

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

DISSERTATION

Luftverschmutzung, Feinstaub und Schwefeldioxid: Szientometrische Analyse

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Hanna Zell
aus Berlin

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. D. Groneberg
 2. Prof. Dr. med. A. Luttmann
 3. Priv.-Doz. Dr. med. B. Mazurek

Datum der Promotion: 04.02.2011

Meinen Eltern

Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht.....	[IV]
Inhaltsverzeichnis.....	[V]
Abbildungsverzeichnis.....	[XI]
Tabellenverzeichnis.....	[XV]
Abkürzungsverzeichnis.....	[XVI]
1. Einleitung.....	1
2. Methodik.....	12
3. Ergebnisse.....	28
4. Diskussion.....	81
5. Zusammenfassung.....	96
6. English Summary.....	99
7. Literaturverzeichnis.....	101
8. Lebenslauf.....	106
9. Danksagung.....	107
Selbstständigkeitserklärung.....	108

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Luftverschmutzung	1
1.1.1 Begriffsklärung Luftverschmutzung	1
1.1.2 Geschichtlicher Überblick	1
1.1.3 Quellen luftverunreinigender Stoffe	3
1.2 Feinstaub/PM10	4
1.2.1 Begriffsklärung	4
1.2.2 Gesundheitliche Bedeutung	6
1.3 Schwefeldioxid	7
1.3.1 Chemische Eigenschaften	7
1.3.2 Bedeutung in der Umweltverschmutzung	7
1.3.3 Gesundheitliche Bedeutung	7
1.4 Bedeutung verunreinigter Außenluft für Bevölkerung und Gesundheit	8
1.5 Bedeutung für die Arbeitsmedizin	9
1.6 Prävention	10
1.7 Zielsetzung der Arbeit	10
2. Methodik	12
2.1 „Web of Science“	12
2.1.1 „Institute of Scientific Information“	12
2.1.2 „Thomson Reuters“	12
2.1.3 „ISI Web of Knowledge“	13
2.1.3.1 h-Index (Hirsch-Index)	14
2.1.3.2 Impact Factor	14
2.1.3.3 Unmittelbarkeitsindex („Immediacy Index“)	15
2.1.3.4 „Cited Half-Life“	15
2.2 „PubMed“	16

2.2.1	„National Library of Medicine“	16
2.2.1.1	„PubMed“ und „MEDLINE“	16
2.2.1.2	„MeSH-Database“	17
2.3	„Density Equalizing Mapping“ oder Diffusionskartogramm	17
2.4	Analyse der Autorenkooperationen	18
2.5	Analysestrategie.....	19
2.5.1	Luftverschmutzung.....	19
2.5.1.1	PubMed.....	20
2.5.1.2	Web of Science	20
2.5.2	Feinstaub/PM10	20
2.5.2.1	PubMed.....	21
2.5.2.2	Web of Science	21
2.5.3	Schwefeldioxid.....	21
2.5.3.1	PubMed.....	22
2.5.3.2	Web of Science	22
2.5.4	Spezielle Analysestrategien.....	22
2.5.4.1	Ergebnisvergleich von „Web of Science“ und „PubMed“	22
2.5.4.2	Analyse mit Hilfe von „Web of Science“-Tools.....	23
2.5.4.3	Zitationsanalyse	25
2.5.4.4	Autorenanalyse	25
2.5.4.5	Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen	26
3.	Ergebnisse	28
3.1	Luftverschmutzung.....	28
3.1.1	Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und in „PubMed“	28
3.1.2	Analyse nach Erscheinungsjahren.....	29
3.1.2.1	Publikationen in den entsprechenden Erscheinungsjahren	29
3.1.2.2	Zitierungen von Veröffentlichungen analysiert nach Erscheinungsjahr.....	30

