

Aus dem Fachbereich Medizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

betreut am  
Zentrum der Gesundheitswissenschaften  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin  
Direktor: Prof. Dr. Dr. David A. Groneberg

***Trypanosoma brucei* und die Afrikanische Schlafkrankheit**

**Eine szientometrische Analyse**

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

vorgelegt von  
Antonia Heiler  
aus Heidelberg

Frankfurt am Main, 2020

Dekan: Prof. Dr. Stefan Zeuzem  
Referent: PD Dr. David Quarcoo  
Korreferent: Prof. Dr. Volkhard Kempf  
Tag der mündlichen Prüfung: 18.03.2021

# Inhaltsverzeichnis

1	<i>Trypanosoma Brucei</i> und die Afrikanische Schlafkrankheit.....	11
1.1	Der Parasit <i>Trypanosoma brucei spp</i> .....	12
1.1.1	Biologie und Morphologie.....	12
1.1.2	Lebenszyklus der <i>Trypanosoma brucei spp</i> .....	12
1.1.3	Die Tsetsefliege als Vektor .....	13
1.2	Humane Afrikanische Trypanosomiasis .....	14
1.2.1	Epidemiologie der Humanen Afrikanischen Trypanosomiasis .....	14
1.2.2	Transmission.....	16
1.2.3	Klinisches Bild der Humanen Afrikanischen Schlafkrankheit .....	16
1.2.4	Diagnostik.....	19
1.2.5	Therapie der Afrikanischen Schlafkrankheit .....	22
2	Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit .....	26
3	Methodik .....	28
3.1	Datenbank - <i>Web of Science Core Collection</i> .....	28
3.2	Suchterminus - Medical Subject Heading Database .....	29
3.3	Allgemeines Vorgehen .....	30
3.4	Aspekte der szientometrischen Analyseverfahren .....	31
3.4.1	Allgemeine chronologische Analysen .....	31
3.4.2	Geografische Analysen .....	31
3.4.3	Analyse der Institutionen.....	33
3.4.4	Analyse der Autoren .....	33
3.4.5	Analyse der Fachzeitschriften.....	34
3.4.6	Analyse der meistzitierten Artikel .....	34
3.4.7	Analyse der Themengebiete .....	35
3.5	Visualisierungsverfahren.....	35

3.5.1	Diffusions-Kartenanamorphoten.....	35
3.5.2	Kooperationsdiagramme .....	36
4	Ergebnisse .....	37
4.1	Allgemeine Publikationsanalyse nach chronologischen Aspekten.....	37
4.2	Geografische Analyse der Publikationen.....	42
4.2.1	Länderspezifische Analysen.....	42
4.2.2	Kooperationsanalysen der Länder .....	50
4.3	Analyse der publizierenden Institutionen .....	53
4.4	Analyse der Autoren .....	56
4.4.1	Die produktivsten Autoren.....	56
4.4.2	Analyse der meistzitierten Autoren.....	59
4.4.3	Kooperationsanalyse der Autoren .....	60
4.4.4	Genderanalysen der Autoren.....	62
4.5	Analyse der Quellzeitschriften.....	64
4.6	Analyse der zehn meistzitierten Artikel .....	67
4.7	Analyse der Themengebiete .....	68
5	Diskussion .....	74
5.1	Methodische Diskussion.....	74
5.1.1	Die erzeugte Datenbank .....	74
5.1.2	Zitierungen und Limitation von Analysewerkzeugen .....	78
5.2	Diskussion des Inhalts.....	81
5.2.1	Forschungsentwicklung der letzten 100 Jahre .....	81
5.2.2	Länder und Institutionen .....	86
5.2.3	Autoren.....	91
5.2.4	Genderanalysen .....	92
5.2.5	Fachzeitschriften .....	92
5.3	Ausblick.....	93

6	Zusammenfassung .....	95
7	Summary .....	97
8	Literaturverzeichnis.....	99
9	Danksagung.....	123
10	Curriculum Vitae .....	124
11	Schriftliche Erklärung .....	126

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Klassifikation der Trypanosoma.....	11
Abbildung 2:	Lebenszyklus <i>Trypanosoma brucei</i> .....	13
Abbildung 3:	Verteilung der Artikel über die Zeitperiode.....	37
Abbildung 4:	Anzahl der Zitierungen nach Publikationsjahr .....	38
Abbildung 5:	Durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel im Zeitverlauf .....	40
Abbildung 6:	Durchschnittliche Autorenanzahl pro Artikel .....	40
Abbildung 7:	Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses .....	41
Abbildung 8:	Anzahl der Kooperationsartikel nach Publikationsjahr .....	42
Abbildung 9:	Artikelanzahl der Länder .....	43
Abbildung 10:	Anzahl der Zitierungen der Länder.....	44
Abbildung 11:	Zitationsrate der Länder .....	44
Abbildung 12:	Modifizierter Hirsch Index der Länder.....	45
Abbildung 13:	Anzahl der publizierenden Institutionen der Länder.....	46
Abbildung 14:	Publikationen pro Einwohnerzahl in Millionen.....	47
Abbildung 15:	Publikationen pro BIP in Billionen USD.....	47
Abbildung 16:	Publikationen pro BIP p.c. in 1000 USD.....	48
Abbildung 17:	Anzahl der Kooperationsartikel .....	50
Abbildung 18:	Netzdiagramm der Länderkooperationen .....	52
Abbildung 19:	Meistpublizierende Institutionen .....	53
Abbildung 20:	Kooperationen der Institutionen.....	55
Abbildung 21:	Die produktivsten Autoren.....	56
Abbildung 22:	Die produktivsten Autoren mit Artikelanzahl .....	57
Abbildung 23:	Artikelanzahl als Erst-, Ko-, Letztautor .....	59
Abbildung 24:	Die meistzitierten Autoren und deren Artikelanzahl .....	60
Abbildung 25:	Kooperationen der Autoren.....	61
Abbildung 26:	Chronologische Analyse der Geschlechterverteilung.....	62
Abbildung 27:	Geschlechterverteilung der produktivsten Länder .....	63
Abbildung 28:	Geschlechterverteilung der publikationsstärksten Themengebiete.....	64
Abbildung 29:	Die meistpublizierenden Fachzeitschriften.....	65
Abbildung 30:	Die meistzitierten Fachzeitschriften .....	66
Abbildung 31:	Zitierungen der am stärksten vertretenen Themengebiete.....	69

Abbildung 32: Verteilung der meistzugewiesenen Themengebiete.....	70
Abbildung 33: Relative Häufigkeit der Themengebiete.....	71
Abbildung 34: Kombination der Themengebiete.....	72

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Epidemiologie der Trypanosomiasis gambiense <sup>6</sup> .....	15
Tabelle 2: Epidemiologie der Trypanosomiasis rhodesiense <sup>6</sup> .....	16
Tabelle 3: WHO Kriterien zur Einteilung in die Stadien I & II <sup>6</sup> .....	22
Tabelle 4: Medikamentenschema <sup>6</sup> .....	23
Tabelle 5: Direkter Vergleich sozioökonomischer Aspekte .....	49

## Abkürzungsverzeichnis

AK	Antikörper
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BIP p.c.	Bruttoinlandsprodukt per Capita
CATT	Card Agglutinationstest for Trypanosomiasis
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DEMP	Density Equalizing Map Projections
ELISA	Enzym Linked Immunsorbent Assay
HAT	Humane Afrikanische Trypanosomiasis
H-Index	Hirsch-Index
ISI	Institute for Scientific Information
JCR	Journal Citation Report
JIF	Journal Impact Factor
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
Il-10	Interleukin 10
LAMP	Loop mediated isothermal amplification
m	Männliche Autoren
mAECT	Mini-Anion-Exchange-Zentrifugationstechnik
mHCT	Mikro-Hämatokrit-Zentrifugationstechnik
MeSH	Medical Subject Heading
n	Artikelanzahl
nE	Artikelanzahl, die als Erstautor verfasst wurden
nL	Artikelanzahl, die als Letztautor verfasst wurden

nC	Artikelanzahl, die als Co-Autor verfasst wurden
NECT	Nifurtimox-Eflornithine Combination Treatment
nk	Anzahl Kooperationsartikel
NTD	Neglected Tropical Diseases
z	Anzahl Zitierungen
PCR	Polymerase Chain Reaction
PPP	Purchasing Power Parity
R <sub>BIP</sub>	Ratio BIP
R <sub>BIP-K</sub>	Ratio Pro-Kopf-Einkommen
R <sub>EWZ</sub>	Ratio Einwohnerzahl
RNA	Ribonukleinsäure
<i>Spp</i>	<i>Species Pluralis</i>
SRA	Serum Resistance Associated
TGSGP Gen	<i>Trypanosoma Gambiense</i> spezifischen Glykoprotein
TNF-alpha	Tumor-Nekrose-Faktor Alpha
T.b.	<i>Trypanosoma brucei</i>
VSG	Variant Surface Glykoprotein
w	Weibliche Autoren
WHO	World Health Organisation
WoS	Web of Science
zr	Zitationsrate

## 1 *Trypanosoma Brucei* und die Afrikanische Schlafkrankheit

Trypanosomen sind einzellige, eukaryotische Parasiten. David Gruby war der Erstbeschreiber der Gattung. Er gab seiner Entdeckung den Namen Trypanosom. Der Name verbindet das griechische Wort *trypanon* = Bohrer mit dem Wort *soma* = Körper.<sup>1</sup> Somit wurde der Parasit nach seiner spezifischen Motilität benannt. David Bruce bewies im Jahre 1903, dass eine Trypanosomenart über den Biss der Tsetsefliege übertragen wird.<sup>2</sup> Infolgedessen wurde diese Art der Subgattung Trypanozoon nach ihm benannt (Abb. 1). Trypanosomen gehören zur Ordnung der Kinetoplastiden und somit zu den Protozoa (Abb. 1).

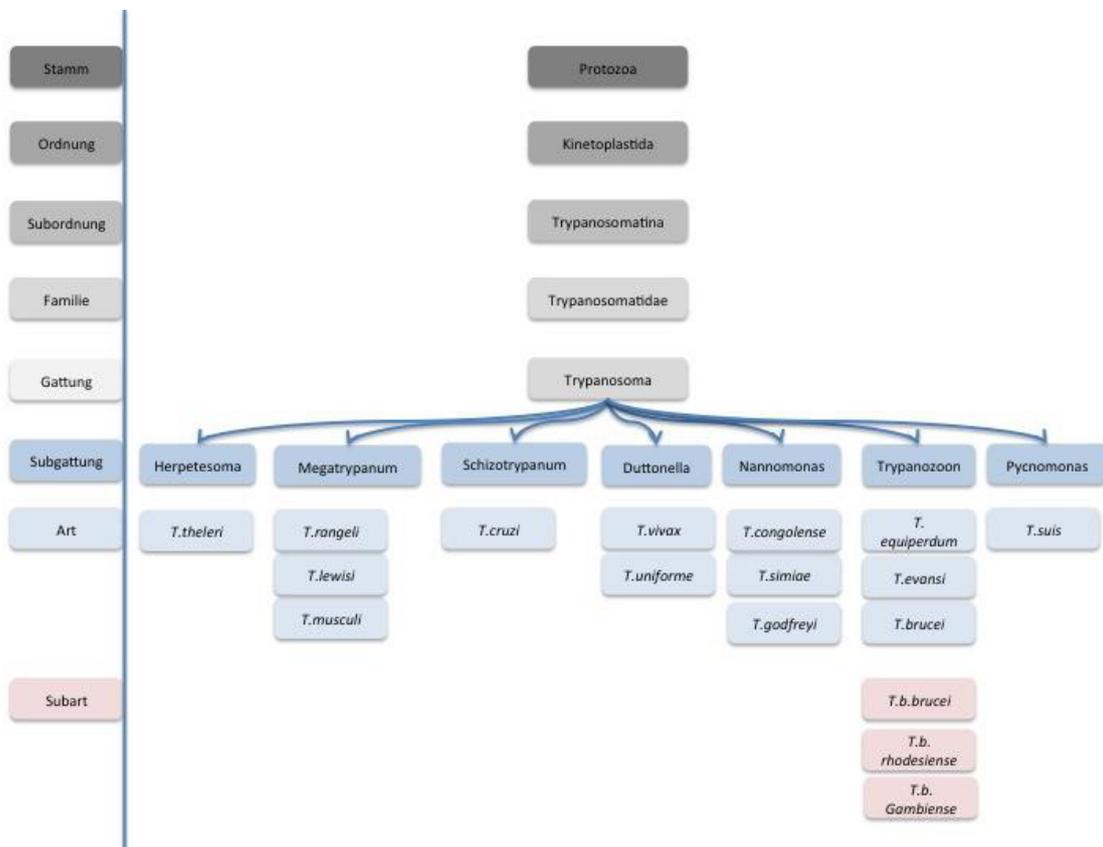


Abbildung 1: Klassifikation der Trypanosoma, Abbildung modifiziert nach Baral (2010) <sup>3</sup>

*Trypanosoma brucei* (*T.b.*) *gambiense* und *T.b. rhodesiense* sind die beiden humanpathogenen Formen der *T.b. species pluralis* (*spp.*). Sie sind beide Auslöser der Humanen Afrikanischen Schlafkrankheit (HAT). Die HAT wird von der World Health Organisation (WHO) zu den *Neglected Tropical Diseases* (NTD) gezählt.<sup>4</sup>

### **1.1 Der Parasit *Trypanosoma brucei* spp**

#### **1.1.1 Biologie und Morphologie**

Der einzellige eukaryotische Parasit *T.b.spp.* kann in vielen Säugetieren und auch dem Menschen vorkommen.<sup>5</sup> Die Ausmaße umfassen eine Länge von 20 µm und eine Breite von 5 µm.<sup>6</sup> Der Parasit besitzt ein einzelnes Flagellum, welches in allen Stadien des Lebenszyklus vorhanden ist und dessen Länge je nach Stadium variiert. Dieses Organell ist essentiell für die Lebensfähigkeit des Parasiten; die Ausdehnung des Flagellums kontrolliert die Formation von cytoskelettalen Strukturen, die als molekulare Organisatoren fungieren.<sup>7</sup> Zudem dient es als Instrument in der Parasiten-Wirt-Interaktion.<sup>8</sup> Bedeutend ist der sogenannte *Variant Surface Glykoprotein Mantel* (VSG coat), der den Parasit umhüllt und ihn vor dem Immunsystem des Wirtsorganismus schützt. Dieser *surface coat* wird periodisch verändert, um den Antikörpern (AK) des Wirts keinen Angriffspunkt zu bieten.<sup>5</sup> Im Jahr 2005 wurde das gesamte Genom des *T.b.* entschlüsselt. Es wurden insgesamt 806 Gene gefunden, die für den VSG coat codieren.<sup>9</sup>

Um die Subtypen voneinander zu unterscheiden, können molekulare Nachweise angewandt werden: *Trypanosoma rhodesiense* verfügt über ein spezifisches Markergen *Serum resistance associated* (SRA), *Trypanosoma gambiense* über das sogenannte *T.b.gambiense spezifisches Glykoprotein* (TGSGP Gen).<sup>10,11</sup>

#### **1.1.2 Lebenszyklus der *Trypanosoma brucei* spp**

Der Lebenszyklus der *T.b.spp.* unterscheidet sich nicht voneinander. Jedoch unterscheidet sich das jeweilige Reservoir. *T.b. gambiense* Infektionen werden größtenteils als Anthroponose betrachtet. Es wurden jedoch auch domestizierte Tiere und Wildtiere gefunden, die mit dem Erreger infiziert waren. Die Adaption an unterschiedliche Säugetier Seren wird mit der Expression des VSG Coats assoziiert.<sup>12,13</sup> Das Reservoir der *Trypanosoma rhodesiense* umfasst vor allem Wildtiere wie beispielsweise die Schirrantilope, den afrikanischen Büffel, den Leopard etc.<sup>13</sup> Als Vektor dient die Tsetsefliege (Abb. 2). Prinzipiell ist der Lebenszyklus der *T.b.spp.* sehr komplex und die jeweiligen Stadien werden nach Lokalisation des Flagellums beschrieben; Bei der Trypomastigoten Form befindet sich das Flagellum hinter dem Zellkern, bei der Epimastigoten Form davor.

# Einleitung

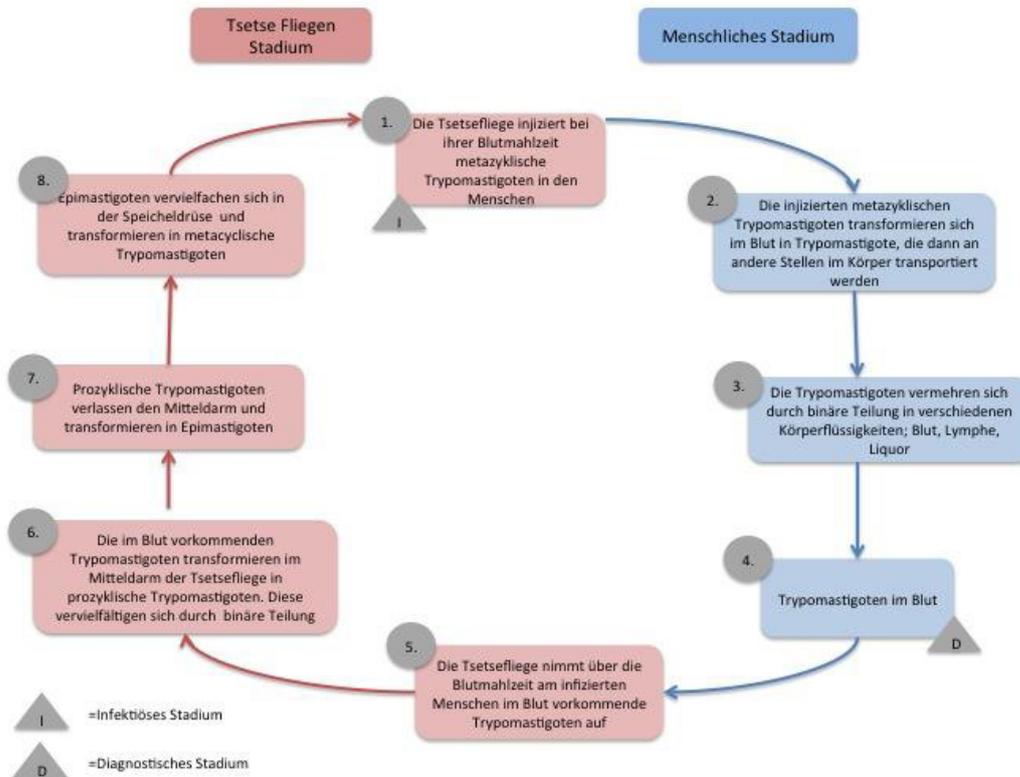


Abbildung 2: Lebenszyklus *Trypanosoma brucei*, Abbildung modifiziert nach Kennedy (2004) <sup>14</sup>

Sexuelle Reproduktion ist möglich, jedoch nicht obligatorisch für *T.b.spp.* Es wurden haploide Gameten in der Tsetsefliege gefunden, sodass dort möglicherweise eine Meiose stattfinden könnte.<sup>15</sup>

## 1.1.3 Die Tsetsefliege als Vektor

Die Tsetsefliege ist der Haupttransmissionsvektor für *T.b.spp.* und das einzige Insekt, das durch einen Biss *Trypanosoma brucei* übertragen kann. Daher korreliert das Vorkommen der HAT eng mit der Population der Tsetsefliege (Kap. 1.1.2). Der Lebensraum der Tsetsefliege ist in wassernahen häufig niedrig gelegenen Gebieten wie Mangrovenwäldern, Flüssen, Seen, Plantagen oder Wäldern. Daher ist sie im Subsahara Raum angesiedelt. Es ist zu beachten, dass bestimmte Subspezies bestimmte Lokalisationen bevorzugen. Die Lebensdauer und Prävalenz der Tsetsefliegen Population ist abhängig von der Regenzeit.<sup>2,16</sup> Die Reproduktion der Tsetsefliege ist sehr speziell, da ein Weibchen nur eine einzelne Larve ablegt, welche sich zunächst in ihrem Uterus entwickelt. Die Tsetsefliege ist somit lebendgebärend, was zu niedrigen Reproduktionsraten führt.<sup>6,17</sup> Die *Glossina* Spezies ist somit ein niedrig potenter Vektor, jedoch genügen sehr geringe Mengen des Erregers um den

## Einleitung

Wirt zu infizieren.<sup>18</sup> In einer großen Studie wurde das Genom der *Glossina morsitans* entschlüsselt. Es existieren mehrere mikrobielle Symbiosen. Viele *Glossina* sind mit dem Bakterium *Wolbachia* infiziert, wobei Teile des bakteriellen Genoms im Wirtsgenom gefunden wurden. Die Infektion ist in den ovariellen Keimzellen oder Testikeln lokalisiert. Infizierte Weibchen besitzen einen Reproduktionsvorteil gegenüber Nichtinfizierten. Das Bakterium *Wigglesworthia* finden sich im Bakteriome, in den Milchdrüsen und im Darm der Larve und versorgt das Weibchen und die Larve mit nahrungsergänzenden Stoffen, welche die Fertilität des Weibchens steigern und die Larvenentwicklung unterstützen. Zusätzlich bestehen symbiotische Beziehungen zwischen Wirt und dem Bakterium *Sodalis*, sowie den Viren *Salivary Gland Hypertrophy Virus* und *Bracovirus*.<sup>19</sup>

Da die Tsetsefliege der einzige Vektor für die Übertragung der HAT ist, sind die Fallzahlen der HAT eng verknüpft mit bestimmten Faktoren. Zum einen spielen die Populationsstärke, die Lebensdauer der *Glossina spp.*, die Anfälligkeit der Tsetsefliege gegenüber der parasitären Infektion, sowie die Möglichkeit und Frequenz der Blutmahlzeiten eine Rolle. Andererseits sind Faktoren, welche Interaktionen zwischen Fliege und Mensch determinieren entscheidend.<sup>20-23</sup>

### **1.2 Humane Afrikanische Trypanosomiasis**

#### **1.2.1 Epidemiologie der Humanen Afrikanischen Trypanosomiasis**

Die Fallzahlen der Afrikanischen Schlafkrankheit sind in den letzten Jahren durch massive Kontrollprogramme deutlich gesunken. Die letzte Epidemie der HAT fand in den 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts statt. Das WHO Expert Committee schätzte die Zahl der neuen Fälle im Jahr 1998 auf ca. 300.000 Fälle/Jahr wobei nur ca. 30.000 Fälle diagnostiziert und behandelt wurden. Die Fallzahlen sanken in den letzten Jahren drastisch. 2014 schätzte die WHO die Gesamtzahl der HAT Infektionen auf weniger als 15.000 mit insgesamt 3796 neu gemeldeten Infektionen. Im Jahr 2016 sank die jährliche Inzidenzrate auf ein Rekordtief von 2184 gemeldeten Fällen. Die höchste Inzidenzrate findet sich nach wie vor in der Demokratischen Republik Kongo (DR Kongo). Im Jahr 2015 stammten 81% der neu gemeldeten Fälle aus der DR Kongo.<sup>6,23-27</sup>

### 1.2.1.1 Neuerkrankungen der Trypanosomiasis gambiense

Im Jahr 2012 wurden 7106 Neuerkrankungen mit Trypanosomiasis gambiense der WHO in insgesamt 13 verschiedenen Ländern gemeldet (Tab. 1). Hierbei sind die Länder unterschiedlich stark von der Endemie betroffen. Aufgrund der Lokalisation wird die *Trypanosomiasis gambiense* auch Westafrikanische Schlafkrankheit genannt. Im Jahr 2014 wurden sowohl in Äquatorialguinea als auch in Nigeria keine neuen Fälle von der WHO registriert. Im Südsudan und Chad sind die Fälle auf <100 gesunken. (Nach Kartogramm „Distribution of HAT (T.b. gambiense), worldwide, 2014“)<sup>26</sup>

Tabelle 1: Epidemiologie der Trypanosomiasis gambiense <sup>6</sup>

Land	Neuerkrankungen 2012 (Fallzahlen)	Land	Neuerkrankungen 2012 (Fallzahlen)
Demokratische Republik Kongo	5983	Uganda	20
Zentralafrika	381	Elfenbeinküste	9
Südsudan	317	Gabun	9
Chad	197	Kamerun	7
Angola	70	Äquatorialguinea	2
Guinea	70	Nigeria	2
Kongo	39		

### 1.2.1.2 Neuerkrankungen der Trypanosomiasis rhodesiense

Im Jahr 1995 wurden 935 Fälle in insgesamt vier Ländern registriert, wobei Uganda (497) und Tansania (422) die stärksten betroffenen Länder waren. Im Jahr 2012 sanken die registrierten Neuinfektionen mit *T.b. rhodesiense* auf 110 gemeldete Fälle (Tab. 2). Vor allem in Tansania wurden die Fallzahlen erheblich vermindert. 2012 war mit 64,5% die Inzidenzrate in Uganda mit Abstand am Größten. Aufgrund der Lokalisation der endemischen Gebiete wird die *Trypanosomiasis rhodesiense* als Ostafrikanische Schlafkrankheit bezeichnet.<sup>6</sup>

Tabelle 2: Epidemiologie der Trypanosomiasis rhodesiense <sup>6</sup>

Land	Neuerkrankungen 2012	Land	Neuerkrankungen 2012
Uganda	71	Sambia	6
Malawi	18	Tansania	4
Simbabwe	9	Kenia	2

### 1.2.1.3 Bevölkerungsrisiko

Es gibt insgesamt ca. 70 Mio. Menschen, auf einer Fläche von 1,55 Mio. km<sup>2</sup>, die potenziell gefährdet sind, sich mit HAT anzustecken. Die Gefahr der Ansteckung mit *T.b. gambiense* betrifft 82,2% der 70 Mio. Menschen. Die restlichen 17,8% beziehen sich auf die Infektion mit *T.b. rhodesiense*. Es gibt bestimmte Gebiete, in denen das Risiko einer Übertragung deutlich höher ist. Somit werden die Gebiete in bestimmte Risikogruppen eingeteilt. Ungefähr 21 Mio. Menschen leben in einem mittleren bis Hochrisiko Gebiet (719.000 km<sup>2</sup>) mit mehr als einem Fall pro 10.000 Einwohner pro Jahr.<sup>28</sup>

### 1.2.1.4 Sozialpolitische Einflüsse

Studien haben gezeigt, dass die Fälle der Afrikanischen Schlafkrankheit signifikant häufiger in Ländern oder Regionen vorkommen, welche von Kämpfen, Terror und Bürgerkrieg gezeichnet sind. Zwischen Beginn der politischen Komplikationen und dem Anstieg der Inzidenzrate vergehen ungefähr zehn Jahre. Je größer der Terror, desto höhere Inzidenzraten konnten verzeichnet werden.<sup>29</sup>

### 1.2.2 Transmission

Hauptvektor der HAT ist die Tsetsefliege (Kap. 1.1.3). Jedoch kann eine Transmission auch kongenital stattfinden. Dies ist seltener, aber durch die schlechte medizinische Versorgung wird angenommen, dass die Übertragung unterdiagnostiziert ist.<sup>30</sup> Eine Übertragung durch einen Arbeitsunfall im Labor ist möglich, genauso wie durch eine Bluttransfusion.<sup>31,32</sup> Eine sexuelle Übertragung der Krankheit könnte laut einer Fallbeschreibung möglich sein.<sup>33</sup>

### 1.2.3 Klinisches Bild der Humanen Afrikanischen Schlafkrankheit

Die Ostafrikanische Schlafkrankheit, ausgelöst durch *T.b. rhodesiense*, wird von der Westafrikanischen Schlafkrankheit, verursacht durch *T.b. gambiense*,

unterschieden. Die charakteristischen Symptome der Ost- und Westafrikanischen Schlafkrankheit sind äquivalent, jedoch unterscheiden sie sich im Verlauf und der Schwere der Erkrankung. Der Krankheitsverlauf der Trypanosomiasis rhodesiense ist akuter, erreicht schon nach wenigen Wochen ein fortgeschrittenes Stadium (II) und führt unbehandelt nach etwa 6 Monaten zum Tode.<sup>34</sup> Die Trypanosomiasis gambiense chronifiziert üblicherweise. Der Krankheitsverlauf endet unbehandelt mit einigen wenigen Ausnahmefällen aber ebenso fatal.<sup>35</sup> Der Verlauf wird in zwei Stadien unterteilt; Stadium I bezeichnet das hämo-lymphatische Stadium, Stadium II die Invasion der Trypanosoma in das zentrale Nervensystem. Eine Studie an Mäusemodellen zeigte, dass Trypanosomen schon im frühen Stadium I das Hirnparenchym infiltrieren können, noch bevor es zu einer nachweisbaren Entzündungsreaktion kommt.<sup>36</sup> Da sich die Symptome variabel und überlappend in allen Stadien nur mit anderen Wahrscheinlichkeiten präsentieren, ist es äußerst schwierig am klinischen Bild ein Stadium festzulegen; selbst bei neurologischer Beteiligung. Besonders schwierig ist, dass es spezifische ortsgebundene klinische Phänotypen gibt, welche sich im zeitlichen Verlauf anders präsentieren können. Dies gilt sowohl für die Ost- als auch für die Westafrikanische Schlafkrankheit.<sup>6,37-39</sup>

### **1.2.3.1 Symptome der Trypanosomiasis gambiense**

Die durchschnittliche geschätzte Erkrankungsdauer die unbehandelt bis zum Tode führt liegt bei ca. 3 Jahren. Die Dauer des Stadiums I und II ist etwa gleich lang.<sup>40</sup> Durch den Biss, einer mit Trypanosomen infizierten *Glossina spp.*, kann es zu einer lokalen Hautreaktion kommen, dem sogenannten Trypanosomen Schanker. Das erste mögliche Anzeichen einer Ansteckung mit Trypanosomen.<sup>41</sup> Die Häufigkeit der Lymphadenopathie ist abhängig von der Erkrankungsphase und liegt bei ca. 56 %.<sup>42</sup> Typisch ist vor allem eine schmerzlose Vergrößerung der posterioren cervikalen Lymphknoten, das sogenannte *Winterbottom Zeichen*, welches erstmalig 1803 beschrieben wurde.<sup>43</sup> Die Cephalgie ist das am häufigsten vorkommende Symptom in beiden Stadien.<sup>42</sup> Ca. 16 % der Patienten leiden bei Aufnahme unter Fieber, zudem kann während der Therapie arzneimittelinduziertes Fieber auftreten. Viele der Patienten werden zusätzlich positiv auf Malaria getestet. Generell ist das Fieber schwankend und korreliert mit der Parasitenlast.<sup>2,42</sup> Ein weiteres Symptom ist der Pruritus, welcher in jeder Phase der Trypanosomiasis vorkommen kann; die Häufigkeit nimmt mit der Anzahl der weißen Blutkörperchen in der zerebrospinalen

## Einleitung

Flüssigkeit zu. Allerdings ist eine Differenzierung zwischen Pruritus oder sensorischen Störungen wie z. B. Parästhesien nicht eindeutig möglich, da einige medizinische Begriffe nicht in die afrikanischen Sprachen übersetzt werden können.<sup>42</sup> Weitere jedoch unspezifische Symptome umfassen die Hepato- und Splenomegalie, deren Vorkommen miteinander korreliert. Diese Symptome treten jedoch mit erheblichen unterschiedlichen lokalen Häufigkeiten auf.<sup>6,38</sup> Eine kardiale Beteiligung ist ebenso möglich. Üblicherweise findet man bei 50 % (Stadium I) bis 70 % (Stadium II) der Patienten Veränderungen im Elektrokardiogramm. Diese umfassen vor allem ein prolongiertes QT-Intervall, was das Risiko für Arrhythmien erhöht, sowie Änderungen in der Repolarisation. Von klinisch relevanten Arrhythmien, welche ein Herzversagen auslösen könnten, wird selten berichtet. Ursächlich könnte auch ein Mangel an technischen Kapazitäten sein. Nach der Behandlung normalisierte oder verbesserte sich die Veränderung in den meisten Fällen.<sup>44,45</sup> Über gastrointestinale Beschwerden wie Diarrhoe, Übelkeit und Erbrechen wurde vor allem im Zusammenhang mit den eingesetzten Chemotherapeutika berichtet.<sup>46</sup> Ferner kann es zu Ödemen, sowie endokrinen Störungen kommen.<sup>44</sup> Diese umfassen Funktionsstörungen des Adrenocortex und der Glandula thyroidea mit Hyper- und Hypofunktionsstörungen, die jedoch selten eine Behandlung erfordern.<sup>47</sup> Bei einigen Patienten konnte eine Abnahme des Östradiols- oder Testosteronspiegels festgestellt werden.<sup>48</sup>

Schlafstörungen sind der Namensgeber der HAT. Die Patienten leiden an häufigen Schlafepisoden von kurzer Dauer, die Tag und Nacht unvermittelt und unwillkürlich auftreten. Die gesamte Schlafenszeit ist jedoch ähnlich wie der eines gesunden Menschen.<sup>49</sup> Laut einer klinischen Studie nimmt die Frequenz der Schlafepisoden mit der Dauer der Erkrankung und mit dem Anstieg der Leukozyten in der zerebrospinalen Flüssigkeit zu. Die Mehrheit der Patienten litt unter nocturnalen Insomnien.<sup>42</sup>

Zudem treten neuropsychiatrische Symptome auf. Die HAT führt im Stadium II zu einer Meningoenzephalitis und somit zu ausgeprägten neuropsychiatrischen Symptomen. Einige unspezifische neurologische Symptome wie Cephalgie und Schlafstörungen können in beiden Stadien vorkommen. Das Auftreten von neurologischen und psychiatrischen Symptomen korreliert mit der Anzahl der

Leukozyten in der zerebrospinalen Flüssigkeit (Stadium II). Die Symptome sind vielfältig und umfassen beispielsweise Tremor, motorische Schwäche, extrapyramidale Störungen, Sprachstörungen, Gangstörungen, ungewöhnliche Verhaltensmuster, Fatigue, Aggressivität, Trägheit und geminderten Appetit.<sup>38,42</sup>

### **1.2.3.2 Symptome der Trypanosomiasis rhodesiense**

Wie in Kap. 1.2.3 erwähnt, verläuft die Erkrankung deutlich akuter und führt in 80% der Fälle schon innerhalb von 6 Monaten zum Tod.<sup>34</sup> Die Symptome entsprechen weitgehend der Trypanosomiasis gambiense und auch hier unterscheidet sich das klinische Bild je nach geografischem Fokus. Typischerweise tritt der Trypanosomenschanter bei Infektion mit *T.b.rhodesiense* deutlich häufiger auf, genauso wie Gesichtssödeme oder periphere Ödeme.<sup>39</sup> Auch über milde Anämien wird oft berichtet.<sup>38</sup> Im Vergleich ist die Prävalenz einer Hepatomegalie mit Ikterus und Hyperbilirubinämie erhöht, sodass auch von einzelnen Fällen von Leberversagen berichtet wurde.<sup>50</sup>

### **1.2.3.3 Symptome von Nicht-Einheimischen**

Das Krankheitsbild von Reisenden aus nicht endemischen Ländern und Einheimischen unterscheiden sich voneinander. Meist ist der Krankheitsverlauf viel akuter. Die Mehrzahl der Erkrankten infizieren sich mit Trypanosomiasis rhodesiense, bei Besuchen in Wildparks und Safariaufenthalten (Kap. 1.1.2). Fieber tritt fast immer bei beiden Typen der Trypanosomiasis auf. Generell kommt der Trypanosomenschanter viel häufiger in Kombination mit regional geschwollenen Lymphknoten vor. Obwohl Schlafstörungen zum typischen klinischen Bild der Afrikanischen Trypanosomiasis in endemischen Gebieten gehören spielt dies bei Reisenden eine nur untergeordnete Rolle. Die Inzidenz der Leberbeteiligung scheint größer zu sein, da viele Patienten einen Ikterus entwickeln.<sup>51</sup>

### **1.2.4 Diagnostik**

Basierend auf der klinischen Symptomatik der HAT kann keine Diagnosestellung erfolgen. Deshalb müssen immer diagnostische laboratorische Maßnahmen ergriffen werden. Durch die schlechte medizinische Versorgung in einigen endemischen Gebieten, sind die Möglichkeiten der diagnostischen Mittel gering und die unten aufgeführten Methoden nicht immer verfügbar.<sup>52</sup>

### 1.2.4.1 Diagnostik: Trypanosomiasis gambiense

#### 1.2.4.1.1 Direktnachweis

Der direkte Nachweis des Parasiten erfolgt mikroskopisch. Der Parasit kann hierbei aus Lymphknotenaspirat, Blut oder Liquor gewonnen werden.<sup>53</sup> Besonders gute mikroskopische Nachweise von *T.b. gambiense* im Blut gelingen durch Lyse der Erythrozyten mit anschließender Konzentrierung mittels Zentrifugation und Färbung mit Giemsa oder Acridine Orange. Die Examinierung erfolgt am einfachsten mit der *Light emitting diode (LED) fluorescences microscopy*.<sup>54</sup> Um die Erfolgsquote zu erhöhen, werden Konzentrationstechniken eingesetzt, da die Parasitenlast variiert und gering sein kann. Diese beinhalten beispielsweise die *Mikro-Hämatokrit-Zentrifugationstechnik (mHCT)* (Syn. *Woo-Test*) und die *Mini-Anion-Exchange-Zentrifugationstechnik (mAECT)*.<sup>55-57</sup> Besonders hohe Sensitivität bietet der mAECT modifiziert mit einem *buffy coat*.<sup>58</sup> Eine weitere Möglichkeit ist der *Quantitative Buffy Coat (QBC) Test*, der ursprünglich als diagnostisches Mittel für Malaria entwickelt worden ist. Er besitzt die gleiche Sensitivität wie der mHCT von 95 %, jedoch schon bei niedrigerer Trypanosomenkonzentration.<sup>59</sup>

#### 1.2.4.1.2 Nachweis spezifischer Antikörper

Spezifische Immunglobulin M (IgM) und Immunglobulin G (IgG) AK gegen das VSG Antigen sind im Blut und im Liquor nach einiger Zeit nachweisbar.<sup>60</sup> Es gibt verschiedene Möglichkeiten Antikörper im Patienten nachzuweisen. Für einen AK-Nachweis kann der *Enzym Linked Immunsorbent Assay (ELISA)* dienen. Hierbei ist sogar ein Nachweis im Speichel möglich.<sup>61,62</sup> In den meisten Krankenhäusern wird der leicht zu handhabende *Card Agglutinationstest for Trypanosomiasis (CATT)* angewendet.<sup>52,63</sup> Weitere Screening Möglichkeiten bietet der *Individual Rapid Diagnostic Test*, der angewendet wird, wenn der CATT nicht verfügbar ist.<sup>6,64</sup> Da der . häufig zu falsch positiven Ergebnissen führt, kann der *Immune Trypanolysis Test* Anwendung finden. Dieser hat eine hohe Spezifität und kann somit als Referenztest zur Qualitätssicherung dienen.<sup>65,66</sup> Bei den Testungen kann es bei gleichzeitiger Infektion mit dem Humane Immundefizienz Virus (HIV) oder Malaria zu Kreuzreaktionen kommen und somit zu falschen Testergebnissen.<sup>67,68</sup>

## Einleitung

### 1.2.4.1.3 Molekulare Detektion

Der Nachweis wird ermöglicht durch: *Polymerase-Chain-Reaction (PCR)*, *Loop mediated isothermal amplification (LAMP)*, *nucleic acid-sequence-based amplification*. Diese Methoden beruhen größtenteils auf einer enzymatischen Amplifikation Trypanosomen spezifischer Desoxyribonukleinsäure (DNA) oder Ribonukleinsäure (RNA) und deren anschließender Visualisierung.<sup>69-73</sup> Der Nachweis von *T.b.gambiense* beruht unter anderem auf dem TGsGP Gen.<sup>10</sup> Der molekulare Nachweis ist aufgrund der Komplexität nicht zur Anwendung in Kliniken geeignet und sollten nur in speziellen Laboratorien oder Zentren angewendet werden. Eine therapeutische Entscheidung welche allein auf dieser Methodik basiert, wird laut der WHO nicht empfohlen. Vielmehr sollte sie nur bei unklaren Fällen herangezogen werden.<sup>6</sup>

### 1.2.4.2 Diagnostik Trypanosomiasis rhodesiense

#### 1.2.4.2.1 Direktnachweis

Der Nachweis des Parasiten erfolgt hauptsächlich über die direkte mikroskopische Untersuchung von Blut oder dem Aspirat des Schankers, da die Parasitenlast meist höher ist. Die oben beschriebenen Methoden können alle angewendet werden sowie der *thick blood film* (Kap. 1.2.4.1.1). Dieser kann auch bei Trypanosomiasis gambiense eingesetzt werden, falls keine Zentrifugationsmittel zur Verfügung stehen. Diagnostische Mittel, die nur bei Trypanosomiasis rhodesiense indiziert sind und nicht bei Trypanosomiasis gambiense empfohlen werden, umfassen beispielsweise die Untersuchung des Aspirats des Trypanosomenschankers und den *thin blood film*.<sup>6,74</sup>

#### 1.2.4.2.2 Nachweis spezifischer Antikörper

Bisher gibt es keine äquivalente Methode zum CATT die als Screening Methode für Trypanosomiasis rhodesiense dienen könnte. Am häufigsten kommt die indirekte Immunofluoreszenz als Nachweis spezifischer AK zum Einsatz. Zudem kann auch der ELISA spezifische AK detektieren.<sup>6,75,76</sup>

#### 1.2.4.2.3 Molekulare Detektion

Die in Kap. 1.2.4.1.3 beschriebenen Methoden können hier zum Einsatz kommen. Die PCR und die LAMP identifizieren die Trypanosoma Subspezies anhand des SRA Gens.<sup>11,77,78</sup>

### 1.2.4.3 Staging

Das Staging ist wichtig für die Therapieentscheidung. Bei nachgewiesener Infektion sollte eine Untersuchung des Liquors erfolgen. Tabelle 3 zeigt die WHO Kriterien zur Einteilung in die entsprechenden Stadien. Kann ein direkter Erregernachweis im Liquor erfolgen oder übersteigt die zerebrospinale Leukozytenzahl einen Grenzwert, so werden diese Patienten dem Stadium II zugeordnet. Um die Trypanosomen zu detektieren sollte eine modifizierte Single Zentrifugation erfolgen.<sup>6,79</sup>

Tabelle 3: WHO Kriterien zur Einteilung in die Stadien I & II <sup>6</sup>

	Liquor	
	Leukozytenzahl 0-5 / $\mu$ l	Leukozytenzahl $\geq$ 6/ $\mu$ l
<b>Trypanosomen Negativ</b>	Hämato-lymphatisches Stadium I	Meningo-enzephalitisches Stadium II
<b>Trypanosomen Positiv</b>	Stadium II	Stadium II

