgesamt 84 Publikationen, jedoch ist er 48-mal als Erstautor aufgetreten und zeigt damit die stärkste Präsenz in dieser Kategorie, dagegen liefert Spielman, A. zwar eine ähnliche Anzahl an Veröffentlichungen (80), zeigt allerdings als Erstautor den geringsten Anteil, innerhalb der Top fünfzehn Autoren, mit lediglich zwei Veröffentlichungen.

Ergebnisse

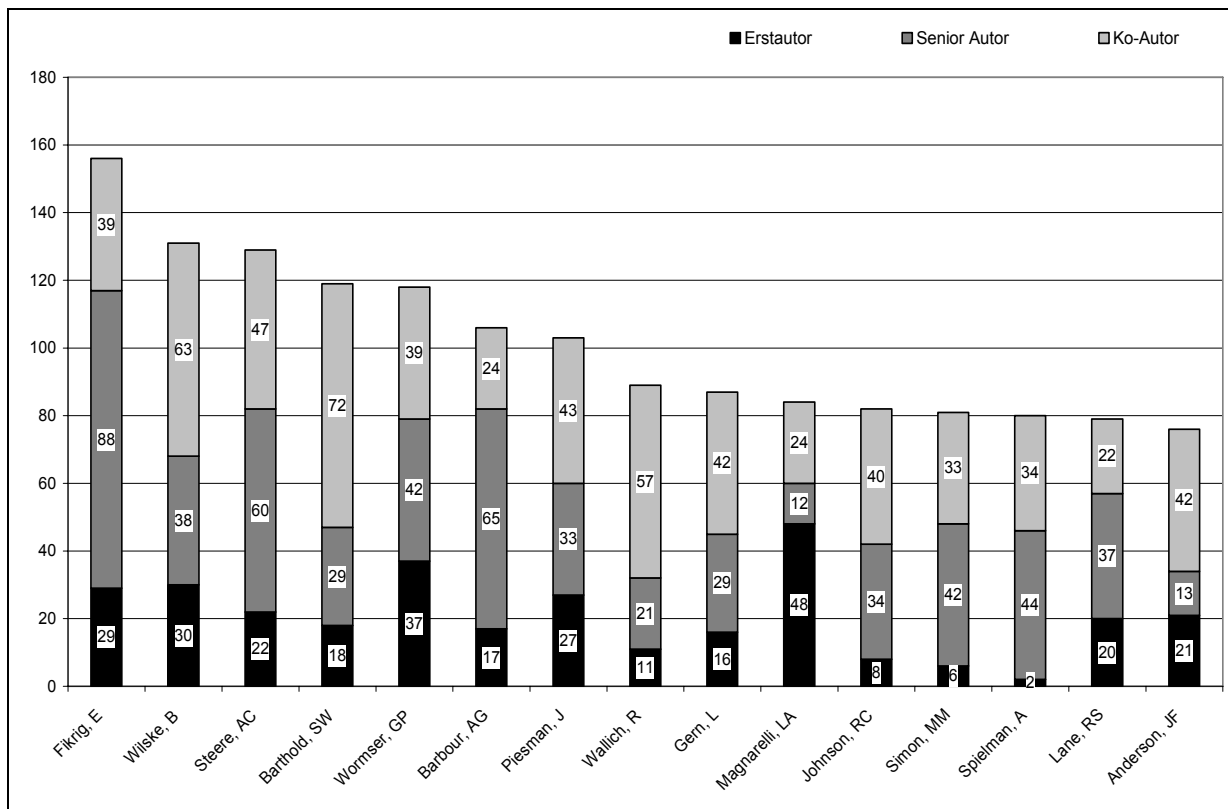


Abbildung 26: Säulendiagramm - Übersicht der 15 bedeutendsten Autoren als Erst-, Senior- und Koautor

Werden die fünfzehn bedeutendsten Autoren nicht nur hinsichtlich ihrer Anzahl an Artikeln betrachtet, sondern wird ihre Anzahl an Zitaten betrachtet ergibt sich ein weiteres Säulendiagramm, wie in Abbildung 27 ersichtlich.

Allen Steere nimmt gemäß der Anzahl an Zitierungen die führende Position ein, er wurde 6.813-mal zitiert, liegt jedoch nach Anzahl der Artikel (129) auf dem dritten Platz. An nachfolgender Stelle rückt Barbour, AG mit 5.610 Zitierungen, jedoch weist er mit 106 Publikationen relativ wenige Veröffentlichungen vor. Mit ähnlicher Anzahl folgt Erol Fikrig, mit 156 Publikationen und 5.501 Zitierungen.

Die niedrigsten Werte an Zitierungen bei den 15 bedeutendsten Autoren liegen bei 3.203 (Wormser, GP.) und 3.137 (Praecmursic, V.). Obwohl Wormser eine relativ hohe Anzahl an Publikationen aufweist (Wormser: 118), wurde er vergleichsweise wenig zitiert. Dagegen stellt sich das Verhältnis bei Praecmursic; V. entgegengesetzt dar, er liefert bisher gerade 51 Publikationen, doch wurde er mit einem Wert von 3.137 deutlich häufiger zitiert.

Ergebnisse

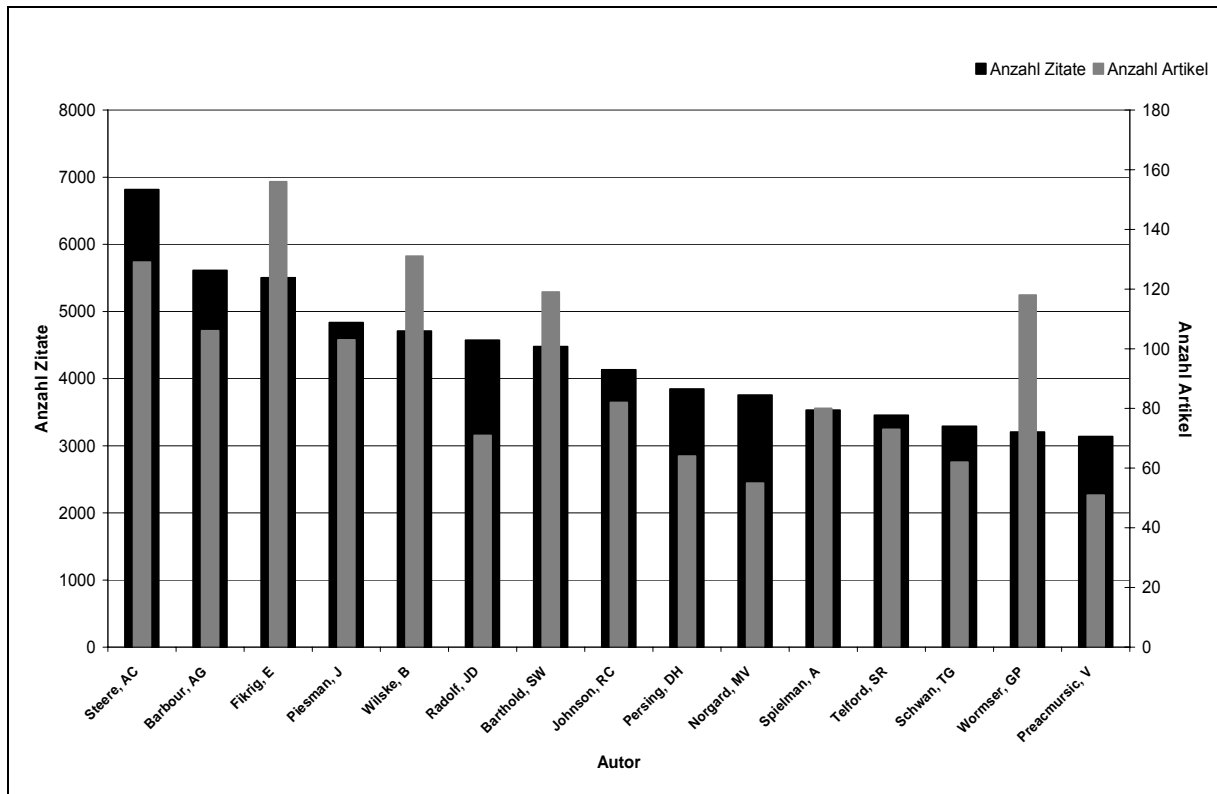


Abbildung 27: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Autoren nach Anzahl der Zitate

3.8.2 Zitationsraten der Autoren

Die durchschnittliche Zitationsrate der 15 bedeutendsten Autoren ergibt wiederum ein anderes Bild als die Betrachtung der Anzahl an Zitierungen und wird in Abbildung 28 als Säulendiagramm veranschaulicht. Die Datenerhebung erfolgte gemäß der unter 3.8.2 erläuterten Methodik.

Auffällig erscheinen bei der Darstellung die Autoren Allen Steere und Alan Barbour, die beide die höchste Zitationsrate von 53 aufweisen, obwohl sie unterschiedliche Werte in der Anzahl von Publikationen liefern (129/106). Kurz dahinter folgen Johnson mit 82 Publikationen und einer Zitationsrate von 50, Piesman mit 103 Artikeln bei einer durchschnittlichen Zitationsrate von 49, Spielman mit 80 Publikationen aber einer Zitationsrate von 44. Trotz einer teilweise ähnlichen Anzahl von Publikationen fallen die durchschnittlichen Zitationsraten oft sehr unterschiedlich aus, wie zum Beispiel bei Johnson mit 82 Artikeln und einer Zitationsrate von 50 sowie Simon mit einer ähnlichen Publikationszahl von 81, jedoch mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 32. Niedrigste Zitationsraten sind bei den Autoren Gern (87 Artikeln) und Wallich (89 Artikeln) mit Werten von 24 bzw. 25 vorzufinden.

Ergebnisse

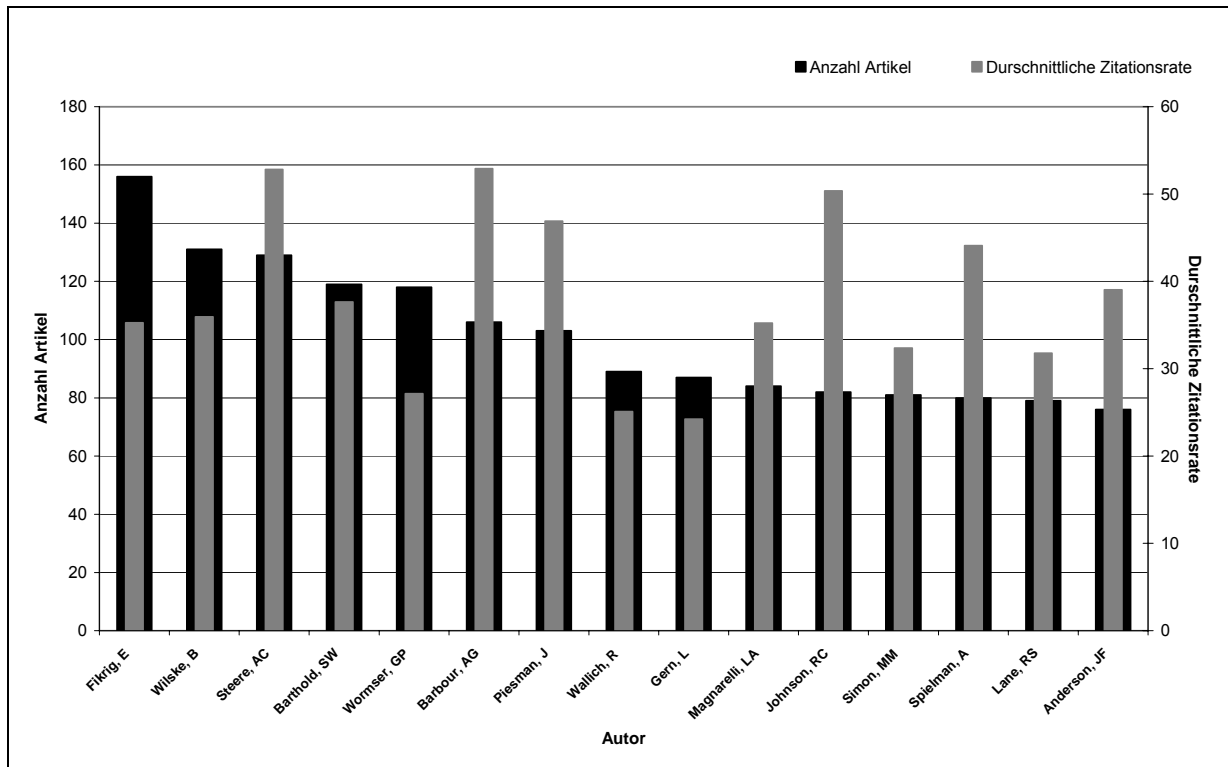


Abbildung 28: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Autoren nach Anzahl Artikel und Zitationsraten

3.8.3 H-Indices der Autoren

Der H-Index der 15 bedeutendsten Autoren wird als weitere Komponente erhoben und in Abbildung 29 veranschaulicht. Die Methodik ist unter 2.3.8.3 erläutert.

Als Hilfsmittel dient hier wiederholt ein Säulendiagramm, in dem einerseits, wie bereits in den Abbildungen zuvor (27 und 28), die Anzahl der Artikel der Autoren (schwarz) und zum anderen, anstelle der Anzahl der Zitate oder der durchschnittlichen Zitationsrate, jetzt der H-Index gegenübergestellt wird (grau).

Deutlich hervorhebend präsentiert sich Allen Steere mit einem H-Index von 46, kurz dahinter folgen Erol Fikrig mit 42, sowie Barthold, SW und Barbour, AG mit einem H-Index von jeweils 40. Auch hier finden sich trotz großer Unterschiede in den Publikationszahlen teilweise ähnliche Werte beim H-Index. Wilske, B. weist z. B. 131 Veröffentlichungen vor dagegen Johnson, RC lediglich 82, jedoch ist der H-Index bei beiden ähnlich (39/38). Ein vergleichbares Verhältnis zeigt sich bei Anderson und Wormser mit einem H-Index von jeweils 33 und Publikationszahlen von 76 und 118. Die niedrigsten H-Indices liefern Gern mit 27 und Lane mit 28.

