

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

DISSERTATION

Streptococcus: Eine szientometrische Analyse

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Johanna Agnes Marietta Bock
aus Berlin

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. D. Groneberg
2. Prof. Dr. med. H. Lode
3. Priv.-Doz. Dr. A. Braun

Datum der Promotion: 14.06.2009

Für meine Eltern

Inhaltsübersicht

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Inhaltsübersicht | IV |
| Inhaltsverzeichnis | V |
| Abbildungsverzeichnis | IX |
| Tabellenverzeichnis | XII |
| Abkürzungsverzeichnis | XIII |
| | |
| Einleitung | 1 |
| Methode | 19 |
| Ergebnisse | 36 |
| Diskussion | 67 |
| Zusammenfassung | 83 |
| Literaturverzeichnis | 87 |
| Lebenslauf | 102 |
| Danksagung | 103 |
| Eidesstattliche Erklärung | 104 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 1.1 | Streptokokken allgemein | 1 |
| 1.2 | Historische Entwicklung der Kenntnisse über die Streptokokkenfamilie | 2 |
| 1.3 | Eigenschaften der Streptokokken | 3 |
| 1.3.1 | Hämolyseverhalten der Streptokokken | 4 |
| 1.3.2 | Einteilung nach Serogruppen..... | 5 |
| 1.3.3 | Oberflächenantigene der Streptokokken..... | 6 |
| 1.4 | Durch Streptokokken verursachte Krankheiten | 7 |
| 1.5 | <i>Streptococcus pyogenes</i> | 7 |
| 1.5.1 | Eigenschaften von <i>Streptococcus pyogenes</i> | 8 |
| 1.5.2 | Pathogenese von <i>Streptococcus pyogenes</i> | 8 |
| 1.5.3 | Epidemiologie von <i>Streptococcus pyogenes</i> | 9 |
| 1.5.4 | Therapie von <i>Streptococcus pyogenes</i> | 9 |
| 1.6 | <i>Streptococcus agalactiae</i> | 9 |
| 1.6.1 | Eigenschaften von <i>Streptococcus agalactiae</i> | 10 |
| 1.6.2 | Pathogenese von <i>Streptococcus agalactiae</i> | 10 |
| 1.6.3 | Epidemiologie von <i>Streptococcus agalactiae</i> | 10 |
| 1.6.4 | Therapie von <i>Streptococcus agalactiae</i> | 11 |
| 1.7 | <i>Streptococcus pneumoniae</i> | 11 |
| 1.7.1 | Eigenschaften von <i>Streptococcus pneumoniae</i> | 12 |
| 1.7.2 | Pathogenese von <i>Streptococcus pneumoniae</i> | 12 |
| 1.7.3 | Epidemiologie von <i>Streptooccus pneumoniae</i> | 13 |
| 1.7.4 | Therapie von <i>Streptococcus pneumoniae</i> | 13 |
| 1.8 | <i>Streptococcus mutans</i> | 13 |
| 1.8.1 | Eigenschaften des <i>Streptococcus mutans</i> | 14 |
| 1.8.2 | Pathogenese des <i>Streptococcus mutans</i> | 14 |
| 1.8.3 | Epidemiologie des <i>Streptococcus mutans</i> | 15 |
| 1.8.4 | Therapie des <i>Streptococcus mutans</i> | 15 |
| 1.9 | Infektionserreger in der Arbeitsmedizin | 15 |
| 1.10 | Zielsetzung der Arbeit | 17 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2 | METHODE | 19 |
| 2.1 | Datenquellen | 19 |
| 2.1.1 | „Institute for Scientific Information“ (ISI) und „ISI-Web of Science“ | 19 |
| 2.1.2 | Impact-Faktor..... | 20 |
| 2.2 | „PubMed-Online-Datenbank“ der „United States National Library of Medicine“ | 21 |
| 2.2.1 | „Medical Subject Headings“ (MeSH) -Database | 22 |
| 2.3 | „Density Equalizing Mapping“- Kartenanamorphote | 22 |
| 2.3.1 | Diffusions-Kartenanamorphote | 23 |
| 2.4 | Methodik zur Analyse der Länder- und Autorenkooperationen | 24 |
| 2.5 | Suchstrategien in den Datenbanken | 25 |
| 2.5.1 | Suchstrategie im „Web Of Science“ | 25 |
| 2.5.2 | Suchstrategie in der „PubMed-Online-Datenbank“ | 25 |
| 2.6 | Spezielle Suchstrategien | 27 |
| 2.6.1 | Analyse der Publikationen bei „PubMed“ und „ISI - Web of Science“ | 27 |
| 2.6.2 | Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren | 28 |
| 2.6.3 | Analyse der Publikationen nach Herkunftsländern | 28 |
| 2.6.3.1 | Analyse der Kooperationen zwischen den Erscheinungsländern | 29 |
| 2.6.3.2 | Analyse der Publikationen der USA 1981-2006..... | 29 |
| 2.6.4 | Untersuchung der Publikationen nach Institutionen..... | 29 |
| 2.6.5 | Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit..... | 29 |
| 2.6.6 | Zuordnung der Publikationen zu ihren Erscheinungsformen | 30 |
| 2.6.7 | Analyse der Publikationen nach Fachkategorie | 31 |
| 2.6.8 | Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften..... | 31 |
| 2.6.8.1 | Durchschnittlicher Impact-Faktor der Zeitschriften..... | 32 |
| 2.6.9 | Zitationsanalysen | 32 |
| 2.6.9.1 | Zitationsraten der Publikationen in den Jahren 1957 bis 2006 | 32 |
| 2.6.9.2 | Zitierungen aller Artikel in den einzelnen Jahren | 32 |
| 2.6.9.3 | Die meistzitierten Publikationen..... | 32 |
| 2.6.9.4 | Analyse der Zitationen nach Ländern | 32 |
| 2.6.10 | Autorenanalyse | 33 |
| 2.6.10.1 | Analyse der Autoren nach Anzahl der Publikationen | 33 |
| 2.6.10.2 | Analyse der Zitationsraten der Autoren | 33 |
| 2.6.10.3 | Analyse der Selbstzitationen der Autoren..... | 33 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.6.10.4 | Analyse der Kooperationen der Autoren untereinander..... | 33 |
| 2.6.11 | Analyse der Publikationen nach Streptokokkenarten..... | 34 |
| 2.6.12 | Häufigste „Subheadings“ der Streptokokkenartikel in der „MeSH- Database“ | 34 |
| 2.6.13 | Streptokokken und Themenschwerpunkte..... | 35 |
| 3 | ERGEBNISSE | 36 |
| 3.1 | Publikationszahlen bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“ | 36 |
| 3.2 | Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren (1957- 2006)..... | 37 |
| 3.3 | Analyse der Publikationen nach Herkunftsländern | 38 |
| 3.3.1 | Analyse der Kooperationen zwischen den Erscheinungsländern | 41 |
| 3.3.2 | Analyse der Publikationen der USA 1981 bis 2006 | 43 |
| 3.4 | Analyse der Publikationen nach Institutionen | 44 |
| 3.5 | Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit | 45 |
| 3.6 | Analyse der Publikationen nach Erscheinungsform | 46 |
| 3.6.1 | Analyse der Erscheinungsformen im Verlauf von 50 Jahren | 47 |
| 3.7 | Untersuchung der Publikationen nach Fachkategorien..... | 48 |
| 3.7.1 | Analyse einzelner Fachkategorien (1957-2006) | 49 |
| 3.8 | Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften..... | 50 |
| 3.9 | Zitationsanalysen | 51 |
| 3.9.1 | Analyse der Zitationsrate der Publikationen in den Jahren 1957 bis 2006 | 51 |
| 3.9.2 | Analyse der Zitationen aller Publikationen zu den Streptokokken | 52 |
| 3.9.3 | Analyse der meistzitierten Publikationen | 53 |
| 3.9.4 | Analyse der Zitationsrate der einzelnen Länder..... | 55 |
| 3.10 | Autorenanalyse..... | 55 |
| 3.10.1 | Analyse der Autoren nach Anzahl der Publikationen | 55 |
| 3.10.2 | Analyse der Zitationsrate der Autoren | 57 |
| 3.10.3 | Analyse der Selbstzitationen der Autoren..... | 58 |
| 3.10.4 | Analyse der Kooperationen zwischen den Autoren | 59 |
| 3.11 | Analyse der Publikationen nach Streptokokkenarten | 60 |
| 3.12 | „Subheading“-Analyse..... | 61 |
| 3.12.1 | Analyse der häufigsten „Subheadings“ zum Streptokokkus..... | 61 |
| 3.12.2 | Analyse der Entwicklung der „Subheadings“ zwischen 1957 und 2006. | 62 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 3.13 | Analyse der Themenschwerpunkte | 63 |
| 3.13.1 | Analyse nach Krankheitsbildern..... | 63 |
| 3.13.2 | Analyse nach Organen | 64 |
| 3.13.3 | Analyse nach Therapieoptionen | 65 |
| 4 | DISKUSSION | 67 |
| 4.1 | Methodische Diskussion | 67 |
| 4.1.1 | Beurteilung der Datenbanken und Datenquellen | 67 |
| 4.1.2 | Beurteilung der Suchstrategien der Datenbanken | 68 |
| 4.1.3 | Definition des Suchparameters..... | 69 |
| 4.2 | Inhaltliche Diskussion | 71 |
| 4.2.1 | Forschungsaufkommen innerhalb von 50 Jahren zum Thema Streptokokken..... | 71 |
| 4.2.2 | Englisch als Wissenschaftssprache..... | 73 |
| 4.2.3 | Publikationsländer der Veröffentlichungen über Streptokokken..... | 74 |
| 4.2.4 | Zitationsrate und Impact-Faktor als Evaluierungskriterium | 76 |
| 4.2.5 | Autoren der Streptokokkenpublikationen und deren Kooperationen..... | 78 |
| 4.2.6 | Therapeutische Behandlung der Streptokokken mit Antibiotika in den Publikationen | 81 |
| 5 | ZUSAMMENFASSUNG | 83 |
| 6 | SUMMARY | 85 |
| 7 | LITERATURVERZEICHNIS | 87 |
| 8 | LEBENS LAUF | 102 |
| 9 | DANKSAGUNG | 103 |
| 10 | EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG | 104 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Aktuelle Klassifikation der Lactobacillales (Euzéby, 2008) | 2 |
| Abbildung 2: Trefferzahlen bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“ mit Zeitlimit (1957-2006) und ohne Zeitlimit (bis 2006)..... | 37 |
| Abbildung 3: Anzahl der Publikationen in Verlauf von 50 Jahren (1957-2006), Recherche bei „ISI-Web of Science“ | 38 |
| Abbildung 4: Anzahl der Publikationen der einzelnen Länder von 1957 bis 2006 bei „ISI-Web of Science“ | 39 |
| Abbildung 5: Kartenanamorphote der Welt- Publikationszahlen der Länder zum Thema Streptokokkus zwischen 1957 und 2006 bei „ISI- Web of Science“ | 40 |
| Abbildung 6: Kartenanamorphote von Europa- Publikationszahlen der Länder zum Thema Streptokokkus zwischen 1957 und 2006 bei „ISI-Web of Science“ | 40 |
| Abbildung 7: Anzahl der Publikationskooperationen zwischen den Ländern (1957-2006) ab einer Anzahl von mehr als 50 Kooperationen bei „ISI-Web of Science“ | 43 |
| Abbildung 8: Anteil der Publikationen aus den USA pro Jahr in Prozent am Gesamtaufkommen der Publikationen (1981-2006) bei „ISI-Web of Science“ | 44 |
| Abbildung 9: Die zehn häufigsten Institutionen und ihre Anzahl an Publikationen (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“ | 45 |
| Abbildung 10: Anzahl der Publikationen unterteilt in die Publikationssprachen (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“ | 46 |

- Abbildung 11:** Erscheinungsformen der Publikationen gelistet nach den englischsprachigen Originalkategorien („article“, „meeting abstract“, „review“, „note“, „letter“) nach „ISI-Web of Science“ (1957-2006).. 47
- Abbildung 12:** Entwicklung des Anteils an Dokumententypen bei den Streptokokkenveröffentlichungen im Verlauf der Jahre 1957 bis 2006 in Prozent (%) gelistet nach den englischsprachigen Originalkategorien (article, meeting abstract, review, note, letter) nach „ISI-Web of Science“ (Farbkodierung siehe Abb.11) 48
- Abbildung 13:** Anzahl der Veröffentlichungen von „ISI-Web of Science“ definierten Fachkategorien (1957-2006) im Verlauf von 50 Jahren, gelistet nach englischsprachigen Originalfachkategorien bei „ISI-Web of Science“ 49
- Abbildung 14:** Anzahl der Veröffentlichungen von ausgewählten Fachkategorien zwischen 1957 und 2006 bei „ISI-Web of Science“ 50
- Abbildung 15:** Anzahl der Publikationen pro Zeitschrift zwischen 1957 und 2006 und deren Impact-Faktor (2006) bei „ISI-Web of Science“ 51
- Abbildung 16:** Durchschnittliche Zitationsrate der Artikel in den unterschiedlichen Publikationsjahren von 1957 bis 2006 bei „ISI-Web of Science“ 52
- Abbildung 17:** Anzahl der Zitationen aller in den letzten 50 Jahren erschienenen Veröffentlichungen bei „ISI-Web of Science“ 53
- Abbildung 18:** Durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel nach Publikationsland (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“ 55
- Abbildung 19:** Die Anzahl der Publikationen der meistpublizierenden Autoren und deren Erst- und Seniorautorenschaft (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“ 57

| | |
|---|----|
| Abbildung 20: Durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel der meistpublizierenden Autoren im Zeitraum von 1957 bis 2006 bei „ISI-Web of Science“ | 58 |
| Abbildung 21: Rate der Selbstzitationen der Autoren in den zitierenden Artikeln in Prozent bei „ISI-Web of Science“ | 59 |
| Abbildung 22: Anzahl der Publikationskooperationen zwischen den 15 meistpublizierenden Autoren bei „ISI-Web of Science“ (1957-2006) (In Klammern die Anzahl der Publikationen des jeweiligen Autors) | 60 |
| Abbildung 23: Die Anzahl der Artikel nach Streptokokkenarten (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“ | 61 |
| Abbildung 24: Anzahl der Publikationen pro englischsprachigem „Subheading“ zum Suchbegriff „Streptococcus“ in der „MeSH-Database“ (1957-2006) | 62 |
| Abbildung 25: Prozentualer Anteil der Veröffentlichungen pro Jahrzehnt unterteilt nach englischsprachigen „Subheadings“ in der „MeSH-Database“ (1957-2006) | 63 |
| Abbildung 26: Anzahl der Publikationen pro Krankheitsbild bei „PubMed“ (1957-2006) | 64 |
| Abbildung 27: Anzahl der Publikationen pro Organsystem bei „PubMed“ (1957-2006) | 65 |
| Abbildung 28: Anzahl der Publikationen pro Therapieform bei „PubMed“ (1957-2006) | 66 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Die Gruppen der α -hämolyisierenden Streptokokken nach (Reinert, 2007) | 5 |
| Tabelle 2: Ergebnisse der Analyse der Publikationen nach Sprache bei „ISI-Web of Science“ mit weniger als 100 Ergebnissen (unter „Andere“ zusammengefasst) | 30 |
| Tabelle 3: Ergebnisse der Analyse nach den Erscheinungsformen mit weniger als 1000 Treffern bei „ISI-Web of Science“ (unter „other zusammengefasst) | 31 |
| Tabelle 4: Korellation der Publikationszahl pro Land mit dem BIP..... | 41 |
| Tabelle 5: Anzahl der Länderkooperationen zwischen 1957 und 2006, aufgeführt ab einer Kooperationszahl >50 zu einem anderen Land bei „ISI-Web of Science“ | 42 |
| Tabelle 6: Die zehn meistzitierten Publikationen zu Streptokokken bei „ISI-Web of Science“ (1957-2006) | 54 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------------------------|---|
| Abb. | Abbildung |
| ANTIMICROB AGENTS CH | Antimicrobial Agents and Chemotherapy |
| APPL ENVIRON MICROB | Applied and Environmental Microbiology |
| AUS | Australia (Australien) |
| BAYLOR COLL MED | Baylor College of Medicine |
| BEL | Belgium (Belgien) |
| BIP | Bruttoinlandsprodukt |
| BRA | Brasil (Brasilien) |
| C-Polysaccharid | Carbohydrate Polysaccharid |
| CAN | Canada (Kanada) |
| CLIN INFECT DIS | Clinical Infectious Diseases |
| CTR DIS CONTROL & PREVENT | Center for Disease Control and Prevention |
| DEN | Denmark (Dänemark) |
| DMF-T-Index | Decayed/Missing/Filled-Teeth-Index |
| DNA | Deoxyribonucleic acid |
| ESP | Spain (Spanien) |
| Fe ²⁺ | Zweifach oxidiertes Eisen |
| FIN | Finland (Finnland) |
| FRA | France (Frankreich) |
| GER | Germany (Deutschland) |
| Gr. | Griechisch |
| HIV | Humane Immundefizienz-Virus |
| H ₂ O ₂ | Wasserstoffperoxid |
| IF | Impact-Faktor |
| INFECT AND IMMUN | Infection and Immunity |
| INRA | Institut National de la Recherche Agronomique |
| ISI | Institute for Scientific Information |
| ISR | Israel (Israel) |
| ITA | Italy (Italien) |
| J ANTIMICROB CHEMOTH | Journal of Antimicrobial Chemotherapy |
| J BACTERIOL | Journal of Bacteriology |

| | |
|--------------------|--|
| J CLIN MICROBIO | Journal of Clinical Microbiology |
| J INFECT DIS | The Journal of Infectious Diseases |
| J OF DENT RES | Journal of Dental Research |
| JCR | Journal Citation Report |
| JPN | Japan (Japan) |
| KOR | South Korea (Südkorea) |
| NED | Netherlands (Niederlande) |
| MeSH | Medical Subject Headings |
| PEDIATR INFECT DIS | The Pediatric Infectious Disease Journal |
| PPP | Purchasing Power Parity |
| PUBMED | PubMed-Online-Datenbank |
| rRNA | Ribosomale Ribonukleinsäure |
| RSA | Republic of South Africa (Republik Südafrika) |
| STREPT. | Streptococcus |
| SUI | Switzerland (Schweiz) |
| SWE | Sweden (Schweden) |
| UK | United Kingdom (Vereinigtes Königreich Großbritannien) |
| Univ. | University |
| USA | United States of America (Vereinigte Staaten von Amerika) |
| Vol. | Volumen |

1 EINLEITUNG

1.1 Streptokokken allgemein

Streptokokken sind Erreger, die beim Menschen sowie bei Tieren vorkommen können. Sie sind einerseits Teil der Normal- oder Standortflora, gehören jedoch auch zu den häufigsten Krankheitserregern, die vor allem die Haut und die Schleimhaut des Respirationstraktes besiedeln. Ist die Immunabwehr geschwächt, können sie sich über die physiologische Menge hinaus vermehren und in Bereiche eindringen, die sonst keimfrei sind (Klugman und Feldman, 2001).

In den letzten Jahren wurde die Familie der *Streptococcaceae* mit den neusten molekularen Verfahren erforscht und so konnte eine vorher nicht gekannte Einteilung der sehr heterogenen Gruppe erfolgen. Eine Vielzahl neuer Gattungen und Spezies wurde beschrieben, die mit Hilfe von DNA-Hybridisierung und Sequenzanalysen der 16S rRNA entdeckt und klassifiziert wurden (Behr et al., 2000; Bentley et al., 1991; Collins et al., 1992; Collins et al., 1997; Deasy et al., 2000; Kawamura et al., 1995; Rodrigues et al., 1991; Rolph et al., 2001; Sato et al., 1999; Schlegel et al., 2000; Whitney und O'Connor, 1993).

Mittlerweile liegen aufgeschlüsselte Genomsequenzen für *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* und *Streptococcus agalactiae* vor (Bruckner et al., 2004; Ferretti et al., 2001; Tettelin et al., 2005). Weiterhin stehen Streptokokken im Mittelpunkt der infektiologischen Forschung (Jones et al., 2007; Koller et al., 2008; Loof et al., 2007).

Bis in die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts wurden fast alle der grampositiven Kokken zu den Streptokokken gezählt, wodurch eine sehr unübersichtliche, große Gruppe entstand, zu der unterschiedlichste Bakteriengattungen gehörten. Die neue Einteilung der *Streptococcaceae* beinhaltet heute nur noch drei Genera: *Lactococcus*, *Lactovum* und *Streptococcus*. Viele der Bakterien, die früher auch zu den Streptokokken gezählt wurden, bilden nun eigene Familien, wie die *Aerococcaceae*, die *Enterococcaceae* oder die vorläufige Familie der „*Carnobacteriaceae*“ (s. Abbildung 1). Zu den Streptokokken zählen zurzeit ca. 60 verschiedene Spezies (Reinert, 2007).

Die wichtigsten Vertreter der Streptokokken sind der *Streptococcus pneumoniae* (Pneumokokkus), ein Erreger, der Pneumonien und Meningitiden mitverursacht, der *Streptococcus mutans*, ein Bakterium der Mundhöhle und Verursacher von Zahnkaries und *Streptococcus agalactiae* (Gruppe B-Streptokokken), ein Verursacher der Neugeborenenensepsis. Außerdem *Streptococcus pyogenes* (Gruppe A-Streptokokken), der ein Erreger der Pharyngotonsillitiden ist sowie verschiedene vergrünende Streptokokken als Erreger der Endokarditis lenta (Podbielski et al., 2001).

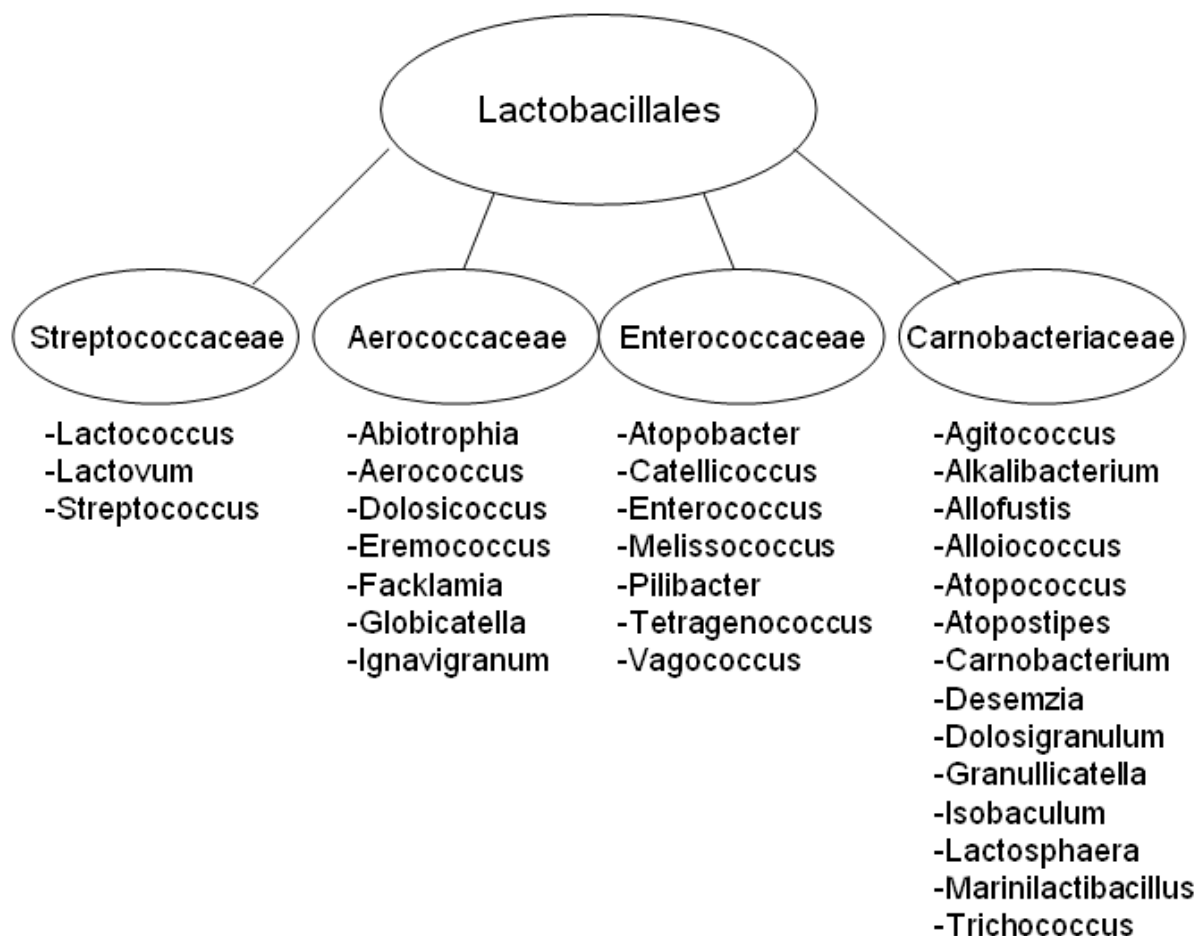


Abbildung 1: Aktuelle Klassifikation der Lactobacillales nach (Euzéby, 2008)

1.2 Historische Entwicklung der Kenntnisse über die Streptokokkenfamilie

Schon in der Antike waren Erkrankungen wie das Kindbettfieber, die Wundrose und die Phlegmone, die durch Streptokokken induziert werden, als eigenständige Erkrankungen bekannt. Erst Ende des 19. Jahrhunderts konnten diese Krankheiten durch Zusammenarbeit von mehreren Ärzten (z.B. Billroth, 1873 (Onile, 1985); Ogston, 1881 (Wilson, 1987) ; Rosenbach, 1884 (Euzéby, 2008)), einem

spezifischen Erreger zugeordnet werden. Bei der Suche nach der Ursache von Infektionen entdeckten Theodor Billroth (1829-1894) und Paul Ehrlich (1854-1915) 1874 die morphologisch auffälligen, kettenbildenden Kokken und benannten sie nach dem mikroskopischen Bild der Bakterien. Dabei steht „streptos“ (gr.) für Kette und „kokkus“ (gr.) für Beere, Samenkorn (Hahn et al., 2004).

Der früheste Versuch Streptokokken einzuteilen erfolgte 1903 durch Hugo Schottmüller (1867-1937). Schottmüller analysierte das Verhalten der Streptokokken auf Blutagarplatten und unterschied sie in hämolysierende und nicht-hämolysierende Gruppen (Schottmüller, 1903). Die serologische Einteilung der beta-hämolysierenden Streptokokken anhand des C-Polysaccharids wurde 1933 von Rebecca Lancefield (1895-1981) in der Lancefield-Klassifizierung vorgenommen (Lancefield, 1933). Die erste grundlegende taxonomische Einteilung wurde 1937 von Sherman eingeführt. Aufgrund ihrer Eigenschaften teilte er sie in pyogene Gruppe, Viridansgruppe, Milchsäuregruppe und Enterokokken ein (Sherman, 1937). Dabei berücksichtigte Sherman das hämolytische Verhalten, die Lancefield-Gruppenantigene sowie phänotypische Tests zur Fermentation und Toleranztests. Diese Einteilung in vier Gruppen hat auch heute noch vielerorts ihre Relevanz, z.B. beim Umgang mit Patienten. 1984 wurden einige Bakterien, darunter die Laktokokken und die Enterokokken, als eigenständige Gruppen vom Genus *Streptokokkus* abgegrenzt. Dadurch wurde die vorher sehr inhomogene Gruppe der Streptokokken näher spezifiziert (Ludwig et al., 1985). Immer wieder werden neue Spezies der Streptokokken beschrieben, was zum ständigen Wachstum der Gruppe führt. Neue humanpathogene Vertreter sind z.B. *Streptococcus australis* (Willcox et al., 2001), *Streptococcus devriesei* (Collins et al., 2004), *Streptococcus sinensis* (Woo et al., 2002) und *Streptococcus urinalis* (Collins et al., 2000).

1.3 Eigenschaften der Streptokokken

Zur Gattung der Streptokokken (*Streptococcus*) gehören zahlreiche pathogene und apathogene Arten, die zur Gruppe der gram-positiven Diplo- oder Kettenkokken zählen. Diese lagern sich typischerweise in kurzen Ketten (z.B. *Streptococcus pyogenes*) oder Paaren (z.B. *Streptococcus pneumoniae*) an (Hahn et al., 2004). Streptokokken sind etwa 2µm große, Katalase-negative, unbewegliche Bakterien, die zur Sporenbildung nicht fähig sind. Organische Substanzen werden von den

Streptokokken nicht über die Atmungskette verstoffwechselt, sondern über Fermentation (Podbielski et al., 2001).

Streptokokken wachsen unter aeroben sowie unter fakultativ anaeroben Bedingungen, das heißt, dass sie mit und ohne Sauerstoff wachsen. Was den Lebensraum und die Kulturbedingungen angeht, zählen Streptokokken zu den anspruchsvollen Bakterien. Besonders geeignet für die Kultivierung sind Nährböden, die mit Blut oder Serum angereichert sind. Einige Streptokokken benötigen für ihr Wachstum 5 bis 10 Vol.-% Kohlenstoffdioxid, da ihnen der Entgiftungsmechanismus für toxische Sauerstoffverbindungen fehlt (Facklam, 2002). Die mensch- und tierbesiedelnden Arten haben sich den Verhältnissen im Wirt angepasst, weshalb ihre optimale Umgebungstemperatur um 37°C beträgt (Murray et al., 2005).

1.3.1 Hämolyseverhalten der Streptokokken

Die phänotypische Unterscheidung, z.B. mittels biochemischer Charakteristika der Streptokokken, ist für den Klinikalltag von größerer Bedeutung als die molekulargenetische Differenzierung, da sie wesentlich schneller Ergebnisse hervorbringt. Ein wichtiges Kriterium zur Einteilung der Streptokokken ist die Hämolyse auf bluthaltigen Nährböden, durch welche diagnostische Hinweise gegeben werden können (Flanagan et al., 1998). Diese wurde zum ersten Mal durch Schottmüller beschrieben (Schottmüller, 1903). Die Einteilung wird den heutigen Klassifizierungen nicht mehr gerecht, ist aber trotzdem noch zur vereinfachten Differenzierung gebräuchlich.

Man unterscheidet in:

- α -Hämolyse (Vergrünung)
- β -Hämolyse (komplette Hämolyse)
- keine Hämolyse

Bei der α -Hämolyse wird von den Streptokokken H_2O_2 und kein Hämolysin gebildet. Dies bewirkt eine Oxidation des Fe^{2+} im Hämoglobin der Erythrozyten zu Fe^{3+} . Die Kolonien sind im Präparat von einem grünlichen Hof umgeben, welcher durch eine Absorptionsspektrumänderung des Hämoglobins entsteht und unterschiedlich farbintensiv erscheint. Deshalb spricht man auch von einer Vergrünung. Einzelne intakte Erythrozyten sind im Präparat enthalten (Hahn et al., 2004). Die α -

hämolsierenden Streptokokken (älterer Ausdruck: Viridans Streptokokken) befinden sich hauptsächlich in der Mundhöhle und setzen sich aus mehreren Gruppen zusammen (s. Tab. 1).

Tabelle 1: Die Gruppen der α -hämolsierenden Streptokokken nach (Reinert, 2007)

| Mutans-Gruppe | Mitis-Gruppe | Anginosus-Gruppe | Bovis-/Equinus-Gruppe | Salivarius-Gruppe |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| <i>Strept. mutans</i> | <i>Strept. cristatus</i> | <i>Strept. anginosus</i> | <i>Strept. bovis</i> | <i>Strept. salivarius</i> |
| <i>Strept. sobrinus</i> | <i>Strept. gordonii</i> | <i>Strept. constellatus</i> | <i>Strept. equinus</i> | |
| | <i>Strept. mitis</i> (1 u. 2) | <i>Strept. intermedius</i> | <i>Strept. infantarius</i> | |
| | <i>Strept. oralis</i> | | | |
| | <i>Strept. parasanguinis</i> | | | |
| | <i>Strept. pneumoniae</i> | | | |
| | <i>Strept. sanguin</i> | | | |

Bei der β -Hämolyse kommt es zu einer vollständigen Hämolyse. Durch die Bildung von Hämolsin wird das Hämoglobin im Präparat komplett abgebaut. Das sonst rötliche Blutagar erscheint um die Kolonien scharf begrenzt durchsichtig. Die β -hämolsierenden Streptokokken entsprechen den sogenannten „pyogenen Streptokokken“ und beinhalten humanpathogene Erreger wie den *Streptococcus pyogenes* und den *Streptococcus agalactiae*. Bei manchen Streptokokken kommt es auf Blutagar zu keiner Hämolyse. Häufig wird diese Form als γ -Hämolyse bezeichnet (Hahn et al., 2004).

Einige Streptokokken können alle Formen der Hämolyse bilden. Dazu gehören z.B. *Streptococcus anginosus* und *Streptococcus intermedius* (Podbielski et al., 2001). Die Art der Hämolyse ist unter anderem von der Bebrütung, der Zusammensetzung des Nährbodens und dem verwendeten Blut (Pferdeblut, Kaninchenblut, Schafsblut) abhängig. Definitionsgemäß wird die Hämolyse deshalb auf Schafsblut untersucht.

1.3.2 Einteilung nach Serogruppen

Rebecca Lancefield teilte die β -hämolsierenden Streptokokken 1933 außerdem nach ihren Unterschieden in der Antigenstruktur von Zellwandbestandteilen ein. In der Zellwand der Bakterien befinden sich Antigenstrukturen (Polysaccharide), die auch als C-Substanz (C = carbohydrate (engl.)) bezeichnet werden. Die einzelnen Serogruppen werden beim Lancefield-Schema durch lateinische Großbuchstaben

(A-H, K-V) kenntlich gemacht. α -hämolyzierenden Streptokokken fehlt diese Antigenstruktur, wodurch sie nicht nach dieser Differenzierung eingeteilt werden können (Lancefield, 1933).

Um die Serogruppe ermitteln zu können, müssen die Zellen chemisch und enzymatisch extrahiert werden. Das spezifische Gruppenpolysaccharid in der Zellwand kann durch die Immunpräzipitation mit speziellen Antiseren nachgewiesen werden (Fuller, 1938; Lancefield, 1933; Rantz und Randall, 1955). Während früher die Ringpräzipitation durchgeführt wurde, wird heute überwiegend die Agargelpräzipitation nach Ouchterlony angewendet. Bei der Ringpräzipitation wird eine antikörperhaltige Lösung in einem englumigen Röhrchen mit einer antigenhaltigen Probe vorsichtig überschichtet, so dass im Fall einer Antigen-Antikörperreaktion eine Präzipitationsscheibe erscheint. Aufgrund ausbleibender Präzipitation und Trübung der Probe wurde die Ringpräzipitation durch die Agargelpräzipitation abgelöst, bei welcher durch die Antigen-Antikörperreaktion Immunaggregate aufgrund ihrer Größe in den Maschen des Gelnetzes ausfallen. Bei der Doppeldiffusion nach Ouchterlony diffundieren beide Reaktionspartner aufeinander zu und reagieren miteinander (Holtzhauer, 1997).

Die klassische mikrobiologische Kultur benötigt ein bis drei Tage und wird den Anforderungen im klinischen Alltag aufgrund des Zeitbedarfs nicht gerecht. Seit einiger Zeit sind verschiedene Schnelltests verfügbar, welche die Gruppenzugehörigkeit A, B, C, D, F und G innerhalb von 15 Min. bestimmen. Diese Tests basieren in der Regel auf Antikörpernachweisen, deren Sensitivität (>85%) und Spezifität (>95%) mittlerweile sehr hoch ist (Reinert(a), 2007).