## 1.2.5 Therapie der Afrikanischen Schlafkrankheit

### 1.2.5.1 Medikamente

Bis 2018 werden 5 Medikamente zur Behandlung der HAT eingesetzt. Diese, bis heute eingesetzten Chemotherapeutika weisen zahlreiche Nebenwirkungen auf. Der Grund hierfür ist die jahrzehntelange Vernachlässigung der Erforschung der Erkrankung. Zusätzlich besteht die Möglichkeit einer Medikamentenresistenz. Existiert eine *loss-of-function* Mutation der *Aquaporine2*, welche als wichtige Medikamententransporter dienen werden geringere Medikamentenmengen in die Zielzelle aufgenommen. Diese Mutanten der *T.b. gambiense* zeigen im Vergleich zur Referenzgruppe eine 40-50 Mal geringere Sensitivität bei Behandlung mit Pentamidine und 3-5 Mal geringere Sensitivität bei Behandlung mit Melarsoprol.<sup>80,81</sup>

Folgendes Medikamentenschema wird 2013 von der WHO als *First-Line-Treatment* empfohlen:

## Einleitung

Tabelle 4: Medikamentenschema <sup>6</sup>

Erkrankung	First-Line-Treatment
<b><i>T.b. Gambiense</i> Stadium I</b>	Pentamidine isethionate: i. m. oder i. v. 4 mg/kg/d für insgesamt eine Woche
<b><i>T.b.gambiense</i> Stadium II</b>	NECT <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nifurtimox: 15 mg/kg/d oral in drei Dosen aufgeteilt für 10 Tage</li> <li>• Eflornithine 400 mg/kg/d i. v. aufgeteilt in zwei 2 h Infusionen für 7 Tage</li> </ul>
<b><i>T.b. rhodesiense</i> Stadium I</b>	Suramin: Zunächst Testdosis 4-5 mg/kg i. v. (Tag 1) Danach wöchentliche i. v. Gabe von 20 mg/kg für 5 Wochen (Beispielschema: Gabe Tag 3, 10, 17, 24, 31), Maximaldosis 1 g
<b><i>T.b.rhodesiense</i> Stadium II</b>	Melarsoprol: 2,2 mg/kg/d i. v. für insgesamt 10 Tage

Die Anwendung der Medikamente richtet sich nach den jeweiligen Stadien. Im Stadium II müssen die Medikamente in ausreichenden Konzentrationen die Blut-Hirn-Schranke überwinden. Sie werden aufgrund ihrer Toxizität nicht im Stadium I angewendet (Tab. 4). In den letzten Jahren wurde ein erhöhter Forschungsaufwand betrieben, um neue, nebenwirkungsärmere, effektivere und auch spezifischere Medikamente zu entwickeln bzw. die alten neu zu modifizieren.<sup>82-84</sup>

### 1.2.5.1.1 Therapie der Trypanosomiasis brucei gambiense

Pentamidin, ein aromatisches Diamidin, wird als First-Line-Treatment im Stadium I einer Trypanosomiasis gambiense empfohlen und als Second-Line-Treatment bei Trypanosomiasis rhodesiense.<sup>6</sup> Es wird vermutet, dass Pentamidin mit dem Kernmetabolismus so interferiert, dass dies zu einer Hemmung der DNA Synthese führt. Unerwünschte Arzneimittelwirkungen treten vor allem in Abhängigkeit der Dosierungen auf, beispielsweise kann es zu einer gestörten Blutzucker Homöostase kommen, die eine Hyper- und Hypoglykämien einschließen und sogar zu einem Diabetes Mellitus führen können.<sup>85</sup> Ferner können Nierenschädigungen auftreten.<sup>86</sup> Meist wird das Medikament gut toleriert. Vor allem für Kinder gilt die Anwendung als sicher.<sup>87</sup>

Zur Behandlung der Trypanosomiasis gambiense im Stadium II hat sich eine Kombinationstherapie von Eflornithin und Nifurtimox als effizient und relativ gut verträglich erwiesen und wird deshalb von der WHO bisher als First-Line-

## Einleitung

Treatment empfohlen.<sup>6,88,89</sup> Nifurtimox wird ursprünglich in der Behandlung der Chagas Krankheit eingesetzt. Der trypanocidale Wirkmechanismus ist noch nicht ganz verstanden, jedoch wird in der Zielzelle oxidativer Stress induziert.<sup>90</sup> Eflornithin (Syn. 2-Difluoromethylornithin/DMFO) hemmt die Ornithindecaboxylase und wirkt somit auf das Zellwachstum.<sup>91</sup> Nebenwirkungen kommen extrem häufig vor, jedoch werden sie meist als milde oder moderat gefährlich eingestuft. Laut einer großen klinischen Studie hatten 86 % der Patienten während des Krankenhausaufenthaltes mindestens ein Symptom einer Nebenwirkung. Die Nebenwirkungen umfassten vor allem gastrointestinale Beschwerden wie Erbrechen, abdominale Schmerzen und Anorexie.<sup>89</sup> Die Heilungsrate der Kombinationstherapie liegt bei etwa 96 %.<sup>88</sup>

Seit November 2018 wird das Medikament Fexinidazole vom *Committee for Medical Products for Human Use* der *European Medicines Agency* (EMA) zur Behandlung der Trypanosomiasis gambiense außerhalb der EU, nach Artikel 58, empfohlen.<sup>92-95</sup> Fexinidazole kann in beiden Stadien angewendet werden (Kap. 1.2.4.3). Zudem ist es das einzige Medikament das vollständig oral appliziert wird, wodurch Therapieaufwand und -kosten sinken und somit möglicherweise der Zugang zur Therapie in Gegenden mit schlechter Infrastruktur erleichtert wird.<sup>92,93</sup> Folgende Limitationen müssen jedoch berücksichtigt werden. Die lumbale Liquorpunktion kann nicht systematisch ausfallen, da einige Patienten mit sehr hoher Leukozytenzahl im Liquor nur Fexinidazole bekommen sollten, wenn sie andere Behandlungen nicht tolerieren oder diese nicht zur Verfügung stehen (NECT). Als Nebenwirkung können starke Übelkeit und Erbrechen auftreten, sodass die *Compliance* des Patienten sichergestellt sein muss. Die Patienten sollten noch bis 2 Jahre nach Therapieende kontrolliert werden, da die Möglichkeit eines Rückfalls besteht.<sup>92,93</sup> Die Einnahme beschränkt sich auf 10 Tage (1800mg für 4 Tage, 1200 mg für weitere 6 Tage). Dosen bis 3600 mg werden von gesunden Männern und Frauen gut toleriert. Ferner ist Fexinidazole ein Medikament zur Behandlung der viszeralen Leishmaniose und der Chagas Erkrankung ausgelöst durch *Trypanosoma cruzi*.<sup>92,93,96-98</sup> 2019 wird es im „*The Selection and Use for Essential Medicines*“ vom *WHO Expert Committee* besprochen.<sup>99</sup> Eine Anwendung kann im Stadium I und in weniger schwerwiegenden Fällen im Stadium II (<100 Leukozyten pro  $\mu$ l cerebrospinale Flüssigkeit) der Trypanosomiasis gambiense erfolgen.<sup>92,100</sup>

## Einleitung

### 1.2.5.1.2 Therapie der Trypanosomiasis brucei rhodesiense

Suramin wird als First-Line Treatment bei Trypanosomiasis rhodesiense im Stadium I empfohlen.<sup>6</sup> Suramin ist ein reversibler und kompetitiver Proteintyrosin-Phosphatase-Inhibitor mit sehr hoher Affinität zum Substrat. Dadurch entwickelt Suramin einen pleiotropen Effekt auf viele verschiedene enzymatische Systeme sowie Interaktionen von Wachstumsfaktorrezeptoren.<sup>101</sup> Am häufigsten wird über Fieber und reversible Nierenschädigung berichtet. In seltenen Fällen kann es aber auch zu hypersensitiven Nebenwirkungen kommen wie beispielsweise einer hämolytischen Anämie.<sup>102</sup>

Das arsenhaltige Präparat Melarsoprol ist laut WHO im Stadium II einer Trypanosomiasis rhodesiense indiziert.<sup>6</sup> Eine Vorbehandlung mit Suramin zeigte kein Benefit im Ergebnis.<sup>103</sup> Melarsoprol birgt aufgrund seiner Toxizität leider sehr viele, teils lebensbedrohliche Nebenwirkungen. Die lebensbedrohlichste und gefürchtetste Nebenwirkung ist die reaktive Enzephalopathie. In einer Studie lag deren Häufigkeit bei 5,8 % aller Trypanosomiasis Fälle die mit Melarsoprol behandelt wurde. Die Letalität lag bei 38 %. Symptome wie Kopfschmerzen, bullöse Eruptionen, sowie Hypotension werden mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit, eine Enzephalopathie zu entwickeln, assoziiert.<sup>104</sup> Protektiv sei die zusätzliche Gabe von Prednisolon.<sup>105</sup> Laut einer Studie starben fast 5 % der Kinder im Stadium II der Trypanosomiasis während der Behandlung mit Melarsoprol und mehr als 46 % der Kinder hatten mehr als ein arzneimittelinduziertes Symptom.<sup>87</sup>

### 1.2.5.2 Forschungsstand Impfstoffe

Bisher wurde kein zufriedenstellend wirksamer Impfstoff gegen *T. brucei* gefunden. In den letzten Jahren wurde vermehrt nach einem Impfstoff gesucht. Allerdings beschränkte sich der immunologische Status auf keinen oder nur partiellen Schutz.<sup>106-108</sup> Die Entwicklung eines Impfstoffes wird durch viele Faktoren extrem erschwert; eine wichtige Komponente ist der *surface coat* der Trypanosomen (Kap. 1.1.1). Laut einer Studie von 2009 wird angenommen, dass Trypanosomen zu einer Suppression des Immunsystems führen.<sup>109</sup>

## 2 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Die vorgelegte Arbeit untersucht, mittels einer szientometrischen Methoden, das Thema *Trypanosoma brucei* und die Afrikanische Schlafkrankheit. Der Erreger dieser Erkrankung ist seit über 100 Jahren bekannt. Die HAT betrifft die ärmsten Länder der Welt. Die Vernachlässigung der fatalen Erkrankung resultierte in einer Epidemie mit geschätzten 300.000 Neuerkrankungen pro Jahr (1998), die nur mit veralteten nebenwirkungsreichen Medikamenten behandelt werden konnte (Kap. 1.2.1, Kap. 1.2.5). Die Erkrankung wird von der WHO zu den NTD gezählt. In den letzten Jahren sanken die Fallzahlen erheblich, was möglicherweise durch Forschungsarbeit und Leistungen von humanitären Organisationen wie der WHO begünstigt wurde (Kap. 1.2.1). In dieser Arbeit wird unter anderem eruiert, wie substanziell die weltweite Forschungsleistung für Länder ist, die von fatalen Infektionserkrankungen betroffen sind, aber nur über geringe eigene Ressourcen verfügen um diese einzudämmen oder auszurotten.

Die Szientometrie ist eine Methode zur Quantifizierung und Qualifizierung der Forschungsarbeit der letzten 100 Jahre. Mit verschiedenen Analysewerkzeugen soll eine Auswertung der Forschungsarbeit und Forschungsentwicklung von 1902 bis 2016 erfolgen. Die maßgeblichen Daten werden ausgewertet und visualisiert sowie anschließend interpretiert und diskutiert. Ferner werden Faktoren ermittelt, die das wissenschaftliche Arbeiten und die Forschungsleistung beeinflussen bzw. die Ergebnisse verzerren können. Später ist eine kritische Bewertung der Daten obligatorisch.

Folgende Untersuchungsaspekte sind Gegenstand dieser Dissertation:

### 1. Allgemeine chronologische Publikationsanalyse

Wann stand das Thema im wissenschaftlichen Interesse? Wann wurden viele Artikel publiziert und wann zitiert? Von welchen exogenen Faktoren ist die wissenschaftliche Arbeit abhängig? Welche Trendentwicklungen können abgeschätzt werden? Wie veränderte sich das wissenschaftliche Arbeiten?

### 2. Geografische Analyse

## Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Welche Länder publizierten die meisten Artikel, erhielten die meisten Zitierungen oder höchsten Zitationsraten? Welche modifizierten Hirsch Indizes (mod. H-Indizes) können den Ländern zugeordnet werden? Auf wie viele publizierende Institutionen kann ein Land zurückgreifen? Wie kann die Forschungsleistung in Abhängigkeit sozioökonomischer Faktoren betrachtet werden? Wie kann die internationale Zusammenarbeit abgeschätzt werden?

### 3. Analyse der Institutionen

Welche Institutionen sind am publikationsstärksten und werden im internationalen Vergleich am häufigsten zitiert? Welche Partnerschaften bestehen zwischen den Institutionen und welche waren erfolgreich?

### 4. Analyse der Autoren

Wie kann die Forschungsleistung anhand der Publikationszahl, der Zitierungen, den Zitationsraten und Hirsch-Index einzelner Autoren abgeschätzt werden? Inwieweit sind diese erfolgreichen Autoren an Erst-, Senior- und Koautorenschaften beteiligt? Welche Autoren kooperierten erfolgreich miteinander? Inwieweit kann die wissenschaftliche Leistung Einzelner heutzutage noch bewertet werden? Wo liegt der Frauenanteil im internationalen Vergleich unter Betrachtung der publikationsstärksten Länder und Themengebiete? Besteht eine Entwicklung zur Geschlechtsangleichung in der Wissenschaft?

### 5. Analyse der Fachzeitschriften

Welche Fachzeitschriften sind die publikationsstärksten auf dem Gebiet *Trypanosoma brucei spp.* und Schlafkrankheit und welche Zitationsraten bieten sie? Wie kann ihr Einfluss auf die wissenschaftliche Gemeinschaft anhand des *Journal Impact Factors* abgeschätzt werden.

### 6. Analyse der meistzitierten Artikel

Welche zehn Artikel standen besonders im wissenschaftlichen Interesse? Wo und wann entstanden sie und von wem wurden sie verfasst?

### 7. Analyse der Themengebiete

Welche Themengebiete sind am publikationsreichsten und wie können sie anhand chronologischer und geografischer Aspekte analysiert werden? Welche Fachbereiche kooperierten besonders häufig?

### 3 Methodik

Diese Dissertation ist eine szientometrische Analyse über das Themengebiet der *Trypanosoma brucei spp.* und die Afrikanische Schlafkrankheit. Gemeinsam mit einigen anderen unten aufgeführten Promotionsarbeiten des Fachbereichs der Arbeits- und Sozialmedizin der Goethe Universität Frankfurt am Main (sowie ehemals Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät Charité, Universitätsmedizin Berlin) unter Leitung von *Professor David Groneberg* werden interessante medizinisch relevante Themen szientometrisch analysiert.\* Die szientometrischen Analysen werden im Rahmen eines internationalen Projektes erstellt: „New quality and quantity indices in science (NewQIS): the study protocoll of an international project“.<sup>110</sup> Auf der Internetplattform *NewQis* der Website des Instituts für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin können die Analysen eingesehen werden.<sup>111</sup>

#### 3.1 Datenbank - *Web of Science Core Collection*

Ein Pionier der Bibliometrie war der Amerikaner *Eugene Garfield*. 1964 produzierte er den ersten *Science Citation Index* basierend auf seiner Forschungsarbeit von 1955.<sup>112,113</sup> Dadurch wurde die Suche für Forscher nach relevanten wissenschaftlichen Informationen erleichtert. 1960 gründete er das *Institute for Scientific Information* (ISI). Dieses Unternehmen produzierte Datenbanken und Informationsprodukte für mannigfaltige Einrichtungen weltweit. 1992 wurde das Unternehmen an die *Thomson Corporation* verkauft und wurde schlussendlich zu *Thomson Reuters*. Im Oktober 2016 ging aus einer Abspaltung das unabhängige Unternehmen *Clarivate Analytics* hervor zudem auch das *Web of Science* (WoS) gehört.<sup>112,114</sup>

Die Daten der Dissertation entstammen der Datenbank des *Web of Science Core Collection*. Das WoS ist eine der weltweit umfangreichsten und häufig genutzten online-Datenbank für wissenschaftliche Publikationen mit einer Vielzahl an möglichen bibliometrischen Untersuchungsmethoden; beispielweise ermöglicht der integrierte *Citation Report*, dass Veröffentlichungen mit den jeweilig erhaltenen

---

Die szientometrischen Dissertationen sind unter folgenden Webadressen verfügbar:

<http://www.diss.fu-berlin.de/diss/content/below/index.xml><sup>190</sup>

<http://www.med.uni-frankfurt.de/institut/arbeitsmedizin/Dissertationen/index.html><sup>191</sup>

\* Referenzen<sup>173,174,192-238</sup>

Gesamtzitationen angezeigt werden. Im Jahre 2014 wird das WoS von fast 7000 weltweit führenden wissenschaftlichen Einrichtungen genutzt.<sup>115-117</sup> Das WoS *Core Collection* verfügt laut *Clarivate Analytics* über 1,3 Milliarden indexierte Zitierungsreferenzen seit 1900 und greift auf über 33.000 Fachzeitschriften zurück, die stets sorgfältig, unabhängig und objektiv evaluiert werden.<sup>115,118</sup> Sollten Journals den Anforderungen nicht mehr entsprechen, werden diese zugunsten der wissenschaftlichen Qualität aussortiert. Durch Angabe der vollständigen Autorennamen, Adressen der Institutionen sowie Zugehörigkeit der Autoren, Angabe von Kooperationen und der *Funding Agencies* wird eine große Transparenz geschaffen.<sup>115,118</sup> Durch die Größe des Datenbestandes und den bibliometrischen Untersuchungsmöglichkeiten bietet das WoS die Möglichkeit einer hochqualitativen Analyse.<sup>114,173,174,192-238</sup>

### **3.2 Suchterminus - Medical Subject Heading Database**

Zur Entwicklung des Suchterminus wurden die *Entry-Terms* der Medical Subject Heading Database (MeSH) hinzugezogen sowie *Boole'sche Operatoren* genutzt. *Medical Subject Heading Database* ist ein, von der *National Library of Medicine* (NLM), kontrollierter Thesaurus. MeSH beinhaltet eine Anzahl von deskriptiven Begriffen, die in hierarchischer Struktur eine spezifischere Suche von Publikationen erlauben. Die Deskriptoren sind hierarchisch aber auch alphabetisch angeordnet. Im Jahr 2016 gibt es insgesamt 27883 Deskriptoren die der NLM zur Indexierung und Katalogisierung der Datenbestände dienen. Somit erhält jede indexierte Publikation eine Anzahl von MeSH Deskriptoren die den Inhalt der Publikation möglichst präzise wiedergeben. Dadurch kann der Nutzer seine Suchanfrage spezifizieren und einen bestimmten Artikel oder auch ein gewünschtes Thema schneller finden. In der vorliegenden Dissertation wird dieser Thesaurus genutzt um mithilfe von *Entry-Terms* wie beispielweise Trypanosom einen möglichst präzisen Suchterminus zu erstellen, um diejenigen Artikel zu finden, die das gewünschte Thema umfassend und repräsentativ wiedergeben. Uneinheitliche Endungen existieren und sie müssen alle in der Suche berücksichtigt werden. Asteriske (\*) wurden als Endung an den Wortstamm der Begriffe gesetzt. Sie erweitern damit die Artikelsuche, da so jede denkbare Zeichenabfolge hinter dem Wortstamm stehen kann. Zusätzlich werden Boole'sche Operatoren genutzt um Kombinationen der Begriffe zu erzeugen und die

Gesamtlänge des Suchterminus zu limitieren.<sup>119,173,174,192-238</sup> Der Suchterminus lautet;

(African AND (Trypanosomias\* OR Sleeping Sickness\*) OR Trypanosom\* AND (brucei OR bruceus OR gambiense\* OR rhodesiense\*)). Es wurden nur Originalartikel als Datensatz des WoS ausgelesen, welche die Suchtermini in der Überschrift enthalten.

### 3.3 Allgemeines Vorgehen

Im ersten Schritt muss ein möglichst präziser Suchterminus entwickelt werden um diejenigen Artikel zu finden welche das gewünschte Thema *Trypanosoma brucei gambiense/rhodesiense* und/oder Afrikanische Schlafkrankheit umfassend und repräsentativ wiedergeben. Anschließend werden die Artikel einer Datenbank zugeführt, anhand derer Analysen vorgenommen werden können. Da sich der Datenbestand des WoS fortlaufend ändert, erfasst die bibliometrische Analyse eine Momentaufnahme des Datenbestandes und besitzt somit eine zeitliche Spezifität. Es wurden insgesamt 5079 Artikel gefunden. Dieser Datenbestand wurde am 07.12.2016 als *plain text file* in 11 Blöcken a max. 500 Records ausgelesen und in eine *MS Access* Datenbank überführt. Danach erfolgt eine Datenaufbereitung; Die vorhandenen Daten müssen redigiert werden, um die Anzahl der Fehlerquellen so gering wie möglich zu halten. Beispielweise müssen unterschiedliche Bezeichnungen für ein und dasselbe Land unter einem Namen und einer Identifikationsnummer zusammengefasst werden, sodass die Länderzugehörigkeit stets den aktuellen Ländergrenzen (2016) entspricht. Des Weiteren müssen Städte bzw. kleinere geographische Einheiten manuell vereinheitlicht werden. So wird z. B. La Jolla, ein Stadtteil von San Diego, hier der Name zu San Diego geändert. Die Institutionen werden anhand ihrer Lokalisation auf Zugehörigkeit überprüft und gegebenenfalls zusammengefasst. Ferner erfolgt eine manuelle Korrektur der Autorennamen. Teilweise kann ein Autor aufgrund eines fehlenden Leerzeichens oder einer unterschiedlichen Darstellung des zweitens Vornamens als zwei Autoren aufgeführt werden. Als letztes erfolgt die Korrektur der Themengebiete. Zudem erfolgt eine manuelle Erweiterung des Datenbestandes um Genderanalysen vornehmen zu können. Eine Geschlechterzuordnung findet mittels Kennziffer statt.

Im Anschluss erfolgten eine Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse.<sup>173,174,192-238</sup>

### **3.4 Aspekte der szientometrischen Analyseverfahren**

#### **3.4.1 Allgemeine chronologische Analysen**

Mittels allgemeiner chronologischer Analysen wird die Entwicklung des Publikationsoutputs hinsichtlich verschiedener Aspekte über die Zeit untersucht. Hierbei werden folgende Analyseparameter genutzt:

Es wird analysiert, wie sich die Anzahl der Publikationen pro Jahr verändert hat. Unter anderem wird die Anzahl der Zitierungen nach Publikationsjahr im Untersuchungszeitraum von 1902 bis 2016 bestimmt. Hierdurch sind Rückschlüsse über Jahre, welche in besonderem im wissenschaftlichen Interesse standen möglich. Um eine signifikante Korrelation der Variablen mit  $x$ =Jahre und  $y$ = Anzahl der Artikel ( $n$ ) / Anzahl der Zitierungen ( $z$ ) nachzuweisen und eine Trendentwicklung abzuschätzen, findet der Spearman Test Anwendung.<sup>120,121</sup> Überdies werden die durchschnittlichen Zitationsraten ( $zr$ ) untersucht. Die Zitationsrate ist der Quotient aus der Summe aller Zitierungen des Publikationsjahres und der Summe aller Artikel des Publikationsjahres. Die Analyse der Zitationsrate untersucht daher, wie viele Zitierungen ein Artikel eines bestimmten Jahres im Durchschnitt erhält. Das Zeitintervall wird von 1973 bis 2016 gewählt, da die Publikationsraten vorher vergleichsweise niedrig waren und so eine Ergebnisverzerrung limitiert werden soll. Ferner wird die durchschnittliche Autorenzahl pro Artikel im Zeitverlauf ab 1975 betrachtet, da ab diesem Jahr stets mehr als 30 Artikel erschienen sind, sowie die Entwicklung des Literaturverzeichnisses hinsichtlich der Quellenanzahl eruiert. Zusätzlich wird der zeitliche Fortschritt von Kooperationsartikel zwischen den Ländern untersucht.<sup>173,174,192-238</sup>

#### **3.4.2 Geografische Analysen**

Die Analyse der Länder lässt sich in drei Teile gliedern und wird grafisch veranschaulicht.

1. Die Bestimmung der Produktivität der Länder nach Artikelanzahl, die Summe der Zitierungen, die Zitationsrate, den modifizierten H-Index und die Anzahl der Institutionen. Zur Analyse der Zitationsrate wird ein methodischer Schwellenwert

von mind. 30 publizierten Artikeln gesetzt um zu vermeiden, dass einzelne erfolgreiche Artikel mit hohen Zitierungszahlen eines kaum publizierenden Landes übermäßig dargestellt werden und so die Ergebnisse verzerren. Bezüglich der Darstellung der Institutionen werden nur die groben Legendenbezeichnungen gewählt. Hinsichtlich der Korrekturen werden nur die Institutionen berücksichtigt, die mind. 20 Artikel publizierten. *J.E. Hirsch* entwickelte den *Hirsch Index* um die Qualität wissenschaftlicher Arbeiten zu quantifizieren. Dieser ist vor allem im Zusammenhang mit der Evaluation wissenschaftlicher Leistung von Autoren bekannt. Ein Wissenschaftler hat einen H-Index von  $h$  wenn  $h$  seiner  $N_p$  Publikationen mindestens  $h$  Zitierungen aufweisen und die anderen  $(N_p-h)$  Publikationen jeweils  $\leq h$  Zitierungen.  $N_p$  ist hierbei die Anzahl der Publikationen des Autors über  $n$  Jahre. Beispiel: Ein Wissenschaftler publiziert insgesamt 7 Artikel, wobei jede einzelne Publikation mindestens 7 mal zitiert werden muss, damit dem Autor einen H-Index von 7 zugeordnet werden kann. Falls der Autor 9 Publikationen veröffentlicht, wobei 7 der Publikationen, 7 mal zitiert wurden und 2 weniger als 7, hätte er trotz dessen einen H-Index von 7.<sup>122</sup> Modifiziert bedeutet, dass sich die wissenschaftliche Leistung der Autoren ausschließlich auf das Dissertationsthema beziehen, also keine anderen Arbeiten der Autoren berücksichtigt werden. Der modifizierte H-Index (mod. H-Index) kann ebenso zur Evaluierung der Forschungsleistung der Länder angewandt werden. Die durchschnittliche Zitationsrate der Länder wird wie folgt bestimmt:

$$\frac{\text{Anzahl der Gesamtzitierungen eines Landes}}{\text{Anzahl der Gesamtpublikationen eines Landes}}$$

2. Nun werden die Länder nach sozioökonomischen Gesichtspunkten untersucht. Die Anzahl der Publikationen wird durch die Einwohnerzahl relativiert, um die Produktivität der Länder mit unterschiedlichen Populationsgrößen vergleichen zu können. Anschließend wird die Artikelanzahl ins Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) der Länder gesetzt. Hierbei wird die Produktivität der Länder in Abhängigkeit ihrer Wirtschaftsleistung betrachtet. Es erfolgt eine Hochrechnung der Artikelanzahl pro BIP auf die Einheit Billionen US Dollar, um eine Darstellung als Kartenanamorphoten zu gestatten. Ferner wird die Produktivität der Länder im Verhältnis zum BIP pro Kopf betrachtet. Dies soll einen

internationalen Vergleich der Produktivität unter Berücksichtigung der Wirtschaftsleistung und der Einwohnerzahl ermöglichen. Die sozioökonomischen Daten werden der Internetseite *World Factbook* der *Central Intelligence Agency* der USA entnommen. Diese offeriert umfassende Länderinformation.<sup>123,173,174,192-238</sup> Bei einigen Auswertungen muss ein Schwellenwert gesetzt werden, sodass nur Länder in die Abbildungen aufgenommen werden, die mehr als 30 Veröffentlichungen publiziert haben. Dies soll eine Ergebnisverzerrung vermeiden.

3. Als Nächstes werden die Kooperationen der Länder erforscht sowie die Anzahl der Kooperationspartner. Die Länderkooperationen werden anhand einer Matrix bestimmt. Hierbei muss ein grafischer Schwellenwert von mindestens 5 Kooperationen zweier Länder erreicht werden um in die Abbildung aufgenommen zu werden. Eine Veranschaulichung erfolgt über ein Netzdiagramm.<sup>173,174,192-238</sup>

### **3.4.3 Analyse der Institutionen**

Folgende Analyseparameter werden zur Untersuchung der Institutionen eingesetzt: Bestimmung der jeweils 15 produktivsten und meistzitierten Institutionen nach Publikationsland, Identifizierung der Kooperationen der Institutionen mit einem grafischen Schwellenwert >9 gemeinsamen Publikationen.<sup>173,174,192-238</sup>

### **3.4.4 Analyse der Autoren**

Zur Analyse gehört die Ermittlung der 15 meistpublizierenden Autoren. Diese 15 Autoren werden nach den folgenden Parametern analysiert: Zitierungen, individuelle durchschnittliche Zitationsrate, modifizierter Hirsch-Index (mod. H-Index) (Kap. 3.4.2) sowie Anteile an Erst-, Ko- und Senior Autorenschaft. Die Prozentangaben entsprechen der relativen Häufigkeit der Artikel, die als Erst-, Ko- und Letztautor in Abhängigkeit aller Publikationen eines Autors verfasst wurden. Diese sind also autorenspezifisch.

Überdies werden die 15 meistzitierten Autoren ermittelt und eine Kooperationsanalyse findet statt. Die Ergebnisse werden mittels eines Netzdiagrammes dargestellt. Bei der Analyse der Autorenkooperationen werden nur diejenigen untersucht, die mindestens 14 Artikel vorweisen können.<sup>173,174,192-238</sup>

Zudem werden geschlechterspezifische Analysen vorgenommen. Über 9000 Autoren publizierten über die Afrikanische Schlafkrankheit oder *Trypanosoma*

*brucei* im WoS. Davon können 2657 Autoren dem männlichen Geschlecht und 1547 Autoren dem weiblichen Geschlecht zugeordnet werden. Einige sind nicht bestimmbar, da kein vollständiger Vorname vorliegt, andere können nicht eindeutig zugeordnet werden, da der Vorname nicht geschlechtsspezifisch ist. Zunächst wird die Geschlechterverteilung nach chronologischen Parametern untersucht. Anschließend findet eine geografische orientierte Genderanalyse der publikationsreichsten Länder statt. Zur Vermeidung unterrepräsentativer Daten muss eine ausreichende Geschlechterzuweisung erfolgen sonst werden diese Länder nicht in der Analyse berücksichtigt. Den Ländern müssen mindestens 50 Autoren zugewiesen werden können. Als letzter Punkt wird die Geschlechterverteilung anhand der publikationsstärksten Fachbereiche ermittelt, auch hier werden nur Themengebiete mit ausreichender Geschlechterzuweisung berücksichtigt. Es muss ein Schwellenwert von mindestens 300 Autoren mit einer Geschlechterbestimmung von mehr als 40% vorliegen, sodass hier einige Themengebiete nicht berücksichtigt werden können.<sup>173,174,192-238</sup>

### 3.4.5 Analyse der Fachzeitschriften

Zunächst werden die fünfzehn meistpublizierenden Fachzeitschriften bezüglich der Afrikanischen Schlafkrankheit und T.b. ermittelt. Es erfolgt eine Analyse der Zitationsrate. Ferner werden die fünfzehn meistzitierten Fachzeitschriften untersucht. Einen weiteren analytischen Aspekt bietet der *Journal Impact-Faktor* (JIF). Der JIF kann ermittelt werden, indem untersucht wird, wie häufig ein Artikel einer bestimmten Zeitschrift, in anderen Zeitschriften zitiert worden ist. Hierbei muss das Verhältnis zu der Gesamtzahl aller publizierten Artikel des Journals berücksichtigt werden. In der vorliegenden Dissertation wird der Impactfaktor der Fachzeitschriften von 2015 wiedergegeben. Diese können über die Funktion *InCites Journal Citation Report* des WoS ausgelesen werden.<sup>124</sup> Berechnung des JIF:  
<sup>125,173,174,192-238</sup>

$$\frac{\text{Anzahl Zitate des aktuellen Jahres auf Artikel der vergangenen 2 Jahre}}{\text{Artikelanzahl der vergangenen 2 Jahre}}$$

### 3.4.6 Analyse der meistzitierten Artikel

Die zehn meistzitierten Artikel werden analysiert und dargestellt.<sup>173,174,192-238</sup>

### 3.4.7 Analyse der Themengebiete

Jedes Journal im WoS wird einem oder mehreren Themengebieten zugeordnet wie z. B. der Parasitologie oder der Tropischen Medizin. In dieser Analyse werden die Originalkategorien des WoS verwendet. Diese publizierenden Themengebiete werden nun näher betrachtet. Zunächst werden die zehn publikationsreichsten Themengebiete nach Anzahl der Publikationen und den Zitierungen erforscht. Zusätzlich findet auch eine geografische und zeitliche Analyse statt. Die zehn meistpublizierenden Länder werden nach Verteilung der zehn häufigsten zugewiesenen Themengebiete untersucht. Hierbei ist zu beachten, dass einige Artikel mehreren Themengebieten zugeordnet werden können und deshalb auch die Summe der zugewiesenen Kategorien die Summe der Gesamtpublikationen übersteigt. Auch eine Betrachtung der Veränderung der relativen Häufigkeit der Themengebiete im Zeitraum von 1967-2016 im fünf Jahres Intervall ist relevant um abzuschätzen, wann in welchem Themengebiet über T.b. und die Afrikanische Schlafkrankheit geforscht wurde. Hierbei ist zu beachten, dass eine Umrechnung auf die relative Häufigkeit vorgenommen wird, sprich die Gesamtsumme 100 % beträgt. Die Ergebnisse werden in einem Säulendiagramm aufgetragen. Ferner findet eine Kooperationsanalyse der Themengebiete mit einem grafischen Schwellenwert von mindestens 20 Kooperationsartikeln statt. Eine Visualisierung erfolgt mittels eines Netzdiagrammes.<sup>173,174,192-238</sup>

## 3.5 Visualisierungsverfahren

### 3.5.1 Diffusions-Kartenanamorphoten

Bei der Erstellung von Diffusions-Kartenanamorphoten wird das etablierte Visualisierungsverfahren der *Density Equalizing Map Projections* (DEMP) nach *Gastner & Newman* verwendet.<sup>126</sup> Durch dieses Verfahren können Kartogramme erstellt werden, in welchen die Größe der geografischen Region sich proportional zu einer korrespondierenden Variablen verhält. Länder werden dadurch, in Abhängigkeit der erhobenen Daten eines ausgewählten Parameters und unter Beibehaltung aller Ländergrenzen, unterschiedlich groß auf der Weltkarte abgebildet.

In den 1960er Jahren versuchte *W. R. Tobler* erstmals mittels eines Computerprogrammes Kartenanamorphoten zu erstellen. Seine Methode besteht

darin die Karten in hexagonale Zellen aufzuteilen. In Abhängigkeit eines Faktors, zum Beispiel der Populationsgröße, schrumpften oder wuchsen die Hexagone unabhängig voneinander. Da die einzelnen Zellen separat skaliert werden, passen die Ländergrenzen der Karten nicht mehr zueinander. Daher sind seine Ergebnisse nicht zufriedenstellend. Auch weitere, meist sehr komplexe Versuche Kartenanamorphoten zu erstellen, sind unzureichend. Beispielsweise überlappen Ländergrenzen, es kommt zu einer zu starken Abhängigkeit der Achsen oder die Karten sind so unübersichtlich, dass sie nicht mehr lesbar sind. Im Jahre 2004 gelingt es den Wissenschaftlern Michael *T. Gastner* und *M.E.J. Newman* von der *Universität Michigan* dieses Problem zu lösen. Sie entwickeln eine diffusionsbasierende Methode um Kartogramme oder DEMPs zu erstellen. Diese Methode beinhaltet, dass die darzustellenden Faktoren einer Dichte gleichgesetzt werden, die überall gleich sein soll. Beispielsweise sollen die Länder in Abhängigkeit ihrer Population dargestellt werden: In einigen Regionen herrscht eine größere Populationsdichte als in anderen. Bei der Methode von *Gastner* und *Newman* diffundiert die Dichte vom Ort hoher Population zu einem Ort mit niedrigerer Populationsdichte soweit bis überall die gleiche Populationsdichte herrscht. Durch diese Methode ist es möglich Kartogramme schnell zu errechnen und eine ästhetisch ansprechende Visualisierung zu erhalten.<sup>126,127,173,174,192-238</sup>

### 3.5.2 Kooperationsdiagramme

Als weitere Visualisierungsmethode dieser Dissertation finden Kooperations- bzw. Netzdiagramme Anwendung. Mittels speziell entwickelter Algorithmen werden die Kooperationen bzw. Kombinationen über Verbindungslinien und Knotenpunkte dargestellt. Sie dienen der Darstellung von Ländern-, Institution-, *Subject Areas*<sup>†</sup> und Autorenkooperationen. Die Stärke der Verbindungslinie spiegeln die Kooperationszahlen wider.<sup>173,174,192-238</sup>

---

<sup>†</sup> Originalbezeichnung der Themenfelder des WoS

## 4 Ergebnisse

Nach Eingabe des Suchterminus und entsprechender Auswahl (Kap. 3.4.1) erschienen insgesamt 5079 Artikel (n). Der größte Anteil der Publikationen wurde in englischer Sprache veröffentlicht (n = 4895), an zweiter Stelle steht Französisch (n = 159), danach Deutsch (n = 23). Nur jeweils 1 Artikel wurde in Spanisch und Japanisch publiziert.

### 4.1 Allgemeine Publikationsanalyse nach chronologischen Aspekten

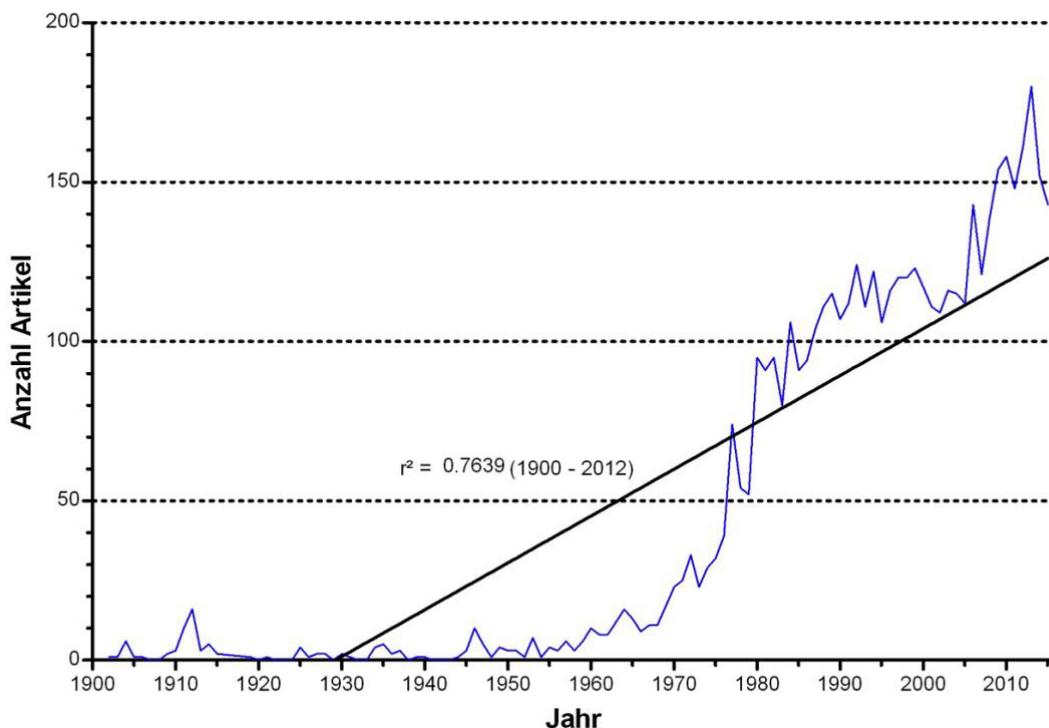


Abbildung 3: Verteilung der Artikel über die Zeitperiode und Regressionsanalyse,  $r^2 =$  Bestimmtheitsmaß

Der erste Artikel, aus der Datenbank des WoS, über das Thema Schlafkrankheit und Trypanosomen erscheint im Jahre 1902 mit dem Titel: „Effect of human serum on trypanosome of Nagana (Tr. Brucei)“.<sup>128</sup> Im Jahre 1904 kommt es zu einem ersten Peak (Abb. 3). In diesem Jahr werden 6 Artikel veröffentlicht. Acht Jahre später (1912) kommt es zu einem deutlichen Anstieg der Artikelanzahl auf 16 Publikationen/Jahr. Bis ins Jahr 1946 (n = 10) werden nur vereinzelte Artikel veröffentlicht. Erst im Jahr 1964 wird wieder die gleiche Anzahl von Veröffentlichungen 1912 erreicht. 1970 wird erstmals die Grenze von über 20

## Ergebnisse

Artikeln überschritten ( $n = 23$ ). Seit den 70er des letzten Jahrhunderts ist, wenngleich auch mit einigen Schwankungen verbunden, eine deutliche Zunahme der Artikelanzahl im Gesamtverlauf zu erkennen. 1984 wird erstmals der Wert von über hundert Publikationen ( $n = 106$ ) überschritten. Nach einem leichten Rückgang in den Jahren 1985/86 werden anschließend immer über 100 Artikel pro Jahr publiziert. Zwischen 1987 und 2005 schwankt die Artikelanzahl zwischen 100 und 120 Veröffentlichungen pro Jahr. Außer in den Jahren 1992 ( $n = 124$ ), 1994 ( $n = 122$ ) und 1999 ( $n = 123$ ) hier wird der Wert von 120 Artikeln knapp überschritten. Über 150 Artikel werden erstmalig 2009 ( $n = 154$ ) herausgegeben. Der bisherige Spitzenwert beläuft sich auf 180 Veröffentlichungen im Jahre 2013. Dann kommt es wiederum zu einem Publikationsrückgang. Die Regressionsanalyse nach Spearman zur Abschätzung der Trendentwicklung ergibt ein Bestimmtheitsmaß von 0,7639 zwischen den Jahren 1900-2012 und  $p < 0,001$  sodass eine signifikante Korrelation besteht (Kap. 3.4.1).