Ergebnisse

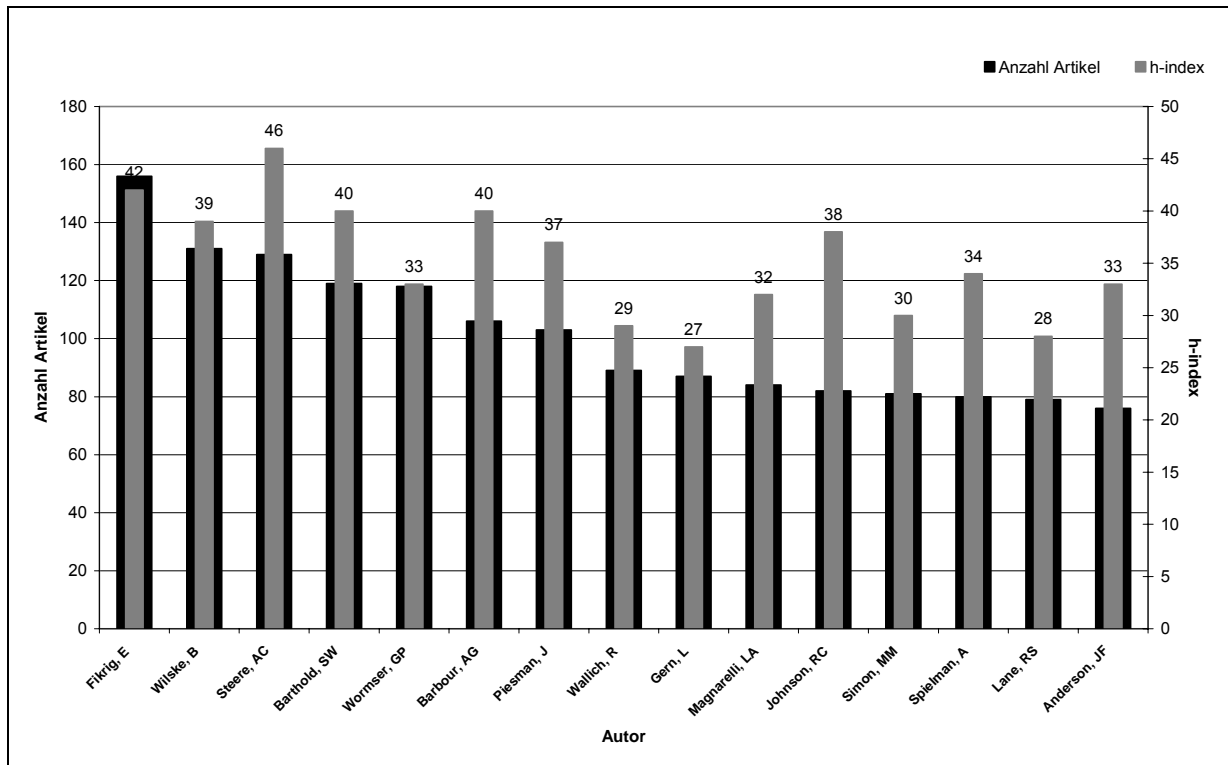


Abbildung 29: Säulendiagramm - Die 15 bedeutendsten Autoren nach Anzahl der Artikel und H-Index

3.8.4 Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses

Die Entwicklung des Literaturverzeichnisses wird im Folgenden anhand der durchschnittlichen Anzahl an Literaturquellen pro Artikel in den Jahren von 1986 bis 2008 als Kurvenverlauf kenntlich gemacht (siehe Abbildung 30). Die Methodik erfolgte gemäß der Beschreibung unter 2.3.8.4.

Zu Beginn des Zeitraumes 1986 konnte die Größe des Literaturverzeichnisses mit durchschnittlich 21,1 Literaturquellen erfasst werden. Der Trend zeigt sich in den folgenden zwei Jahren abnehmend und liefert 1988 einen Wert von 16,5. Ab 1989 ist eine deutliche Tendenz aufwärts zu verfolgen, der von 1992 mit 33,4, 1995 mit 38,4 bis ins Jahr 2000 auf durchschnittlich 40,1 Literaturquellen steigt.

Einen relativ gleich bleibenden Zeitraum zeigt sich in den Jahren 2000 bis 2003 mit Werten von ca. 40 Literaturquellen pro Artikel. Das Maximum wird 2007 erreicht. Hier liegt die durchschnittliche Anzahl an Literaturquellen pro Artikel bei 50,1. Bereits 2008 geht dieser Wert auf 46,2 zurück. Kleinere Rückgänge sind auch in den Jahren 1993 (Vorjahr: 33,4 auf 28,7), 1996 (Vorjahr: 38,4 auf 34,6) und 2006 (Vorjahr: 44,6 auf 43) erkennbar.

Ergebnisse



Abbildung 30: Diagramm - Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses von 1986 bis 2008

Weitere Aufmerksamkeit richtet sich neben der Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses auf die Entwicklung der Anzahl der Autoren pro Artikel über den Jahreszeitraum von 1986 bis 2008. Hierbei wird entsprechend die durchschnittliche Anzahl an Autoren, pro Artikel, in den Jahren 1986 bis 2008, als Kurvenverlauf in Abbildung 31 sichtbar.

Die durchschnittliche Anzahl an Autoren lag 1986 bei 3,4 und steigerte sich im Verlauf der Jahre kontinuierlich bis 1990 auf mit einem Wert von 3,9. Im darauf folgenden Jahr (1991) wird ein Rückgang auf 3,6 sichtbar, der sich jedoch in den nächsten Jahren in einen anhaltenden Anstieg der Kurve fortsetzt. Die durchschnittliche Autorenanzahl liegt 1998 bei 4,7 und erreicht 2005 ihr Maximum bei 5,2. Die Autorenanzahl von durchschnittlich fünf (2006:5,1; 2007: 4,9; 2008: 5,1) hält sich in den darauf folgenden Jahren bis 2008 auf konstantem Niveau.

Ergebnisse



Abbildung 31: Diagramm - Anzahl der Autoren pro Artikel im Zeitraum von 1986 bis 2008

3.8.5 Autorenkooperationen

Ein weiterer Aspekt der vorgenommenen Analysen bezieht sich auf die Autoren und ihre Kooperationen untereinander (vgl. Abbildung 32). Die Methodik ist unter 2.3.8.5 beschrieben.

Nachfolgend benannte Kooperationen werden durch entsprechend dicke orange Verbindungslinien im Netzdiagramm verdeutlicht, welche eine Anzahl von 51 bis 60 Publikationen beinhaltet. Eine besonders prägnante Verbindung besteht hierbei zwischen den Autoren Wallich, der insgesamt 89 Publikationen erstellt hat, u. a. davon elf als Erstautor sowie 21 als Seniorautor, und 60 gemeinsame Veröffentlichungen mit Simon. Eine ähnlich stark ausgeprägtes Kooperationsverhalten zeigt sich zwischen Fikrig und Flavell mit 58 gemeinsamen Publikationen, Nadelmann und Wormser stellen 56 kooperierende Veröffentlichungen, dicht gefolgt von Fikrig und Barthold (55). Weiterhin liefern Callister und Schell 53 Kooperationen, knapp vor Magnarelli und Anderson (52).

Bewegt sich die Anzahl der kooperierenden Artikel zwischen 41 bis 50 so sind diese mit gelben Verbindungslinien kenntlich gemacht. Auffällig sind hierbei die

Ergebnisse

Zusammenarbeiten zwischen Kraiczky und Brade (48), sowie zwischen Wilske und Praecmursic (47).

Kooperationsanzahlen von 31 bis 40 sind durch hellgrüne Linien aufgezeichnet, z. B. liefern Wormser und Schwartz 38 in Zusammenarbeit entstandene Publikationen. Die dunkelgrünen Verbindungen verbildlichen eine Anzahl von 21 bis 30 Kooperationsartikeln. Der Autor Fikrig beispielsweise zeigt 28 Kooperationen mit Kantor, 26 mit Magnarelli und 25 mit Anderson. Kollaborationen von weniger als 20 Arbeiten zwischen den Autoren sind mit lila farbigen Verbindungen kenntlich gemacht und lassen sich bspw. zwischen Erol Fikrig und dem Autor Telford ablesen (20) sowie zwischen den Autoren Barthold und Telford (17).

Die genannten Kooperationen beschreiben nur einen Teil des sonst weit verzweigten und sehr ausgeprägten Kooperationsnetzwerkes unter den Autoren. Die Ausbreitung wird im Netzdiagramm (Abbildung 32) deutlich gemacht.

Ergebnisse

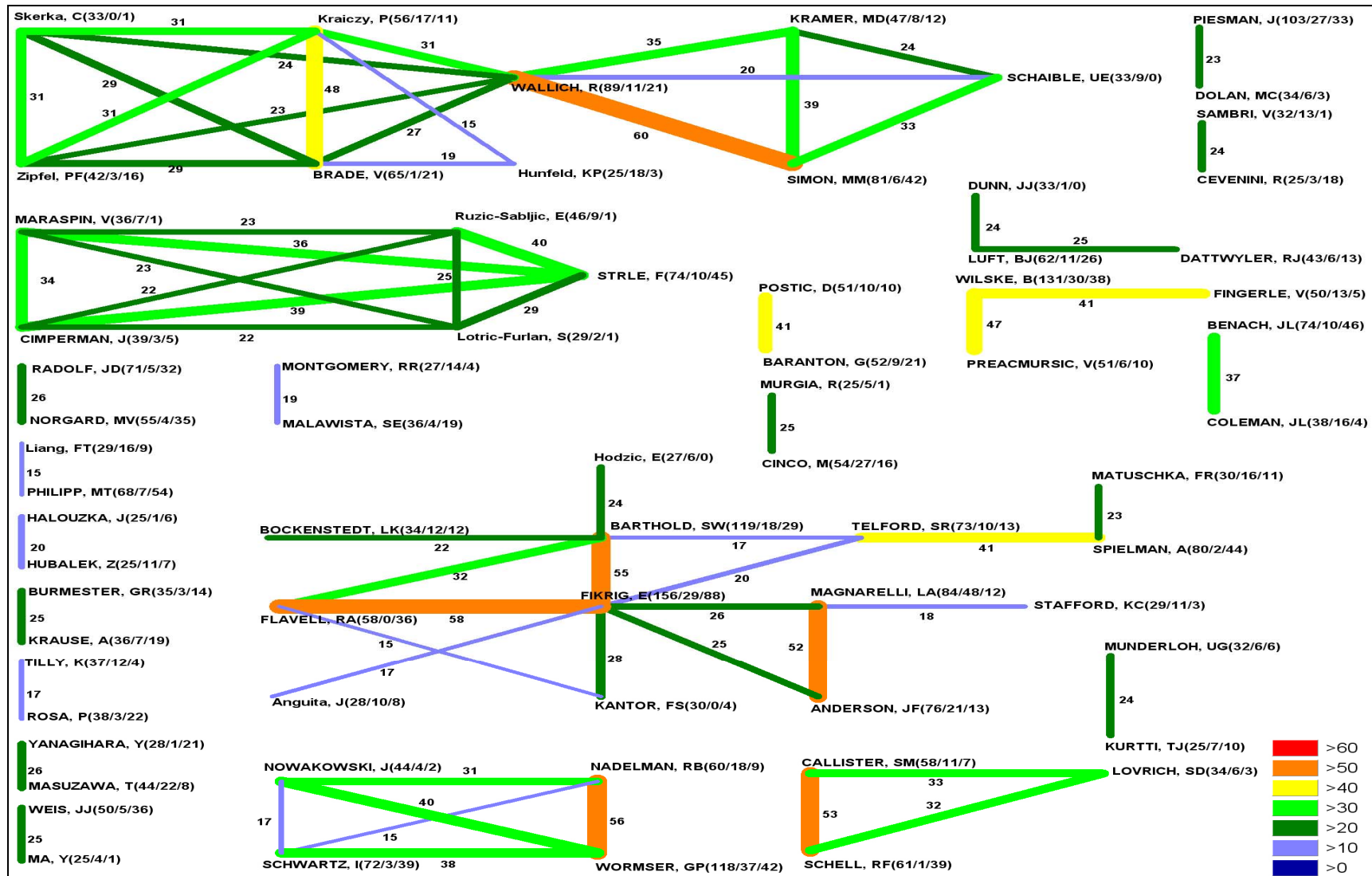


Abbildung 32: Netzdiagramm - Autorenkooperation

3.8.6 Analyse der am meisten zitierten Autoren

Abschließend wird ein Überblick gegeben wobei die zehn meistzitierten Autoren und ihr gegenseitiges Zitierverhalten untersucht werden. Ein Netzdiagramm dient der Visualisierung (siehe Abbildung 33). Die Methodik ist im Punkt 2.3.8.6 beschrieben.

Die gegenseitigen Zitierungen der Autoren ergeben ein sehr komplexes Netz an Verbindungen mit mehr oder weniger herausragenden Beziehungen. Prägnante Verbindungen werden nachfolgend beschrieben.

Auffällig erscheint die Beziehung zwischen den Autoren Barthold und Fikrig, wobei Erol Fikrig den Autor Barthold 127-mal zitiert und Barthold seinen Kollegen hingegen 98-mal. Ähnliche Beziehungen, jedoch in geringerem Umfang, zeigen Barbour und Wilske. Barbour verweist durch 70 Zitierungen auf die Autorin Wilske, diese zitiert Barbour wiederum 68-mal. Radolf zitiert 78-mal den Autor Norgard, dieser im Gegenzug zitiert Radolf in 66 Fällen. Der Autor Erol Fikrig zitiert des weiteren Persing 94-mal, verweist 87-mal auf den Autor Allen Steere und 83-mal auf Barbour. Zusätzlich erwähnenswert sind die Zitierwerte von 93, durch welche Barthold auf seinen Kollegen Persing verweist. Ebenso zitiert die Autorin Bettina Wilske in 77 Fällen den Autor Johnson, RC.

An erster Stelle bei der Anzahl der Selbstzitierungen steht Erol Fikrig (167), gefolgt von Wilske (137), sowie Barbour (134) und Steere (132). Die geringsten Werte liefern hierbei die Autoren Radolf (82) und Norgard (67). Aber auch der Autor Johnson, RC bringt lediglich 87 Selbstzitierungen hervor.

Ergebnisse

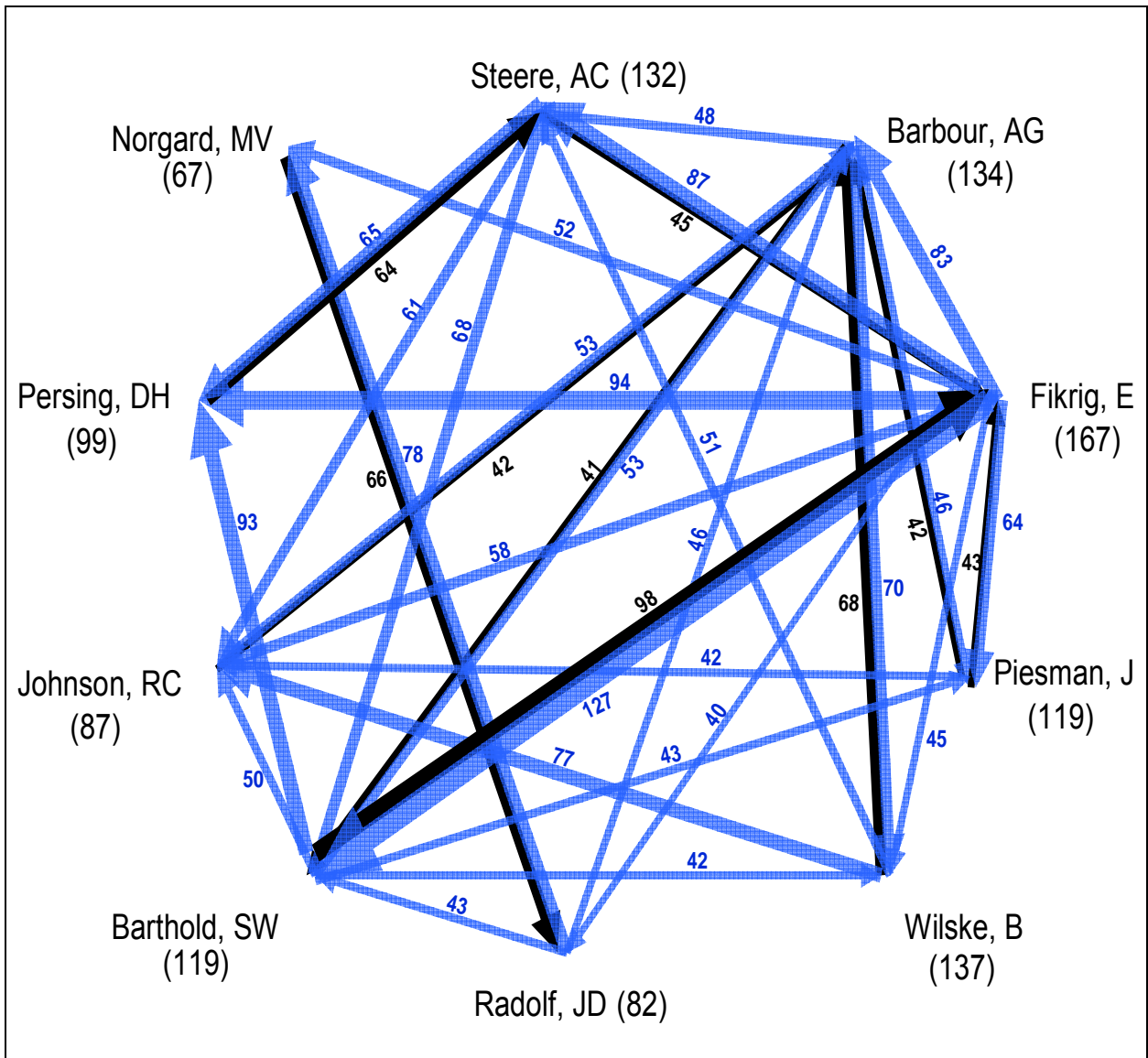


Abbildung 33: Netzdiagramm - Zitationsmuster der Autoren

4 Diskussion

Die vorliegende Dissertation beinhaltet eine szientometrische Analyse aller wissenschaftlichen Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* über einen definierten Zeitraum von 1983 bis 2008. Innerhalb dieser Periode wird die Entwicklung der Publikationen zu dieser Thematik beobachtet, wobei die Bedeutung einzelner Länder, Institutionen, Fachgebiete, Autoren und Kooperationen herausgearbeitet wird, sowie umfassende Zitationsanalysen durchgeführt werden.