1.3.3 Oberflächenantigene der Streptokokken

Auf der Oberfläche der β -hämolyzierenden Streptokokken können drei Oberflächenantigene differenziert werden. Das Zellwand-Polysaccharid (C-Substanz), M-Proteine und Kapsel-Polysaccharide. Das Zellwand-Polysaccharid besteht aus verzweigten Zuckerpolymeren und ist kovalent an das Peptidoglykan der Zellwand gebunden. Es schützt die Bakterien vor den unspezifischen Abwehrmechanismen des Wirts und kann serologisch differenziert werden. Die M-Proteine durchdringen die Zellwand und werden von den Streptokokken der serologischen Gruppe A, B, C und G gebildet. Sie ragen aus der Zellwand heraus und bilden einen haarigen Überzug. Die M-Proteine können in vier unterschiedlich

konservierte Abschnitte unterteilt werden. Das N-terminale Ende ragt nach außen, das C-terminale Ende ist in der Zellwand verankert. Die Abschnitte nehmen wichtige Funktionen als Virulenzfaktoren ein. Sie binden Faktoren des Komplementsystems, haben anti-phagozytäre Wirkung und binden an den Oberflächen der Wirtszellen. Die N-terminalen Abschnitte haben eine hohe Sequenzvarianz, die für eine M-Typ-spezifische Immunität beim Menschen verantwortlich sind (Robinson und Kehoe, 1992). Die Kapsel-Polysaccharide werden von mehreren Streptokokkenspezies ausgebildet. Sie schützen die Erreger vor Phagozytose durch Granulozyten und Makrophagen. Innerhalb einzelner Spezies sind die Kapselsaccharide häufig gleichförmig, jedoch gibt es auch bei bestimmten Arten große Unterschiede, die wiederum antigenetische Unterschiede mit sich bringen. Dies ist vor allem bei Pneumokokken der Fall, die eine Kapseltyp-spezifische Immunität des Menschen bewirken (Jedrzejewski, 2001).

1.4 Durch Streptokokken verursachte Krankheiten

Vor allem die Streptokokken der serologischen Gruppe A, B, C, D, G, H und F besitzen unter den β -hämolisierenden Streptokokken eine pathogene Bedeutung für den Menschen. Bei den α -hämolisierenden Streptokokken sind es die Pneumokokken. Die meisten anderen Streptokokken sind opportunistisch pathogen, das heißt, nur wenn sie sich über eine physiologische Anzahl vermehren, verursachen sie Erkrankungen. Als typische Schleimhautparasiten verursachen Streptokokken z.B. oberflächliche oder auch tiefe Eiterungen. Weitere Erkrankungen sind unter anderem die Tonsillopharyngitis, Meningitis bei Neugeborenen oder abwehrgeschwächten Erwachsenen, Pneumonie, Sepsis, Otitis media, Infektionen der Harnwege und Karies (Block, 2003; Davachi et al., 2002).

1.5 *Streptococcus pyogenes*

Der *Streptococcus pyogenes* gehört zur Serogruppe A der β -hämolisierenden Streptokokken und zählt zu den häufigsten bakteriellen Erregern von Hautinfektionen (z.B. Pyodermien) und Infektionen des Respirationstrakts (z.B. Pharyngitiden, Tonsillopharyngitiden). Die Übertragung erfolgt durch eine Tröpfchen- oder Schmierinfektion. In Ländern mit gemäßigttem Klima findet sich der *Streptococcus pyogenes* vorwiegend bei Racheninfektionen, während er in

tropischen Ländern bei Hautinfektionen eine häufigere Erscheinung hat (RKI, 2008). Weitere durch den Erreger hervorgerufene Erkrankungen sind das Erysipel, Impetigo contagiosa, Phlegmone, Scharlach, nekrotisierende Fasciitis und Sepsis. Nach einer Infektion mit *Streptococcus pyogenes* kann es zu schwerwiegenden Folgeerkrankungen, wie akutes rheumatisches Fieber oder akute diffuse Glomerulonephritis kommen, welche vitale Gefährdungen nach sich ziehen können (Myositis, streptokokkenbedingtes toxisches Schock Syndrom). Diese können in den Industrieländern meistens durch eine konsequente Behandlung der Streptokokken mit Antibiotika verhindert werden. In den Entwicklungsländern führt eine solche Erkrankung jedoch aufgrund ausbleibender oder verzögerter medizinischer Versorgung häufig zu tödlichen Herzerkrankungen.

1.5.1 Eigenschaften von *Streptococcus pyogenes*

Streptococcaceae pyogenes, wie auch andere Vertreter der Gruppe A-Streptokokken, wachsen in großen Kolonien auf Blutagar, die von Hämolysehöfen umgeben sind. Sie sind relativ umweltresistent und können selbst in eingetrocknetem Blut über mehrere Monate überleben. Diese Quellen spielen jedoch für die Verbreitung des Erregers eine untergeordnete Rolle (Reinert, 2007).

1.5.2 Pathogenese von *Streptococcus pyogenes*

Der *Streptococcus pyogenes* kann in unterschiedlicher Virulenz vorliegen. Durch die Ausbildung mehrerer Virulenzfaktoren können sich die Bakterien, die sonst leicht zu phagozytieren sind, vor der Körperabwehr schützen. Nach der Bildung von Adhäsinen (Lipoteichonsäure) und der Bindung an der Rachenschleimhaut sezernieren die Erreger M-Proteine, C5a-Peptidasen und Streptolysin O und S. Diese Virulenzfaktoren verhindern die Phagozytose, indem sie die Granulozytenaggregation, das Komplementsystem und die T-Zell-Antwort hemmen (Kwinn und Nizet, 2007; Medina et al., 2003). Zusammen mit der Wirkung der Hyaluronidase können sich die Bakterien im Gewebe schnell ausbreiten und führen zu einer Entzündungsreaktion.

1.5.3 Epidemiologie von *Streptococcus pyogenes*

Die Erkrankung mit dem Erreger tritt vorwiegend im Alter zwischen 5 und 15 Jahren auf. 10% aller Schulkinder sind Träger von *Streptococcus pyogenes*. Häufig bildet sich bei den Patienten nach einer Infektion ein Trägerstatus ohne klinische Symptome. Es kommt zu einer Häufung in den kalten Monaten im Winter und im Frühjahr. In den westlichen Industrienationen gibt es ca. 1.000-2.000 Pharyngitiden pro 100.000 Einwohner und Jahr. In Deutschland werden ca. 800.000 bis 1.600.000 Erkrankungen pro Jahr gezählt (Reinert, 2007).

1.5.4 Therapie von *Streptococcus pyogenes*

Jede Infektion bei Kindern und Jugendlichen, die mit Symptomen einhergeht, sollte mit Antibiotika therapiert werden (Deutsche-Gesellschaft-für-Pädiatrische-Infektiologie-e.V., 2000). Auch bei Erwachsenen ist eine Antibiotikatherapie indiziert. *Streptococcus pyogenes* ist empfindlich gegenüber Penicillin G, V oder Cephalosporinen. Die Gabe per os sollte mindestens zehn Tage betragen, da sonst die Gefahr eines Wiederauftretens der Infektion besteht. Bei einer Penicillinallergie sind Makrolide Mittel der Wahl (Huovinen, 1999). Eine Penicillinresistenz ist bei *Streptococcus pyogenes* noch nicht aufgetreten (Hahn et al., 2004).

Das streptokokkenbedingte toxische Schocksyndrom und andere invasive Infektionen sind Notfallsituationen. Bei diesen schweren Infektionen sind eine chirurgische Therapie sowie eine Schockbehandlung zur Aufrechterhaltung der Organfunktionen indiziert.

1.6 *Streptococcus agalactiae*

Der *Streptococcus agalactiae* gehört zur Gruppe B der β -hämolisierenden Streptokokken und besitzt somit das gruppenspezifische Zellwandantigen B. Er kommt sowohl beim Menschen als auch beim Tier (z.B. Mastitis bei Rindern) vor. Diese beiden Formen können genetisch jedoch klar voneinander abgegrenzt werden. Eine Ansteckung mit tierpathogenen Bakterien beim Menschen kommt sehr selten vor. Als Erreger von eitrigen Infektionen und Sepsis ist der *Streptococcus agalactiae* bei Neugeborenen auch Auslöser von Infektionen, die während der Geburt übertragen werden. Durch Besiedelung der Geburtswege kann es bei Säuglingen zur neonatalen Sepsis und Meningitis kommen (Savoia et al., 2007).

Man unterscheidet den Typ 1 („early-onset“), der in den ersten Tagen (1.-7. Tag) nach der Geburt auftritt und vor allem mit Sepsis und Meningitis verbunden ist, vom Typ 2 („late-onset“, 7. Tag- 3. Monat), der häufig eine Meningitis verursacht. Der „early-onset“-Typ wird von der vaginal besiedelten Mutter auf das Neugeborene übertragen, beim „late-onset“-Typ wird das Kind aus der Umgebung nach der Geburt infiziert (Winn, 2007).

Erwachsene mit Grunderkrankungen wie Diabetes mellitus, Tumoren oder mit geschwächtem Immunsystem sind häufiger von Infektionen mit Streptokokken der Gruppe B betroffen. Infektionen im höheren Alter manifestieren sich in Haut- und Harnwegsinfektionen und selten in Endokarditis, Osteomyelitis, Pneumonie oder Peritonitis (Podbielski et al., 2001).

1.6.1 Eigenschaften von *Streptococcus agalactiae*

Im Gegensatz zu *Streptococcus pyogenes* ist die β -Hämolyse auf Schafsblutagar bei *Streptococcus agalactiae* wesentlich geringer ausgeprägt. Die Kolonien zeigen eine orange-bräunliche Pigmentbildung. Sie sind weniger resistent gegenüber Umwelteinflüssen als Gruppe A-Streptokokken (Hahn et al., 2004).

1.6.2 Pathogenese von *Streptococcus agalactiae*

Ein wichtiger Virulenzfaktor ist die Kapsel der Erreger, von der neun unterschiedliche Serotypen existieren (Ia, Ib, II-VII), zu deren Erkennung und Entfernung Typ-spezifische Antikörper im Immunsystem vorhanden sein müssen (Hickman et al., 1999). Dies spielt eine entscheidende Rolle bei der Infektion von Neugeborenen, da ihnen diese Antikörper fehlen.

Der *Streptococcus agalactiae* trägt die C5a-Peptidase in der Zellwand, die die C5a im Komplementsystem inaktiviert und so einen Einstrom von Phagozyten verhindert (Brown et al., 2005).

1.6.3 Epidemiologie von *Streptococcus agalactiae*

Kolonien von *Streptococcus agalactiae* im Genital- und Gastrointestinaltrakt finden sich bei ca. 10-30% von gesunden Erwachsenen (Hickman et al., 1999). Fast 80% aller invasiven Gruppe-B-Streptokokken-Infektionen werden in den ersten

Lebenstagen übertragen. Während in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts an der Infektion mit Gruppe B-Streptokokken noch 55% der Neugeborenen starben (Anthony und Okada, 1977), sind es seit den 90er Jahren nur noch ca. 4 bis 6% (Hamada et al., 2008).

Die Inzidenz der „early-onset“-Erkrankungen liegt bei 2 pro 1.000 Lebendgeburten, die des „late-onset“-Typs bei 1,7 pro 1.000 Lebendgeburten (Hahn et al., 2004).

1.6.4 Therapie von *Streptococcus agalactiae*

Zur Prophylaxe einer Infektion mit Gruppe B-Streptokokken werden Mütter in der 35. bis 37. Schwangerschaftswoche auf Besiedlung durch diese Bakterien getestet. Wenn Kolonien von *Streptococcus agalactiae* entdeckt werden, wird eine Antibiotikaabschirmung (Ampicillin oder Penicillin G) während der Geburt empfohlen, um eine Übertragung zu verhindern. Auch anderen Erkrankungen mit dem Erreger werden mit Penicillinen behandelt (Renner et al., 2006).

1.7 *Streptococcus pneumoniae*

Der *Streptococcus pneumoniae* ist der wichtigste Erreger innerhalb der Spezies der α -hämolisierenden Streptokokken und auch der Haupterreger der Lobär- und Bronchopneumonie. Von den anderen Bakterien der Spezies unterscheidet er sich im Hinblick auf die Diplokokken-Anordnung, die Struktur des C-Polysaccharids und seiner Empfindlichkeit gegenüber Galle und Optochin. Unabhängig voneinander isolierten Georg Miller Sternberg und Louis Pasteur 1881 die Pneumokokken. Aufgrund ihrer doppelkettigen Struktur wurden sie „*Diplococcus pneumoniae*“ benannt (Shulman, 2002).

Pneumokokken besiedeln den oberen Respirationstrakt des Menschen und können dort wie auch im unteren Respirationstrakt zu Infektionen führen. Als typische Eitererreger erzeugen sie neben der Pneumonie auch Sepsis und Infektionen des Hals-, Nasen- und Ohrenbereichs. Neben den Meningokokken sind sie außerdem die häufigsten Verursacher der Meningitis (Davachi et al., 2002). Selten findet man Pneumokokken auch als Verursacher der Endokarditis, Osteomyelitis und der Peritonitis.

1.7.1 Eigenschaften von *Streptococcus pneumoniae*

Pneumokokken besitzen eine Kapsel aus Polysacchariden, von der mehr als 90 verschiedene Serotypen bekannt sind. Auf dem beimpften Blutagar kann man bei starker Ausbildung von Kapseln eine schleimige, glänzende Oberfläche erkennen. Deshalb werden bekapselte Pneumokokken als S-Formen (engl. smooth: glatt) bezeichnet, unbekapselte als R-Formen (engl. rough: rau) (Hahn et al., 2004).

Sie besitzen natürliche Kompetenz, das heißt die Fähigkeit DNA aufzunehmen und im eigenen Genom einzufügen. Kein anderes grampositives Bakterium hat mehr zum Verständnis der bakteriellen Infektion beigetragen als der *Streptococcus pneumoniae*. Als Vorreiter der Molekulargenetik entdeckte Fred Griffith 1928, dass abgetötete, bekapselte Erreger lebenden, unbekapselten Erregern in Mäusen die Fähigkeit zur Bildung von Kapseln übertragen können. Diese Eigenschaft nannte er Transformation und bewies, dass Erbinformationen weitergegeben werden können (Avery et al., 1979; Griffith, 1928). Die Pneumokokken bilden ohne Nährstoffe ein Autolysin. Dieses wird auch am Ende des Zellwachstums gebildet und führt zum Absterben der Zelle. Auf Agar ist eine kleine Delle auf der Kolonie zu beobachten.

1.7.2 Pathogenese von *Streptococcus pneumoniae*

Durch die Kapsel wird es den Abwehrmechanismen des Menschen erschwert, die Pneumokokken durch Phagozytose zu beseitigen. Sie aktivieren nicht das Komplementsystem und sind dadurch vor allem in der Frühphase der Infektion geschützt. Somit weisen dicker bekapselte Bakterien eine höhere Virulenz auf. Besonders virulente Kapseltypen machen ca. 10% der bekapselten Pneumokokken aus und lösen ungefähr 60% der Pneumonien bei Erwachsenen und 80% der Pneumonien bei Kindern aus. Das nach Absterben der Zelle freigesetzte Pneumolysin ist ein Toxin, welches durch Porenbildung zur Lyse der Zielzelle in eukaryoten Organismen führt. Pneumokokken scheiden Stickoxide aus, welche wiederum die Zilienbewegung im Respirationstrakt hemmen. Durch Pneumokokken hervorgerufene Infektionen zeigen eine rasche Progredienz und verlaufen häufig mit hohem Fieber und deutlicher Leukozytose (Podbielski et al., 2001).

1.7.3 Epidemiologie von *Streptococcus pneumoniae*

Bei einigen Menschen gehören Pneumokokken zur Standortflora des Respirationstrakts. Ungefähr 10% der Erwachsenen und 60% der Kinder sind asymptomatische Keimträger. Die Inzidenz von invasiven Pneumokokken-erkrankungen (Sepsis, Meningitis) liegt bei Kindern bis zum fünften Lebensjahr bei 20-40 Fällen pro 100.000 Einwohner pro Jahr. Bei Erwachsenen über 65 Jahren liegt sie bei ca. 50 Fällen auf 100.000 Einwohner. Ca. 5-10% der invasiven Infektionen verlaufen letal, bei ca. 15% der Fälle bleiben Folgeschäden, wie z.B. Hörverlust (Reinert, 2007).

1.7.4 Therapie von *Streptococcus pneumoniae*

Pneumokokkeninfektionen werden mit Antibiotika therapiert. In den letzten 20 Jahren hat die Resistenz von Pneumokokken gegenüber Antibiotika jedoch weltweit zugenommen. In einer Studie mit Pneumokokkenisolaten in Europa zeigten 24,6% der Isolate eine verminderte Sensitivität gegenüber Penicillin G. Eine niedrige Prävalenz wurde mit 6,0% in Deutschland und 4,4% in Österreich ermittelt. Hohe Raten zeigten Frankreich mit 47,6% und Spanien mit 61,9%. Vermehrt liegen auch Resistenzen gegenüber Cephalosporinen und Makroliden vor (Reinert et al., 2005). Deutliche Fortschritte wurden bei der Impfantwicklung erzielt (Whitney, 2003). Im Juli 2006 wurde in Deutschland die Impfeempfehlung des Robert-Koch-Instituts für Kinder bis zum 2. Lebensjahr eingeführt (RKI, 2006).

1.8 *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans ist ein typischer Vertreter der Streptokokken, der physiologischerweise den Mund- und Nasenraum besiedelt, und ein Leitkeim der Zahnkaries ist. Er hat probiotische Funktion, da er Bindungsstellen an den Wirtszellen für pathogene Bakterien blockiert und so deren Zahl vermindert. Der *Streptococcus mutans* ist im Speichel enthalten, wo er durch Zufuhr zuckerhaltiger Nahrung und des dadurch bedingten Absenken des pH-Werts die Zahnhartsubstanz demineralisieren kann. Deshalb korreliert die Anzahl von *Streptococcus mutans* im Speichel mit dem Risiko Karies auszubilden (Berkowitz, 2006; Hellwig et al., 2006). Die Bakterien können, z.B. durch zahnärztliche Maßnahmen, in die Blutbahn

gelangen und dort an vorgeschädigten Herzklappen eine Endocarditis lenta verursachen (Hamada und Slade, 1980).

1.8.1 Eigenschaften des *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans zeigt keine Hämolyse auf Schafsblutagar und gehört zu den α -hämolisierenden Streptokokken. Er ist einfacher aufgebaut als β -hämolisierende Streptokokken, da ihm bis auf einige Ausnahmen das C-Polysaccharid fehlt. Der *Streptococcus mutans* hat die Fähigkeit sich anaerob zu vermehren, was erklärt, warum er bis tief in den Zahntaschen zu finden ist. Außerdem ist er in der Lage im sauren Milieu zu überleben, da er Protonen aktiv ausscheidet. Zu den speziellen Eigenschaften des Erregers gehören die glukavermittelte Adhärenz, Milchsäureproduktion, Säuretoleranz, IgA-Proteasen und Bildung von Bakteriozinen (Hellwig et al., 2006).

1.8.2 Pathogenese des *Streptococcus mutans*

Zur Bildung von Karies sind vier Faktoren nötig. Dazu gehören: 1) Wirt, 2) Substrat, 3) Zeit und 4) Bakterien.

Auf der gereinigten Zahnoberfläche lagern sich nach kurzer Zeit Proteine und Glykoproteine an (Cuticula dentis), auf der sich die Bakterien durch Bildung von Dextranen ansiedeln können. Nach 10-20 Tagen entsteht eine dicke Plaqueschicht, wenn sie nicht mechanisch durch Zahnreinigung entfernt wird. In ihr wird durch den *Streptococcus mutans* Milchsäure produziert, die aus den Oligosacchariden der Nahrungsmittel gebildet wird. Die Milchsäure führt zur Lösung von Ca^+ -Ionen und damit zur Demineralisation der Zahnhartsubstanz (Hanada, 2000; Hellwig et al., 2006).

Die Endocarditis lenta kann durch eine Bakteriämie an bereits vorgeschädigten Herzklappen entstehen. Nach kleinen Verletzungen im Mundbereich oder z.B. durch Zahnextraktionen können die Bakterien in die Blutbahn gelangen und sich an den häufig vernarbten, mit Fibrin benetzten Herzklappen ansiedeln. Es entsteht ein Thrombus, der sich lösen und Embolien in den Koronar- und Hirnarterien verursachen kann (Hardie und Marsh, 1978).

1.8.3 Epidemiologie des *Streptococcus mutans*

Seit der prähistorischen Zeit leiden die Menschen an Karies, weshalb es sich um keine Erkrankung der Neuzeit handelt. Die Übertragung erfolgt von Mensch zu Mensch, und zumeist ist die Mutter die Infektionsquelle. Somit ist jeder Mensch Träger des Erregers, der kurz nach der Geburt die Mundhöhle besiedelt. Die Kariesprävalenz wird anhand des DMF-T-Index gemessen, der die Anzahl der zerstörten, fehlenden und gefüllten Zähne beschreibt. Dieser Index lag in Deutschland im Jahr 2000 bei den Zwölfjährigen bei einer niedrigen Zahl von 1,21. Bei den 65-77-Jährigen liegt er in einem sehr hohen Bereich von ca. 23,6 (Hellwig et al., 2006; Pieper, 2001).

1.8.4 Therapie des *Streptococcus mutans*

Prophylaktische Maßnahmen wie die umfassende Aufklärung der Patienten über Zahnreinigungsmaßnahmen, die Fluoridierung und die Versiegelung von Fissuren, haben zu einem starken Rückgang der Karies in der Bevölkerung geführt. Ist es bereits zur Karies gekommen, besteht die Therapie in der mechanischen Entfernung der erweichten Zahnbestandteile durch den Zahnarzt und der Versorgung der Kavität durch ein biokompatibles Füllmaterial. Eine Impfung gegen *Streptococcus mutans* ist bisher noch nicht möglich (Hellwig et al., 2006).

Prophylaktische Maßnahmen, wie die Antibiotikagabe vor bestimmten zahnärztlichen Eingriffen, sollen die Ausbildung einer Endocarditis lenta verhindern (Penicilline oder Lincosamide). Eine manifestierte Endocarditis lenta wird mit Penicillin G kombiniert mit einem Aminoglykosid therapiert (Wilson et al., 2007).

1.9 Infektionserreger in der Arbeitsmedizin

Das Risiko, an einer Infektion zu erkranken, ist eine alltägliche Gefahr. Als permanenter Träger von Erregern sind die Menschen von einer Vielzahl von Bakterien, Pilzen und Viren umgeben. Diese können einerseits von Nutzen sein und zur Standortflora gehören, andererseits auch zu einer Plage und tödlichen Gefahr werden. Berufsgruppen, die im Bereich des Gesundheitsdienstes, in Pflegeanstalten oder auch in der Wohlfahrtspflege tätig sind, unterliegen einem höheren Risiko als die Allgemeinbevölkerung, mit Mikroorganismen, sogenannten biologischen Arbeitsstoffen, in Kontakt zu kommen (Enderle und Seidel, 2004). Zu diesen gehören

alle Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogene Endoparasiten, die beim Menschen Infektionen mit sensibilisierenden oder toxischen Wirkungen hervorrufen können. Die Übertragung auf den Menschen geschieht durch orale Aufnahme, inhalativ durch Aerosolwolken (z.B. im zahnärztlichen Bereich) oder auch parenteral über Kontaktinfektion, z.B. durch eine Nadelstichverletzung (Landau und Pressel, 2004).

Mittels besonderer Schutzmaßnahmen können viele Infektionen vermieden werden. Dazu gehören unter anderem persönliche Schutzausrüstung, Hygienemaßnahmen und Immunisierung (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2007). Die Therapiemöglichkeiten bei einer Erkrankung mit einem Erreger sind abhängig von der Art des Erregers. Durch die Entdeckung der Antibiotika konnte in der Bekämpfung der bakteriellen Infektionen ein Meilenstein gesetzt werden, während bei Prionenerkrankungen noch keine therapeutische Möglichkeit bekannt ist.

Zu den biologischen Arbeitsstoffen im Gesundheitswesen, die von Mensch zu Mensch übertragen werden können, gehören Mikroorganismen, wie z.B. Hepatitis B und C, HIV, Tuberkulose, Influenzavirus, Salmonellen, Staphylokokken und Streptokokken.

1.10 Zielsetzung der Arbeit

Seit der Entdeckung der Streptokokken durch Theodor Billroth und Paul Ehrlich 1874 stehen sie durch ihr weltweites Vorkommen im Interesse der Wissenschaft. Mit Beginn des Zeitalters der Genetik und dem Auftreten von Antibiotikaresistenzen sind in diesem Bereich viele Neuentdeckungen veröffentlicht worden, so dass sie in der wissenschaftlichen Betrachtung einer ständigen Entwicklung unterliegen.

Um einer möglichst großen Anzahl an Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zur Verfügung zu stehen, hat sich die Veröffentlichung und Registrierung von Forschungsergebnissen und wissenschaftlichen Arbeiten zunehmend im Bereich von Internetdatenbanken etabliert. Die Masse der Forschungsergebnisse, Publikationen und Veröffentlichungen zum Thema Streptokokken sind in großen Datenbanken, wie „Web of Science“ im „Institute of Scientific Information“ und „PubMed-Online-Datenbank“ verzeichnet. Dadurch ist nicht nur der Zugriff auf Forschungsergebnisse anderer Institutionen und Länder einfacher geworden, auch die Vernetzung untereinander ist effektiver.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Anwendung bibliometrischer und szientometrischer Verfahren auf Publikationen, die sich in den letzten 50 Jahren dem Thema Streptokokken widmen. Es soll insbesondere eine umfassende Analyse der Forschungsergebnisse dieser wichtigen Bakteriengattung in den Jahren zwischen 1957 und 2006 unter definierten Gesichtspunkten erfolgen. Die dafür herangezogenen Datenquellen bilden Thomson-Scientifics (ISI) Datenbank über den Zugriff „Web of Science“ mit dem „Science Citation Index“ (SCI) und die „Medline“ über den Zugriff „PubMed-Online-Datenbank“. Datenstand November 2007 bis Juni 2008.

Folgende Ziele werden verfolgt:

- Darstellung und Untersuchung der quantitativen Publikationsleistung zum Infektionserreger Streptokokkus im Zeitraum von 50 Jahren (1957-2006) und der Aktualität des Themas.
- Analyse und Gegenüberstellung von Publikationszahlen zum Streptokokkus auf länderspezifischer Ebene und der Darstellung deren Verteilung mittels geographischer „Density Equalizing Mapping“-Kartogrammen.
- Untersuchung von internationalen Kooperationen und Zusammenarbeit bei Publikationen zum Streptokokkus und deren graphischer Darstellung.

- Evaluierung der Publikationen zum Streptokokkus nach Sprachzugehörigkeit, den Institutionen und der Darstellung der Entwicklung der Erscheinungsform von Publikationen im oben genannten Zeitraum.
- Darstellung von Forschungsaktivität in unterschiedlichen Fachkategorien in denen die Arbeiten veröffentlicht wurden und der Untersuchung der Quellenzeitschriften.
- Analyse der Zitationsrate der Publikationen unter verschiedenen Gesichtspunkten und damit eine Einschätzung der Wahrnehmung und Wirkung in der Fachöffentlichkeit.
- Untersuchung der Autoren, die in den letzten 50 Jahren am häufigsten zu den Streptokokken publiziert haben mittels bibliographischer Angaben, den Selbstzitationen und der Kollaboration untereinander.
- Begrenzung des Themas Streptokokken in thematischer Hinsicht, durch Analysen der Streptokokkenarten, der „Subheading-Bereiche“ und der Publikationsanzahl unter verschiedenen Gesichtspunkten (Krankheitsbilder, Organe und Therapieoptionen).

2 METHODE

Zur Analyse werden zwei große Internetdatenbanken verwendet. Zum einen das „Web of Science“ des „Institute for Scientific Information“ und zum anderen die „PubMed-Online-Datenbank“, die quantitativ zu den größten Sammlungen von wissenschaftlichen Publikationen gehören.

2.1 Datenquellen

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

Zur szientometrischen Analyse der Forschungsergebnisse zu den Streptokokken wurde die 1960 von Dr. Eugene Garfield gegründete Datenbank „Institute for Scientific Information“ (ISI) verwendet. Diese bibliographische Datenbank wurde 1992 von „Thomson Scientific & Healthcare“ erworben und ist seit dieser Übernahme durch die „Thomson-Reuters Corporation“ auch unter dem Namen „Thomson ISI“ und unter dem neuen Namen „Thomson Scientific“ bekannt. Das inzwischen online verfügbare „ISI-Web of Knowledge“ ist eine Suchplattform die täglich von über 150.000 Besuchern auf der ganzen Welt aufgesucht und in 3.550 Instituten in über 90 Ländern benutzt wird (Stand 2007). In dieser Datenbank sind Artikel aus wissenschaftlichen Zeitschriften, Internetseiten, Patente und Konferenzabläufe erfasst. Ein besonderes Merkmal ist der von Eugene Garfield mitbegründete „Zitationsindex“ und die Analyse von Suchergebnissen (Ball und Tunger, 2005; Thomson-Scientific (a), 2008).

Die Recherche findet in der Datenbank „Web of Science“ statt, die ein Teil des „ISI-Web of Knowledge“ darstellt und Zugriff auf Zeitschriftenartikel in den Naturwissenschaften, den Sozialwissenschaften, der Kunst und den Geisteswissenschaften bietet, die mit Hilfe von Suchwerkzeugen eingegrenzt und analysiert werden können. Im 2005 gegründeten „Web of Science“ sind wissenschaftliche Informationen von über 100 Jahren bis hin zu aktuellen Veröffentlichungen der Gegenwart verzeichnet, die in ca. 9.000 Zeitschriften (5.700 naturwissenschaftliche Zeitschriften) aus der ganzen Welt veröffentlicht wurden (Stand 06/2008) (Thomson-Scientific (e), 2008). Die Auswahl der Zeitschriften erfolgt nach strengen Kriterien. Dazu gehören Merkmale, wie der wissenschaftliche Inhalt, die Standards bei den Veröffentlichungen, der internationale Bekanntheitsgrad der Autoren und die Anzahl

der Zitierungen. Weiterhin sind die termingerechte Erscheinung, die Einhaltung von internationalen redaktionellen Standards (z.B. informativer Zeitschriftentitel, komplette biblio-graphische Angaben der Fuß- und Endnoten, Anschriften der Autoren und „Abstracts“ sowie „Keywords“) wichtige Kriterien (Thomson-Scientific (b), 2008).

Ungefähr alle zwei Wochen werden neue Zeitschriften als Quelle aufgenommen oder alte Zeitschriften entfernt. So werden jährlich circa 2.000 Zeitschriften von Thompson Scientific Mitarbeitern gesichtet und davon 10-12% in die Datenbank aufgenommen. Im „Web of Science“ sind zum ersten Mal diese bibliographischen Informationen in Verbindung mit Zitierungen auf einer Plattform verfügbar und mittels Analysewerkzeug bearbeitbar, was in dieser Arbeit bei den szientometrischen Datenerhebungen Verwendung findet. Das „Web of Science“ beinhaltet den „Science Citation Index“, „Social Sciences Citation Index“ und den „Arts & Humanities Citation Index“ (Thomson-Scientific (c), 2008).

Der „Journal Citation Report“ enthält statistische Daten zu den Zitierungen der Zeitschriften und ermöglicht somit ihre Evaluierung bezüglich des Impact-Faktors (s. 2.1.2) (Ball, 2005; Thomson-Scientific (d), 2008).

2.1.2 Impact-Faktor

Der Impact-Faktor ist eine internationale Vergleichsmöglichkeit zur Wahrnehmung von Artikeln in einer Fachzeitschrift, und ermöglicht dadurch Angaben über die Reputation und Stellung von Zeitschriften. Der amerikanische Wissenschaftler Dr. Eugene Garfield erwähnte ihn 1955 zum ersten Mal und entwickelte den Impact-Faktor 1961 zum „Science Citation Report“ (Garfield, 1999). In dieser Arbeit wird der Impact-Faktor im Zusammenhang mit den häufigsten Quellenzeitschriften zu den Streptokokken und den meistzitierten Publikationen analysiert. Der Impact-Faktor ergibt sich aus der Gesamtzahl der Artikel einer Zeitschrift in zwei aufeinander folgenden Jahren (Publikationsfenster) und der Anzahl der Zitationen dieser Artikel im folgenden Jahr (Ball und Tunger, 2005). Er ist definiert als die Zahl der Zitate der Artikel der vorangegangenen zwei Jahre im laufenden Jahr, dividiert durch die Gesamtzahl der Artikel dieser zwei aufeinander folgenden Jahre. Der Impact-Faktor der Zeitschriften wird über den „Journal Citation Report“ (JCR) für die jeweilige Zeitschrift ermittelt.

Durch die Sammlung der Artikel in den Datenbanken ist es möglich diesen Faktor zu ermitteln. Er kann als ein Kriterium zur Beurteilung der Qualität einer Zeitschrift herangezogen werden. Je höher der Impact-Faktor, desto angesehenere ist die Zeitschrift.

Vor allem in der Medizin und den Naturwissenschaften ist er ein Indiz zur Beurteilung von Fachzeitschriften, wobei nur Zeitschriften mit thematisch ähnlichem Inhalt verglichen werden dürfen.

Mittlerweile ist der Impact-Faktor nicht mehr nur ein quantitatives Vergleichswerkzeug, er ist auch ein Wirtschafts- und Einflussfaktor, da er zur Evaluierung bei Geldervergabe und Wettbewerb herangezogen wird.

2.2 „PubMed-Online-Datenbank“ der „United States National Library of Medicine“

Die „PubMed-Online-Datenbank“ („PubMed“) ist eine Suchmaschine für medizinische Fachartikel im Internet, die als zweite Datenbank für einige szientometrischen Analysen in dieser Arbeit herangezogen wird. Ihre ursprüngliche Form war der „Index Medicus“, eine Fachbibliographie, die Bücher und Artikel seit 1879 als „Medline“ katalogisiert (Falagas et al., 2007; McEntyre und Lipman, 2001). Sie gehört zur „United States National Library of Medicine“, der größten medizinischen Bibliothek der Welt, die ihren Standort auf dem Campus des „National Institute of Health“ in Bethesda, Maryland, USA hat (Lindberg und Schoolman, 1986; United States National Library of Medicine, 2008).

Über „PubMed“ ist es seit Mitte der 90er Jahre möglich auf die Daten von „Medline“ zuzugreifen. Über 17 Millionen Artikel aus mehr als 6.000 Fachzeitschriften aus verschiedenen Bereichen (z.B. Medizin, Zahnmedizin, Veterinärmedizin, Biologie, Biochemie, Genetik, Psychologie) sind in „PubMed“ dokumentiert und zum Teil frei einsehbar oder gegen Entgelt verfügbar. Vor allem sind die Publikationen verzeichnet, die nach den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts bis heute erschienen sind. Täglich erfolgt eine Aktualisierung der Datenbank, wodurch es zu einem jährlichen Wachstum von ca. 500.000 Verweisen auf Veröffentlichungen kommt (United States National Library of Medicine, 2008).

2.2.1 „Medical Subject Headings“ (MeSH) -Database

Die „Medical Subject Headings“ (MeSH) -Database wird in dieser Arbeit als Hilfsmittel verwendet, um verschiedene Themenbereiche der Streptokokken-spezifischen Publikationen miteinander vergleichen zu können. Die in der „PubMed-Datenbank“ enthaltenen bibliographischen Angaben werden von Mitarbeitern der „National Library of Medicine“ mit ca. zehn bis zwölf Schlagwörtern versehen. Diese sogenannten „Medical Subject Headings“ stellen nicht nur Synonyme für einen Suchbegriff dar, sondern sind definierte Schlagworte, die ein bestimmtes Themengebiet beschreiben und miteinander vernetzen. „Medical Subject Headings“ werden zur Katalogisierung der Buch- und Medienbestandteile und zur Indexierung der Datenbanken verwendet. Über die Analyse der „MeSH-Subheadings“ können Schlagworte zu den Streptokokkenpublikationen näher eingegrenzt werden, da sie einen inhaltlichen Zusammenhang herstellen. (DIMDI, 2008).