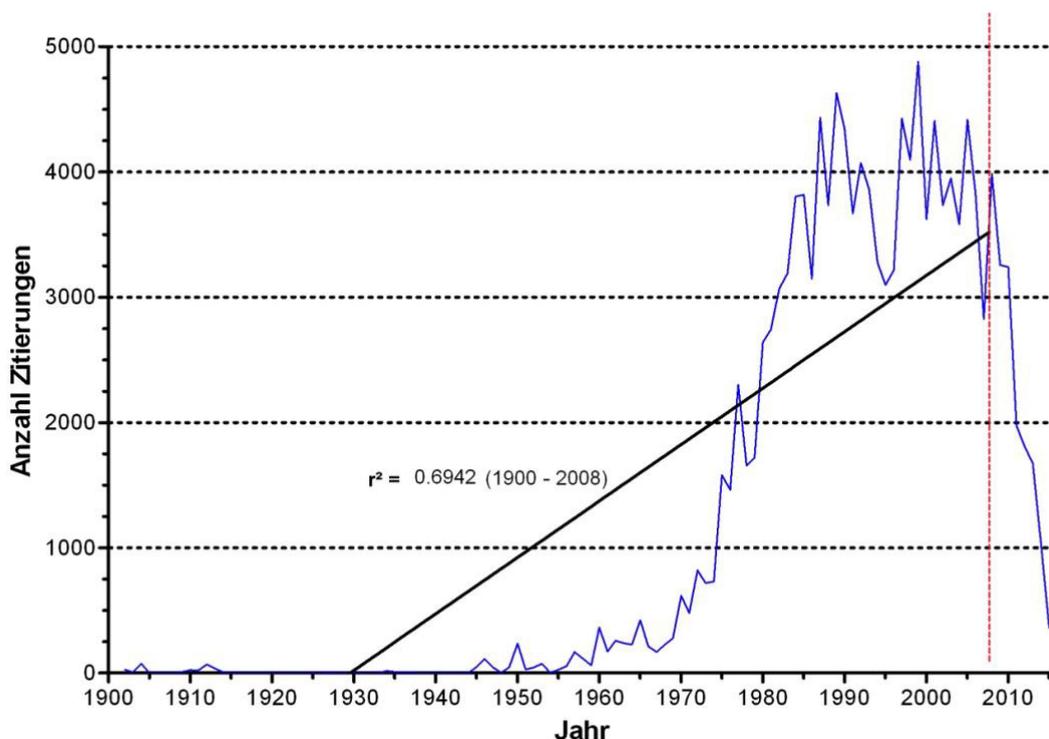


Abbildung 4: Anzahl der Zitierungen nach Publikationsjahr und Regressionsanalyse,  $r^2$  = Bestimmtheitsmaß, rot gestrichelte Linie = Cites Half Life

Auffällig viele Zitierungen ( $z$ ) (Abb. 4) erhält ein Artikel aus der frühesten Forschungszeit von *McNeal* und *Novey* „On the cultivation of *Trypanosoma brucei*“,<sup>129</sup> aus dem Jahr 1904 mit insgesamt 54 Zitierungen (Kap. 3.4.1). Bis ins Jahr

## Ergebnisse

1946 werden ansonsten nur zwei Publikationen veröffentlicht, die mindestens 30 Zitierungen erhalten. Erst ein 1950 erschienener Artikel wurde 205 Mal zitiert: „Cultural and physiological observations on Trypanosoma-rhodesiense and Trypanosoma-Gambiense“.<sup>130</sup> Zwischen 1945 und 1969 kommt es im Gesamtverlauf zu einer wenn auch mit Schwankungen verbundenen langsamen Zunahme der Zitierungen. Wenngleich in diesem Zeitraum ein Schwellenwert von 500 Zitierungen pro Publikationsjahr nicht überschritten wird. Ab 1970 ( $z = 617$ ) kommt es zu einem eindeutigen Wachstum der Zitierungsanzahl. Die Publikationen aus dem Jahr 1977 werden 2303 Mal zitiert. Nach geringeren Zitierungszahlen in den Jahren 1978 ( $z = 1656$ ) und 1979 ( $z = 1719$ ) steigen diese bis 1989 massiv an ( $z = 4630$ ). Innerhalb von zehn Jahren werden die Zitierungen fast verdreifacht, wobei das Jahr 1989 die zweithäufigsten Zitierungen überhaupt aufweist. Interessanterweise kommt es um das Jahr 1995 ( $z = 3099$ ) zu einem Einbruch der Zitierungszahlen. Schließlich steigen die Zitierungen auf einen bisher unerreichten Spitzenwert von  $z = 4881$  im Publikationsjahr 1999 an. In den darauffolgenden Jahren 2000 bis 2010 schwanken die Werte zwischen 3243 bis max. 4416 Zitierungen abgesehen von 2007 ( $z = 2828$ ). Es gibt insgesamt 9 Jahre in denen der Schwellenwert von 4000 Zitierungen überschritten wird: 1987 ( $z = 4434$ ), 1989 ( $z = 4636$ ), 1990 ( $z = 4345$ ), 1992 ( $z = 4072$ ), 1997 ( $z = 4428$ ), 1998 ( $z = 4097$ ), 1999 ( $z = 4881$ ), 2001 ( $z = 4408$ ), 2005 ( $z = 4416$ ). Die Regressionsanalyse nach Spearman ergibt ein Bestimmtheitsmaß von 0,6942 für den Zeitraum von 1900 bis 2008 und  $p < 0,001$ . Letztlich wird eine deutliche, aber zu erwartende Senkung der Zitierungen erkennbar.

Die durchschnittlichen Zitationsraten ( $zr$ ) der Artikel werden nach Publikationsjahr bestimmt (Abb. 5) (Kap. 3.4.1). Besonders auffällig erscheint das Jahr 1975 mit einer durchschnittlichen Zitationsrate von 49,41. Dieser absolute Spitzenwert bleibt in den Folgejahren unerreicht. Von 1981 bis 2005 schwanken die Werte der durchschnittlichen Zitationsraten zwischen 30 bis 40 und bleiben daher relativ konstant. Ausnahmen mit Werten von unter 30 finden sich in den Jahren 1994/95/96 ( $zr = 26,87/zr = 29,24/zr = 27,73$ ). In den Jahren 1985 ( $zr = 41,96$ ), 1987 ( $zr = 42,64$ ), 1989 ( $zr = 40,26$ ) und 1990 ( $zr = 40,61$ ) wird der obere Grenzwert von 40 leicht überschritten. Ab dem Jahr 2006 fällt die durchschnittliche Zitationsrate deutlich unter 30 und fällt dann weiterhin kontant ab.

## Ergebnisse

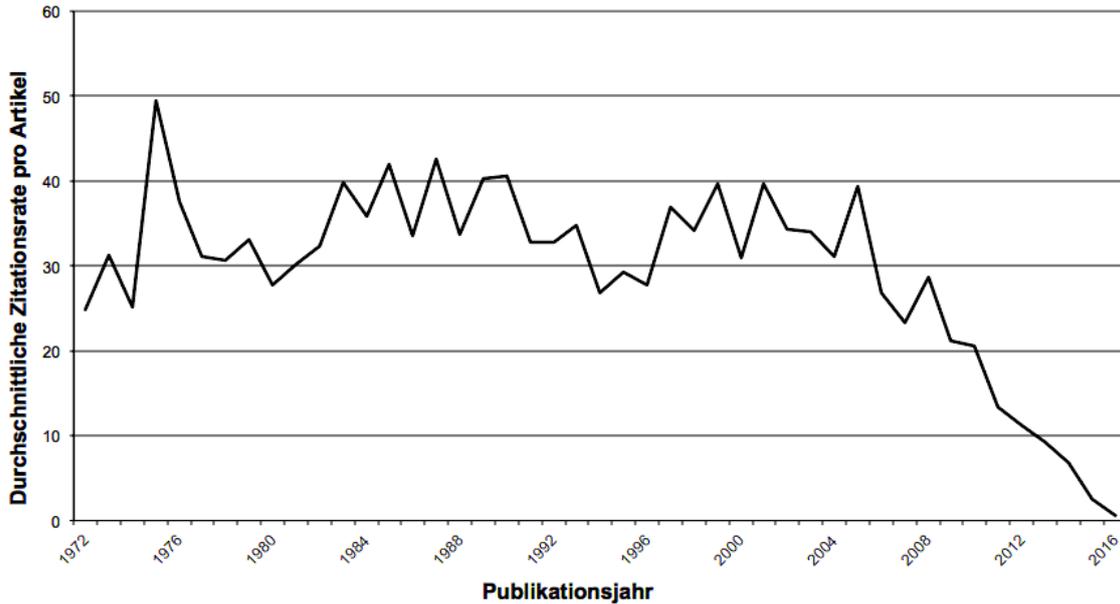


Abbildung 5: Durchschnittliche Zitationsrate pro Artikel im Zeitverlauf

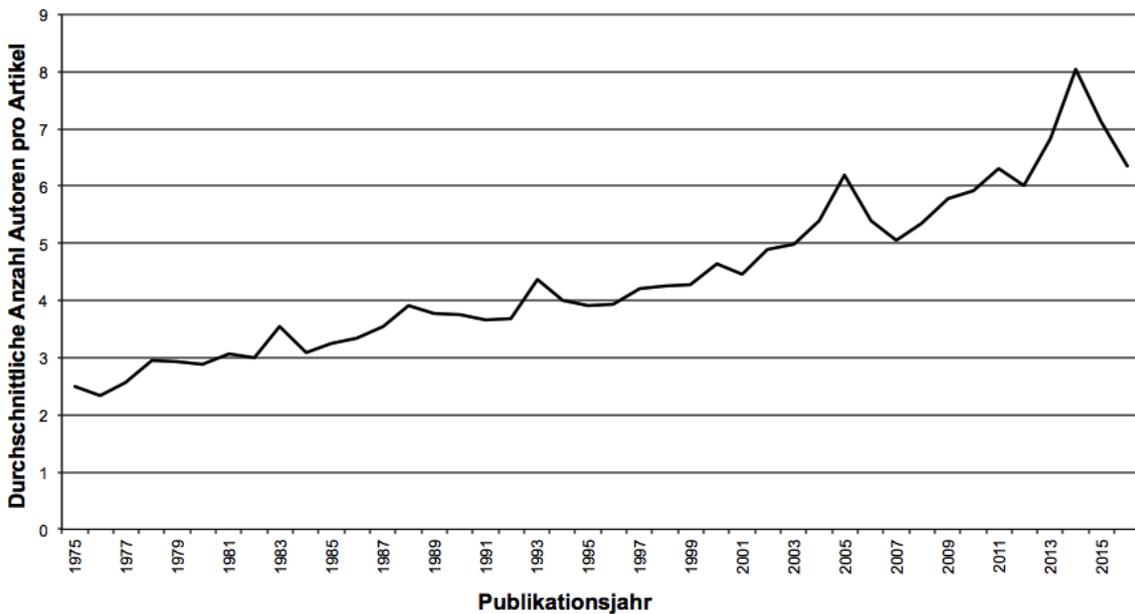
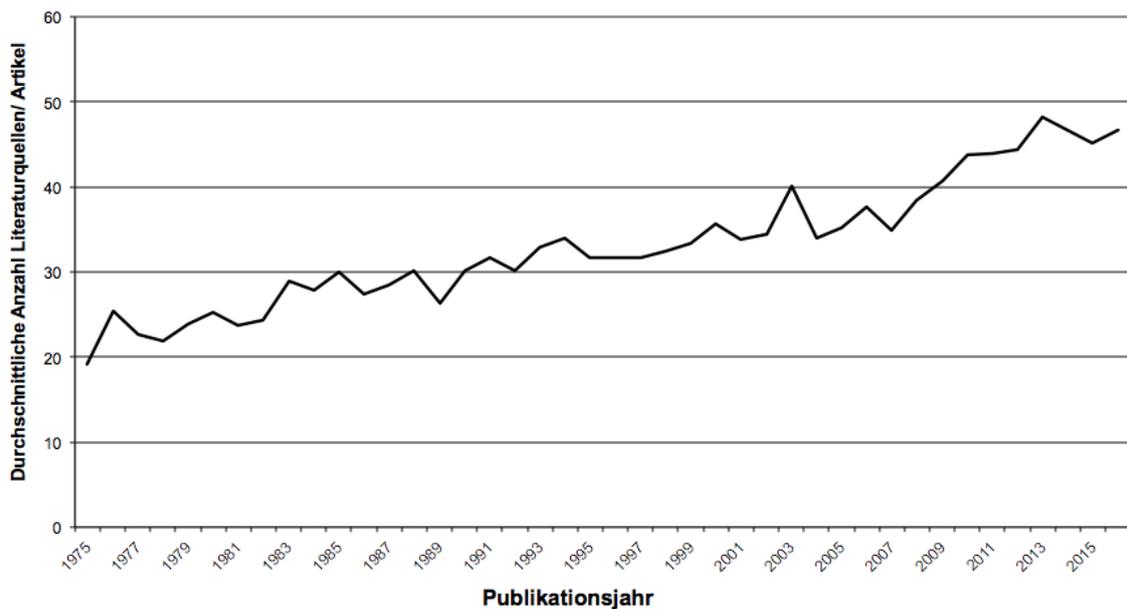


Abbildung 6: Durchschnittliche Autorenanzahl pro Artikel über die Zeitperiode 1975 - 2016

Die Entwicklung der durchschnittlichen Autorenanzahl pro Artikel ist in Abb. 6 dargestellt (Kap. 3.4.1). Im Jahre 1975 sind durchschnittlich 2,5 Autoren pro Artikel involviert. Bis zum Jahre 2014 kommt es zu einem mit Schwankungen verbundenen kontinuierlichen Anstieg der durchschnittlichen Autorenanzahl auf bis zu 8,03 Autoren/Artikel. Hierbei müssen zwei Artikel aus dem Jahre 2005 und 2014 berücksichtigt werden, die eine enorme Anzahl an Autoren vorweisen. Der als *Highly Cited Paper* eingestufte Artikel aus dem Jahr 2014: „Genome Sequence of

## Ergebnisse

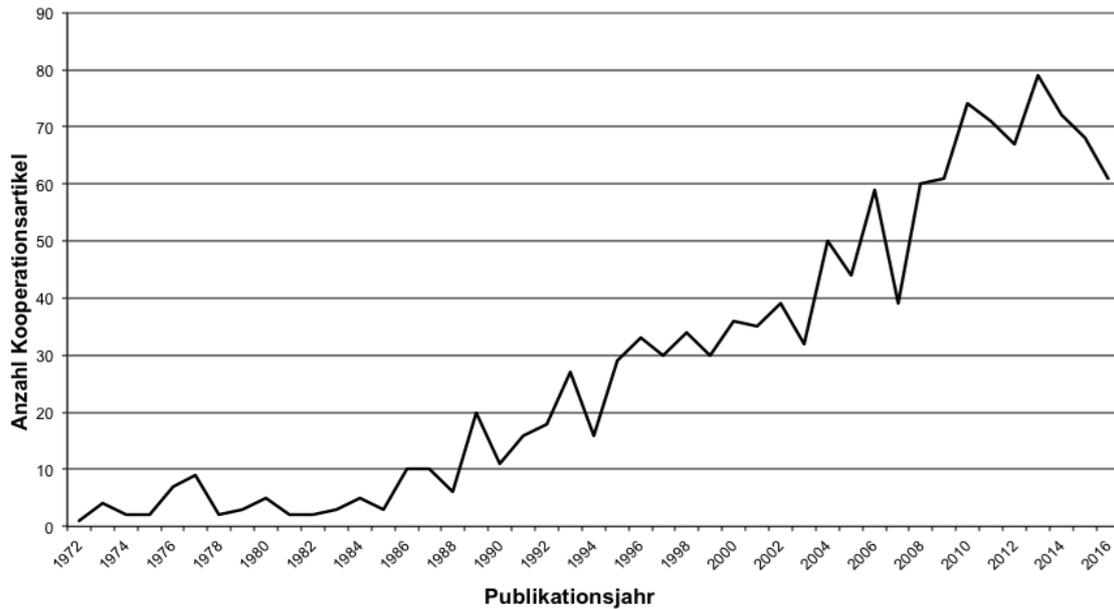
Tsetse Fly (*Glossina morsitans*): Vector of African Trypanosomiasis“,<sup>19</sup> wurde von der *International Glossina Genome Initiative* veröffentlicht mit insgesamt 179 Autoren, ein bisher unerreichter Wert.<sup>19</sup> Auf Rang zwei befindet sich ein Artikel aus dem Jahre 2005: „The Genome of the African Trypanosome *Trypanosoma brucei*“,<sup>9</sup> wurde von 102 Autoren veröffentlicht.<sup>9</sup> Zum Vergleich: Es gibt insgesamt nur drei Artikel mit mehr als 40 Autoren und nur 10 Artikel mit mindestens 20 involvierten Autoren. Nach 2014 fällt die Autorenanzahl auf durchschnittlich 6,36 Autoren im Jahr 2016 ab.



**Abbildung 7: Entwicklung der Größe des Literaturverzeichnisses : Durchschnittliche Anzahl der Literaturquellen pro Artikel im zeitlichen Verlauf**

Das durchschnittliche Literaturverzeichnis eines Artikels beträgt 1975 lediglich 19,16 Quellen (Abb. 7) (Kap. 3.4.1). Bis zum Jahr 2016 kommt es zu einem Anstieg auf durchschnittlich 46,66 Quellen/Artikel. Dies entspricht einer Vergrößerung des Quellenverzeichnisses um das fast Zweieinhalbfache. Seit dem Jahre 1990 werden pro Artikel durchschnittlich immer mehr als 30 Quellenangaben genannt. Seit 2009 rangieren die Durchschnittswerte stets bei über 40 Literaturquellen. Ein bisher unerreichter Spitzenwert findet sich im Jahre 2013 mit durchschnittlich 48,15 Quellen im Literaturverzeichnis.

## Ergebnisse



**Abbildung 8:** Anzahl der Kooperationsartikel nach Publikationsjahr

Die Analyse der zeitlichen Publikationsanalyse beinhaltet auch die Betrachtung der Anzahl der internationalen Kooperationsartikel (nk) (Abb. 8) (Kap. 3.4.1). 1986 werden erstmalig 10 Kooperationsartikel publiziert. In den darauffolgenden Jahren kommt es zu einer deutlichen Steigerung der Kooperationen im Gesamtverlauf. Seit dem Jahr 1996 (nk = 33) werden stets mehr als 30 Kooperationspublikationen veröffentlicht, seit 2008 wird ein nk = 60 nicht mehr unterschritten. Zwischen 1986 und 2016, sprich den letzten 30 Jahren, hat sich die Anzahl der Kooperationen versechsfacht.

## 4.2 Geografische Analyse der Publikationen

### 4.2.1 Länderspezifische Analysen

Weltweit publizieren 89 Länder über das Thema *Trypanosoma brucei* und die Schlafkrankheit im WoS, von diesen veröffentlichten 43 mindestens 10 Artikel (Abb. 9) (Kap. 3.4.2) (Kap. 3.5.1). Auf Rang 1 der weltweit produktivsten Länder befindet sich die USA mit  $n = 1603$ , gefolgt von Großbritannien  $n = 1149$ . Es folgen Belgien ( $n = 475$ ), Schweiz ( $n = 417$ ) und Deutschland ( $n = 412$ ). Die USA publizieren fast vier Mal so viel wie Deutschland. Auf Rang 6 rangiert Frankreich ( $n = 387$ ) vor Kenia ( $n = 265$ ). Platz 8 belegen die Niederlande ( $n = 179$ ), Platz 9 Nigeria ( $n = 139$ ) und Platz 10 Japan ( $n = 128$ ). Unter Betrachtung der 25 meistpublizierenden Länder, finden sich insgesamt 9 afrikanische Länder: Kenia ( $n = 265$ ), Nigeria ( $n = 139$ ), Uganda ( $n = 93$ ), Demokratische Republik Kongo (DR Kongo) ( $n = 73$ ), Elfenbeinküste ( $n = 67$ ),

## Ergebnisse

Kamerun (n = 52), Kongo (n = 51), Südafrika (n = 38) und Burkina Faso (n = 35). Der asiatische Raum wird vor allem durch Japan, China (n = 53), und Indien (n = 14) vertreten. Das produktivste Land Südamerikas ist Brasilien mit 73 Veröffentlichungen. Im weltweiten Vergleich sind Südamerika und der asiatische Raum unterrepräsentiert. Australien produzierte n = 46 und platziert sich somit weltweit auf dem 22. Platz.

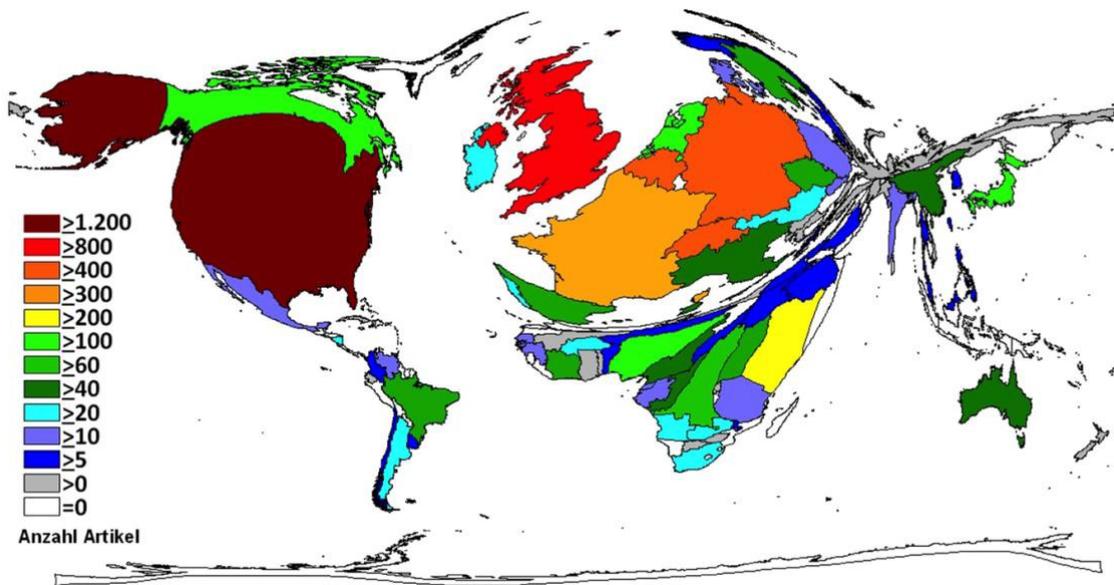


Abbildung 9: Artikelanzahl der Länder

Die Analyseergebnisse der landesspezifischen Zitierungen zeigen ähnliche Strukturen wie die Analyse der meistpublizierenden Länder (Abb. 10) (Kap. 3.4.2). Japan und Nigeria sind mit Platz 12 und 15 nicht unter den 10 meistzitierten Ländern vertreten. Das produktivste Land, die USA, erhält insgesamt  $z = 50244$  und ist damit der absolute Spitzenreiter, weit vor dem zweitplatzierten Vereinigten Königreich, deren Artikel bisher 36000-mal zitiert werden. Publikationen aus Belgien erhalten  $z = 15459$ . Auf Rang 4 bis 7 folgen vier europäische Länder: Deutschland ( $z = 12878$ ), Schweiz ( $z = 11817$ ), Niederlande ( $z = 9361$ ) und Frankreich ( $z = 8639$ ). Kenia, das produktivste afrikanische Land, erhält  $z = 6213$  und erzielt somit Platz 8 im weltweiten Vergleich. Dahinter folgen Kanada ( $z = 2837$ ) und Uganda ( $z = 2223$ ). Unter den 25 meistzitierten Ländern finden sich insgesamt 8 Afrikanische: Kenia und Uganda, Elfenbeinküste ( $z = 1355$ ), Nigeria ( $z = 1253$ ), DR Kongo ( $z = 1171$ ), Kongo ( $z = 1131$ ), Südafrika ( $z = 1022$ ) und Kamerun ( $z = 898$ ). Das am meisten zitierte asiatische Land ist Japan ( $z = 1857$ ). Das meistzitierte

## Ergebnisse

südamerikanische Land ist Brasilien, im weltweiten Vergleich auf Rang 13 ( $z = 1452$ ). 83 der 89 publizierten Länder wurden mindestens einmal zitiert und 29 der 89 publizierenden Länder mehr als 500 Mal.

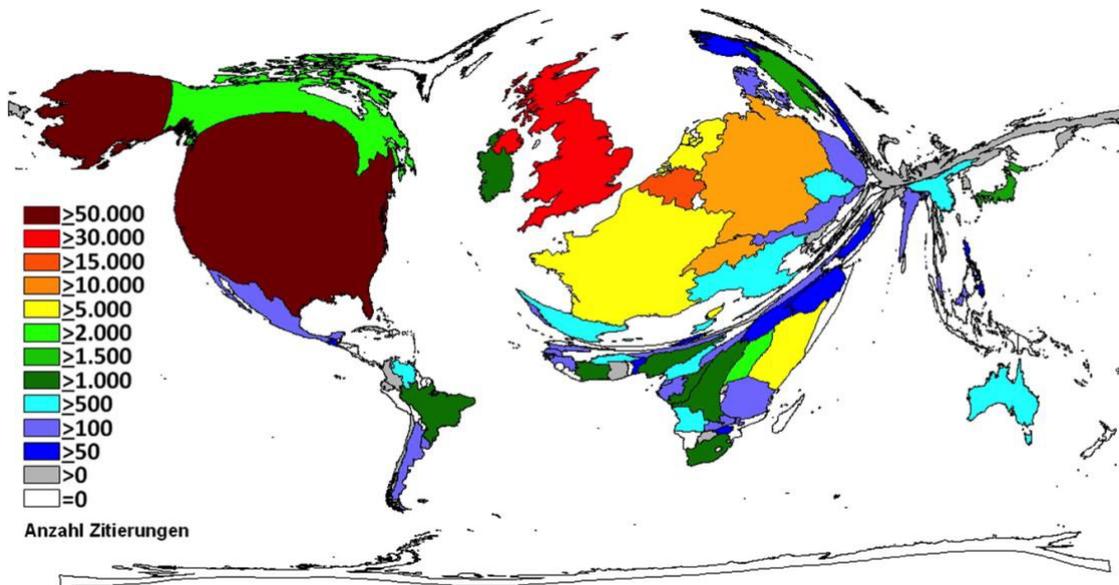


Abbildung 10: Anzahl der Zitierungen der Länder

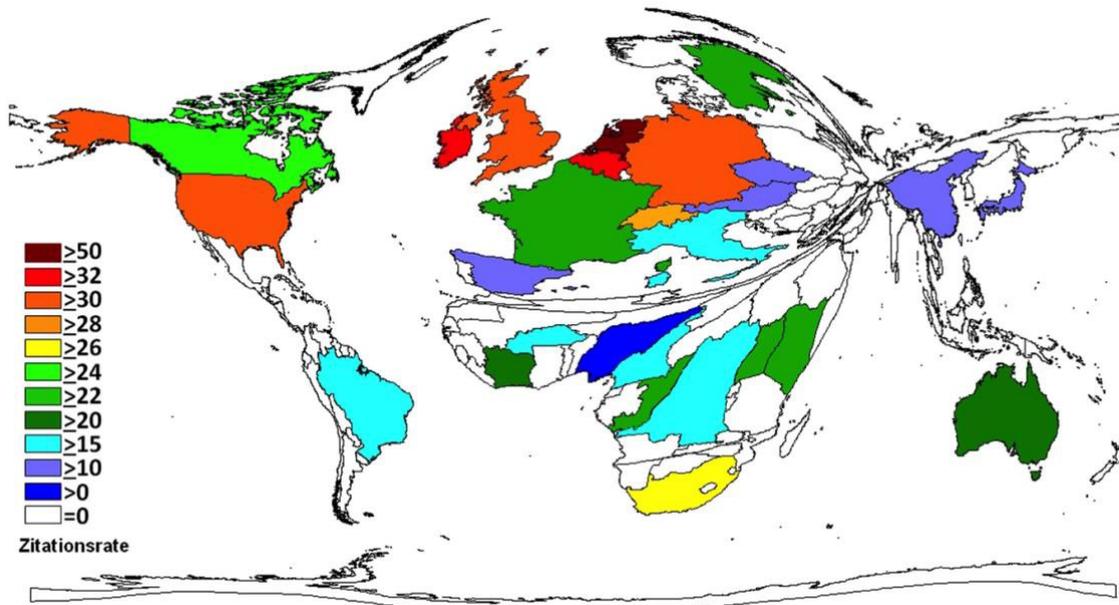


Abbildung 11: Zititionsrate der Länder, Schwellenwert = 30 publizierte Artikel

In Abb. 11 werden die Zititionsraten ( $zr$ ) der Länder dargestellt. Durch den methodischen Schwellenwert werden nur 27 der 89 publizierenden Länder berücksichtigt (Kap. 3.4.2). Die Niederlande erhalten im Durchschnitt 52,3 Zitierungen/Artikel und sind somit das Land mit der höchsten Zititionsrate. Mit einigem Abstand folgt Irland mit einer Zititionsrate von  $zr = 32,77$  dicht vor Belgien

## Ergebnisse

( $zr = 32,55$ ). Auch die Ränge 4 bis 6 liegen knapp dahinter und sehr dicht beieinander: USA ( $zr = 31,34$ ), Großbritannien ( $zr = 31,33$ ), Deutschland ( $zr = 31,26$ ). Dahinter platzieren sich die Schweiz ( $zr = 28,34$ ), Südafrika ( $zr = 26,9$ ), Kanada ( $zr = 25,11$ ), Uganda ( $zr = 23,9$ ) und Kenia ( $zr = 23,45$ ).

Die publizierenden Länder nach mod. H-Index sind in Abb. 12 dargestellt (Kap. 3.4.2). Die 10 meistzitierten Länder befinden sich auch unter den 10 Ländern mit dem höchsten modifizierten Hirsch Index. Auch die Reihenfolge entspricht sich nahezu. Die ersten drei und die letzten vier Ränge sind in den beiden Ranglisten identisch. Der Spitzenreiter ist wieder die USA mit einem mod. H-Index von 93, vor Großbritannien (mod. H-Index = 81). Belgien platziert sich auf dem Rang 3 (mod. H-Index = 66), gefolgt von den Niederlanden (mod. H-Index = 64), Deutschland (mod. H-Index = 63), Schweiz (mod. H-Index = 58), Frankreich (mod. H-Index = 47). Dahinter reiht sich Kenia, wieder als erstes afrikanisches Land, mit einem mod. H-Index von 42 vor Kanada (H-Index = 31) und Uganda (H-Index = 26) ein. Sowohl Afrika, als auch Europa und Nordamerika, sind im Kartogramm stark repräsentiert. Der asiatische Raum weist mit Ausnahme von Japan (mod. H-Index = 24), China (mod. H-Index = 16) und Indien (mod. H-Index = 8) einen nur geringen mod. H-Index auf. Brasilien erreicht als stärkstes südamerikanisches Land den höchsten mod. H-Index mit einem Wert von 25 vor Argentinien (mod. H-Index = 11).

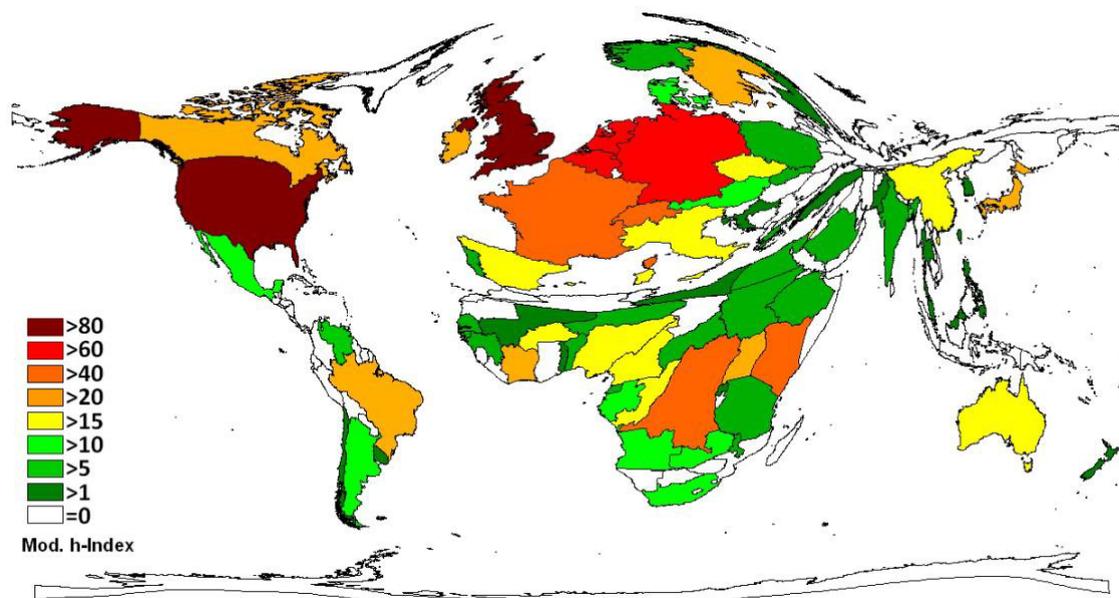


Abbildung 12: Modifizierter Hirsch Index der Länder

## Ergebnisse

Die Anzahl der publizierenden Institutionen der Länder wird in Abb. 13 visualisiert (Kap. 3.4.2). Nur die USA verfügen über mehr als 300 Institutionen, dahinter platzieren sich Frankreich und Großbritannien mit  $>100$ . Belgien, die Niederlande und Deutschland verfügen über mehr als 40 Institutionen.

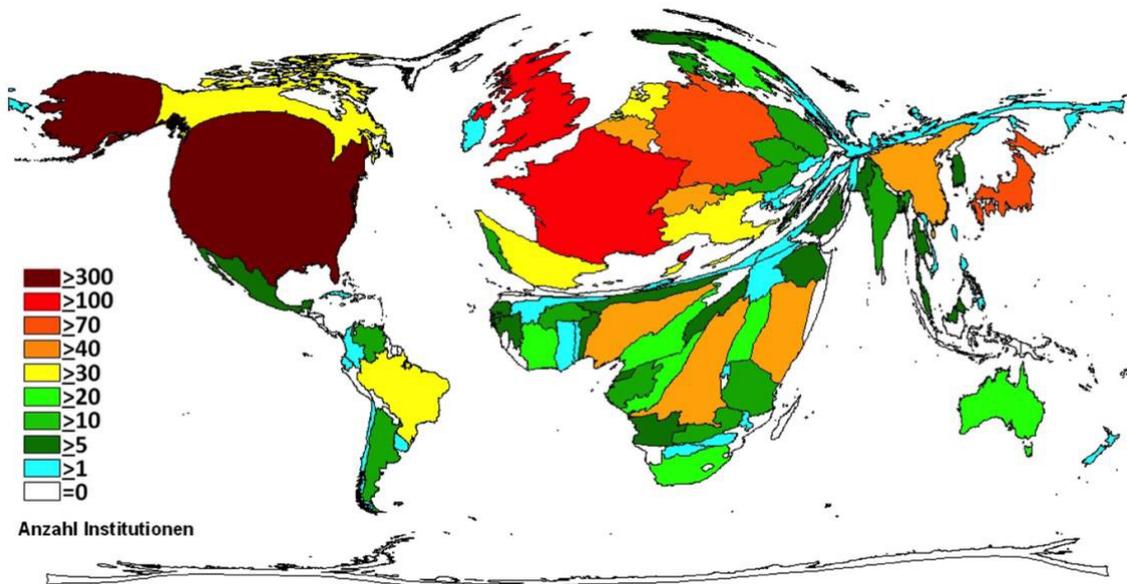


Abbildung 13: Anzahl der publizierenden Institutionen der Länder, Schwellenwert = mindestens 20 Publikationen pro Institut

In diesem Abschnitt wird die Forschungsleistung in Relation zu sozioökonomischen Daten der Länder näher untersucht (Kap. 3.4.2). Hierfür wird zunächst die Anzahl der Publikationen der Länder in das Verhältnis zur Einwohnerzahl in Million ( $R_{EWZ}$ ) gesetzt (Abb. 14). Auf den ersten Blick ist Nordamerika deutlich weniger präsent (Abb. 9). Europäische Länder belegen die ersten drei Ränge. Die Schweiz mit  $n = 417$  und einer Einwohnerzahl von ca. 8 Mio. ( $R_{EWZ} = 50,98$ ) befindet sich auf Platz 1. Dahinter rangiert Belgien mit  $R_{EWZ} = 41,63$  und Großbritannien mit  $R_{EWZ} = 17,83$ . Zwischen den beiden Erstplatzierten und dem Drittplatzierten kommt es zu einer massiven Verringerung des Quotienten. Der Kongo mit  $R_{EWZ} = 10,51$  findet sich knapp hinter den Niederlanden ( $R_{EWZ} = 10,52$ ) an fünfter Stelle. Auf Platz 6 und 7 folgen Schweden ( $R_{EWZ} = 8,5$ ) und Irland ( $R_{EWZ} = 7,07$ ). Dahinter reihen sich Frankreich ( $R_{EWZ} = 5,79$ ), Kenia ( $R_{EWZ} = 5,66$  Publikationen) und Tschechien ( $R_{EWZ} = 5,64$ ) ein. Bis auf Brasilien, Japan und China sind südamerikanische und asiatische Länder aufgrund der niedrigen Produktivität nicht in der Auswertung enthalten und stark unterrepräsentiert. Sowohl China als auch Brasilien gehören zu den

## Ergebnisse

populationsreichsten Ländern der Welt und werden deshalb verhältnismäßig klein abgebildet.

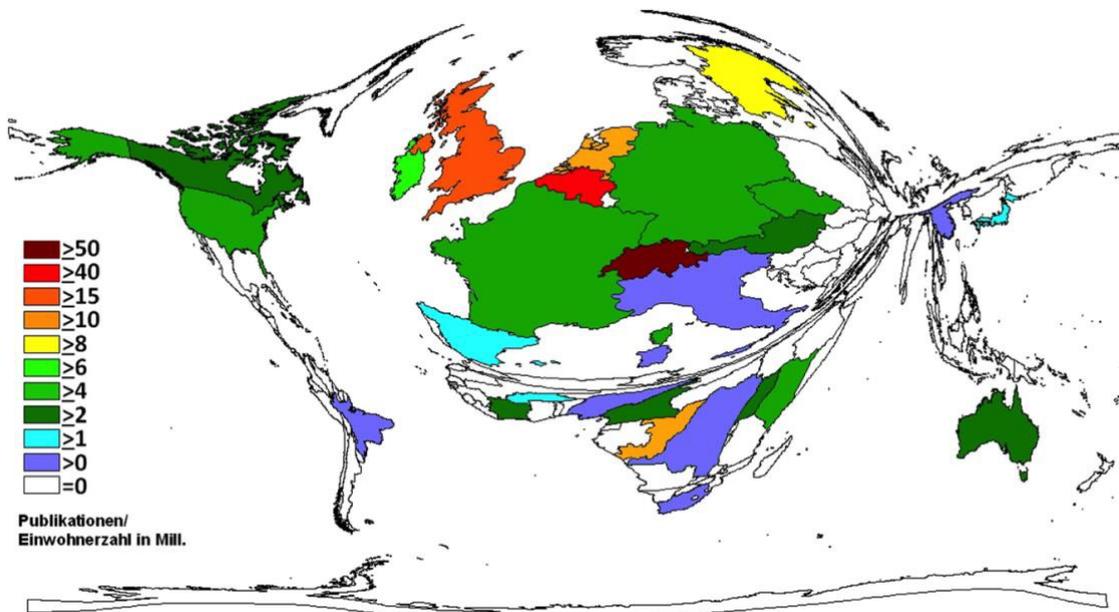


Abbildung 14: Publikationen pro Einwohnerzahl in Millionen, Schwellenwert = 30 Publikationen

Die in Abb. 15 dargestellte sozioökonomische Analyse zeigt die Produktivität der 27 Länder mit mindestens 30 Artikeln im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Bill. US Dollar ( $R_{BIP}$ ) (Kap. 3.4.2).

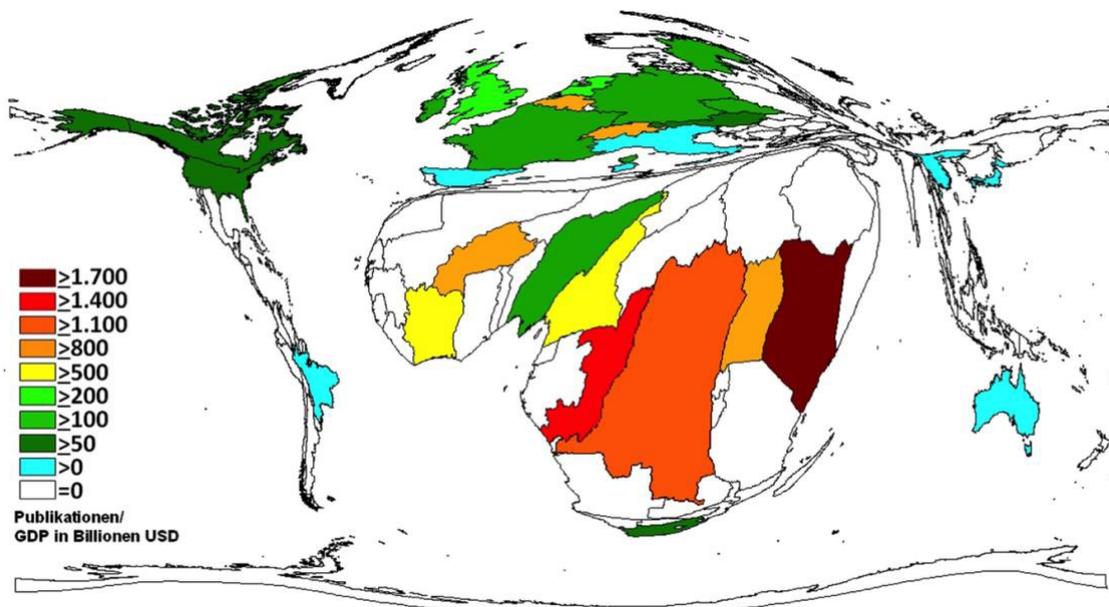


Abbildung 15: Publikationen pro BIP in Billionen USD, Schwellenwert = 30 Publikationen

In diesem Schaubild sind vor allem Länder des afrikanischen Kontinents präsent. Sie sind sieben Mal unter den zehn ersten Rängen vertreten. An erster Stelle platziert

## Ergebnisse

sich Kenia mit  $R_{BIP} = 1735,4$ , gefolgt vom Kongo ( $R_{BIP} = 1684,8$ ), der DR Kongo ( $R_{BIP} = 1105,9$ ), Uganda ( $R_{BIP} = 1095$ ) und Burkina Faso ( $R_{BIP} = 1060,9$ ). Belgien (Rang 6,  $R_{BIP} = 933,9$ ), die Schweiz (Rang 7,  $R_{BIP} = 843,6$ ) und Großbritannien (Rang 10,  $R_{BIP} = 412,1$ ) sind die einzigen außerafrikanischen Länder unter den 10 ersten Rängen. Auf den Plätzen 8 und 9 präsentieren sich die Elfenbeinküste ( $R_{BIP} = 769,1$ ) und Kamerun ( $R_{BIP} = 673,2$ ). Nach dem am stärksten vertretenen Kontinent Afrika folgt Europa auf Rang 2 vor Nordamerika. Sowohl Südamerika, als auch Asien und Australien werden im weltweiten Vergleich kaum abgebildet. China verfügt aktuell über den höchsten BIP der Welt, sodass der niedrigste Quotient ( $R_{BIP} = 2,5$ ) China zugeordnet wird.