4.1 Diskussion der Methodik

4.1.1 Umfang der Datenbanken

Die Untersuchung der Daten zum Thema *B. burgdorferi* erfolgte mit Hilfe von computerbasierten Suchalgorithmen in den Datenbanken *WoS* und *PubMed*. Da insbesondere die unter ISI-Web verzeichneten Daten die Basis dieser Arbeit bilden, gilt es zu klären, ob diese einen umfassenden Datenkatalog bietet.

Beide zählen zu den bedeutendsten Online-Datenbanken weltweit und ermöglichen Zugang zu zahlreichen Publikationen und Fachzeitschriften in einer Vielzahl von Themengebieten. Sie stellen somit einen großen inhaltlichen Umfang zur Verfügung. Die Online-Datenbank *WoS* listet mehr als 10.000 Fachzeitschriften in allen wissenschaftlichen Bereichen und liefert einen Datenkatalog, der bis ins Jahr 1900 zurückreicht [105]. Die Datenbank *PubMed* umfasst mehr als 5200 biomedizinische Fachzeitschriften und die Datenbestände reichen zurück bis ins Jahr 1949 [110]. Beide Datenbanken wurden bereits in zahlreichen Studien als Bezugsquellen für die Datenerhebung verwendet (z. B. [114-116]).

Der von dem Soziologen Robert K. Merton geprägte Begriff „*Matthäus-Effekt*“ stellt überdies ein wichtiges Kriterium für die Selektion von Fachzeitschriften dar. Dieses Prinzip folgt entsprechend den Worten *‘success breeds success’*. Das bedeutet, dass Erfolg weiteren Erfolg zeitigt. Autoren und Journale welche eine hohe Aufmerksamkeit und Bekanntheit genießen, werden in der Regel dadurch häufiger zitiert und gelangen zu noch mehr Bekanntheit und Reputation. Dieses bedeutet nicht nur die Aufmerksamkeit bei Fachkollegen zu erlangen, sondern führt darüber hinaus zu gut bezahlten Stellen, sichert neue Forschungsgelder und damit weiterführende Forschungsmöglichkeiten. Letztlich resultieren daraus neue Erkenntnisse welche

Diskussion

weitere Veröffentlichungen ermöglichen. Man spricht von einer selbstverstärkenden Wirkung, positiver Rückkopplung oder auch dem Aufsummieren von Vorteilen [101, 104, 117]. Gemäß werden bedeutende Zeitschriften mit hohen Auflagen und Zitationszahlen noch bekannter.

Die Aufnahme von Publikationen in den Katalog einer Datenbank unterliegt strengen Regeln und wird durch entsprechend qualifiziertes Personal geprüft. Die gelisteten Zeitschriften beider Datenbanken stellen daher eine vorgeschriebene Selektion dar. So wird vermieden, dass irrelevante oder wissenschaftlich weniger fundierte Publikationen den Einblick in ein spezifisches Gebiet oder Thema beeinträchtigen oder verfälschen [118]. Dahin gehend lässt sich vermuten, dass in den Datenbanken nur qualitativ hochwertige Artikel registriert sind. Insgesamt existieren dennoch mehr als 120.000 Fachzeitschriften weltweit, dementsprechend steht lediglich ein Bruchteil an Daten für szientometrische/bibliometrische Analysen dieser Art zur Verfügung. Das heißt, nicht alle Journale werden ausgewertet und es werden nicht alle Beiträge zu einem Forschungsthema erfasst. Neue Zeitschriften sowie kleinere Journale mit geringeren Auflagezahlen und Zitaten haben es entsprechend schwerer die Aufmerksamkeitsschwelle zu erreichen, um in die Datenbanken des *WoS* oder *PubMed* aufgenommen zu werden.

Des Weiteren ist anzunehmen, dass die Publikationssprache Englisch es den Fachzeitschriften erleichtert, die Aufnahmehürden der Datenbanken zu überwinden. Hierbei haben zahlreiche Studien ergeben, dass englischsprachige Journale bevorzugt werden. Die für die Jahre 1995 bis 2000 indexierten Fachzeitschriften im *SCI* des *WoS*, sowie in *MEDLINE* des *PubMed* zeigen mit weit mehr als 80%, eine überragende Präsenz der englischen Sprache [119, 120]. Somit werden Fachzeitschriften aus Ländern mit anderen Publikationssprachen nur in geringem Umfang bzw. überhaupt nicht gelistet. Demzufolge stehen diese Publikationen nicht für Analysen dieser Art zur Verfügung.

Die vorliegenden Ergebnisse zum Thema *B. burgdorferi* repräsentieren daher nur bedingt den Umfang der wissenschaftlichen Leistung und die vorliegenden Zahlen können nicht als rein objektiv betrachtet werden. Dennoch kann durch die verwendeten Datenbanken, wie das *WoS*, eine große Menge an Publikationen zu einem speziellen Thema ausfindig gemacht werden. Das Verfahren erfasst anhand der Suchbegriffe „*Borrelia burgdorferi*“ und „*Lyme disease spirochete*“ alle wesentlichen Arbeiten, ohne

dass der gesamte wissenschaftliche Inhalt jeder einzelnen Publikation im Detail analysiert werden muss. Die szientometrische Untersuchung zum Thema *B. burgdorferi* für den beobachteten Zeitraum von 1983 bis 2008 wird hierdurch erst ermöglicht. Das angewendete Verfahren der Datenerhebung kann daher als durchaus sinnvoll beurteilt werden.

4.1.2 Effizienz des Suchvorganges

Die Online-Datenbanken (*WoS* und *PubMed*) offenbaren Unterschiede in der Funktion der Suchmodi. Somit soll die Effizienz der Suchstrategie der verwendeten Datenbanken kritisch betrachtet werden.

Bei Eingabe eines Suchbegriffes in der Online-Datenbank *WoS* wird der verwendete Suchterm mit dem Titel, der Zusammenfassung und den Schlüsselwörtern, die jeder Publikation zugeordnet sind, verglichen. Die Online-Datenbank *PubMed* beispielsweise arbeitet hingegen mit der Funktion „*Automatic Term Mapping*“, welche den Suchbegriff automatisch übersetzt und erweitert. Er wird demgemäß sinnverwandten Worten beigeordnet, wodurch das Suchfeld vergrößert wird und weitere themenbezogene Publikationen gefunden werden können. Die Anzahl ermittelter Publikationen ist demzufolge für jede Datenbank isoliert zu betrachten, da jedes System für sich arbeitet. Ein Vergleich der Ergebnisse aus beiden Datenbanken wird daher nicht vorgenommen.

Als einzige Datenbank verzeichnet das *WoS* zusätzlich Informationen zu den Zitationen der jeweilig gelisteten Publikationen [101]. Infolgedessen werden umfangreiche Zitationsanalysen, die im Rahmen dieser szientometrischen Untersuchung zum Thema *B. burgdorferi* durchgeführt wurden, überhaupt erst möglich. Die Online-Datenbank für die bibliometrische Untersuchung dieser Arbeit bezieht sich anhand der geschilderten Aspekte speziell auf das *WoS*.

Der verwendete Suchbegriff wurde analog zu dem Thema der Dissertation gewählt: „*Borrelia burgdorferi*“, um ein möglichst genaues Ergebnis zu erzielen. Zur Erhöhung der Trefferzahlen wird zusätzlich als sinnverwandtes Wort der Begriff „*Lyme disease spirochete*“ miteinbezogen. Entsprechend der oben geschilderten Methodik folgend, werden diese Suchterme mit allen gelisteten Publikationen verglichen. Demgemäß werden alle relevanten Veröffentlichungen zu diesem Thema aufgezeigt und stehen für weiterführende Analysen zur Verfügung. Trotz einer sorgfältigen Auswahl des

Suchbegriffes ist es in Ausnahmefällen möglich, dass vereinzelte Publikationen nichts mit dem entsprechenden Thema *B. burgdorferi* zu tun haben und demzufolge für die Datenauswertung irrelevant sind. Aufgrund der großen Datenmenge, die ermittelt wurde, sollte dieser Kritikpunkt jedoch nicht überbewertet werden, da es die Ergebnisse nicht maßgeblich verfälscht. Letztendlich kann anhand der Anzahl der ermittelten Publikationen (7001) der Suchvorgang als effizient angesehen werden, da ausreichend Material für eine szientometrische Untersuchung zur Verfügung steht.

4.1.3 Aussagekraft szientometrischer Hilfsmittel

Die Zuverlässigkeit von szientometrischen Analysewerkzeugen wie z. B. Impact-Faktor, H-Index und Zitationsrate, soll für die vorliegende Arbeit zum Thema *B. burgdorferi* hinsichtlich ihrer Aussagekraft genauer betrachtet werden.

Als bibliometrisches Maß dient insbesondere der Impact-Faktor. Dieser errechnet sich aus der Zitanzahl in einem bestimmten Jahr (z. B. 2005) zu Publikationen, welche in den zwei vorangegangenen Jahren (2003 und 2004) erschienen sind, dividiert durch die Gesamtanzahl der Artikel aus diesen beiden vorangegangenen Jahren (2003 und 2004). Oftmals wird dieser Faktor als Qualitätsmerkmal angesehen, wobei ein hoher Impact-Faktor einem hohen Ansehen gleichgestellt wird.

Kritisch zu betrachten ist die Tatsache, dass Zitationen aus bestimmten Dokumenttypen wie z. B. *Editorials*, *Letters* und *Notes* nicht in die Berechnung des Impact-Faktors eingehen. Die kurz gewählte Zeitspanne des Impact-Faktors lässt zudem keine Rückschlüsse auf die Wirkung der jeweiligen Publikationen von bestimmten Journalen zu. Bei den meisten Fachzeitschriften erreichen ca. 20% der Publikationen, 80% der Zitationen, somit wird ein großer Anteil an Artikeln gar nicht zitiert [121]. Daher eignet sich der Impact-Faktor nicht für die Bewertung einzelner Publikationen, Wissenschaftler oder Forschungsgruppen. Er offeriert keine qualitativen Aussagen zu den jeweiligen Publikationen, vielmehr wird er durch einzelne Publikationen bestimmt [101, 102, 122]. Anhand dieser Problematik findet der Impact-Faktor in der vorliegenden Arbeit lediglich an dieser Stelle theoretische Berücksichtigung.

Zur qualitativen Beurteilung der einzelnen Autoren oder Publikationen werden in dieser Arbeit umfangreiche Zitationsanalysen durchgeführt, welche mit Hilfe des *SCI* im *WoS* über die Funktion *Citation Report* möglich werden. Anhand dieses Verfahrens kann die

durchschnittliche Anzahl an Zitierungen den jeweiligen Veröffentlichungen zugeordnet werden. Die Wahrnehmung wissenschaftlicher Publikationen wird anhand ihrer Zitationsanzahl reflektiert. Folglich lassen sich ihre Resonanz und Wichtigkeit in der Öffentlichkeit danach ableiten [123]. Die Zitationszahlen lassen sich auf einzelne Zitations- und Publikationsjahre, sowie auf die einzelnen Weltregionen, einzelne Autoren aber auch Fachzeitschriften ermitteln. Dadurch kann ein umfangreicher Überblick zu den Zitationsanalysen realisiert werden.

Für die Einschätzung der direkten Wirkung wissenschaftlicher Publikationen eines Autors, eines Instituts oder eines Journals wird in dieser Arbeit die Zitationsrate verwendet. Sie spiegelt wider, wie häufig eine Publikation zum Thema *B. burgdorferi* im Durchschnitt zitiert wurde. Die Zitationsrate errechnet sich aus der durchschnittlichen Anzahl der Zitate einer Publikation und bezieht sich hierbei nicht, wie der Impact-Faktor, nur auf ein zweijähriges Zeitfenster. Anhand dessen kann dieses bibliometrische Maß als solide Alternative zum Impact Faktor angesehen werden [101]. Die Zitationsrate wird in dieser Arbeit nicht nur für die einzelnen Publikationsjahre ermittelt, sondern auch auf die einzelnen Länder projiziert sowie für einzelne Autoren ermittelt. Somit wird eine Einschätzung der wissenschaftlichen Resonanz in diesen Bereichen möglich. Bei der Ermittlung der länderspezifischen Zitationsrate wurde in der vorliegenden Arbeit ein Schwellenwert bei 30 Publikationen gesetzt, da es sonst zu einer Verzerrung der Ergebnisse kommen kann. Länder mit sehr geringen Publikationszahlen würden u. U. die Ergebnisdarstellung verfälschen.

Als weiteres Mittel für die wissenschaftliche Wertung von Publikationen und damit auch von einzelnen Wissenschaftlern dient der H-Index. In der vorliegenden Arbeit kommt dieser Index zusätzlich in einer modifizierten Form zur Anwendung, wobei er für die einzelnen Länder errechnet wird. Die durch seinen Begründer Jorge Hirsch selbst empfohlene Datenbank WoS dient der erleichterten Ermittlung des H-Index, da hier durch den SC/ umfangreiche Angaben zu Publikationen und Zitationen vorliegen [112]. Für eine einfache Ermittlung des H-Index ist die Vollständigkeit der Angaben zu gelisteten Publikationen notwendig.

Der H-Index steht für die Gesamtleistung eines Autors und dessen Publikationen. Ein Autor mit einer hohen Anzahl von Veröffentlichungen kann auch einen hohen H-Index erzielen. Diese Zahl kann jedoch nicht höher sein, als die Gesamtanzahl seiner

Diskussion

Publikationen, sodass einzelne vielzitierte Arbeiten ihren Einfluss verlieren. Autoren mit nur geringen Publikationszahlen können auch nur einen geringen H-Index erzielen.

Als wichtig zu erachten ist hierbei auch die Tatsache, dass die Gesamtleistung eines Autors nicht anhand eines einzelnen Wertes definiert werden kann. Es gibt zahlreiche beeinflussende Faktoren, die hier berücksichtigt werden sollten. Dazu gehören u. a. die Schaffenskraft der Autoren, das Alter, die Form der Publikation, Art der Kooperation und der Anteil an Erstautorenarbeiten. Des Weiteren sind aussagekräftige Vergleiche zwischen Autoren nur möglich, wenn sie dem gleichen Fachgebiet angehören, denn die mittlere Anzahl der Zitierungen pro Publikation ist sehr fachabhängig [124].

Letztlich kann der verwendete H-Index nicht nur als quantitatives, sondern auch als qualitatives Hilfsmittel in der durchgeführten szientometrischen Analyse zum Thema *B. burgdorferi* angesehen werden.