2.3 „Density Equalizing Mapping“- Kartenanamorphote

Um die Verteilung der Streptokokkenpublikationen bildlich darzustellen, werden die Ergebnisse der Analyse in Kartenanamorphoten visualisiert. Dies ermöglicht dem Leser die leichte Erfassung der Dispersion bestimmter Attribute auf länderspezifischer Ebene.

Unter einer Kartenanamorphote versteht man eine kartographische Darstellung der Weltkarte, wobei die Länder einen variablen Maßstab aufweisen, der sich proportional zu einem Merkmal verhält. Das in dieser Arbeit verwendete Merkmal stellt die Quantität der Streptokokken-spezifischen Publikationen dar, und gibt somit Aufschluss über die Verteilung dieser Publikationen auf der Welt. Die Flächengröße der einzelnen Länder wird bei Kartogrammen an bestimmte Faktoren gekoppelt und damit bewusst in einem unterschiedlichen Verhältnis zur Ausgangskarte dargestellt. Die topologischen Beziehungen bleiben erhalten. (Lexikon der Kartographie und Geomatik, 2008).

Durch das Hinzufügen von Attributen (z.B. Größe proportional zur Publikationszahl) erhalten die Karten ein verzerrtes Aussehen. In frühester Form wurden Kartenanamorphoten in antiken Landkarten verwendet, in denen Länder, die noch nicht oder nur wenig erforscht waren, unverhältnismäßig klein verzeichnet wurden. Mit Hilfe neuer Computertechnik konnte diese Methode präzisiert werden. Durch

diese Art der Darstellung wird ein Übersichtsbild erstellt, auf dem die weltweite Verteilung einer bestimmten Variablen ersichtlich ist. Eine Masse an Daten wird dem Leser durch diese Darstellungsart in einem einzigen Bild präsentiert und kann in kurzer Zeit erfasst werden, ohne Zahlenwerte langwierig miteinander vergleichen zu müssen. Um die Karte erkenntlicher zu machen, bleiben Umrisse eines Landes und angrenzende Länder und Ozeane erhalten.

In den 60er Jahren wurde ein Programm entwickelt, mit dessen Hilfe die Länderflächen in kleine Vier- oder Sechsecke eingeteilt werden konnte. Diese werden unabhängig voneinander skaliert. Die Iteration wird solange wiederholt, bis die angrenzenden Zellen passend in die Fläche eingefügt werden können. Dieser Prozess ist mitunter sehr langwierig und teilweise können Überlappungen nicht vermieden werden. Auch ist es oftmals schwierig, die Länder nach der „Zusammensetzung“ der Karte zuzuordnen, da in der Regel eine starke Verformung der ursprünglichen Fläche erfolgt.

Die Weiterentwicklung der Methode versucht diese Einschränkungen zu beheben. Das klassische Lösungsmodell zur Erstellung einer „Density Equalizing Mapping“ beruht auf der Transformation der Dichte der einzelnen Länder, bezogen auf eine spezifische durchschnittliche Populationsdichte. $\bar{\rho}$ stellt die durchschnittliche Populationsdichte gemittelt durch die Fläche dar. Bei Ländern, die eine geringere Dichte als die durchschnittliche Dichte aufweisen kommt es zu einer Schrumpfung in der Nähe des Punktes ρ , umgekehrt kommt es zu einer Expansion. Beträgt die Dichte eines Landes die gleiche Dichte wie die durchschnittliche Dichte, findet keine Veränderung statt. Um jedoch eine zweidimensionale Projektion der Kartenanamorphote zu erhalten, müssen weitere Beschränkungen festgelegt werden, die durch den Algorithmus der US-amerikanischen Physiker Michael Gastner und Mark Newman verbessert werden (Gastner und Newman, 2004).

2.3.1 Diffusions-Kartenanamorphote

Bei der in dieser Arbeit verwendeten Methode der diffusionsbasierten Kartenanamorphote wird festgelegt, dass die Flächen in allen Ländern der Kartenanamorphote eine uniforme Dichte aufweisen, deren Bezugsgröße die Populationen eines Landes darstellt. Sobald die Flächen ihre endgültige Skalierung erreicht haben, wird die Publikationsdichte auf der ganzen Karte angepasst. Nimmt

der Dichtefaktor in einem Staat zu, kommt es zu einer Umverteilung, einer sogenannten Diffusion und der daraus resultierenden Modifikation der Ländergrenzen. Es gibt eine Verschiebung von dem Gebiet der größeren Dichte zu einem Gebiet der kleineren Dichte. Diese Anwendung wird durch eine Dichtefunktion $\rho(\mathbf{r})$ beschrieben, „ \mathbf{r} “ stellt dabei die geographische Position dar. Um die grobe Gliederung der Weltkarte zu erhalten sind den Meeren und der Antarktis neutrale Dichten, die sogenannte mittlere Populationsdichte zugeteilt. Somit kommt es hier zu keinen gravierenden Veränderungen auf der Kartenanamorphote.

2.4 Methodik zur Analyse der Länder- und Autorenkooperationen

Zur Ermittlung der Länder- bzw. Autorenkooperationen werden bei „ISI-Web of Science“ über die Funktion „Output Records“ die bibliographischen Daten heruntergeladen. Diese Informationen werden als „plain text file“ gespeichert. Der Vorgang ist für jeweils 500 Publikationen möglich, die anschließend in einer Datei zusammengeführt werden. Die Datenbank codiert mit Hilfe eines „field identifier“ die einzelnen Angaben und grenzt diese durch ein Leerzeichen ab.

Die Analyse der Länderkooperationen erfolgt mit dem Programm „C++ Builder 6.0[®]“ von Borland (Austin, USA). Für die Analyse der Länderkooperationen werden die Autorenadressen benötigt, welche mit dem Code „AU Name des Autors“ abgekürzt werden. Zur Weiterbearbeitung wird eine Microsoft Access- Tabelle erstellt, die die Artikelnummer, die Länderangaben in den Autorenadressen und das Publikationsjahr beinhaltet. Des weiteren werden die Daten nach Excel exportiert. Die Software erkennt die Angaben in der Excel-Tabelle und erstellt eine Matrix aller Länder, die mindestens einmal in der Adress-Spalte erschienen. Es werden die n-Länder in beiden Richtungen aufgetragen. Die Software identifiziert, wie oft Land 1 mit Land 2 bzw. Land 3 etc. in einer Zelle erscheint.

Die graphische Darstellung der n-Länder erfolgt in einem Netzdiagramm, und die durch Linien verbundenen Länder verdeutlichen die Kooperationen. Es werden nur die Länder berücksichtigt die mindestens 50 Kooperationen mit einem anderen Land eingegangen sind. Die Liniendicke veranschaulicht dabei die Anzahl der Kooperationen zwischen zwei Ländern. Die Analyse der Kooperation zwischen den Autoren erfolgt nach derselben Methode. Die über „Output Records“ heruntergeladenen Daten werden bei einer Zusammenarbeit von zwei Autoren in

einer Exceltabelle zusammengefasst. Es werden die 15 am häufigsten zu den Streptokokken publizierenden Autoren analysiert und in einem Netzdiagramm graphisch dargestellt.

2.5 Suchstrategien in den Datenbanken

2.5.1 Suchstrategie im „Web Of Science“

Die Recherche dieser Studie erfolgt im „Web of Science“ mit dem Suchbegriff „Streptococc*“, im Titel, „Abstract“ und in den Schlüsselworten. Der Suchbegriff wird so gewählt, um alle Publikationen zu erfassen die z.B. „Streptococcus“ und „Streptococci“ enthalten.

Als Beobachtungszeitraum ist der Zeitraum vom 01.01.1957-31.12.2006 eingegrenzt, um den Verlauf in 50 Jahren darzustellen. Die gesamten ermittelten bibliographischen Daten zu den Streptokokken in diesem Zeitraum werden in unterschiedlichen Kategorien analysiert. Dazu gehören die Analysen der Veröffentlichungen nach den Publikationsjahren, den Publikationsländern, den Institutionen, der Sprachzugehörigkeit, der Erscheinungsform, den Fachkategorien, den Quellenzeitschriften, nach den Autoren und nach den Streptokokkenarten. Mit Hilfe des „Science Citation Index“ erfolgt die Auswertung der Veröffentlichungen bezüglich ihren Zitationszahlen.

2.5.2 Suchstrategie in der „PubMed-Online-Datenbank“

In der „PubMed-Online-Datenbank“ erfolgt die Suche ebenfalls mit dem Suchbegriff „Streptococc*“. Durch die „limit“-Funktion, wird der Zeitraum von 01.01.1957-31.12.2006 eingrenzt. Die „Automatic Term Mapping“-Funktion (=automatische interne Übersetzung und Erweiterung der Suchbegriffe) modifiziert den Suchbegriff, mit dem Ziel, weitere Artikel im nicht verschlagworteten Teil von „PubMed“ zu finden. Diese unter „detail“ beschriebene Suche lautet:

(streptococc[All Fields] OR streptococcaceae[All Fields] OR streptococcaceae[All Fields] OR streptococcaceae[All Fields] OR streptococcaceae/analysis[All Fields] OR streptococcaceae/chemistry[All Fields] OR streptococcaceae/classification[All Fields] OR streptococcaceae/cytology[All Fields] OR streptococcaceae/enzymology[All Fields] OR streptococcaceae/genetics[All Fields] OR

streptococcaceae/immunology[All Fields] OR streptococcaceae/instrumentation[All Fields] OR streptococcaceae/metabolism[All Fields] OR streptococcaceae/pathogenicity[All Fields] OR streptococcaceae/physiology[All Fields] OR streptococcaceae/ultrastructure[All Fields] OR streptococcaceae/virology[All Fields] OR streptococcae[All Fields] OR streptococcai[All Fields] OR streptococcal[All Fields] OR streptococcal/bacillus[All Fields] OR streptococcal/escherichia[All Fields] OR streptococcal/staphylococcal[All Fields] OR streptococcaldiseases[All Fields] OR streptococcalhyaluronidase[All Fields] OR streptococally[All Fields] OR streptococals[All Fields] OR streptococcas[All Fields] OR streptococcasepticaemia [All Fields] OR streptococccus[All Fields] OR streptococccus[All Fields] OR streptococceae[All Fields] OR streptococceal[All Fields] OR streptococcemia[All Fields] OR streptococcen[All Fields] OR streptococceninvasinen[All Fields] OR streptococcenstudien[All Fields] OR streptococcentonsillitis[All Fields] OR streptococcer[All Fields] OR streptococchi[All Fields] OR streptococchs[All Fields] OR streptococci[All Fields] OR streptococci/100[All Fields] OR streptococci/carriers[All Fields] OR streptococci/culture[All Fields] OR streptococci/differentiation[All Fields] OR streptococci/enterococci[All Fields] OR streptococci/g[All Fields] OR streptococci/hemolytic[All Fields] OR streptococci/immunity[All Fields] OR streptococci/immunology[All Fields] OR streptococci/infection[All Fields] OR streptococci/lactis[All Fields] OR streptococci/lactococci[All Fields] OR streptococci/mastitidis[All Fields] OR streptococci/ml[All Fields] OR streptococci/rheumatic[All Fields] OR streptococci/staphylococci[All Fields] OR streptococci/strains[All Fields] OR streptococci/total[All Fields] OR streptococci/viridans[All Fields] OR streptococci'[All Fields] OR streptococci's[All Fields] OR streptococcia[All Fields] OR streptococciaand[All Fields] OR streptococcic[All Fields] OR streptococcica[All Fields] OR streptococcich[All Fields] OR streptococciche[All Fields] OR streptococcici[All Fields] OR streptococcicidal[All Fields] OR streptococcico[All Fields] OR streptococcicosis[All Fields] OR streptococcidal[All Fields] OR streptococcidcal[All Fields] OR streptococcie[All Fields] OR streptococcies[All Fields] OR streptococciisolated[All Fields] OR streptococcilor[All Fields] OR streptococcin[All Fields] OR streptococcinfektioner[All Fields] OR streptococcins[All Fields] OR streptococcion[All Fields] OR streptococcique[All Fields] OR streptococciques[All Fields] OR streptococcis[All Fields] OR streptococcla[All Fields] OR streptococco[All

Fields] OR *streptococcocal[All Fields]* OR *streptococcus[All Fields]* OR *streptococcol[All Fields]* OR *streptococcologist[All Fields]* OR *streptococcology[All Fields]* OR *streptococcolytic[All Fields]* OR *streptococcus[All Fields]* OR *streptococcusens[All Fields]* OR *streptococcusenes[All Fields]* OR *streptococcusosis[All Fields]* OR *streptococcusosis/lactococcusosis[All Fields]* OR *streptococcusosis'[All Fields]* OR *streptococcusous[All Fields]* OR *streptococcusov[All Fields]* OR *streptococcusovogo[All Fields]* OR *streptococcusovye[All Fields]* OR *streptococcusui[All Fields]* OR *streptococcus[All Fields]* OR *streptococcus/analysis[All Fields]* OR *streptococcus/chemistry[All Fields]* OR *streptococcus/classification[All Fields]* OR *streptococcus/culture[All Fields]* OR *streptococcus/cytology[All Fields]* OR *streptococcus/effect[All Fields]* OR *streptococcus/enterococcus[All Fields]* OR *streptococcus/enzymology[All Fields]* OR *streptococcus/extracts[All Fields]* OR *streptococcus/genetics[All Fields]* OR *streptococcus/gonococcus[All Fields]* OR *streptococcus/immunology[All Fields]* OR *streptococcus/metabolism[All Fields]* OR *streptococcus/pathogenicity[All Fields]* OR *streptococcus/peptostreptococcus[All Fields]* OR *streptococcus/pharmacology[All Fields]* OR *streptococcus/physiology[All Fields]* OR *streptococcus/pseudomonas[All Fields]* OR *streptococcus/radiation[All Fields]* OR *streptococcus/resistance[All Fields]* OR *streptococcus/staphylococcus[All Fields]* OR *streptococcus/ultrastructure[All Fields]* OR *streptococcus/variability[All Fields]* OR *streptococcus/viability[All Fields]* OR *streptococcus/virology[All Fields]* OR *streptococcus'[All Fields]* OR *streptococcusenes[All Fields]* OR *streptococcusfaecalis[All Fields]* OR *streptococcusinfecties[All Fields]* OR *streptococcuslike[All Fields]* OR *streptococcusmutans[All Fields]* OR *streptococcusok[All Fields]* OR *streptococcuspneumoniae[All Fields]* OR *streptococcusalivarius[All Fields]* OR *streptococcusanguis[All Fields]* OR *streptococcussepsis[All Fields]* OR *streptococcusthermophilus[All Fields]* OR *streptococcusuberis[All Fields]* OR *streptococcusviridans[All Fields]* OR *streptococcusvaginiter[All Fields]*) AND (“1957”[PDAT] : “2006”[PDAT])

2.6 Spezielle Suchstrategien

2.6.1 Analyse der Publikationen bei „PubMed“ und „ISI - Web of Science“

Die Suche erfolgt nach der unter 2.5.1 und 2.5.2 angegebenen Suchstrategie mit und ohne Eingabe einer Limitfunktion in den Datenbanken „PubMed“ und „ISI - Web of

Science“. Die Recherche erfolgt erstmals ab dem 19.11.2007 und wird am 22.02.2008 letztmalig aktualisiert.

2.6.2 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren

Die Recherche erfolgt nach der unter 2.5.1 angegebenen Suchstrategie, analysiert nach den einzelnen Publikationsjahren. Die Recherche erfolgt ab dem 22.11.2007 und wird zuletzt am 11.03.2008 durchgeführt.

2.6.3 Analyse der Publikationen nach Herkunftsländern

Die Suche nach der unter 2.5.1 angegebenen Suchstrategie, analysiert nach den Ländern erfolgt ab dem 03.12.2007. Dabei ist zu beobachten, dass die Gesamtzahl aller Publikationen nach der Analyse bezüglich der Erscheinungsländer (insgesamt 63.041) höher ist, als die Summe aller Artikel (insgesamt 59.053). Die Differenz kommt durch einzelne Veröffentlichungen zustande, die in länderübergreifenden Kooperationen entstanden sind und unter beiden Ländernamen veröffentlicht wurden. Somit entsteht in der Gesamtsumme durch die Mehrfachnennung eine größere Zahl. 4.116 Treffer konnten keinem Land zugeordnet werden.

Die Länder England, Schottland, Wales und Nord Irland werden als Vereinigtes Königreich von Großbritannien zusammengefasst. Unter Deutschland werden alle Veröffentlichungen aus Westdeutschland, Ostdeutschland, der Deutschen Demokratischen Republik und der Bundesrepublik Deutschland gezählt.

Nach der unter 2.3 beschriebenen Methode erfolgt die Darstellung analysiert nach der Publikationsanzahl der einzelnen Länder in einer Kartenanamorphote als Weltkarte und Karte Europas.

Zur Ermittlung des Verhältnisses zwischen BIP (Bruttoinlandsprodukt) und der Publikationsanzahl der Länder wird das BIP mit der Kaufkraftparität (engl.: „purchasing power parity“ (PPP)) abgeglichen, um diese Größen international vergleichbar machen zu können. Der lineare Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren (BIP eines Landes und Anzahl der Publikationen) wird nach dem Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet. Die Daten zur Publikationsanzahl der einzelnen Länder werden über „ISI-Web of Science“ ermittelt.

Die abschließende Recherche erfolgt am 11.03.2008.

2.6.3.1 Analyse der Kooperationen zwischen den Erscheinungsländern

Die Analyse der Kooperationen zwischen den Ländern wird nach der unter 2.4 beschriebenen Suchstrategie ermittelt und in einem Diagramm dargestellt. Die Länder, die eine Kooperation eingegangen sind, werden durch Linien verbunden. Nur Kooperationen zwischen Ländern die mehr als 50 Kollaborationen zu einem anderen Land aufweisen werden dargestellt. Die Recherche erfolgt ab dem 10.01.2008. Die letztmalige Aktualisierung erfolgt am 04.04.2008.

2.6.3.2 Analyse der Publikationen der USA 1981-2006

Die Analyse der Publikationen aus den Vereinigten Staaten erfolgt im „ISI-Web of Science“ mit dem Suchbegriff „Streptococc*“ und dem Limitfaktor für die jeweiligen Jahre 1981, 1986, 1991, 1996, 2001 und 2006. Danach werden die Ergebnisse nach den Ländern analysiert und die Ergebnisse der USA in Prozent in einem Diagramm dargestellt. Die Analyse beginnt am 29.01.2008 und wird zuletzt am 07.04.2008 durchgeführt.

2.6.4 Untersuchung der Publikationen nach Institutionen

Die nach 2.5.1 analysierten Ergebnisse werden nach den Institutionen aufgeschlüsselt und die zehn häufigsten Einrichtungen in einem Diagramm dargestellt. Die Recherche erfolgt ab dem 10.01.2008 und wird am 04.04.2008 zuletzt erhoben.

2.6.5 Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit

Die Suche nach der unter 2.5.1 beschriebenen Suchstrategie, analysiert nach Sprachen erfolgt ab dem 17.12.2007. Die Sprachen, zu denen weniger als 100 Veröffentlichungen zugeordnet werden können, werden unter „Andere“ zusammengefasst (s. Tab. 2). Ein Artikel konnte nicht zugeordnet werden. Diese Untersuchung nach den Veröffentlichungssprachen wird zuletzt am 05.04.2008 durchgeführt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Analyse der Publikationen nach Sprache bei „ISI-Web of Science“ mit weniger als 100 Ergebnissen (unter „Andere“ zusammengefasst)

| Sprache |
|----------------|
| Italienisch |
| Polnisch |
| Portugiesisch |
| Tschechisch |
| Ungarisch |
| Holländisch |
| Chinesisch |
| Türkisch |
| Dänisch |
| Slowenisch |
| Afrikanisch |
| Rumänisch |

2.6.6 Zuordnung der Publikationen zu ihren Erscheinungsformen

Die Recherche erfolgt nach der unter 2.5.1 beschriebenen Suchmethode, analysiert nach der Erscheinungsform ab dem 10.01.2008. Die Auflistung erfolgt nach den englischsprachigen Originalkategorien. Eine letzte Aktualisierung erfolgt am 02.06.2008.

Alle Formen, die weniger als 1.000 Publikationen aufweisen werden unter „other“ zusammengefasst (s. Tab. 3). Drei Publikationen konnten keinem Dokumententyp zugeordnet werden.

Außerdem werden die Suchergebnisse (nach 2.5.1 ermittelt) für die einzelnen Jahre im Abstand von zehn Jahren ermittelt. Dies erfolgt über die Eingabe einer Limitfunktion, durch welche die Dokumententypen für die jeweiligen Jahre 1957, 1966, 1976, 1986, 1996 und 2006 ermittelt und miteinander verglichen werden können.

Tabelle 3: Ergebnisse der Analyse nach den Erscheinungsformen mit weniger als 1000 Treffern bei „ISI-Web of Science“ (unter „other zusammengefasst“)

| Erscheinungsform |
|----------------------------|
| Editorial material |
| Correction |
| Correction, addition |
| Reprint |
| News item |
| Discussion |
| Abstract of published item |
| Book review |
| Biographical-item |

2.6.7 Analyse der Publikationen nach Fachkategorie

Die Recherche erfolgt nach der unter 2.5.1 beschriebenen Methode, analysiert nach „ISI-Web of Science“-definierten Fachkategorien ab dem 17.01.2008. Für die Zeit von 1957 bis 2006 werden zum einen die zehn häufigsten Kategorien aufgelistet und in einem weiteren Diagramm einzelne Fachbereiche im Verlauf von 50 Jahren miteinander verglichen. Nach Addition der Artikelanzahl pro Fachbereich ergibt die Summe 91.198 Artikel, was eine Differenz von 32.145 Artikeln zu der Ausgangszahl der Artikel von 59.053 Artikeln ergibt. Aus diesen Zahlen ist zu erkennen, dass einige Artikel mehreren Fachkategorien zugeordnet sind. Die Daten der Fachkategorienrecherche wird zuletzt am 05.04.2008 erhoben.

2.6.8 Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften

Die Analyse erfolgt ab dem 18.01.2008 nach der unter 2.5.1 beschriebenen Suchstrategie bezüglich der häufigsten Zeitschriften, in denen zum Thema Streptokokkus publiziert wurde. Die zehn häufigsten Zeitschriften werden dargestellt. Die Recherche wird letztmalig am 05.04.2008 erhoben.

2.6.8.1 Durchschnittlicher Impact-Faktor der Zeitschriften

Die unter 2.6.8 ermittelten Zeitschriften werden bezüglich ihres Impact-Faktors (2006) analysiert. Die Berechnung des Impact-Faktors erfolgt wie unter 2.1.2 beschrieben. Die Recherche erfolgt am 18.01.2008.

2.6.9 Zitationsanalysen

2.6.9.1 Zitationsraten der Publikationen in den Jahren 1957 bis 2006

Die Suche erfolgt zunächst nach der unter 2.5.1 beschriebenen Suchstrategie, analysiert nach Publikationsjahren. Die einzelnen Jahre werden anschließend mit dem „Citation Report“ analysiert und bezüglich der durchschnittlichen Zitierung pro Artikel im Verlauf der Jahre dargestellt. Die Untersuchung erfolgt ab dem 10.12.2007. Die letzte Datenerhebung findet am 24.04.2008 statt.

2.6.9.2 Zitierungen aller Artikel in den einzelnen Jahren

Die Suche erfolgt wie unter 2.5.1 beschrieben. Auf die Gesamtzahl der ermittelten Ergebnisse wird der „Citation Report“ angewendet. Dieses wird in Schritten von jeweils 10.000 Publikationen durchgeführt. Es erfolgt die Darstellung der Anzahl der Zitierungen aller Artikel, die bis zum beschriebenen Jahr veröffentlicht wurden. Die Recherche erfolgt ab dem 10.12.2007 und wird zuletzt am 23.04.2008 durchgeführt.

2.6.9.3 Die meistzitierten Publikationen

Zuerst erfolgt die Recherche wie unter Punkt 2.5.1 beschrieben. Die dargestellten Artikel zu den Streptokokken werden nach der Anzahl ihrer Zitierung mit der Funktion „Sort by- Times cited“ sortiert. Die zehn am häufigsten zitierten Artikel werden dargestellt. Die Recherche erfolgt am 31.01.2008.

2.6.9.4 Analyse der Zitationen nach Ländern

Die Suche erfolgt nach der unter 2.6.3 beschriebenen Methode auf Länderebene. Die zehn häufigsten Länder werden mit dem „Citation report“ analysiert und die durchschnittliche Zitierungsrate pro Land dargestellt.

Die Recherche erfolgt ab dem 14.01.2008. Die letzte Aktualisierung wird am 24.04.2008 durchgeführt.

2.6.10 Autorenanalyse

2.6.10.1 Analyse der Autoren nach Anzahl der Publikationen

Die Publikationen werden nach der unter 2.5.1 beschriebenen Methode erstmalig ab dem 23.01.2008 recherchiert und nach den zehn Autoren, die am meisten zu den Streptokokken veröffentlicht haben, analysiert. Diese werden auch bezüglich der Sprache, in der sie publizierten, und der Erst- und Seniorautorenschaft analysiert. 166 Publikationen sind anonym veröffentlicht.

Die Recherche wird letztmalig am 06.05.2008 aktualisiert.

2.6.10.2 Analyse der Zitationsraten der Autoren

Die nach 2.6.10.1 ermittelten Autoren werden bezüglich ihrer Zitationsraten mit dem „Citation Report“ analysiert und die durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel ermittelt. Die Recherche erfolgt ab dem 05.02.2008 und wird am 02.06.2008 aktualisiert.

2.6.10.3 Analyse der Selbstzitationen der Autoren

Die nach 2.6.10.1 ermittelten Autoren werden einzeln mit dem „Citation Report“ analysiert. Über die Funktion „View citing articles“ werden die jeweiligen, den Autor zitierenden Artikel ermittelt, die wiederum nach den Autoren analysiert werden. Die Angaben der Selbstzitationen werden in Prozent angegeben. Dadurch wird ermittelt, wie häufig sich ein Autor in seinen Artikeln selber zitiert. Die Recherche erfolgt ab dem 05.02.2008 und wird am 02.06.2008 letztmalig erhoben.

2.6.10.4 Analyse der Kooperationen der Autoren untereinander

Zu den 15 am häufigsten nach 2.6.10.1 ermittelten Autoren werden über „Output Records“ die bibliographischen Daten heruntergeladen. Die Analyse der Kooperationen erfolgt wie unter 2.4 beschrieben.

Die Untersuchung zu den Kooperationen erfolgt ab dem 24.01.2008 und wird am 05.05.2008 abgeschlossen.

2.6.11 Analyse der Publikationen nach Streptokokkenarten

Die Suche erfolgt im „Web of Science“ im Zeitraum von 1957 bis 2006 mit dem Suchbegriff „Streptococcus x“. Anstelle des x wird eine Auswahl unterschiedlicher Streptokokkenarten eingegeben, die bei der Recherche mehr als 550 Veröffentlichungen ergeben. Ebenso erfolgt die Analyse in „PubMed“.

x ist ersetzt durch:

- „agalactiae“
- „bovis“
- „mutans“
- „pneumoniae“ OR „pneumococc*“
- „pyogenes“

Die Recherchen werden am 04.12.2007 begonnen und zuletzt am 13.06.2008 durchgeführt.

2.6.12 Häufigste „Subheadings“ der Streptokokkenartikel in der „MeSH-Database“

Die Recherche nach den „Subheadings“ zum Thema Streptokokken bei „PubMed“ erfolgt in der „MeSH-Database“ nach dem Suchbegriff „Streptococcus“[mesh]. Die aufgelisteten Subheading-Begriffe werden alle im Thesaurus dem „Streptococcus“ zugeordnet.

Um Zugriff zu den Veröffentlichungen der bestimmten „Subheadings“ zu erhalten, die sich mit den Streptokokken beschäftigen, wird der Streptokokkus als „MeSH-Begriff“ gesucht und dann im Zeitraum 1957 bis 2006 mit den ermittelten „Subheadings“ verknüpft. Dies erfolgt über die Funktion „send to searchbox with AND“. Der Suchbegriff lautet:

„Streptococcus/x“[mesh] („1957“[PDAT]:“2006“[PDAT]).

Anstelle des Feldes x werden die ermittelten „Subheadings“ eingefügt. Die Suchergebnisse, die mehr als 3.000 Publikationen für den Zeitraum 1957 bis 2006 ergeben, werden aufgeführt.

Die „Subheadings“ werden außerdem über die Limitfunktion im Verlauf der letzten 50 Jahre dargestellt. Die Recherche erfolgt ab dem 06.12.2007. Die letzte Analyse der „Subheadings“ erfolgt am 08.06.2008.

2.6.13 Streptokokken und Themenschwerpunkte

Die Suche erfolgt bei „PubMed“ mit dem Suchbegriff „Streptococc*“ und der Limitfunktion 1957 bis 2006. Der Begriff wird über den „booleschen Operator“ „AND“ mit verschiedenen Organsystemen, Krankheitsbildern und Therapieoptionen untersucht. Die Therapieoptionen werden außerdem über die Verknüpfung mit der Limitfunktion im Verlauf von 50 Jahren dargestellt. Die Datenerhebung beginnt ab dem 06.12.2007 und wird am 08.06.2008 abgeschlossen.

3 ERGEBNISSE

3.1 Publikationszahlen bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“

Die Analyse bei „PubMed“ und „ISI-Web of Science“ ergibt jeweils eine unterschiedliche Anzahl an Treffern. In der Datenbank von „PubMed“ sind es, ohne Eingabe eines zeitlichen Limits, bis 2006 insgesamt 79.533 Treffer. Mit der Limitierung von 1957 bis 2006 sind es 77.609 Ergebnisse. Damit ergibt sich eine Differenz von 1.924 Veröffentlichungen, die vor dem Jahr 1957 erschienen sind (s. Abb.2).

Die erste Veröffentlichung stammt aus dem Jahr 1894 von Arthur Howard Mann Jr. und beschäftigt sich mit dem *Streptococcus pyogenes* (Mann, 1894). Die Aufnahme in die Datenbank „PubMed“ ergibt damit für einen Zeitraum von 63 (1894-1956) Jahren 1.924 Artikel (s. Abb. 2).

Im Gegensatz dazu ergeben sich bei „ISI-Web of Science“ folgende Zahlen:

Die Suche ohne Zeitlimit ergibt bis zum Jahre 2006 62.644 Ergebnisse. In den Jahren 1957 bis 2006 erschienen 59.053 Publikationen (s. Abb. 2). Die Differenz von 3.591 Treffern ist diesmal auf eine Zeitspanne von 57 Jahren bezogen, da die ersten bei „ISI-Web“ verzeichneten Artikel aus dem Jahr 1900 stammen. In jenem Jahr sind zehn Artikel erschienen (Boucheron, 1900; Charrin und Legros, 1900; Clarke, 1900; Cottet und Tissier, 1900; Elder, 1900; Lyle, 1900; Read, 1900; Stenhouse, 1900; Walton, 1900; Wood, 1900).

Um den Verlauf und die Entwicklung der letzten 50 Jahre darzustellen, bezieht sich die weitere Recherche in dieser Arbeit auf den Beobachtungszeitraum von 1957 bis 2006.

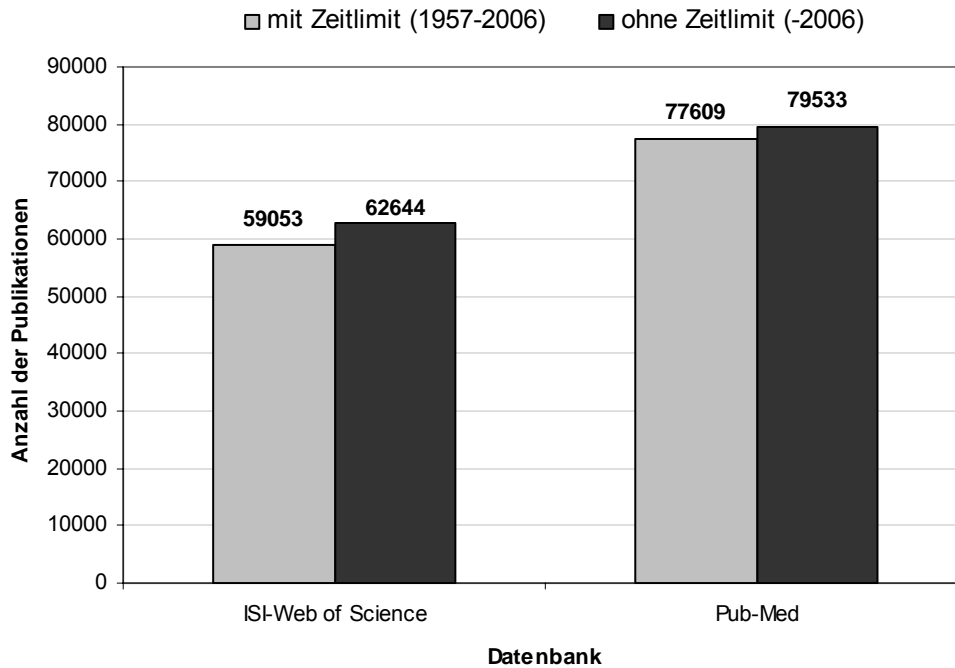


Abbildung 2: Trefferzahlen bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“ mit Zeitlimit (1957-2006) und ohne Zeitlimit (bis 2006)

3.2 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationsjahren (1957-2006)

Die Analyse der Ergebnisse nach den Publikationsjahren wird in dem folgenden Diagramm dargestellt (s. Abb. 3). Es zeigt, wie viele Veröffentlichungen pro Jahr zwischen 1957 und 2006 erschienen sind. Während im Jahr 1957 nur 107 Publikationen zum Thema Streptokokken veröffentlicht wurden, lag die Anzahl 50 Jahre später im Jahr 2006 bei 2.829. Nachdem bis 1990 ein gleichmäßiger Anstieg der Publikationsrate zu erkennen ist, steigt die Anzahl schlagartig von 1990 (900 Treffer) auf 1991 (1.985 Treffer) um 1.085 Veröffentlichungen, was mehr als eine Verdoppelung darstellt. Von 1990 an kommt es bis 2004 wieder zu einem kontinuierlichen Anstieg der Veröffentlichungsrate. Das vorläufige Maximum an Veröffentlichungen wird 2004 mit 3.152 Publikationen erreicht. 2005 und 2006 sinkt die Publikationsrate leicht ab auf 3.017 bzw. 2.829 Treffer (s. Abb. 3).