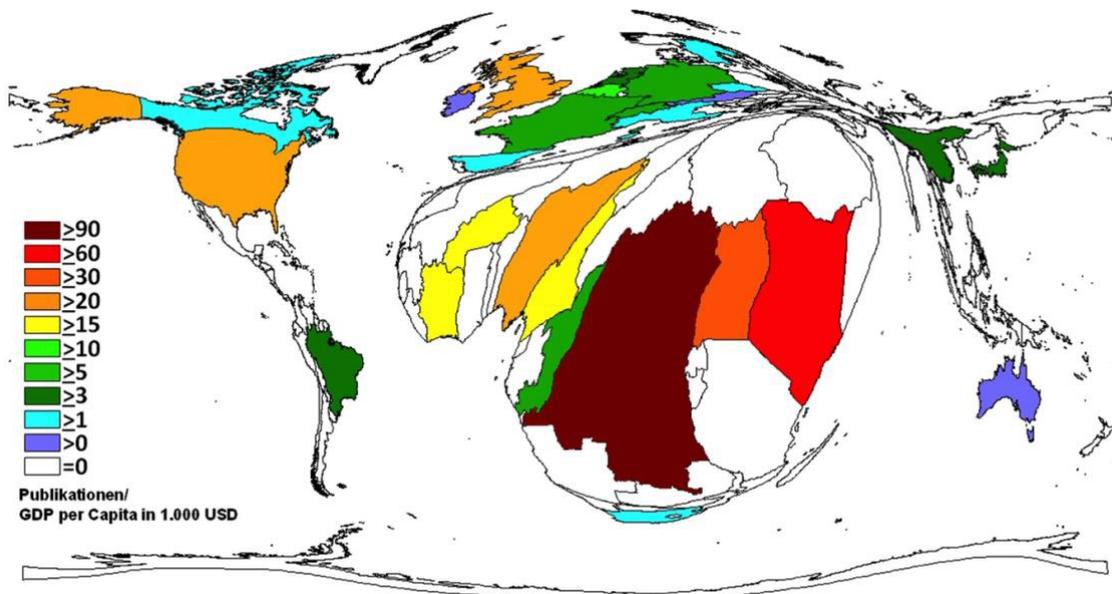


Abbildung 16: Publikationen pro BIP p.c. in 1000 USD, Schwellenwert = 30 Artikel

Die Ergebnisse der Untersuchung der Produktivität der Länder mit mehr als 30 Veröffentlichungen im Verhältnis zum Pro-Kopf-Einkommen ( $R_{BIP-K}$ ) ist in Abb. 16 dargestellt (Kap. 3.4.2). Auch hier sind 7 afrikanische Länder unter den 10 ersten Rängen platziert. An erster Stelle befindet sich die DR Kongo mit  $R_{BIP-K} = 91,3$ . Die DR Kongo disponieren ein durchschnittliches Pro-Kopf-Einkommen von 800 € und besitzen eines der niedrigsten Pro-Kopf-Einkommen weltweit. Dahinter reihen sich Kenia ( $R_{BIP-K} = 77,9$ ) und Uganda ( $R_{BIP-K} = 44,3$ ) ein. Gerechnet auf das Pro-Kopf-Einkommen produziert Uganda weniger als die Hälfte der Artikel des Erstplatzierten. An Stelle 4 und 5 befinden sich die beiden produktivsten Staaten mit der höchsten Artikelzahl: USA ( $R_{BIP-K} = 28$ ) und Großbritannien ( $R_{BIP-K} = 27$ ).

## Ergebnisse

Vergleichend zum Erstplatzierten nimmt der Quotient um mehr als zwei Drittel ab. Dahinter arrangieren sich wieder 4 afrikanische Länder: Nigeria ( $R_{BIP-K} = 23$ ), Burkina Faso ( $R_{BIP-K} = 19,4$ ), Elfenbeinküste ( $R_{BIP-K} = 18,6$ ) und Kamerun ( $R_{BIP-K} = 15,8$ ). Rang 10 hat Belgien ( $R_{BIP-K} = 10,6$ ) inne. Im weltweiten Vergleich wird Afrika am stärksten präsentiert. Im Gegensatz zu den Abb. 14 und 15 ist die USA deutlich stärker präsent (Tab. 5).

Tabelle 5: Direkter Vergleich sozioökonomischer Aspekte (Abb. 14 – Abb. 16)

Land	$R_{EWZ}$	$R_{BIP}$	Rang $R_{BIP}$	$R_{BIP-K}$	Rang $R_{BIP-K}$
Schweiz	50,98	843,62	7	7,02	14
Belgien	41,63	933,94	6	10,56	10
UK	17,83	412,12	10	27,04	5
Niederlande	10,52	206,72	11	3,52	16
Kongo	10,51	1684,84	2	7,5	13
Schweden	8,5	168,64	13	1,7	23
Irland	7,07	107,93	16	0,5	27
Frankreich	5,8	141,4	14	9,13	11
Kenia	5,66	1735,43	1	77,94	2
Tschechien	5,64	171	12	1,81	21
Deutschland	5,1	103,54	17	8,55	12
USA	4,95	86,37	18	27,98	4
Österreich	3,67	76,94	19	0,67	26
Kanada	3,2	67,5	20	2,45	20
Elfenbeinküste	2,83	769,05	8	18,61	8
Uganda	2,43	1095,02	4	44,3	3
Kamerun	2,14	673,23	9	15,76	9
Australien	2	38,69	22	0,94	25
Burkina Faso	1,79	1060,93	5	19,44	7
Spanien	1,32	37,87	23	1,75	22
Japan	1,01	26	24	3,29	18
DR Kongo	0,9	1105,9	3	91,25	1
Nigeria	0,75	127,64	15	23,56	6
Italien	0,71	19,81	26	1,21	24
Südafrika	0,7	51,61	21	2,88	19
Brasilien	0,36	23,29	25	4,8	15
China	0,039	2,5	27	3,44	17

$R_{EWZ}$  = Ratio Einwohnerzahl,  $R_{BIP}$  = Ratio Bruttoinlandsprodukt,  $R_{BIP-K}$  = Ratio Prokopfeinkommen

#### 4.2.2 Kooperationsanalysen der Länder

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte nehmen die Länderkooperationen deutlich zu (Abb. 8)(Kap. 3.4.1)(Kap. 3.4.2). Insgesamt wurden 1287 Kooperationsartikel veröffentlicht. Dies entspricht einem Anteil von 25,3 % aller Artikel der Datenbank. In Abb. 17 wird die Anzahl der Kooperationsteilhaber analysiert.

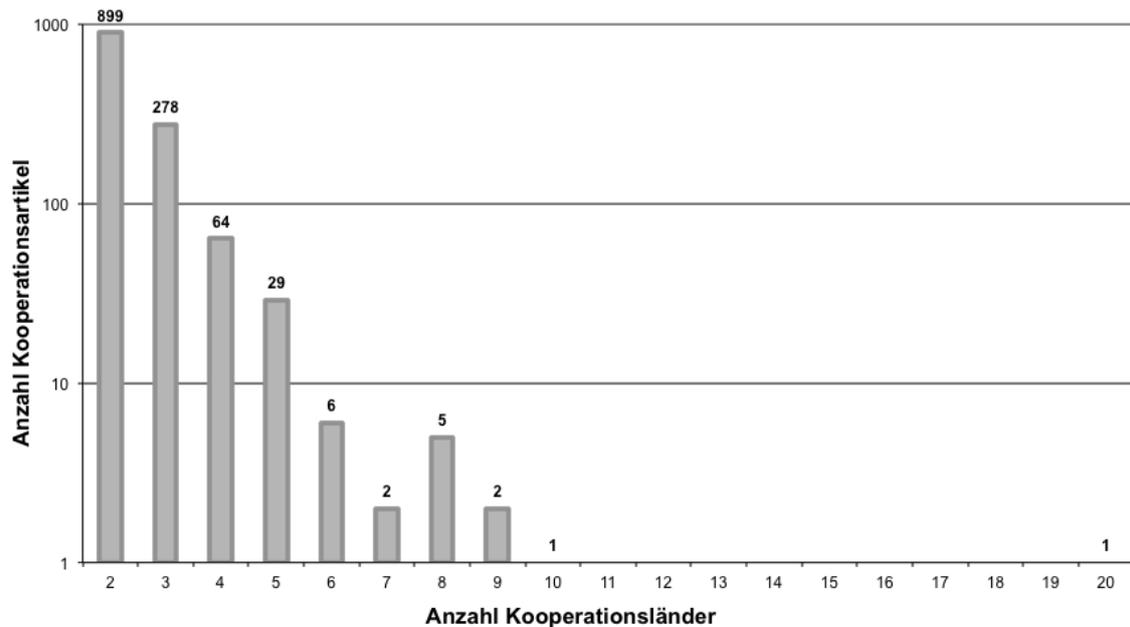


Abbildung 17: Anzahl der Kooperationsartikel nach Anzahl der Kooperationsländer

Am häufigsten werden Kooperationsartikel mit 2 involvierten Ländern ( $n_k = 899$ ) publiziert. 3 kooperierende Länder sind weitaus weniger häufig ( $n_k = 278$ ). Durch 4 kooperierende Länder entstehen  $n_k = 64$ . Durch Zusammenschluss von 5 Ländern werden  $n_k = 29$  herausgegeben. Eine Zusammenarbeit von mehr als 5 Ländern existiert selten; es werden nur 17 Artikel mit mehr als 5 beteiligten Ländern produziert. Der Artikel Genome Sequence of Tsetse Fly (*Glossina morsitans*): Vector of African Trypanosomiasis<sup>19</sup> von der *International Glossina Genome Initiative* rangiert auf Platz 1 mit der größten Autorenzahl (179 Autoren) (Abb. 6). An dieser Arbeit sind insgesamt 20 Länder mit 81 Institutionen beteiligt (Belgien, Burkina Faso, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Indien, Italien, Japan, Kenia, Kongo, Nigeria, Österreich, Saudi-Arabien, Schweiz, Slowakei, Südafrika, Tansania, Tunesien, Uganda, USA). Auf Rang 2 ist ein Artikel von 10 kooperierenden Ländern platziert, also nur die Hälfte der Länderanzahl des zuvor genannten Artikels:

## Ergebnisse

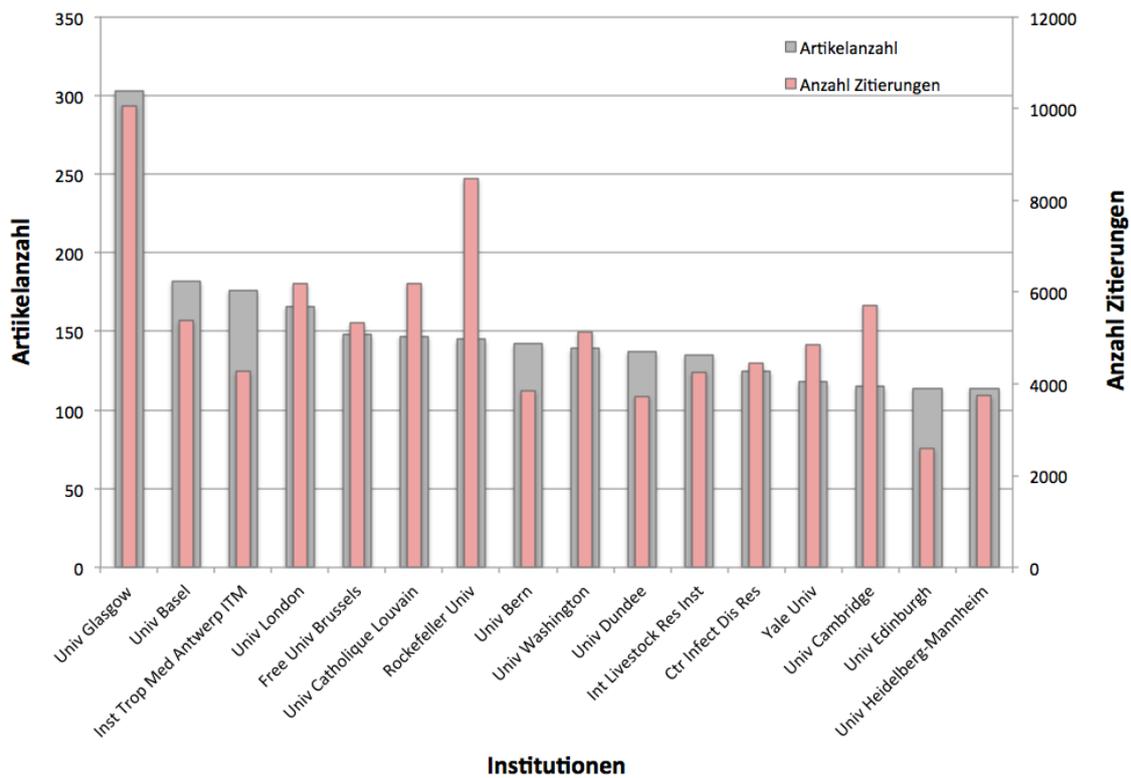
„TrypanoCyc: a community-led biochemical pathways database for *Trypanosoma brucei*“.<sup>131</sup>

In Abb. 18 werden die erfolgreichsten Länderkooperationen dargestellt. Die USA und Großbritannien kollaborieren 123 Mal und erzielen Platz 1. Auf Rang 2 und 3 befindet sich die Schweiz in Kooperation mit Großbritannien (nk = 73) und den USA (nk = 64). Ergo arbeiten die USA und Großbritannien fast doppelt so oft zusammen wie die Ränge 2 und 3. Belgien und Frankreich kollaborieren nk = 61. An Stelle 5 platziert sich die Kooperation von Großbritannien und Frankreich (nk = 60). Die Zusammenarbeit zwischen Deutschland und den USA befindet sich auf Rang 6 (nk = 57). Danach folgt Großbritannien in Zusammenarbeit mit Belgien (nk = 56) und Deutschland (nk = 52). Platz 9 teilt sich Belgien mit je nk = 37 mit den USA und der DR Kongo, es folgt Belgien und die Niederlande (nk = 36).

Betrachtet man die 25 erfolgreichsten Länderkooperationen (Abb. 18) und untersucht wie oft ein Land dort vertreten ist, befindet sich Großbritannien an der Spitze mit insgesamt 12 verschiedenen Kooperationsländern: USA (nk = 123), Schweiz (nk = 73), Frankreich (nk = 60), Belgien (nk = 56), Deutschland (nk = 52), Uganda (nk = 34), Kenia (nk = 27), Kanada (nk = 22), Brasilien (nk = 20), Niederlande (nk = 20), Spanien (nk = 19), Italien (nk = 16). Dahinter liegt die USA mit 11 verschiedenen Kooperationspartnern: Großbritannien (nk = 123), Schweiz (nk = 64), Deutschland (nk = 57), Belgien (nk = 37), Frankreich (nk = 34), Brasilien (nk = 23), Tschechien (nk = 22), China (nk = 21), Kanada (nk = 19), Japan (nk = 17). Frankreich vertritt Platz 3 in Zusammenarbeit mit 9 verschiedenen Ländern: Belgien (nk = 61), Großbritannien (nk = 60), USA (nk = 34), Schweiz (nk = 33), Kamerun (nk = 32), Elfenbeinküste (nk = 29), Burkina Faso (nk = 24), Kongo (nk = 22), Deutschland (nk = 17). Frankreich weist unter den 25 erfolgreichsten Kooperationen die meisten Kooperationen mit afrikanischen Ländern auf. Belgien platziert sich 8 Mal unter den 25 erfolgreichsten Länderkooperationen und ist 5 Mal unter den 10 erfolgreichsten vertreten, genauso oft wie Großbritannien: Frankreich (nk = 61), Großbritannien (nk = 56), DR Kongo (nk = 37), USA (nk = 37), Niederlande (nk = 36), Schweiz (nk = 24), Deutschland (nk = 23), Kongo (nk = 17). Die Schweiz und Deutschland teilen sich Rang 5 mit je 6 Vertretungen unter den 25



### 4.3 Analyse der publizierenden Institutionen



**Abbildung 19: Meistpublizierende Institutionen mit Artikelanzahl und Zitierungen**, Univ: University; Inst Trop Med Antwerp ITM: Institute of Tropical Medicine Antwerp; Int Livestock Res Inst: International Livestock Research Institute Nairobi; Ctr Infect Dis Res: Center of Infectious Disease Research Seattle

Die meistpublizierenden Institutionen sind in Abb. 19 dargestellt (Kap. 3.4.3). Spitzenreiter mit 303 Veröffentlichungen im WoS ist die *University of Glasgow* gefolgt von der *Universität Basel* (n = 182) und dem *Institute of Tropical Medicine Antwerp (ITM Antwerp)* (n = 176). Auf Platz 4 befindet sich wieder eine britische Institution, die *University of London* (n = 166). Dahinter platzieren sich zwei belgische Universitäten; die *Brussels Free Universities* (n = 148) und die *Université Catholique Louvain* (n = 147). Auf Rang 7 rangiert die erste amerikanische Einrichtung; die *Rockefeller University* (n = 145). Die *Universität Bern* (n = 142), *University of Washington* (n = 139), *University of Dundee* (n = 137) platzieren sich auf den Rängen 8 bis 10. Das *International Livestock Research Institute (ILRI)* in Nairobi veröffentlichte 135 Artikel und ist die einzige afrikanische Institution der 15 produktivsten. Dahinter positionieren sich das *Center of Infectious Disease Research* (n = 125), *Yale University* (n = 118), *Cambridge University* (n = 115), *Universität Heidelberg-Mannheim* (n = 114) zusammen mit der *University of*

## Ergebnisse

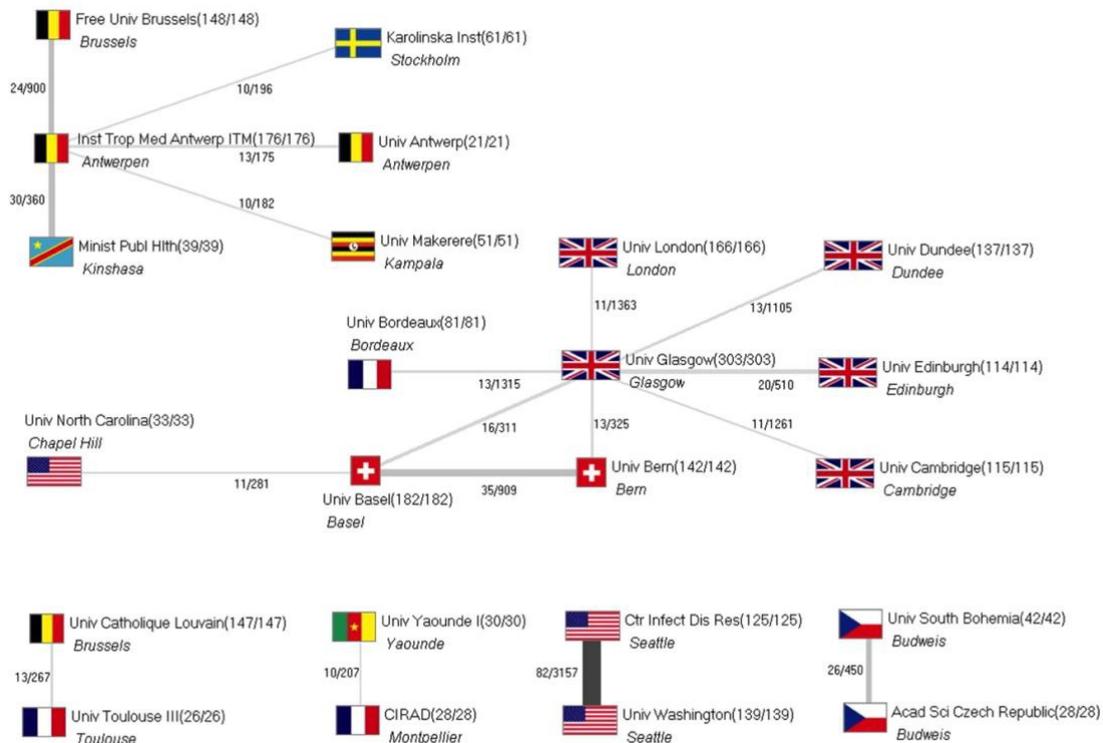
*Edinburgh* (n = 114). 11 Institutionen der 15 meistpublizierenden Einrichtungen sind aus Europa, davon alleine 5 aus Großbritannien.

Bei Betrachtung der meistzitierten Institutionen fällt auf, dass diese zum größten Teil den Meistpublizierenden entsprechen. Die *University of Glasgow* platziert sich mit über zehntausend Zitierungen (z = 10064) und einer Zitationsrate von zr = 33,2 an erster Stelle, gefolgt von der *Rockefeller University* (z = 8465). Die *Rockefeller University* erzielt im Vergleich zur *University of Glasgow* diese Zitierungen mit weniger als der Hälfte der Publikationen und verfügt dadurch über eine weitaus höhere Zitationsrate (zr = 58,4). Über sechstausend Zitierungen erhielten die *Université Catholique de Louvain* (z = 6196) und die *University of London* (z = 6192). 4 ebenfalls universitäre Einrichtungen erhielten mehr als 5000 Zitierungen: *University of Cambridge* (z = 5719; zr = 49,7), *Universität Basel* (z = 5371), *Brussels Free Universities* (z = 5328), *University of Washington* (z = 5132). Dahinter folgt die *Yale University* (z = 4857). Unter den danach folgenden Rängen 10-14 finden sich auch erstmals außeruniversitäre Institutionen: *Center of Infectious Disease Research* (z = 4449), *ITM Antwerp* (z = 4265) und *ILRI* (z = 4259). Das *Netherlands Cancer Institute* (z = 3859) welches insgesamt nur 66 Artikel veröffentlichte, verfügt mit einer Zitationsrate von zr=58,5 über eine bessere Zitationsrate als die 15 meistpublizierenden Institutionen, knapp vor der *Rockefeller University* (zr = 58,4). Die *Universität Bern* (z = 3853) gliedert sich knapp dahinter vor der *Universität Heidelberg-Mannheim* (z = 3738) ein. Die *University of Edinburgh* befindet sich auf Platz 24 (z = 2587). Unter den 15 meistzitierten Institutionen befinden sich insgesamt 4 nicht-universitäre Einrichtungen. Unter diesen 15 sind mit 4 Institutionen die USA am häufigsten vertreten gefolgt von Belgien und Großbritannien mit je 3 Institutionen.

In diesem Abschnitt werden die Institutionen im Hinblick auf ihre erfolgreiche nationale und internationale Zusammenarbeit untersucht (Abb. 20). Die mit Abstand erfolgreichste Kooperation besteht zwischen der *University of Washington* in Seattle und dem *Center of Infectious Disease Research*, bei der 82 Artikel entstanden sind und welche insgesamt 3157 Mal zitiert werden. Auf Rang 2 befindet sich ebenfalls eine nationale Kooperation zwischen den *Universitäten Basel* und

## Ergebnisse

Bern (nk = 35; z = 909). Die Anzahl der Kooperationsartikel zwischen Erst- und Zweitplatziertem halbiert sich um mehr als die Hälfte.



**Abbildung 20: Kooperationen der Institutionen, Schwellenwert: mind. 10 gemeinsame Publikationen. Die Stärke der Linien = Intensität der Kooperation. Die Zahlen in Klammern: (Anzahl der Publikationen/Anzahl der Kooperationen), die Zahlen ohne Klammern an den Verbindungslinien: Anzahl der gemeinsamen Publikation/Anzahl der Zitierungen.**

Die erste internationale Kollaboration liegt auf Rang 3 bestehend aus dem *Ministry for Public Health* der DR Kongo und dem *ITM Antwerp* (nk = 30; z = 360). Auf Rang 4 bis 6 platzieren sich wieder ausschließlich nationale Kooperationen: *University South Bohemia* und *Czech Academy of Science* (nk = 26; z = 450), *ITM Antwerp* und *Brussels Free Universities* (nk = 24; z = 900), *University of Glasgow* und *University of Edinburgh* (nk = 20; z = 510). Die produktivste innereuropäische Kooperation entsteht durch die *Universität Basel* in Kollaboration mit der *University of Glasgow* (nk = 16; z = 311). Die meistzitierte innereuropäische Kooperation besteht zwischen der *University of Glasgow* und der *Université Bordeaux* (nk = 13; z = 1315). Eine weitere erfolgreiche Kooperation bilden die *University of Glasgow* und die *University of London* (nk = 11; z = 1363).

Zusammenfassend erreichen 18 Kooperationen den Schwellenwert von mindestens 10 gemeinsamen Publikationen. An 7 dieser Kooperationen ist die *University of*

## Ergebnisse

*Glasgow* beteiligt und besitzt somit die meisten Kooperationspartner. Anschließend folgt das *ITM Antwerp* mit 5 Kooperationen. Von den 18 Kooperationen sind die meisten national, 5 innereuropäisch und 4 international wobei 3 dieser Kooperationen zwischen afrikanischen und europäischen Institutionen bestehen: *Ministry for Public Health* der Demokratischen Republik Kongo und dem *ITM Antwerp* ( $nk = 30$ ;  $z = 360$ ), *La Recherche Agronomique pour le Développement* (CIRAD) und *Université Younde 1* ( $nk = 10$ ;  $z = 207$ ), *University of Makerere* und *ITM Antwerp* ( $nk = 10$ ;  $z = 182$ ). Die USA konnten den Schwellenwert mit einer nationalen Kollaboration erreichen. 5 der Institutionen stammen aus Großbritannien, 4 aus Belgien, 3 aus den USA, je 2 aus Frankreich, Schweiz, der Tschechischen Republik und je 1 aus DR Kongo, Kamerun, Schweden und Uganda. Alle Institute verfassten ihre Artikel ausschließlich in Kooperationen.

### 4.4 Analyse der Autoren

#### 4.4.1 Die produktivsten Autoren

Zur Analyse der Autoren werden die meistpublizierenden Autoren anhand der Artikelanzahl, der Zitierungen (Abb. 21) sowie der Zititionsrate (Abb. 22) untersucht (Kap. 3.4.4).

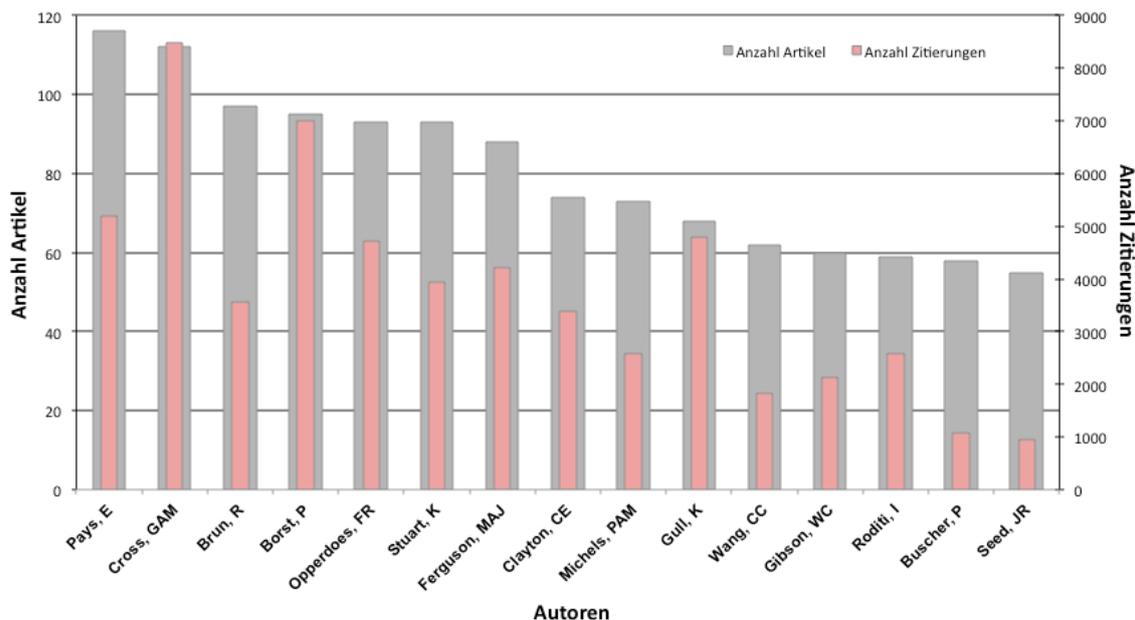


Abbildung 21: Die produktivsten Autoren nach Artikelanzahl und Zitierungsanzahl

## Ergebnisse

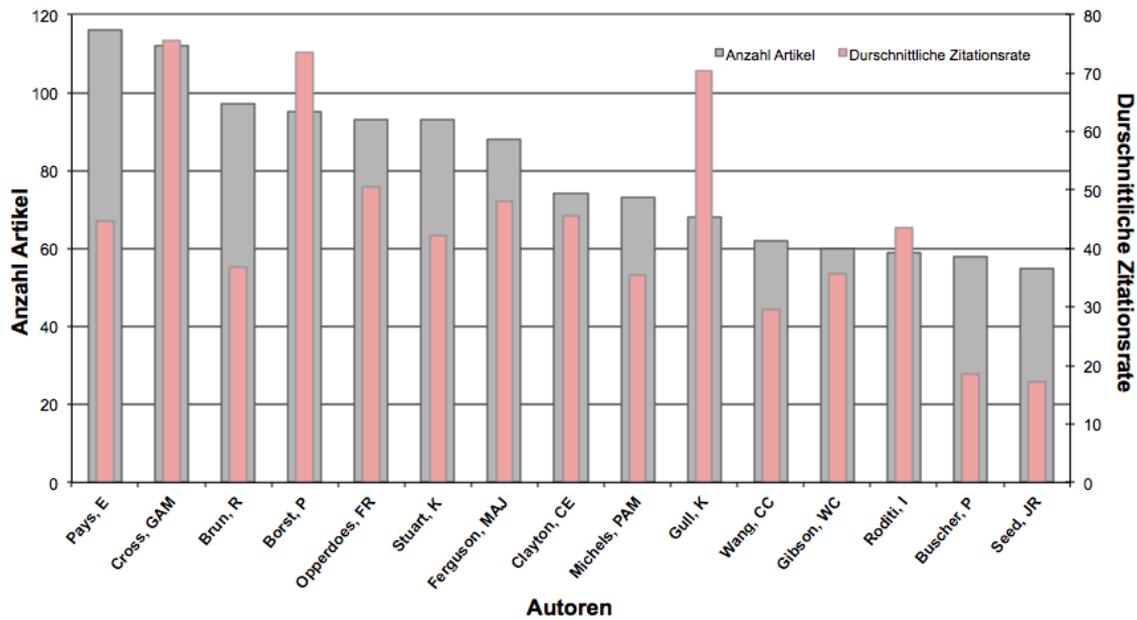


Abbildung 22: Die produktivsten Autoren mit Artikelanzahl und durchschnittlicher Zitationsrate

Der meistpublizierende Autor ist der Belgier *Etienne Pays*. Zum Zeitpunkt der Untersuchung veröffentlicht er 116 Artikel mit 5185 Zitierungen, sodass seine Zitationsrate bei  $zr=44,7$  liegt. Ordnet man die Autoren nach absteigenden Zitationsraten, platziert sich *E. Pays* auf Rang 19. Der mod. H-Index beträgt 47. Auf dem danach folgenden Rang findet sich *Georg A. M. Cross* ( $n = 112$ ;  $z = 8470$ ;  $zr = 75,63$ ). Er ist der Autor mit der höchsten Zitationsrate und den am meisten erhaltenen Zitierungen überhaupt. Sein mod. H-Index liegt bei 53. Platz 3 der meistpublizierenden Autoren belegt der Schweizer *Reto Brun* ( $n = 97$ ,  $zr = 36,75$ ). Ihm kann ein mod. H-Index von 34 zugeordnet werden. *P. Borst* folgt mit 95 Artikeln und einer Zitationsrate von  $zr=73,58$ . Dieser Autor besitzt mit 54 Punkten den höchsten mod. H-Index der fünf produktivsten Autoren. Ferner erhält er die zweithäufigsten Zitierungen ( $z = 6990$ ). *Fred R. Opperdoes* aus Belgien und *Kenneth Stuart* ( $zr = 42,26$ ) aus den USA teilen sich Platz 5 mit je  $n= 93$ . *F. R. Opperdoes* verfügt über eine Zitationsrate von  $zr = 50,61$  und mit einem H-Index von 44 liegt er hinter dem meistpublizierenden Autor *E. Pays*. Dahinter folgt der Brite *Michael A. J. Ferguson* ( $n = 88$ ;  $zr = 47,99$ ), *Christine E. Clayton* ( $n = 74$ ;  $zr = 45,65$ ) sowie der Belgier *Paul A. M. Michels* ( $n = 73$ ;  $zr = 35,49$ ). Platz 9 erzielt *Keith Gull* ( $n = 68$ ). *K. Gull* erhält insgesamt  $z = 4794$ , sodass seine Zitationsrate bei  $zr = 70,5$  liegt. Infolgedessen nimmt er Platz 4 der Autoren mit der höchsten Zitationsrate ein.

## Ergebnisse

*Ching C. Wang* verfasste  $n = 62$ , die 1833 Zitierungen erzielten, sodass die  $zr = 29,56$  beträgt. Rang 11 belegt *Wendy C. Gibson* ( $n = 60$ ;  $z = 2139$ ;  $zr = 35,65$ ). Dann folgen: *Isabel Roditi* ( $n = 59$ ;  $z = 2574$ ;  $zr = 43,63$ ), *Phillipe Buscher* ( $n = 58$ ;  $z = 1077$ ;  $zr = 18,57$ ) und *J. R. Seed* ( $n = 55$ ;  $z = 950$ ,  $zr = 17,27$ ). Ausgenommen der Autoren *C. C. Wang*, *W. C. Gibson*, *P. Buscher*, *J. R. Seed* sind alle beschriebenen Autoren auch unter den meistzitierten Autoren vertreten (Abb. 24).

Abb. 23 zeigt die meistpublizierenden Autoren und ihre Artikelanzahl als Erst- ( $nE$ ), Ko- ( $nC$ ) und Letztautor ( $nL$ ) (Kap. 3.4.4). Die meisten Artikel als Erstautor verfasste *J. R. Seed*. Dieser veröffentlichte 26 Artikel als Erstautor entsprechend einem Anteil von 47,3 %. Zugleich befindet sich dieser Autor auf Rang 15 der produktivsten Autoren (Abb. 21). Dahinter platziert sich *W. C. Gibson* ( $nE = 21$ ) mit ca. 35 % der Publikationen als Erstautorin. Auf Rang 3 befindet sich *F. R. Opperdoes* ( $nE = 13$ ; ca. 14 %), gefolgt von *E. Pays* und *R. Brun* mit je 12 Artikeln als Erstautor. Auf Platz 5 rangieren drei Autoren, die in jeweils 7 Veröffentlichungen als Erstautor genannt werden: *G. A. M. Cross* (6,25 %), *P. Borst* (7,4 %), *C. E. Clayton* (9,5 %). Dahinter platzieren sich mit je 6 Publikationen als Erstautor: *M. A. J. Ferguson* (6,8 %) und *P. A. M. Michels* (8,2 %). Rang 7 belegt *I. Roditi* ( $nE = 5$ ; 8,5 %). *K. Stuart* und *P. Buscher* verfassten jeweils  $nE = 4$ . Unter den meistpublizierenden Autoren veröffentlichten *K. Gull* und *C. C. Wang*  $nE = 1$ .

Gliedert man die Autoren nach der Artikelanzahl, an denen sie als Letztautor beteiligt waren, belegt *G. A. M. Cross* mit 71,4 % ( $nL = 80$ ) den ersten Platz. Schließlich folgen auf den Rängen 2-14: *P. Borst* ( $nL = 71$ ; 74,7 %), *E. Pays* ( $nL = 69$ ; 59,5 %), *K. Stuart* ( $nL = 68$ ; 73,1 %), *M. A. J. Ferguson* ( $nL = 55$ ; 62,5 %), *C. C. Wang* ( $nL = 53$ ; 85,5 %), *C. E. Clayton* ( $nL = 50$ ; 67,6 %), *K. Gull* ( $nL = 44$ ; 64,7 %), *F. R. Opperdoes* ( $nL = 41$ ; 44,1 %), *I. Roditi* ( $nL = 36$ , 61 %), *P. A. M. Michels* ( $nL = 26$ ; 35,6 %), *P. Buscher* ( $nL = 23$ ; 39,7 %), *R. Brun* ( $nL = 22$ ; 22,7 %), *J. R. Seed* ( $nL = 22$ ; 40 %) und *W. C. Gibson* ( $nL = 19$ ; 31,7 %). Den höchsten prozentualen Anteil als Letztautor kann *C. C. Wang* zugeordnet werden.

*R. Brun* verfasste als Koautor insgesamt 63 Artikel und veröffentlichte infolgedessen die meisten Artikel als Koautor (64,95 %). Auf Rang 2 und 3 platzieren sich *P. A. M. Michels* ( $nC = 41$ ; 56,2 %) und *F. R. Opperdoes* ( $nC = 39$ ; 41,9 %). An mehr als dreißig Veröffentlichungen waren *E. Pays* ( $nC = 35$ ; 30,2 %) und *P. Buscher* ( $nC = 31$ ; 53,5

## Ergebnisse

%) als Koautoren beteiligt. Auf den Plätzen 6-14 reihen die Autoren wie folgt ein: *M. A. J. Ferguson* (nC = 27; 30,7 %), *G. A. M. Cross* (nC = 25; 22,3 %), *K. Gull* (nC = 23; 33,8 %), *K. Stuart* (nC = 21; 22,6 %), *W. C. Gibson* (nC = 20; 33,3 %), *I. Roditi* (nC = 18; 30,5 %), *P. Borst* (nC = 17; 17,9 %), *C. E. Clayton* (nC = 17; 23 %), *C. C. Wang* (nC = 8; 12,9 %), *J. R. Seed* (nC = 7; 12,7 %).

Im Durchschnitt fungieren die genannten Wissenschaftler meistens als Letztautoren.

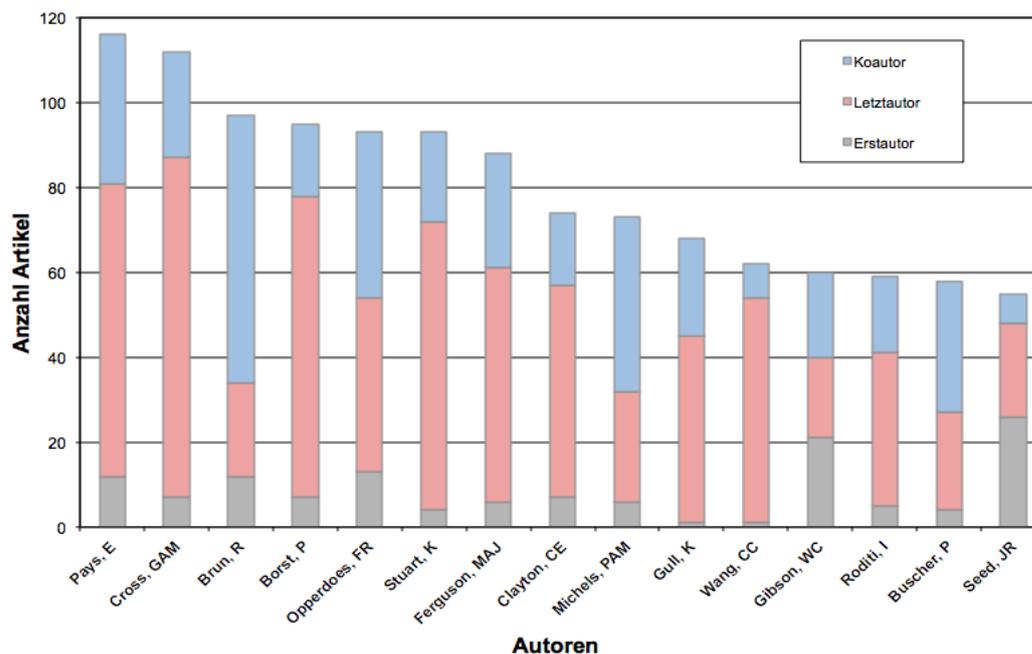


Abbildung 23: Artikelanzahl als Erst-, Ko-, Letztautor der produktivsten Autoren

### 4.4.2 Analyse der meistzitierten Autoren

Eine Übersicht der 15 meistzitierten Autoren wird in Abb. 24 dargestellt. 11 der 15 meistpublizierenden Autoren sind auch unter den meistzitierten vertreten, ausgenommen der Autoren *C. C. Wang*, *W. C. Gibson*, *P. Buscher*, *J. R. Seed* (Abb. 21). Der zweitproduktivste Autor *G. A. M. Cross* erhält den ersten Platz der meistzitierten Autoren mit  $z = 8470$ . Hierbei sind zwei Artikel zu berücksichtigen, die eine besonders hohe Resonanz in der Wissenschaft erhielten: „A tightly regulated inducible expression system for conditional gene knock-outs and dominant-negative genetics in *Trypanosoma brucei*“,<sup>132</sup> mit  $z = 812$  und „Identification, purification and properties of Clone-specific Glycoprotein Antigens constituting surface coat of *Trypanosoma brucei*“,<sup>133</sup> mit  $z = 790$ . Diese beiden Artikel platzieren sich auf Rang 2 und 3 der meistzitierten Publikationen.