Darüber hinaus stellen die Zitationsfehler einen weiteren beeinflussenden Faktor bei den Zitationsanalysen dar. Hierbei können Fehler des zitierenden Autors, der Fachzeitschrift, des Datenbankbenutzers oder der Datenbank selbst unterschieden werden. Am meisten jedoch handelt es sich um Schreibfehler bei den Namen von Autoren, den Publikationsjahren, bei der Angabe des Zeitschriftenbandes oder der Seitenzahlen. Gleiche Autoren können daher unter mehreren Namen gelistet sein und als verschiedene Urheber eingeordnet werden. Weitere Unsicherheiten liefern sich im Zusammenhang mit sogenannten Homonymen (gleiche Nachnamen oder Initialen von Autoren), Mehrautorenschaften, der korrekten Zuordnung zu bestimmten Fachkategorien, unvollständigen Zitatdatenbanken und allgemeinen Fehlern in den Datenbanken. Diese Fehlerquellen sind in jeder Untersuchung vorhanden, deshalb sind derartige Beschränkungen bei den Zitationsanalysen als gegeben zu betrachten [102]. Diese Fehlerquelle könnte nur minimiert werden, indem jeder Autor und jede Publikation einzeln recherchiert werden würde, was bei dieser großen Datenmenge nicht möglich war. Deshalb wurde diese Problemstellung in dieser Arbeit vernachlässigt.

Die Thematik der Selbstzitation stellt eine weitere wichtige Komponente in der Beeinflussung der Zitationsanalysen dar. Selbstzitationen bedeuten, dass zitierender Autor und zitierte Arbeit mindestens einen gemeinsamen Autor aufweisen. Gründe hierfür werden umfassend und sehr verschieden beschrieben, u. a. sollen psychologische Komponenten einen entscheidenden Beitrag leisten. Viele

Diskussion

Wissenschaftler weisen durch Selbstzitationen auf eigene Arbeiten hin und vermitteln Kenntnis im eigenen Themengebiet. Des Weiteren wird dadurch oftmals eine Verbindung der aktuellen Arbeiten zu früheren Untersuchungen geschaffen. Jedoch sind auch rein eigennützige Gründe für Selbstzitationen vertreten. Die Problematik der Selbstzitationen ergibt sich, wenn die Zitationsrate als Bewertungskriterium für wissenschaftliche Einrichtungen herangezogen wird. Wissenschaftler einer Institution verweisen oftmals auf Arbeiten aus dem eigenen Institut und somit wird die Zitationsrate falsch-positiv beeinflusst. Die Auswirkungen der Selbstzitationen sind bei nur einem Autor mäßig, liegt jedoch eine Autorenschaft mit mehr als 15 Autoren pro Publikation vor, können diese durchaus erheblicher sein [102].

Die Problematik der Selbstzitationen kann im gewissen Maße auf die Analyse der H-Indices, der Zitationsraten und der Gesamtzitationszahlen in der vorliegenden Arbeit Einfluss nehmen.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 *B. burgdorferi*: Forschung und Entwicklung in 25 Jahren

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine profunde szientometrische Analyse über den Erreger der LB: *B. burgdorferi*.

Im Jahr 1983 wird der erste Artikel zu diesem Thema im WoS gelistet und die Publikationszahlen steigen bis 2008 auf 382 Veröffentlichungen/Jahr. Insgesamt konnten in dem definierten Zeitfenster (1983 bis 2008) 7001 Veröffentlichungen zu dieser Thematik identifiziert werden. Verglichen mit Studien der gleichen Art, welche sich zum Teil mit hochinfektiösen Erkrankungen befassen, präsentieren diese hingegen deutlich höhere Publikationszahlen [114, 115]. Anhand dessen lässt sich das Themengebiet *B. burgdorferi* als verhältnismäßig klein, jedoch vielschichtig beschreiben.

Bei Betrachtung der jährlichen Veröffentlichungen zum Thema *B. burgdorferi* fällt im zeitlichen Verlauf ein stetiger Zuwachs der Publikationszahlen auf, der ab 1983 deutlich wird. Die Zunahme der Veröffentlichungen steht vermutlich im Zusammenhang mit der wachsenden Erkenntnis über den Erreger, bspw. hinsichtlich der Übertragungsmechanismen, Kultivierungsmöglichkeiten, Epidemiologie, Ätiologie, Molekularbiologie und klinischer Manifestationsformen [5, 7, 13, 17, 19, 27, 32, 48, 49, 51]. Des Weiteren wird mit Zunahme von Erkenntnissen und der Erforschung neuer Felder auch die Zusammenarbeit und der Austausch der Wissenschaftler immer intensiver [102]. Ein möglicher Grund für die steigenden Publikationszahlen könnte somit in der Übertragung von Wissen aus anderen Bereichen liegen. Systeme aus verschiedenen Fachgebieten werden auf die Borrelienforschung angewendet, wie z. B. aus Bereichen der Molekularbiologie, Biochemie, Genetik und Biophysik. Diese interdisziplinäre Übertragung von fachlichem Wissen bekräftigt sich in der vielseitigen Kooperation der verschiedenen Themengebiete (Subject Areas), welche sich innerhalb dieser Studie zeigt. Besonders prägnant sind die Themenbereiche „*Infectious Diseases*“, „*Microbiology*“ und „*Immunology*“. Von ihnen gehen nicht nur die meisten Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* aus, sondern auch eine verstärkte Zusammenarbeit untereinander. Da es sich bei dem Thema *B. burgdorferi*, um ein relativ kleines Themengebiet handelt, erscheint die Bedeutung des Austausches von Informationen als besonders wichtig. Dieses wird ebenfalls bei Betrachtung von

Diskussion

zahlreichen Kooperationen zwischen den verschiedenen Ländern und Institutionen deutlich, sowie der zunehmenden Anzahl von Kooperationsartikeln von 1986 (1) bis 2008 (83). Von den 7001 Arbeiten zum Thema *B. burgdorferi* stammen 891 (ca. 13%) aus Kooperationen verschiedener Länder. Mit wachsenden Kooperationen lässt sich auch die Zunahme der durchschnittlichen Anzahl von Autoren erklären, von 3,4 (1986) auf 5,1 (2008). Besonders prägnant sind in der vorliegenden Untersuchung die Kollaborationen zwischen und ausgehend von den Ländern USA und Deutschland (110 gemeinsame Publikationen). Der Nutzen dieser Zusammenarbeit lässt sich in Gruppen einteilen, u. a. dem Übertragen oder Verteilen von Wissen und Techniken, der Kreativitätsförderung, dem Austausch auf intellektueller Basis, der besseren Sichtbarkeit von Arbeiten und allgemeinen Einsparungen im Forschungssektor [102]. Faktoren, welche die Kooperation beeinflussen, sind u. a. finanzielle Vorteile, das Sammeln von Erfahrungswerten, Erlangen von mehr Sichtbarkeit und Image, zunehmende Spezialisierung sowie der immer schnelleren Entwicklung der Wissenschaft [125].

Neben den genannten allgemeinen Faktoren, ist die aktuelle Gesundheitsproblematik der *LB* in den meisten Ländern zu berücksichtigen. Die zunehmende Inzidenz der Erkrankung [24, 126] verläuft parallel mit steigenden Publikationszahlen. Daher lässt sich vermuten, dass neben bereits erwähnten Motiven, die Gesundheitsproblematik einen weiteren möglichen Grund für den Forschungsantrieb zum Thema *B. burgdorferi* darstellt.

Ein weiteres Motiv für die steigenden Publikationszahlen könnte in der seit Anfang der Neunziger Jahre verbesserten Computer basierten Kommunikation begründet liegen. Die Etablierung des Internets in dieser Zeit, sowie die zunehmende Digitalisierung von Daten beeinflussen zusätzlich die Forschungsarbeit von Wissenschaftlern. Die Möglichkeiten der Verbreitung von Informationen haben sich daher deutlich gewandelt [127, 128]. Eine Vielzahl von Publikationen werden seither in renommierten Online-Datenbanken (z. B. *WoS* oder *PubMed*) gelistet und sind durch das „*world wide web*“ für viele Wissenschaftler erreichbar. Der Vorteil liegt in der guten Zugänglichkeit zu aktuellen und wissenschaftlich anerkannten Arbeiten. Ein verbesserter Informationsaustausch wird daher erleichtert und gefördert. Die Online-Datenbank *WoS* listet zudem seit Anfang der Neunziger Jahre für einen Großteil ihrer Publikationen die entsprechenden *Abstracts*, wodurch bei der Suche nach themenbezogenen

Publikationen mehr Daten in den Suchvorgang einfließen und eine größere Menge an *B. burgdorferi* assoziierten Veröffentlichungen zugänglich wird. Die Publikationszahlen steigern sich in dieser Zeit von 122 (1990) auf 393 (1993) und verweilen in den kommenden Jahren bis 2008 auf etwa gleichbleibend hohem Niveau. Eine Zunahme der Veröffentlichungszahlen zu Beginn der Neunziger Jahre lässt sich auch in anderen szientometrischen Studien erkennen [114-116]. Die Neuerung des WoS, sowie die Durchsetzung des Internets als Informationsplattform sind daher nicht nur für die vorliegende Studie messbar und können als vorteilhaft angesehen werden.

Maxima zeigen sich in den Jahren 1999 bis 2001 und 2006. Diese könnten in Verbindung mit neuen Entwicklungen stehen, wie z. B. der Entdeckung einer neuen *Borrelia* Spezies 1999 [9], sowie der Einführung praktischer Richtlinien bei der Behandlung von *LB* durch die „*Infectious Diseases Society of America*“ in den Jahren 2000 und 2006 [50, 95].

Auch wenn es sich bei dem Thema *B. burgdorferi* um ein kleines Themengebiet handelt, stellt sich die Forschung zu dieser Thematik jedoch als sehr umfassend dar. Steigende Publikationszahlen, erhöhte Kooperationsbereitschaft und die Vielseitigkeit der Themengebiete, sowie ihre Vernetzung lassen ein großes Interesse der Wissenschaft erahnen. Des Weiteren ist die bestehende Gesundheitsproblematik in vielen Ländern nicht außer Acht zu lassen. Für die kommenden Jahre kann daher ein Fortbestehen hoher Publikationszahlen angenommen werden.

4.2.2 Sprache der Wissenschaft

Die bevorzugte Sprache in der Wissenschaft ist die englische Sprache. Sie übernimmt nicht nur eine führende Rolle in der internationalen Sprache der Medizin, sondern auch in der internationalen Kommunikation der Wissenschaftler. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden drei Sprachen in etwa gleichem Umfang für die medizinische Wissenschaft verwendet. Hierbei handelte es sich um Deutsch, Französisch und Englisch. Der Trend zum Englischen vollzog sich Mitte des 20. Jahrhunderts und wurde als fortschrittliche Maßnahme in Richtung Globalisierung angesehen [129].

In einer Welt, die in wirtschaftlicher, wissenschaftlicher und kultureller Hinsicht stark durch angloamerikanische Länder beeinflusst wird, ist die englische Sprache zur modernen „*lingua franca*“ (Verkehrssprache) geworden. Für jeden Wissenschaftler, der internationales Interesse erlangen und Anerkennung in seinen Publikationen, sowie

akzeptable Publikationszahlen erzielen möchte, erscheint es unabdingbar die englische Sprache zu beherrschen [130].

Der Vorteil, der sich aus dieser Vereinheitlichung der Sprache ergibt, liegt in der vereinfachten Möglichkeit der Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und Ländern. Der Informationsaustausch kann auf einer einheitlichen Ebene erfolgen und dadurch wesentlich gefördert werden, aber es werden auch die Voraussetzungen für Kooperationen erleichtert. Nachteile zeigen sich jedoch dahingehend, dass die Muttersprache vieler Wissenschaftler nicht die englische Sprache ist. Somit ergeben sich für Autoren und Leser die Probleme der Verständigung. Oftmals werden Publikationen in ihrer Muttersprache veröffentlicht und nicht ins Englische übersetzt. Dabei besteht die Gefahr, dass wichtige Forschungsergebnisse oder Erkenntnisse nicht wahrgenommen werden und verloren gehen können [130].

Datenbanken listen bevorzugt Publikationen, die in englischer Sprache niedergeschrieben sind und auch die Aufnahme von Fachzeitschriften erfolgt nach diesen Präferenzen. So sind neun von zehn Fachzeitschriften, die in der *MEDLINE* aufgenommen werden, englischsprachiger Herkunft [129].

Die überwiegende Dominanz der englischen Sprache als "*lingua franca*" spiegelt sich deutlich in den Ergebniszahlen hinsichtlich der Sprachzugehörigkeit der Publikationen wider. Die englische Sprache zeigt hierbei einen überragenden Anteil von 94%. In Zahlen gesprochen sind 6598 von insgesamt 7001 Veröffentlichungen zum Thema *B. burgdorferi* in dem Zeitraum von 1983 bis 2008 im Englischen verfasst worden. Mit deutlichem Abstand finden sich auch die Sprachen Deutsch (2,7%) und Französisch (1,6%), welche noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts als wichtige Sprachen in der Medizin galten und nun lediglich einen Anteil von ein bis ca. drei Prozent darlegen. Andere Sprachen erzielen deutlich geringere Anteile unter einem Prozent, wie z. B. Spanisch, Russisch und Polnisch und zeigen damit wenig Einfluss auf die sprachliche Wissenschaftslandschaft.

Eine Zunahme in der Wichtigkeit der englischen Sprache wird deutlich. Da jeder Autor an einer entsprechenden Resonanz seiner Arbeit interessiert ist, werden die Publikationen entsprechend in englischer Sprache verfasst und dadurch in der internationalen Wissenschaftswelt eher zur Kenntnis genommen. Das Defizit bleibt in der Erfassung nicht-englischsprachiger Veröffentlichungen, welche zum größten Teil

keinen Eingang in die wichtigen Online-Datenbanken (*WoS*, *PubMed*) finden und demzufolge bei szientometrischen Analysen nicht erfasst werden können.

4.2.3 Stellenwert der Länder bezüglich der Forschung zu *B. burgdorferi*

Die Lyme verursachenden Spirochäten haben seit ihrer Entdeckung durch Willy Burgdorfer in den USA [28] großes wissenschaftliches Interesse in vielen Ländern der Welt erlangt. Dieses bekräftigt die Verteilung der 7001 evaluierten Artikel auf 74 verschiedene Nationen. Besonders aktiv in der Forschung zur Thematik *B. burgdorferi* sind die USA, viele europäische Länder, aber auch Länder des asiatischen Raumes, z. B. Japan und China. Dabei ist auffällig, dass vorwiegend Länder an der Borrelienforschung beteiligt sind, in denen der Erreger aktuell von Bedeutung ist und *LB*-Erkrankungen registriert werden können [23].

Die USA liefern den größten Umfang an Publikationen zu diesem Thema. Es verteilen sich 3.793 Publikationen (mehr als 50% der Gesamtpublikationen) auf 980 US-amerikanische Institutionen. Eine herausragende zentrale Rolle nimmt hierbei die Universität von Yale ein, welche 336 Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* vorweisen kann. Die USA, als großes Land mit einer hohen Bevölkerungszahl (307 Mio.), sind ein Land mit hohem traditionellem wissenschaftlichem Output. Die Zahl der Gesamtzitate, welche wissenschaftliche Bedeutung und Resonanz der Publikationen in der Forschungswelt reflektieren [123], erreichen in den USA einen Wert von 105.986. Der H-Index dient als tatsächliches Maß für die Leistung eines Landes oder Autors und ermittelt sich an der Schnittstelle bei der sich die Anzahl an Publikationen mit der Anzahl an Zitationen überschneidet. Ein hoher H-Index spiegelt hohe wissenschaftliche Leistung wider [112]. Eine hohe Qualität der Artikel ausgehend von den Vereinigten Staaten wird durch den höchsten H-Index (123) der Länder verdeutlicht. Das Bestreben der USA besteht in der Sicherstellung seines hohen Stellenwertes in der Wissenschaft und Forschung. Demzufolge ist das Interesse an hoher Forschungsaktivität groß.