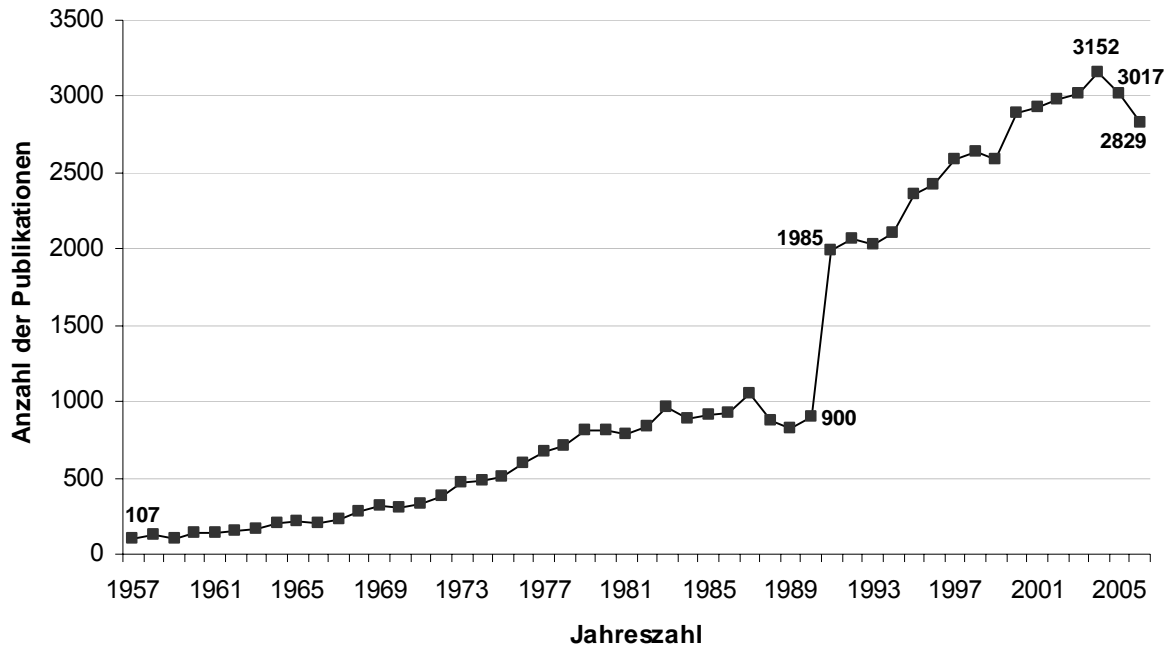


Abbildung 3: Anzahl der Publikationen in Verlauf von 50 Jahren (1957-2006), bei „ISI-Web of Science“

3.3 Analyse der Publikationen nach Herkunftsländern

Die zehn Länder mit der höchsten Publikationsleistung zwischen den Jahren 1957 und 2006 zeigt Abbildung 4. Die meisten Publikationen zum Thema Streptokokken mit einer Anzahl von 22.451 Treffern (34%) wurden in den USA veröffentlicht. Nach den USA folgt das Vereinigte Königreich Großbritannien mit 5.241 Veröffentlichungen. In dem gleichen Zeitraum wurden hier weniger als ein Viertel der Anzahl an Publikationen der USA herausgegeben. Bei allen anderen Ländern lag die ermittelte Trefferzahl unter 5.000. Die Suche ergab für Frankreich 3.754 Treffer und Japan wies 3.563 Publikationen auf. An fünfter Stelle liegt Deutschland mit 3.165 Ergebnissen. Kanada (2.147), Schweden (2.139), die Niederlande (1.987), Spanien (1.833) und Australien (1.421) weisen jeweils zwischen 1.000 und 2.000 Treffer auf (s. Abb. 4).

Die gesamte Anzahl der Publikationen in den zehn häufigsten Ländern beträgt 47.701. Auffällig ist, dass diese zehn Länder vor allem aus dem nordamerikanischen und dem europäischen Raum kommen. Japan ist alleiniger Vertreter der asiatischen Länder. Veröffentlichungen aus Ländern der Kontinente Afrika und Südamerika sind in der Liste mit den zehn häufigsten Ländern nicht vertreten. Zwischen 1.400 und 500 Publikationen erschienen in Italien, Finnland, Schweiz, Israel, Dänemark,

Russland, Brasilien, Neuseeland, Belgien und Indien. Alle anderen Länder ergaben weniger als 500 oder gar keine Treffer.

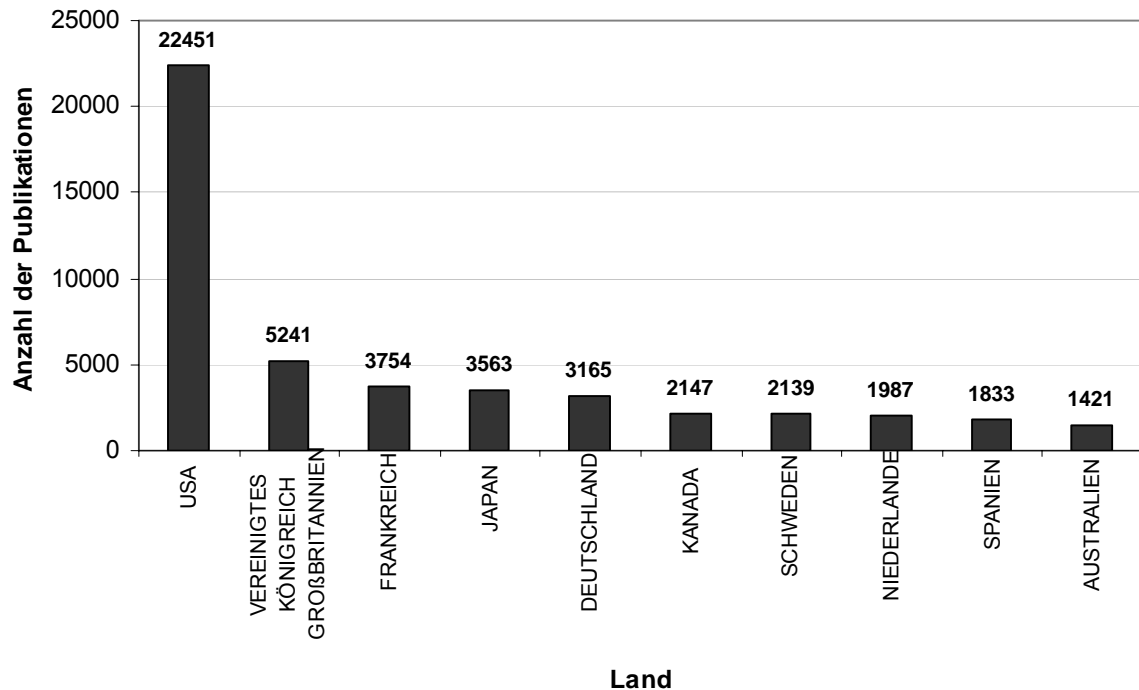


Abbildung 4: Anzahl der Publikationen der einzelnen Länder von 1957 bis 2006 bei „ISI-Web of Science“

Die Kartenanamorphose der Welt stellt die Publikationszahlen der einzelnen Länder dar. Durch den großen Anteil der USA und Kanada ist Nordamerika proportional zu den anderen Kontinenten sehr groß dargestellt. Europa und Australien sind ebenfalls vergrößert. Die Kontinente Südamerika, Afrika und Asien (bis auf Japan) verschwinden fast von der Kartenanamorphose, das heißt, sie sind sehr klein dargestellt (s. Abb. 5).

Auf der Europakarte imponiert vor allem das westliche Europa mit dem Vereinigten Königreich Großbritannien (5.241 Veröffentlichungen), Frankreich (3.754 Treffer) und Deutschland (3.165 Treffer). Mehr als 1.000 Veröffentlichungen wurden in Schweden (2.139 Treffer), den Niederlanden (1.987 Treffer), Spanien (1.833 Treffer) und Italien (1.365 Treffer) publiziert. Sehr stark verkleinert sind die Osteuropäischen Länder und die Balkanstaaten, da kein Land mehr als 1.000 Publikationen aufweist. (s. Abb. 6).

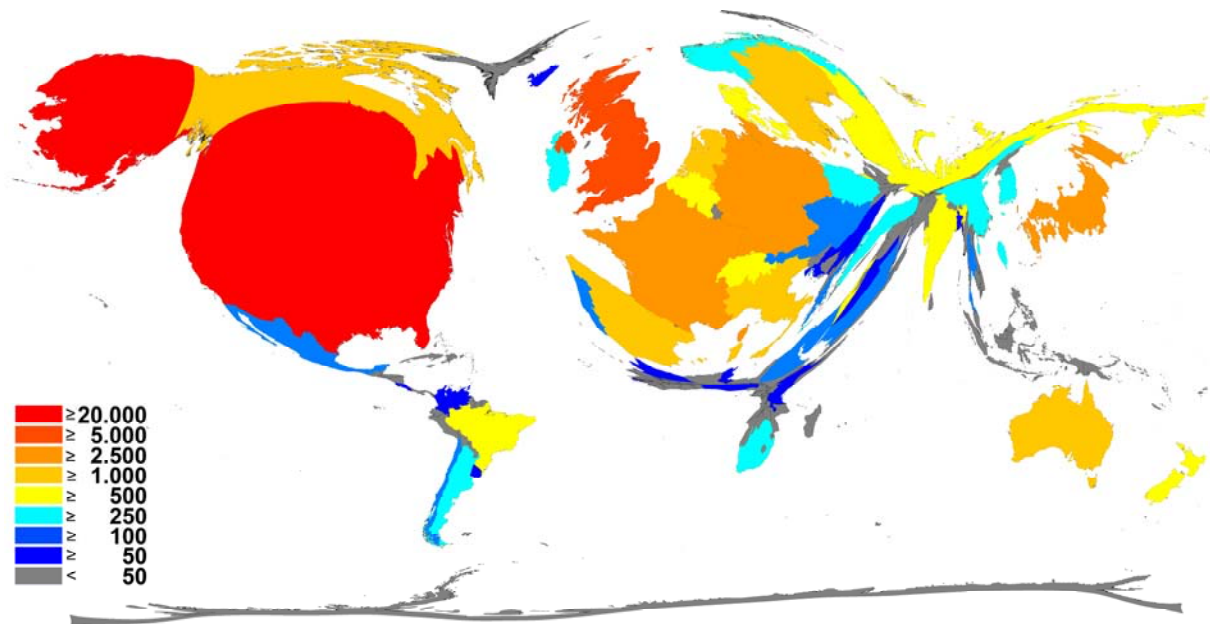


Abbildung 5: Kartenanamorphote der Welt- Publikationszahlen der Länder zum Thema Streptokokkus zwischen 1957 und 2006 bei „ISI-Web of Science“

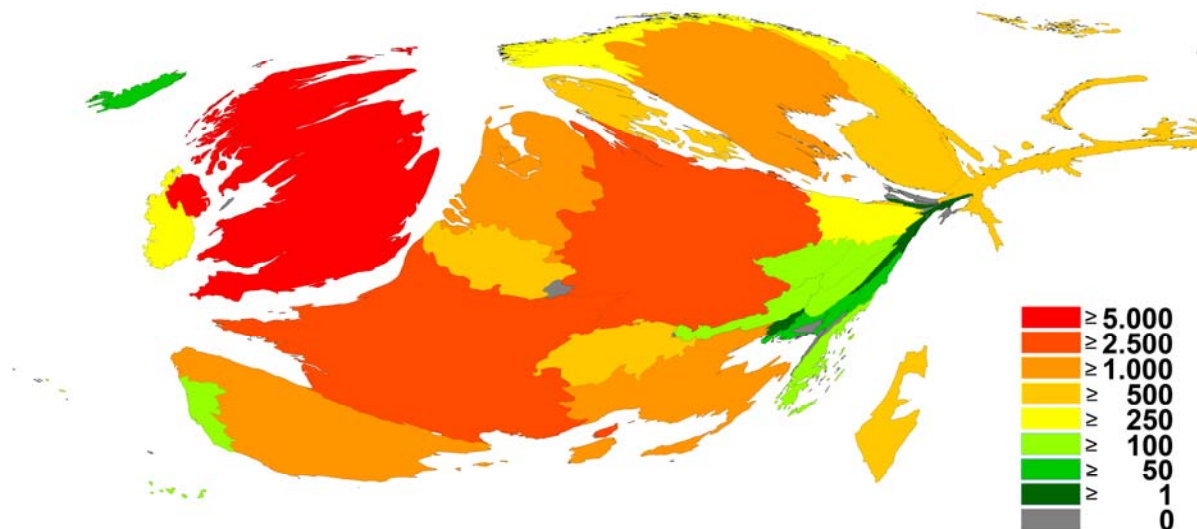


Abbildung 6: Kartenanamorphote von Europa- Publikationszahlen der Länder zum Thema Streptokokkus zwischen 1957 und 2006 bei „ISI-Web of Science“

Um die Anzahl der Publikationen der Länder miteinander vergleichen zu können, muss das Bruttoinlandsprodukt (BIP) eines Landes hinzugezogen werden. Das Bruttoinlandsprodukt wurde mit der Kaufkraftparität abgeglichen, um die unterschiedlichen Währungsräume der einzelnen Länder miteinander gleichsetzen zu können, da die Kaufkraft sehr stark voneinander abweicht. Bei der Korrelation nach Pearson ergibt sich, dass das BIP mit der Anzahl der Publikationen eines Landes korreliert, es zeigt sich somit eine signifikante Korrelation ($r= 0,772$ $p=0,01$) $N=251$ (Anzahl der Länder). Das Verhältnis BIP zur Anzahl der Veröffentlichungen weist eine Normalverteilung auf. Je niedriger das BIP eines Landes, desto weniger Publikationen werden zu den Streptokokken veröffentlicht. Ist das BIP hoch steigt auch die Anzahl der Veröffentlichungen (s. Tab. 4).

Tabelle 4: Korellation der Publikationszahl pro Land mit dem BIP

| | | BIP | Papers |
|--------|--------------------------|----------|----------|
| BIP | Korrelation nach Pearson | 1 | ,772(**) |
| | N | 251 | 251 |
| Papers | Korrelation nach Pearson | ,772(**) | 1 |
| | N | 251 | 251 |

**Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

3.3.1 Analyse der Kooperationen zwischen den Erscheinungsländern

Das Thema Streptokokken wird in länderübergreifender Zusammenarbeit bearbeitet. Besonders ausgeprägt ist diese Kooperation bei den Publikationen zwischen den drei englischsprachigen Ländern USA und dem Vereinigten Königreich Großbritannien sowie den USA und Kanada. Der Abbildung 7 ist zu entnehmen, dass es jeweils zu mehr als 300 Publikationskooperationen zwischen diesen Ländern gekommen ist. Zwischen den USA und Kanada kam es im Zeitraum von 1957 bis 2006 zu 409 und zwischen den USA und dem Vereinigten Königreich Großbritannien kam es zu 405 Kooperationen. Außerdem ist zu erkennen, dass vor allem die USA mit anderen Ländern eine Zusammenarbeit bei der Publikation von wissenschaftlichen Arbeiten zu den Streptokokken eingeht. Die Zusammenarbeit zu Deutschland weist 255 Kooperationen auf (s. Tab. 5). Andere wichtige Partner der USA sind Japan, Schweden und Frankreich. Hier kam es zu 188 bis 235 Kollaborationen.

Die europäische Zusammenarbeit lässt sich zwischen einigen Ländern erkennen, wie z.B. zwischen dem Vereinigten Königreich Großbritannien, Spanien, den Niederlanden, Schweden, Frankreich, Dänemark, Belgien und Deutschland. Besonders ausgeprägt ist die Kollaboration in Europa zwischen englischen und deutschen Wissenschaftlern mit anderen europäischen Ländern. Jedoch ist die Zusammenarbeit nicht so stark ausgeprägt wie zwischen diesen beiden Ländern und den USA.

Aus Asien sind allein die Länder Südkorea und Japan vertreten, aus Afrika nur Südafrika. Die Zusammenarbeit zwischen den asiatischen, südamerikanischen und afrikanischen Ländern einerseits zu anderen Gruppen ist nicht sehr ausgeprägt, wie Abbildung 7 zeigt. Die Anzahl der Kooperationen weist hier weniger als 50 auf. (s. Abb. 7).

Tabelle 5: Anzahl der Länderkooperationen zwischen 1957 und 2006, aufgeführt ab einer Kooperationszahl >50 zu einem anderen Land bei „ISI-Web of Science“

| | USA | ESP | UK | NED | SWE | FRA | GER | SUI | ITA | RSA | FIN | BRA | AUS | ISR | JPN | CAN | KOR | BEL |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| USA | | 95 | 405 | 152 | 188 | 194 | 255 | 99 | 123 | 80 | 80 | 155 | 106 | 112 | 235 | 409 | 58 | 43 |
| ESP | 95 | | 77 | 17 | 28 | 58 | 63 | 13 | 26 | 9 | 8 | 10 | 4 | 13 | 2 | 10 | 1 | 11 |
| UK | 405 | 77 | | 69 | 81 | 92 | 94 | 28 | 49 | 29 | 32 | 14 | 60 | 28 | 37 | 61 | 5 | 24 |
| NED | 152 | 17 | 69 | | 22 | 43 | 78 | 23 | 16 | 2 | 13 | 9 | 17 | 5 | 24 | 21 | | 61 |
| SWE | 188 | 28 | 81 | 22 | | 50 | 76 | 26 | 20 | 10 | 45 | 2 | 13 | 9 | 16 | 39 | 2 | 16 |
| FRA | 194 | 58 | 92 | 43 | 50 | | 87 | 40 | 52 | 17 | 23 | 28 | 16 | 15 | 17 | 46 | 1 | 47 |
| GER | 255 | 63 | 94 | 78 | 76 | 87 | | 56 | 44 | 11 | 28 | 12 | 30 | 14 | 28 | 20 | 1 | 28 |
| SUI | 99 | 13 | 28 | 23 | 26 | 40 | 56 | | 18 | 9 | 10 | 6 | 6 | 7 | 7 | 12 | 1 | 13 |
| ITA | 123 | 26 | 49 | 16 | 20 | 52 | 44 | 18 | | 5 | 12 | 2 | 6 | 12 | 12 | 5 | 3 | 14 |
| RSA | 80 | 9 | 29 | 2 | 10 | 17 | 11 | 9 | 5 | | 4 | 5 | 1 | 7 | 4 | 7 | 1 | 2 |
| FIN | 80 | 8 | 32 | 13 | 45 | 23 | 28 | 10 | 12 | 4 | | 2 | 13 | 18 | 15 | 13 | | 9 |
| BRA | 155 | 10 | 14 | 9 | 2 | 28 | 12 | 6 | 2 | 5 | 2 | | 1 | 3 | 12 | 12 | 1 | 2 |
| AUS | 106 | 4 | 60 | 17 | 13 | 16 | 30 | 6 | 6 | 1 | 13 | 1 | | 2 | 5 | 10 | 2 | 2 |
| ISR | 112 | 13 | 28 | 5 | 9 | 15 | 14 | 7 | 12 | 7 | 18 | 3 | 2 | | 2 | 13 | 1 | 3 |
| JPN | 235 | 2 | 37 | 24 | 16 | 17 | 28 | 7 | 12 | 4 | 15 | 12 | 5 | 2 | | 12 | 16 | 3 |
| CAN | 409 | 10 | 61 | 21 | 39 | 46 | 20 | 12 | 5 | 7 | 13 | 12 | 10 | 13 | 12 | | 3 | 9 |
| KOR | 58 | 1 | 5 | | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | 1 | 2 | 1 | 16 | 3 | | |
| BEL | 43 | 11 | 24 | 61 | 16 | 47 | 28 | 13 | 14 | 2 | 9 | 2 | 2 | 3 | 3 | 9 | | |
| DEN | 69 | 10 | 33 | 20 | 65 | 19 | 18 | 14 | 5 | 3 | 15 | 2 | 7 | 3 | 7 | 11 | 2 | 7 |

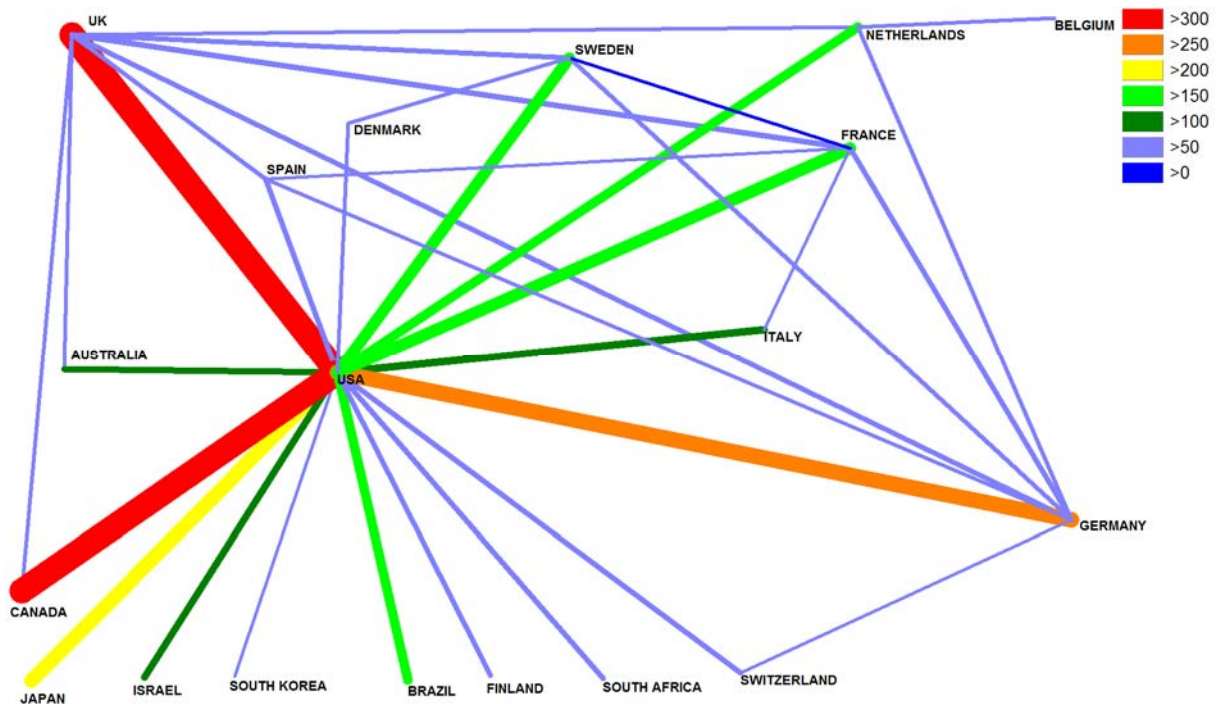


Abbildung 7: Anzahl der Publikationskooperationen zwischen den Ländern (1957-2006) ab einer Anzahl von mehr als 50 Kooperationen bei „ISI-Web of Science“

3.3.2 Analyse der Publikationen der USA 1981 bis 2006

Der Anteil der Publikationen zum Thema Streptokokken aus den USA, am Gesamtteil der Veröffentlichungen pro Jahr, ist in Abbildung 8 zu erkennen.

Ersichtlich ist, dass es im Zeitraum von 25 Jahren zu einem kontinuierlichen Abfall des prozentualen Anteils amerikanischer Artikel an der Gesamtheit der Publikationen gekommen ist. Vom Jahr 1981 bis 2006 sanken die Veröffentlichungen von 49% auf 35% (s. Abb. 8). Trotz der an sich führenden Zahlen der USA, ist in den letzten Jahren ein Rückgang des wissenschaftlichen Outputs im Verhältnis zu den anderen Ländern zu beobachten. Wenn die absolute Zahl der Forschungsergebnisse steigt (s. Abb. 3), und der relative Anteil der USA abnimmt, dann bedeutet das ein stärkeres Wachstum der wissenschaftlichen Arbeiten in anderen Ländern der Welt.

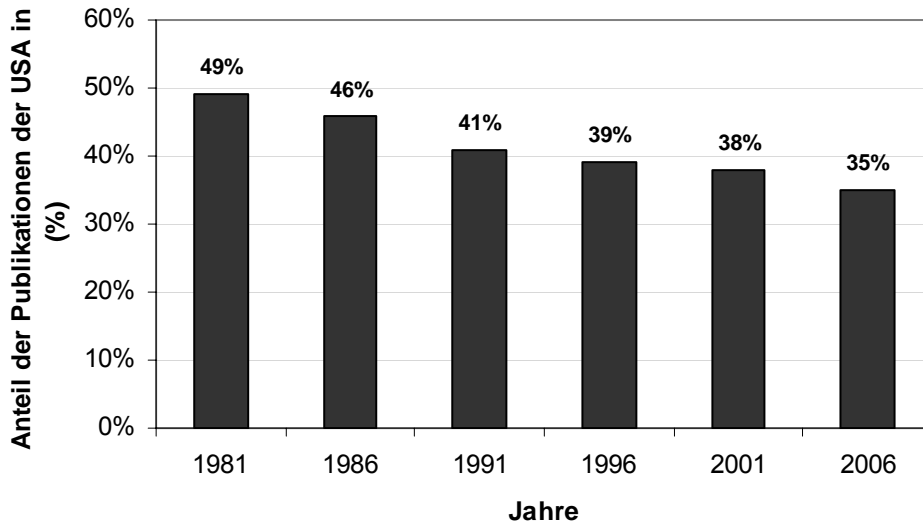


Abbildung 8: Anteil der Publikationen aus den USA pro Jahr in Prozent, am Gesamtaufkommen der Publikationen (1981- 2006) bei „ISI-Web of Science“

3.4 Analyse der Publikationen nach Institutionen

In der Abbildung 9 sind die Institutionen aufgeführt, die sich besonders intensiv an der Forschung zu den Streptokokken beteiligt haben.

Die Analyse ergab, dass die Institutionen, welche die meisten Publikationen zu den Streptokokken veröffentlicht haben, vorwiegend in Amerika liegen. Von den zehn dargestellten Institutionen haben 9 ihren Sitz in den Vereinigten Staaten, nur das „Institut National de la Recherche Agronomique“ (INRA) befindet sich in Frankreich. An der Spitze mit den meisten Veröffentlichungen liegt die „University of Minnesota“, die in den Jahren von 1957 bis 2006 1.122 Schriften zu diesem Thema publiziert hat. Es folgen die „University of Alabama“ mit 826 Publikationen, die „University of Texas“ mit 773 Veröffentlichungen und „Harvard University“ mit 637 Publikationen. Das französische „Institut National de la Recherche Agronomique“ hat zum Thema Streptokokken 448 Arbeiten publiziert. Sechs der zehn am häufigsten publizierenden Institutionen haben mehr als 500 Ergebnisse, dazu gehören neben den bereits genannten Institutionen auch die „University of Tennessee“ (545 Treffer) und das „Center for Disease Control and Prevention“ (544 Treffer) (s. Abb. 9).

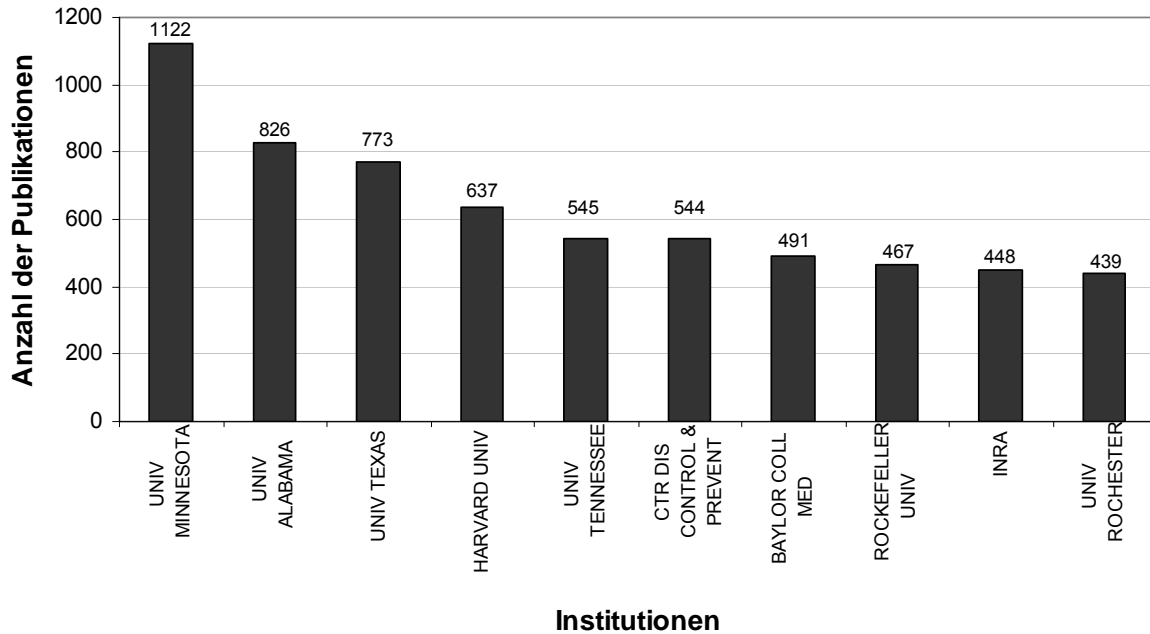


Abbildung 9: Die zehn häufigsten Institutionen und ihre Anzahl an Publikationen (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“

3.5 Analyse der Publikationen nach Sprachzugehörigkeit

Die insgesamt 59.053 Ergebnisse bei „ISI-Web“ sind in 19 verschiedenen Sprachen verfasst, wovon 55.554 in der englischen Sprache erschienen sind. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 94%. Zu den restlichen 6%, die in anderen Sprachen veröffentlicht wurden, gehören Französisch (1.364 Treffer), Deutsch (844 Treffer), Spanisch (478 Treffer), Russisch (418 Treffer) und Japanisch (103 Treffer). Die in Tabelle 2 aufgelisteten Sprachen, die weniger als 100 Ergebnisse aufwiesen, werden in Abbildung 19 unter andere Sprachen aufgeführt und zeigen eine Anzahl von 291 Treffern (s. Abb.10).

Obwohl sechs der Länder aus Abbildung 4 Englisch nicht als Landessprache haben, sind 94% aller Publikationen in dieser Sprache verfasst. In Japan sind z.B. 3.563 Publikationen zu den Streptokokken erschienen, jedoch sind davon nur 103 in japanischer Sprache.

Diese Zahlen verdeutlichen die dominante Stellung der englischen Sprache in der Wissenschaft und in der Veröffentlichung von Ergebnissen.

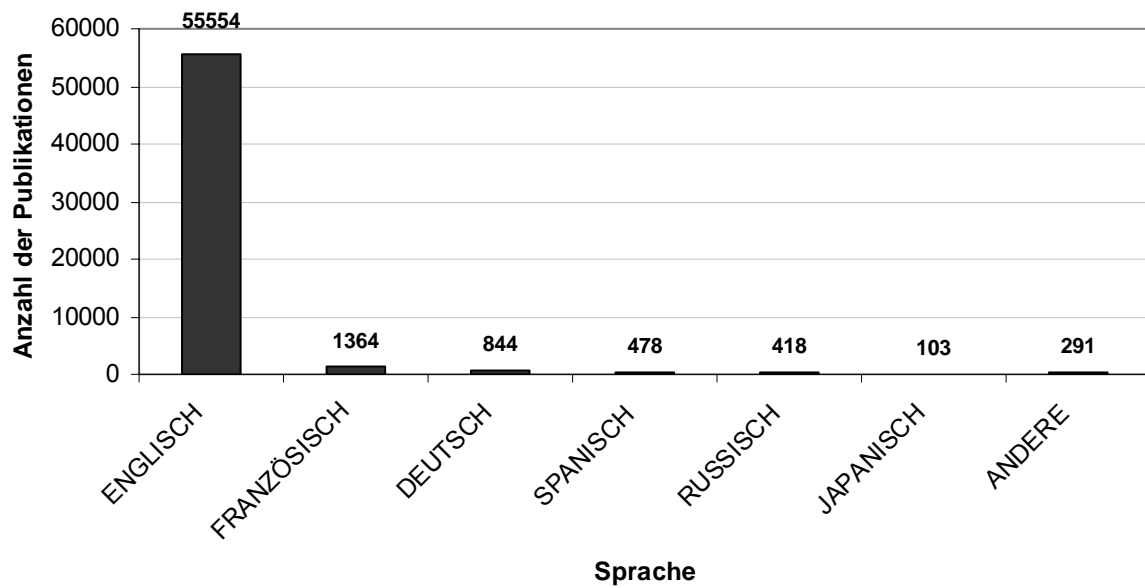


Abbildung 10: Anzahl der Publikationen unterteilt in die Publikationssprachen (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“

3.6 Analyse der Publikationen nach Erscheinungsform

Abbildung 11 zeigt die Einteilung der Veröffentlichungen nach den unterschiedlichen Erscheinungsformen in denen sie von 1957 bis 2006 publiziert wurden. Die hier aufgeführten fünf englischsprachigen Originalkategorien sind von „ISI-Web of Science“ übernommen und zeigen, dass die „articles“ den größten Bereich darstellen (77%). Als Originalarbeiten weisen sie eine Anzahl von 45.698 Treffern auf. Danach folgen „meeting abstracts“ mit 5.377 Treffern, „reviews“ mit 2.646 Ergebnissen, „notes“ ergibt 2.261 Treffer und unter „letter“ sind 2.039 Ergebnisse verzeichnet. Unter „other“ sind 1.032 Veröffentlichungen erschienen (s. Tab. 3). Somit wird erkenntlich, dass 77% von der Gesamtzahl aller Publikationen bei „ISI-Web of Science“ für den Zeitraum von 50 Jahren als Originalarbeiten publiziert wurden.

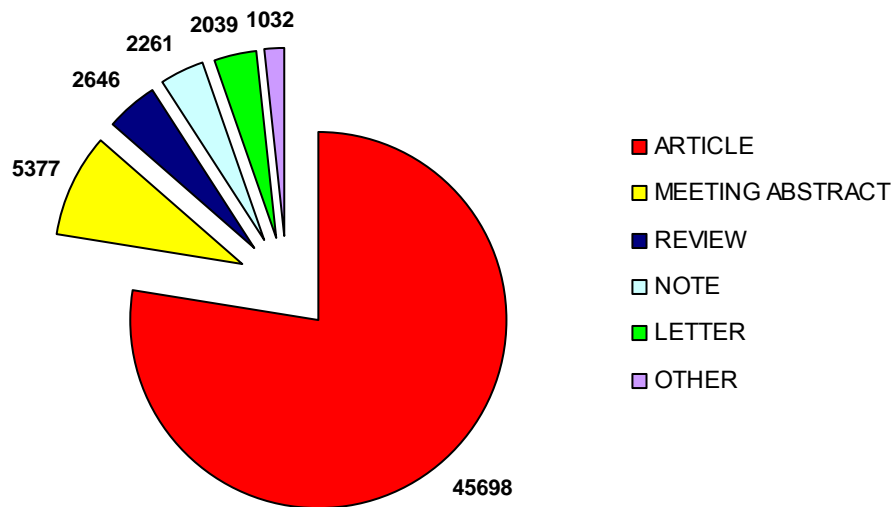


Abbildung 11: Erscheinungsformen der Publikationen gelistet nach den englischsprachigen Originalkategorien („article“, „meeting abstract“, „review“, „note“, „letter“) nach „ISI-Web of Science“ (1957-2006)

3.6.1 Analyse der Erscheinungsformen im Verlauf von 50 Jahren

Die Anzahl der Dokumententypen haben sich im Verlauf der letzten 50 Jahre bei den Streptokokkenveröffentlichungen verändert. Der Anteil von „articles“ ist von 1957 bis 2006 von 66% auf 85% gestiegen. Die Anzahl von „meeting abstracts“ zeigt eine Verschiebung des prozentualen Anteils an der Gesamtzahl der Veröffentlichungen von 23% im Jahr 1957 auf 2% im Jahr 2006. Innerhalb von zehn Jahren (1986-1996) fiel der Anteil an „meeting abstracts“ um 17%, von 24% 1986 auf 7% 1996.

Während 1957 der Anteil an „reviews“ unter 1% lag, waren es im Jahr 2006 8%. Der Anteil an „notes“ zeigte zunächst eine Zunahme auf 9% im Jahr 1986, fiel dann jedoch bis 2006 auf >1% und erscheint so nicht mehr im Kreisdiagramm. Der Anteil am Dokumententyp „letter“ lag zwischen 2% und 6% (s. Abb. 12).

Die Anteile der Erscheinungsformen der Publikationen zeigen in den letzten 50 Jahren eine Verschiebung vor allem hin zu den „articles“ und „reviews“, während die „meeting abstracts“ und die „notes“ eine untergeordnete Rolle spielen.