## Ergebnisse

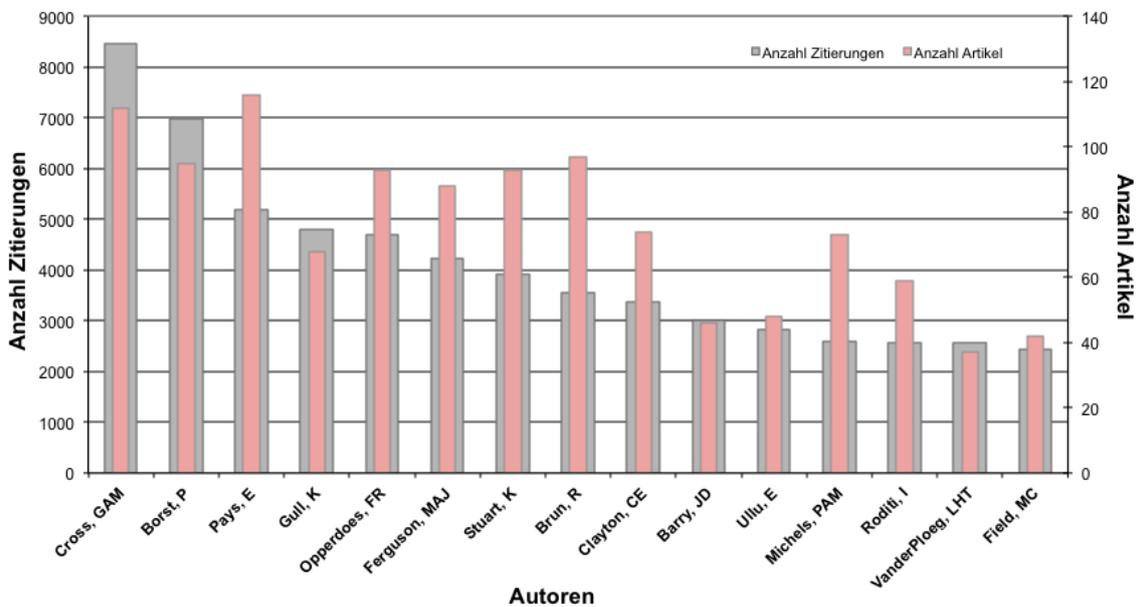


Abbildung 24: Die meistzitierten Autoren und deren Artikelanzahl

Hinter *Cross* reiht sich *P. Borst* ( $z = 6990$ ) auf Rang 2 ein. Rang 3 belegt *Etienne Pays*, der meistpublizierende Autor ( $n = 116$ ;  $z = 5185$ ). Somit kommt es zu einer Reduktion von 3285 Zitierungen vom 1. auf den 3. Platz. Auf Rang 4 platziert sich *K. Gull* mit  $z = 4794$ , die er mit  $n = 68$  erzielt, also mit etwa der Hälfte der Artikelanzahl des Drittplatzierten. *K. Gull* wird dicht gefolgt von *F. R. Opperdoes* ( $z = 4707$ ). Mit etwa der Hälfte der Zitierungen des Erstplatzierten, belegt *M. A. J. Ferguson* den 6. Platz ( $z = 4223$ ). Auf den Rängen 7 bis 9 folgen: *K. Stuart* ( $z = 3930$ ), *R. Brun* ( $z = 3565$ ) und *C. E. Clayton* ( $z = 3378$ ). Die Plätze 10 und 11 sind an zwei Autoren vergeben, die nicht unter den meistpublizierenden Autoren zu finden sind: *J. D. Barry* aus Großbritannien ( $n = 46$ ;  $z = 2998$ ) sowie *Elisabetta Ullu* aus den USA ( $n = 46$ ;  $z = 2835$ ). Auf den danach folgenden Rängen platzieren sich *P. A. M. Michels* ( $z = 2591$ ) und *I. Roditi* ( $z = 2574$ ). Der Wissenschaftler *L. H. T. Van der Ploeg* erreicht mit  $n = 37$  ( $z = 2567$ ), den 14. Platz, gefolgt von *Mark C. Field* ( $n = 42$ ;  $z = 2445$ ).

### 4.4.3 Kooperationsanalyse der Autoren

In Abb. 25 werden die Autorenkooperationen mit 23 Kooperationen und 36 involvierten Autoren dargestellt (Kap. 3.4.4). Diese 36 Autoren teilen sich wie folgt nach Nationalität auf: 10 Briten, 8 Belgier, 6 Franzosen, 5 Amerikaner, 4 Schweizer und je 1 deutscher und 1 irischer Autor. An 5 dieser Autorenkooperationen ist *E. Pays* beteiligt. Betrachtet man die produktivsten Kooperationen der Autoren, fällt



## Ergebnisse

Kooperation (nk = 24 Artikel, z = 1616) entsteht durch die Autoren *C. M. R. Turner* und *A. Tait*. 28 Autoren sind Männer und nur 8 sind Frauen, sodass hier eine eindeutige männliche Dominanz besteht.

### 4.4.4 Genderanalysen der Autoren

Von den Autoren können 2657 Autoren dem männlichen Geschlecht und 1547 Autoren dem weiblichen Geschlecht zugeordnet werden (Kap. 3.4.4). Die chronologische Entwicklung der Geschlechterverteilung wird ab dem Jahr 2000 veranschaulicht (Abb. 26).

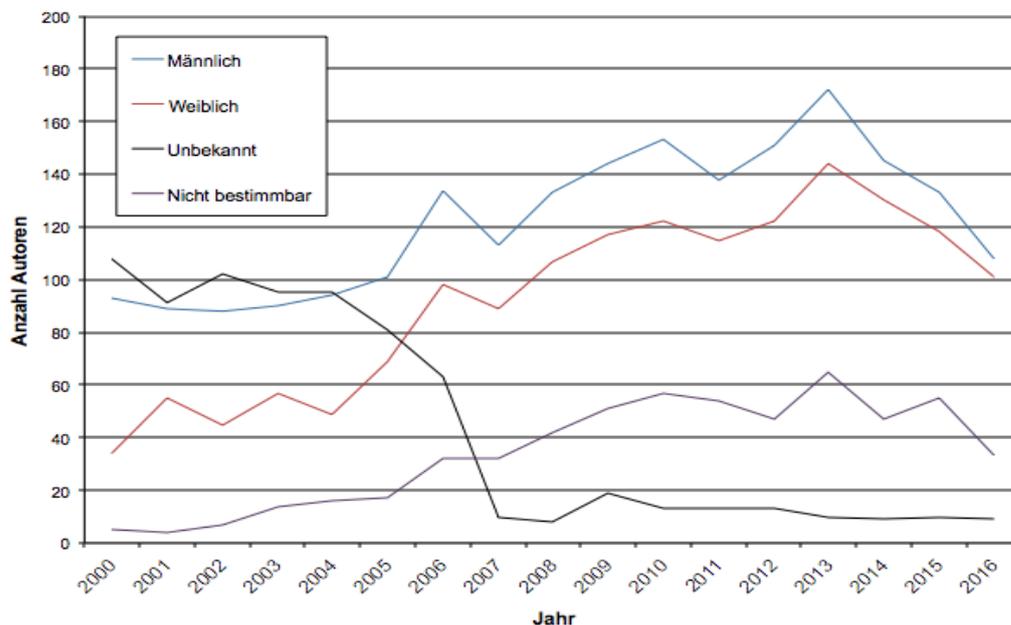


Abbildung 26: Chronologische Analyse der Geschlechterverteilung der Autoren ab 2000

Vor 2000 sind die Daten wenig aussagekräftig, dieser Anteil wird im Zeitraum 2005-2007 erheblich dezimiert. Der Frauenanteil ist zwar stets geringer als der Männeranteil, jedoch nimmt die Diskrepanz der Geschlechter in den letzten 16 Jahren deutlich ab. Ab dem Jahr 2006 verläuft die Veränderung der Autorenzahlen der Männer und Frauen fast simultan. Im Jahr 2016 sind 108 Autoren männlich (m) und 101 Autoren weiblich (w).

Nach der chronologischen Analyse wird die Genderverteilung der publikationsstärksten Länder betrachtet (Abb. 27) (Kap. 3.4.4). Die USA verfügt über 577 Autoren, von denen  $m = 333$  und  $w = 172$  eindeutig einem Geschlecht zugeordnet werden können. Großbritannien weist eine etwas ausgewogenere Verteilung mit  $m = 201$  und  $w = 144$  auf. Ebenso wie Belgien mit  $w = 35$  und  $m = 56$ .

## Ergebnisse

Sowohl in der Schweiz ( $m = 74$ ;  $w = 36$ ), als auch in Deutschland ( $m = 98$ ;  $w = 43$ ) und Frankreich ( $m = 93$ ;  $w = 43$ ) liegt die Häufigkeit weiblicher Autoren bei weniger als der Hälfte der Männlichen. Eine besonders unausgeglichene Geschlechterverteilung besteht in Japan ( $m = 50$ ;  $w = 7$ ) sowie in den beiden afrikanischen Ländern Kenia ( $m = 36$ ;  $w = 14$ ) und Nigeria ( $m = 51$ ;  $w = 14$ ). Das einzige Land mit einer gleichwertigen Geschlechterverteilung ist Brasilien mit  $m = 27$  und  $w = 28$ , hier überwiegt der weibliche Anteil sogar leicht.

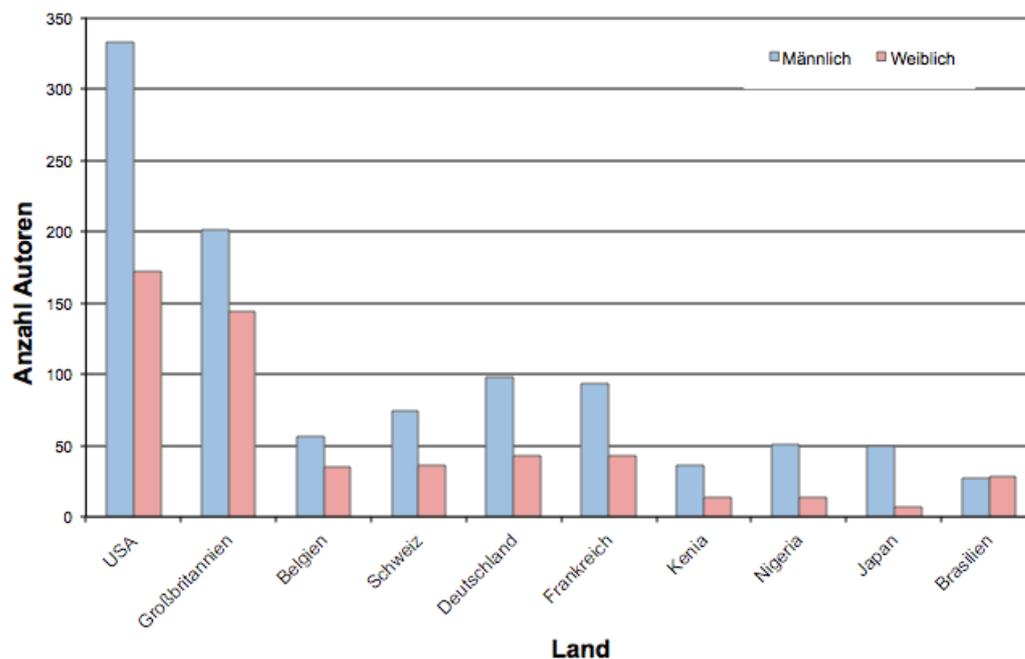
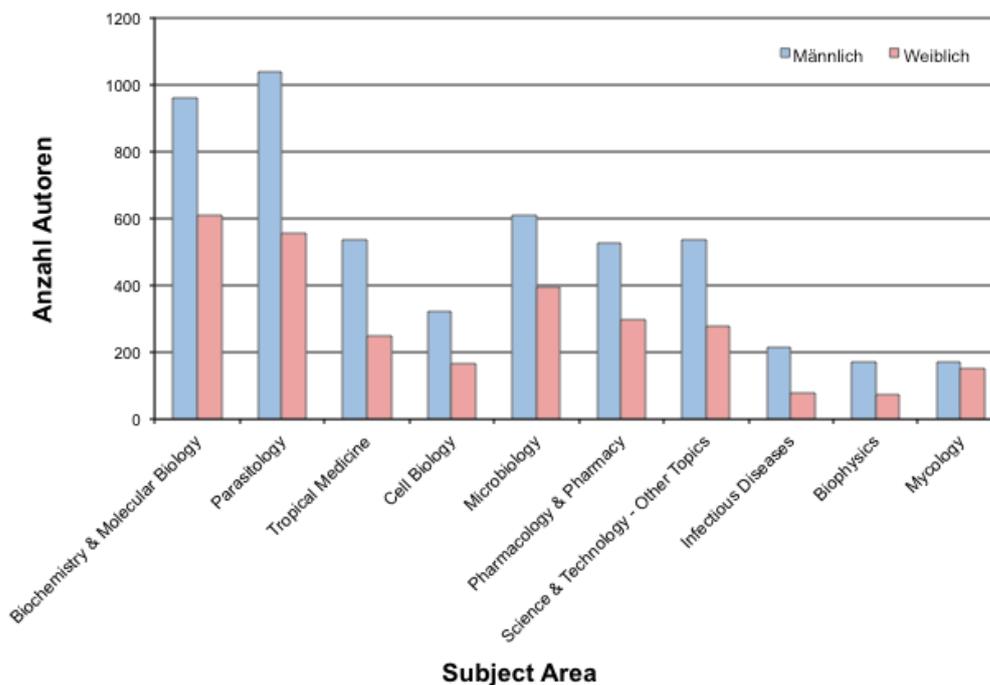


Abbildung 27: Geschlechterverteilung der produktivsten Länder, Schwellenwert: mind. 50 Autoren und einer Geschlechterzuweisung >80 %

Die Geschlechterverteilung bezogen auf die publikationsstärksten Themengebiete wird in Abb. 28 dargestellt (Kap. 3.4.4). Jeder Fachbereich verfügt über eindeutig männliche Dominanz. *Biochemistry & Molecular Biology* weist  $w = 607$  und  $m = 959$  auf. Die Fachbereiche *Parasitology* ( $m = 1035$ ;  $w = 555$ ), *Tropical Medicine* ( $m = 534$ ;  $w = 250$ ), *Cell Biology* ( $m = 323$ ;  $w = 164$ ) sowie *Science & Technology - Other Topics* ( $m = 536$ ;  $w = 278$ ) werden nur mit etwa der Hälfte der männlichen Autorenanzahl von Frauen vertreten. Der Frauenanteil im Fachbereich *Mycology* ist am höchsten ( $m = 171$ ;  $w = 151$ ), gefolgt von der *Microbiology* ( $m = 611$ ;  $w = 395$ ). Ein besonders niedriger Frauenanteil findet sich in der Kategorie *Infectious Diseases* ( $m = 215$ ;  $w = 76$ ).

## Ergebnisse



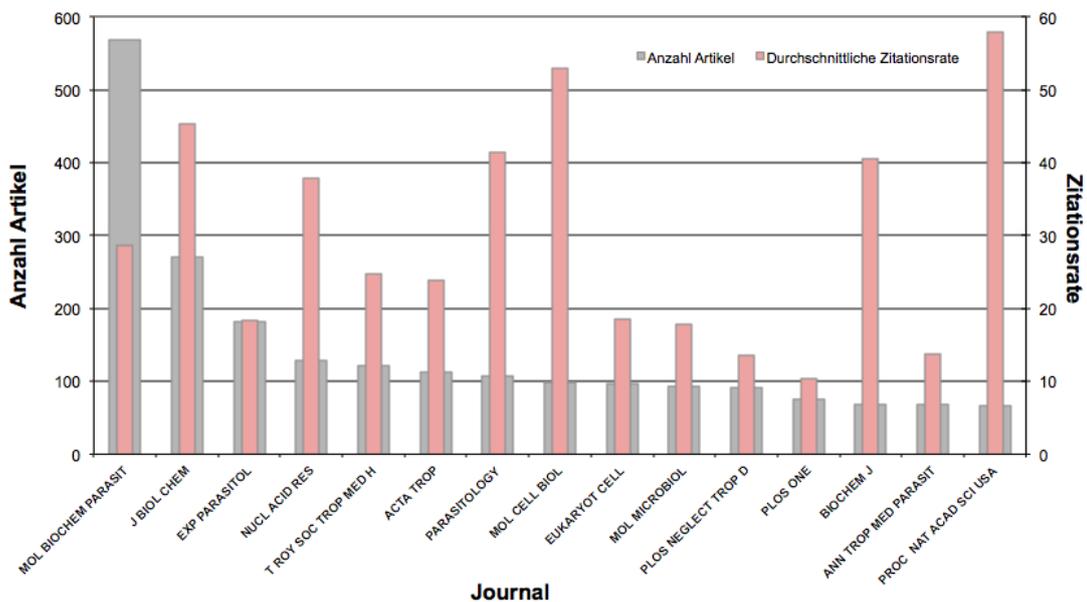
**Abbildung 28: Geschlechterverteilung der publikationsstärksten Themengebiete, Schwellenwert: mind. 300 Autoren und einer Geschlechterbestimmung von >40 %**

### 4.5 Analyse der Quellzeitschriften

5021 Artikel erscheinen in insgesamt 541 verschiedenen Fachzeitschriften. 79 dieser Zeitschriften veröffentlichen mindestens 10 Artikel (Kap. 3.4.5). Das Journal *Molecular and Biochemical Parasitology* publiziert 568 Artikel und verlegt damit mehr als doppelt so viele wie das zweitplatzierte *Journal of Biological Chemistry* (n = 271) (Abb. 29). Ordnet man die Fachzeitschriften nach ihrer Zitationsrate würde das erstplatzierte Magazin (zr = 28,61) Rang 18 belegen und das Zweitplatzierte (zr = 45,35) Rang 7. Dem erstplatzierten Journal kann ein JIF von 2,068 im Jahr 2015 zugeordnet werden, dem *Journal of Biological Chemistry* einen JIF von 4,258. Die Ränge 3-7 publizierten mehr als 100 Artikel: *Experimental Parasitology* (n = 182; zr = 18,43; JIF = 1,623), *Nucleic Acid Research* (n = 128; zr = 37,81; JIF = 9,202), *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* (n = 121; zr = 24,79; JIF = 1,631), *Acta Tropica* (n = 112 Artikel; zr = 23,94; JIF = 2,380), *Parasitology* (n = 107; zr = 41,4; JIF = 3,031). Insgesamt 4 wissenschaftliche Zeitschriften publizierten mehr als 90 Artikel. Diese Fachzeitschriften weisen, bis auf den 8. Platz, nur geringe Zitationsraten auf. Diesen 8. Platz belegt das *Molecular and Cellular Biology Journal* (n = 99; JIF = 4,427), welches die vierthöchste Zitationsrate (zr = 52,98) erzielt. Es folgen: *Eukaryotic Cell Journal* (n = 97; zr = 18,59), *Molecular Microbiology Journal* (n = 93; zr = 17,86), *PLOS Neglected Tropical*

## Ergebnisse

*Diseases* (n = 91; zr = 13,56). Das *PLOS One* weist die niedrigste Zitationsrate der produktivsten Magazine (zr = 10,41; n = 76) auf. Auf Rang 13 platziert sich das *Biochemical Journal* (n = 69; zr = 40,46). Hinter dem *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* reiht sich das *Proceeding of the National Academy of Sciences USA* ein. Diese Fachzeitschrift verbucht die höchste Zitationsrate mit zr = 57,9 (n = 67) der produktivsten Fachzeitschriften und erreicht Platz 3 der höchsten Zitationsrate aller Fachjournale nach dem *EMBO Journal* und der *Nature*. Es verfügt über einen JIF von 9,423.

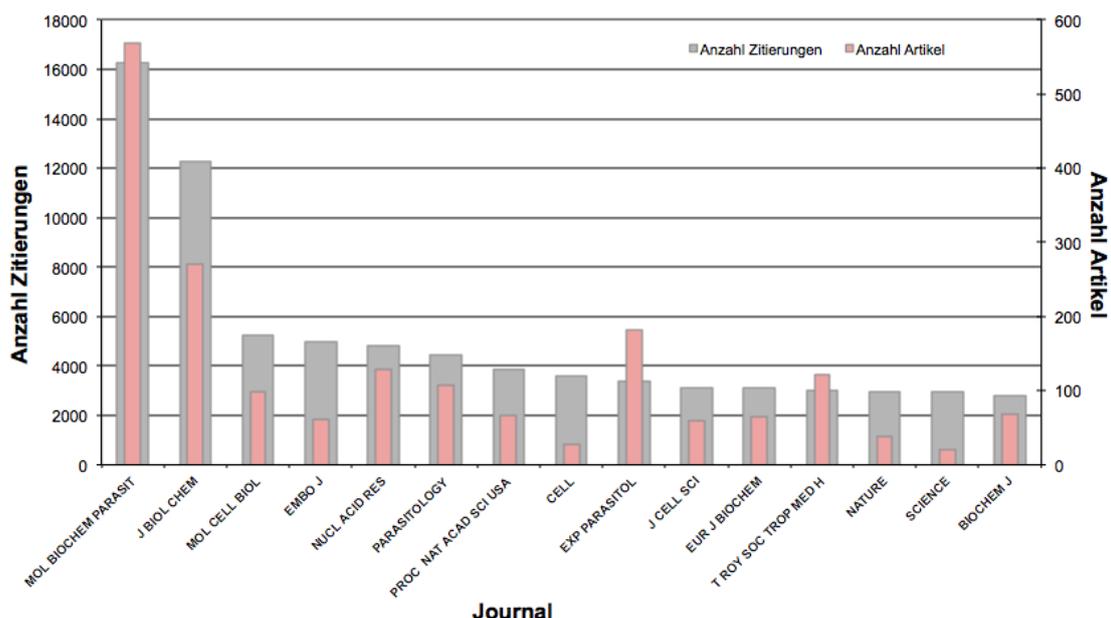


**Abbildung 29: Die meistpublizierenden Fachzeitschriften nach Artikelanzahl und nach Zitationsrate, J= Journal; MOL BIOCHEM Parasit: Molecular and Biochemical Parasitology; J BIOL CHEM: Journal of Biological Chemistry; EXP PARASITOL: Experimental Parasitology; NUCL ACID RES: Nucleic Acid Research; T ROY SOC TROP MED H: Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene; ACTA TROP: Acta tropica; MOL CELL BIOL: Molecular and Cellular Biology; MOL MICROBIOL: Molecular Microbiology; PLOS NEGLECT TROP D: PLOS Neglected Tropical Diseases; BIOCHEM J: Biochemical Journal; ANN TROP MED PARASIT: Annals of Tropical Medicine and Parasitology; PROC NAT ACAD SCI USA: Proceeding of the National Academy of Sciences United States of America**

Die meistzitierten Fachzeitschriften sind in Abb. 30 dargestellt (Kap. 3.4.5). Sie erzielen 55,9 % (z = 76849) aller Zitierungen (z = 137375). Folgende Journals der meistpublizierenden Fachzeitschriften sind nicht mehr im Ranking vertreten: *Acta Tropica*, *Eukaryotic Cell*, *Molecular Microbiology Journal*, *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *PLOS One*, *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* (Abb. 29, Abb. 30). Die ersten beiden Ränge entsprechen sich jedoch; Spitzenreiter ist das *Molecular and Biochemical Parasitology* (z = 16248) vor dem *Journal of Biological Chemistry* (z = 12290). Das *Molecular and Cellular Biology* erhält z = 5245 und belegt Rang 3.

## Ergebnisse

Unter den nachfolgenden Rängen kommt es zu einer gleichmäßigen Abnahme der Zitierungen. Das viertplatzierte *EMBO Journal* erzielt  $z = 4989$ , erhält  $z_r = 80,47$  und erreicht folglich die höchste Zitationsrate aller 541 Fachzeitschriften. Der JIF dieses Magazins liegt bei 9,643. Die Ränge 5 bis 7 belegen die Magazine *Nucleic Acid Research* ( $z = 4840$ ), *Parasitology* ( $z = 4430$ ) und *Proceeding of the National Academy of Sciences USA* ( $z = 3879$ ).



**Abbildung 30: Die meistzitierten Fachzeitschriften**, J= Journal; MOL BIOCHEM PARASIT: Molecular and Biochemical Parasitology; J BIOL CHEM: Journal of Biological Chemistry; MOL CELL BIOL: Molecular and Cellular Biology; NUCL ACID RES: Nucleic Acid Research; PROC NAT ACAD SCI USA: Proceeding of the National Academy of Sciences United States of America; EXP PARASITOL: Experimental Parasitology; J CELL SCI: Journal of Cell Science; EUR J BIOCHEM: European Journal of Biochemistry; T ROY SOC TROP MED H: Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene; BIOCHEM J: Biochemical Journal

Neu hinzugekommen ist das Journal *Cell* ( $z = 3591$ ;  $n = 27$ ). Diese Fachzeitschrift wird bei den Ergebnissen der Zitationsrate nicht berücksichtigt, da es den Schwellenwert von 30 Artikeln nicht erreicht. Jedoch verfügt es mit einem JIF von 28,710 über einen hohen Impactfaktor. Rang 9 mit  $z = 3354$  wird dem *Experimental Parasitology* zugeordnet. Das *Journal of Cell Science* platziert sich mit  $z = 3136$  auf Rang 10 der meistzitierten Fachzeitschriften und rangiert auf Platz 5 der Magazine mit der höchsten Zitationsrate ( $z_r = 52,27$ ; JIF = 4,706). Ebenfalls neu im Ranking sind folgende Magazine: Rang 11 *European Journal of Biochemistry* ( $z = 3132$ ,  $n = 64$ ), Rang 13 *Nature* ( $z = 2967$ ,  $n = 38$ ) und Rang 14 *Science* ( $z = 2957$ ,  $n = 27$ ). Der *Nature* kann die zweithöchste Zitationsrate ( $z_r = 78,08$ ) nach dem *EMBO Journal*

zugeordnet werden. Sowohl die *Nature* als auch die *Science* verfügen über einen besonders hohen JIF. Die *Nature* erhält den neunthöchsten Impactfaktor (JIF = 38,138) aller im WoS gelisteter Fachzeitschriften im Jahr 2015. Die *Science* platziert sich mit einem JIF = 34,661 auf Rang 16 aller im WoS gelisteter Magazine.

### 4.6 Analyse der zehn meistzitierten Artikel

In diesem Abschnitt werden die 10 meistzitierten Artikel näher erläutert. Der meistzitierte Artikel mit  $z = 934$  stammt aus dem Jahr 2005 und wird, durch eine Länderkooperation zwischen Großbritannien, USA, Frankreich und Belgien, im *Journal Science* publiziert. Der Titel lautet: „The genome of the African trypanosome *Trypanosoma brucei*“,<sup>9</sup> an dem 102 Autoren aus 15 verschiedenen Institutionen, darunter die *Glasgow-, Oxford-, Cambridge-, Yale-, London University* sowie die *Université de Bordeaux* und die belgische *Université Catholique de Louvain*, beteiligt sind. Auf Rang 2 mit  $z = 812$  ist ein Artikel aus dem Jahre 1999 platziert. Dieser wird an der *Rockefeller University* verfasst und im *Molecular and Biochemical Parasitology* veröffentlicht: „A tightly regulated inducible expression system for conditional gene knock-outs and dominant-negative genetics in *Trypanosoma brucei*“.<sup>132</sup> An der Produktion des Artikels ist unter anderem der meistzitierte Autor *George A. M. Cross* beteiligt. 790 Zitierungen erhält der drittplatzierte Artikel: „Identification, purification and properties of clone-specific Glykoprotein Antigens constituting surface coat of *Trypanosoma brucei*“.<sup>133</sup> Dieser wird von *George A. M. Cross*, als Erstautor und Alleinverfasser, im *Journal Parasitology* publiziert. Der viert- und fünftplatzierte Artikel stammt aus den 80ern, ebenso aus Großbritannien. 601 Zitierungen erhält: „Glycosyl-phosphatidylinositol moiety that anchors *Trypanosoma-brucei* variant surface glycoprotein to the membrane“.<sup>134</sup> Dieser Artikel wird von *M. A. J. Ferguson*, welcher ebenfalls unter den meistpublizierenden Autoren vertreten ist, an der *Oxford University* verfasst und erscheint in der Fachzeitschrift *Science*. „Definition of individual components within the cytoskeleton of *Trypanosoma-brucei* by a library of monoclonal antibodies“,<sup>135</sup> wird an der *Kent University* von *Angela Woods* als Hauptautorin niedergeschrieben, erscheint im *Journal of Cell Science* und erhält  $z = 524$ . Die *Wellcome Trust* fungiert als *Funding Agency* der beiden Artikel. Der sechstplatzierte Artikel entsteht durch eine Kooperation zwischen den USA (*Yale University*) und Großbritannien (*University of Manchester*): „Double-stranded RNA induces mRNA degradation in

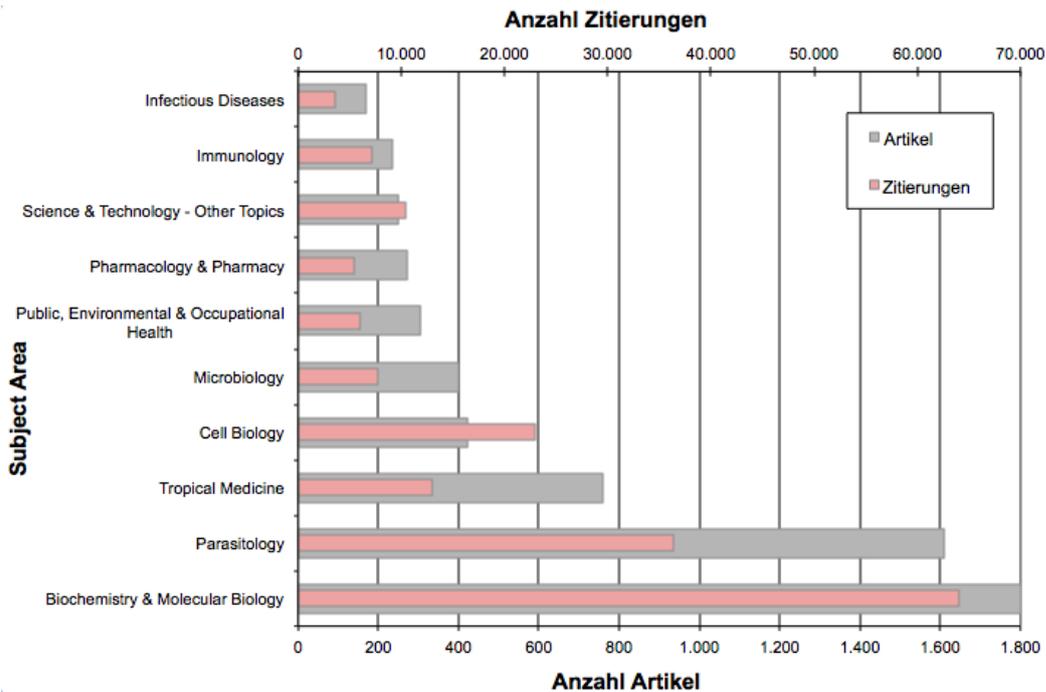
## Ergebnisse

Trypanosoma brucei“,<sup>136</sup> an denen die meistkooperierenden Autoren *C. Tschudi* und *E. Ullu* sowie einer der meistpublizierenden Autoren *K. Gull* beteiligt sind. Diese Arbeit erhält  $z = 489$  und erscheint in der Fachzeitschrift: *Proceeding of the National Academy of Sciences United States of America*. Der siebtplatzierte Artikel: „Improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis“,<sup>137</sup> erhält  $z = 471$  und wird in der Fachzeitschrift *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* publiziert. Dieser entsteht durch die Kooperation des *International Laboratory for Research an Animal Diseases* (jetzt ILRI) in Nairobi und der *University of Glasgow*. Auf Rang 8 der meistzitierten Artikel findet sich eine Publikation mit  $z = 465$ , die im *EMBO Journal* erscheint und an der *Université Bordeaux* verfasst wird: „Cultivation in a semi-defined medium of animal infective forms of Trypanosoma brucei, T. equiperdum, T. evansi, T. rhodesiense and T. gambiense“.<sup>138</sup> „The Alamar Blue® assay to determine drug sensitivity of African trypanosomes (T-b-rhodesiense and T-b-gambiense) in vitro“,<sup>139</sup> rangiert auf Platz 9 der meistzitierten Artikel ( $z = 444$ ). Der Artikel wird von der *Universität Basel* in dem Fachjournal *Acta Tropica* publiziert. Platz 10 ( $z = 380$ ) belegt der Artikel „Glycosyl-SN-1,2-Dimyristylphosphahtidylinositol is covalently linked to Trypanosoma-Brucei variant surface Glycoprotein“.<sup>140</sup> Dieser entsteht durch die Kooperationen zwischen dem *Rockefeller Institut* und der *Oklahoma Medical Research Foundation* und erscheint im *Journal of Biological Chemistry*. An jener Veröffentlichung waren unter anderem die beiden mehrfach beschriebenen Autoren *M. A. J. Ferguson* und *G. A. M. Cross* beteiligt. 6 der 10 meistzitierten Artikel werden in Großbritannien oder in Kooperation mit dem Vereinigten Königreich erstellt.

### 4.7 Analyse der Themengebiete

Die Analyse der stärksten Themengebiete, den sogenannten *Subject Areas*, wird in Abb. 31 dargestellt (Kap. 3.4.7). Die mit Abstand meisten Artikel entstehen durch die Forschung auf dem Gebiet der *Biochemistry and Molecular Biology* ( $n = 1801$ ;  $z = 63983$ ). Dahinter folgt die *Parasitology*, die mit  $n = 1611$  insgesamt  $z = 36396$  erhält und somit eine deutlich niedrigere Zitationsrate ( $zr = 22,59$ ) als das erstgenannte Themengebiet ( $zr = 35,53$ ) aufweist.

## Ergebnisse

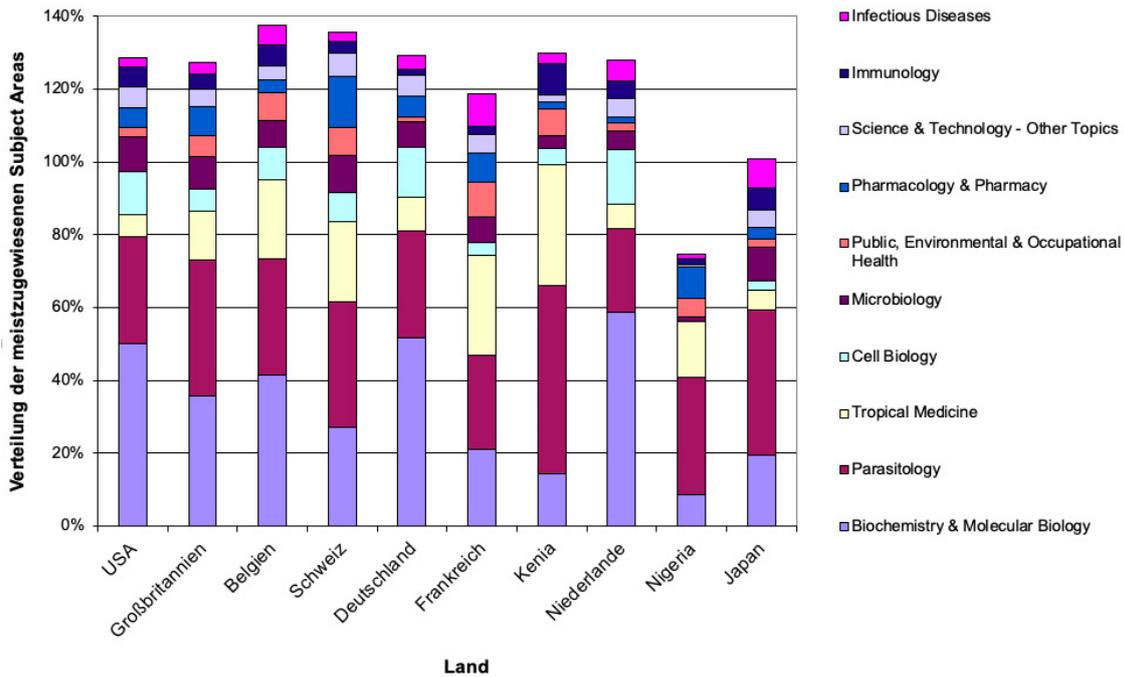


**Abbildung 31: Zitierungen der am stärksten vertretenen Themengebiete (Subject Areas)**

Weniger als die Hälfte der Artikelanzahl des Zweitplatzierten, publiziert das Themengebiet *Tropical Medicine* ( $n = 761$ ;  $z = 12972$ ). Diese *Subject Area* weist die niedrigste Zitationsrate ( $zr = 17,05$ ) auf. Die mit Abstand höchste Zitationsrate ( $zr = 54,41$ ) der 10 meistpublizierenden Themengebiete, erreicht die *Cell Biology* ( $n = 422$ ;  $z = 22962$ ). Die *Microbiology* ( $n = 400$ ;  $z = 7779$ ) publiziert fast so viele Artikel wie die *Cell Biology*, erhält aber nur etwa ein Drittel der Zitierungen.  $n = 304$  können dem Fachbereich *Public, Environmental and Occupational Health* zugeordnet werden ( $z = 6077$ ). Zwischen dem erstplatzierten und dem sechtplatzierten Themengebiet kommt es zu einer signifikanten Verringerung um  $n = 1500$ . Die Ränge 7 bis 9 belegen Fachbereiche denen mehr als 200 Artikel zugeordnet werden können: *Pharmacology and Pharmacy* ( $n = 273$ ;  $z = 5389$ ), *Science and Technology-Other Topics* ( $n = 250$ ;  $z = 10362$ ), *Immunology* ( $n = 235$ ;  $z = 7139$ ), wobei der Fachbereich *Science and Technology-Other Topics* die zweithöchste Zitationsrate ( $zr = 41,45$ ), der 10 meistpublizierenden Themengebieten erzielt. Auf Rang 10 platziert sich *Infectious Diseases* ( $n = 168$ ;  $z = 3592$ ).

Die publikationsstärksten Länder im Hinblick auf die landesspezifische Häufigkeit der meistzugewiesenen Themengebiete werden in Abb. 32 visualisiert (Kap. 3.4.7).

## Ergebnisse



**Abbildung 32: Verteilung der meistzugewiesenen Themengebiete der meistpublizierenden Länder**

Die häufigsten zugewiesenen Themengebiete sind die *Biochemistry and Molecular Biology* sowie die *Parasitology*. Die Niederlande besitzt mit 58,7 % prozentual den höchsten Anteil an Publikationen, die der *Biochemistry and Molecular Biology* zugeordnet werden können, gefolgt von Deutschland (51,7 %) und den USA (50 %). Nur 8,6 % der Publikationen aus Nigeria werden diesem Themenfeld zugeordnet. Prozentual gesehen veröffentlicht Kenia mit 51,7 % die meisten Artikel auf dem Themengebiet der *Parasitology*, gefolgt von Japan (39,8 %) und Großbritannien (37,1 %). Das drittstärkste Publikationsfeld bietet die *Tropical Medicine* (Abb. 31). Auch hier erhält Kenia aus prozentualer Sicht Rang 1 (33,2 %). Sowohl in Frankreich (27,4 %), als auch in der Schweiz (22,1 %) und in Belgien (21,5 %) besitzt dieser Themenbereich eine Häufigkeit von über 20 %. Japan publiziert vergleichsweise wenig auf diesem Themengebiet (5,5 %). Betrachtet man, welche Länder am häufigsten im Fachbereich *Cell Biology* publizierten belegen die Niederlande (15,1 %), Deutschland (13,6 %) und die USA (11,9 %) die ersten drei Ränge. Nigeria veröffentlicht keinen Artikel, der diesem Themengebiet zugeordnet werden kann. Die Schweiz besitzt den höchsten Anteil im Bereich der *Microbiology* (10,3 %) sowie der *Pharmacology* (14,2 %). Frankreich belegt Rang 1 mit dem größten prozentualen Anteil in *Public, Environmental and Occupational Health* (9,6 %) und

## Ergebnisse

der *Infectious Diseases* (9 %). Kenia erreicht Platz 1 mit der größten Häufigkeit im Bereich der *Immunology* (8,7 %).

Die Veränderung der relativen Häufigkeit der Themengebiete ab 1967 im fünf Jahres Intervall wird in Abb. 33 dargestellt (Kap. 3.4.7).