Bereits seit den Siebziger Jahren werden in den USA bibliometrische Analysen als Ausgangsebene genutzt, um Förderungen zu bewirken [101]. Der Vorteil von Förderungen folgt dem Prinzip der selbstverstärkenden Wirkung und wird in der Wissenschaft beschrieben durch den *Matthäus-Effekt* [117]. Die Bereitstellung hoher finanzieller Mittel im Bereich der Medizin bewirkt des Weiteren ein gesteigertes und erleichtertes Interesse für Forschung und Wissenschaft. Pro-Kopf-Ausgaben im Bereich

Diskussion

des Gesundheitswesens der USA belaufen sich auf 7.290 Dollar (Stand 2007), womit dieser Wert deutlich über dem Durchschnittswert von 2.984 Dollar der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) liegt [131]. Die dominierende Rolle der USA lässt sich nicht nur hinsichtlich der geschilderten Faktoren erahnen. Vielmehr scheint die Inzidenz der Erkrankung in den USA ein weiterer möglicher Faktor für ihre rege Forschungsbeteiligung zum Thema *B. burgdorferi* zu sein. Der Erreger wurde nicht nur in den USA entdeckt, sondern stellt dort bis heute ein aktuelles Gesundheitsproblem dar. Während im Jahr 1992, 9.908 Lyme-Erkrankungen an das CDC übermittelt wurden, waren es 2006 sogar 19.931 [24]. Im Jahr 2008 berichtet das CDC von 28.920 bestätigten Krankheitsfällen und 6.277 möglichen Erkrankungen. Die Inzidenz liegt im Jahr 2008 bei 9,4 Fällen pro 100.000 Einwohner [126]. Diese Daten unterstreichen das fortbestehende Auftreten der Lyme Erkrankung in den USA.

Neben den USA zeigen jedoch auch zahlreiche andere Länder eine rege Publikationsbeteiligung hinsichtlich des Erregers *B. burgdorferi*. Deutschland (958), Frankreich (348), Großbritannien (263), Schweiz (231), Österreich (203), Italien (194), Schweden (193) und die Niederlande (148) gehören zu den meistpublizierenden europäischen Ländern. Aber auch Japan (182) platziert sich in der Rangliste der Top Ten. Neben den Publikationszahlen verdeutlichen auch die Anzahl der Institutionen bspw. in Deutschland (390), Frankreich (186), Japan (130), Großbritannien (129), Italien (105), Spanien (90), Schweden (79) und der Schweiz (72), eine vielseitige Beteiligung europäischer Länder (mit Ausnahme von Japan) bezüglich der Borrelienforschung. Die Inzidenz der *LB* liegt in Europa bei geschätzten 14 bis 160 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner [45] und verdeutlicht an dieser Stelle, dass die Erkrankung nicht nur in den USA ein aktuelles Problem darstellt. Die Publikationszahlen der einzelnen europäischen Länder gestalten sich zwar deutlich geringer als in den USA, jedoch sollten die Größe sowie Einwohnerzahlen der einzelnen Länder und ihre Anzahl an Institutionen gegenüber den USA nicht außer Acht gelassen werden. Daher kommt ihnen im Rahmen der Forschung zum Thema *B. burgdorferi* ein beachtlicher Stellenwert zu.

Deutschland kristallisiert sich als stärkstes europäisches Land bezüglich der Publikationsbeteiligung (958) und der Anzahl ihrer Institutionen (390), sowie der Anzahl von Zitaten (20.342) hinsichtlich *B. burgdorferi* heraus. Der modifizierte H-Index (68) für Deutschland reflektiert hohe Qualität der Veröffentlichungen. Die ermittelten Ergebnisse

Diskussion

unterstreichen die wichtige wissenschaftliche Stellung dieses Landes hinsichtlich des untersuchten Themas *B. burgdorferi*. Darüber hinaus steht Deutschland für ein Land mit solider wissenschaftlicher Tradition [130], somit ist auch hier ein Interesse an einem gesteigerten Forschungsumfang zu vermuten.

Da die *LB* in verschiedenen Nationen eine aktuelle Gesundheitsproblematik darstellt, ist ihre Bekämpfung durch gemeinschaftliche Forschung, sowie durch Informationsaustausch zu aktuellen Erkenntnissen und neuen Ergebnissen von besonderer Bedeutung [125]. Dieses zeigt sich insbesondere bei den internationalen Kooperationen in der Forschung zu *B. burgdorferi*, wobei die Vereinigten Staaten und Deutschland deutlich im Mittelpunkt stehen. Zwischen beiden Ländern besteht nicht nur die stärkste Zusammenarbeit, vielmehr sind ausgehend von ihnen die meisten Vernetzungen in zahlreiche europäische (z. B. Frankreich, Großbritannien, Schweiz und Österreich) aber auch fernöstliche (z. B. Japan, China) oder Länder der südlichen Hemisphäre (z. B. Australien, Brasilien) erkennbar.

Diese weitreichende Vernetzung der Wissenschaftsforschung hinsichtlich des untersuchten Themas, verbildlicht sich auch in der Kollaboration der Institutionen. In den USA besteht ein reger Austausch zwischen den Institutionen, wobei die Universität von Yale eine zentrale Stellung einnimmt. Sie kann 336 Veröffentlichungen zu *B. burgdorferi* vorweisen, wovon 202 in Kollaboration mit anderen Institutionen entstanden sind u. a. mit der „Connecticut Agricultural Experiment Station“, den Universitäten von Harvard und Connecticut, sowie zahlreichen anderen Einrichtungen. In Deutschland kommt der Universität von Heidelberg, dem Max Planck Institut und dem Universitätsklinikum in Frankfurt besondere Bedeutung zu, da hier höchste Kooperationen untereinander bestehen und darüber hinaus eine Verbindung zur Universität von Kentucky in den USA besteht. So erscheinen nicht nur die Zusammenarbeit von Institutionen innerhalb eines Landes von besonderer Bedeutung zu sein, sondern auch länderübergreifende Kooperationen als wichtige Komponente im Zusammenhang mit der Forschung zu *B. burgdorferi*.

Interessant erscheint in diesem Zusammenhang die Betrachtung der Forschung zum Thema *B. burgdorferi* in einem Land, welches nicht in das typische endemische Verbreitungsgebiet des Erregers fällt, wie z. B. Australien. Der natürliche Lebensraum und typische Wirte, welche als Vektoren für *B. burgdorferi* dienen, sind in Australien nicht vorzufinden. Die Forschung zeigt dennoch Interesse an dem Erreger, da

Diskussion

Krankheitsfälle ähnlich der *LB* gemeldet werden. Ausgehend von diesem Land konnten deshalb 47 Publikationen erfasst werden. Es fehlen jedoch Beweise für das Vorhandensein von *B. burgdorferi* oder ähnlichen Spirochäten in Australischen Zecken, da der Erreger bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden konnte [132]. Ein möglicher Antrieb für die Forschungsbeteiligung zum vorliegenden Thema könnte darin begründet sein, endgültige Klarheit über das Vorliegen des Erregers zu schaffen. Die vornehmlichen Kooperationen mit den USA (14 Kooperationsartikel) deuten auf einen regen Informationsaustausch hinsichtlich bereits erlangter Erkenntnisse über den Erreger hin, da dieser wie bereits beschrieben, in den USA entdeckt wurde und die Erkrankung dort ein bestehendes, großes gesundheitliches Problem darstellt und intensiv erforscht wird.

Neben Gründen der Inzidenz scheinen auch wirtschaftliche Gründe eine wesentliche Rolle in der Forschungsbeteiligung einzunehmen. Vergleicht man die wissenschaftliche Stellung der USA in einem anderen Erkrankungsbild welche kein aktuelles Gesundheitsproblem im Land darstellt, lässt sich trotzdem eine dominierende Rolle der Vereinigten Staaten erkennen [114]. Daher lässt sich vermuten, dass die USA im Rahmen ihrer finanziellen, infrastrukturellen und wissenschaftlichen Möglichkeiten generell in großem Umfang bei Forschungen vertreten sind. Die hohe Anzahl an Institutionen und die überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Ausgaben im Bereich des Gesundheitswesens [131] verdeutlichen dieses. Dagegen haben es kleine Länder mit weitaus geringeren Institutionszahlen und weniger finanziellen Mitteln und den damit geringeren Möglichkeiten der Forschung schwieriger, sich in der Welt der Wissenschaft zu etablieren. Slowenien bspw. zeigt eine sehr hohe Inzidenz der *LB* (206 / 100.000 Einwohner) [133], wohingegen die Anzahl der Artikel zum Thema *B. burgdorferi* bei 95 liegt, die Anzahl der Institutionen bei 17 und sich die Gesamtzitate auf 1.655 belaufen. Wird die Qualität der Publikationen mit Hilfe des modifizierten H-Index betrachtet, liegt Slowenien mit einem Wert von 22 auf Platz 13. Demzufolge kann von einer hohen Qualität der Publikationen ausgegangen werden. Ein Großteil dieser Arbeiten beruht auf Kooperationen mit den USA aber auch Deutschland. Diese hohe Kooperationsbereitschaft lässt erahnen, dass internationaler Austausch zwischen Ländern mit großem wissenschaftlichen Outputs und kleinen Ländern mit weniger Möglichkeiten zur Forschung von besonderer Bedeutung ist.

Es lässt sich vermuten, dass die Beweggründe für die Forschung zu diesem Thema

vielseitige Antriebe haben. Verständlich erscheint der Gedanke, dass Länder die eine hohe Inzidenz zum Thema *B. burgdorferi* aufweisen, großes Bemühen in wissenschaftliche Forschung investieren, um das Gesundheitsproblem zu bekämpfen. Aufgrund steigender Erkrankungsfälle in den Ländern sollten gezielte Präventions- und frühzeitige Behandlungsstrategien, sowie ein nachhaltiges Überwachungssystem entwickelt werden [24]. Des Weiteren sind neben wissenschaftlichem Potential, Größen der Länder, geographische Nähe, infrastrukturelle, finanzielle, kulturelle, sprachliche, geschichtliche aber auch sozialwirtschaftliche Gegebenheiten ausschlaggebend für wissenschaftlichen Output und Kooperationen [102].

4.2.4 Zitationsanalysen

In der vorliegenden Arbeit werden die Zitationsanalysen durch den *SCI* des *WoS* ermöglicht. Diese Analyse ermöglicht Rückschlüsse hinsichtlich der Resonanz von Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* in der Wissenschaft.

Das Ziel eines jeden Wissenschaftlers liegt darin begründet, Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistung zu erzielen. Diese Resonanz wird durch die Wahrnehmung, Relevanz und Zitierung seiner Arbeiten durch andere Kollegen erreicht. Die Anzahl von Zitaten wird oft als qualitative Bewertungsgrundlage angesehen, obwohl eine hohe Anzahl von Zitationen nicht automatisch auf hohe Qualität von Publikationen schließen lässt [102].

Die Entwicklung der Zitationen nach Zitationsjahren verbildlicht die Resonanz der Publikationen in einem Zeitfenster von 25 Jahren (1983 bis 2008), wobei ein klarer Aufwärtstrend zu erkennen ist. Dieses Wachstum lässt auf ein steigendes Interesse in der Borrelienforschung schließen. Der Trend verläuft parallel mit steigenden Publikationszahlen, Kooperationen und steigender Inzidenz der *LB*. So kann hier ein direkter Zusammenhang in der Forschung zu *B. burgdorferi* gesehen werden. Positiv beeinflusst wird dieser Trend auch durch die Etablierung des Internets Anfang der Neunziger Jahre und der damit verbundenen erleichterten Kommunikation zwischen Ländern, Institutionen und einzelnen Autoren. Des Weiteren zeigt sich auch hier der Einfluss der oben genannten Neuerungen der Online-Datenbanken bei der Listung wissenschaftlicher Arbeiten als positiv. Zusammenfassend begünstigen die verschiedenen Faktoren den Anstieg der Zitationen.

Diskussion

Die Anzahl der Zitate nach Erscheinungsjahren dient der Evaluierung von Jahrgängen, welche die meisten Zitate auf sich vereinen. Auch hier lässt sich ab 1983 ein deutliches Wachstum ablesen, welches sein Maximum im Jahr 1993 (11.653 Zitate) erzielt.

Dieser steile Anstieg, der besonders Anfang der 90er Jahre besonders auffällig erscheint, liegt in einer Neuerung des *WoS* begründet, welche seither zusätzlich die *Abstracts* von Publikationen erfasst. Dadurch stehen ab diesem Zeitpunkt bei der Suche nach relevanter Literatur zum Thema *B. burgdorferi* deutlich mehr Daten zur Verfügung. Daher lassen sich für die folgenden Jahre Zitationszahlen auf ähnlich hohem Niveau ablesen. Ab 2001 zeigt sich jedoch ein rückläufiger Trend bei der Anzahl an Zitaten. Hier ist anzunehmen, dass jüngere Artikel die nahe am Untersuchungszeitraum publiziert wurden, eine immer kürzer werdende Zeitspanne zur Verfügung hatten, um als Zitationsquelle genutzt zu werden.

Die insgesamt 7001 Publikationen zum Thema *B. burgdorferi* können 936 verschiedenen Quellenzeitschriften zugeordnet werden. Dabei zeigen die einzelnen Zeitschriften deutliche Unterschiede in ihrer Anzahl der Zitate, Zitationsraten und Anzahl der Veröffentlichungen. Die Fachzeitschriften „*Infection and Immunity*“ und „*Journal of Clinical Microbiology*“ heben sich hinsichtlich der Borrelienpublikationen deutlich hervor. Beide Journale gehören zur *ASM (American Society for Microbiology)*, der weltweit größten wissenschaftlichen Gesellschaft für Interessierte der mikrobiologischen Wissenschaft und befassen sich mit Aspekten von Infektionskrankheiten, sowie der klinischen Immunologie. Diese Fachzeitschriften erreichen neben den meisten themenbezogenen Artikeln (551 und 361), auch die höchsten Zitationszahlen (18.388 und 14.359). Die Zitationsraten liegen mit Werten von 33,4 und 39,8 im vorderen Bereich. Ihre Resonanz in der Wissenschaft kann daher als bedeutend eingestuft werden.

Als weitere wichtige Fachzeitschrift, bezogen auf Publikationen zur Thematik *B. burgdorferi*, zeigt sich das „*Journal of Infectious Diseases*“. Sie beinhaltet Forschungsergebnisse aus Mikrobiologie, Immunologie, Epidemiologie und verwandten Disziplinen und publiziert für die „*Infectious Diseases Society of America*“ (*ISDA*), einer Gesellschaft, die sich schwerpunktmäßig mit Infektionskrankheiten beschäftigt. Die Anzahl der Publikationen bezüglich *B. burgdorferi* liegen bei 192, deutlich unter den Werten der beiden oben genannten Zeitschriften. Jedoch verdeutlichen die Zitationszahlen (7.939) und die daraus resultierende Zitationsrate (41,3) eine hohe

Wahrnehmung in der Wissenschaft. Ähnliches gilt für das „*Journal of Immunology*“ (Artikel: 125; Zitate: 5.353; Zitierrate: 42,8).