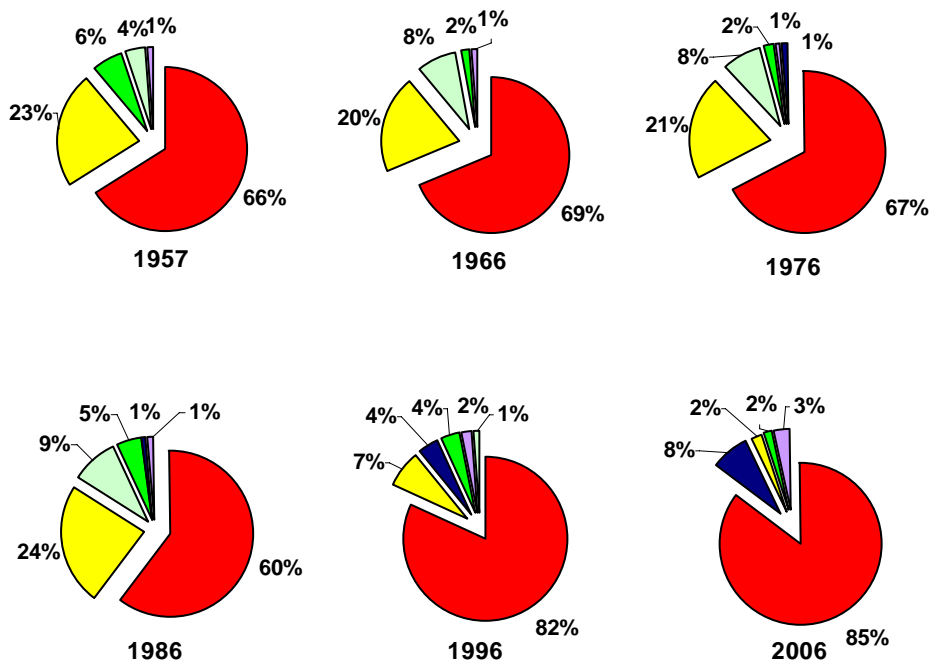


Abbildung 12: Entwicklung des Anteils an Dokumententypen bei den Streptokokkenveröffentlichungen im Verlauf der Jahre 1957 bis 2006 in Prozent (%) gelistet nach den englischsprachigen Originalkategorien (article, meeting abstract, review, note, letter) nach "ISI-Web of Science" (Farbkodierung siehe Abb.11)

3.7 Untersuchung der Publikationen nach Fachkategorien

Die gesamte Anzahl der „ISI-Web of Science“ definierten Fachkategorien, die im Zeitraum zwischen 1957 und 2006 verzeichnet sind, belaufen sich auf 175. Die Abbildung 13 stellt die zehn häufigsten Fachkategorien dar, die zum Thema publiziert haben. Es ist zu erkennen, dass der Bereich „Microbiology“ mit 16.150 Treffern am häufigsten veröffentlicht hat und damit 27% der Gesamtzahl in diesem Bereich erschienen sind.

Mit 10.650 Publikationen steht an zweiter Stelle der Bereich „Infectious Disease“, gefolgt von „Immunology“ mit 8.785 Ergebnissen zu dem Thema. Die Zahnheilkunde „Dentistry, Oral Surgery & Medicine“ hat 5.410 und die Pharmakologie „Pharmacology & Pharmacy“ weist 5.139 Ergebnisse auf. Unter 5.000 Publikationen finden sich in den Fachbereichen „Biochemistry & Molecular Biology“ (4.493), „Medicine, General and Internal“ (4.487), „Pediatrics“ (4.067), „Biotechnology & applied Microbiology“ (3.138) und „Food Science & Technology“ (2.420) (s. Abb.13).

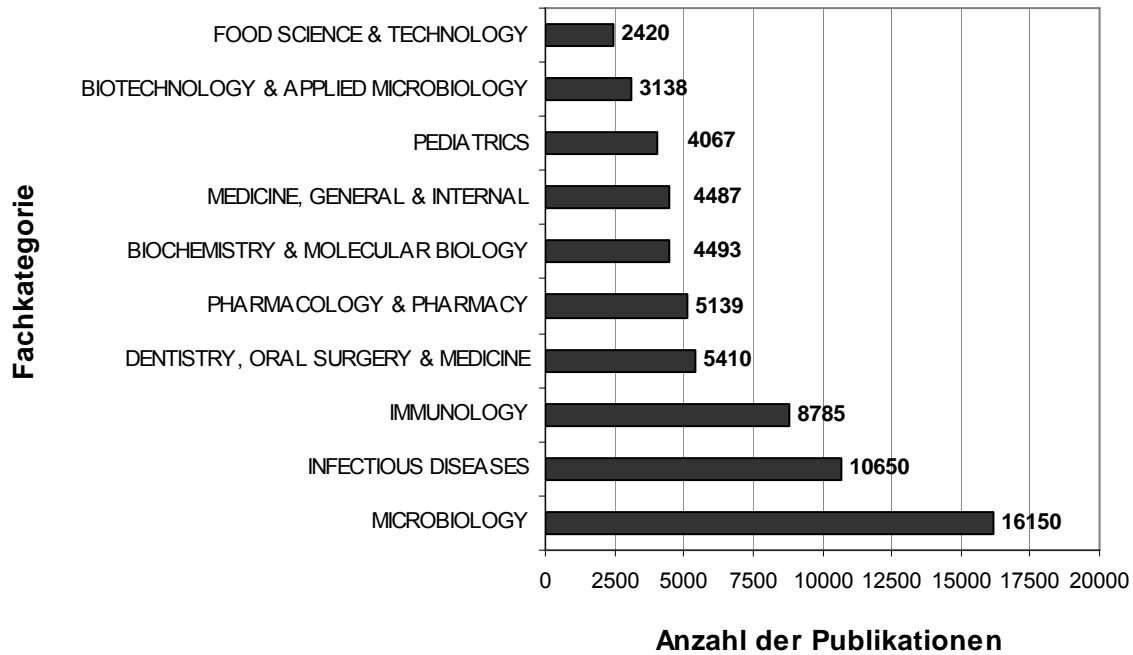


Abbildung 13: Anzahl der Veröffentlichungen von „ISI-Web of Science“ definierten Fachkategorien (1957-2006) im Verlauf von 50 Jahren, gelistet nach englischsprachigen Originalfachkategorien bei „ISI-Web of Science“

3.7.1 Analyse einzelner Fachkategorien (1957-2006)

Die Entwicklung einzelner „ISI-Web of Science“ definierter Fachkategorien im Zeitraum von 1957 bis 2006 ergab einen Anstieg in der Publikationszahl in allen Kategorien. Besonders stark ist der Bereich „Microbiology“ vertreten, der in den einzelnen Jahren immer die größte Anzahl an Veröffentlichungen aufweist. Nur im Jahre 1976 wird er von „Dentistry, oral surgery & Medicine“ übertroffen. In diesem Jahr werden 136 Publikationen der Fachkategorie „Dentistry, Oral surgery & Medicine“ und „Microbiology“ 100 Publikationen zugeordnet (s. Abb. 14). Seit 1986 ist im Bereich „Microbiology“ ein sehr starker Anstieg, von 213 Publikationen im Jahr 1986 auf 716 Publikationen im Jahr 1996, zu verzeichnen. Das Maximum wird 2006 erreicht, mit einer Anzahl von 961 Veröffentlichungen.

Einen Rückgang zeigt der Bereich Oralmedizin von 214 Publikationen im Jahr 1996, auf 158 im Jahr 2006. In der Fachkategorie „Infectious disease“ kommt es, im Zeitraum von 1957 bis 2006, zu einem Anstieg. Ab dem Jahr 1986 ist diese Kategorie häufiger vertreten als „Dentistry, oral surgery & Medicine“ und etabliert sich bis 2006 zur zweithäufigst gewählten Fachkategorie hinter „Microbiology“. Seit 1986 ist es auch vor allem in den Bereichen „Biochemistry & Molecular Biology“ und „Biotechnology & Applied Microbiology“ zu einem starken Wachstum gekommen. So

stiegen die Publikationszahlen in „Biochemistry & Molecular Biology“ von 56 Veröffentlichungen 1986 auf 288 im Jahr 2006. In der Fachkategorie „Biotechnology & Applied Microbiology“ stiegen diese Zahlen im gleichen Zeitraum von 42 auf 215 Publikationen (s. Abb. 14).

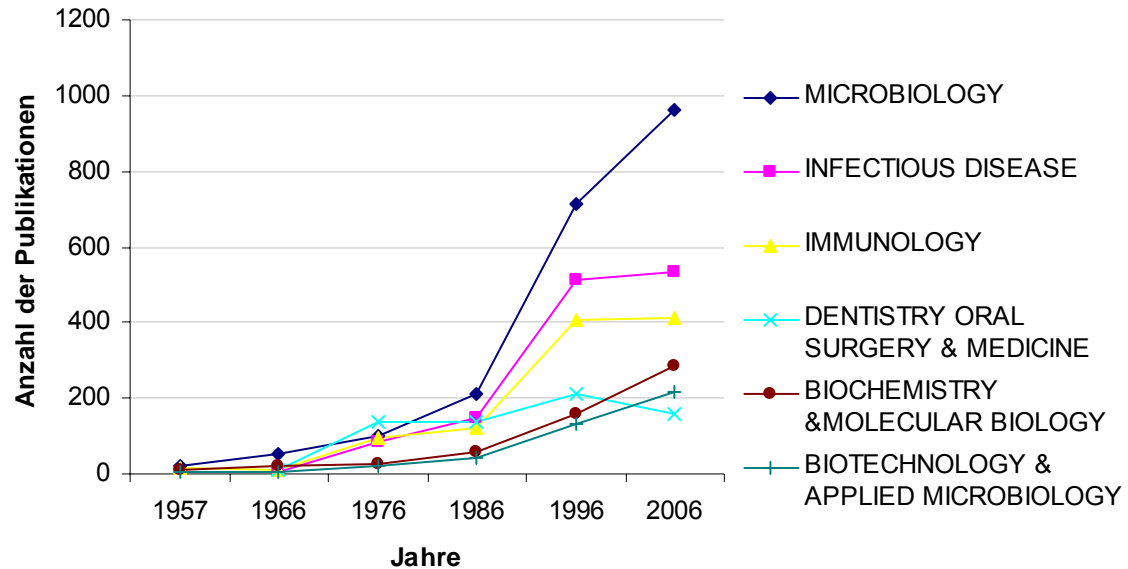


Abbildung 14: Anzahl der Veröffentlichungen von ausgewählten Fachkategorien zwischen 1957 und 2006 bei „ISI-Web of Science“

3.8 Analyse der Publikationen bezüglich der Quellenzeitschriften

Die Anzahl der Zeitschriften, die zu den Streptokokken veröffentlicht haben, liegt bei >500 Zeitschriften. Die Analyse der zehn am häufigsten publizierenden Zeitschriften ergab, dass die zahnmedizinische Zeitung „Journal of Dental Research“ mit 2.555 Ergebnissen am meisten in der Zeit zwischen 1957 und 2006 veröffentlicht hat. Danach erst folgen infektiologische und mikrobiologische Zeitungen. „Infection and Immunity“ weist 2.381 Ergebnisse auf, „Journal of Bacteriology“ hat 1.656 Treffer und die Zeitschrift „Antimicrobial Agents & Chemotherapy“ hat 1.525 Veröffentlichungen publiziert. Das „Journal of Clinical Microbiology“ zeigt 1.206 Ergebnisse und das „Journal of Antimicrobial Chemotherapy“ 1.015 Treffer. Die letzten vier der zehn Zeitschriften haben unter 1.000 Ergebnisse: „Clinical Infectious Diseases“ (946), „Pediatric Infectious Disease Journal“ (883), „Applied and Environmental Microbiology“ (858) und „Journal of Infectious Disease“ (847). Der Impact-Faktor dieser Zeitschriften liegt im mittleren Bereich zwischen 3,2 und 6,1. Den höchsten Impact-Faktor hat „Clinical Infectious Diseases“, den niedrigsten „Pediatric Infectious Disease“ (s. Abb. 15).

Das erste Magazin mit einem Impact-Faktor über zehn ist „Lancet“. Dieses steht an Stelle 30 mit 294 Veröffentlichungen und einem Impact-Faktor von 25,8. Von den zehn in Abbildung 15 aufgeführten Zeitschriften sind neun aus den USA. Das „Journal of Antimicrobial Chemotherapy“ ist aus Großbritannien.

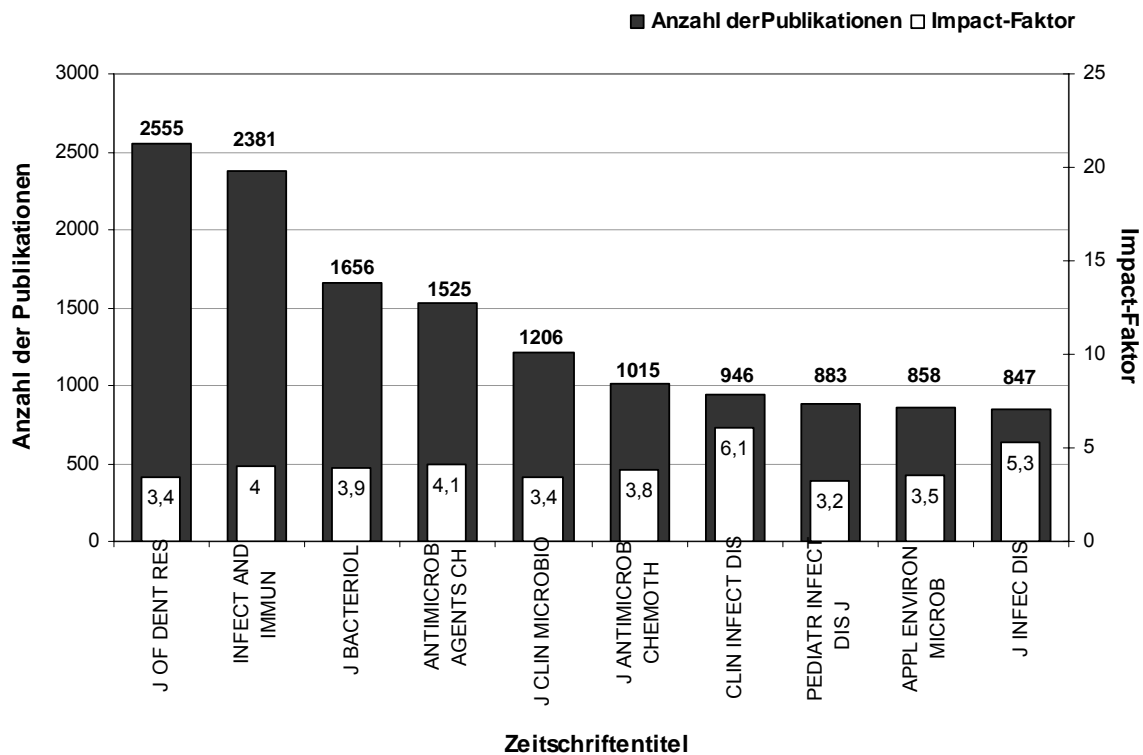


Abbildung 15: Anzahl der Publikationen pro Zeitschrift zwischen 1957 und 2006 und deren Impact-Faktor (2006) bei „ISI-Web of Science“

3.9 Zitationsanalysen

3.9.1 Analyse der Zitationsrate der Publikationen in den Jahren 1957 bis 2006

Die Graphik zeigt die durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel aufgelistet nach Jahren von 1957 bis 2006. Von 1957 bis 1987 ist ein unregelmäßiger Verlauf zu erkennen mit den Höchstwerten in den Jahren 1961 (22,06), 1966 (24,17) und 1975 (22,5). Danach kommt es zu einer Zunahme, bis 1992 die maximale durchschnittliche Zitationsrate mit 24,8 Zitationen pro Artikel erreicht wird.

Es fällt auf, dass es von diesem Jahre an, bis auf einen kurzen Anstieg im Jahr 1998, zu einem Abfall der Rate kommt. Die sehr niedrigen Zahlen der letzten Jahre 2004 (8,08), 2005 (5,26) und 2006 (2,18) sind dadurch zu erklären, dass anschließend nur

ein kurzer Zeitraum blieb, in denen diese Artikel bisher zitiert werden konnten. Die durchschnittliche Zitationsrate in den letzten 50 Jahren beträgt 17,8 Zitationen pro Artikel (s. Abb. 16).

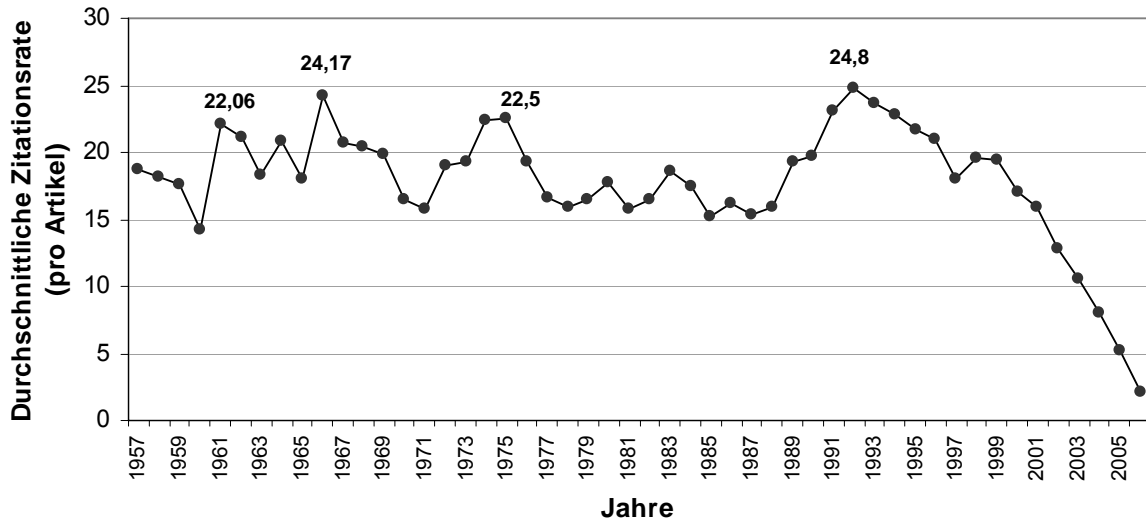


Abbildung 16: Durchschnittliche Zitationsrate der Artikel in den unterschiedlichen Publikationsjahren von 1957 bis 2006 bei „ISI-Web of Science“

3.9.2 Analyse der Zitationen aller Publikationen zu den Streptokokken

Die Häufigkeit der Zitationen pro Jahr stellt einen gewissen Trend dar, inwiefern ein Thema zu einem bestimmten Zeitpunkt im Interesse der Forschung stand oder steht. Dabei kommt es nicht darauf an aus welchem Jahr der zitierte Artikel stammt. Betrachtet man die Gesamtzahl der Zitationen zu den Streptokokkenveröffentlichungen bei „ISI-Web of Science“ pro Jahr, erkennt man eine kontinuierliche Zunahme der Anzahl der Zitationen. Von 1957 (29 Zitationen) bis 1990 (13.543 Zitationen) kommt es zu einer leichten Steigerung. Ab 1991 zeigt der Kurvenverlauf einen wesentlich stärkeren Anstieg, das heißt, eine größere Anzahl an Veröffentlichungen wurde in den Jahren zitiert. Mit 80.839 Zitationen steht das Jahr 2005 an der Spitze der Zitationshäufigkeit und fällt zum Jahre 2006 leicht ab auf 75.936 Zitationen (s. Abb. 17)

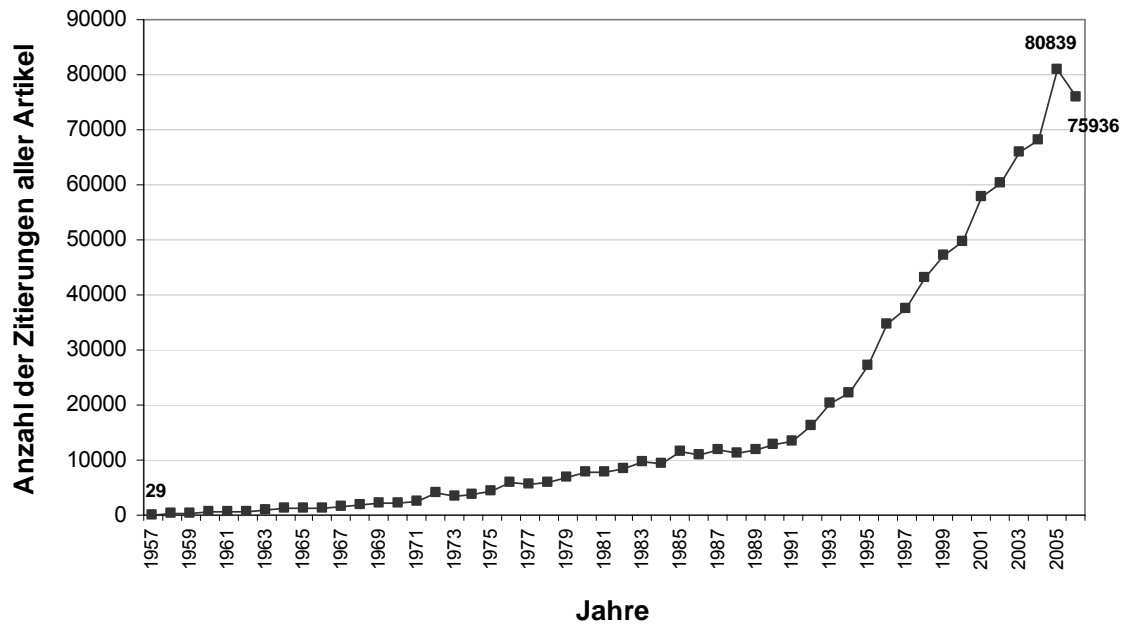


Abbildung 17: Anzahl der Zitierungen aller in den letzten 50 Jahren erschienenen Veröffentlichungen bei „ISI-Web of Science“

3.9.3 Analyse der meistzitierten Publikationen

Die Analyse der zehn meistzitierten Publikationen ergibt, dass die Veröffentlichung „Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers“ von Welsh, J und McClelland, M (1990) mit 2.849 Zitierungen am häufigsten zitiert wurde. Diese Publikation kommt aus dem Bereich Genetik. Der zweithäufigste Titel „Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages“ von B.E. Terzaghi, BE und Sandine, WE wurde 1.674-mal zitiert und erschien in der Zeitschrift „Applied Microbiology“, die mit 2,2 den kleinsten Impact-Faktor aller hier vertretenen Zeitschriften aufweist. Insgesamt werden vier der zehn häufigsten Publikationen mehr als 1.000-mal zitiert (s. Tab. 6).

Die Publikationen aus Tabelle 6 sind in einem Zeitraum von 1957 bis 2001 in verschiedenen Zeitschriften erschienen, die einen Impact-Faktor zwischen 2,2 und 30 aufweisen. Dazu gehören zwei Artikel aus großen Zeitschriften, wie „Nature“ und „Science“, die einen Impact-Faktor von 26,6 bzw. 30 haben. Obwohl zwei Veröffentlichungen aus dem Fachbereich Zahnheilkunde kommen („Biology, immunology and cariogenicity of *Streptococcus-mutans*“ und „Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay“), sind keine zahnmedizinischen Zeitschriften in der Tabelle der am häufigsten zitierten Artikel vertreten (s. Tab. 6).

Tabelle 6: Die zehn meistzitierten Publikationen zu Streptokokken bei „ISI-Web of Science“ (1957-2006)

| AUTOREN UND TITEL | ZITIERUNGEN | ZEITSCHRIFT/IF |
|--|--------------------|---|
| WELSH J, MCCLELLAND M FINGERPRINTING GENOMES USING PCR WITH ARBITRARY PRIMERS (1990) | 2.849 | NUCLEIC ACIDS RESEARCH IF: 6,3 |
| TERZAGHI BE, SANDINE WE IMPROVED MEDIUM FOR LACTIC STREPTOCOCCI AND THEIR BACTERIOPHAGES (1975) | 1.674 | APPLIED MICROBIOLOGY IF: 2,2 |
| BRONNER CE, BAKER SM, MORRISON PT, et al. MUTATION IN THE DNA MISMATCH REPAIR GENE HOMOLOG HMLH1 IS ASSOCIATED WITH HEREDITARY NONPOLYPOSIS COLON-CANCER (1994) | 1.412 | NATURE IF: 26,6 |
| NEU HC THE CRISIS IN ANTIBIOTIC-RESISTANCE (1992) | 1.083 | SCIENCE IF: 30,0 |
| HAMADA S, SLADE HD BIOLOGY, IMMUNOLOGY, AND CARIOGENICITY OF STREPTOCOCCUS-MUTANS (1980) | 943 | MICRO-BIOLOGICAL REVIEWS IF: 15,8 |
| LOESCHE WJ ROLE OF STREPTOCOCCUS-MUTANS IN HUMAN DENTAL DECAY (1986) | 908 | MICRO-BIOLOGICAL REVIEWS IF: 15,8 |
| DURACK DT, LUKES AS, BRIGHT DK, et al. NEW CRITERIA FOR DIAGNOSIS OF INFECTIVE ENDOCARDITIS - UTILIZATION OF SPECIFIC ECHOCARDIOGRAPHIC FINDINGS (1994) | 880 | AMERICAN JOURNAL OF MEDICINE IF: 4,5 |
| GASSON MJ PLASMID COMPLEMENTS OF STREPTOCOCCUS-LACTIS NCDO-712 AND OTHER LACTIC STREPTOCOCCI AFTER PROTOPLAST-INDUCED CURING (1983) | 812 | JOURNAL OF BACTERIOLOGY IF: 3,5 |
| ANDERSON DG, MCKAY LL SIMPLE AND RAPID METHOD FOR ISOLATING LARGE PLASMID DNA FROM LACTIC STREPTOCOCCI (1983) | 806 | APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY IF: 3,5 |
| NIEDERMANN MS, MANDELL LA, ANZUETO A, et al. GUIDELINES FOR THE MENAGEMENT OF ADULTS WITH COMMUNITY-AQUIRED PNEUMONIA –DIAGNOSIS, ASSESSMENT OF SEVERITY, ANTIMICROBIAL THERAPY, AND PREVENTION (2001) | 775 | AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE IF: 9,0 |

3.9.4 Analyse der Zitationsrate der einzelnen Länder

Die durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel, geordnet nach den zehn Ländern mit den häufigsten Publikationen zum Streptokokkus, ergibt folgende Ergebnisse:

Die ermittelte Zitationsrate liegt für die Länder zwischen 11,7 und 22,7. Das am häufigsten zitierte Land sind die Niederlande, mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 22,7, das heißt, jede zwischen 1957 und 2006 publizierte Veröffentlichung aus den Niederlanden wurde im Durchschnitt 22,7-mal zitiert. Auch die USA liegen im vorderen Bereich mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 22,2. Eine Zitationsrate zwischen 17-20 weisen das Vereinigte Königreich Großbritannien (17,9), Kanada (18,4) und Schweden (19,5) auf. Deutschland hat eine Zitationsrate von 16,2 und Japan hat mit durchschnittlich 11,7 Zitationen pro Artikel die geringste Zitationsrate (s. Abb. 18).

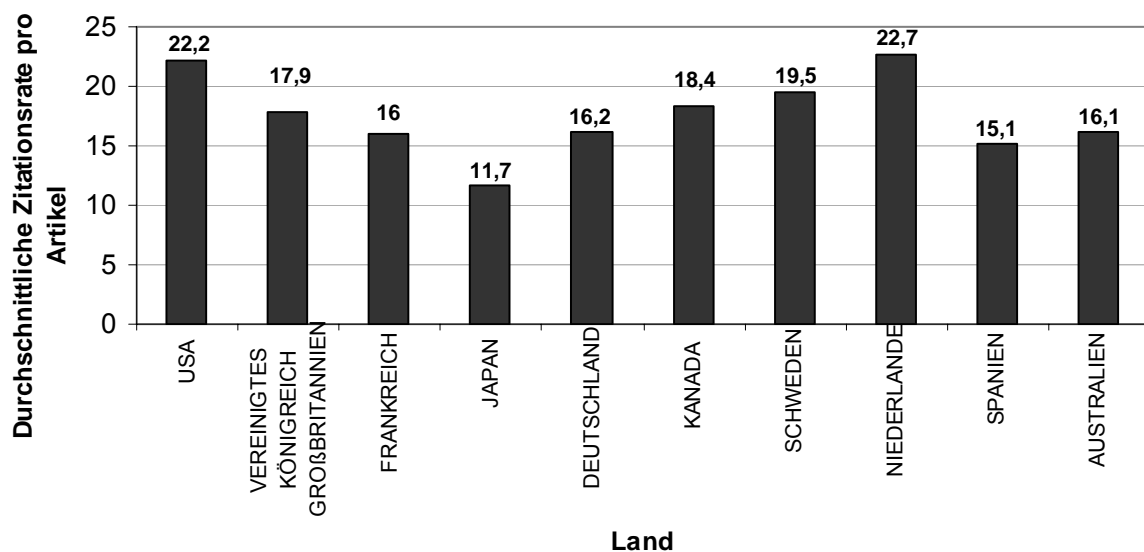


Abbildung 18: Durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel nach Publikationsland (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“

3.10 Autorenanalyse

3.10.1 Analyse der Autoren nach Anzahl der Publikationen

Über den Zeitraum von 50 Jahren haben insgesamt 99.329 Autoren Ergebnisse zur Streptokokken-Forschung publiziert. Stellt man diesem Ergebnis die Anzahl der Publikationen von 59.053 gegenüber, so ist zu erkennen, dass viele Autoren nur als Koautoren aufgeführt werden. Die 500 häufigsten Autoren sind an einer Gesamtzahl

von 28.354 Artikeln beteiligt, und 39 Autoren verfassten jeweils über 100 Publikationen zum Thema Streptokokken.

Die zehn Autoren, die am häufigsten publiziert haben, sind mit ihrer Publikationszahl und dem Anteil als Erst- und Seniorautor in Abbildung 19 dargestellt. Zweimal haben zwei Autoren jeweils die gleiche Anzahl an Publikationen veröffentlicht und liegen an achter und neunter Stelle mit 151 bzw. 149 Publikationen, wodurch die Gesamtzahl zwölf Autoren beträgt. Insgesamt haben diese Autoren 2.068 Publikationen veröffentlicht.

Zwei Autoren haben mehr als 200 Treffer. Jones, RN hat die meisten Artikel zu den Streptokokken veröffentlicht (240 Treffer) und ist in 191 Fällen als Erst- oder Seniorautor verzeichnet (79%). Danach folgen Baker, CJ mit 201 Publikationen und Kaplan, EL mit 196 Veröffentlichungen. Den prozentual größten Anteil (96%) an der Erst- oder Seniorautorenschaft an seinen Gesamtpublikationen hat Brook, I, der mit insgesamt 182 Veröffentlichungen zu den Streptokokken verzeichnet ist. Den geringsten Anteil als Erst- oder Seniorautor innerhalb der Autorenveröffentlichung weist Jacobs, MR mit nur 48 Publikationen auf, was einem Anteil von 28,5% entspricht. Appelbaum, RR und Kasper, DL haben jeweils 151 Publikationen und Beachey, EH und Fischetti, VA zeigen 149 Treffer. An zehnter Stelle findet sich Low, DE mit 148 Ergebnissen zu den Streptokokken, davon sind 74 als Erst- oder Seniorautor publiziert (s. Abb. 19). Der Anteil an der Erst- oder Seniorautorenschaft ist nicht proportional zur Anzahl aller Publikationen. Insgesamt sind die Anteile an der Erst- oder Seniorautorenschaft hoch, da zehn von den zwölf Autoren mehr als die Hälfte ihrer Publikationen als Erst- oder Seniorautor veröffentlicht haben.

Zehn der zwölf in Abbildung 19 aufgelisteten Autoren kommen aus den USA. Lediglich Hamada, S kommt aus Japan und Low, DE kommt aus Kanada.

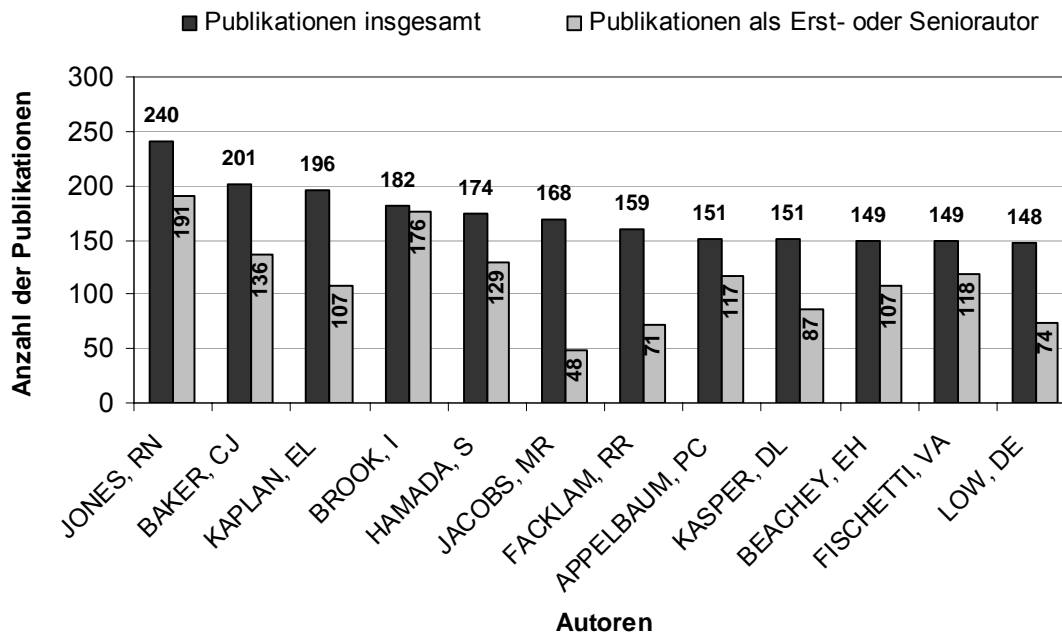


Abbildung 19: Die Anzahl der Publikationen der meistpublizierenden Autoren und deren Erst- und Seniorautorenschaft (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“

3.10.2 Analyse der Zitationsrate der Autoren

Die Zitationsrate, der meistpublizierenden Autoren, liegt in einem Bereich zwischen 59,6 und 12,9, das heißt, die Artikel der Autoren wurden im Durchschnitt zwischen 59,6 und 12,9-mal zitiert. Die Analyse ergibt, dass drei der Autoren eine Zitationsrate von über 40 haben. Dies bedeutet, dass jede ihrer Publikationen im Durchschnitt über 40mal zitiert wurde. Aus der Abbildung 20 ist zu entnehmen, dass Baker, CJ mit durchschnittlich 59,6 Zitierungen pro Artikel am häufigsten zitiert wurde. Es folgen Facklam, RR mit 52,6 und Fischetti, VA mit 47,5 Zitierungen. Auffällig ist, dass der Autor mit dem höchsten Anteil an der Erst- oder Seniorautorenschaft die geringste Zitationsrate aufweist. Brook, I hat demnach durchschnittlich nur 12,9 Zitationen pro Artikel und liegt damit unter der durchschnittlichen Zitationsrate aller Streptokokkenartikel von 17,8. Alle anderen Autoren liegen über dieser Durchschnittsrate (s. Abb. 20).