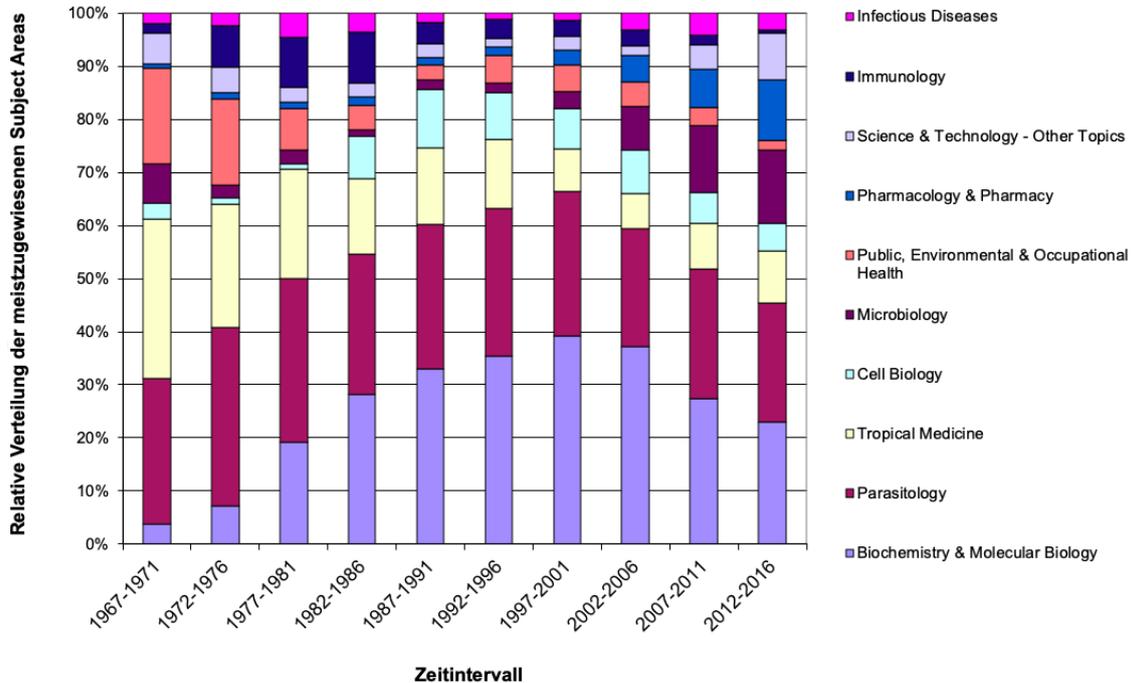
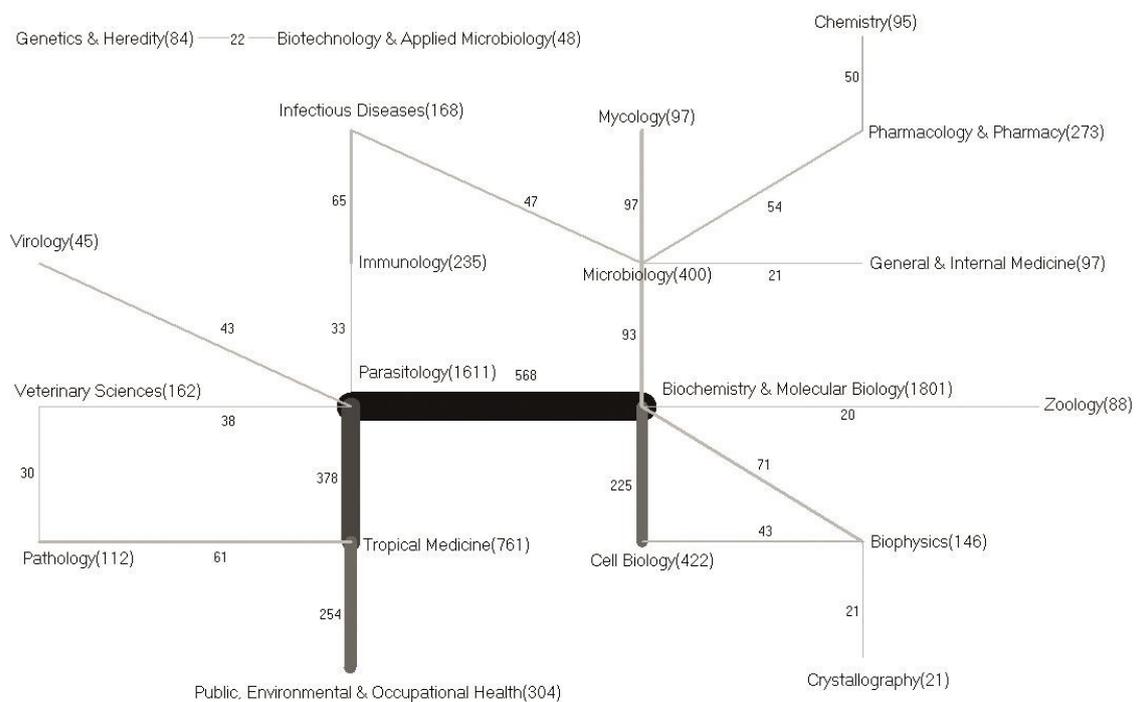


Abbildung 33: Relative Häufigkeit der Themengebiete in 5 Jahresintervallen (1967-2016)

Das publikationsstärkste Themengebiet *Biochemistry and Molecular Biology* erreicht im Zeitintervall von 1967-1971 einen Anteil von 3,8 % (Abb. 33). Bis 1997-2001 kommt es zu einer kontinuierlichen Steigerung der Popularität des Faches, mit einem deutlichen Anstieg auf 39,2 %, dies entspricht einer Verzehnfachung der relativen Häufigkeit. Seit 2001 fällt die relative Häufigkeit auf 23 % im Zeitintervall von 2012-2016 ab. Größere Kontinuität besitzt das Fachgebiet *Parasitology*. Die relativen Häufigkeiten schwanken zwischen 22,2 % (2002-2006) und 33,53 % (1972-1967), wobei im Gesamtverlauf eine abnehmende Tendenz verzeichnet werden kann. Die relative Häufigkeit der *Tropical Medicine* ist im ersten Zeitintervall mit 30,2 % am höchsten und fällt bis zu den Jahren 2002-2006 auf 6,7 % ab. 2012-2016 kann ein kleiner Aufwärtstrend auf 9,9 % erfasst werden. Die *Cell Biology* obliegt vielen Schwankungen. Nur im Zeitraum von 1987-1991 ist die relative Häufigkeit bei über 10 % (11 %). Den niedrigsten Wert verzeichnet sie mit 1 % im Zeitintervall von 1977-1981. In den letzten 10 Jahren nehmen die Werte von 8,2 %

## Ergebnisse

(2002-2006) auf 5,2 % (2012-2016) ab. Ein deutlicher Zuwachs der letzten Jahre verzeichnet das Fachgebiet der *Microbiology* von 1,2 % (1982-1986) auf 13,8 % (2012-2016). Eine deutliche und kontinuierliche Abnahme der relativen Häufigkeit besteht im Fachbereich *Public, Environmental and Occupational Health* von 17,9 % (1967-1971) auf 1,7 % (2012-2016). Einen deutlichen Zuwachs, vor allem seit 2002, besteht im Fachbereich *Pharmacology and Pharmacy* von 0,9 % (1967-1971) auf 11,4 % (2012-2016). Stärkere Schwankungen finden sich im Themengebiet *Science and Technology-Other Topics*. Die niedrigste relative Häufigkeit (1,7 %) wird im Zeitintervall von 1992-1996 registriert und die höchste (8,9 %) im Zeitintervall von 2012-2016. In den letzten 15 Jahren kann ein Aufwärtstrend beobachtet werden. Auf dem Gebiet der *Immunology* kommt es bis zu den Jahren 1982-1986 zu einer Zunahme der relativen Häufigkeit auf 9,8 %. Danach sinkt sie stetig auf 0,7 % ab (2012-2016). Im Fachbereich *Infectious Diseases* können ebenfalls einige Schwankungen beobachtet werden: Der niedrigste Wert (1,2 %) findet sich im Zeitintervall von 1992-1996, die beiden höchsten Werte von über 4 % im Zeitraum von 1977-1981 und 2007-2011.



**Abbildung 34: Kombination der Themengebiete, Schwellenwert = mind. 20 Artikel; Stärke der Verbindungslinie = Intensität der Kooperation. Die Zahlen in Klammern beschreiben die Anzahl der Gesamtpublikationen, die Zahlen an den Verbindungslinien stellt die Anzahl der Kooperationen dar.**

## Ergebnisse

Die gesamten Publikationen nach Kombination der Themengebiete werden in Abb. 34 dargestellt (Kap. 3.4.7). Die mit Abstand häufigste Kombination mit  $n = 586$  besteht zwischen der *Parasitology* und der *Biochemistry & Molecular Biology*. Dies sind auch die beiden publikationsstärksten Fachbereiche. Dahinter reiht sich die Kombination aus der *Parasitology* und dem drittproduktivsten Themengebiet *Tropical Medicine* mit  $n = 378$  ein. Auf Rang 3 der häufigsten Kombinationen findet sich die *Tropical Medicine* zusammen mit *Public, Environmental and Occupational Health* ( $n = 254$ ). Hierbei ist zu beachten das *Public, Environmental and Occupational Health* nur der sechststärkste publizierende Fachbereich ist und 83,6 % der gesamten zugewiesenen Publikationen in Kombination mit der *Tropical Medicine* entstanden sind. Auf den Plätzen 4 bis 10 finden sich: *Biochemistry & Molecular Biology* und *Cell Biology* ( $n = 225$ ), *Microbiology* und *Mycology* ( $n = 97$ ), *Biochemistry & Molecular Biology* und *Microbiology* ( $n = 93$ ), *Biochemistry & Molecular Biology* und *Biophysics* ( $n = 71$ ), *Immunology* und *Infectious Diseases* ( $n = 65$ ), *Tropical Medicine* und *Pathology* ( $n = 61$ ) sowie *Microbiology* und *Pharmacology & Pharmacy* ( $n = 54$ ). Die *Biochemistry & Molecular Biology* und *Parasitology* kooperieren mit je 5 verschiedenen Fachbereichen.

## 5 Diskussion

### 5.1 Methodische Diskussion

#### 5.1.1 Die erzeugte Datenbank

Die Ergebnisse der Dissertation basieren auf den bibliometrischen Daten, die WoS extrahiert und in einer Datenbank zusammengefasst werden. Die Qualität dieser Datensätze ist wiederum von Faktoren abhängig, die unvermeidlich die Ergebnisse beeinflussen und verzerren können. Diese werden im Nachstehenden diskutiert.

##### 5.1.1.1 Datenquelle und Ergebnisverzerrung durch Selektionsfaktoren

Das WoS bildet als Datenquelle das Fundament dieser Dissertation. Da die Daten nur eine Momentaufnahme darstellen, unterliegt sie einer zeitlichen Spezifität. Die Informationsplattform ist eine der größten wissenschaftlichen Datenbanken und bietet die größte *Citation Database* der Welt mit über eine Milliarde Zitierungsreferenzen der indexierten Publikationen seit 1900 (Kap. 3.1). Eine strenge Evaluation der Publikationen durch Fachleute garantiert eine hohe wissenschaftliche Qualität. Außerdem bietet das WoS als einzige Plattform eine ganzheitliche Information über die Forschungsarbeit durch die Indexierung der Autoren sowie Angabe der Adressen und *Funding Agencies*.<sup>115,116,118</sup> Diese Faktoren sollen eine szientometrische Analyse von denkbar hoher Qualität ermöglichen. Es müssen allerdings auch einige Umstände beachtet werden, die zu einer Verzerrung der Ergebnisse durch Präselektion führen könnten; wie beispielweise der Sprache, die zeitliche Limitierung oder die Vorauswahl der Magazine.

Das ehemals von *Eugene Garfield* gegründete ISI ist ein amerikanisches sprich englischsprachiges Unternehmen (Kap. 3.1). Aufgrund, der vor einigen Dekaden noch niedrigeren Stellenwert der englischen Sprache, besteht die Möglichkeit, dass viele, durchaus relevante, anderssprachige Artikel nicht dem WoS zugefügt worden sind. Wie in Kap. 4.1 ersichtlich, sind von den 5079 Artikeln lediglich 184 in anderer Sprache veröffentlicht worden. So konnte beispielweise nur ein einziger spanischsprachiger Artikel gefunden werden. Dies ist dahingehend erwähnenswert, da große Teile Südamerikas endemische Gebiete der *Chagas Erkrankung* (Syn. *Amerikanische Trypanosomiasis*) sind. Der verursachende Erreger ist *Trypanosoma cruzi*.<sup>141</sup> Diese Spezies wurde zwar durch den Suchterminus ausgeschlossen, jedoch

## Diskussion

finden sich einige Parallelen, sodass man hier einen größeren Anteil der Forschungsarbeit Südamerikas über *Trypanosoma brucei spp.* hätte erwarten können (Abb. 9).

Englisch gewinnt durch die Globalisierung als Sprache der Wissenschaft in nicht englischsprachigen Ländern, stetig an Bedeutung. So können Publikationen einer breiteren Masse zugänglich gemacht werden und dadurch eine größere Resonanz erzielen. *M. Egger* veröffentlichte 1997 eine Studie, die Publikationen von randomisierten klinischen Studien aus dem europäisch deutschsprachigen Raum nach Sprachveröffentlichung untersuchte.<sup>142</sup> Auffällig war, dass Studien mit signifikanten Ergebnissen tendenziell in englischsprachigen Magazinen, Studien mit weniger signifikanten Ergebnissen eher in national deutschsprachigen Fachzeitschriften erschienen. Dies wiederum kann als limitierender Faktor auf die Ergebnisverzerrung durch sprachliche Präselektion angesehen werden, da hochqualitative Artikel meistens in Englisch publiziert werden. Dennoch kann der sprachliche Aspekt zur Dilution des Impact Faktors von nicht englischsprachigen bedeutsamen Forschungsnationen wie Frankreich, Deutschland und der Schweiz nicht ausgeschlossen werden. Ergo wird der internationale Vergleich der Forschungsleistung erschwert wie eine Studie von 2001 folgerte.<sup>143,173,174,192-238</sup>

Als weiteren, die Vorauswahl bestimmenden Faktor, ist die zeitliche Limitierung zu nennen. Nur Artikel ab dem Jahre 1900 werden berücksichtigt, obwohl Symptome der Erkrankung schon früher beschrieben wurden. So ist beispielweise der Wissenschaftler *A. Nicolas* zu nennen, der im Jahre 1861 mit der Publikation „*De la maladie du sommeil*“,<sup>49</sup> die Symptome der HAT eindrücklich beschreibt. Außerdem sind nicht alle in der Einleitung verwendeten Artikel wie beispielweise jener von *David Bruce*, nach dem der Erreger der Afrikanischen Schlafkrankheit benannt wurde, im WoS zu finden.<sup>2</sup>

Zugleich ist zu beachten, dass nicht alle Fachzeitschriften weltweit evaluiert werden können, sodass die Auswahl der Magazine ebenso Einfluss auf die Ergebnisse haben könnte. Jährlich werden etwa 3500 Magazine neu evaluiert von denen nur ca. 10% dem WoS zugefügt werden.<sup>144</sup> Das WoS greift aktuell auf über 33.000 Fachzeitschriften zurück, welche regelmäßig geprüft werden, alte Zeitschriften werden aussortiert, vielversprechende Neue aufgenommen (Kap. 3.1).

## Diskussion

*Samuel Bradford* untersuchte die Verteilung von Artikel über ein ausgewähltes Themengebiet, in diesem Fall *Geophysics*, in Fachzeitschriften und stellte das sogenannte *Bradford Law* auf. Er teilte Magazine die Artikel über ein bestimmtes Thema veröffentlichen in drei verschiedene Kategorien ein. Die erste Kategorie beinhaltet Fachzeitschriften deren Schwerpunkt das Themengebiet impliziert. Die Kategorien zwei und drei besitzen thematisch andere Schwerpunkte, publizieren aber dennoch über das ausgewählte Thema. Kategorie zwei könnte man als inhaltlich verwandtes Magazin, Kategorie drei als fachfremdes oder weniger verwandtes Magazin bezeichnen. *Bradford's* Analyse ergab, dass nur etwa 1/3 der Information den Magazinen der Kategorie eins entnommen wurden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass eine Beschränkung des Themengebiets auf Kernfachzeitschriften einen erheblichen Informationsverlust bedeutet.<sup>145</sup> Das WoS unternimmt eine strenge Selektion der Fachzeitschriften, sodass es unter diesen Umständen durchaus zu einem Informationsverlust kommen könnte. Unter der Annahme von *Garfield*: „*Garfield law of concentration*“,<sup>146</sup> dass die relevanten und wichtigen Artikel nur in wenigen Magazinen erscheinen, sollte die Einflussnahme dieses Faktors auf die Datenbank eingeschränkt sein. Die Resonanz auf einen Artikel ist von dem publizierenden Magazin abhängig. Andererseits erscheinen die relevanten Artikel in nur wenigen Magazinen egal ob ein Bestand 40.000 oder 10.000 Magazine umfasst, nur einige wenige Kernfachzeitschriften erhalten den Großteil der Zitierungen und publizieren die bedeutsamen Artikel.<sup>146,173,174,192-238</sup> Um das zu verdeutlichen wurde im Jahr 2014 eine Untersuchung von 11813 Fachzeitschriften verschiedenster Kategorien des WoS durchgeführt. 4470 dieser Magazine publizierten 80% der Artikel und erhielten 85% aller Zitierungen.<sup>144</sup> Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt man bei der Untersuchung des Dissertationsthemas. Alle Artikel über *Trypanosoma brucei* und die Afrikanische Schlafkrankheit, die dem WoS entnommen wurden, erschienen in nur 541 Fachzeitschriften. Die 15 meistpublizierenden Magazine veröffentlichten 58,6% aller Artikel und erhielten 65187 Zitierungen, sprich einem Anteil von 47,5% der Gesamtzitierungen (Abb. 29).<sup>173,174,192-238</sup>

Die im WoS gelisteten Artikel sind hochqualitative Publikationen der renommiertesten Magazine und die erhobenen Daten müssen mittels des Auswahlprozesses repräsentativ sein. Eine Vollständigkeit ist dadurch nicht zu

gewährleisten, da dies zur Einbeziehung von Fehlidentifikationen führt, die die Aussagekraft der Resultate einschränkt.

### 5.1.1.2 Suchwerkzeug

Um möglichst alle themenspezifischen Artikel zu finden und nur diese der Datenbank zuzuführen, ist ein exakter Suchterminus ausschlaggebend (Kap. 3.2). Eine genaue Beschreibung und Entwicklung des Suchbegriffes sind hierbei besonders essentiell, da dieser die Basis für die gesamte Datenbank bildet. Der Suchbegriff soll sowohl *T.b.*, *T.b.gambiense* wie auch *T.b.rhodesiense* enthalten. *T.b.brucei* ist kein humanpathogener Parasit und löst somit nicht die Afrikanische Schlafkrankheit aus, wohl aber die Nagana Seuche bei einigen Tieren.<sup>147</sup> *T.b.brucei* dient als häufiges Objekt der Grundlagenforschung und somit sind die gewonnenen Erkenntnisse relevant für die anderen Subspezies. Zudem wurde eine Titelsuche angestrebt, eine Spezifizierung der Subarten (Abb. 1) in der Überschrift wird oftmals nicht vorgenommen, deshalb wurde diese Subspezies im Suchterminus nicht ausgeschlossen. Da nur Artikel in die für die Dissertation erzeugte Datenbank aufgenommen werden sollen, deren Inhalt sich rein mit dem Erreger bzw. der Erkrankung beschäftigt, mussten die Suchbegriffe in der Artikelüberschrift enthalten sein. Somit besteht die Option, dass einige Artikel ausgeschlossen wurden, die sich durchaus mit der Thematik befassen. Alternativ könnte die Suche auf den *Abstract* (Topic-Suche) erweitert werden. Hiervon wurde aber Abstand genommen, da in diesem Fall die Möglichkeit besteht, dass Artikel in die Datenbank aufgenommen werden, die sich inhaltlich kaum oder gar nicht mit der Thematik befassen ergo eine Fehlerquelle darstellen. Deshalb wurde zugunsten der Qualität auf Quantität verzichtet (Kap. 5.1.1.1).<sup>173,174,192-238</sup>

### 5.1.1.3 Datenaufbereitung

Es müssen einige Aspekte der Datenaufbereitung und Auswertung abgewogen werden um das Verständnis für die Ergebnisse zu vertiefen. Bevor eine Auswertung der Daten erfolgen konnte, mussten einige Datensätze bereinigt und manuell erweitert werden. Über die Zuordnung zu regionalen Einheiten wurden die Institutionen auf Zusammengehörigkeit überprüft und gegebenenfalls zusammengefasst. Hierbei müssen zwei Dinge beachtet werden: Erstens wird immer die aktuelle Zusammengehörigkeit der Institutionen widergegeben, was

jedoch zu Schwierigkeiten bezüglich der Artikelzuordnung führen kann. Wenn sich Universitäten aufspalten, können Publikationen, die vor der Separation publiziert wurden, nicht mehr den einzelnen Universitäten zugeordnet werden. Bei Zusammenschlüssen von wissenschaftlichen Einrichtungen ist das Gegenteil der Fall. In diesem Fall werden die Artikel zusammengefasst. Eine Schwierigkeit bestand darin die *Brussels Free Universities* zuzuordnen. Im Jahre 1969 fand eine Separation der *Free University of Brussels* in einen französischen und niederländischen Teil statt (*Vrije Universiteit Brussel, Université Libre de Bruxelles*), deren Bezeichnung aber in englischer Übersetzung gleich ist. In diesem Fall wurden die Artikel des französischen und flämischen Teils zu *Brussels Free Universities* zusammengefasst.<sup>148</sup> Zweitens muss berücksichtigt werden, dass die Internetpräsenz vor allem der afrikanischen Institutionen oder Programme häufig extrem schlecht oder gar nicht vorhanden ist. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass zusammengehörige Einrichtungen nicht gemeinsam berücksichtigt wurden, sodass hier eine mögliche Fehlerquelle existiert.

Häufig entstanden Artikel in Kooperation mit anderen Ländern bzw. Institutionen oder zwischen Autoren. In diesem Fall wurden die Publikationen beiden Länder, Institutionen oder Autoren zugeordnet, sodass die Gesamtzahl aller Publikationen der Länder oder Institutionen die Gesamtzahl der Artikel des WoS übersteigt. Dasselbe gilt für die Zuordnung der Themengebiete.

Die manuelle Datenerweiterung erfolgte um Genderanalysen zu ermöglichen. Eine Zuordnung konnte nur dann erfolgen, wenn der vollständige Autorenname angegeben war und der Vorname eindeutig geschlechtsspezifisch ist. Gerade im asiatischen Raum ist eine Zuordnung kaum möglich, da chinesische Vornamen überwiegend geschlechtsneutral sind. Deshalb sind die Genderanalysen nur limitiert repräsentativ. Ungeachtet dessen kann eine Trendentwicklung zur Geschlechtergleichheit abgeschätzt werden (Abb. 26).<sup>173,174,192-238</sup>

### **5.1.2 Zitierungen und Limitation von Analysewerkzeugen**

Die einwandfreie Zitierung sollte die Prämisse jeder wissenschaftlichen Arbeit sein. In der Realität existieren viele Fehlzitierungen und stellen eine Fehlerquelle bibliometrischer Untersuchungen dar. In einer Studie von *Aronsky* im Jahr 2004 wurden 37 Artikel aus fünf biomedizinischen Fachzeitschriften nach Korrektheit

und Fehlerfreiheit der Zitierungsreferenzen untersucht. Nur sechs der 37 Artikel wurden anhand der Richtlinien der Studie als Fehlerfrei eingestuft.<sup>149,150</sup> Zudem ist die Wissenschaftsgemeinschaft keine objektive Instanz sondern eine soziale Institution und unterliegt deshalb auch psychosozialen Strukturen. Der *Matthew-Effect* beschreibt das Phänomen,<sup>151</sup> dass Werke schon bekannter und bedeutsamer Wissenschaftler disproportional gut bewertet werden. Sie erhalten den Verdienst für Arbeiten, die in Kollaborationen und Arbeitsgruppen entstanden sind, an denen sie eventuell kaum beteiligt waren. Wissenschaftler die Berühmtheit in ihrem Fachgebiet erlangten, erhalten besonders viele Zitierungen, je höher der Grad der Berühmtheit, desto häufiger werden diese zitiert. Die erfolgreichsten Wissenschaftler auf dem Themengebiet *Trypanosoma brucei spp.* / HAT sind nur selten Erstautoren (Abb. 23). Sie fungieren meistens als Letztautoren oder auch Koautoren, sodass nicht ersichtlich ist, wie groß ihr wissenschaftlicher Beitrag an den Publikationen ist, die ihre Reputation begünstigen.<sup>151,173,174,192-238</sup>

Ferner muss bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden, dass ältere Publikationen aufgrund der längeren Veröffentlichungsdauer mehr Zitierungen erhalten können (Abb. 4). Die Zitierungen werden, bezogen auf das Publikationsjahr, ab 2010 drastisch dezimiert, sodass keine qualitative Aussage über die Zitierungsanzahl der letzten Jahre getroffen werden kann.

Die Zitationsrate wird als Analyseparameter bei der Untersuchung der Autoren, Länder und Magazine angewendet, sowie bei der Betrachtung der Publikationen im zeitlichen Verlauf (Abb. 5; Abb. 11; Abb. 22; Abb. 29). Der Vorteil hierbei ist, dass die durchschnittliche wissenschaftliche Resonanz abgeschätzt werden kann. Dieser Wert sollte aber unter Betrachtung der Gesamtartikelanzahl interpretiert werden. Ist die Publikationsrate gering, werden einzelne erfolgreiche Artikel mit hoher Resonanz deutlich stärker gewichtet und verzerren dadurch die Ergebnisse, mit potenzieller Fehlinterpretation. Dem entgegen kann eine sehr hohe Publikationsrate eine geringe Zitationsrate verursachen. Ein Beispiel: Yemen veröffentlichte lediglich einen Artikel und ist mit 57 Zitierungen/Artikel das Land mit der höchsten Zitationsrate. Um diesen Bias einzugrenzen wird deshalb ein methodischer Schwellenwert gesetzt (Abb. 11)(Kap. 3.4.2). Beim Studieren der Zitationsrate der jährlichen Gesamtpublikationen kommt es zu einer erheblichen

Abflachung der Kurve ab den Jahren 2008-2010 (Abb. 5). Im Gegensatz dazu sanken die jährlichen Publikationszahlen erst in den letzten 1-3 Jahren. Die Verringerung der Publikationen ist dadurch zu erklären, dass noch nicht alle veröffentlichten Artikel evaluiert und dem WoS zugefügt wurden. Das bisher produktivste Jahr ist 2013 (Abb. 3). Trotz hoher Produktivität sind die Zitierungszahlen gering (Abb. 4), sodass der Quotient verkleinert wird und eine niedrige Zitationsrate entsteht (Abb. 5). In Zukunft ist ein Anstieg der Zitationsrate zu erwarten. Folglich kann eine qualitative Aussage über die Zitationsraten der letzten Jahre nicht gewährleistet werden, sodass dieser Umstand bei der Interpretation berücksichtigt werden muss.<sup>173,174,192-238</sup>

In der vorliegenden Dissertation wird der modifizierte Hirsch-Index als Parameter zur Beurteilung der qualitativen und quantitativen wissenschaftlichen Leistung von Autoren und Ländern eingesetzt (Kap. 3.4.2). Dennoch weist der mod. H-Index diverse Defizite auf, die bei der Datenauswertung berücksichtigt werden müssen und die von *Hirsch* selbst beschrieben wurden. Ein Nachteil des Parameters besteht darin, dass einzelne, ausgesprochen häufig zitierte Paper nicht richtig erfasst werden und zur Unterschätzung wissenschaftlicher Leistung beitragen können. Ein weiteres Problem, mit dem sich *Hirsch* befasst, ist der Vergleich zwischen Autoren unterschiedlichen wissenschaftlichen Alters, da ältere Autoren aufgrund der längeren wissenschaftlichen Karriere mehr Zitierungen erhalten. *Hirsch* entwarf verschiedene Formel linearer und exponentieller Natur um eine Möglichkeit zu finden, das Alter von Autoren zu relativieren und den Vergleich zu verbessern. Eine realitätsgetreue Formel zu finden, gestaltet sich als schwierig. Die Popularität vieler Artikel ist limitiert und sie werden nur für eine gewisse Zeitspanne zitiert. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass Artikel nach einer zitierungsarmen Phase wieder in den Fokus der Wissenschaft rücken. In der Frühphase einer wissenschaftlichen Karriere können Artikel publiziert werden, die anfangs den H-Index mitbestimmen, danach aber rausfallen, da sie von höher zitiert Artikel des Autors getoppt werden. Im Gegensatz dazu können Artikel die anfangs wenig zitiert und erst im Verlauf der Karriere an Anerkennung gewinnen den H-Index des Wissenschaftlers verbessern.<sup>122,152,173,174,192-238</sup>

### 5.1.2.1 Journals Citation Report

*Garfield* entwickelte in den 60ern den *Science Citation Index*, um ein bibliometrisches System für wissenschaftliche Literatur zu schaffen. Damit den Forschern die Suche nach relevanter Literatur zu erleichtern und so den Zeitaufwand zu reduzieren. Gleichzeitig sollte die unbedachte und unkritische Zitierung von obsoleten, falschen oder unvollständigen Daten minimiert werden.<sup>113</sup> Eine Möglichkeit den Einfluss von Fachzeitschriften zu bestimmen, ist der *Journal Impact-Faktor* (JIF) (Kap. 3.4.5). Im Gegensatz zu der Zitationsrate, die sich rein auf das Promotionsthema bezieht, bezieht sich der JIF auf alle Artikel des Magazins, ist also nicht themenspezifisch. Eine starke Diskrepanz zwischen beispielweise einem hohen JIF und einer niedrigen Zitationsrate zeigt, dass trotz eines hohen Impacts des Magazins, die Artikel über *Trypanosoma brucei* spp. / HAT vergleichsweise eine geringere Resonanz erzielten. Gleiches gilt für den umgekehrten Fall.<sup>173,174,192-238</sup>

## 5.2 Diskussion des Inhalts

### 5.2.1 Forschungsentwicklung der letzten 100 Jahre

In den letzten 100 Jahren nimmt das weltweite Forschungsaufkommen erheblich zu. Diese gesamte Entwicklung zeigt sich in allen Forschungsbereichen.<sup>173,174,192-238</sup> Jedoch unterliegt jedes Themengebiet individuellen Schwankungen, die von unterschiedlichen internen und externen Faktoren bestimmt werden. Außerdem ändert sich das wissenschaftliche Arbeiten.

Betrachtet man die themenspezifische Publikationsentwicklung des Dissertationsthemas (Abb. 3) ist ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Publikationsrate und der Zeit (1900 und 2012) zu erkennen. Symptome der Erkrankung werden schon sehr früh referiert. Das *Winterbottom Zeichen* als Synonym für cervikale geschwollene Lymphknoten wird im Jahre 1803 in Sierra Leone beschrieben.<sup>43</sup> Der erste Artikel des WoS ist auf das Jahr 1902 datiert.<sup>128</sup> Anfang des 20. Jahrhunderts ist ein verstärktes Forschungsinteresse zu verzeichnen, welches mit der Entdeckung des Erregers zusammenhängen könnte. So wird 1902 die Trypanosomiasis in Gambia durch *Forde* und *Dutton* erforscht und 1903 folgen Veröffentlichungen von *Castellani*, *Bruce* und *Nabarro* in Uganda.<sup>2,6,153-155</sup> Die Inzidenz der Ostafrikanischen Schlafkrankheit ist in den letzten Jahren niedrig gewesen (Tab. 1; Tab. 2), jedoch birgt dieser Erreger ein hohes epidemisches

## Diskussion

Potenzial. Anfang des 20. Jahrhunderts erfolgt der bisher größte verzeichnete epidemische Ausbruch von *T.b.rhodesiense*, der vor allem Uganda und das Kongobecken betrifft. Zwischen 1900 und 1915 sterben mehr als 250.000 Menschen an der *Trypanosomiasis rhodesiense*.<sup>6,156,157</sup> Im selben Zeitraum kommt es zu einem Ausbruch der Westafrikanischen Schlafkrankheit. Zwischen 1896-1906 sterben geschätzt 800.000 Menschen in Französisch Äquatorialafrika.<sup>6,158</sup> Schließlich kommt es mit Beginn des Ersten Weltkrieges zum Einbruch der Publikationsraten. Dieser Zustand hält bis nach Ende des Zweiten Weltkrieges an. Es dauert 52 Jahre bis die Publikationszahl von 1912 erreicht werden. Erst ab den 1970ern kommt es zu einem kontinuierlichen Anstieg der Publikationszahlen im Gesamtverlauf (Abb. 3). Zwischen 1940-1960 fallen die Anzahl der Infizierten in Uganda von ca. 40.000 auf nur noch vereinzelte Fälle.<sup>6,159</sup> Mitte der 1970er steigen die Fallzahlen wieder an, besonders in Ländern mit hohem sozialpolitischen Konfliktpotenzial mit einer Zeitverzögerung von 10 Jahren (Kap.1.2.1.4). Das *WHO Expert Committee on HAT control and surveillance* schätzt 1998 die Fallzahlen auf ca. 300.000, 12 Mal höher als die tatsächlich gemeldeten Fälle. In vielen Ländern liegen nur ungenügende Daten vor und es besteht eine medizinische Unterversorgung.<sup>6,23,159</sup> Die fatale Erkrankung könnte dadurch wieder mehr in den Fokus der Wissenschaft gerückt sein. Das aufkommende Forschungsinteresse spiegelt sich anhand der jährlichen Publikationsraten wider (Abb. 3). Zwischen den Jahren 1964 und 2013 kommt es zu einer 11,25-fachen Steigerung der Publikationen. Absolut gesehen ist bisher das produktivste Spitzenjahr das Jahr 2013 mit 180 Publikationen, wobei über die Produktivität der Folgejahre noch keine qualitative Aussage getroffen werden kann. Die WHO startet verschiedene Initiativen, um die Erkrankungen zu kontrollieren, mit dem Ziel sie zu eliminieren. Die Inzidenzrate fiel auf unter 8000 im Jahr 2012. 2016 werden nur 2184 neue Fälle gemeldet (Kap. 1.2.1).<sup>6,23,26,27,160</sup>

Nicht nur die Publikationsraten, sondern auch die Zitierungen erhöhen sich ab den 1980er deutlich (Abb. 4). Zwar kommt es in den 1970ern, zu einem erkennbaren Anstieg der Zitierungen im Gesamtverlauf aber in den 1980er kommt es zu einem sprunghaften Anstieg. Die bisher höchste Zitierungsanzahl findet sich in den Jahren 1987/89 und 1997/99. Ab den Jahren 2008 bis 2010 brechen die Zitierungszahlen erwartungsgemäß ein. Die Zitierung von Literatur findet zeitverzögert statt (Kap. 5.1.2).<sup>173,174,192-238</sup>

## Diskussion

Bei Betrachtung der Zitationsraten (Abb. 5) sticht das Jahr 1975 heraus. Diesem Jahr wird die höchste Zitationsrate überhaupt zugeordnet. Folgende zwei Faktoren sind dafür ausschlaggebend: Einerseits war das Jahr mit 32 Artikeln nicht sonderlich produktiv, andererseits erschien in diesem Jahr der dritthäufigste zitierte Artikel überhaupt. Um diesen Bias einzugrenzen, wird daher der Schwellenwert von mindestens 30 Artikeln eingeführt (Kap. 5.1.2). Mit wachsendem Forschungsaufkommen in den 1980ern und 1990ern steigen die Publikationsraten und Zitierungen, sodass sich die Werte der Zitationsrate zumeist zwischen 30 bis 40 (1981-2008) stabilisieren. Ab 2008 kommt es zu einem kontinuierlichen Abfall der Zitationsraten, durch Abnahme der Zitierungen (Kap.5.1.2).

In den letzten 100 Jahren verändert sich der Fokus hinsichtlich der Forschungsgebiete (*Subject Areas*). Das publikationsstärkste und meistzitierte Themenfeld der letzten 100 Jahre ist die *Biochemistry and Molecular Biology* ( $n = 1801$ ;  $z = 63983$ ) (Abb. 31). Die relative Häufigkeit, in der Artikel des Faches veröffentlicht werden, nimmt kontinuierlich von 3,8 % (Intervall 1967-1971) auf 39,2 % (Intervall 1997-2001) zu (Abb. 33). Die Popularität dieses Fachs steigt in den 1980ern bis 1990ern erheblich an. Ein Grund für diese Entwicklung könnte sein, dass durch neue Werkzeuge in den 90er und 2000er, dieser Fachbereich eine stärkere Verbreitung gefunden hat. Seither sinkt der Anteil auf 23 % (2012-2016) (Abb. 33). Das zweitproduktivste Themengebiet ist die *Parasitology* ( $n = 1611$ ;  $z = 36396$ ) (Abb. 31). Bemerkenswert ist, dass dieser Fachbereich trotz hoher Produktivität eine vergleichsweise niedrige Resonanz erhält. Die höchste relative Häufigkeit des Fachgebiets mit 33,4 % findet sich in den 1970ern (Abb. 33). Die *Cell Biology* weist die höchste Zitationsrate ( $zr = 54,41$ ) der produktivsten Fachbereiche auf (Abb. 31). Die Popularität des Faches ist in den 1960ern und 1970er gering. Im Zeitintervall von 1982-1986 kann ein sprunghafter Anstieg der relativen Häufigkeit vermerkt werden (Abb. 33). Im gleichen Zeitraum, indem auch eine massive Zunahme der Zitierungen pro Publikationsjahr verzeichnet wird (Abb. 4). Der Themenbereich *Pharmacy and Pharmacology* nimmt kontinuierlich auf einen relativen Anteil von 11,4 % (2012-2016) zu (Abb. 33). Bei Betrachtung der Verteilung der Themengebiete der publikationsstärksten Länder besitzt die Schweiz, mit Hauptsitz der WHO in Genf, den größten Anteil im Fachbereich *Pharmacology and Pharmacy* mit 14,2 %. Die Zunahme der Popularität des

## Diskussion

Fachbereiches ist möglicherweise auf zwei Faktoren zurückzuführen; Auf die letzte Epidemie und den steigenden Bedarf an Medikamenten sowie auf den Einfluss der WHO. Aufgrund der alarmierend ansteigenden Zahl von Infizierten veröffentlicht die WHO 1998 ein umfassendes Programm zur Kontrolle und Eliminierung der Erkrankung.<sup>23</sup> Die eingesetzten Medikamente sind veraltete Chemotherapeutika mit einem erheblichen Nebenwirkungsprofil, sodass eine Erforschung neuer Wirkstoffe dringend erforderlich ist und im zunehmenden Interesse der Wissenschaft steht (Kap. 1.2.5.1). Nach 25 Jahren ohne Neuerungen wird im Jahr 2009 NECT als Kombinationstherapie zur Behandlung der *Trypanosomiasis gambiense* in die WHO *Model List of Essential Medicine* aufgenommen.<sup>161-163</sup> Vorher mussten Ärzte oft auf Melarsoprol zurückgreifen, ein hochtoxisches arsenhaltiges Medikament mit hoher Letalität, welches nach wie vor das einzige Medikament zur Therapie der *Trypanosomiasis rhodesiense* im Stadium II ist (Kap.1.2.5.1). 2018 folgt Fexinidazole, ein Medikament, das im Stadium I und in nicht schwerwiegenden Fällen im Stadium II der *Trypanosomiasis gambiense* angewendet werden kann. Es ist das bisher erste rein oral applizierbare Medikament, weshalb eine zwingende Hospitalisierung nicht erforderlich ist und deshalb in Gegenden mit dürftiger Infrastruktur vereinfacht angewendet werden kann (Kap. 1.2.5.1).<sup>92,93,99,100</sup> Seit Anfang der 2000er etabliert die WHO eine Partnerschaft mit *Aventis* (jetzt *Sanofi*) und der Firma *Bayer Health Care* um die Medikamente kostenfrei zur Verfügung zu stellen (*Sanofi*: Pentamidine, Melarsoprol, Eflornithine, Fexinidazole; *Bayer Health Care*: Suramin, Nifurtimox). Die Logistik übernimmt Médecines Sans Frontières.<sup>100</sup> An der Entwicklung von Fexinidazole ist auch die *non-profit* Organisation *Drugs for Neglected Diseases Initiative* (DNDi) beteiligt, die mit einer Vielzahl von Institutionen wie Pharmafirmen, Universitäten, *Research* Instituten, *Biotech* Unternehmen, Krankenhäuser, Nationalen Programmen, Regierungsunabhängigen Organisationen weltweit zusammenarbeiten um den Einsatz neuer Medikamente zu erforschen. In Zusammenarbeit der DNDi und *Sanofi* wird Fexinidazole 2018 auf den Markt gebracht.<sup>164-166</sup> Ein weiteres vielversprechendes Medikament Benzoxaborole (SCYX-7158) befindet sich zurzeit in der klinischen Testung und kann ebenso oral angewendet werden.<sup>167</sup>

Das wissenschaftliche Arbeiten verändert sich in den letzten 100 Jahren hinsichtlich der Größe der Forschungsgruppen, den Kollaborationen und der Literaturrecherche

enorm. Die Forschungsgruppen werden immer größer, so steigt die durchschnittliche Autorenanzahl pro Artikel von 2,5 (1975) auf 8,03 (2014) Autoren an (Abb. 6). Erwähnenswert ist ein 2014 veröffentlichtes Paper, an dem insgesamt 179 Autoren beteiligt sind.<sup>19</sup> In einer Studie von *Wuchty, Jones & Uzzi* aus dem Jahr 2007 werden 19,9 Millionen Publikationen der letzten 50 Jahre untersucht, in der demonstriert wird, dass Forschungsteams immer mehr einzelne Autoren dominieren, sprich zunehmend Artikel mit höheren Zitierungszahlen produziert werden als jene einzelner Autoren.<sup>168</sup> Ein Manko dieser Trendentwicklung ist, dass die Forschungsleistung Einzelner nicht mehr richtig abgeschätzt werden kann.<sup>169</sup> Die große Fülle an Autoren wird durch die zunehmende Kollaboration von Institutionen und Organisationen begünstigt, deren Entstehung durch immer schnellere Vernetzung, Globalisierung und Vereinheitlichung der wissenschaftlichen Sprache (Kap. 5.1.1.1) vereinfacht wird. Die Zahl der Kooperationsartikel wird in den letzten 30 Jahren versechsfacht. Insgesamt werden 1287 Kooperationsartikel publiziert (Abb. 8). Davon entstehen ca. 70 % durch die Zusammenarbeit von zwei Ländern. In den vergangenen Jahren (2014, 2015) erscheinen zwei Artikel, die den Anschein erwecken, dass ein Trend zu großen Kollaborationen mit vielen involvierten Ländern entstehen könnte (Abb. 17).<sup>19,131</sup> Seit Dezember 2016 existiert das Programm *Trypa-No! Partnership*, welches von der *Bill & Melinda Gates Foundation* unterstützt wird. In diesem Programm sind folgende Einrichtungen involviert: *French National Institute for Sustainable Development (FIND)*, *Liverpool School of Tropical Medicine*, *Coordinating Office for the Control of Trypanosomiasis in Uganda*, *National HAT Control Programs* von Tschad und Guinea, *The National HAT Elimination Program*, *Institute Pierre Richet*, sowie die *University of Daloa* (Elfenbeinküste). Mithilfe der Forschungsgruppen soll eine vollständige Ausrottung der Erkrankung in den nächsten drei Jahren in Uganda und der Elfenbeinküste möglich sein. Ferner soll die Anzahl der HAT Fälle um 90 % in Guinea und Tschad reduziert werden.<sup>170</sup> Der Trend zu immer mehr Kollaborationen ist absolut essentiell zur Bekämpfung von Erkrankungen wie der Afrikanischen Schlafkrankheit, die die ärmsten Gegenden der Welt betreffen.

Neben Zunahme der Autoren und Kooperationen vergrößert sich das durchschnittliche Literaturverzeichnis von 19,16 (1975) auf 46,66 (2016) Quellen.

Das entspricht einer Steigerung um das fast Zweieinhalbfache (Abb. 7). Durch die wachsenden Publikationsraten und den immensen Wissenszuwachs müssen für Arbeiten stetig mehr Referenzen angegeben werden, sodass die Literaturrecherche zunehmend zeitaufwändiger wird.

### 5.2.2 Länder und Institutionen

In diesem Abschnitt wird die Forschungsleistung und -entwicklung einzelner Länder diskutiert. Betrachtet man die Kartenanamorphoten (Abb. 9 - Abb. 16) dominieren Afrika, Nordamerika und Westeuropa das Bild. Der asiatische Raum ist unterrepräsentiert und wird vor allem von den beiden forschungsstarken Nationen China und Japan vertreten. Der südamerikanische Raum ist ebenfalls unterrepräsentiert und wird durch Brasilien dominiert, ein endemisches Gebiet der *Amerikanischen Trypanosomiasis*.<sup>171</sup> Im Jahr 2020 wurde eine szientometrische Analyse mit dem Titel: „Scientometric analysis of global trypanosomiasis research: 1988-2017“,<sup>172</sup> veröffentlicht. Als Datengrundlage wurde ebenfalls das WoS genutzt und analysiert 30 Jahre Forschung. Ein Vergleich mit dieser Arbeit ist dadurch erschwert, da keine Differenzierung zwischen *Trypanosoma brucei* und *Trypanosoma cruzi*, sowie der Afrikanischen Schlafkrankheit und der Chagas Erkrankung vorgenommen wurde. Der Fokus liegt auf der geografischen Produktivität und Kollaborationen, hier dominieren USA und Brasilien, ein endemisches Gebiet der *Amerikanischen Trypanosomiasis*.