Die Zitationsrate ermöglicht eine Einschätzung der direkten Wirkung wissenschaftlicher Publikationen eines Autors, eines Journals oder Landes. Die Zitationsrate errechnet sich aus der durchschnittlichen Anzahl der Zitate einer Publikation [101]. Um dieses bibliometrische Maß auf die einzelnen Länder zu projizieren, wird die Summe der Zitationen auf die Summe der Veröffentlichungen eines Landes bezogen. Für die einzelnen Länder ergibt sich hierbei eine führende Position der USA (27,9), die sich bereits auch bei Publikationszahlen, Institutionen, Kooperationen und Gesamtziten gezeigt hat. Doch zeigt sich die Vormachtstellung der USA hier weniger prägnant. Da sich die Summe der Zitationen auf die Gesamtveröffentlichungen eines Landes beziehen, können Länder, die weniger themenbezogene Publikationen vorweisen, jedoch verhältnismäßig viele Zitate erhalten haben, mit hohen Zitationsraten punkten und folglich stärker in Erscheinung treten als vorher. Diese betrifft z. B. Länder wie Norwegen (26,8), Irland (26,5) und Dänemark (24,9), welche sich direkt hinter den USA und vor Deutschland (21,2) platzieren. Die Anzahl der Publikationen eines Landes stehen im direktem Zusammenhang mit der Höhe der Zitationsrate, so ist es notwendig einen Schwellenwert bei 30 Veröffentlichungen zu setzen, damit die Ergebnisse bei sehr geringen Publikationszahlen nicht verzerrt werden. Zusammenfassend kann eine hohe Resonanz der *B. burgdorferi* Veröffentlichungen aus zahlreichen Ländern angenommen werden, allen voran die USA.

Jede Literatur unterliegt mit den Jahren einer Alterung, das heißt die Verwendbarkeit und Gültigkeit von Literatur verfällt mit zunehmendem Alter. Die Literaturalterung unterliegt anfänglich einer starken Wachstumsphase (Reifungsphase / maturing phase), gefolgt von einer Sättigungsphase, wobei es zu einem Rückgang in der Benutzung (decline) kommt [102]. Werden die Halbwertszeiten der Publikationen in den Jahreszeiträumen von 1983 bis 2002 sowie 1983 bis 1997 betrachtet, liegt diese bei sechs bzw. acht Jahren. Dabei wurde die Zeit ermittelt, in der die Anzahl der Zitationen auf die Hälfte ihres ursprünglichen Prozentwertes abgesunken sind. Es hat den Anschein, dass Publikationen von 1983 bis 1997 durch ihre längere Halbwertszeit von acht Jahren eine lange Gültigkeit und Verwendung aufweisen. Die ermittelte Halbwertszeit für den Gesamtzeitraum von 1983 bis 2007 liegt bei fünf Jahren. Hier werden alle Publikationen in ihrer Gesamtheit betrachtet auch Artikel, welche erst in den

letzten Jahren veröffentlicht wurden. Die Aussagekraft ist diesbezüglich deutlich gemindert und führt folglich zu einer geringeren Halbwertszeit. Darüber hinaus bleibt der Einfluss der neuen Medien auf die Halbwertszeit nicht unbedeutend. Informationen sind in der heutigen Zeit schneller bekannt, verbreitet, verarbeitet und ergänzt als früher, somit kann auch eine schnellere Alterung des informativen Wertes von Publikationen angenommen werden.

4.2.5 Stellenwert der Autoren

Autoren sind in der heutigen Zeit bestrebt, möglichst viele Veröffentlichungen zu erzielen und dahingehend möglichst viele Zitate zu erhalten, um Anerkennung und Ansehen in der Wissenschaft zu erlangen. Viel zitiert zu werden, bedeutet wiederum von anderen Wissenschaftlern wahrgenommen zu werden. Die Beachtung und Aufmerksamkeit sichert gut dotierte Stellen für die Forscher, Forschungsgelder, neue Forschungsmöglichkeiten und letztlich neue Ergebnisse und weitere Publikationen [104]. Die wissenschaftliche Produktion anhand der Gesamtpublikationszahlen zu ermitteln, wurde bereits 1975 von dem Nobelpreisträger W. Shockley vorgeschlagen. Die Produktivität beinhaltet dabei alle publizierten Arbeiten eines Autors (Artikel, Berichte, Bücher, Innovationen) [102].

Produktivste Autoren zum Thema *B. burgdorferi* sind Professor Erol Fikrig (USA) mit 156 Publikationen, Bettina Wilske (Deutschland), Professorin für Bakteriologie (131) und der amerikanische Rheumatologe, Allen Steere (129). Die Publikationen werden aufgeschlüsselt hinsichtlich Erst-, Senior- oder Koautor. Daraus wird ersichtlich, dass die eben genannten Autoren in den meisten Arbeiten als Senior oder Koautor aufgeführt sind. Als Erstautor, welcher in der Regel derjenige ist, der am meisten an der wissenschaftlichen Arbeit beteiligt war, treten die drei genannten Autoren eher mit geringeren Werten in Erscheinung. Hierbei offenbart der Autor Louis Magnarelli (USA), der in seiner Gesamtpublikationszahl (84) nur den zehnten Platz einnimmt, eine beachtliche Anzahl von 48 Arbeiten in denen er als Erstautor auftritt.

Erol Fikrig ist Professor für innere Medizin an der Yale Universität in den USA. Die Yale Universität steht im Mittelpunkt der Kooperationen auf Ebene der Institutionen. Neben einer hohen Anzahl themenbezogener Veröffentlichungen (336), können von ihr ausgehend die meisten Kollaborationen zu anderen Einrichtungen verzeichnet werden. Es besteht u. a. eine besonders prägnante Verbindung mit der Universität von Harvard,

Diskussion

welche ebenfalls eine beachtliche Anzahl an Publikationen zur Thematik *B. burgdorferi* (198) vorweisen kann. Der Rheumatologe Allen Steere ist derzeit an der Universität von Harvard angesiedelt und war vorher für die Universität von Yale tätig. Magnarelli ist Direktor der „*Connecticut Agricultural Experiment Station*“ einer der stärksten Kooperationspartner der Yale Universität bezüglich der Borrelienforschung. Folglich lassen sich direkte Zusammenhänge zwischen publikationsstarken Institutionen und den produktivsten Autoren herausfiltern, die letztlich in einer hohen Kooperationsbereitschaft münden.

Es ist anzunehmen, dass die Zusammenarbeit mehrerer Autoren immer mehr an Bedeutung gewinnt, da hierdurch auch die Anzahl an Veröffentlichungen positiv zu beeinflussen ist. Bezug nehmend auf die Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit lässt sich diese Annahme bestätigen. Die durchschnittliche Anzahl der Autoren ist seit 1986 bis 2008 von 3,5 auf 5,2 angestiegen. Artikel mit nur einem Autor nehmen scheinbar in ihrer Bedeutung ab. Diese Entwicklung wurde bereits in den 60er Jahren vorausgesagt und finden in der heutigen Zeit fast komplette Bestätigung [102, 103].

Wird der Betrachtungsstandpunkt auf die Kooperationen von Autoren gerichtet, wird die weitreichende Vernetzung unter den Wissenschaftlern deutlich. Viele Faktoren führen dazu, dass Zusammenarbeit zu einem immer größer werdenden Trend in der Wissenschaft wird. Hierzu zählen neben finanziellen Einsparungsmöglichkeiten auch das effektive Nutzen von Wissen, leichter Austausch von Fachwissen, erleichterte Produktivität, neue Erfahrungswerte, neue Forschungsmöglichkeiten, sowie individuelle Herausforderungen hinsichtlich neuer Technologien und anderer Sichtweisen [102]. Eine Zusammenarbeit bei wissenschaftlichen Publikationen scheint demnach nicht mehr wegdenkbar.

Auf eine hohe Anzahl an Publikationen wird oftmals eine hohe Anzahl von Zitaten erwartet. Auf den Autor Allen Steere (USA) kommen die meisten Zitate (6.813), gefolgt von Allan Barbour (USA) mit 5.610 Zitaten. Beide Autoren platzieren sich bezüglich ihrer Anzahl an Publikationen auf den dritten bzw. sechsten Platz, d. h. auch wenn sie nicht die meisten Veröffentlichungen auf sich vereinen, wurden ihre Arbeiten dennoch oft zitiert, was für eine hohe Anerkennung ihrer Werke spricht. Auch umgekehrte Relationen können auftreten, so zeigt sich am Beispiel von dem amerikanischen Autor Dr. Gary Wormser, dass hohe Publikationszahlen (118) nicht immer mit einer hohen Anzahl an Zitaten einhergehen. Diese liegt in diesem Fall bei gerade 3.203 Zitaten. Es

Diskussion

könnte vermutet werden, dass die Arbeiten von Dr. Wormser weniger Bestätigung in der Wissenschaft finden, als die von anderen Autoren bzw. die durch ihn verwendeten Medien nicht etabliert genug sind, um entsprechende Resonanz zu erzielen.

Ein Netzwerk gegenseitiger Zitierungen verdeutlicht die Wahrnehmung der Autoren untereinander. Erol Fikrig zitiert in hohem Umfang seine Kollegen Persing, Barbour, Steere und besonders prägnant den Autor Barthold. Von ihm gehen zu allen der zehn meistzitierenden Autoren Zitierwerte von weit mehr als 40 aus. Es lässt sich ablesen, wie häufig die Autoren ihre Kollegen zitieren und welche Autoren selten zitiert werden. Zu den letzt genannten zählen bspw. die amerikanischen Autoren Michael Norgard und Stephen Barthold. Viel zitiert zu werden, scheint einer Anerkennung in seinen Werken gleichzukommen und offenbart das Interesse seiner Kollegen hinsichtlich wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Werden die Zitationsrate und der H-Index in die Analyse miteinbezogen, lassen sich die bedeutendsten Autoren erahnen. Der H-Index gibt Auskunft über die wissenschaftliche Leistung eines Autors. Die Zitationsrate hingegen gibt Aufschluss über die wissenschaftliche Resonanz von Publikationen. Die Autoren Barbour und Steere offenbaren mit einer Zitationsrate von jeweils 53 den höchsten Wert. Der höchste H-Index ermittelt sich für den Autor Allen Steere mit einem Wert von 46, gefolgt von Erol Fikrig mit 42, sowie Barbour und Barthold mit einem H-Index von jeweils 40. Die Selbstzitate können jedoch den H-Index maßgeblich beeinflussen, da hierdurch höhere Werte erzielt werden können.

Zusammengefasst ergeben sich für den Rheumatologen Allen Steere (USA) 129 Publikationen, 6.813 Zitate, eine Zitationsrate von 53 und ein H-Index von 46. Mit 132 Selbstziten gemessen an 6.813 Zitaten bewirken diese lediglich einen Einfluss von 1,9% und sind damit vernachlässigbar in der Leistungsbetrachtung des Autors. Damit ist er einer der bedeutendsten Autoren in Bezug auf Publikationen zum Thema *B. burgdorferi*, mit der größten wissenschaftlichen Anerkennung. Als Rheumatologe beschäftigt er sich seit den 70er Jahren mit der Lyme Arthritis, die im Zusammenhang mit dem Erreger *B. burgdorferi*, wie Anfang der 80er Jahre entdeckt wurde, auftritt. Demzufolge ist er einer der Autoren, der seit Entdeckung des Erregers bis heute maßgeblich an der Erforschung beteiligt ist.

Diskussion

Der amerikanische Autor Erol Fikrig, Professor für innere Medizin, genießt ebenfalls hohes wissenschaftliches Interesse und kann eine beachtliche Zahl (156) *B. burgdorferi* bezogener Publikationen vorweisen und damit mehr als Allen Steere. Die Anzahl der Zitate beläuft sich auf 5.501, wovon 169 Selbstzitate darstellen und damit zu drei Prozent ihren Einfluss nehmen. Der H-Index als tatsächliches Maß für wissenschaftliche Produktivität liegt bei 42, die Zitationsrate liefert einen Wert von 35. Damit liegt die Zitationsrate welche die wissenschaftliche Resonanz reflektiert, deutlich hinter der von Allen Steere und lässt folglich weniger Anerkennung vermuten.

Werden die fünfzehn produktivsten Autoren bezüglich ihrer Herkunftsländer betrachtet, wird auch an dieser Stelle die Vormachtstellung der USA bewusst. Dreizehn der Autoren publizieren ausgehend von den USA, gerade zwei Autoren veröffentlichen aus anderen Ländern. Dazu gehören die Professorin Bettina Wilske aus Deutschland und die Biologin Dr. Lise Gern aus der Schweiz.

5 Zusammenfassung

Das Bakterium *B. burgdorferi* zählt zur Familie der Spirochäten und ist Verursacher der LB, einer durch Zecken übertragenen Erkrankung mit vielseitig klinischem Erscheinungsbild. Entdeckt wurden die Bakterien 1981 durch den Mikrobiologen Willy Burgdorfer und sie stehen bis heute im Fokus der Öffentlichkeit. Bisher bestehen die herkömmlichen Behandlungsstrategien in der Verabreichung von Antibiotika. Wirksame Impfstoffe konnten sich noch nicht durchsetzen. Des Weiteren ergeben sich fortlaufend neue Fragestellungen bezüglich der komplexen biochemischen Vorgänge bei der Umgehung des Immunsystems des Menschen, sowie die Assoziation zu bestimmten Organen (Haut, Gelenken, Herz, Gehirn etc.) und das Verweilen der Bakterien in den Geweben. Die Verbreitung des Erregers nimmt bis zur heutigen Zeit stetig zu und betrifft die meisten Länder in Europa, den USA und Teile von Asien.

Ziel dieser Arbeit war es daher, das weltweite Forschungsaufkommen bezüglich des Bakteriums *B. burgdorferi* zu untersuchen. Dabei wurden alle Arbeiten, die zu diesem Thema von 1983 bis 2008 publiziert und entsprechend Eingang in die Listen der wissenschaftlichen Datenbanken gewonnen haben, einbezogen. Mit Hilfe der Suchtermini „*Borrelia burgdorferi*“ und „*Lyme Disease spirochete*“ konnten im WoS 7001 Publikationen ermittelt werden. Diese wurden durch die Funktionen „*Analyze Results*“ und „*Citation Report*“ des WoS hinsichtlich verschiedener Schwerpunkte wie Publikationsjahre, Sprachzugehörigkeit, Fachzeitschriften, Erscheinungsformen, Institutionen, Länder, Themenbereiche sowie Zitationen und Autoren genauer analysiert. Zur graphischen Veranschaulichung dienten zahlreiche Diagramme und Kartenanamorphoten.

Der erste gelistete Artikel im WoS wurde im Jahr 1983 veröffentlicht. Seither zeigen sich positiv wachsende Trendentwicklungen hinsichtlich des Publikationsverhältnisses. Mehr als 94% der identifizierten Arbeiten wurden hierbei in englischer Sprache veröffentlicht, woraus sich der Trend der wissenschaftlichen Sprache zum Englischen hin erkennen lässt. Die Gründe für steigende Publikationszahlen sind vielseitig und umfassen wirtschaftliche, technische, finanzielle als auch medizinische Aspekte. Die USA nehmen in Bezug auf die Erforschung von *B. burgdorferi* eine dominierende Rolle ein. Sie liefern den größten Umfang an Veröffentlichungen zu diesem Thema, wobei sich 3.793 Publikationen auf 980 Institutionen verteilen. Der Erreger wurde in den Vereinigten Staaten entdeckt und stellt dort bis heute ein aktuelles Gesundheitsproblem dar. Die USA, als großes Land mit einer hohen Bevölkerungszahl (307 Mio.), sind eine Nation

Zusammenfassung

mit hohem traditionellem wissenschaftlichem Output. Diese starke Präsenz zeigt sich auch in zahlreichen anderen Forschungsgebieten. Neben den USA beteiligen sich zahlreiche europäische Länder (besonders Deutschland, Frankreich, Österreich und Schweiz) und vereinzelt Länder des fernöstlichen Raumes, z. B. Japan und China, an der Forschung zum Thema *B. burgdorferi*. Die Publikationsbeteiligung spiegelt gleichzeitig das Auftreten des Erregers wider, da vornehmlich aus betroffenen Ländern Veröffentlichungen registriert werden können.