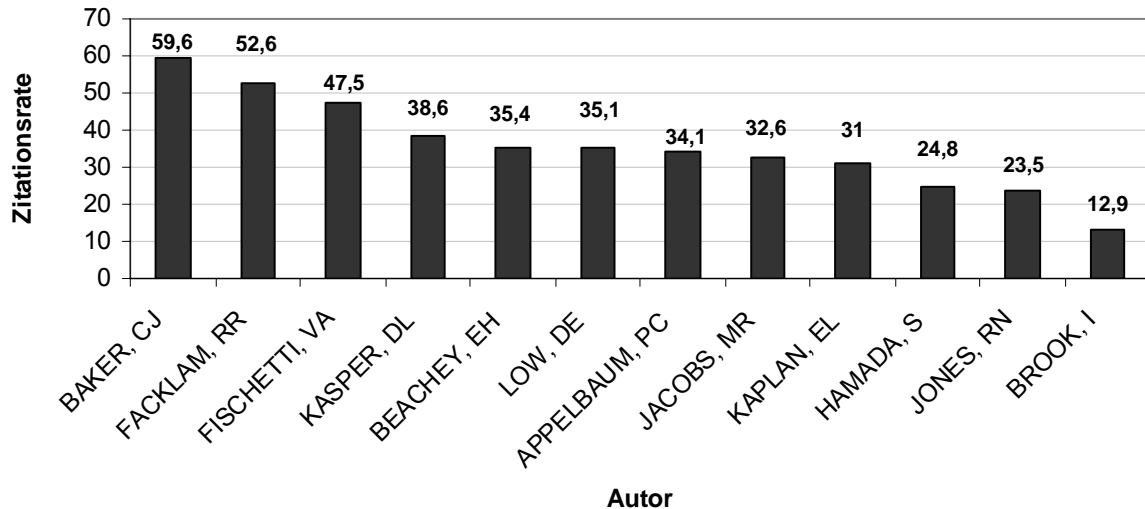


Abbildung 20: Durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel der meistpublizierenden Autoren im Zeitraum von 1957 bis 2006 bei „ISI-Web of Science“

3.10.3 Analyse der Selbstzitationen der Autoren

Die Abbildung 21 zeigt die Rate an, wie häufig die Autoren sich, an der Gesamtzahl der zitierenden Publikationen bemessen, selbst zitiert haben. Diese Rate liegt bei den in Abbildung 19 ermittelten Autoren zwischen 2,1 und 13,8. Die häufigste Selbstzitation war bei Brook, I zu finden (13,8%), danach folgen Jones, RN (9,7%) und Hamada, S (6,6%). Die niedrigste Rate lag bei Facklam, RR mit 2,1% (s. Abb. 21). Die drei Autoren, welche die höchste Zitationsrate aufweisen, Baker, CJ, Facklam, RR und Fischetti, VA (s. Abb. 20), haben sich in weniger als 6% der zitierenden Publikationen selbst zitiert (s. Abb. 21). Die Selbstzitationsrate der Autoren ist gering, kein Autor hat sich häufiger als in 13% der zitierten Artikel selbst zitiert.

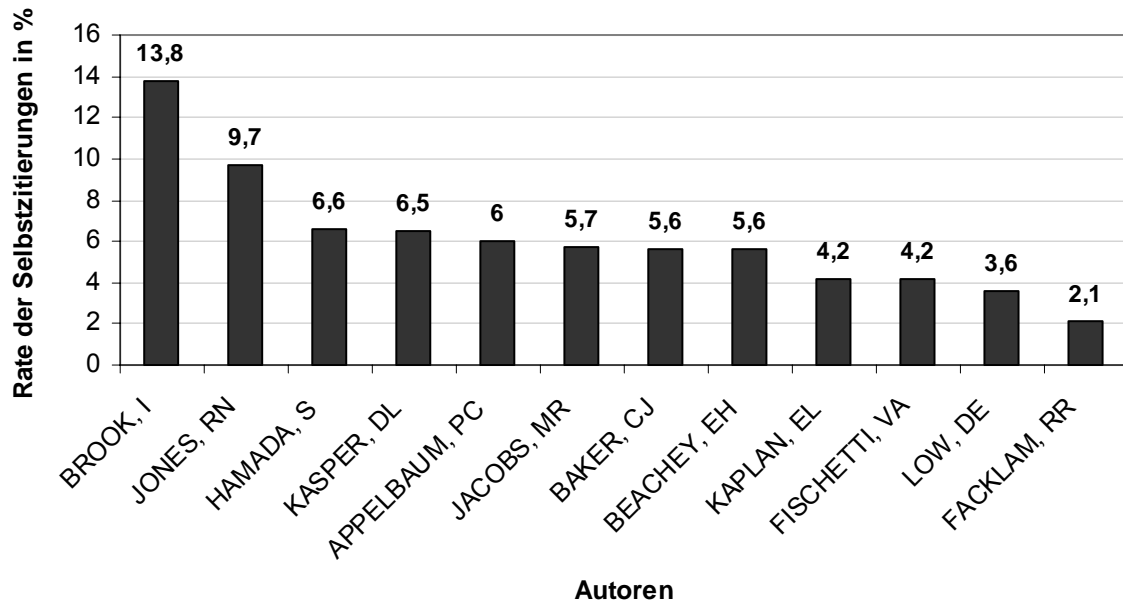


Abbildung 21: Rate der Selbstzitationen der Autoren in den zitierenden Artikeln in Prozent bei „ISI-Web of Science“

3.10.4 Analyse der Kooperationen zwischen den Autoren

Zwischen den Autoren der Publikationen zu den Streptokokken existiert eine rege Zusammenarbeit. Die Abbildung 22 zeigt eine Darstellung der Kooperationen zwischen den 15 am häufigsten publizierenden Autoren. Eine rege Kollaboration herrscht zwischen Appelbaum, PC und Jacobs, MR. In ihrer Zusammenarbeit erstanden 109 Publikationen, was mehr als die Hälfte der Gesamtzahl ihrer Publikationen entspricht. Baker, CJ und Kasper, DL publizierten 54 Arbeiten zusammen. Dagen, R und Jacobs, MR sind bei neun Publikationen eine Zusammenarbeit eingegangen. Jeweils zwei Kooperationen kamen bei Dagan, R und Appelbaum, PC, Jones, RN und Low, DE, Appelbaum, PC und Jones, RN, Kaplan, EL und Facklam, RR und Jacobs, MR und Facklam, RR zustande. Insgesamt sind 14mal mehr als eine Kollaboration zwischen den 15 häufigsten Autoren entstanden. Bei vier Autoren ergab sich aus dem Datenpool keine Zusammenarbeit (s. Abb. 22).

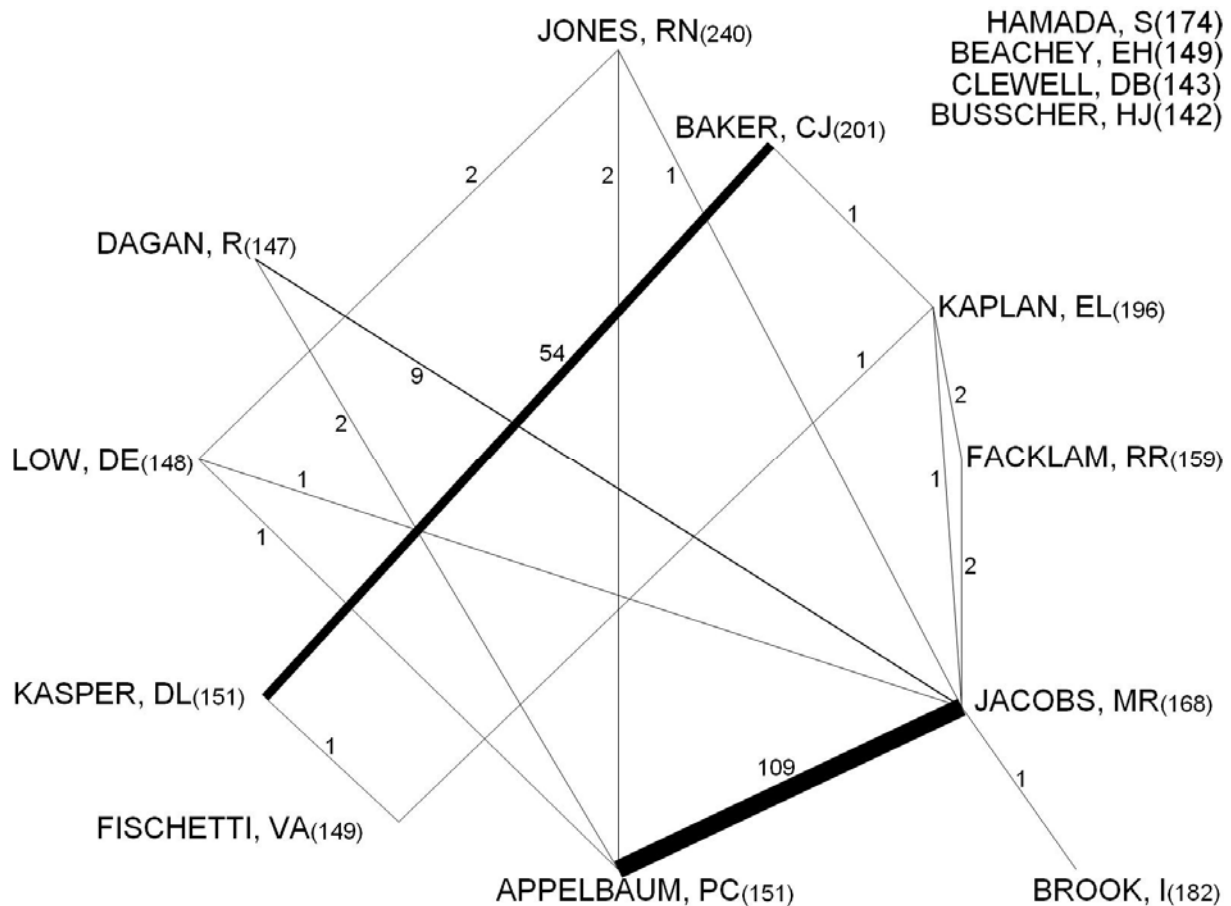


Abbildung 22: Anzahl der Publikationskooperationen zwischen den 15 meistpublizierenden Autoren bei „ISI-Web of Science“ (1957-2006) (In Klammern die Anzahl der Publikationen des jeweiligen Autors)

3.11 Analyse der Publikationen nach Streptokokkenarten

Analysiert man die Publikationen zwischen 1957 und 2006 nach den unterschiedlichen Streptokokkenarten ist festzustellen, dass die Anzahl der Treffer bei „PubMed“ höher liegt als bei „ISI-Web“.

Zum *Streptococcus pneumoniae* sind mit 14.564 Treffern bei „ISI-Web“ und 19.289 Treffern bei „PubMed“ am meisten Veröffentlichungen erschienen. Dies ergibt eine Differenz zwischen den beiden Datenbanken von 4.725. Die zweithäufigste Publikationszahl ergibt sich bei „ISI-Web“ für den *Streptococcus mutans* (5.285 Treffer) und bei „PubMed“ für den *Streptococcus pyogenes* (10.616 Treffer). Bei „ISI-Web“ erscheinen zum Suchbegriff *Streptococcus pyogenes* nur 3.333 Veröffentlichungen, was eine Differenz von 7.283 Ergebnissen zur „PubMed-Recherche“ darstellt. Für *Streptococcus agalactiae* ergeben sich 5.643 Treffer bei „PubMed“ und 1.186 Treffer bei ISI-Web. Bei *Streptococcus bovis* sind in beiden Datenbanken 807 Publikationen verzeichnet (s. Abb. 23). Ein Schwerpunkt der

Forschung ist der Pneumokokkus als Infektionserreger, da ein Großteil der Publikationen sich mit diesem Bakterium beschäftigt.

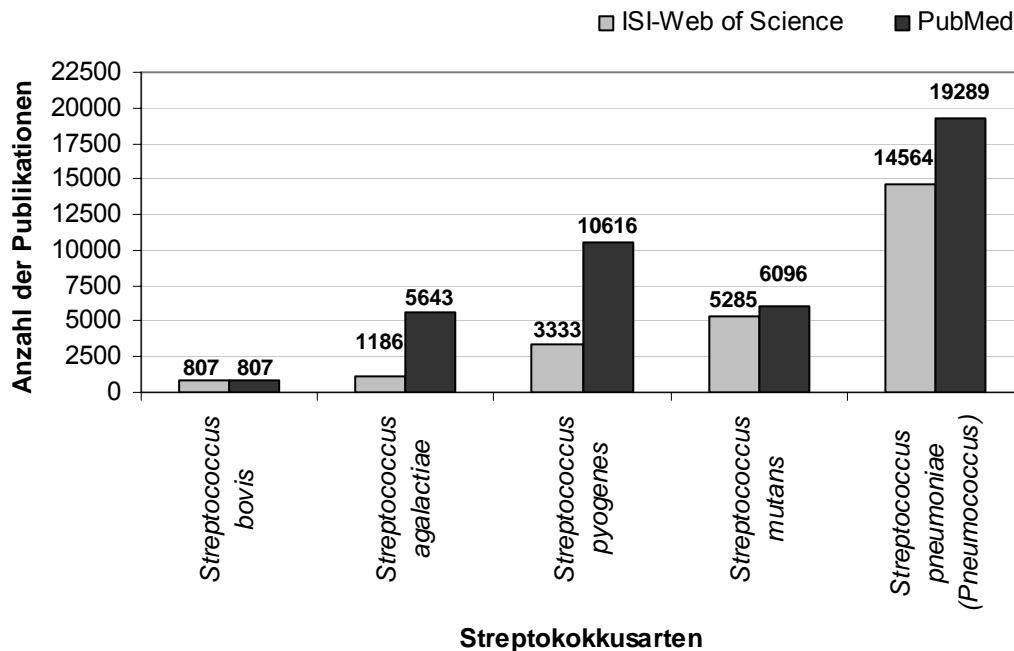


Abbildung 23: Die Anzahl der Artikel nach Streptokokkenarten (1957-2006) bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“

3.12 „Subheading“-Analyse

3.12.1 Analyse der häufigsten „Subheadings“ zum Streptokokkus

Ordnet man den Begriff „Streptococcus“ in der „MeSH-Database“ den entsprechenden „Subheadings“ für die Jahre 1957 bis 2006 zu, werden von den insgesamt 20 „Subheadings“, in vier Fällen mehr als 10.000 Veröffentlichungen ermittelt. Der Themenbereich „Physiology“ führt mit 22.372 Treffern. Es folgen „Analysis“ mit 14.405, „Isolation and purification“ mit 13.652 und „Drug effects“ mit 10.995 Ergebnissen. Die Gebiete „Immunology“, „Metabolism“ und „Genetics“ haben zwischen 5.559 und 8.855 Ergebnisse. Unter 5.000 Ergebnisse sind „Classification“, „Pathogenicity“ und „Growth and development“ zugeordnet (s. Abb. 24)

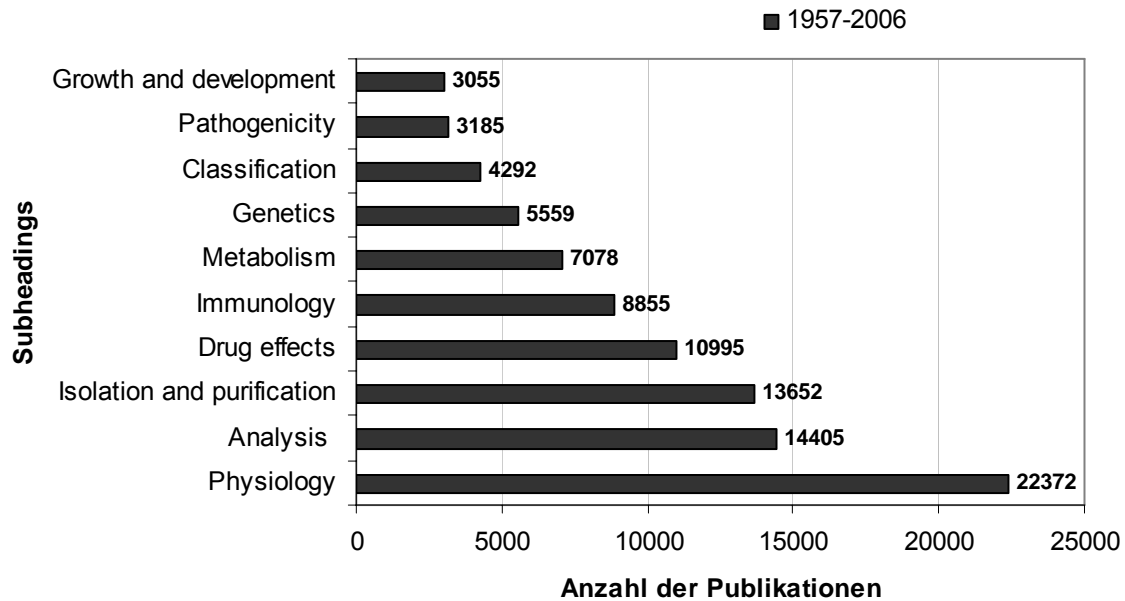


Abbildung 24: Anzahl der Publikationen pro englischsprachigem „Subheading“ zum Suchbegriff „Streptococcus“ in der „MeSH-Database“ (1957-2006)

3.12.2 Analyse der Entwicklung der „Subheadings“ zwischen 1957 und 2006

Die Abbildung 25 beschreibt den Anteil der Veröffentlichungen im jeweiligen „Subheading“ im Verlauf zwischen den Jahren 1957 und 2006. Zu erkennen ist, dass in den Jahren 1957 bis 1966 in allen Bereichen der Anteil an Publikationen am geringsten ist. Im darauf folgenden Jahrzehnt, von 1967 bis 1976, steigen die Anteile in allen Bereichen, außer in „Genetics“, an. Der Anteil von „Genetics“ sinkt in diesem Zeitraum von 0,19% auf 0,017% vom Gesamtanteil und ist somit im Diagramm nicht erkenntlich. Erst zwischen 1977 und 1986 kommt es auch bei „Genetics“ zu einer Zunahme der Publikationen, obwohl diese immer noch geringer ist, als bei den anderen „Subheadings“. Zwischen 1987 und 1996 steigt der Prozentsatz auf 25,6%. Auch bei den anderen Themengebieten liegt er im gleichen Zeitraum in diesem ähnlich hohen prozentualen Bereich („Physiology“ 24,8%, „Analysis“ 25,6%, „Isolation and Purification“ 24,6%, „Drug effects“ 23,2%, „Metabolism“ 24,3%, „Classification“ 23,2%, „Pathogenicity“ 23,1%, „Growth and development“ 20,9%). Den stärksten Zuwachs haben alle Bereiche zwischen 1997-2006. Drei Bereiche haben in dieser Zeit einen Anteil von über 50 Prozent („Genetics“ 66,6%, „Classification“ 50,6% und „Pathogenicity“ 56,5%). Einen prozentualen Abfall im Gegensatz zum vorherigen Jahrzehnt zeigt nur das Themengebiet „Immunology“ mit 26,2% (s. Abb. 25).

Erkenntlich ist, dass es eine starke Verschiebung im „Subheading“ „Genetics“ kam, in welchem insbesondere seit 1977 ein starker Zuwachs zu verzeichnen ist.

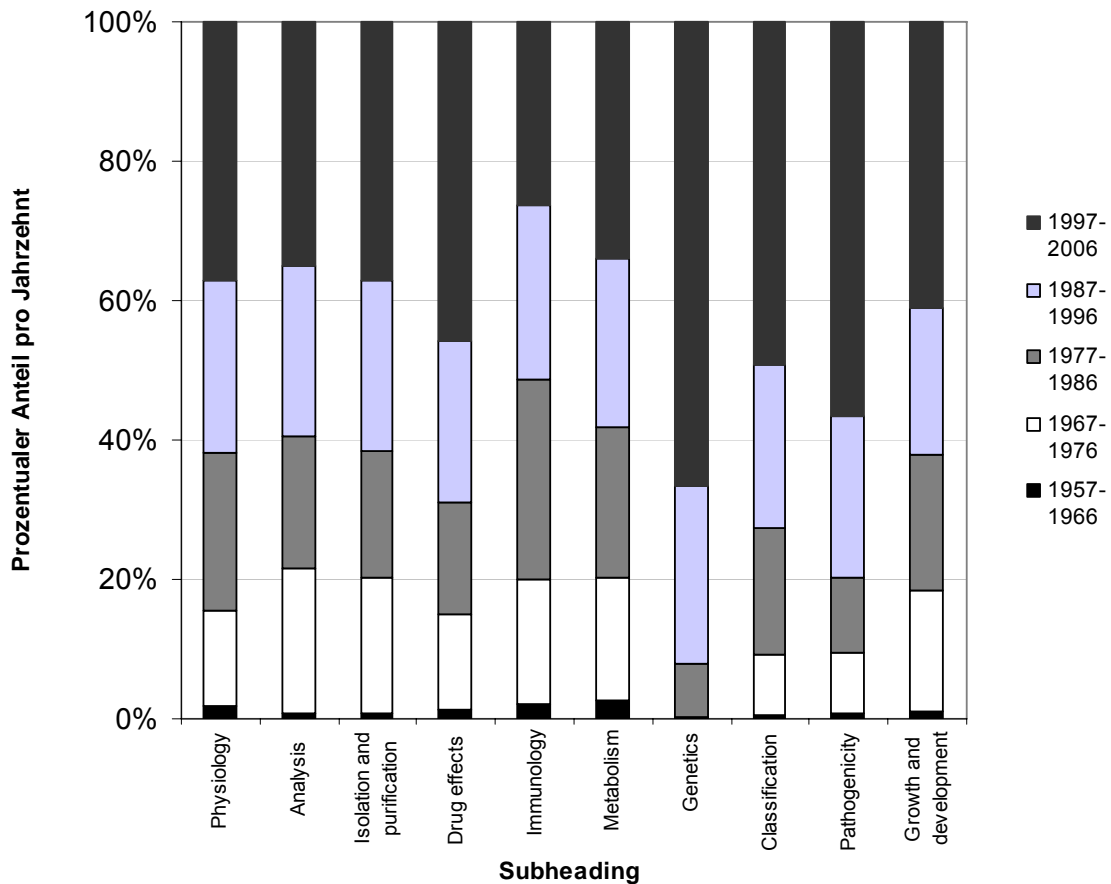


Abbildung 25: Prozentualer Anteil der Veröffentlichungen pro Jahrzehnt unterteilt nach englischsprachigen „Subheadings“ in der „MeSH-Database“ (1957-2006)

3.13 Analyse der Themenschwerpunkte

3.13.1 Analyse nach Krankheitsbildern

Kombiniert man bei „PubMed“ den Begriff „Streptococc*“ mit verschiedenen Krankheitsbildern, zeigen sich bei zwei Begriffen über 5.000 Ergebnisse. Die meisten Treffer wurden bei der Verbindung „Streptococc* AND Sepsis“ analysiert. Hier kam es zu einer Anzahl von 6.182 Treffern. Ebenfalls über 5000 Publikationen zeigten sich beim Krankheitsbild „Pneumonia“ (5.106 Treffer). Danach folgen „Streptococc* AND Meningitis“ (3.859 Publikationen) (s. Abb. 26). Die Pneumonie und die Meningitis sind zwei Krankheitsbilder die unter anderem durch Pneumokokken hervorgerufen werden. Die hohe Anzahl der Ergebnisse für diese beiden Krankheitsbilder korreliert mit der hohen Anzahl an Forschungsergebnissen in der „PubMed“-Recherche für *Streptococcus pneumoniae* (s. Abb. 23).

Eine Anzahl über 2000 Ergebnisse wurde für die Krankheitsbilder Endokarditis (3.712 Treffer), Karies (3.284 Treffer), Pharyngitis (2.822 Treffer) und Otitis media (2.700 Treffer) ermittelt.

Die Kombination „Streptococc* AND Tonsillitis“ ergab 1.453 Publikationen und „Streptococc* AND Phlegmon“ 840 Publikationen.

Unter 500 Veröffentlichungen wiesen die Krankheitsbilder Akute Glomerulonephritis und Hautinfektion auf.

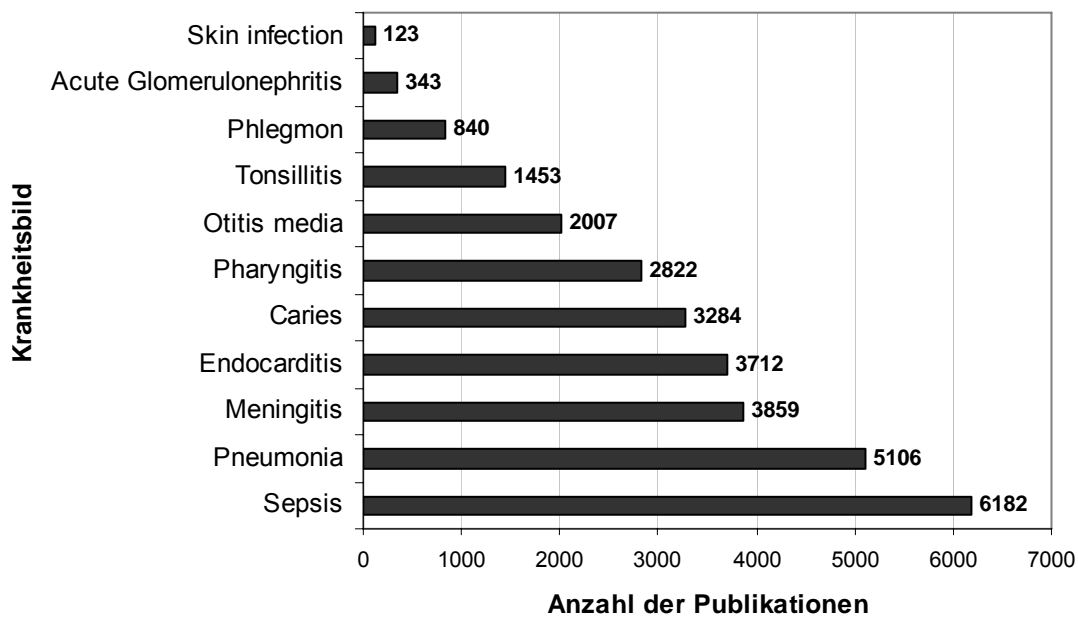


Abbildung 26: Anzahl der Publikationen pro Krankheitsbild bei „PubMed“ (1957-2006)

3.13.2 Analyse nach Organen

Verbindet man die Publikationen der Streptokokken mit unterschiedlichen Organen bzw. Organteilen, so finden sich am meisten Treffer mit der Verknüpfung der Begriffe Herz (3.364 Treffer) und Haut (3.169 Treffer). Für die Kombination mit den Begriffen Pharynx konnten 2.429 Forschungsergebnisse ermittelt werden, für die Lunge 2.099 Ergebnisse und für die Zähne 2.086 Treffer.

Unter einer Anzahl von 2.000 Veröffentlichungen wurden für die Niere (1.351 Treffer), das Gehirn (1.339 Treffer), die Leber (1.262 Treffer) und das Ohr (1.186 Treffer) analysiert. Für den Begriff „Meninges“ in Verbindung mit den Streptokokken erschienen 119 Publikationen (s. Abb. 27)

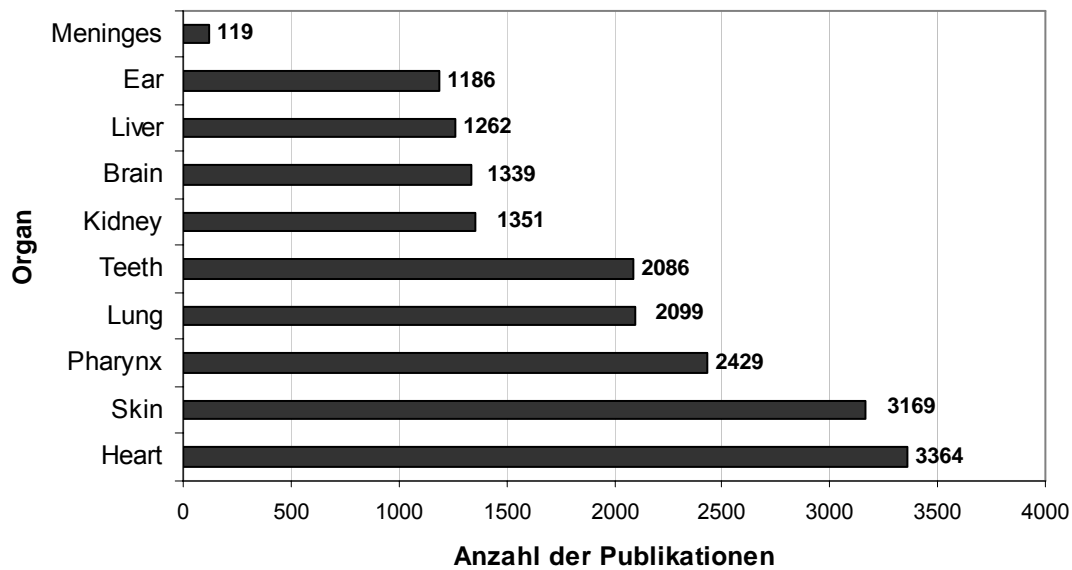


Abbildung 27: Anzahl der Publikationen pro Organsystem bei „PubMed“ (1957-2006)

3.13.3 Analyse nach Therapieoptionen

Die Abbildung 28 zeigt die nähere Analyse mit Termini der Antibiotika. Das Interesse der Publikationen lag in den letzten 50 Jahren vor allem bei der Verwendung der Penicilline. Die Anzahl der Publikationen, die in der Datenbank „PubMed“ ermittelt wurden, unterliegt bei den Penicillinen seit 1957 einem kontinuierlichen Wachstum. Zu keinem anderen der drei Antibiotika sind in dem Zeitraum mehr Veröffentlichungen erschienen. Von 1957-1966, das heißt kurz nach der Einführung dieses wichtigen Therapeutika sind in „PubMed“ 435 Publikationen verzeichnet. Die Publikationszahl steigt an, bis in den Jahren zwischen 1997 und 2006 das Maximum mit 4.432 Publikationen erreicht wird.

Die anderen drei untersuchten Antibiotika, Makrolide, Cephalosporine und Lincosamide, sind wesentlich weniger in den Publikationen in Kombination mit den Streptokokken in der Datenbank verzeichnet. Die Publikationsanzahl der Makrolide (116 Treffer) liegt zwischen den Jahren 1957 und 1966 noch vor den Cephalosporinen (21 Treffer). Zwischen 1967 bis 1976 sind wiederum mehr Veröffentlichungen zu den Cephalosporinen erschienen. Der letzte untersuchte

Zeitraum von zehn Jahren (1997-2006) zeigte etwas mehr Ergebnisse für die Makrolide (1.735 Treffer) als für die Cephalosporine (1.398 Treffer).

Zu den Lincosamiden können im Zeitraum 1957-1966 keine Publikationen mit den Streptokokken ermittelt werden, im Jahrzehnt zwischen 1997 und 2006 sind es 128 Publikationen.

Die Untersuchung ergab die meisten Publikationen zu der Kombination von Penicillinen und Streptokokken für den Zeitraum von 1957 bis 2006 (s. Abb. 28).

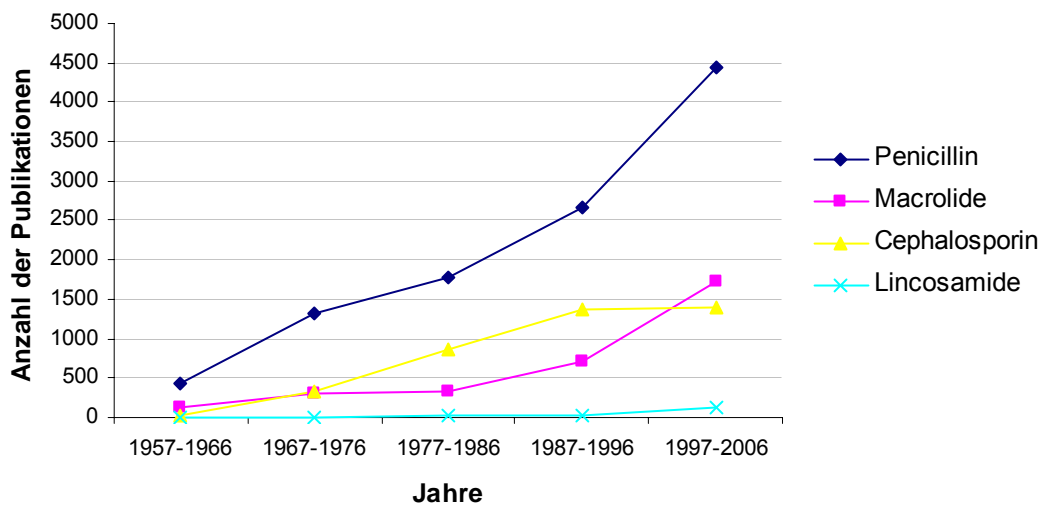


Abbildung 28: Anzahl der Publikationen pro Therapieform bei „PubMed“ (1957-2006)

4 DISKUSSION

4.1 Methodische Diskussion

Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen die Entwicklung des wissenschaftlichen Forschungsgebietes der Streptokokken von 1957 bis 2006 analysieren. So umspannen sie einen Zeitraum von fünfzig Jahren, in welchem vor allem auf dem Gebiet der Forschung und der Veröffentlichung von Daten eine starke Entwicklung stattgefunden hat.

4.1.1 Beurteilung der Datenbanken und Datenquellen

Die zur Analyse verwendeten Meta-Datenbanken, waren „ISI-Web of Science“ vom „Institute for Scientific Information“ und die „PubMed-Online-Datenbank“ von der „National Library of Medicine“. Diese gehören zu den zwei größten biomedizinischen Datenbanken weltweit. In ihnen werden die einschlägigen medizinischen Fachzeitschriften katalogisiert und regelmäßig aktualisiert sowie dem Benutzer in großen Datenmengen zur Verfügung gestellt. Die Quellen der beiden Datenbanken sind bereits in mehreren Studien verwendet worden (Niclasen und Bjerregaard, 2007; Thomas et al., 2007). Beide haben unterschiedliche Kriterien, nach denen Zeitschriften aufgenommen werden. Die Mitarbeiter der Datenbanken entscheiden, ob die Artikel einer Zeitschrift im Datenpool verzeichnet werden. Im „ISI-Web of Science“ z.B. sind ca. 9.000 Zeitschriften registriert (Stand 06/2008) (Thomson-Scientific (e), 2008), bei „PubMed“ sind es ca. 6.000 Zeitschriften (United States National Library of Medicine, 2008). Weltweit gibt es jedoch über 120.000 Fachzeitschriften aller Disziplinen, woraus zu erkennen ist, dass lediglich ein kleiner Teil, ca. 5% der Zeitschriften ausgewertet und für die bibliometrische Analyse zugänglich gemacht werden. Außerdem werden in den Datenbanken die einzelnen Fachbereiche unterschiedlich stark gewichtet. Dadurch soll die Welt der Wissenschaft möglichst originalgetreu dargestellt werden, was jedoch dazu führt, dass nicht für jeden Bereich die gleiche Anzahl an Fachzeitschriften aufgenommen wird (Ball und Tunger, 2005).

Im Wesentlichen wird die Auswahl der Zeitschriften für die entsprechenden Datenbanken auch durch den Matthäuseffekt, einem positiven Rückkopplungseffekt, beeinflusst. Bei diesem empirischen Phänomen werden Zeitschriften, die bereits

über eine gewisse Reputation verfügen bzw. eine große Leserschaft besitzen, weiterhin häufig von Wissenschaftlern in ihren Publikationen zitiert (Merton, 1968). Bereits etablierte Zeitschriften werden demnach eher zitiert und werden dadurch noch bekannter. Das führt dazu, dass Zeitschriften, die neu auf dem Markt sind oder kleinere Auflagen haben, weniger beachtet und zitiert werden als bereits bekannte. Die Zitationshäufigkeit ist jedoch wiederum ein ausschlaggebendes Qualitätskriterium, um in große Datenbanken aufgenommen zu werden und dadurch eine stärkere Beachtung zu erlangen.

Es gibt viele Möglichkeiten wissenschaftliche Ergebnisse zu veröffentlichen, etwa in Form von Büchern, Konferenzbeiträgen oder wissenschaftlichen Aufsätzen in Fachzeitschriften. Für die Auswertung von Zitationsanalysen werden häufig jedoch nur die Zitationen der Zeitschriften, nicht aber die Konferenzbeiträge und Bücher berücksichtigt. Viele Zitationen kommen demnach nicht in den Zahlen der Datenbanken vor. Die Informationen der Datenbanken sind somit bereits gefiltert und stellen nicht das gesamte Forschungsaufkommen bzw. die wirklichen Zitationsmengen dar. Es ist daher ausgeschlossen, alle Publikationen, die zu einem Themengebiet erschienen sind, mit der Datenbankrecherche zu erfassen. Vielmehr wird nur ein selektiertes Teilgebiet der Wissenschaftslandschaft analysiert. Die angegebenen Zahlen repräsentieren demnach nicht den gesamten wissenschaftlichen Umfang zu einem Thema. Die Datenbanken sind jedoch die einzige Möglichkeit, eine bibliometrische und szientometrische Analyse dieser Art durchzuführen, um die große Masse an Forschungsarbeiten über die Streptokokken, zu denen sehr viele Publikationen erschienen sind, über einen längeren Zeitraum auszuwerten und zu betrachten.