In der vorliegenden Arbeit wird sich bewusst ausschließlich auf die Afrikanische Schlafkrankheit und *Trypanosoma brucei* spp. fokussiert. Die beiden Erreger *Trypanosoma brucei* und *Trypanosoma cruzi* unterscheiden sich sehr, beispielweise in Vorkommen, Transmission und ausgelöster Erkrankung. Zudem werden zusätzlich Analysen der einzelnen Institutionen, Fachzeitschriften, Themengebieten und Genderanalysen in einem zeitlichen Rahmen von über 100 Jahren vorgenommen.

Im folgendem werden Vergleiche zu 2 weiteren bibliometrischen Untersuchungen gezogen.<sup>173,174</sup> Die kongenitale Toxoplasmose ist eine weltweit vorkommende Erkrankung mit hoher Seroprävalenz des Erregers.<sup>175</sup> Die Gelbfiebersausbreitung ähnelt geografisch der HAT und betrifft vor allem Zentralafrika, jedoch auch südamerikanische Länder wie Brasilien, Bolivien etc.<sup>176,177</sup> Vergleicht man die

## Diskussion

Datensätze mit denen der kongenitale Toxoplasmose, ist die Forschungsleistung der afrikanischen Länder über HAT besonders hoch einzuschätzen. In dieser Vergleichsanalyse spielen afrikanische Nationen keine Rolle.<sup>174</sup> Im Gegensatz zur Gelbfieberforschung, hier sind zwei afrikanische Länder unter den 10 meistpublizierenden vertreten.<sup>173</sup> In beiden Analysen ist Brasilien deutlich forschungstärker. Die USA dominieren in allen Analysen als forschungstärkste Nation.<sup>173,174</sup>

Die USA sind das produktivste ( $n = 1603$ ; 31,6 %), meistzitierte ( $z = 50244$ ; 36,4 %) Land mit dem höchsten mod. H-Index (93) (Abb. 9-Abb. 12). Dieses Resultat wird dadurch begünstigt, dass das in den 1960ern gegründete ISI ein amerikanisches Unternehmen ist und zusätzlich die generelle Tendenz besteht englischsprachige Artikel zu bevorzugen (Kap. 5.1.1.1). Betrachtet man die Forschungsleistung unter sozioökonomischen Gesichtspunkten, liegt die USA deutlich weiter hinten (Abb. 14, Abb. 15). Eine Ausnahme stellt die Relativierung der Produktivität durch das BIP per Capita dar (Abb. 16). Hier belegt die USA Rang vier hinter DR Kongo, Kenia und Uganda. Die hohe Produktivität der USA lässt sich auf die Anzahl der publizierenden Institutionen zurückführen. Mit 348 publizierenden wissenschaftlichen Einrichtungen verfügt die USA über mehr als die doppelte Anzahl des Zweitplatzierten (Abb. 13). Vier der 15 produktivsten Institutionen sind in den USA in absteigender Rangfolge angesiedelt: *Rockefeller University*, *Washington University*, *Center of Infectious Disease Research* und *Yale University* (Abb. 19). Die *Rockefeller University* erzielt die zweitmeisten Zitierungen aller Institutionen (Abb. 19). Dies lässt sich auf den meistzitierten Autor *G. A. M. Cross* zurückführen, der an der *Rockefeller University* forscht (Kap. 5.2.3, Abb. 21). Das *Center of Infectious Disease Research*, eine große unabhängige Einrichtung in den USA, ist eine von drei außeruniversitären Einrichtungen der produktivsten Institutionen. Es erforscht Erkrankungen wie HIV, Tuberkulose, Malaria und parasitäre Erkrankungen wie HAT, Chagas und Leishmaniose, die vor allem Drittweltländer betreffen. Der Fokus liegt hauptsächlich in der Erforschung neuer Medikamente zur Behandlung der HAT.<sup>178</sup> Das *Center of Infectious Disease Research* und die *University of Washington* weisen die meisten Kooperationen aller Institutionen auf (Abb. 20). Die Forschungsschwerpunkte der USA sind die *Biochemistry & Molecular Biology* und

die *Parasitology*. Sie entsprechen somit den meistzugewiesenen Themenfeldern (Abb. 32).

Unter den 10 produktivsten Ländern befinden sich insgesamt 6 europäische. Vergleicht man diese Daten mit den bibliometrischen Analysen über kongenitale Toxoplasmose und Gelbfieber befinden sich unter den 10 meistpublizierenden jeweils Frankreich, Großbritannien, Deutschland und die Schweiz.<sup>173,174</sup> In der vorliegenden Arbeit dominiert Großbritannien (n = 1149, 22,6 %). Ebenfalls vertreten sind Belgien, Deutschland, Schweiz, Frankreich und die Niederlande (Abb. 9). Durch die hohe Produktivität erzielt Großbritannien die zweitmeisten Zitierungen überhaupt (z = 36000; 26,1%) (Abb. 10) und erhält den zweithöchsten mod. H-Index (81) (Abb. 12). Ein Drittel der fünfzehn produktivsten Institutionen befinden sich in Großbritannien und sind ausnahmslos Universitäten: *University of Glasgow*, *University of London*, *University of Dundee*, *University of Cambridge* und *University of Edinburgh* (Abb. 19). Das Forschungsinteresse über die Schlafkrankheit ist in Großbritannien früh vorhanden. Uganda gehört bis 1962 zum British Empire und ist während der Epidemie, die sich zwischen 1896-1906 in Uganda ereignet von den Briten besetzt.<sup>123,156,157,160</sup> Das drittproduktivste Land ist Belgien (Abb. 9). Drei belgische Einrichtungen sind unter den produktivsten Institutionen: *Brussels Free Universities*, *Université Catholique de Louvain* und die außeruniversitäre Forschungseinrichtung *ITM Antwerp* (Abb. 19). Das *ITM Antwerp* wurde vor über 100 Jahren von König *Leopold II* gegründet um medizinisches Personal auszubilden, welches in der belgischen Kolonie *Congo Free State* praktizieren soll. Seit der Entkolonialisierung (1960) schult das ITM weiterhin Personal für Entwicklungshilfe. Zudem ist die Einrichtung eine der weltweitführenden Institutionen auf dem Forschungsgebiet tropischer Erkrankungen.<sup>179</sup> Das viertproduktivste Land ist die Schweiz, welches das beste Relationsverhältnis zwischen Produktivität und Einwohnerzahl ( $R_{EWZ} = 50,98$ ) aufweist (Abb. 14). Die Niederlande erzielen die höchste Zitationsrate weltweit (zr = 52,3) (Abb. 11) und platzieren sich mit einem H-Index von 64 knapp hinter Belgien (H-Index = 66) (Abb. 12). Die Niederlande, Deutschland und die USA besitzen ähnliche Forschungsschwerpunkte und veröffentlichen den größten Anteil in den Fachbereichen *Biochemistry and Molecular Biology* sowie in der *Cell Biology*, dem Themenfeld mit der höchsten Zitationsrate (Abb. 32).

## Diskussion

Die Forschungsleistung der afrikanischen Länder ist besonders hoch. 36% der 25 produktivsten Nationen sind afrikanische (Abb. 15; Abb. 16). Kenia (n = 265; 5,2 %) und Nigeria (n = 139; 2,7 %) gehören zu den 10 produktivsten Ländern (Abb. 9). In der bibliometrischen Forschung über Gelbfieber gehört Nigeria ebenfalls zu den produktivsten Ländern.<sup>173</sup> Von denen in die Auswertung aufgenommenen Ländern ist es das afrikanische Land mit dem höchsten BIP. Die meisten dieser Länder sind zurzeit von der Erkrankung betroffen. Die größte Krankheitslast findet sich in der DR Kongo mit mehr als 80 % aller HAT Fälle (2015). In Uganda wurde die höchste Anzahl an Neuinfektion mit *Trypanosomiasis rhodesiense* gemeldet (Kap. 1.2.1). Zwischen 2001 und 2010 fallen die Patientenzahlen laut WHO um 73,4 %.<sup>180</sup> Indes kommt die Erkrankung vor allem in ländlichen, abgeschiedenen und teilweise unsicheren Gebieten vor. Zusätzlich ist die Diagnostik diffizil und die Nachweismethoden sind nicht immer verfügbar, sodass die tatsächliche Fallzahl, vor allem in der DR Kongo, möglicherweise erheblich höher liegen wird (Kap. 1.2.1, Tab. 1, Tab. 2, Kap. 1.2.4).<sup>180</sup>

Kenia ist das am häufigsten zitierte afrikanische Land (z = 6213; 4,5 %) und erzielt einen mod. H-Index von 42, gefolgt von Uganda (z = 2223; H-Index 26) (Abb. 10, Abb. 12). Prozentual gesehen erzielt Kenia im Ländervergleich in den Themenfeldern *Parasitology* (51,7 %), *Tropical Medicine* (33,2 %) und *Immunology* (8,7 %) Platz 1 (Abb. 32). Die hohe Produktivität Kenias ist vor allem auf das *International Livestock Research Institute* (ILRI), mit Hauptsitz in Nairobi, zurückzuführen. Es erzielt als einziges afrikanisches Institut einen Platz unter den 15 produktivsten (Abb. 19). Die Forschungseinrichtung wird über verschiedene Investoren bzw. Stiftungen finanziert. *Wellcome Trust* ist einer dieser Investoren. Diese Einrichtung fungiert bei mehreren hundert Publikationen über *Trypanosoma brucei* spp. und HAT als *Funding Agency*. *Wellcome Trust* wurde als international agierendes Pharmaunternehmen von *Sir Henry Wellcome* im 19. Jahrhundert in Großbritannien gegründet. Dieses Unternehmen ist heute, nach Verkäufen und Zusammenschlüssen als *GlaxoSmithKline* bekannt. Nach dem Tod von *Henry Wellcome* verfügte er, dass eine Wohltätigkeitsorganisation (*Wellcome Trust*) gegründet werden soll, die aus dem Profit seiner Firma medizinische Forschungsarbeit finanziert.<sup>181</sup>

## Diskussion

Gemessen an der wirtschaftlichen Lage der Länder, ist die Forschungsleistung sehr hoch. Setzt man die Publikationsraten der Länder in Relation zum BIP liegen Kenia, Kongo und die DR Kongo vorne (Abb. 15). Setzt man die Publikationsraten ins Verhältnis zum jährlichen Pro-Kopf-Einkommen platziert sich die DR Kongo auf Rang 1 (Abb. 16). Das durchschnittliche Pro-Kopf-Einkommen liegt dort jährlich bei ca. 800 € und ist einer der niedrigsten Werte weltweit. Neben der Afrikanischen Schlafkrankheit ist die DR Kongo Hochrisiko- Gebiet für viele weitere Erkrankungen wie Thyphus, Malaria, Dengue, Schistosomiasis. Durch die schlechte medizinische Versorgung liegt die derzeitige Lebenserwartung bei 57 Jahren.<sup>182</sup> Die internationale Forschung ist in diesen abgeschiedenen Gebieten auf die Zusammenarbeit der afrikanischen Regierungen angewiesen.

Betrachtet man die Kooperationen der Länder (Abb. 18), finden die meisten erfolgreichen Kooperationen zwischen den USA und Europa oder innereuropäisch statt. Unter den 10 produktivsten Kooperationen befindet sich nur eine europäisch-afrikanische: Belgien und DR Kongo ( $nk = 37$ ). Dies ist vor allem auf die Kooperation des *ITM Antwerp* und dem *Ministry for Public Health* der DR Kongo zurückzuführen (Abb. 20). Frankreich arbeitet mit den meisten afrikanischen Ländern zusammen. Die Untersuchung der Kooperationen ergibt, dass die Zusammenarbeit zwischen europäischen und afrikanischen Ländern potenziell mit der ehemaligen Kolonialpolitik zusammenhängen könnte. So war die DR Kongo eine belgische Kolonie. Uganda und Kenia gehörten zum British Empire. Kamerun, die Elfenbeinküste, Burkina Faso und der Kongo zählten ehemals zu Frankreich.<sup>123</sup> Einige Artikel wurden während dieser Besatzungszeit publiziert. Betrachtet man die Anzahl der Kooperationsartikel afrikanischer Länder (Abb. 18) wie beispielweise Angola, Burkina Faso oder der Kongo, fällt auf, dass diese meist in Zusammenarbeit verfasst wurden. Eine Ausnahme bildet Nigeria mit einem Kooperationsanteil von 18,7 % der nigerianischen Publikationen.

Zusammenfassend sind die USA sowie europäische Länder erwartungsgemäß und themenunabhängig starke Forschungsnationen.<sup>173,174,192-238</sup> Erstweltländer verfügen über die notwendigen Ressourcen um Krankheiten zu erforschen, auch wenn diese die Population nicht direkt betreffen. Die HAT kommt endemisch nur in West- und Ostafrikanischen Staaten vor. Dies bedeutet, dass die Erforschung der

HAT in den betroffenen afrikanischen Ländern unmittelbar dem Schutz der eigenen Bevölkerung dient. Die themenspezifische Forschungsleistung und Motivation der afrikanischen Nationen ist trotz geringer finanzieller Mittel hoch.

### 5.2.3 Autoren

Eine herausragende Forschungsleistung erbringt der meistpublizierende Autor Etienne Pays, der an der *Université Libre de Bruxelles (Brussels Free Universities)* forscht. Seine Forschung beinhaltet die Charakterisierung der immunsuppressiven Faktoren der Trypanosoma sowie die Rolle der Zytokine bei Parasitämie.<sup>183</sup> Zum Zeitpunkt der Untersuchung ist er an der Publikation von 116 Artikeln (Abb. 21) beteiligt. Zwölf dieser Veröffentlichungen verfasste er als Erstautor und belegt damit den Rang 4 der meistpublizierenden Autoren (Abb. 23). Der Letztautor fungiert meist als Projektleiter, diese Funktion hatte er bei 69 Artikeln inne. Betrachtet man die Reihenfolge der Nennung der Autoren, existieren unterschiedliche Möglichkeiten: beispielweise können die Autoren alphabetisch oder auch nach Größe der Arbeitsbeteiligung geordnet sein, wobei der Erst- sowie der Letztautor die meiste Anerkennung erhält. Da das Autorenverzeichnis stetig zunimmt (Abb. 6), kann kaum abgeschätzt werden, wie groß der Forschungsbeitrag der einzelnen involvierten Autoren wirklich ist.<sup>169</sup> Die meistpublizierenden Autoren leiten häufig Forschungsabteilungen oder Arbeitsgruppen, sodass sie über viele Mitarbeiter verfügen, die ihnen zuarbeiten. So kann das Prestige der erfolgreichen Wissenschaftler wiederum stellvertretend für Institutionen oder Arbeitsgruppen stehen. *E. Pays* weist die meisten produktivsten Autorenkooperationen auf, die unter anderem auf internationaler Ebene stattfinden (Abb. 25).

Der zweitproduktivste Autor *G. A. M. Cross*, Professor für *Molecular Parasitology* an der *Rockefeller University*, erzielt die höchste Zitationsrate ( $z_r = 75,63$ ) der meistproduzierenden Autoren (Abb. 22) und ist der meistzitierte Autor überhaupt ( $z = 8470$ ) (Abb. 24). Zwei der Publikationen sind besonders erfolgreich und gehören zu den meistzitierten Artikeln (Kap. 4.6).

Untersucht man die meistzitierten Autoren, belegt *P. Borst* hinter *G. A. M. Cross* den Platz 2 (Abb. 24). *P. Borst* leitete 16 Jahre lang das *National Cancer Institute* in Amsterdam und fungiert bis heute als Gruppenleiter des *The Piet Borst Lab* der Abteilung Molecular Oncology.<sup>184</sup> Mit einem mod. H-Index von 54 liegt er in dieser

Wertung noch vor *G. A. M. Cross* (mod. H-Index = 53) und *E. Pays* (mod. H-Index = 47). Die drei meistzitierten Autoren haben schon eine lange wissenschaftliche Karriere hinter sich und stehen eher am Ende ihrer wissenschaftlichen Laufbahn (Kap.5.1.2).

Die beiden Belgier *P. A. M. Michels* und *F. R. Opperdoes* gehören sowohl zu den meistzitierten als auch produktivsten Autoren und kooperierten 29 Mal (Abb. 21, Abb. 24 & Abb. 25). Die meisten Autorenkooperationen bestehen auf nationaler Ebene (Abb. 25). Hierbei ist zu beachten, dass immer nur der aktuelle Aufenthalt der Autoren berücksichtigt wird.

### 5.2.4 Genderanalysen

Im Laufe der Jahre vergrößert sich der Frauenanteil an den Autorenschaften auf dem Forschungsgebiet *Trypanosoma brucei* spp. und HAT zunehmend. Leider kann aufgrund der mangelhaften Geschlechtszuweisung eine qualitative Aussage nur über die letzten 16 Jahre getroffen werden (Abb. 26). Das Geschlechtsverhältnis ist indes vom jeweiligen Land abhängig (Abb. 27). So verfügt Brasilien über ein ausgeglichenes Geschlechtsverhältnis (w = 28; m = 27), wohingegen Japan einen geringen Frauenanteil (12,3 %) besitzt, der deutlich niedriger ist als in afrikanischen Ländern (Nigeria 21,5 %; Kenia 28 %). In den Vergleichsanalysen Gelbfieber und kongenitale Toxoplasmose überwiegt der Anteil weiblicher Autoren in Brasilien.<sup>173,174</sup> Eine Studie über globale Geschlechterparität, die 2013 in der *Nature* erscheint, zeigt ähnliche Ergebnisse.<sup>185</sup> Ein ausgewogeneres Geschlechterverhältnis besteht in Südamerika und Osteuropa, wohingegen Japan, Kamerun und Länder des Nahen Ostens einen besonders niedrigen Frauenanteil vorweisen. In dieser Studie wird die These vertreten, dass die Chancengleichheit möglicherweise in ehemaligen kommunistischen Staaten besser ist.<sup>185</sup> Um die Chancengleichheit in Deutschland und Europa zu verbessern offeriert das Bildungsministerium seit 2001 das Programm „*Frauen in die EU-Forschung*“.<sup>186,173,174,192-238</sup>

### 5.2.5 Fachzeitschriften

Die publizierten Artikel über das Thema *Trypanosoma brucei* und HAT seit 1900 erscheinen in 541 Fachzeitschriften (Kap. 5.1.2.1). Die meistzitierten und produktivsten Fachzeitschriften sind englischsprachig und erreichen dadurch ein größeres internationales Publikum (Kap. 5.1.1.1). Die beiden mit Abstand

meistpublizierenden und meistzierten Magazine sind das *Molecular and Biochemical Parasitology* (n = 568; z = 16248) sowie das *Journal of Biological Chemistry* (n = 271, z = 12290) (Abb. 29 & Abb. 30). Es fällt jedoch eine Diskrepanz der Zitationsrate auf. Der Zweitplatzierte erhält eine deutlich höhere Zitationsrate (zr = 45,35) und besitzt im Vergleich auch einen deutlichen höheren JIF (4,258). Ordnet man die Fachzeitschriften nach Zitationsraten generieren Fachzeitschriften mit hohem JIF eine hohe Zitationsrate: Rang 1 *EMBO Journal* (zr = 80,47; JIF 9,643), Rang 2 *Nature* (zr = 78,08; JIF 38,138 (neunthöchster JIF aller im WoS indexierten Journals)); Rang 3 *Proceeding of the National Academy of Sciences USA* (zr = 57,9; JIF 9,423). Trotzdem gliedert sich die Zeitschrift *Nature*, obwohl sie einen fast vierfachen so hohen JIF besitzt, hinter dem *EMBO Journal* ein. Hierbei ist die Resonanz auf Artikel über das Dissertationsthema verhältnismäßig geringer einzuschätzen. Zugunsten der meistpublizierenden Fachzeitschriften muss aber berücksichtigt werden, dass jene mit hohen Zitationsraten deutlich weniger publizieren, sodass die Wahrscheinlichkeit der Dilution des Quotienten vermindert wird.

### 5.3 Ausblick

In einem Zeitalter der Globalisierung und Digitalisierung von Informationen erlebt die Menschheit einen explosiven Wissenszuwachs. In den nächsten Jahren sind erhebliche Fortschritte in allen Forschungsbereichen zu erwarten. China wird eine zunehmend bedeutendere Rolle spielen. Bis 2050 beabsichtigt China Weltführer in Wissenschaft und Technologie zu werden. 2017 gibt China 280 Mrd. Dollar für Forschung und Entwicklung aus, 2,12% des BIP, das entspricht 20% der weltweiten Ausgaben für Forschung und Entwicklung.<sup>187</sup> Sein gesamtes Forschungsvolumen steigt aktuell fast exponentiell. Betrachtet man die Top 10% der *highly cited Paper* ist China kurz davor die USA zu überholen. Noch sind diese Anteile niedriger als die der EU und der USA.<sup>188</sup>

Die Forschungsarbeit wird zunehmend spezifischer und die Arbeitsgruppen immer größer, sodass einzelne Leistungen kaum mehr abgeschätzt werden können. Durch die wachsende Zusammenarbeit der Forscher besteht die Hoffnung, dass globale Probleme in gemeinschaftlichem Arbeiten gelöst werden können und dieses Wissen auch der gesamten Menschheit zugänglich gemacht wird; Gerade für Erkrankungen

## Diskussion

wie die Afrikanische Trypanosomiasis, Chagas, Leishmaniose, Filariose und vielen weiteren Erkrankungen., die die ärmsten Länder der Welt betreffen sind diese Projekte essentiell. In der Vergangenheit kam es immer wieder zu Ausbrüchen verschiedener infektiöser Erkrankungen, so wie beispielweise der Ebola Epidemie vor wenigen Jahren, die das mediale Interesse regte.<sup>189</sup> Um die Weltbevölkerung vor Epidemien zu schützen muss die Kooperationen international weiter intensiviert und die Forschungsinstitutionen Vorort gefördert werden. Ein Nachteil des explosiven weltweiten Forschungsaufkommens ist die expandierende Informationsflut, die jedes Individuum zuweilen überfordern kann. Wissen muss gebündelt werden, katalogisiert, Relevantes von Irrelevantem unterschieden werden. Forschung muss koordiniert werden. Die Szientometrie wird daher in den kommenden Jahren mit Sicherheit einen wachsenden Stellenwert einnehmen.

## 6 Zusammenfassung

Die afrikanische Schlafkrankheit (HAT), übertragen durch die Tsetse Fliege und ausgelöst durch den einzelligen Parasit *Trypanosoma brucei*, wird vor über 100 Jahren entdeckt. Diese unbehandelt immer tödlich verlaufende Erkrankung zählt zu den *Neglected Tropical Diseases*. Es existiert keine Impfung und die Behandlung ist nebenwirkungsreich. Das weltweite Forschungsaufkommen zu diesem Thema wird von 1900 bis 2016 anhand von Metadaten untersucht, die aus dem *Web of Science Core Collection (Clarivate Analytics)* extrahiert wurden. Die 5079 Publikationen werden mittels bibliometrischer Parameter ausgewertet. Diese umfassen chronologische Publikationsparameter, Analysen der Länder, Institutionen, Autoren, Fachzeitschriften, Fachbereiche, Kooperationen und Geschlechterparität. Die Analyse zeigt ein aufkommendes Forschungsinteresse der Kolonialmächte Anfang des 20. Jahrhunderts in den okkupierten Koloniegebieten Afrikas. Zu dem Zeitpunkt als der Erreger entdeckt wird, grassiert eine Epidemie der Ost- und Westafrikanischen Schlafkrankheit. Mit Beginn des Ersten Weltkrieges brechen die Publikationszahlen ein. Erst ab den 1970ern steigen die Artikelzahlen kontinuierlich. Die Vernachlässigung der Erkrankung resultiert in einer Epidemie mit geschätzt 300.000 Fällen (1998). In den letzten Jahren verringerte sich die Anzahl der Neuinfektionen erheblich, im Jahr 2016 werden 2184 Fälle gemeldet. Zwischen 1964 und 2013 kommt es zu einer mehr als 11-fachen Steigerung der Publikationen. Ab 1980 nehmen die Zitierungen sprunghaft zu, wahrscheinlich konnten viele neue Erkenntnisse aufgrund der hohen Prävalenz gewonnen werden. Der meistzitierte und produktivste Fachbereich ist die *Biochemistry and Molecular Biology*. Der Anteil *Pharmacology and Pharmacy* nimmt kontinuierlich zu. Die Popularität könnte auf 2 Faktoren zurückgeführt werden, den steigenden Bedarf an neuen Medikamenten und den Einfluss der WHO. 2009 wird NECT als Kombinationstherapie zugelassen, 2018 folgt Fexinidazole. Das durchschnittliche Literaturverzeichnis vergrößert sich, ebenso die Forschungsgruppen, denn die durchschnittliche Autorenzahl steigt von 2,5 (1975) auf 8,03 (2014). Die Zahl der internationalen Kooperationsartikel wird innerhalb der letzten 30 Jahre versechsfacht. Die publikationsstärkste Nation ist die USA, gefolgt von

## Zusammenfassung

Großbritannien, weiteren westeuropäischen Staaten sowie Kenia und Nigeria. 36% der 25 produktivsten Länder sind afrikanische. Gemessen an ihren ökonomischen Daten ist die Forschungsleistung extrem hoch. Unter den 15 produktivsten Institutionen ist als einziges afrikanisches das *International Livestock Research Institut* (Nairobi) vertreten. Diese Forschungseinrichtung wird durch Stiftungen wie *Wellcome Trust* finanziell unterstützt, welche bei mehreren hundert Publikationen als *Funding Agency* dient. Zwei weitere außeruniversitäre Institutionen zählen zu den produktivsten: Das *Center of Infectious Disease Research* (USA) sowie das *Institute of Tropical Medicine Antwerp* (Belgien). Die zehn produktivsten Länderkooperationen finden innereuropäisch oder mit den USA statt, darunter existiert eine europäisch-afrikanische Kollaboration (*ITM Antwerp, Ministry for Public Health* (DR Kongo)). Bei Analyse der europäisch-afrikanischen Kooperationen fällt auf, dass diese mit der ehemaligen Kolonialpolitik korrelieren könnten. Die meisten afrikanischen Nationen publizieren in Kooperationen, eine Ausnahme bildet Nigeria. Sie veröffentlichen nur 18,7% der Artikel in Zusammenarbeit. Sie sind das Land mit dem höchsten BIP der ausgewerteten afrikanischen Nationen. Der produktivste Autor ist *E. Pays* der an der *Université Libre de Bruxelles* forscht. Der meistzitierte Autor *G.A.M. Cross* von der *Rockefeller University* ist Verfasser von zwei der meistzitierten Artikel. Die erfolgreichsten Wissenschaftler stehen eher am Ende ihrer Karriere und fungieren meist als Letztautoren und als Leiter einer Einrichtung. Obwohl in den letzten Jahren eine zunehmende Geschlechterparität auf dem Forschungsgebiet identifiziert werden konnte, ist die Chancengleichheit für Frauen abhängig vom Land. In Brasilien überwiegt als einzige Nation der Anteil weiblicher Autoren, während Japan den geringsten Frauenanteil besitzt. 11,2% der Artikel erscheinen in der Fachzeitschrift *Molecular and Biochemical Parasitology* und deckt somit die beiden meistzugewiesenen Themenfelder ab. Infektiöse Erkrankungen, die vor allem Drittweltländer mit geringen finanziellen Möglichkeiten betreffen, müssen im Interesse der Weltgemeinschaft weiter intensiv erforscht werden. Um dies zu ermöglichen ist eine Finanzierung und Stärkung der Wissenschaft in den betroffenen Ländern vor Ort nötig.

## 7 Summary

The *African Sleeping Sickness* (HAT), transmitted by the Tsetse fly and caused by the unicellular parasite *Trypanosoma brucei*, was discovered over 100 years ago. This disease, always fatal if left untreated, belongs to the *Neglected Tropical Diseases*. No vaccine exists and the medical treatment has a great number of side effects. The worldwide research volume on this topic from 1900 to 2016 will be examined using metadata extracted from the *Web of Science Core Collection* (Clarivate Analytics). The 5079 publications are evaluated by instrumentalizing bibliometric parameters, including chronological publication parameters, analysis of countries, authors, journals, subject areas, cooperation and gender parity. This analysis shows an increasing research interest by the Colonial Powers in the occupied African colonies at the beginning of the 20<sup>th</sup> century. An epidemic of *East- and Westafrican Sleeping Sickness* was raging at the time the pathogen was discovered. With the outbreak of World War I, the numbers of publications dropped. The neglect of this disease resulted in an epidemic with estimated 300.000 cases (1998). The numbers of infections rapidly dropped in the last years, only 2184 cases were reported in 2016. The publication rate shows an eleven-fold increasement between 1964 and 2013. From the 1980's on, the numbers of citations rapidly increased, very likely due to a lot of scientific findings on the basis of the high prevalence of the disease. The most cited and most productive subject area is *Biochemistry and Molecular Biology*. The percentage of *Pharmacology and Pharmacy* has steadily risen. The popularity of this subject could be attributed to two factors: on the increasing requirement of new medications and the influence of the WHO. In 2009 Nifurtimox-Eflornithine-Combination-Therapy was admitted, Fexinidazole followed in 2018. The average list of references grows as well as the size of the research groups, the average number of authors increased from 2,5 (1975) to 8,03 (2014). The number of the international cooperation articles has increased six-fold over the last 30 years. The nations with the most publications are the USA, followed by Great Britain, other Western European States as well as Kenia and Nigeria. 36% of the 25 most productive countries are African. Measured by their economic figures, the research output is extremely high. The *International Livestock Research Institute* (Nairobi) is

## Summary

the only African institute represented among the 15 most productive ones. This research facility is financially supported by foundations like *Wellcome Trust*, which serves as a funding agency for over hundreds of publications. Two further non-university institutes are included in the most productive ones: *Center of Infectious Disease Research* (USA) and *Institute of Tropical Medicine Antwerp* (Belgium). The 10 most productive country cooperations take place within Europe or between Europe and the USA, among those, only one European-African collaboration (*ITM Antwerp, Ministry for Public Health* (DR Congo)) exists. An analysis of the African-European cooperations shows that these collaborations correlates with the former colonial politics. Most African nations publish in cooperation, except Nigeria. It published just 18,7% of its articles in collaboration. Nigeria is the country with the highest GDP among the evaluated African nations. The most productive author is *E. Pays*, who is researching at *Université Libre de Bruxelles*. The most cited scientist *G.A.M. Cross* from *Rockefeller University* is the author of two of the most cited articles. The most successful scientists tend to be at the end of their careers and usually act as last author and as the head of an institute. Although an increasing gender parity within the research field can be identified over the past years, the equal opportunities for women is country-specific. Brasil is the only nation showing a female quota higher than 50%, while Japan has the lowest percentage of female authors. 11,2% of the articles were published by the journal *Molecular and Biochemical Parasitology*, which covers the two most assigned subject areas. Infectious diseases, which mainly affect third world countries with limited financial resources, must be further intensively researched, in the interest of the global population. In order to make this happen local funding support and strengthening of science in the affected countries is required.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Gruby M. *Recherches et Observations Sur Une Nouvelle Espèce D'hématozoaire, Trypanosoma Sanguinis*; 1843.
2. Bruce D, Castellani D, Nabarro A. *Reports of the Sleeping Sickness Commission, Royal Society, 1. Prescence of Trypanosoma in Sleeping Sickness. By Aldo Castellani, M.D. 2. Progress Report on Sleeping Sickness in Uganda, David Bruce, F.R.S., R.A.M.C., and David Nabarro, M.D.*; 1903.
3. Baral TN. Immunobiology of African trypanosomes: Need of alternative interventions. *J Biomed Biotechnol.* 2010;2010. doi:10.1155/2010/389153
4. WHO. Neglected Tropical Diseases. [http://www.who.int/neglected\\_diseases/diseases/en/](http://www.who.int/neglected_diseases/diseases/en/). Published 2015. Accessed March 10, 2015.
5. Barry JD, McCulloch R. Antigenic variation in trypanosomes: enhanced phenotypic variation in a eukaryotic parasite. *Adv Parasitol.* 2001;49:1-70. doi:10.1016/S0065-308X(01)49037-3
6. World Health Organization. Control and surveillance of human African trypanosomiasis. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2013:1-237.
7. Kohl L, Robinson D, Bastin P. Novel roles for the flagellum in cell morphogenesis and cytokinesis of trypanosomes. *EMBO J.* 2003;22(20):5336-5346. doi:10.1093/emboj/cdg518
8. Tetley L, Vickerman K. Differentiation in *Trypanosoma brucei*: host-parasite cell junctions and their persistence during acquisition of the variable antigen coat. *J Cell Sci.* 1985;74:1-19.
9. Berriman M. The Genome of the African Trypanosome *Trypanosoma brucei*. *Science (80- )*. 2005;309(5733):416-422. doi:10.1126/science.1112642
10. Berberof M, Pérez-Morga D, Pays E. A receptor-like flagellar pocket glycoprotein specific to *Trypanosoma brucei gambiense*. *Mol Biochem Parasitol.* 2001;113:127-138. doi:10.1016/S0166-6851(01)00208-0

## Literaturverzeichnis

11. Welburn SC, Picozzi K, Fèvre EM, et al. Identification of human-infective trypanosomes in animal reservoir of sleeping sickness in Uganda by means of serum-resistance-associated (SRA) gene. *Lancet*. 2001;358:2017-2019. doi:10.1016/S0140-6736(01)07096-9
12. Cordon-Obras C, Cano J, González-Pacanowska D, Benito A, Navarro M, Bart JM. Trypanosoma brucei gambiense adaptation to different Mammalian Sera is associated with VSG expression site plasticity. *PLoS One*. 2013;8(12):1-15. doi:10.1371/journal.pone.0085072
13. Anderson NE, Mubanga J, Fèvre EM, et al. Characterisation of the wildlife reservoir community for human and animal trypanosomiasis in the Luangwa Valley, Zambia. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011;5(6). doi:10.1371/journal.pntd.0001211
14. Kennedy PGE. Human African trypanosomiasis of the CNS: Current issues and challenges. *J Clin Invest*. 2004;113:496-504. doi:10.1172/JCI200421052
15. Peacock L, Ferris V, Sharma R, et al. Identification of the meiotic life cycle stage of Trypanosoma brucei in the tsetse fly. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108(6):3671-3676. doi:10.1073/pnas.1019423108
16. Austen EE. A Monograph of the Tsetse Flies (Genus Glossina, Westwood) Based on the Collection in the British Museum. *Nature*. 1903;69:123-124. doi:10.1038/069123a0
17. Benoit JB, Attardo GM, Baumann A a, Michalkova V, Aksoy S. Adenotrophic Viviparity in Tsetse Flies: Potential for Population Control and as an Insect Model for Lactation. *Annu Rev Entomol*. 2014:1-21. doi:10.1146/annurev-ento-010814-020834
18. Maudlin I, Welburn SC. A single trypanosome is sufficient to infect a tsetse fly. *Ann Trop Med Parasitol*. 1989;83:431-433.
19. Attardo GM, Abila PP, Auma JE, et al. Genome Sequence of the Tsetse Fly (Glossina morsitans): Vector of African Trypanosomiasis. *Science (80- )*. 2014;344(6182):380-386. doi:10.1126/science.1249656
20. Roditi I, Lehane MJ. Interactions between trypanosomes and tsetse flies. *Curr*

- Opin Microbiol.* 2008;11:345-351. doi:10.1016/j.mib.2008.06.006
21. Pépin J, Méda HA. The epidemiology and control of human African trypanosomiasis. *Adv Parasitol.* 2001;49:71-132.
  22. Aksoy S, Gibson WC, Lehane MJ. Interactions between tsetse and trypanosomes with implications for the control of trypanosomiasis. In: *Advances in Parasitology.* Vol 53. ; 2003:1-83. doi:10.1016/S0065-308X(03)53002-0
  23. WHO WHO. Control and surveillance of African trypanosomiasis. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1998;881. doi:10070249
  24. Ekwanzala M, Pépin J, Khonde N, Molisho S, Bruneel H, De Wals P. In the heart of darkness: Sleeping sickness in Zaire. *Lancet.* 1996;348:1427-1430. doi:10.1016/S0140-6736(96)06088-6
  25. Stanghellini a., Josenando T. The situation of sleeping sickness in Angola: A calamity. *Trop Med Int Heal.* 2001;6(5):330-334. doi:10.1046/j.1365-3156.2001.00724.x
  26. WHO WHO. Human African Trypanosomiasis Epidemiological situation. [http://www.who.int/trypanosomiasis\\_african/country/en/](http://www.who.int/trypanosomiasis_african/country/en/). Published 2017. Accessed August 4, 2017.
  27. WHO WHO. Human African Trypanosomiasis Eliminating sleeping sickness as a public health problem is on track. [http://www.who.int/trypanosomiasis\\_african/news/HAT\\_elimination\\_on\\_track/en/](http://www.who.int/trypanosomiasis_african/news/HAT_elimination_on_track/en/). Published 2017. Accessed August 4, 2017.
  28. Simarro PP, Cecchi G, Franco JR, et al. Estimating and Mapping the Population at Risk of Sleeping Sickness. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012;6(10). doi:10.1371/journal.pntd.0001859
  29. Berrang-Ford L, Lundine J, Breau S. Conflict and human African trypanosomiasis. *Soc Sci Med.* 2011;72:398-407. doi:10.1016/j.socscimed.2010.06.006

## Literaturverzeichnis

30. Sina G, Testa G, Triolo N, Trova P, Cramet B. *Some New Cases of Congenital Human African Trypanosomiasis (T. Gambiense) (Author's Transl)*. *Medecine tropicale : revue du Corps de sante colonial* 39, 57-63 (1979).
31. Herwaldt BL, Juranek DD. Laboratory-acquired malaria, leishmaniasis, trypanosomiasis, and toxoplasmosis. *Am J Trop Med Hyg.* 1993;48:313-323.
32. Pereira BI, Nazareth C, Malcata L, et al. [Transfusion-transmitted protozoal infections: what is the risk in non-endemic countries?]. *Acta Med Port.* 2011;24 Suppl 4:897-906.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22863498>.
33. Rocha G, Martins a., Gama G, Brandão F, Atouguia J. Possible cases of sexual and congenital transmission of sleeping sickness [5]. *Lancet.* 2004;363:247.  
doi:10.1016/S0140-6736(03)15345-7
34. Odiit M, Kansime F, Enyaru JCK. Duration of symptoms and case fatality of sleeping sickness caused by *Trypanosoma brucei rhodesiense* in Tororo, Uganda. *East Afr Med J.* 1997;74:792-795.
35. Jamonneau V, Ilboudo H, Kaboré J, et al. Untreated human infections by *trypanosoma brucei gambiense* are not 100% fatal. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012;6(6). doi:10.1371/journal.pntd.0001691
36. Frevert U, Movila A, Nikolskaia O V., et al. Early Invasion of Brain Parenchyma by African Trypanosomes. *PLoS One.* 2012;7(8). doi:10.1371/journal.pone.0043913
37. Boa YF, Traore MA, Doua F, Kouassi-Traore MT, Kouassi BE, Giordano C. The different present-day clinical picture of human African trypanosomiasis caused by *T. b. gambiense*. Analysis of 300 cases from a focus in Daloa, Ivory Coast. *Bull Soc Pathol Exot Filiales.* 1988;81:427-444.
38. MacLean LM, Odiit M, Chisi JE, Kennedy PGE, Sternberg JM. Focus-specific clinical profiles in human African trypanosomiasis caused by *trypanosoma brucei rhodesiense*. *PLoS Negl Trop Dis.* 2010;4(12):1-12. doi:10.1371/journal.pntd.0000906
39. Kuepfer I, Hhary EP, Allan M, Edielu A, Burri C, Blum J a. Clinical presentation

## Literaturverzeichnis

- of T.b. rhodesiense sleeping sickness in second stage patients from Tanzania and Uganda. *PLoS Negl Trop Dis.* 2011;5(3). doi:10.1371/journal.pntd.0000968
40. Checchi F, Filipe J a N, Haydon DT, Chandramohan D, Chappuis F. Estimates of the duration of the early and late stage of gambiense sleeping sickness. *BMC Infect Dis.* 2008;8:16. doi:10.1186/1471-2334-8-16
41. Naessens J, Mwangi DM, Buza J, Moloo SK. Local skin reaction (chancre) induced following inoculation of metacyclic trypanosomes in cattle by tsetse flies is dependent on CD4 T lymphocytes. *Parasite Immunol.* 2003;25:413-419. doi:10.1111/j.1365-3024.2003.00649.x
42. Blum J, Schmid C, Burri C. Clinical aspects of 2541 patients with second stage human African trypanosomiasis. *Acta Trop.* 2006;97:55-64. doi:10.1016/j.actatropica.2005.08.001
43. Winterbottom T. *An Account of the Native Africans in the Neighbourhood of Sierra Leone; to Which Is Added An Account of the Present State of Medicine Among Them.*; 1803.
44. Blum J a., Burri C, Hatz C, Kazumba L, Mangoni P, Zellweger MJ. Sleeping hearts: The role of the heart in sleeping sickness (human African trypanosomiasis). *Trop Med Int Heal.* 2007;12(12):1422-1432. doi:10.1111/j.1365-3156.2007.01948.x
45. Blum J a., Schmid C, Burri C, et al. Cardiac alterations in human African trypanosomiasis (T.b. gambiense) with respect to the disease stage and antiparasitic treatment. *PLoS Negl Trop Dis.* 2009;3(2):1-7. doi:10.1371/journal.pntd.0000383
46. Priotto G, Fogg C, Balasegaram M, et al. Three drug combinations for late-stage *Trypanosoma brucei gambiense* sleeping sickness: a randomized clinical trial in Uganda. *PLoS Clin Trials.* 2006;1:e39. doi:10.1371/journal.pctr.0010039
47. Blum J a., Schmid C, Hatz C, et al. Sleeping glands?-The role of endocrine disorders in sleeping sickness (T.b. gambiense Human African Trypanosomiasis). *Acta Trop.* 2007;104:16-24.