Deutlich wird zudem eine Zunahme internationaler Zusammenarbeiten zwischen den einzelnen Ländern und Institutionen. Die Zahl der Kooperationsartikel steigern sich von eins (1983) auf 83 (2008). Diese Kooperationen sind weit verzweigt und besonders prägnant zwischen und ausgehend von den Nationen USA und Deutschland.

Die Zitationsanalysen verdeutlichen eine starke Resonanz der Publikationen aus den USA. Dieses zeigt sich anhand höchster Werte bei den Gesamtzitationen (105.986) und der Zitationsrate (27,9). Deutschland folgt an zweiter Stelle und repräsentiert das stärkste europäische Land bezüglich der Borrelienforschung (958 Publikationen, 390 Institutionen, 20.342 Gesamtzitate). Die Fachzeitschriften „*Infection and Immunity*“ sowie „*Journal of Clinical Microbiology*“ erlangen die größte Bedeutung hinsichtlich der Summe an Publikationen (551; 361) und Anzahl der Zitate (18.388; 14.359). Wird hingegen die wissenschaftliche Resonanz mit Hilfe der Zitationsrate gedeutet, so stehen das „*Journal of Immunology*“ (42,8) und „*Journal of Infectious Diseases*“ (41,3) im Vordergrund.

Der produktivste Autor zum Thema *B. burgdorferi* ist der amerikanische Professor Erol Fikrig mit 156 Publikationen und 5.501 Zitaten, sein H-Index liegt bei 42 und die Zitationsrate bei 35. Der Rheumatologe Allen Steere hingegen liefert nur 129 Veröffentlichungen, wird allerdings häufiger zitiert (6.813) und präsentiert neben einer höheren Zitationsrate (53) auch einen höheren H-Index (46). Seine Arbeiten haben demnach ein höheres wissenschaftliches Ansehen und somit kann er als bedeutendster Autor angesehen werden.

6 Summary

The bacterium *B. burgdorferi* ranks among the family of spirochetes and causes *LB*, a disease with various symptoms passed on by ticks. It was Willy Burgdorfer who found the disease causing bacterium in 1981 and it has been in the focus of research since. Until now the usual treatment strategy has been the use of antibiotics. Vaccines have not been able to prevail so far. Furthermore there are steadily new questions arising concerning the complex biochemical processes that happen when the bacteria bypass the human immune system as well as concerning the preference of certain organs (skin, joints, heart, brain etc.) and the persistence of the bacteria in the tissue. The germ has been spreading continuously to date, especially in most of the European countries, the USA and parts of Asia.

Therefore, the aim of this thesis was to analyze the worldwide research on the bacterium *B. burgdorferi*. In this process all publications on this topic from 1983 to 2008 that are listed in scientific data bases were incorporated. Using the search keys "*Borrelia burgdorferi*" and "*Lyme Disease spirochete*" 7001 publications could be found in the *WoS*. These publications were analyzed more precisely with the help of the *WoS* functions "*Analyze Results*" and "*Citation Report*" with regard to various emphases such as year of publication, language, professional journals, forms of appearance, institutions, countries, topics as well as citation and authors.

The first article listed in the *WoS* was published in 1983. Since then, developments have shown positive growth trend with regard to the publication ratio. Over 94% of the identified papers were published in English, which demonstrates that scientific language shows a tendency to English. The reasons for rising number of publications are varied and include economic, technical, financial and medical aspects. The U.S. is taking in relation to the investigation of *B. burgdorferi* a dominant role. They provide the largest amount of publications on this topic, with 3.793 publications are distributed to 980 institutions. The pathogen was discovered in the United States and there is still a current health problem. The U.S., as a large country with a large population (307 million), are a nation with high traditional scientific output. This strong presence is also evident in many other fields of research. Besides the U.S., a number of other European countries (especially Germany, France, United Kingdom and Austria) and some Far Eastern countries like Japan and China show active publication participation with regard

Summary

to the pathogen *B. burgdorferi*. This participation reflects also the spreading of the pathogen.

Significantly is also an increase in international collaboration between countries and institutions. The number of items increased cooperation from one (1983) to 83 (2008). International co-operations are widely ramified, primarily between and initiated by the U.S. and Germany.

The citation analysis demonstrates the significant scientific response of the American publications. This is shown by the highest values for total citations (105.986) and the citation rate (27,9). Germany ranks second and represents the strongest European country with regard to the *Borrelia* Research (958 publications, 390 institutions, 20.342 total citations). The journals "*Infection and Immunity*" and "*Journal of Clinical Microbiology*" are the most important ones regarding number of articles (551; 361) and citations (18.388; 14.359). However, analyzing scientific response with the help of the citation rate the "*Journal of Immunology*" (42,8) and "*Journal of Infectious Diseases*" (41,3) are the most prominent.

The most productive author on the topic *B. burgdorferi* is the American professor Erol Fikrig with 156 publications and 5.501 citations. His H-index amounts to 42 and his citation rate to 35. The rheumatologist Allen Steere, on the contrary, only has 129 publications but is cited more often (6.813) and shows in addition to a higher citation rate (53) also a higher H-index (46). Therefore, his studies have a higher scientific reputation and he can be seen as the most significant author in this field.

7 Literaturverzeichnis

1. Steere, A.C., et al., *Lyme arthritis: an epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three connecticut communities*. *Arthritis Rheum*, 1977. **20**(1): p. 7-17.
2. Steere, A.C., T.F. Broderick, and S.E. Malawista, *Erythema chronicum migrans and Lyme arthritis: epidemiologic evidence for a tick vector*. *Am J Epidemiol*, 1978. **108**(4): p. 312-321.
3. Burgdorfer, W., *Discovery of the Lyme disease spirochete and its relation to tick vectors*. *Yale J Biol Med*, 1984. **57**(4): p. 515-520.
4. NIAID. *Understanding Lyme Disease*. 2007 Nov 26 [cited 2008 Nov 12th]; Available from:
<http://www3.niaid.nih.gov/topics/lymeDisease/understanding/intro.htm>.
5. Barbour, A.G., *Isolation and cultivation of Lyme disease spirochetes*. *Yale J Biol Med*, 1984. **57**(4): p. 521-525.
6. Benach, J.L., et al., *Spirochetes isolated from the blood of two patients with Lyme disease*. *N Engl J Med*, 1983. **308**(13): p. 740-742.
7. Steere, A.C., et al., *The spirochetal etiology of Lyme disease*. *N Engl J Med*, 1983. **308**(13): p. 733-740.
8. Lunemann, J.D. and A. Krause, [*Heterogeneity of Borrelia burgdorferi: etiopathogenetic relevance and clinical implications*]. *Z Rheumatol*, 2003. **62**(2): p. 148-154.
9. Wang, G., A.P. van Dam, and J. Dankert, *Phenotypic and genetic characterization of a novel Borrelia burgdorferi sensu lato isolate from a patient with lyme borreliosis*. *J Clin Microbiol*, 1999. **37**(9): p. 3025-3028.
10. Hofmann, H., [*Lyme borreliosis. Cutaneous manifestation*]. *Hautarzt*, 2005. **56**(8): p. 783-795; quiz 796.

Literaturverzeichnis

11. Stanek, G. and F. Strle, *Lyme borreliosis*. Lancet, 2003. **362**(9396): p. 1639-1647.
12. Hengge, U.R., et al., *Lyme borreliosis*. Lancet Infect Dis, 2003. **3**(8): p. 489-500.
13. Stanek, G., et al., *Epidemiology of Lyme Disease*, in *Aspects of Lyme borreliosis*, K. Weber and W. Burgdorfer, Editors. 1993, Springer: Berlin. p. 358-370.
14. CDC. *Learn about Lyme Disease*. 2008 oct [cited 2008 Nov 10th]; Available from: <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/lyme/index.htm>.
15. Humair, P. and L. Gern, *The wild hidden face of Lyme borreliosis in Europe*. Microbes Infect, 2000. **2**(8): p. 915-922.
16. Fingerle, V. and B. Wilske, [*Ticks, tick bites and how best to remove the tick*]. MMW Fortschr Med, 2006. **148**(25): p. 30-32.
17. De Silva, A.M. and E. Fikrig, *Growth and migration of Borrelia burgdorferi in Ixodes ticks during blood feeding*. Am J Trop Med Hyg, 1995. **53**(4): p. 397-404.
18. des Vignes, F., et al., *Effect of tick removal on transmission of Borrelia burgdorferi and Ehrlichia phagocytophila by Ixodes scapularis nymphs*. J Infect Dis, 2001. **183**(5): p. 773-778.
19. Piesman, J., *Dynamics of Borrelia burgdorferi transmission by nymphal Ixodes dammini ticks*. J Infect Dis, 1993. **167**(5): p. 1082-1085.
20. RKI. *Lyme Borreliose*. RKI-Ratgeber Infektionskrankheiten - Merkblätter für Ärzte 2007 [cited 2008 Nov 12th]; Available from: http://www.rki.de/cln_100/nn_466802/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber__Mbl__LymeBorreliose.html#Start.
21. Strle, F., *Lyme borreliosis in Slovenia*. Zentralbl Bakteriол, 1999. **289**(5-7): p. 643-652.
22. Schaarschmidt, D., et al., *Detection and molecular typing of Borrelia burgdorferi sensu lato in Ixodes ricinus ticks and in different patient samples from southwest Germany*. Eur J Epidemiol, 2001. **17**(12): p. 1067-1074.

Literaturverzeichnis

23. Masuzawa, T., *Terrestrial distribution of the Lyme borreliosis agent Borrelia burgdorferi sensu lato in East Asia*. Jpn J Infect Dis, 2004. **57**(6): p. 229-235.
24. Bacon, R.M., K.J. Kugeler, and P.S. Mead, *Surveillance for Lyme disease--United States, 1992-2006*. MMWR Surveill Summ, 2008. **57**(10): p. 1-9.
25. Robert-Koch-Institut, *Lyme- Borreliose: Zur Situation in den östlichen Bundesländern*. Epidemiologisches Bulletin 2007. **38**: p. 351-355.
26. RKI, *Borrelia burgdorferi sensu lato (Erythema migrans, akute Neuroborreliose, akute Lyme-Arthritis)*. Epidemiologisches Bulletin, 2009. **5**: p. 39-40.
27. Hovind-Hougen, K., *Ultrastructure of spirochetes isolated from Ixodes ricinus and Ixodes dammini*. Yale J Biol Med, 1984. **57**(4): p. 543-548.
28. Burgdorfer, W., et al., *Lyme disease-a tick-borne spirochetosis?* Science, 1982. **216**(4552): p. 1317-1319.
29. Aguero-Rosenfeld, M.E., et al., *Diagnosis of lyme borreliosis*. Clin Microbiol Rev, 2005. **18**(3): p. 484-509.
30. Holt, S.C., *Anatomy and chemistry of spirochetes*. Microbiol Rev, 1978. **42**(1): p. 114-160.
31. Johnson, R.C., *The spirochetes*. Annu Rev Microbiol, 1977. **31**: p. 89-106.
32. Fraser, C.M., et al., *Genomic sequence of a Lyme disease spirochaete, Borrelia burgdorferi*. Nature, 1997. **390**(6660): p. 580-586.
33. Lunemann, J.D. and A. Krause, *[Heterogeneity of Borrelia burgdorferi: etiopathogenetic relevance and clinical implications]*. Z Rheumatol, 2003. **62**(2): p. 148-54.
34. Wilske, B., et al., *An OspA serotyping system for Borrelia burgdorferi based on reactivity with monoclonal antibodies and OspA sequence analysis*. J Clin Microbiol, 1993. **31**(2): p. 340-350.
35. Glockner, G., et al., *Comparative analysis of the Borrelia garinii genome*. Nucleic Acids Res, 2004. **32**(20): p. 6038-6046.

Literaturverzeichnis

36. Steere, A.C., *Lyme disease*. N Engl J Med, 2001. **345**(2): p. 115-125.
37. Steere, A.C. and V.K. Sikand, *The presenting manifestations of Lyme disease and the outcomes of treatment*. N Engl J Med, 2003. **348**(24): p. 2472-2474.
38. Smith, R.P., et al., *Clinical characteristics and treatment outcome of early Lyme disease in patients with microbiologically confirmed erythema migrans*. Ann Intern Med, 2002. **136**(6): p. 421-428.
39. Mullegger, R.R., et al., *Differential expression of cytokine mRNA in skin specimens from patients with erythema migrans or acrodermatitis chronica atrophicans*. J Invest Dermatol, 2000. **115**(6): p. 1115-1123.
40. Hytonen, J., et al., *Borreliosis: recent research, diagnosis, and management*. Scand J Rheumatol, 2008. **37**(3): p. 161-172.
41. Maraspin, V., et al., *Solitary borrelial lymphocytoma in adult patients*. Wien Klin Wochenschr, 2002. **114**(13-14): p. 515-523.
42. Mullegger, R.R., *Dermatological manifestations of Lyme borreliosis*. Eur J Dermatol, 2004. **14**(5): p. 296-309.
43. Strle, F., et al., *Solitary borrelial lymphocytoma: report of 36 cases*. Infection, 1992. **20**(4): p. 201-206.
44. Oschmann, P., et al., *Stages and syndromes of neuroborreliosis*. J Neurol, 1998. **245**(5): p. 262-272.
45. Fingerle, V.-B.L.f.G.u.L. *Lyme Borreliose*. 2008 [cited 2009 may 16th]; Available from: http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/nrz_borrelien/lyme.htm.
46. Haddad, F.A. and R.B. Nadelman, *Lyme disease and the heart*. Front Biosci, 2003. **8**: p. s769-782.
47. Steere, A.C., R.T. Schoen, and E. Taylor, *The clinical evolution of Lyme arthritis*. Ann Intern Med, 1987. **107**(5): p. 725-731.

Literaturverzeichnis

48. Balmelli, T. and J.C. Piffaretti, *Association between different clinical manifestations of Lyme disease and different species of Borrelia burgdorferi sensu lato*. Res Microbiol, 1995. **146**(4): p. 329-340.
49. Asbrink, E., *Cutaneous manifestations of Lyme borreliosis. Clinical definitions and differential diagnoses*. Scand J Infect Dis Suppl, 1991. **77**: p. 44-50.
50. Wormser, G.P., et al., *Practice guidelines for the treatment of Lyme disease. The Infectious Diseases Society of America*. Clin Infect Dis, 2000. **31 Suppl 1**: p. 1-14.
51. Bujak, D.I., A. Weinstein, and R.L. Dornbush, *Clinical and neurocognitive features of the post Lyme syndrome*. J Rheumatol, 1996. **23**(8): p. 1392-1397.
52. Klemmner, M.S., et al., *Two controlled trials of antibiotic treatment in patients with persistent symptoms and a history of Lyme disease*. N Engl J Med, 2001. **345**(2): p. 85-92.
53. Seltzer, E.G., et al., *Long-term outcomes of persons with Lyme disease*. Jama, 2000. **283**(5): p. 609-616.
54. Feder, H.M., Jr., et al., *A critical appraisal of "chronic Lyme disease"*. N Engl J Med, 2007. **357**(14): p. 1422-1430.
55. Kurtenbach, K., et al., *Host association of Borrelia burgdorferi sensu lato--the key role of host complement*. Trends Microbiol, 2002. **10**(2): p. 74-79.
56. Schwan, T.G., et al., *Induction of an outer surface protein on Borrelia burgdorferi during tick feeding*. Proc Natl Acad Sci U S A, 1995. **92**(7): p. 2909-2913.
57. Pal, U., et al., *TROSPA, an Ixodes scapularis receptor for Borrelia burgdorferi*. Cell, 2004. **119**(4): p. 457-468.
58. Hovius, J.W., A.P. van Dam, and E. Fikrig, *Tick-host-pathogen interactions in Lyme borreliosis*. Trends Parasitol, 2007. **23**(9): p. 434-438.
59. Neelakanta, G., et al., *Outer surface protein B is critical for Borrelia burgdorferi adherence and survival within Ixodes ticks*. PLoS Pathog, 2007. **3**(3): p. e33.