Die Publikationszahlen bei „ISI-Web of Science“ und „PubMed“ differierten in der angegebenen Suche um 18.556 Treffer. Dieser Unterschied in den Ergebnissen ist einerseits auf die beschriebene Limitation der Zeitschriftenauswahl durch die Mitarbeiter der Datenbanken wie auch andererseits auf die Suchfunktion einer Datenbank zurückzuführen.

4.1.2 Beurteilung der Suchstrategien der Datenbanken

Die Datenbanken haben unterschiedliche Suchmodi, nach denen ein eingegebener Begriff bestimmten Publikationen zugeordnet wird. Wird bei „ISI-Web of Science“ ein Suchbegriff eingegeben, so wird er durch die Worterkennung mit dem Titel, dem

„abstract“ und den Schlüsselwörtern eines Artikels verglichen. Bei „PubMed“ wird der Begriff automatisch über die „Automatic Term Mapping“-Funktion (=automatische interne Übersetzung und Erweiterung der Suchbegriffe) Synonymen zugeordnet, die auch als Suchbegriff in die Recherche eingehen und so wiederum zu anderen Veröffentlichungen führen. Insofern sind die Ergebnisse einer Suchmaschine für sich zu sehen und werden nicht direkt miteinander verglichen.

Als einzige Datenbank bietet „ISI-Web of Science“ die Möglichkeit der Zitationsanalyse. Deshalb beschränkt sich diese Recherche nur auf eine Datenbank. Einzelne Aspekte der bibliometrischen Analyse werden somit nur mit bestimmten Datenbanken durchgeführt und nicht im Vergleich gegenübergestellt.

4.1.3 Definition des Suchparameters

Um bei der Datenrecherche ein möglichst breites Feld an Publikationen zu den Streptokokken zu analysieren, wurde der Suchterm nicht als „streptococcus“ ausgeschrieben, sondern als „streptococc*“ eingegeben. Ziel war es, sämtliche Artikel zu recherchieren, deren erster Teil in einem Begriff mit „streptococc“ anfängt, also etwa „streptococci“, „streptococcal“, „streptococcaceae“ oder „streptococcic“. Es entstand eine Ansammlung von Veröffentlichungen, die in jeglichem Zusammenhang mit Streptokokken stehen. Ob in jedem der ermittelten Ergebnisse inhaltlich die Streptokokken thematisiert wurden, konnte bei der Menge an Veröffentlichungen indes nicht ermittelt werden. Bei den Analysen in dieser Arbeit wird angenommen, dass in jedem Artikel, bei dem der Suchbegriff auftaucht, die Streptokokken eine gewisse Relevanz haben. Einzelne Veröffentlichungen, die in keiner Hinsicht das Thema einbeziehen und dennoch als Ergebnis angezeigt wurden, können bei der großen Menge an Ergebnissen nicht zu einer Verfälschung der Analysen geführt haben. Obwohl der Suchterm „streptococc*“ ein breites Feld an Veröffentlichungen einschließt, ist es möglich, dass dennoch nicht alle in der Datenbank vorhandenen Artikel über die datenbankspezifischen Suchfunktionen erfasst werden. Dies ist der Fall wenn der Suchterm nicht in der Überschrift, dem „abstract“ oder den Schlüsselworten enthalten ist.

Durch die Eingabe einer „limit“-Funktion wurde die Suche auf einen bestimmten Beobachtungszeitraum eingegrenzt. Publikationen, die vor 1957 und nach 2006 erschienen sind, wurden in die Datenrecherche nicht mit einbezogen. Ist der Zeitraum zu groß gewählt, kann es zu Verzerrungen in den Daten führen, da

Veröffentlichungen zu alt sind um weiterhin Beachtung und Resonanz zu erzeugen. Ist er zu klein, gehen wichtige Publikationen verloren und werden in der Analyse nicht berücksichtigt (Ball und Tunger, 2005). Dadurch sind nicht alle Publikationen zu den Streptokokken in die Analysen eingegangen. Ausgeschlossen werden auch Artikel, die zwar 2006 geschrieben, jedoch erst 2007 in die Datenbank aufgenommen wurden. Das Jahr 2007 konnte in die Recherche nicht miteinbezogen werden, da die vorliegende Untersuchung bereits im November 2007 begann und die Zahlen demnach nicht das komplette Jahr 2007 repräsentiert hätten. Dies hätte zu unvollständigen Zahlen und damit zu Verzerrungen in den Ergebnissen geführt.

4.2 Inhaltliche Diskussion

4.2.1 Forschungsaufkommen innerhalb von 50 Jahren zum Thema

Streptokokken

In dieser Studie werden die Ergebnisse zu den Publikationszahlen nach Jahren dargestellt. Seit der Namensgebung der Streptokokken durch Theodor Billroth und Paul Ehrlich 1874 stehen sie im Interesse der Forschung. Der enorme, kontinuierliche Anstieg an Publikationszahlen, die den Streptokokkus thematisch betrachten, bestätigen dies, und es vergeht kaum ein Jahr in dem nicht eine neue Streptokokkenart entdeckt wird (Handley et al., 1991; Schlegel et al., 2004). Viele neue Erkenntnisse zu Krankheiten und Forschungsergebnisse zu den Streptokokken werden genutzt, um diesen Erreger genauer zu definieren und letztlich zu bekämpfen. Die bakterielle Infektion mit Streptokokken, von der alle Altersschichten betroffen sind, kann durch eine Therapie mit Antibiotika meistens erfolgreich behandelt werden. Durch deren unkritische Verwendung hat sich in den letzten Jahren jedoch eine weltweite Antibiotikaresistenz unter Infektionserregern etabliert, die ein dramatisches Problem darstellt, da sie zu vielen resistenten Bakterienarten führt. Auch die Streptokokken weisen eine zunehmende Resistenz auf (Klugman, 2007).

Die Publikationszahlen zu den Streptokokken sind von 107 Publikationen im Jahr 1957 auf 2.829 im Jahre 2006 gestiegen (s. Abb. 3). Die stark ansteigenden Publikationszahlen sind einerseits bedingt durch einen Anstieg der Forschungs- und Wissenschaftsproduktion, andererseits auch durch die fortschreitende Digitalisierung der Telefon-, Radio-, Fernseh-, und Datenübertragungsnetzwerke. Diese führen zu einem besseren Austausch von Publikationen und lässt Forscher immer enger zusammenarbeiten. Besonders fällt der starke Anstieg der Anzahl der Publikationen von 1990 zu 1991 auf, als Veröffentlichungen sprunghaft von 900 auf 1.985 angestiegen sind. Seitdem befinden sich die Publikationszahlen bis 2006 auf einem hohen Niveau. Diese erhebliche Zunahme ist durch die Internetstruktur Anfang der 90er Jahre bedingt, in denen sich die Universitäten Konnektivität (Verbindung zu einem Netzwerk) von kommerziellen Anbietern einkauften, womit eine rasche Veränderung der Kommunikationsstruktur stattfand. Die Anzahl der Internetnutzer

und der Austausch innerhalb eines weltweiten Netzwerks von Fachkollegen ist seit dieser Zeit einem rasanten Wachstum unterlegen, der sich auch in der Publikationszahl niederschlägt (Numerico, 2006).

Ein weiterer wichtiger Aspekt steigender Publikationszahlen sind die Veränderungen innerhalb der Datenbanken. Seit Januar 1991 sind bei „ISI-Web of Knowledge“ für 70% der Artikel durchsuchbare Autorenabstrakte verfügbar. Dies führt dazu, dass Veröffentlichungen nicht nur in den Schlagworten und im Titel mit einem Suchbegriff verknüpft werden, sondern auch in den von den Autoren verfassten „abstracts“. Auch dies ist ein Grund für den extremen Anstieg der Veröffentlichungszahlen in diesem Zeitraum, da die Wahrscheinlichkeit einer Zuordnung viel häufiger gegeben ist.

Die drei wichtigsten „ISI-Web of Science“-definierten Fachkategorien der letzten 50 Jahre, in denen zu den Streptokokken geforscht wurde, waren Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Immunologie. Besonders im Bereich der Mikrobiologie wurden viele Publikationen zu den Streptokokken veröffentlicht. Diese Fachkategorie weist mit Ausnahme des Jahres 1976 immer die höchste Anzahl an Veröffentlichungen auf. Ein leichter Rückgang der Publikationszahl war seit 1996 in „Dentistry, Oral Surgery & Medicine“ zu verzeichnen. „Infectious Disease“ etabliert sich bis 2006 zur zweithäufigsten gewählten Fachkategorie hinter „Microbiology“ (s. Abb. 14).

Als „Subheading-Begriff“ in der Datenbank „PubMed“ wuchs in dieser Zeit besonders der Bereich der genetischen Forschung der Streptokokken. Ein Meilenstein wurde in diesem Bereich mit der DNA-Hybridisierung und der Sequenzanalyse der Streptokokken gesetzt, die in dieser Zeit immer mehr an Bedeutung gewannen (Behr et al, 1992; Collins et al., 1992). Die durch Frederick Sanger 1977 bekannt gewordene Klonierungsmethode, mit der DNA-Stücke vervielfältigt und durch die genetische Information sequenziert werden können, hielt auch im Bereich der Streptokokken Einzug. Dies führte dazu, dass es besonders im Bereich der Genetik zu neuen Erkenntnissen und Forschungsergebnissen kam. Evident wird dies an der steigenden Anzahl der Publikationen im Bereich Genetik ab dem Jahr 1977. Besonders stark war der Zuwachs zwischen den Jahren 1997 bis 2006 (s. Abb. 25).

Beachtenswert ist, dass die Zeitschrift mit den meisten Publikationen zu Streptokokken aus dem Bereich der Zahnheilkunde kommt. Das „Journal of Dental Research“ verzeichnet 2.555 Publikationen, in denen die Streptokokken, vor allem als Leitkeim der Karies, ein immer wiederkehrendes Thema darstellen (s. Abb. 15). Erst danach folgt eine mikrobiologische Zeitschrift „Infection and Immunity“ mit 2.381 Veröffentlichungen.

Die Untersuchung nach der Streptokokkenart in dieser Arbeit zeigte, dass die Pneumokokken am häufigsten in den Publikationen thematisiert wurden (s. Abb. 23). Dies geht einher mit den hohen Publikationszahlen bei der Recherche zu Pneumonie und Meningitis (s. Abb. 26).

Vorwiegend wurden die Publikationen zu Streptokokken als „article“ veröffentlicht (s. Abb. 11). Der Verlauf der Erscheinungsformen zeigt eine Zunahme im Bereich der „articles“ von 66% auf 85% (1957-2006). Das heißt, dass immer mehr Arbeiten als Originalartikel publiziert werden. Gleichzeitig stieg die Anzahl an „reviews“ von 1% auf 8%. Keine signifikante Rolle mehr spielen zwischen 1997 und 2006 die „notes“ (s. Abb. 12)

4.2.2 Englisch als Wissenschaftssprache

Immer mehr tritt die englische Sprache als „lingua franca“ bei der Publikation von wissenschaftlichen Artikeln in den Vordergrund und gilt mittlerweile auch als internationale Stimme der Medizin. Die Kommunikation unter Wissenschaftlern unterschiedlicher Länder findet nahezu vollständig auf Englisch statt, während die Lehre innerhalb der Länder und der Patientenkontakt in der jeweiligen Landessprache ablaufen.

Anfang des letzten Jahrhunderts existierten neben dem Englischen mit Deutsch und Französisch zwei weitere gleichberechtigte Wissenschaftssprachen. Seit Mitte des 20. Jahrhunderts entstand eine Entwicklung hin zur englischen Sprache, was nicht ohne Konsequenz für die Wissenschaft in nicht-englischsprachigen Ländern blieb. Ein Wissenschaftler, der international Anerkennung finden möchte, kommt ohne englische Sprachkenntnisse nicht aus (Meneghini und Packer, 2007). Dies führt dazu, dass alle diejenigen, deren Muttersprache nicht Englisch ist oder die in einer anderen Sprache publizieren, einen Nachteil haben. Publikationen, die nicht in Englisch verfasst wurden, sowie anderssprachige Zeitschriften werden international wesentlich weniger wahrgenommen und erzeugen daher wiederum weniger

Resonanz. Dies führt dazu, dass sie weniger in den Datenbanken, die ohnehin nur über die englische Sprache zu bedienen sind, erscheinen als englischsprachige Publikationen. Ungefähr neun von zehn neuen Zeitschriften, die in die „Medline“ aufgenommen werden, sind in englischer Sprache verfasst, was zur Folge hat, dass die Anzahl der Beiträge in englischer Sprache in den Datenbanken weiterhin steigen wird (Baethge, 2008).

Ein Vorteil der Hinwendung zur englischen Sprache stellt der bessere internationale Austausch zwischen den Wissenschaftlern dar, der aufgrund einer akzeptierten Verständigungssprache erleichtert wird. Hierbei jedoch bleibt das Defizit in der Kommunikation zwischen den Forschern mit unterschiedlichem Sprachhintergrund bestehen.

Die Ergebnisse der Recherche dieser Arbeit nach der Publikationssprache bestätigen und verdeutlichen diesen Trend. Zwischen 1957 und 2006 wurden von den ermittelten 59.053 Publikationen ca. 94 % in englischer Sprache verfasst. Nur 6% werden in anderen Sprachen veröffentlicht. Dazu gehören z.B. Französisch, Deutsch, Spanisch, Russisch und Japanisch (s. Abb. 10). Verglichen mit den Publikationszahlen der Länder ist festzustellen, dass viele der nicht-englischsprachigen Länder in Englisch publizieren. Dies zum Teil mehr als in der jeweiligen Muttersprache.

Durch die vermehrte Anglizierung der Wissenschaftskommunikation wird auch der „Science Citation Index“ und damit der Impact-Faktor zugunsten der englischsprachigen Schriften verschoben. Die Zitierung einer Publikation steigt, wenn sie in englischer Sprache verfasst wird, da sie von einem größeren Interessentenkreis gelesen wird (Winkmann et al., 2002).

Englisch dominiert damit die Wissenschaftslandschaft weltweit und führt dazu, dass viele nicht-englischsprachigen Arbeiten und Forschungsergebnisse nicht die gewünschte Resonanz finden und demnach weder in den Datenbanken erscheinen, noch in die bibliometrische Analyse eingegangen sind.

4.2.3 Publikationsländer der Veröffentlichungen über Streptokokken

Die Entwicklung hin zur englischen Sprache lässt sich auch in den Publikationszahlen der englischsprachigen Länder wiedererkennen. Die Vereinigten Staaten dominieren mit ihrer Größe, bezogen auf die Publikationsanzahl, auf dem

Kartogramm der Welt, während das Vereinigte Königreich Großbritannien auf der Europakarte eine Führungsposition einnimmt. Andere Regionen, wie Afrika oder Asien scheinen zu verschwinden; das heißt, dass die Veröffentlichungen in diesen Ländern eine sehr geringe Summe aufweisen (s. Abb. 5). Allein die USA haben 34% aller Publikationen zwischen 1957 und 2006 veröffentlicht (s. Abb. 4), neun der zehn am häufigsten genannten Institutionen stammen aus den Vereinigten Staaten (s. Abb. 9). Durch diese Stellung dominieren sie die wissenschaftliche Landschaft, was sich auch in den Kooperationen mit anderen Ländern widerspiegelt.

Die Ergebnisse der Kooperationsanalyse zeigen, dass vor allem die USA mit anderen Ländern zusammenarbeiten. Eine starke Kooperation ist zwischen den englischsprachigen Ländern USA, Kanada und England zu verzeichnen, die mehr als 400 Kooperationen eingingen. Beachtlich ist auch die Zusammenarbeit mit Deutschland, bei der es zu 255 Kooperationen bei Veröffentlichungen zu den Streptokokken kam (s. Tab. 5 und Abb. 7). Die so entstandene Führungsposition in der Welt wird von den Vereinigten Staaten eingenommen. Jedoch nimmt diese Vormachtstellung kontinuierlich ab. Die Analyse der Kooperationen zwischen den europäischen Ländern zeigt eine sehr rege Zusammenarbeit, die bei 50 bis 100 Kooperationen zwischen Großbritannien, Spanien, den Niederlanden, Schweden, Frankreich, Deutschland und Dänemark lag (s. Abb. 7). Der Anteil der amerikanischen Artikel zum Thema „Streptokokkus“ sank wiederum von 1981 bis 2006 von 49% auf 35% (s. Abb. 8). Das bedeutet, dass trotz insgesamt steigender Publikationszahlen ein Rückgang von 14% der amerikanischen Publikationen an der Gesamtzahl der wissenschaftlichen Artikel zu Streptokokken in 25 Jahren zu beobachten ist. Dieser Trend wird auch im zweijährig erscheinenden „Science and Engineering Report 2006“ verdeutlicht, in dem ein Rückgang aller amerikanischen wissenschaftlichen Artikel zwischen 1988 und 2003, am Anteil aller weltweit erscheinenden Publikationen von 38% auf 30% zu verzeichnen ist (Science and Engineering Indicators, 2006).

Sowohl die Globalisierung, als auch der steigende Lebensstandard in anderen Teilen der Welt sind dafür verantwortlich, dass Asien und Westeuropa eine immer wichtigere Rolle in der Produktion von wissenschaftlichen Artikeln spielen. Je höher ein Land im wirtschaftlichen Ranking positioniert ist, desto höher steigt auch seine Publikationsrate. Die Analyse der Korrelation zwischen BIP und der Anzahl der veröffentlichten Artikel zu Streptokokken weist eine Normalverteilung auf. Das heißt,

je höher das BIP eines Landes ist, desto mehr Publikationen werden in diesem Land veröffentlicht (s. Tab. 4). Die Anzahl der Publikationen pro 1 Mio. Einwohner und Jahr liegt in Afrika bei 3,5, in den USA dagegen bei 341,3 Publikationen (Rahman und Fukui, 2003). Dies verdeutlichen auch die Ergebnisse der Kartogramme in dieser Arbeit, in welchen besonders Kontinente wie Afrika und Südamerika in der Publikationsstatistik sehr klein ausfallen (s. Abb. 5).

In einer anderen bibliometrischen Studie wurde für den Bereich der Mikrobiologie im Zeitraum zwischen 1995 und 2003 das größte Aufkommen an Publikationen für Westeuropa festgestellt. Die USA lagen auf dem zweiten Platz. Die drei Regionen mit dem höchsten Zuwachs an Forschungsproduktivität waren Asien, Lateinamerika und Osteuropa (Vergidis et al., 2005).

In der vorliegenden Untersuchung zeigten Ergebnisse der Publikationsrecherche zu Streptokokken, dass die USA in den letzten 50 Jahren die meisten wissenschaftlichen Veröffentlichungen publiziert haben. Andererseits kommen jedoch sechs der zehn am häufigsten publizierenden Länder aus Europa. Damit wird der Trend bestätigt, dass die Vereinigten Staaten immer noch an der wissenschaftlichen Spitze stehen, auf der anderen Seite jedoch in den restlichen Ländern der Erde eine große Forschungsproduktivität stattfindet, die in der Zukunft mehr an Dominanz gewinnen wird.

4.2.4 Zitationsrate und Impact-Faktor als Evaluierungskriterium

Die Zitationsrate und damit auch der Impact-Faktor sind Mittel, die zur Forschungsevaluierung herangezogen werden können. Zusammen mit dem „Output“, der Anzahl der Arbeiten in hoch angesehenen Zeitschriften, dienen sie dem nationalen Wettbewerb um Ansehen und Geldmittel, der internationalen Konkurrenz und Rechtfertigung öffentlicher Finanzierung. Durch Transparenz in der Forschung kann diese besser geplant und immer knapper werdende Haushaltsmittel effektiver eingesetzt werden, um Spitzenforschung effizient zu unterstützen und leistungsorientiert zu vergeben (Gießler, 2000).

Durch die Zitate in Publikationen werden inhaltlich verwandte Arbeiten miteinander verknüpft und die Aktualität eines Themas in der Forschungswelt widerspiegelt. So haben sich die Zitationsrate und der durch sie ermittelbare Impact-Faktor als ein Gütesiegel wissenschaftlicher Publikationen etabliert. Die Zitationsrate und der

Impact-Faktor sind in der Forschungswelt jedoch umstrittene Parameter, die einerseits zur Evaluierung herangezogen werden, andererseits auch einer fairen Bewertung gerecht werden sollen. So werden in einigen Arbeiten bestimmte Zitate nur aus dem Grund gesetzt, um den Impact-Faktor einer Zeitschrift oder die Reputation eines Kollegen zu verbessern. Bei einer Untersuchung von Zitaten traten in 18,1% der Zitate Fehler auf, die auf die zitierenden Autoren zurückzuführen sind (Jokic und Ball, 2006). Auch sagt der Impact-Faktor einer Zeitschrift nichts über den einzelnen Artikel aus, denn häufig wird er nur über einige viel zitierte Artikel gesteuert, wohingegen andere Artikel wenig oder gar nicht zitiert werden (Smith, 2006).

Die Untersuchung in dieser Arbeit bezüglich der meist zitierten Publikationen zu Streptokokken ergab für den zweithäufigsten Artikel von Terzaghi BE und Sandine WE 1.764 Zitationen (s. Tab. 6). Erschienen ist der Artikel in der Zeitschrift „Applied Microbiology“, die einen Impact-Faktor von 2,2 aufweist. Dieser ist im Vergleich zu den Zeitschriften, die sehr viel zu den Streptokokken veröffentlicht haben, niedriger (s. Abb. 15). Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass der Impact-Faktor einer Zeitschrift nicht mit den in ihr erschienenen Artikel gleichzusetzen ist. Er kann demnach nicht als Qualitätsmerkmal für alle Artikel gelten. Da der Impact-Faktor über die Anzahl der Zitate der letzten beiden Jahre definiert wird, können über das laufende Jahr keine Aussagen gemacht werden. So kann es sein, dass eine Zeitschrift mit einem niedrigen Impact-Faktor mittlerweile eine wesentlich höhere Zitationsrate aufweist. Der Impact-Faktor einer Zeitschrift darf demnach nicht auf alle in ihr publizierten Artikel übertragen werden.

Die Auswertung der Gesamtzahl an Zitaten zu den Streptokokken in dieser Untersuchung unterlag in den letzten Jahren einem kontinuierlichen Wachstum, und auch die Anzahl der Zitate der Artikel eines Jahres zeigen bis in die 90er Jahre einen gleichmäßig hohen Verlauf. Ein Abfall der Zitationszahl ab Mitte der 90er Jahre (Abb. 16) könnte bedingt sein durch die kurze Zeitspanne, in der die Artikel bis jetzt zitiert werden konnten. Der Trend der Zunahme an Zitaten im thematischen Bereich der Streptokokken bestätigt das weltweit große Interesse an diesem Thema (s. Abb. 17). Der mittlere Impact-Faktor der zehn am häufigsten publizierenden Zeitschriften liegt bei 4,07. Damit befindet er sich im Mittelfeld, jedoch weit ab von den Spitzenzeitschriften wie „Science“, deren Impact-Faktor bei 30 liegt.

Die Zitationsrate und der Impact-Faktor sind jedoch keine absoluten Zahlen. Im „Science Citation Index“ sind nicht alle Zeitschriften vertreten, was dazu führt, dass viele Zitate nicht mit berücksichtigt werden. Im „Journal Citation Report“ des „ISI-Web of Knowledge“ wurden von 1995 bis 2006 32% mehr Journale aufgenommen. Der Anteil an Zeitschriften der „Infektionskrankheiten“ nahm im gleichen Zeitraum jedoch um 39% ab (Andersen et al., 2006). Die Verteilung der Fachbereiche in den Datenbanken ist demnach nicht einheitlich zu sehen.

Zum Teil sind Zahlen zu den Zitationen durch Selbstzitationen, Kollegenzitate, Gruppenzitationen und Negativzitationen verzerrt und geben nicht ein Bild der Realität wieder. Die Zweijahresgrenze der Zitate von Artikeln, die zur Berechnung des Impact-Faktors herangezogen wird, führt zu einer Bevorzugung von Artikeln, die eine kurze Halbwertszeit haben. Außerdem werden hoch spezialisierte, wichtige Journale benachteiligt, da sie nur eine geringe Anzahl von Lesern erreichen (Meenen, 1997).

Zitationsdaten und Impact-Faktoren können demnach nur einen Trend beschreiben, ob ein Thema im Interesse der Forschungswelt steht und demnach viel zitiert wird. Hinweise auf die Qualität einer Publikation oder Zeitschrift werden jedoch weiterhin auch von anderen Indikatoren beeinflusst. Dies führt zu einer kritischen Sichtweise der Forschungswelt auf den Impact-Faktor, der einerseits Nutzen bietet, andererseits aber auch zu falschen Sichtweisen führen kann.

4.2.5 Autoren der Streptokokkenpublikationen und deren Kooperationen

Erstmals wurde die Anzahl an Arbeiten als Indikator wissenschaftlicher Produktivität im Jahre 1975 vom Nobelpreisträger W. Shockley vorgestellt. Auch heute werden viele Forscher anhand der Menge ihrer Publikationen beurteilt und sichern sich dadurch die Rechtfertigung des Fortbestandes in ihrem Institut. Die wissenschaftliche Produktivität der Autoren wird somit häufig als Indikator für Forschungsaktivität gesehen, die wiederum anhand von Artikeln, Büchern, Patenten und Innovationen gemessen wird (Jokic und Ball, 2006). Um dies zu beeinflussen, entstehen viele der sogenannten Forschungsgruppen nur aus dem Grund, möglichst viele Autoren in der Autorenliste als Koautoren erscheinen zu lassen.

Die Analyse bezüglich der Anzahl der Autoren, die im Zeitraum zwischen 1957 und 2006 zu Streptokokken publiziert haben, beläuft sich auf 99.329. Die 500 meistpublizierenden Autoren haben an 28.354 Arbeiten mitgewirkt, was einen

Durchschnitt von 56,7 Artikeln pro Autor ergibt. Die Analysen der zwölf meistpublizierenden Autoren ergaben im Durchschnitt 172,3 Publikationen pro Autor. Die Publikationszahl dieser Autoren liegt zwischen 148 und 240 Veröffentlichungen (s. Abb. 19). Es fällt auf, dass von den zwölf Autoren insgesamt zehn aus den USA publizieren. Lediglich ein Autor kommt jeweils aus Japan und Kanada. Damit liegen die Vereinigten Staaten, wie auch in der Länderanalyse, weit vor anderen Ländern. Dies ist wiederum vor dem Hintergrund der englischen Sprache zu sehen, welche Landessprache der USA ist, wie auch dem Sitz der einzelnen Zeitschriften. So sind neun der zehn meistpublizierenden Zeitschriften zu Streptokokken aus den Vereinigten Staaten (s. 3.8). Dies kann zur Folge haben, dass in amerikanischen Zeitschriften bevorzugt Publikationen aus demselben Land veröffentlicht werden.

Die zwölf ermittelten Autoren haben einen sehr hohen „Output“ an Arbeiten zum Streptokokkus, relativ zu einer kleinen Gruppe von Wissenschaftlern. Auch die sich anschließende Analyse dieser Arbeit nach der Erst- und Seniorautorenschaft ergibt einen hohen Anteil. So sind zehn der zwölf Autoren in mehr als der Hälfte der Publikationen Erst- oder Seniorautor. Das heißt, dass sie aktiv an der Veröffentlichung mitgewirkt haben und nicht nur als Koautor in dieser erscheinen. Von den 15 am häufigsten publizierenden Autoren sind elf mit anderen über Kooperationen in Verbindung getreten. Besonders stark ausgeprägt ist diese zwischen Appelbaum, PC und Jacobs, MR, die in 109 Publikationen zusammengewirkt haben (s. Abb. 22).

Ein Problem bei der Auswertung von Publikationszahlen zu den Autoren bringt die zum Teil sehr große Anzahl von Koautoren mit sich, die in verschiedenen Fachkategorien auf bis zu 100 Autoren für eine Publikation kommen. In einigen Disziplinen wird die Messung des Leistungsbeitrags eines jeden Autors durch die Reihenfolge der Nennung festgelegt. Der Erstautor hat demzufolge die Forschung durchgeführt, der letztgenannte Autor ist der Projektverantwortliche. Dazwischen befinden sich die Autoren, die an einzelnen Teilen mitgewirkt haben (Jokic und Ball, 2006). Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern ist nicht neu, bereits im 19. Jahrhundert fand diese unter französischen Chemikern statt. Besonders nach dem zweiten Weltkrieg hat die Teamarbeit immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dies wird unter anderem bedingt durch Veränderungen in der Telekommunikations-

technologie und neuen Wirtschaftssystemen, die zur zunehmenden Vernetzung unter Forschern beitragen (Liu, 2003).

Für Wissenschaftler sprechen mehrere Faktoren für eine Mehrautorenschaft. Diese beinhalten unter anderem z.B. das Kennenlernen von anderen Experten, die bessere Finanzierung von großen Projekten, Prestige und die Verbesserung der Produktivität (Beaver, 2001). In einigen extremen Fällen, wie z.B. im „Journal of the American Chemical Society“, wurden in den 90er Jahren 98% der Artikel in Mehrautorenschaft geschrieben (Cronin et al., 2004). Die Veröffentlichung mit Koautoren wird mehr und mehr zur Norm, führt jedoch auch zu negativen Aspekten. Die Anerkennung des einzelnen Wissenschaftlers kann in einem Gruppenprojekt gemindert werden, was wiederum zu einem Defizit an Motivation führen könnte. Treten Probleme in einem Projekt auf, ist es zudem schwieriger Verantwortliche zu finden, die sich dafür zuständig fühlen.

Ein Problem bei der Analyse der Autoren stellen die Homonyme dar, unter denen die Autoren verzeichnet sind. Autoren, die den gleichen Nachnamen haben und deren Initialen im Vornamen gleich sind, können als derselbe Autor identifiziert werden. Auch werden Nachnamen die aus zwei Teilen bestehen, wie es bei spanischen oder arabischen Wissenschaftlern häufig der Fall ist, als unterschiedliche Autoren verzeichnet. Dies kann zu falschen Schlussfolgerungen führen (Jokic und Ball, 2006).

Sich selbst zu zitieren ist für viele Autoren, aber auch für einige Zeitschriften ein probates Mittel zur Steigerung der eigenen Reputation. Der Kampf um das Ansehen in der Wissenschaftslandschaft, der auch in Abhängigkeit zu finanziellen Leistungsvergaben steht, ist ein häufiges Phänomen. Dieser Kampf um Anerkennung wird auch durchaus in taktischer Weise eingesetzt. Hyland, K untersuchte Kommentare von Wissenschaftlern zu Selbstziten. So sahen einige Autoren die Möglichkeit, durch Selbstzitate die breite Kompetenz zu einem bestimmten Themengebiet zu betonen und zu zeigen, inwiefern ein Autor in diesem involviert ist (Hyland, 2003). Dies erhöht die Autorität in dem bestimmten Themengebiet und den bereits geleisteten Beitrag. Durchaus sinnvoll ist es z.B., wenn ein Autor mit einer Selbstzitation auf ein fortlaufendes Thema hinweist, bzw. eine Verbindung zu einer bereits bestehenden Publikation existiert.

Die Analyse der Selbstzitationen dieser Studie ergab, dass die zwölf meistpublizierenden Autoren sich in 2,1% bis 13,8% der zitierenden Artikel selbst zitiert

haben. Elf der zwölf Autoren haben sich in weniger als 10% selbst zitiert (s. Abb. 21). In einer Studie von Aksnes zur Selbstzitierung von 45.000 norwegischen Artikeln zeigte sich eine Selbstzitierungsrate von 36%. Die höchste Rate an Selbstzitatoren war bei Artikeln zu finden, die nur sehr wenig zitiert wurden. Ebenso hängt die Rate der Selbstzitierungen vom Fachgebiet ab (Aksnes, 2003). Nach Glänzel und Thils betragen die Selbstzitierungen für den Fachbereich Biologie im Durchschnitt 22%, in der Molekularbiologie und Genetik liegt er bei 13%, in der Biomedizin bei 25% (Glänzel und Thils, 2004). Die erhobenen Daten zu den Selbstzitierungen der zwölf meistpublizierenden Autoren liegen damit im unteren Bereich der durchschnittlichen Selbstzitierungsrate.

4.2.6 Therapeutische Behandlung der Streptokokken mit Antibiotika in den Publikationen

Seit der Entdeckung der Antibiotika gehören diese zur Standardtherapie bei Infektionskrankheiten und finden demnach auch bei der Behandlung von Erkrankungen mit Streptokokken Verwendung. Penicilline gehören zu den ältesten Antibiotika. Sie wurden 1928 von Alexander Flemming entdeckt und werden seit dem zweiten Weltkrieg als Therapeutikum eingesetzt (Flemming, 1929; Steffee, 1992). Zahlreiche Studien untersuchen die Wirksamkeit von Penicillin und anderen Antibiotika bei der Behandlung von Infektionen (Abgueguen et al., 2007; Allen et al., 1993). Penicilline sind immer noch das Mittel der Wahl bei der Behandlung von streptokokkenbedingten Infektionen (Podbielski et al., 2001) .

Die in dieser Studie untersuchten Publikationszahlen zu den unterschiedlichen Therapieoptionen bei Antibiotika in der Therapie der Streptokokken belegten das starke Interesse an den Penicillinen seit dem Jahre 1957. So zeigte die Anzahl der Veröffentlichungen von 1957 bis 2006 eine kontinuierliche Zunahme. Im Zeitraum von 1997 bis 2006 wurden 4.432 Publikationen zu den Penicillinen in Verknüpfung mit den Streptokokken in der Datenbank „PubMed“ verzeichnet. Das stellt einen Anstieg von 1.770 Publikationen zum vorherigen Jahrzehnt dar (s. Abb. 28). Eine Ursache dieser Steigerung könnte die Zunahme der Resistenzen von Streptokokkenpopulationen gegenüber Penicillinen darstellen, die in den Publikationen bis heute viel thematisiert wird (Ruess et al., 2000; Simoes et al., 2004)

Nicht nur im Zusammenhang mit Resistenzen, sondern auch mit Prophylaxe werden Penicilline in den Streptokokken-Publikationen angesprochen. Zur Vorbeugung einer bakteriell bedingten Endokarditis, die unter anderem durch eine Bakteriämie verursacht werden kann, werden bei Risikopatienten vor Eingriffen (Operationen, Endoskopie, zahnärztliche Eingriffe) Penicilline oder bei einer Allergie andere Antibiotika verabreicht (Wilson et al., 2007). Vor der antibiotischen Ära gingen bakterielle Infektionen des Endokards in den meisten Fällen letal aus, wurden diese in vielen Fällen mit Injektionen von z.B. Formalin, Arsen oder Quecksilber behandelt. Erste Artikel in denen die Verwendung von Antibiotika erwähnt werden, zeigten sich von der Behandlung der Endokarditis enttäuscht (Keefer et al., 1943). Loewe, L publizierte 1944 einen Artikel, in dem er die erfolgreiche Behandlung durch die Antibiotika in Kombination mit Heparin beschreibt (Loewe et al., 1944).

Die Anwendung von anderen Antibiotika im Zusammenhang mit den Streptokokken wird in den Publikationen zwischen 1957 und 2006 weniger thematisiert, als die Penicilline. So wurden von 1997 bis 2006 bei den Makroliden 1.735 Publikationen, den Cephalosporinen 1.398 und den Lincosamiden 128 Veröffentlichungen bei der Recherche ermittelt (s. Abb. 28). Die Cephalosporine wurden erst 1964 als antibiotisches Mittel eingeführt, was die geringe Anzahl zu Beginn des Analysezeitraums erklärt. Häufig werden Makrolide, Cephalosporine und Lincosamide als Ersatzpräparate beim Vorliegen einer Allergie gegen Penicillin besprochen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit war die Analyse der Forschungsergebnisse zu den Streptokokken unter szientometrischen Gesichtspunkten, die in einem Zeitraum von 50 Jahren veröffentlicht worden sind (1957-2006). Dafür wurden die Datenbanken „ISI-Web of Science“ des „Thomson Scientific Institute“ und „PubMed“ der „United States National Library of Medicine“ unter besonderen Aspekten hinsichtlich des Begriffes „Streptococc*“ untersucht. Zu diesen gehörten die Trefferzahlen bei der Recherche mit bestimmten Suchparametern bezüglich der Publikationsjahre, der Erscheinungsländer, der Länderkooperationen, der Institutionen, der Publikations-sprache, der Erscheinungsformen, der Fachkategorien und der Zeitschriften. Außerdem erfolgte die eingehende Untersuchung des Zitationsverhaltens der Artikel sowie die Analyse der Autoren, der „Subheading-Begriffe“ und einzelner Themenbereiche. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt z.T. in Kartenanamorphen und Netzdiagrammen.