doi:10.1016/j.actatropica.2007.07.004

48. Hublart M, Lagouche L, Racadot A, et al. Endocrine function and African trypanosomiasis. Evaluation of 79 cases. *Bull Soc Pathol Exot Filiales*. 1988;81:468-476.
49. Nicolas A. De la maladie du sommeil. *Gaz Hebdo Med Chir* 21. 1861:670-673.
50. Kouchner G, Bourée P, Lowenthal M. Hepatic involvement in Trypanosoma rhodesiense trypanosomiasis. *Bull Soc Pathol Exot Filiales*. 1979;72:131-135.
51. Urech K, Neumayr A, Blum J. Sleeping sickness in travelers - do they really sleep? *PLoS Negl Trop Dis*. 2011;5(11). doi:10.1371/journal.pntd.0001358
52. Mitashi P, Hasker E, Mbo F, et al. Integration of diagnosis and treatment of sleeping sickness in primary healthcare facilities in the Democratic Republic of the Congo. *Trop Med Int Heal*. 2015;20:98-105. doi:10.1111/tmi.12404
53. Greig E, Gray A. Lymphatic Glands in Sleeping Sickness. *Br Med J*. 1904:1252.
54. Biéler S, Matovu E, Mitashi P, et al. Improved detection of Trypanosoma brucei by lysis of red blood cells, concentration and LED fluorescence microscopy. *Acta Trop*. 2012;121:135-140. doi:10.1016/j.actatropica.2011.10.016
55. Bennett GF. THE HEMATOCRIT CENTRIFUGE FOR LABORATORY DIAGNOSIS OF HEMATOZOA. *Can J Zool*. 1962;40:124-125. doi:10.1139/z62-014
56. Woo PT. The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta Trop*. 1970;27:384-386.
57. Lumsden WH, Kimber CD, Evans DA, Doig SJ. Trypanosoma brucei: Miniature anion-exchange centrifugation technique for detection of low parasitaemias: Adaptation for field use. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 1979;73:312-317. doi:10.1016/0035-9203(79)90092-0
58. Camara M, Camara O, Ilboudo H, et al. Sleeping sickness diagnosis: Use of buffy coats improves the sensitivity of the mini anion exchange centrifugation test. *Trop Med Int Heal*. 2010;15(7):796-799. doi:10.1111/j.1365-3156.2010.02546.x

## Literaturverzeichnis

59. Ancelle T, Paugam A, Bourlioux F, Merad A, Vigier JP. Detection of trypanosomes in blood by the Quantitative Buffy Coat (QBC) technique: experimental evaluation. *Med Trop (Mars)*. 1997;57:245-248.
60. Lejon V, Büscher P, Magnus E, Moons A, Wouters I, Van Meirvenne N. A semi-quantitative ELISA for detection of *Trypanosoma brucei gambiense* specific antibodies in serum and cerebrospinal fluid of sleeping sickness patients. *Acta Trop*. 1998;69:151-164. doi:10.1016/S0001-706X(97)00137-X
61. van Nieuwenhove L, Büscher P, Balharbi F, et al. Identification of mimotopes with diagnostic potential for *trypanosoma brucei gambiense* variant surface glycoproteins using human antibody fractions. *PLoS Negl Trop Dis*. 2012;6(6). doi:10.1371/journal.pntd.0001682
62. Lejon V, Jamonneau V, Solano P, et al. Detection of trypanosome-specific antibodies in saliva, towards non-invasive serological diagnosis of sleeping sickness. *Trop Med Int Heal*. 2006;11(5):620-627. doi:10.1111/j.1365-3156.2006.01620.x
63. Magnus E, Vervoort T, Van Meirvenne N. A card-agglutination test with stained trypanosomes (C.A.T.T.) for the serological diagnosis of *T. B. gambiense* trypanosomiasis. *Ann Soc Belg Med Trop (1920)*. 1978;58:169-176.
64. Jamonneau V, Camara O, Ilboudo H, et al. Accuracy of Individual Rapid Tests for Serodiagnosis of Gambiense Sleeping Sickness in West Africa. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015;9:e0003480. doi:10.1371/journal.pntd.0003480
65. Jamonneau V, Bucheton B, Kaboré J, et al. Revisiting the immune trypanolysis test to optimise epidemiological surveillance and control of sleeping sickness in West Africa. *PLoS Negl Trop Dis*. 2010;4(12):1-8. doi:10.1371/journal.pntd.0000917
66. Van Meirvenne N, Magnus E, Buscher P. Evaluation of variant specific trypanolysis tests for serodiagnosis of human infections with *Trypanosoma brucei gambiense*. *Acta Trop*. 1995;60:189-199. doi:10.1016/0001-706X(95)00127-Z
67. Lejon V, Mumba Ngoyi D, Ilunga M, et al. Low specificities of HIV diagnostic

- tests caused by *Trypanosoma brucei gambiense* sleeping sickness. *J Clin Microbiol.* 2010;48(8):2836-2839. doi:10.1128/JCM.00456-10
68. Gillet P, Mumba Ngoyi D, Lukuka A, et al. False Positivity of Non-Targeted Infections in Malaria Rapid Diagnostic Tests: The Case of Human African Trypanosomiasis. *PLoS Negl Trop Dis.* 2013;7(4). doi:10.1371/journal.pntd.0002180
69. Becker S, Franco JR, Simarro PP, Stich A, Abel PM, Steverding D. Real-time PCR for detection of *Trypanosoma brucei* in human blood samples. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2004;50:193-199. doi:10.1016/j.diagmicrobio.2004.07.001
70. Deborggraeve S, Claes F, Laurent T, et al. Molecular dipstick test for diagnosis of sleeping sickness. *J Clin Microbiol.* 2006;44(8):2884-2889. doi:10.1128/JCM.02594-05
71. Kuboki N, Inoue N, Sakurai T, et al. Loop-Mediated Isothermal Amplification for Detection of African Trypanosomes Loop-Mediated Isothermal Amplification for Detection of African Trypanosomes. *J Clin Microbiol.* 2003;41(12):5517-5524. doi:10.1128/JCM.41.12.5517
72. Njiru ZK, Traub R, Ouma JO, Enyaru JC, Matovu E. Detection of group 1 *Trypanosoma brucei gambiense* by loop-mediated isothermal amplification. *J Clin Microbiol.* 2011;49(4):1530-1536. doi:10.1128/JCM.01817-10
73. Mugasa CM, Laurent T, Schoone GJ, Kager P a., Lubega GW, Schallig HDFH. Nucleic acid sequence-based amplification with oligochromatography for detection of *Trypanosoma brucei* in clinical samples. *J Clin Microbiol.* 2009;47(3):630-635. doi:10.1128/JCM.01430-08
74. Apted FIC. Clinical manifestations and diagnosis of sleeping sickness. In: MULLIGAN HW, ed. London: GEORGE ALLEN AND UNWIN LTD; 1970:661-683.
75. Komba E, Odiit M, Mbulamberi DB, Chimfwembe EC, Nantulya VM. Multicentre evaluation of an antigen-detection ELISA for the diagnosis of *Trypanosoma brucei rhodesiense* sleeping sickness. *Bull World Health Organ.*

- 1992;70(March 1988):57-61.
76. Burgess DE, Jerrells T. Molecular identity and location of invariant antigens on *Trypanosoma brucei rhodesiense* defined with monoclonal antibodies reactive with sera from trypanosomiasis patients. *Infect Immun.* 1985;50(3):893-899.
77. Radwanska M, Chamekh M, Vanhamme L, et al. The serum resistance-associated gene as a diagnostic tool for the detection of *Trypanosoma brucei rhodesiense*. *Am J Trop Med Hyg.* 2002;67(6):684-690.
78. Njiru ZK, Mikosza ASJ, Armstrong T, Enyaru JC, Ndung'u JM, Thompson ARC. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method for rapid detection of *Trypanosoma brucei rhodesiense*. *PLoS Negl Trop Dis.* 2008;2(2). doi:10.1371/journal.pntd.0000147
79. Mumba Ngoyi D, Menten J, Pyana PP, Büscher P, Lejon V. Stage determination in sleeping sickness: Comparison of two cell counting and two parasite detection techniques. *Trop Med Int Heal.* 2013;18:778-782. doi:10.1111/tmi.12102
80. Graf FE, Ludin P, Wenzler T, et al. Aquaporin 2 Mutations in *Trypanosoma brucei gambiense* Field Isolates Correlate with Decreased Susceptibility to Pentamidine and Melarsoprol. Matovu E, ed. *PLoS Negl Trop Dis.* 2013;7(10):e2475. doi:10.1371/journal.pntd.0002475
81. Munday JC, Eze AA, Baker N, et al. *Trypanosoma brucei* aquaglyceroporin 2 is a high-affinity transporter for pentamidine and melaminophenyl arsenic drugs and the main genetic determinant of resistance to these drugs. *J Antimicrob Chemother.* 2014;69(3):651-663. doi:10.1093/jac/dkt442
82. Trunz BB, Jdrysiak R, Tweats D, et al. 1-Aryl-4-nitro-1H-imidazoles, a new promising series for the treatment of human African trypanosomiasis. *Eur J Med Chem.* 2011;46:1524-1535. doi:10.1016/j.ejmech.2011.01.071
83. Jacobs RT, Plattner JJ, Nare B, et al. Benzoxaboroles: a new class of potential drugs for human African trypanosomiasis. *Future Med Chem.* 2011;3:1259-1278. doi:10.4155/fmc.11.80

84. Steverding D. Evaluation of trypanocidal activity of combinations of anti-sleeping sickness drugs with cysteine protease inhibitors. *Exp Parasitol.* 2015;151-152:28-33. doi:10.1016/j.exppara.2015.01.016
85. Arino T, Karakawa S, Ishiwata Y, Nagata M, Yasuhara M. Effect of cimetidine on pentamidine induced hyperglycemia in rats. *Eur J Pharmacol.* 2012;693:72-79. doi:10.1016/j.ejphar.2012.07.043
86. Poola NR, Kalis M, Plakogiannis FM, Taft DR. Characterization of pentamidine excretion in the isolated perfused rat kidney. *J Antimicrob Chemother.* 2003;52(July):397-404. doi:10.1093/jac/dkg341
87. Eperon G, Schmid C, Loutan L, Chappuis F. Clinical presentation and treatment outcome of sleeping sickness in Sudanese pre-school children. *Acta Trop.* 2007;101:31-39. doi:10.1016/j.actatropica.2006.12.002
88. Priotto G, Kasparian S, Ngouama D, et al. Nifurtimox-eflornithine combination therapy for second-stage *Trypanosoma brucei gambiense* sleeping sickness: a randomized clinical trial in Congo. *Clin Infect Dis.* 2007;45:1435-1442. doi:10.1086/522982
89. Alirol E, Schrupf D, Amici Heradi J, et al. Nifurtimox-eflornithine combination therapy for second-stage gambiense human African trypanosomiasis: Médecins Sans Frontières experience in the Democratic Republic of the Congo. *Clin Infect Dis.* 2013;56:195-203. doi:10.1093/cid/cis886
90. Cerecetto H, González M. Antiparasitic prodrug nifurtimox: revisiting its activation mechanism. *Future Microbiol.* 2011;6:847-850. doi:10.2217/fmb.11.74
91. Mohammed A, Janakiram NB, Madka V, et al. Eflornithine (DFMO) Prevents Progression of Pancreatic Cancer by Modulating Ornithine Decarboxylase Signaling. *Cancer Prev Res.* 2014;7:1198-1209. doi:10.1158/1940-6207.CAPR-14-0176
92. Pelfrene E, Harvey Allchurch M, Ntamabyaliro N, et al. The European Medicines Agency's scientific opinion on oral fexinidazole for human African

- trypanosomiasis. *PLoS Negl Trop Dis.* 2019;13(6):e0007381. doi:10.1371/journal.pntd.0007381
93. European Medicines Agency. Fexinidazole Winthrop H-W-2320. <https://www.ema.europa.eu/en/fexinidazole-winthrop-h-w-2320>. Published 2019. Accessed May 11, 2020.
94. EMA. Article 58 - EU Medicines for All. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/leaflet/infographic-medicines-use-outside-eu-eu-m4all\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/leaflet/infographic-medicines-use-outside-eu-eu-m4all_en.pdf). Accessed August 15, 2020.
95. Europäisches Parlament und Rat. VERORDNUNG (EG) Nr. 726/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 31. März 2004 zur Festlegung von Gemeinschaftsverfahren für die Genehmigung und Überwachung von Human- und Tierarzneimitteln und zur Errichtung einer Europäischen Arzneimittel-Agen. *Off J Eur Union.* 2009;2003(726):1-53.
96. Tarral A, Blesson S, Mordt OV, et al. Determination of an Optimal Dosing Regimen for Fexinidazole, a Novel Oral Drug for the Treatment of Human African Trypanosomiasis: First-in-Human Studies. *Clin Pharmacokinet.* 2014;53(6):565-580. doi:10.1007/s40262-014-0136-3
97. Wyllie S, Patterson S, Stojanovski L, et al. The Anti-Trypanosome Drug Fexinidazole Shows Potential for Treating Visceral Leishmaniasis. *Sci Transl Med.* 2012;4(119):119re1-119re1. doi:10.1126/scitranslmed.3003326
98. Bahia MT, Andrade IM de, Martins TAF, et al. Fexinidazole: A Potential New Drug Candidate for Chagas Disease. Pollastri MP, ed. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012;6(11):e1870. doi:10.1371/journal.pntd.0001870
99. World Health Organization. The selection and use of essential medicines. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2019;(965):166-169. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330668/9789241210300-eng.pdf?ua=1>.
100. WHO. African sleeping sickness, Treatment. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trypanosomiasis-human-african-\(sleeping-sickness\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trypanosomiasis-human-african-(sleeping-sickness)). Published 2020. Accessed May 12, 2020.

## Literaturverzeichnis

101. Zhang YL, Keng YF, Zhao Y, Wu L, Zhang ZY. Suramin is an active site-directed, reversible, and tight-binding inhibitor of protein-tyrosine phosphatases. *J Biol Chem.* 1998;273(20):12281-12287. doi:10.1074/jbc.273.20.12281
102. Maudlin I, Holmes PH, Miles MA. *The Trypanosomiases / Edited by Ian Maudlin, Peter H. Holmes, Michael A. Miles.* Wallingford, UK ; Cambridge, MA, USA : CABI Pub., c2004; 2004.
103. Kuepfer I, Schmid C, Allan M, et al. Safety and Efficacy of the 10-Day Melarsoprol Schedule for the Treatment of Second Stage Rhodesiense Sleeping Sickness. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012;6(8). doi:10.1371/journal.pntd.0001695
104. Blum J, Nkunku S, Burri C. Clinical description of encephalopathic syndromes and risk factors for their occurrence and outcome during melarsoprol treatment of human African trypanosomiasis. *Trop Med Int Heal.* 2001;6(5):390-400. doi:10.1046/j.1365-3156.2001.00710.x
105. Pepin J, Milord F, Guern C, Mpia B, Ethier L, Mansinsa D. *Trial of Prednisolone for Prevention of Melarsoprol-Induced Encephalopathy in Gambiense Sleeping Sickness.* Vol 1; 1989. doi:10.1016/S0140-6736(89)92340-4
106. Mkunz F, Olaho WM, Powell CN. Partial protection against natural trypanosomiasis after vaccination with a flagellar pocket antigen from *Trypanosoma brucei rhodesiense*. *Vaccine.* 1995;13:151-154. doi:10.1016/0264-410X(95)93128-V
107. Ramey K, Eko FO, Thompson WE, Armah H, Igietseme JU, Stiles JK. Immunolocalization and challenge studies using a recombinant *Vibrio cholerae* ghost expressing *Trypanosoma brucei* Ca<sup>2+</sup> ATPase (TBCA2) antigen. *Am J Trop Med Hyg.* 2009;81(3):407-415. doi:10.1016/j.exppara.2010.06.017
108. Silva MS, Prazeres DMF, Lança A, Atouguia J, Monteiro GA. Trans-sialidase from *Trypanosoma brucei* as a potential target for DNA vaccine development against African trypanosomiasis. *Parasitol Res.* 2009;105:1223-1229. doi:10.1007/s00436-009-1542-6

## Literaturverzeichnis

109. Gómez-Rodríguez J, Stijlemans B, De Muylder G, et al. Identification of a parasitic immunomodulatory protein triggering the development of suppressive M1 macrophages during African trypanosomiasis. *J Infect Dis.* 2009;200:1849-1860. doi:10.1086/648374
110. Groneberg-Kloft B, Fischer TC, Quarcoo D, Scutaru C. New quality and quantity indices in science (NewQIS): the study protocol of an international project. *J Occup Med Toxicol.* 2009;4(1):16. doi:10.1186/1745-6673-4-16
111. Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin. <https://www.kgu.de/einrichtungen/einrichtungen-des-fachbereichs/zentrum-der-gesundheitswissenschaften/arbeits-sozial-und-umweltmedizin/forschung/>. Accessed June 23, 2019.
112. Clarivate Analytics. Dr. Eugene Garfield. <https://clarivate.com/dr-garfield/>. Published 2017. Accessed August 15, 2017.
113. Garfield E. Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas. *Science (80- )*. 1955;122(3159):108-111. doi:10.1126/science.122.3159.108
114. Ball R, Tunger D. *Bibliometrische Analysen - Daten, Fakten Und Methoden: Grundwissen Bibliometrie Für Wissenschaftler, Wissenschaftsmanager, Forschungseinrichtungen Und Hochschulen.* Vol 12.; 2005. <http://www.gbv.de/dms/bsz/toc/bsz116732865inh.pdf>.
115. Clarivate Analytics. Web of Science Core Collection. <https://clarivate.com/products/web-of-science/web-science-form/web-science-core-collection/>. Published 2017. Accessed August 15, 2017.
116. Clarivate Analytics. Web of Science, Database. [http://apps.webofknowledge.com.proxy.ub.uni-frankfurt.de/select\\_databases.do?highlighted\\_tab=select\\_databases&product=UA&SID=Y2Qf7vEoIfUtkP2tADX&last\\_prod=WOS&cacheurl=no](http://apps.webofknowledge.com.proxy.ub.uni-frankfurt.de/select_databases.do?highlighted_tab=select_databases&product=UA&SID=Y2Qf7vEoIfUtkP2tADX&last_prod=WOS&cacheurl=no). Published 2017. Accessed August 15, 2017.
117. Reuter, Thomson. high-quality , multidisciplinary scientific need a source you can trust . That ' s what you. <http://thomsonreuters.com/en/products->

## Literaturverzeichnis

- services/scholarly-scientific-research/scholarly-search-and-discovery/web-of-science.html. Published 2014. Accessed March 27, 2015.
118. Clarivate Analytics. Web of Science Get the facts. <http://clarivate.com/?product=web-of-science>. Published 2017. Accessed May 16, 2017.
  119. U.S. National Library of Medicine. Medical Subject Heading (MeSH) Fact Sheet. <https://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/mesh.html>. Published 2015. Accessed August 16, 2017.
  120. Spearman C. The Proof and Measurement of Association between Two Things. *Am J Psychol*. 1904;15(1):72. doi:10.2307/1412159
  121. Spearman C. Demonstration of Formulae for True Measurement of Correlation. *Am J Psychol*. 1907;18(2):161. doi:10.2307/1412408
  122. Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2005;102(46):16569-16572. doi:10.1073/pnas.0507655102
  123. Central Intelligence Agency. World Factbook. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>. Published 2017. Accessed May 25, 2017.
  124. Web of Science. InCites Journal Citation Reports. <https://jcr-incites-thomsonreuters-com.proxy.ub.uni-frankfurt.de/JCRJournalHomeAction.action>. Published 2017. Accessed March 2, 2017.
  125. Garfield E. Citation indexes for science. A new dimension in documentation through association of ideas. *Int J Epidemiol*. 2006;35(September):1123-1127. doi:10.1093/ije/dyl189
  126. Gastner MT, Newman MEJ. From The Cover: Diffusion-based method for producing density-equalizing maps. *Proc Natl Acad Sci*. 2004;101(20):7499-7504. doi:10.1073/pnas.0400280101
  127. Tobler WR. A CONTINUOUS TRANSFORMATION USEFUL FOR DISTRICTING.

## Literaturverzeichnis

- Ann N Y Acad Sci.* 1973;219(1 Democratic Re):215-220. doi:10.1111/j.1749-6632.1973.tb41401.x
128. Laveran A. Effect of human serum on trypanosome of Nagana (Tr. Brucei). *COMPTEs RENDUS Hebd DES SEANCES L Acad DES Sci.* 1902;134:735-739.
129. Novy FG, McNeal WJ. *Journal of Infectious Diseases. J Infec.* 1904;1(1):1-30. <http://www.jstor.org/stable/pdf/30071628.pdf>.
130. TOBIE EJ, VON BRAND T, MEHLMAN B. Cultural and physiological observations on *Trypanosoma rhodesiense* and *Trypanosoma gambiense*. *J Parasitol.* 1950;36(1):48-54. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15402956>.
131. Shameer S, Logan-Klumpler FJ, Vinson F, et al. TrypanoCyc: a community-led biochemical pathways database for *Trypanosoma brucei*. *Nucleic Acids Res.* 2015;43(D1):D637-D644. doi:10.1093/nar/gku944
132. Wirtz E, Leal S, Ochatt C, Cross GAM. A tightly regulated inducible expression system for conditional gene knock-outs and dominant-negative genetics in *Trypanosoma brucei*. *Mol Biochem Parasitol.* 1999;99(1):89-101. doi:10.1016/S0166-6851(99)00002-X
133. Cross GA. Identification, purification and properties of clone-specific glycoprotein antigens constituting the surface coat of *Trypanosoma brucei*. *Parasitology.* 1975;71(3):393-417. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Identification%2C+purification+and+properties+of+clone-specific+Glykoprotein+Antigens+constituting+surface+coat+of+Trypanosoma+brucei>.
134. Ferguson M a, Homans SW, Dwek R a, Rademacher TW. Glycosylphosphatidylinositol moiety that anchors *Trypanosoma brucei* variant surface glycoprotein to the membrane. *Science.* 1988;239(4841 Pt 1):753-759. doi:10.1126/science.3340856
135. Woods A, Sherwin T, Sasse R, MacRae TH, Baines AJ, Gull K. Definition of individual components within the cytoskeleton of *Trypanosoma brucei* by a

- library of monoclonal antibodies. *J Cell Sci.* 1989;93(Pt 3):491-500.
136. Ngô H, Tschudi C, Gull K, Ullu E. Double-stranded RNA induces mRNA degradation in *Trypanosoma brucei*. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1998;95(25):14687-14692. doi:10.1073/pnas.95.25.14687
137. Murray M, Murray PK, McIntyre WI. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1977;71(4):325-326. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/563634>.
138. Baltz T, Baltz D, Giroud C, Crockett J. Cultivation in a semi-defined medium of animal infective forms of *Trypanosoma brucei*, *T. equiperdum*, *T. evansi*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. *EMBO J.* 1985;4(5):1273-1277. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=554336&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
139. Ráz B, Iten M, Grether-Bühler Y, Kaminsky R, Brun R. The Alamar Blue® assay to determine drug sensitivity of African trypanosomes (*T.b. rhodesiense* and *T.b. gambiense*) in vitro. *Acta Trop.* 1997;68(2):139-147. doi:10.1016/S0001-706X(97)00079-X
140. Ferguson MAJ, Low MG, Cross GA. Glycosyl-sn-1,2-dimyristylphosphatidylinositol Is Covalently Linked to *Trypanosoma brucei* Variant Surface Glycoprotein. *J Biol Chem.* 1985;260(27):14547-14555.
141. Coura JR, Dias JCP. Epidemiology, control and surveillance of Chagas disease: 100 years after its discovery. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2009;104 Suppl:31-40. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19753455>.
142. Egger M, Zellweger-Zähner T, Schneider M, Junker C, Lengeler C, Antes G. Language bias in randomised controlled trials published in English and German. *Lancet (London, England).* 1997;350(9074):326-329. doi:10.1016/S0140-6736(97)02419-7
143. Van Leeuwen TN, Moed HF, Tijssen RJW, Visser MS, Van Raan AFJ. No Title. *Scientometrics.* 2001;51(1):335-346. doi:10.1023/A:1010549719484
144. Testa J. Web of Science Core Collection Journal Selection Process. 18.06.2016. <http://wokinfo.com/essays/journal-selection-process/>. Published 2016.

Accessed May 8, 2017.

145. Bradford SC. "Sources of information on specific subjects" - reprinted and introduced by B.C. Brookes. *J Inf Sci.* 1985;10(4):173-180.
146. Garfield E. The Significant scientific literature appears in a small core of journals. *Sci.* 1996;10(17):13-16. <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/18038/title/The-Significant-Scientific-Literature-Appears-In-A-Small-Core-Of-Journals/>.
147. Bruce D. The Croonian Lectures ON TRYPANOSOMES. *Lancet.* 1915;186(4793):55-63. doi:10.1016/S0140-6736(00)80784-9
148. Vrije Universiteit Brussel. History Vrije Universiteit Brussel. <http://www.vub.ac.be/en/about>. Published 2017. Accessed August 24, 2017.
149. Aronsky D. Accuracy of References in Five Biomedical Informatics Journals. *J Am Med Informatics Assoc.* 2004;12(2):225-228. doi:10.1197/jamia.M1683
150. Evans JT, Nadjari HI, Burchell SA. Quotational and reference accuracy in surgical journals. A continuing peer review problem. *JAMA.* 1990;263(10):1353-1354. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2304213>.
151. Merton RK. The Matthew Effect in Science Author(s): Robert K. Merton Source: *Science (80- )*. 1968;159(3810):56-63. <http://www.jstor.org/stable/1723414>.
152. van Raan AFJ. Sleeping Beauties in science. *Scientometrics.* 2004;59(3):467-472. doi:10.1023/B:SCIE.0000018543.82441.f1
153. Dutton JE. Note On A Trypanosoma Occurring In The Blood Of Man. *Br Med J.* 1902;2:881-884. <https://www.jstor.org/stable/20273607>.
154. Castellani A. On the discovery of a species of trypanosoma in the cerebrospinal fluid of cases of sleeping sickness. *Comm R Soc.* 1903;71(467-476). <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspl.1902.0134>.
155. Forde R. The discovery of the human Trypanosoma. *Br Med J.* 1902;ii(2187):1741. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2402339/pdf/brmedj084>

84-0049b.pdf/?tool=EBI.

156. Langlands BW. *The Sleeping Sickness Epidemic of Uganda, 1900-1920 : A Study in Historical Geography*. Kampala, Makerere University College (Occasional Paper No.1); 1967.
157. Fèvre EM, Coleman PG, Welburn SC, Maudlin I. Reanalyzing the 1900 – 1920 Sleeping Sickness Epidemic in Uganda. 2004;10(4):567-573. doi:10.3201/eid1004.020626020626
158. Louis FJ, Simarro PP. LES DIFFICILES DÉBUTS DE LA LUTTE CONTRE LA MALADIE DU SOMMEIL EN AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE. *Médecine Trop.* 2005:251-257. <https://www.jle.com/en/MedSanteTrop/2005/65.3/251-257> Les difficiles débuts de la lutte contre la maladie du sommeil en Afrique équatoriale française (Louis).pdf.
159. WHO World Health Organization. WHO Report on Global Surveillance of Epidemic-prone Infectious Diseases. [https://www.who.int/csr/resources/publications/surveillance/a\\_tryps.pdf?ua=1](https://www.who.int/csr/resources/publications/surveillance/a_tryps.pdf?ua=1). Accessed May 7, 2020.
160. WHO World Health Organization. Factsheets. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs259/en/>. Published 2017. Accessed May 22, 2017.
161. WHO. WHO Model List of Essential Medicines. *World Heal Organ.* 2009;(October):14. [http://www.who.int/medicines/organization/par/edl/expcom13/eml13\\_en.pdf](http://www.who.int/medicines/organization/par/edl/expcom13/eml13_en.pdf).
162. Drugs for Neglected Diseases Initiative. About sleeping sickness. <https://www.dndi.org/diseases-projects/hat/>. Accessed May 12, 2020.
163. Drugs for Neglected Diseases Initiative. NECT. <https://www.dndi.org/achievements/nect/>. Accessed May 12, 2020.
164. Drugs for Neglected Diseases Initiative. Partnerships/Partners. <https://www.dndi.org/partnership/partners/>. Accessed May 12, 2020.

165. Drugs for Neglected Diseases Initiative. An update on DNDi R&D programmes. [https://www.dndi.org/wp-content/uploads/2018/09/DNDi\\_HAT\\_2018.pdf](https://www.dndi.org/wp-content/uploads/2018/09/DNDi_HAT_2018.pdf). Accessed May 12, 2020.
166. Sanofi. Fexinidazole, the first all-oral treatment for sleeping sickness, approved in Democratic Republic of Congo. <https://www.sanofi.com/en/media-room/press-releases/2019/2019-01-30-15-00-00>. Accessed May 12, 2020.
167. Jacobs RT, Nare B, Wring SA, et al. SCYX-7158, an Orally-Active Benzoxaborole for the Treatment of Stage 2 Human African Trypanosomiasis. Keiser J, ed. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011;5(6):e1151. doi:10.1371/journal.pntd.0001151
168. Wuchty S, Jones BF, Uzzi B. The Increasing Dominance of Teams in Production of Knowledge. *Science* (80- ). 2007;316(5827):1036-1039. doi:10.1126/science.1136099
169. Wren JD, Kozak KZ, Johnson KR, Deakyne SJ, Schilling LM, Dellavalle RP. The write position. A survey of perceived contributions to papers based on byline position and number of authors. *EMBO Rep*. 2007;8(11):988-991. doi:10.1038/sj.embor.7401095
170. Liverpool School of Tropical Medicine. Trypa-No! Partnership. <http://www.lstmed.ac.uk/news-events/news/trypa-no-partnership-will-accelerate-elimination-of-sleeping-sickness-in-africa>. Published 2016. Accessed May 25, 2017.
171. WHO Technical Report series No. 975. *Research Priorities for Chagas Disease, Human African Trypanosomiasis and Leishmaniasis*; 2012. [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_881.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_881.pdf).
172. Hassan MD, Castanha RCG, Wolfram D. Scientometric analysis of global trypanosomiasis research: 1988–2017. *J Infect Public Health*. 2020;13(4):514-520. doi:10.1016/j.jiph.2019.10.006
173. Bundschuh M, Groneberg DA, Klingelhofer D, Gerber A. Yellow fever disease: Density equalizing mapping and gender analysis of international research output. *Parasites and Vectors*. 2013;6(1). doi:10.1186/1756-3305-6-331

## Literaturverzeichnis

174. Brüggmann D, Handl V, Klingelhöfer D, Jaque J, Groneberg DA. Congenital toxoplasmosis: An in-depth density-equalizing mapping analysis to explore its global research architecture. *Parasites and Vectors*. 2015;8(1):1-13. doi:10.1186/s13071-015-1263-x
175. Moncada PA, Montoya JG. Toxoplasmosis in the fetus and newborn: an update on prevalence, diagnosis and treatment. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2012;10(7):815-828. doi:10.1586/eri.12.58
176. WHO. Yellow fever. <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/yellow-fever>. Accessed May 15, 2020.
177. Robert Koch Insitut. Gelbfieber. [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Gelbfieber.html;jsessionid=63D64A5FE84B1C4FB08DE225ED242679.interne.t111#doc2397758bodyText3](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Gelbfieber.html;jsessionid=63D64A5FE84B1C4FB08DE225ED242679.interne.t111#doc2397758bodyText3). Accessed May 14, 2020.
178. Center of Infectious Disease Research Seattle. Center of Infectious Disease Research. <https://www.cidresearch.org/science/diseases>. Published 2017. Accessed May 24, 2017.
179. Institute of Tropical Medicine Antwerp. History ITM. <http://www.itg.be/e/history>. Published 2017. Accessed May 25, 2017.
180. WHO World Health Organisation. Current situation of HAT. [http://www.who.int/trypanosomiasis\\_african/country/country\\_situation/en/](http://www.who.int/trypanosomiasis_african/country/country_situation/en/). Published 2017. Accessed August 24, 2017.
181. Wellcome Trust. History of Wellcome Trust. <https://wellcome.ac.uk/about-us/history-wellcome>. Published 2017. Accessed May 26, 2017.
182. Central Intelligence Agency. World Factbook DR Congo. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/cg.html>. Published 2017. Accessed August 25, 2017.
183. Université Libre de Bruxelles. Etienne Pays. <https://www.ulb.ac.be/rech/inventaire/chercheurs/7/CH1207.html>. Published 2017. Accessed May 29, 2017.

## Literaturverzeichnis

184. Netherlands Cancer Institute. Piet Borst. <https://www.nki.nl/people/borst-piet/>. Published 2017. Accessed May 29, 2017.
185. Larivière V, Ni C, Gingras Y, Cronin B, Sugimoto CR. Bibliometrics: Global gender disparities in science. *Nature*. 2013;504(7479):211-213. doi:10.1038/504211a
186. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Frauen in die EU-Forschung. <http://www.eubuero.de/fif.htm>. Published 2017. Accessed May 23, 2017.
187. European Commission. China's R&D strategy. [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/foresight/topic/expanding-influence-east-south/industry-science-innovation\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/foresight/topic/expanding-influence-east-south/industry-science-innovation_en). Accessed May 18, 2020.
188. European Commission. *China: Challenges and Prospects from an Industrial and Innovation Powerhouse*. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2019. doi:10.2760/445820
189. Quarcoo D, Brüggmann D, Klingelhöfer D, Groneberg DA. Ebola and Its Global Research Architecture—Need for an Improvement. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015;9(9):1-10. doi:10.1371/journal.pntd.0004083
190. Freie Universität Berlin. Dissertationen online der Freien Universität Berlin. <http://www.diss.fu-berlin.de/diss/content/below/index.xml>. Published 2013. Accessed August 20, 2017.
191. Goethe Universität Frankfurt. Dissertationen, Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin. <http://www.med.uni-frankfurt.de/institut/arbeitsmedizin/Dissertationen/index.html>. Published 2015. Accessed August 20, 2017.
192. Addicks A-M. Glioblastoma multiforme – eine szientometrische Analyse. 2011.
193. Addicks JP. Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus ( MRSA ) – eine szientometrische Analyse. 2011.
194. Albrecht MHH. Dental Implants – A Scientometric Analysis. 2012.

## Literaturverzeichnis

195. Berkholz AP. Infektiöse Endokarditis : Eine szientometrische Analyse. 2011.
196. Bircks A. Syphilis – eine szientometrische Analyse. 2010. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000014114](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000014114).
197. Bock JAM. Streptococcus: Eine szientometrische Analyse. 2009. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000009528](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000009528).
198. Busch D. Varizella-Zoster-Virus: Windpocken und Herpes Zoster - Eine szientometrische Analyse. 2011.
199. Domnitz F. Blasenkrebs – eine szientometrische Analyse. 2011.
200. Donat J. Epilepsie : Szientometrische Analysen. 2010.
201. Drews UCI. Poliomyelitis – eine szientometrische Analyse. 2013.
202. Falahkohan S. Zystische Fibrose - szientometrische Analyse einer genetischen Erkrankung. 2011.
203. Franke K. Adipositas: bibliometrische Analyse einer globalen Epidemie. 2011.
204. Friedebold A. Karpaltunnelsyndrom – eine szientometrische Analyse einer Erkrankung des muskuloskeletalen Systems. 2009. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000007045](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000007045).
205. Froehlich A. Das Burnout-Syndrom : Eine szientometrische Analyse. 2009.
206. Garnew R. Das Barotrauma - Eine bibliometrische Studie. 2011.
207. Geier MV. Giftschlangenbisse – eine Untersuchung der Literatur von 1900 bis 2007. 2010.
208. Götting M. Pulmonale Hypertonie – eine szientometrische Analyse. 2012.
209. Grajewski SD med. dent. Eine szientometrische Analyse anhand zweier epithelialer Präkursorläsionen. 2010.
210. Hoffmann-Roe T. " Quantitative und qualitative Analyse der biomedizinischen Forschung im Bereich der neurologischen und psychiatrischen Rehabilitation ". 2012. [http://www.diss.fu-](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000000000)

## Literaturverzeichnis

- berlin.de/diss/receive/FUDISS\_thesis\_000000038919.
211. Hoffmann S. Multiple Sklerose – eine szientometrische Analyse zur Erlangung des akademischen Grades. 2010.
  212. Jakobus J. Passivrauch – eine szientometrische Analyse. 2012.
  213. Kirchdörfer MC. Sarkoidose-Eine szientrometrische Analyse. 2012.
  214. Kreiter CB. Die Bedeutung von SARS für das Gesundheitswesen. eine szientometrische Analyse. 2010. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000019425](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000019425).
  215. Kröger S. Asbest und seine gesundheitlichen Effekte : Eine szientometrische Untersuchung. 2010.
  216. Mayer S. Arthrose: Eine Analyse nach qualitativen und quantitativen szientometrischen Blickpunkten. 2009.
  217. Müller M. Dengue-Virus-Infektionen : eine szientometrische Analyse. 2011. <http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/frontdoor/index/index/docId/26319>.
  218. Mund M. Smoking and pregnancy – a scientometric analysis. 2013.
  219. Neye N. Humanes Immundefizienz-Virus (HIV): Eine szientometrische Analyse. 2009.
  220. Pleger N. Bakterielle Meningitis : Eine szientometrische Analyse. 2011.
  221. Puk C. Bibliometrische Analyse des Forschungsfortschritts im Bereich Asthma bronchiale. 2009. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000010732](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000010732).
  222. Rahimian S. Telemedizin : Szientometrische Analysen und Evaluation der Bedeutung für das Gesundheitswesen. 2009.
  223. Rospino R. Masern - eine Analyse nach szientometrischen Gesichtspunkten. 2009.
  224. Schilling U. Ertrinkungsunfälle – eine szientometrische Analyse und Datenerhebung zu einem globalen Problem. 2010.

## Literaturverzeichnis

225. Schmidt S. Hepatitis B – eine szientometrische Analyse. 2013.
226. Schöffel N. Erythropoietin: Qualitative und quantitative Analyse nach szientometrischen Gesichtspunkten. 2011.
227. Scholz PC. Borrelia burgdorferi : eine szientometrische Analyse. 2011.
228. Schwartzmann P. Osteomyelitis-eine szientrometrische Analyse. 2013.
229. Schwarze B. Die Magnetresonanz Tomographie ( MRT ): Eine szientometrische Analyse der Entwicklung. 2010.
230. Szerwinski A. Szientometrische Analyse der Bedeutung des Herpes simplex Virus. 2010.
231. Tropp S. Morbus Alzheimer – eine szientometrische Analyse der wissenschaftlichen Publikationen von 1985 bis 2006. 2011.
232. Uibel S. Clostridium botulinum und seine Toxine – szientometrische Analyse zur Relevanz als Bakterium, Therapeutikum und Biowaffe. 2010.
233. Wahrlich NN. Diabetische Retinopathie - eine szientometrische Analyse. 2012.
234. Walger CS. Die exogen-allergische Alveolitis : Eine szientometrische Analyse. 2013.
235. Weiland M. Wiederbelebung-eine szientrometrische Analyse. 2011.
236. Weiland W. Propofol – eine szientometrische Analyse Dissertation. 2012.
237. Wende I. Allergische Rhinitis: Analyse der Forschungstätigkeit (Bibliometrische Untersuchung). 2011.
238. Zell H. Luftverschmutzung, Feinstaub und Schwefeldioxid: Szientometrische Analyse. 2011. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_000000015425](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000015425).

## 9 Danksagung

Ich danke vielmals dem gesamten Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin für das überaus angenehme und produktive Arbeitsumfeld. Mein besonderer Dank gilt:

Herrn PD Dr. David Quarcoo für die Ermöglichung dieser Dissertation

Herrn Prof. Dr. Dr. Groneberg als Leiter für die Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Frau Dipl.-Ing. Doris Klingelhofer für die großartige Betreuung, Unterstützung und Motivation

Cristian Scutaru für die Nutzung seines Computerprogrammes

Allen Doktorandinnen und Doktoranden, die mich inspiriert und motiviert haben.

Ein großer Dank gilt zudem meinem Mann Dominik und meiner Familie für die Unterstützung.

## 10 Curriculum Vitae

Antonia Heiler, geb. Werner

Geboren 6. August 1989 in Heidelberg

Familienstand verheiratet

Staatsangehörigkeit deutsch



---

### AUSBILDUNG

---

**Seit Juni 2020**      **Assistenzärztin Anästhesie Sana Klinikum  
Offenbach**

**Ab September 2017**      **Assistenzärztin Anästhesie Krankenhaus Nordwest  
in Frankfurt am Main**

**Januar 2020**      **80-stündiger Notfallmedizinkurs zur Erlangung  
der Zusatzbezeichnung Notarzt**

**Oktober 2019**      **DEGUM Grundkurs: Ultraschallgestützte periphere  
Nervenblockaden und Gefäßzugänge**

**Seit Januar 2015**      **Dissertation: „Trypanosoma brucei spp. und die  
Schlafkrankheit: Eine szientometrische Analyse“**

Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und  
Umweltmedizin, PD Dr. David Quarcoo, Goethe  
Universität Frankfurt am Main

**November 2016**      **3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung M-3 (Note: Sehr gut)**

Gesamtnote 1,83

Goethe Universität Frankfurt am Main

**November 2015 – Praktisches Jahr:**

**Oktober 2016**      ♦ Anästhesie, Sankt Katharinen Krankenhaus, Frankfurt

## Curriculum Vitae

- ◆ Innere Medizin, Sankt Katharinen Krankenhaus, Frankfurt
- ◆ Chirurgie, Tongji Universität, Shanghai, China

**Oktober 2015**      **2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung M-2 (Note: Gut)**

**2012 – 2015**      **Famulaturen**

- ◆ Pädiatrie, Kinderarztpraxis Gascon-Baldus, Frankfurt
- ◆ Plastische Chirurgie, Markuskrankenhaus, Frankfurt
- ◆ HNO, Marienkrankenhaus, Frankfurt
- ◆ Anästhesie, BGU, Frankfurt
- ◆ Psychiatrie, Universitätsklinik Frankfurt

**März 2012**      **1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung M-1 (Note: Gut)**

**2009 – 2016**      **Studium der Humanmedizin an der Goethe Universität  
Frankfurt am Main**

**2000 – 2009**      **Gymnasium, Dietrich Bonhoeffer Schule Weinheim**

(Abiturnote: 1,5)

---

## AUSSERUNIVERSITÄRE FÄHIGKEITEN UND INTERESSEN

---

**Fremdsprachen**      Englisch: sehr gut in Wort und Schrift

                                 Französisch: Grundkenntnisse in Wort und Schrift

**Interessen**      Klavier spielen, Tauchen, Ski fahren, Fitness Training,  
Literatur, Wandern

## Schriftliche Erklärung

### 11 Schriftliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

*Trypanosoma brucei* und die Afrikanische Schlafkrankheit – Eine szientometrische Analyse

in dem Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Umweltmedizin unter Betreuung und Anleitung von PD Dr. David Quarcoo mit Unterstützung durch Prof. Dr. Dr. David Groneberg und Dipl.-Ing. Doris Klingelhoefler ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe. Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Frankfurt, den 18.08.20

(Ort, Datum)



(Unterschrift)