Literaturverzeichnis

60. Grimm, D., et al., *Outer-surface protein C of the Lyme disease spirochete: a protein induced in ticks for infection of mammals*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2004. **101**(9): p. 3142-3147.
61. Ramamoorthi, N., et al., *The Lyme disease agent exploits a tick protein to infect the mammalian host*. Nature, 2005. **436**(7050): p. 573-577.
62. Aberer, E., *Lyme borreliosis--an update*. J Dtsch Dermatol Ges, 2007. **5**(5): p. 406-414.
63. Fuchs, H., et al., *Borrelia burgdorferi induces secretion of pro-urokinase-type plasminogen activator by human monocytes*. Infect Immun, 1996. **64**(10): p. 4307-4312.
64. Coleman, J.L., E.J. Roemer, and J.L. Benach, *Plasmin-coated borrelia Burgdorferi degrades soluble and insoluble components of the mammalian extracellular matrix*. Infect Immun, 1999. **67**(8): p. 3929-3936.
65. Probert, W.S. and B.J. Johnson, *Identification of a 47 kDa fibronectin-binding protein expressed by Borrelia burgdorferi isolate B31*. Mol Microbiol, 1998. **30**(5): p. 1003-1015.
66. Parveen, N. and J.M. Leong, *Identification of a candidate glycosaminoglycan-binding adhesin of the Lyme disease spirochete Borrelia burgdorferi*. Mol Microbiol, 2000. **35**(5): p. 1220-1234.
67. Coburn, J., et al., *Characterization of a candidate Borrelia burgdorferi beta3-chain integrin ligand identified using a phage display library*. Mol Microbiol, 1999. **34**(5): p. 926-940.
68. Zambrano, M.C., et al., *Borrelia burgdorferi binds to, invades, and colonizes native type I collagen lattices*. Infect Immun, 2004. **72**(6): p. 3138-3146.
69. Grab, D.J., R. Kennedy, and M.T. Philipp, *Borrelia burgdorferi possesses a collagenolytic activity*. FEMS Microbiol Lett, 1996. **144**(1): p. 39-45.
70. Guo, B.P., et al., *Decorin-binding adhesins from Borrelia burgdorferi*. Mol Microbiol, 1998. **30**(4): p. 711-723.

Literaturverzeichnis

71. Liang, F.T., et al., *Protective niche for Borrelia burgdorferi to evade humoral immunity*. Am J Pathol, 2004. **165**(3): p. 977-985.
72. Kochi, S.K., R.C. Johnson, and A.P. Dalmasso, *Complement-mediated killing of the Lyme disease spirochete Borrelia burgdorferi. Role of antibody in formation of an effective membrane attack complex*. J Immunol, 1991. **146**(11): p. 3964-3970.
73. Breitner-Ruddock, S., et al., *Heterogeneity in the complement-dependent bacteriolysis within the species of Borrelia burgdorferi*. Med Microbiol Immunol, 1997. **185**(4): p. 253-260.
74. Brade, V., I. Kleber, and G. Acker, *Differences of two Borrelia burgdorferi strains in complement activation and serum resistance*. Immunobiology, 1992. **185**(5): p. 453-465.
75. van Dam, A.P., et al., *Complement-mediated serum sensitivity among spirochetes that cause Lyme disease*. Infect Immun, 1997. **65**(4): p. 1228-1236.
76. Kraiczy, P., et al., *Complement resistance of Borrelia burgdorferi correlates with the expression of BbCRASP-1, a novel linear plasmid-encoded surface protein that interacts with human factor H and FHL-1 and is unrelated to Erp proteins*. J Biol Chem, 2004. **279**(4): p. 2421-2429.
77. Hellwage, J., et al., *The complement regulator factor H binds to the surface protein OspE of Borrelia burgdorferi*. J Biol Chem, 2001. **276**(11): p. 8427-8435.
78. Kraiczy, P., et al., *Further characterization of complement regulator-acquiring surface proteins of Borrelia burgdorferi*. Infect Immun, 2001. **69**(12): p. 7800-7809.
79. Pachner, A.R., et al., *Genotype determines phenotype in experimental Lyme borreliosis*. Ann Neurol, 2004. **56**(3): p. 361-370.
80. Kuhlow, C.J., et al., *Murine microglia are effective phagocytes for Borrelia burgdorferi*. J Neuroimmunol, 2005. **168**(1-2): p. 183-187.
81. Zhang, J.R., et al., *Antigenic variation in Lyme disease borreliae by promiscuous recombination of VMP-like sequence cassettes*. Cell, 1997. **89**(2): p. 275-285.

Literaturverzeichnis

82. Zhang, J.R. and S.J. Norris, *Genetic variation of the Borrelia burgdorferi gene vlsE involves cassette-specific, segmental gene conversion*. Infect Immun, 1998. **66**(8): p. 3698-3704.
83. Norris, S.J., *Antigenic variation with a twist--the Borrelia story*. Mol Microbiol, 2006. **60**(6): p. 1319-1322.
84. Bankhead, T. and G. Chaconas, *The role of VlsE antigenic variation in the Lyme disease spirochete: persistence through a mechanism that differs from other pathogens*. Mol Microbiol, 2007. **65**(6): p. 1547-1558.
85. Banchereau, J., et al., *Immunobiology of dendritic cells*. Annu Rev Immunol, 2000. **18**: p. 767-811.
86. Frasca, L., et al., *CD38 orchestrates migration, survival, and Th1 immune response of human mature dendritic cells*. Blood, 2006. **107**(6): p. 2392-2399.
87. Partida-Sanchez, S., et al., *Regulation of dendritic cell trafficking by the ADP-ribosyl cyclase CD38: impact on the development of humoral immunity*. Immunity, 2004. **20**(3): p. 279-291.
88. Salmi, M. and S. Jalkanen, *Cell-surface enzymes in control of leukocyte trafficking*. Nat Rev Immunol, 2005. **5**(10): p. 760-771.
89. Hartiala, P., et al., *Transcriptional response of human dendritic cells to Borrelia garinii--defective CD38 and CCR7 expression detected*. J Leukoc Biol, 2007. **82**(1): p. 33-43.
90. Wilske, B., et al. *MIQ Lyme Borreliosis-Quality Standards for the Microbiological Diagnosis of Infectious Diseases*. 2000 [cited 2009 21.05]; Available from: <http://www.nrz-borrelien.lmu.de/miq-lyme/frame-miq-microbiological.html>.
91. Kalish, R.A., et al., *Persistence of immunoglobulin M or immunoglobulin G antibody responses to Borrelia burgdorferi 10-20 years after active Lyme disease*. Clin Infect Dis, 2001. **33**(6): p. 780-785.
92. Feder, H.M., Jr., et al., *Persistence of serum antibodies to Borrelia burgdorferi in patients treated for Lyme disease*. Clin Infect Dis, 1992. **15**(5): p. 788-793.

Literaturverzeichnis

93. Wilske, B., V. Fingerle, and U. Schulte-Spechtel, *Microbiological and serological diagnosis of Lyme borreliosis*. FEMS Immunol Med Microbiol, 2007. **49**(1): p. 13-21.
94. Holzer, B.R., *Durch Zecken übertragene Krankheiten*. Therapeutische Umschau, 2005. **62**(11): p. 757-763.
95. Wormser, G.P., et al., *The clinical assessment, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America*. Clin Infect Dis, 2006. **43**(9): p. 1089-1134.
96. Steere, A.C. and S.M. Angelis, *Therapy for Lyme arthritis: strategies for the treatment of antibiotic-refractory arthritis*. Arthritis Rheum, 2006. **54**(10): p. 3079-3086.
97. Schoen, R.T., et al., *Treatment of refractory chronic Lyme arthritis with arthroscopic synovectomy*. Arthritis Rheum, 1991. **34**(8): p. 1056-1060.
98. Hayes, E.B. and J. Piesman, *How can we prevent Lyme disease?* N Engl J Med, 2003. **348**(24): p. 2424-2430.
99. Steere, A.C., et al., *Vaccination against Lyme disease with recombinant Borrelia burgdorferi outer-surface lipoprotein A with adjuvant. Lyme Disease Vaccine Study Group*. N Engl J Med, 1998. **339**(4): p. 209-215.
100. Pritchard, A., *Statistical bibliography or bibliometrics?* Journal of Documentation, 1969. **25**(4): p. 348-349.
101. 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.
102. Jokic, M. and R. Ball, *Qualität und Quantität wissenschaftlicher Veröffentlichungen - Bibliometrische Aspekte der Wissenschaftskommunikation*. Vol. 15. 2006, Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH. 1-186.

Literaturverzeichnis

103. Price, D.d.S., *Little Science, Big Science*. 1963, New York: Columbia University Press. 1-119.
104. Havemann, F., *Einführung in die Bibliometrie*. 1.Auflage ed. 2009, Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung c/o Institut für Bibliotheks und Informationswissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin. 1-64.
105. Thomson-Reuters. *ISI Web of Knowledge. A Versatile Workflow Solution* 2008 [cited 2009 oct 30th]; Available from: http://thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web_of_Science_factsheet.pdf.
106. Thomson-Reuters. *The Thomson Reuters Journal Selection Process*. 2010 [cited 2010 Jan 10th]; Available from: http://thomsonreuters.com/products_services/science/free/essays/journal_selection_process/.
107. Stock, M. and W. Stock, *Web of Knowledge. Wissenschaftliche Artikel, Patente und deren Zitationen: Der Wissenschaftsmarkt im Fokus*. Password, 2003. **10**: p. 30-37.
108. Sevinc, A., *Web of science: a unique method of cited reference searching*. J Natl Med Assoc, 2004. **96**(7): p. 980-983.
109. NLM, N.L.o.M.-. *MEDLINE Fact Sheet*. 2008 [cited 2009 oct 28th]; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/medline.html>.
110. NLM, N.L.o.M.-. *PubMed: MEDLINE Retrieval on the World Wide Web Fact Sheet*. 2008 [cited 2009 oct 28th]; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/pubmed.html>.
111. NLM, N.L.o.M.-. *Medical Subject Headings Fact Sheet*. 2008 [cited 2009 oct 28th]; Available from: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/mesh.html>.
112. 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.

Literaturverzeichnis

113. 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.
114. Al-Mutawakel, K., et al., *Scientometric analysis of the world-wide research efforts concerning Leishmaniasis*. Parasit Vectors. **3**(1): p. 14.
115. Neye, N., *Humanes Immundefizienz-Virus (HIV): Eine szientometrische Analyse*, in *Institut für Arbeitsmedizin*. 2009, Medizinische Fakultät Charité-Universitätsmedizin Berlin: Berlin. p. 130.
116. Rospino, R., *Masern - eine Analyse nach szientometrischen Gesichtspunkten*, in *Institut für Arbeitsmedizin*. 2009, Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin: Berlin. p. 100.
117. Merton, R.K., *The Matthew effect in science. The reward and communication systems of science are considered*. Science, 1968. **159**(810): p. 56-63.
118. De Groote, S.L. and J.L. Dorsch, *Measuring use patterns of online journals and databases*. J Med Libr Assoc, 2003. **91**(2): p. 231-240.
119. Egger, M. and G.D. Smith, *Bias in location and selection of studies*. Bmj, 1998. **316**(7124): p. 61-66.
120. Winkmann, G., S. Schlutius, and H.G. Schweim, *[Publication languages of Impact Factor journals and of medical bibliographic databanks]*. Dtsch Med Wochenschr, 2002. **127**(4): p. 131-137.
121. Gisvold, S.E., *Citation analysis and journal impact factors--is the tail wagging the dog?* Acta Anaesthesiol Scand, 1999. **43**(10): p. 971-973.
122. Opthof, T., *Sense and nonsense about the impact factor*. Cardiovasc Res, 1997. **33**(1): p. 1-7.
123. Siebers, R. and S. Holt, *Accuracy of references in five leading medical journals*. Lancet, 2000. **356**(9239): p. 1445.

Literaturverzeichnis

124. IVS-BM. *Der Hirsch-Index*. 2009 [cited 2010 Feb 10th]; Available from: http://www.biochem.mpg.de/en/sg/ivs/dokumente/Hirsch_Index_dt.pdf.
125. Katz, S.J. and B.R. Martin, *What is research collaboration?* Research Policy, 1997. **26**(1): p. 1-18.
126. CDC. *Reported Lyme disease cases by state, 1999-2008*. 2009 [cited 2010 jun 10th]; Available from: http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/lyme/ld_rptdLymeCasesbyState.htm.
127. Umstätter, W., et al., *Wissenschaft und Digitale Bibliothek – Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998*, ed. H.L. Klaus Fuchs-Kittowski, Heinrich Parthey, Walther Umstätter. Vol. 1. 2000, Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung c/o Prof. Dr. Walther Umstätter.
128. El-Menouar, Y., *Was erwarten Nutzerinnen und Nutzer vom Internet-Angebot medizinischer Bibliotheken? Ergebnisse einer internetbasierten Umfrage*. Medizin-Bibliothek-Information, 2002. **2**(2): p. 24-32.
129. Baethge, C., *The languages of medicine*. Dtsch Arztebl Int, 2008. **105**(3): p. 37-40.
130. 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.
131. OECD. *OECD Health Data 2009-Selected data*. 2009 [cited 2010 june 20th]; Available from: <http://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=23112>.
132. Russell, R.C., et al., *Lyme disease: a search for a causative agent in ticks in south-eastern Australia*. Epidemiol Infect, 1994. **112**(2): p. 375-84.
133. Smith, R. and J. Takkinen, *Lyme borreliosis: Europe-wide coordinated surveillance and action needed?* Euro Surveill, 2006. **11**(6): p. E060622 1.

8 Lebenslauf

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

9 Veröffentlichungen

A scientometric study about the Lyme disease agent: *Borrelia burgdorferi*.

In Vorbereitung.

10 Danksagung

Ich danke insbesondere Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. mult. David Groneberg, Direktor des Instituts für Arbeitsmedizin, für die Bereitstellung dieses interessanten Dissertationsthemas, sowie der geduligen und freundlichen Betreuung, welche entscheidend zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Herrn Dr. Quarcoo, dem stellvertretenden Institutsleiter danke ich ebenfalls an dieser Stelle, für die Unterstützung bei vielen Fragestellungen.

Bei Herrn Dipl. Ing. Cristian Scutaru bedanke ich mich für die hilfreiche Betreuung während der Ergebniserfassung sowie der Lösung jeglicher computerbasierter Probleme.

Des Weiteren gilt mein Dank dem Team des Instituts für Arbeitsmedizin, die immer freundlich und hilfreich zur Seite standen.

Meinem Mann Andreas Scholz danke ich herzlich für die liebevolle Unterstützung und den vielen hilfreichen Ideen bei jeglichen Unschlüssigkeiten, sowie für den Beistand bei allen Tiefen und Höhen, die das Anfertigen einer solchen Arbeit mit sich bringen. Antje Berkholz, Stefanie Köppl und Anja Käthe danke ich insbesondere für das mühsame deutsche sowie englische Korrekturlesen meiner Arbeit. Jens Marquardt danke ich neben dem Korrekturlesen auch für die Unterstützung bei grafischen und formatbedingten Problemen.

Ich danke besonders meiner Mutter für die vielen Jahre der Unterstützung und Hilfe, die mir Kraft gegeben haben, mein Studium und das Schreiben dieser Dissertation zu bewältigen.

11 Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Petra Christin Scholz, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Borrelia burgdorferi: 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.“