Die Gesamtsumme der Trefferzahlen beliefen sich bei „ISI-Web of Science“ im Zeitraum 1957 bis 2006 auf 59.053 Treffer und in der „PubMed“-Datenbank auf 77.609 Ergebnisse. Die Summe der Publikationen unterlagen seit 1957 einem ständigen Wachstum, wobei es in den Jahren 1990-1991 zu einem besonderen Sprung kam, da sich die Ergebnisse in der Anzahl mehr als verdoppelt haben. Besonders die USA zeichnete sich durch eine hohe Anzahl an Veröffentlichungen aus (22.451 Treffer). Auch bei den Kooperationen der Länder untereinander scheinen die Vereinigten Staaten eine hervorhebende Rolle zu spielen, da es hier zu den meisten Zusammenarbeiten gekommen ist. Dennoch ist zwischen 1981 und 2006 eine Abnahme des prozentualen Anteils an Publikationen der USA von 49% auf 35% am Gesamtaufkommen zu erkennen.

Die Streptokokkenartikel wurden in 18 verschiedenen Sprachen veröffentlicht. In 55.554 Fällen ist Englisch die Publikationssprache, das entspricht einem Anteil von 94%. Die Entwicklung der Erscheinungsformen bei den Streptokokkenpublikationen hat sich in den letzten 50 Jahren zu den „articles“ hin verschoben, die von 66% auf 85% gestiegen sind. An Bedeutung verloren haben die „meeting abstracts“, die 2006 nur noch 2% der Publikationen ausmachen. Die Forschung im Bereich der Streptokokken fand vor allem in der „Microbiology“ statt. Besonderen Zuwachs bekamen die Fachkategorie „Biochemistry & Molecular Biology“ sowie

„Biotechnology & applied Microbiology“. Die Zeitschrift mit den meisten Publikationen war die zahnmedizinische Zeitschrift „Journal of Dental Research“ mit 2.555 Ergebnissen. Die zweithäufigste Zeitschrift ist die mikrobiologische Zeitschrift „Infection and Immunity“ mit 2.381 Publikationen.

Die wissenschaftliche Reputation, gemessen an der Zitationsrate pro Artikel, zeigte die höchste Rate für die Niederlande mit 22,7 Zitationen pro Artikel. Die durchschnittliche Zitationsrate der Artikel lag bei 17,8 Zitierungen. Es kam bis zum Jahre 2005 zu einem kontinuierlichen Anstieg der Zitationsanzahl auf 80.839 Zitationen, ein leichter Rückgang erfolgte im Jahre 2006 mit 75.936 Zitationen. Die zehn am häufigsten publizierenden Autoren haben in einem Bereich zwischen 148 und 240 Publikationen veröffentlicht. Die Anteile an der Erst- oder Seniorautorenschaft ist hoch, da zehn von den zwölf Autoren mehr als die Hälfte ihrer Publikationen als Erst- oder Seniorautor veröffentlicht haben. Die Selbstzitationsrate lag zwischen 2,1% und 13,8%. Zwischen den 15 häufigsten Autoren existiert eine dynamische Zusammenarbeit. Dies ist erkenntlich, da es zwischen elf von ihnen zur Kooperation bei Publikationen kam.

Die „Subheadinganalyse“ in der „MeSH-Database“ ergab die meisten Treffer für den Bereich „Physiology“ (22.372 Treffer). Einen großen Zuwachs bekamen die Bereiche „Genetics“ 66,6%, „Classification“ 50,6% und „Pathogenicity“ 56,5% in den Jahren zwischen 1997 und 2006.

Die Untersuchung zeigte, dass bei den Therapieoptionen besonders die Penicilline im Interesse der Forschung stehen. Zwischen 1997 und 2006 zeigen sie 4.432 Publikationen, während es bei den drei anderen analysierten Antibiotika, Makrolide, Cephalosporine und Lincosamide, zu weniger Ergebnissen kam.

Im analysierten Zeitraum zwischen 1957 und 2006 fand in der Forschung zum Thema Streptokokken ein exponentielles Wachstum in der Anzahl der Veröffentlichungen statt, mit der höchsten Produktivität in USA, gefolgt von europäischen Ländern. Die Ergebnisse beschreiben den Trend im Forschungsaufkommen dieser wichtigen Infektionserreger, denen nach wie vor ein großes Interesse der Wissenschaft entgegengebracht wird.

6 SUMMARY

The aim of this study is the analysis of research on streptococci based on scientometric procedures. The data was collected over a period of 50 years (1957-2006). Databases including "ISI-Web of Science" provided by Thomson Scientific Institute and "PubMed" of the „United States National Library of Medicine“ were searched for particular aspects concerning the term "streptococc*". As readout parameters the number of hits considering certain search parameters for instance year of publication, country of publication, co-operations between different countries or institutions, language of publication, document types, subject areas, and journals were analysed. Furthermore, the citation formats of the articles as well as an analysis of the authors, subheading-terms and individual subject areas were examined. To some extent the results were presented in cartograms and radar charts.

The total number of hits for the given search term and time frame on "ISI-Web of Science" amount to 59053 and to 77609 results on "PubMed- database". Since 1957, there has been a constant increase in the number of publications per year. In the years 1990/1991 there was a significant jump; the number of search results was more than doubled. Especially the United States of America are prominent with a high number of published items (22451 hits). The United States also seems to play a leadership role in co-operations as they have had the highest number in international collaborations. However, there was a decrease from 49% to 35% of the US-publications between 1981 and 2006.

The publications concerning the streptococci were published in 18 different languages. In 55554 cases it was published in the English language, which represents a proportion of 94%. The development of document types in the last fifty years resulted in "articles" being the main publication type, which have risen from 66% to 85%. With only 2% of all publications in 2006, "meeting abstracts" have severely lost importance. Most research on the streptococci species is taking place in the field of "Microbiology". The subject areas "Biochemistry and Molecular Biology" and "Biotechnology and applied Microbiology" showed a considerable increase. However the journal with the most publications is the dental journal "Journal of Dental Research" with overall 2555 results. The journal with the second highest number of results is the microbiological journal "Infection and Immunity" with 2381 publications.

The scientific reputation of the publications measured by citations per item was found highest for the Netherlands, showing an average of 22,7 citations per article. The average rate of citation was 17,8 citations per article. Until the year 2005, there was a constant increase in the number of general citations to 80839. In 2006, there was a slight cutback to 75936 citations. The ten authors who have published the most on streptococci have released between 148 and 240 publications. The rate of authors publishing as first- or senior authors is high, as ten out of twelve have published more than 50% of their publications as first- or senior authors. The rate of self- citations lies between 2.1% and 13.8%. There is a dynamic cooperation between the fifteen authors who publish most frequently. This is illustrated by the high number of co-operations between eleven of the fifteen authors.

Analysing the subheadings in the "MeSH-Database" most results were found for the group "Physiology" (22372 hits). In the years between 1997 and 2006, there has been a considerable increase in "Genetics" with 66.6%, "Classification" with 50.6% and "Pathogenicity" with 56.5%. The investigation regarding the form of therapy showed that penicillin was in the focus of research. Between 1997 and 2006 the combination penicillin with streptococci had 4432 hits. In comparison, macrolide, cephalosporin and lincosamide only showed fewer results.

Productivity on streptococci has undergone exponential growth in the period 1957-2006 with the United States of America been the principle producer country followed by European countries. In conclusion results illustrate increasing research activities related to these important infectious agents.

7 LITERATURVERZEICHNIS

1. ABGUEGUEN, P., AZOULAY-DUPUIS, E., NOEL, V., MOINE, P., RIEUX, V., FANTIN, B., BEDOS, J. P.
Amoxicillin is effective against penicillin-resistant *Streptococcus pneumoniae* strains in a mouse pneumonia model simulating human pharmacokinetics.
Antimicrob Agents Chemother 51: 208-214 (2007).
2. AKSNES, D.
A macro study of self-citation.
Scientometrics 56: 235-246 (2003).
3. ALLEN, U. D., NAVAS, L., KING, S. M.
Effectiveness of intrapartum penicillin prophylaxis in preventing early-onset group B streptococcal infection: results of a meta-analysis.
Cmaj 149: 1659-1665 (1993).
4. ANDERSEN, J., BELMONT, J., CHO, C. T.
Journal impact factor in the era of expanding literature.
J Microbiol Immunol Infect 39: 436-443 (2006).
5. ANTHONY, B. F., OKADA, D. M.
The emergence of group B streptococci in infections of the newborn infant.
Annu Rev Med 28: 355-369 (1977).
6. AVERY, O. T., MACLEOD, C. M., MCCARTY, M.
Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. Inductions of transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from pneumococcus type III.
J Exp Med 149: 297-326 (1979).
7. BAETHGE, C.
Die Sprachen der Medizin.
Dtsch Arztebl 105: 37-40 (2008).
8. BALL, R., TUNGER D.
Bibliometrische Analysen- Daten, Fakten und Methoden (Band 12).
Forschungszentrum Jülich GmbH (2005).

9. BEAVER, D.
Does collaborative research have greater epistemic authority?.
Scientometrics 60: 399-408 (2001).
10. BEHR, T., KOOB, C., SCHEDL, M., MEHLEN, A., MEIER, H., KNOPP, D.,
FRAHM, E., OBST, U., SCHLEIFER, K., NIESSNER, R., LUDWIG, W.
A nested array of rRNA targeted probes for the detection and identification of
enterococci by reverse hybridization.
Syst Appl Microbiol 23: 563-572 (2000).
11. BENTLEY, R. W., LEIGH, J. A., COLLINS, M. D.
Intragenetic structure of *Streptococcus* based on comparative analysis of
small-subunit rRNA sequences.
Int J Syst Bacteriol 41: 487-494 (1991).
12. BERKOWITZ, R. J.
Mutans streptococci: acquisition and transmission.
Pediatr Dent 28: 106-109; discussion 192-108 (2006).
13. BLOCK, S. L.
Short-course antimicrobial therapy of streptococcal pharyngitis.
Clin Pediatr (Phila) 42: 663-671 (2003).
14. BOUCHERON, M.
Serotherapy in the rheumatism with streptococci.
C R Seances Soc Biol Fil 270-272 (1900).
15. BROWN, C. K., GU, Z. Y., MATSUKA, Y. V., PURUSHOTHAMAN, S. S.,
WINTER, L. A., CLEARY, P. P., OLMSTED, S. B., OHLENDORF, D. H.,
EARHART, C. A.
Structure of the streptococcal cell wall C5a peptidase.
Proc Natl Acad Sci U S A 102: 18391-18396 (2005).
16. BRUCKNER, R., NUHN, M., REICHMANN, P., WEBER, B., HAKENBECK, R.
Mosaic genes and mosaic chromosomes-genomic variation in *Streptococcus*
pneumoniae.
Int J Med Microbiol 294: 157-168 (2004).
17. CHARRIN, LEGROS, G.
Streptococcal septicemia and enteritis with pyocyanic bacilli in an adult.
C R Seances Soc Biol Fil 52: 613-614 (1900).

18. CLARKE, J.
A case of ulcerative endocarditis, with recovery under the use of anti streptococcic serum.
Lancet 2: 168-170 (1900).

19. COLLINS, M. D., AGUIRRE, M., FACKLAM, R. R., SHALLCROSS, J., WILLIAMS, A. M.
Globicatella sanguis gen.nov., sp.nov., a new gram-positive catalase-negative bacterium from human sources.
J Appl Bacteriol 73: 433-437 (1992).

20. COLLINS, M. D., FALSEN, E., LEMOZY, J., AKERVALL, E., SJODEN, B., LAWSON, P. A.
Phenotypic and phylogenetic characterization of some Globicatella-like organisms from human sources: description of Facklamia hominis gen. nov., sp. nov.
Int J Syst Bacteriol 47: 880-882 (1997).

21. COLLINS, M. D., HUTSON, R. A., FALSEN, E., NIKOLAITCHOUK, N., LACLAIRE, L., FACKLAM, R. R.
An unusual Streptococcus from human urine, Streptococcus urinalis sp. nov.
Int J Syst Evol Microbiol 50 Pt 3: 1173-1178 (2000).

22. COLLINS, M. D., LUNDSTROM, T., WELINDER-OLSSON, C., HANSSON, I., WATTLE, O., HUDSON, R. A., FALSEN, E.
Streptococcus devriesei sp. nov., from equine teeth.
Syst Appl Microbiol 27: 146-150 (2004).

23. COTTET, J., TISSIER, H.
On a variety of discoloured streptococcus by Gram's method.
C R Seances Soc Biol Fil 52: 627-628 (1900).

24. CRONIN, B., SHAW, D., LA BARRE, K.
Visible, less visible, and invisible work: Patterns of collaboration in 20th century chemistry.
JASIS 55: 160-168 (2004).

25. DAVACHI, F., BREGU, H., LITO, G.
Recurrent Streptococcus pneumoniae meningitis.
J Trop Pediatr 48: 249-251 (2002).

26. DEASY, B. M., REA, M. C., FITZGERALD, G. F., COGAN, T. M., BERESFORD, T. P.
A rapid PCR based method to distinguish between *Lactococcus* and *Enterococcus*.
Syst Appl Microbiol 23: 510-522 (2000).
27. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR PÄDIATRISCHE INFEKTOLOGIE E.V.
Handbuch Infektionen bei Kindern und Jugendlichen: mit 143 Tabellen (3. Aufl.)
Futuramed-Verl., München (2000).
28. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG.
Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen.
Gentner Verlag, Stuttgart (2007).
29. DIMDI.
Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information.
www.dimdi.de/static/de/klassi/mesh_umls/mesh/meshallg.htm. (2008).
30. ELDER, W.
A case of pernicious anaemia treated by anti-streptococcic serum.
Lancet 1: 1198-1201 (1900).
31. ENDERLE, G., SEIDEL, H.
Arbeitsmedizin Fort-und Weiterbildung Kurs A-C.
Elsevier, München Jena (2004).
32. EUZÉBY, J. P.
List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature.
www.bacterio.cict.fr/ (2008).
33. FACKLAM, R.
What happened to the streptococci: overview of taxonomic and nomenclature changes.
Clin Microbiol Rev 15: 613-630 (2002).
34. FALAGAS, M. E., PITSOUNI, E. I., MALIETZIS, G. A., PAPPAS, G.
Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses.
FASEB J (2007).

35. FERRETTI, J. J., MCSHAN, W. M., AJDIC, D., SAVIC, D. J., SAVIC, G., LYON, K., PRIMEAUX, C., SEZATE, S., SUVOROV, A. N., KENTON, S., LAI, H. S., LIN, S. P., QIAN, Y., JIA, H. G., NAJAR, F. Z., REN, Q., ZHU, H., SONG, L., WHITE, J., YUAN, X., CLIFTON, S. W., ROE, B. A., MCLAUGHLIN, R.
Complete genome sequence of an M1 strain of *Streptococcus pyogenes*.
Proc Natl Acad Sci U S A 98: 4658-4663 (2001).

36. FLANAGAN, J., COLLIN, N., TIMONEY, J., MITCHELL, T., MUMFORD, J. A., CHANTER, N.
Characterization of the haemolytic activity of *Streptococcus equi*.
Microb Pathog 24: 211-221 (1998).

37. FLEMMING, A.
On antibacterial action of cultures of penicillium, with special reference to their use in isolation of *B. influenzae*.
Br J Exp Pathol 10: 226-236 (1929).

38. FULLER, A.
The formamide method for the extraction of polysaccharides from hemolytic streptococci.
Brit J Exp Pathol 19: 130-139 (1938).

39. GARFIELD, E.
Journal impact factor: a brief review.
Cmaj 161: 979-980 (1999).

40. GASTNER, M. T., NEWMAN, M. E.
From The Cover: Diffusion-based method for producing density-equalizing maps.
Proc Natl Acad Sci U S A 101: 7499-7504 (2004).

41. GIEßLER, A.
Zur Evaluierung der Forschungsleistung eines Universitätsklinikums.
Dtsch med Wochenschr 125: 979-983 (2000).

42. GLÄNZEL, W., THILS, B.
The influence of author self-citations on bibliometric macro indicators.
Scientometrics 281-310 (2004).

43. GRIFFITH, F.
The significance of pneumococcal types.
J Hyg 27: 113-159 (1928).

44. HAHN, H., FALKE, D., ULLMANN, U., KAUFMANN, S.H.E.
Medizinische Mikrobiologie (5. Aufl.)
Springer Verlag, Berlin (2004).
45. HAMADA, S., SLADE, H. D.
Biology, immunology, and cariogenicity of *Streptococcus mutans*.
Microbiol Rev 44: 331-384 (1980).
46. HAMADA, S., VEARNCOMBE, M., MCGEER, A., SHAH, P.
Neonatal group B streptococcal disease: incidence, presentation, and mortality.
J Matern Fetal Neonatal Med 21(1): 53-57 (2008).
47. HANADA, N.
Current understanding of the cause of dental caries.
Jpn J Infect Dis 53: 1-5 (2000).
48. HANDLEY, P., COYKENDALL, A., BEIGHTON, D., HARDIE, J. M., WHILEY, R. A.
Streptococcus crista sp. nov., a viridans streptococcus with tufted fibrils, isolated from the human oral cavity and throat.
Int J Syst Bacteriol 41: 543-547 (1991).
49. HARDIE, J. M., MARSH, P. D.
Streptococci and the human oral flora.
Soc Appl Bacteriol Symp Ser 7: 157-206 (1978).
50. HELLWIG, E., KLIMEK, J., ATTIN, T.
Einführung in die Zahnerhaltung (4. Aufl.).
Urban & Fischer, München (2006).
51. HICKMAN, M. E., RENCH, M. A., FERRIERI, P., BAKER, C. J.
Changing epidemiology of group B streptococcal colonization.
Pediatrics 104: 203-209 (1999).
52. HOLTZHAUER, M.
Biochemische Labormethoden (3. Aufl.).
Springer Verlag, Berlin (1997).
53. HUOVINEN, P.
Causes, diagnosis and treatment of pharyngitis.
Compr Ther 25: 326-329 (1999).

54. HYLAND, K.
Self-citation and self-reference: Credibility and promotion in academic publication.
Journal of the American Society for Information Science and Technology 54: 251-259 (2003).
55. JEDRZEJAS, M. J.
Pneumococcal virulence factors: structure and function.
Microbiol Mol Biol Rev 65: 187-207 ; first page, table of contents (2001).
56. JOKIC, M., BALL, R.
Qualität und Quantität wissenschaftlicher Veröffentlichungen.
Forschungszentrum Jülich GmbH (2006).
57. JONES, R. N., SADER, H. S., STILWELL, M. G., FRITSCHKE, T. R.
Garenoxacin activity against isolates form patients hospitalized with community-acquired pneumonia and multidrug-resistant *Streptococcus pneumoniae*.
Diagn Microbiol Infect Dis 58: 1-7 (2007).
58. KAWAMURA, Y., HOU, X. G., SULTANA, F., MIURA, H., EZAKI, T.
Determination of 16S rRNA sequences of *Streptococcus mitis* and *Streptococcus gordonii* and phylogenetic relationships among members of the genus *Streptococcus*.
Int J Syst Bacteriol 45: 406-408 (1995).
59. KEEFER, C. S., BLAKE, F. G., MARSHALL, E. K.
Penicillin in the treatment of infections: a report of 500 cases.
JAMA 122: 1217–1224 (1943).
60. KLUGMAN, K. P.
Clinical impact of antibiotic resistance in respiratory tract infections.
Int J Antimicrob Agents 29 Suppl 1: S6-10 (2007).
61. KLUGMAN, K. P., FELDMAN, C.
Streptococcus pneumoniae respiratory tract infections.
Curr Opin Infect Dis 14: 173-179 (2001).
62. KOLLER, T., NELSON, D., NAKATA, M., KREUTZER, M., FISCHETTI, V. A., GLOCKER, M. O., PODBIELSKI, A., KREIKEMEYER, B.
PlyC, a novel bacteriophage lysin for compartment- dependent proteomics of group A streptococci.
Proteomics 8: 140-148 (2008).

63. KWINN, L. A., NIZET, V.
How group A Streptococcus circumvents host phagocyte defenses.
Future Microbiol 2: 75-84 (2007).

64. LANCEFIELD, R.
A serological differentiation of human and other groups of streptococci.
J Exp Med 59: 441-158 (1933).

65. LANDAU, K., PRESSEL, G.
Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen.
Gentner Verlag, Stuttgart (2004).

66. LEXIKON DER KARTOGRAPHIE UND GEOMATIK.
Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH Online-
Fachwörterbuch/Kartenanamorphote.
<http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/karto/2560> (2008).

67. LINDBERG, D. A., SCHOOLMAN, H. M.
The National Library of Medicine and medical informatics.
West J Med 145: 786-790 (1986).

68. LIU, Z.
Trends in transforming scholarly communication and their implications.
Information Processing and Management 39: 889-898 (2003).

69. LOEWE, L., ROSENBLATT, P., GREENE, H. J.
Combined penicillin and heparin therapy of subacute bacterial endocarditis:
report of seven consecutive successfully treated patients.
JAMA 144-149 (1944).

70. LOOF, T. G., ROHDE, M., CHHATWAL, G. S., JUNG, S., MEDINA, E.
The contribution of dendritic cells to host defenses against Streptococcus
pyogenes.
J Infect Dis 196: 1794-1803 (2007).

71. LUDWIG, W., SEEWALDT, E., KILPPER-BALZ, R., SCHLEIFER, K. H.,
MAGRUM, L., WOESE, C. R., FOX, G. E., STACKEBRANDT, E.
The phylogenetic position of Streptococcus and Enterococcus.
J Gen Microbiol 131: 543-551 (1985).

72. LYLE, R.
The value of anti streptococcic serum.
Lancet 2: 1236-1236 (1900).
73. MANN, A. H.
IV. A Case of Emphysematous Gangrene of the Hand Due to the
Streptococcus Pyogenes and the Bacillus AERogenes Capsulatus: Recovery
without Amputation.
Ann Surg 19: 187-196 (1894).
74. MCENTYRE, J., LIPMAN, D.
PubMed: bridging the information gap.
Cmaj 164: 1317-1319 (2001).
75. MEDINA, E., GOLDMANN, O., TOPPEL, A. W., CHHATWAL, G. S.
Survival of Streptococcus pyogenes within host phagocytic cells: a pathogenic
mechanism for persistence and systemic invasion.
J Infect Dis 187: 597-603 (2003).
76. MEENEN, N. M.
[The impact factor--a reliable sciento-metric parameter?].
Unfallchirurgie 23: 128-134; discussion 135-126 (1997).
77. MENEGHINI, R., PACKER, A. L.
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 8: 112-116 (2007).
78. MERTON, R. K.
The Matthew effect in science. The reward and communication systems of
science are considered.
Science 159: 56-63 (1968).
79. MURRAY, P. R., ROSENTHAL, K. S., PFALLER, M. A.
Medical Microbiology (5th Ed.)
Elsevier, Philadelphia, USA (2005).
80. NICLASEN, B. V., BJERREGAARD, P.
Child health in Greenland.
Scand J Public Health 35: 313-322 (2007).

81. NUMERICO, T.
From Gutenberg to the Internet. A sourcebook on the history of information technology.
Nuncius-Journal of the History of Science 21: 439-440 (2006).
82. ONILE, B. A.
Review of group B streptococci and their infections.
Afr J Med Med Sci 14: 131-143 (1985).
83. PIEPER, K.
Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2000.
Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Zahnpflege e.V.(DAJ), Bonn (2001).
84. PODBIELSKI, A., LÜTTICKEN, R., IN KÖHLER, W., EGGERS, H. J.,
FLEISCHER, B., MARRE, R., PFISTER, H., PULVERER, G.
Medizinische Mikrobiologie (8. Aufl.).
Urban & Fischer, München: 260-276 (2001).
85. RAHMAN, M., FUKUI, T.
Biomedical publication--global profile and trend.
Public Health 117: 274-280 (2003).
86. RANTZ, L. A., RANDALL, E.
Use of autoclaved extracts of hemolytic streptococci for serological grouping.
Stanford Med Bull 13: 290-291 (1955).
87. READ, B.
A case of puerperal septic aemia treated by anti streptococcic serum,
complicated by pulmonary embolism perimetritis, and axillary abscess,
recovery.
Lancet 2: 1725-1726 (1900).
88. REINERT, R. R.
Streptokokken Infektionen Aktuelle Aspekte zur Diagnostik, Prophylaxe und
Therapie.
Uni-Med Verlag AG, Bremen (2007).
89. REINERT, R. R., REINERT, S., VAN DER LINDEN, M., CIL, M. Y., AL-
LAHHAM, A., APPELBAUM, P.
Antimicrobial susceptibility of Streptococcus pneumoniae in eight European
countries from 2001 to 2003.
Antimicrob Agents Chemother 49: 2903-2913 (2005).

90. REINERT(A), R. R.
Rapid streptococcal antigen detection tests.
J Lab Med 31: 280-293 (2007).

91. RENNER, R. M., RENNER, A., SCHMID, S., HOESLI, I., NARS, P.,
HOLZGREVE, W., SURBEK, D. V.
Efficacy of a strategy to prevent neonatal early-onset group B streptococcal
(GBS) sepsis.
J Perinat Med 34: 32-38 (2006).

92. RKI.
Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-
Institut / Stand: Juli 2006.
[http://www.rki.de/clin_048/nn_195844/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2006/
30__06,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/30_06.pdf](http://www.rki.de/clin_048/nn_195844/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2006/30__06,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/30_06.pdf) 20 (2006).

93. RKI.
Scharlach und andere Infektionen durch Streptococcus pyogenes.
[http://www.rki.de/nn_504496/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Rat__Sc
harlach.html](http://www.rki.de/nn_504496/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Rat__Sc
harlach.html) (2008).

94. ROBINSON, J. H., KEHOE, M. A.
Group A streptococcal M proteins: virulence factors and protective antigens.
Immunol Today 13: 362-367 (1992).

95. RODRIGUES, U. M., AGUIRRE, M., FACKLAM, R. R., COLLINS, M. D.
Specific and intraspecific molecular typing of lactococci based on
polymorphism of DNA encoding rRNA.
J Appl Bacteriol 71: 509-516 (1991).

96. ROLPH, H. J., LENNON, A., RIGGIO, M. P., SAUNDERS, W. P.,
MACKENZIE, D., COLDERO, L., BAGG, J.
Molecular identification of microorganisms from endodontic infections.
J Clin Microbiol 39: 3282-3289 (2001).

97. RUESS, M., MULLER, U., SANDER, A., BERNER, R.
Antimicrobial susceptibility patterns of Streptococcus agalactiae in a German
university hospital.
Scand J Infect Dis 32: 623-626 (2000).

98. SATO, S., KANAMOTO, T., INOUE, M.
Abiotrophia elegans strains comprise 8% of the nutritionally variant streptococci isolated from the human mouth.
J Clin Microbiol 37: 2553-2556 (1999).
99. SAVOIA, D., GOTTIMER, C., CROCILLA, C., ZUCCA, M.
Streptococcus agalactiae in pregnant women: Phenotypic and genotypic characters.
J Infect (2007).
100. SCHLEGEL, L., GRIMONT, F., COLLINS, M. D., REGNAULT, B., GRIMONT, P. A., BOUVET, A.
Streptococcus infantarius sp. nov., Streptococcus infantarius subsp. infantarius subsp. nov. and Streptococcus infantarius subsp. coli subsp. nov., isolated from humans and food.
Int J Syst Evol Microbiol 50 Pt 4: 1425-1434 (2000).
101. SCHLEGEL, L., GRIMONT, F., GRIMONT, P. A., BOUVET, A.
New group D streptococcal species.
Indian J Med Res 119 Suppl: 252-256 (2004).
102. SCHOTTMÜLLER, H.
Die Artunterscheidung der für den Menschen pathogenen Streptokokken durch Blutagar.
Münch Med Wschr 849-853 (1903).
103. SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS.
Academic Research and Development.
www.nsf.gov/statistics/seind06/c5/c5h.htm (2006).
104. SHERMAN, J. M.
The Streptococci.
Bacteriol Rev 1: 3-97 (1937).
105. SHULMAN, S. T.
The history of the pneumococcus.
Pediatr Ann 31: 225-226 (2002).
106. SIMOES, J. A., AROUTCHEVA, A. A., HEIMLER, I., FARO, S.
Antibiotic resistance patterns of group B streptococcal clinical isolates.
Infect Dis Obstet Gynecol 12: 1-8 (2004).

107. SMITH, R.
Commentary: the power of the unrelenting impact factor--is it a force for good or harm?.
Int J Epidemiol 35: 1129-1130 (2006).
108. STEFFEE, C. H.
Alexander Fleming and penicillin. The chance of a lifetime?.
N C Med J 53: 308-310 (1992).
109. STENHOUSE, J.
Septic lymphangitis along the ureters affecting the kidneys treated with anti-streptococcic serum, recovery.
Lancet 1: 303-304 (1900).
110. TETTELIN, H., MASIGNANI, V., CIESLEWICZ, M. J., DONATI, C., MEDINI, D., WARD, N. L., ANGIUOLI, S. V., CRABTREE, J., JONES, A. L., DURKIN, A. S., DEBOY, R. T., DAVIDSEN, T. M., MORA, M., SCARSELLI, M., MARGARIT Y ROS, I., PETERSON, J. D., HAUSER, C. R., SUNDARAM, J. P., NELSON, W. C., MADUPU, R., BRINKAC, L. M., DODSON, R. J., ROSOVITZ, M. J., SULLIVAN, S. A., DAUGHERTY, S. C., HAFT, D. H., SELENGUT, J., GWINN, M. L., ZHOU, L., ZAFAR, N., KHOURI, H., RADUNE, D., DIMITROV, G., WATKINS, K., O'CONNOR, K. J., SMITH, S., UTTERBACK, T. R., WHITE, O., RUBENS, C. E., GRANDI, G., MADOFF, L. C., KASPER, D. L., TELFORD, J. L., WESSELS, M. R., RAPPUOLI, R., FRASER, C. M.
Genome analysis of multiple pathogenic isolates of *Streptococcus agalactiae*: implications for the microbial "pan-genome".
Proc Natl Acad Sci U S A 102: 13950-13955 (2005).
111. THOMAS, T., ABRAMS, K. A., ROBINSON, R. J., MAYBERRY, J. F.
Meta-analysis: cancer risk of low-grade dysplasia in chronic ulcerative colitis.
Aliment Pharmacol Ther 25: 657-668 (2007).
112. THOMSON-SCIENTIFIC(A).
ISI Web of Knowledge.
http://isiwebofknowledge.com/currentuser_wokhome/cu_wokhistory/ (2008).
113. THOMSON-SCIENTIFIC(B).
ISI Web of Science.
<http://scientific.thomson.com/free/essays/selectionofmaterial/journalselection/>.
(2008).
114. THOMSON-SCIENTIFIC(C).
ISI Web of Science.
<http://scientific.thomson.com/products/wos/>. (2008).

115. THOMSON-SCIENTIFIC(D).
Journal Citation Reports.
<http://scientific.thomson.com/products/jcr/> (2008).
116. THOMSON-SCIENTIFIC(E).
Journal summary list.
<http://admin-apps.isiknowledge.com/JCR/JCR> (2008).
117. UNITED STATES NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE.
About the National Library of Medicine
<http://www.nlm.nih.gov/about/index.html> (2008).
118. VERGIDIS, P. I., KARAVASIOU, A. I., PARASCHAKIS, K., BLIZIOTIS, I. A.,
FALAGAS, M. E.
Bibliometric analysis of global trends for research productivity in microbiology.
Eur J Clin Microbiol Infect Dis 24: 342-346 (2005).
119. WALTON, G.
The value of anti-streptococcic serum.
Lancet 2: 1236-1236 (1900).
120. WHITNEY, A. M., O'CONNOR, S. P.
Phylogenetic relationship of *Gemella morbillorum* to *Gemella haemolysans*.
Int J Syst Bacteriol 43: 832-838 (1993).
121. WHITNEY, C. G.
Preventing pneumococcal disease. ACIP recommends pneumococcal
polysaccharide vaccine for all adults age > or = 65.
Geriatrics 58: 20-22, 25 (2003).
122. WILLCOX, M. D., ZHU, H., KNOX, K. W.
Streptococcus australis sp. nov., a novel oral streptococcus.
Int J Syst Evol Microbiol 51: 1277-1281 (2001).
123. WILSON, L. G.
The early recognition of streptococci as causes of disease.
Med Hist 31: 403-414 (1987).
124. WILSON, W., TAUBERT, K. A., GEWITZ, M., LOCKHART, P. B., BADDOUR,
L. M., LEVISON, M., BOLGER, A., CABELL, C. H., TAKAHASHI, M.,
BALTIMORE, R. S., NEWBURGER, J. W., STROM, B. L., TANI, L. Y.,
GERBER, M., BONOW, R. O., PALLASCH, T., SHULMAN, S. T., ROWLEY,

- A. H., BURNS, J. C., FERRIERI, P., GARDNER, T., GOFF, D., DURACK, D. T.
Prevention of infective endocarditis: guidelines from the American Heart Association: a guideline from the American Heart Association Rheumatic Fever, Endocarditis and Kawasaki Disease Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young, and the Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group.
J Am Dent Assoc 138: 739-745, 747-760 (2007).
125. WINKMANN, G., SCHLUTIUS, S., SCHWEIM, H. G.
[Publication languages of Impact Factor journals and of medical bibliographic databanks].
Dtsch med Wochenschr 127: 131-137 (2002).
126. WINN, H. N.
Group B streptococcus infection in pregnancy.
Clin Perinatol 34: 387-392 (2007).
127. WOO, P. C., TAM, D. M., LEUNG, K. W., LAU, S. K., TENG, J. L., WONG, M. K., YUEN, K. Y.
Streptococcus sinensis sp. nov., a novel species isolated from a patient with infective endocarditis.
J Clin Microbiol 40: 805-810 (2002).
128. WOOD, A.
A case of puerperal septic aemia treated by anti-streptococcal serum, and complicated by phlegmasia, recovery.
Lancet 2: 401-402 (1900).

8 LEBENSLAUF

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

9 DANKSAGUNG

Bei Herrn Professor Dr. David Groneberg bedanke ich mich herzlich für die Überlassung des interessanten Dissertationsthemas. Die wissenschaftliche Betreuung, seine Begeisterungsfähigkeit und die sehr freundliche Unterstützung während der Anfertigung dieser Arbeit, haben entscheidend zum Erfolg beigetragen.

Herrn Dipl. Ing. Cristian Scutaru danke ich für die stets hilfreiche Betreuung bei der Erstellung der Computerprogramme und jeglichen informatischen Problemen.

Vielen Dank auch an das Doktorandenteam, insbesondere Carolin Kreiter, Julia Börger, Norman Schöffel, Hanna Zell und Anika Friedebold für das freundliche Klima im Doktorandenbüro, die Unterstützung und die hilfreichen Ideen zur Doktorarbeit.

Louisa Bock, Benjamin Gruhn und Anika Friedebold danke ich besonders für das Korrekturlesen meiner Arbeit.

Meinen Eltern und Schwestern danke ich ganz besonders für die liebevolle Unterstützung nicht nur während der Dissertationsarbeit sondern auch während meines gesamten Studiums.

10 EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

„Ich, Johanna Agnes Marietta, Bock, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema:

Streptococcus: 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.“