3.1.3	Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationssprachen.....	32
3.1.4	Analyse der Veröffentlichungen nach Erscheinungsländern	33
3.1.4.1	Zuordnung der Veröffentlichungen zu Erscheinungsländern	33
3.1.4.2	Internationaler Vergleich der Publikationsaktivität (Density-Equalizing Mapping).....	34
3.1.4.3	Zitierungen der Publikationen nach Erscheinungsländern	35
3.1.4.4	Zitationsrate der einzelnen Länder.....	35
3.1.5	Analyse der Publikationen hinsichtlich der Autoren.....	37
3.1.5.1	Analyse nach veröffentlichenden Autoren.....	37
3.1.5.2	Durchschnittliche Zitierungen der zehn produktivsten Autoren.....	37
3.1.5.3	Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit Einträgen als Erstautor	38
3.1.6	Darstellung nach Veröffentlichungsform („document type“).....	40
3.1.7	Analyse der veröffentlichenden Zeitschriften	40
3.1.7.1	Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften	40
3.1.7.2	Impact Factors.....	41
3.1.7.3	Unmittelbarkeitsindizes	42
3.1.7.4	Cited Half-Life.....	42
3.1.8	Analyse nach Forschungsgebieten	43
3.1.9	Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen.....	44
3.2	Feinstaub/PM10.....	45
3.2.1	Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und bei „PubMed“	45
3.2.2	Analyse nach Erscheinungsjahren.....	46
3.2.2.1	Publikationen in den entsprechenden Erscheinungsjahren	46
3.2.2.2	Zitierungen von Veröffentlichungen analysiert nach Erscheinungsjahr.....	48
3.2.3	Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationssprachen.....	49
3.2.4	Analyse der Veröffentlichungen nach Erscheinungsländern	50
3.2.4.1	Zuordnung der Publikationen zu ihren Erscheinungsländern.....	50

3.2.4.2	Internationaler Vergleich der Publikationsaktivität (Density-Equalizing Mapping).....	51
3.2.4.3	Zitierungen der Publikationen nach Erscheinungsländern	52
3.2.4.4	Zitationsraten der einzelnen Länder.....	52
3.2.5	Analyse hinsichtlich der Autoren	54
3.2.5.1	Analyse nach veröffentlichenden Autoren.....	54
3.2.5.2	Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung (zehn produktivste Autoren).....	54
3.2.5.3	Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit Einträgen als Erstautor	56
3.2.5.4	Autorenkooperation	58
3.2.6	Darstellung nach Veröffentlichungsform („document type“).....	59
3.2.7	Analyse der publizierenden Zeitschriften	60
3.2.7.1	Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften.....	60
3.2.7.2	Impact Factors.....	61
3.2.7.3	Unmittelbarkeitsindizes	61
3.2.7.4	Cited Half-Life.....	62
3.2.8	Analyse nach Forschungsgebieten	63
3.2.9	Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen.....	63
3.3	Schwefeldioxid	64
3.3.1	Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und bei „PubMed“	64
3.3.2	Analyse nach Erscheinungsjahren.....	65
3.3.2.1	Zuordnung zu den entsprechenden Erscheinungsjahren.....	65
3.3.2.2	Zitierungen der nach Erscheinungsjahr sortierten Veröffentlichungen	67
3.3.3	Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationssprachen.....	68
3.3.4	Analyse nach Erscheinungsländern.....	69
3.3.4.1	Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern.....	69
3.3.4.2	Internationaler Vergleich der Publikationsaktivität (Density-Equalizing Mapping).....	70

3.3.4.3	Zitierungen der Veröffentlichungen sortiert nach Erscheinungsländern	71
3.3.4.4	Zitationsrate der einzelnen Länder.....	71
3.3.5	Analyse hinsichtlich der Autoren.....	73
3.3.5.1	Analyse nach veröffentlichenden Autoren.....	73
3.3.5.2	Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung.....	73
3.3.5.3	Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit Einträgen als Erstautor	74
3.3.6	Darstellung nach Veröffentlichungsform („document type“).....	76
3.3.7	Analyse der publizierenden Zeitschriften	76
3.3.7.1	Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften	76
3.3.7.2	Impact Factors.....	77
3.3.7.3	Unmittelbarkeitsindizes	77
3.3.7.4	Cited Half-Life.....	78
3.3.8	Analyse nach Forschungsgebieten	78
3.3.9	Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen.....	80
4.	Diskussion.....	81
4.1	Diskussion der Methodik.....	81
4.1.1	Datenquellen.....	81
4.1.1.1	Zwei verschiedene Datensammlungen	81
4.1.2	Bibliometrische Aspekte	82
4.1.3	Analyseaspekte.....	84
4.1.3.1	Einschränkungen durch den Analysebegriff.....	84
4.1.3.2	Bedeutung des Analysebegriffs	85
4.1.3.3	Bedeutung des Flächenfaktors der Kartenanamorphose	85
4.2	Inhaltliche Diskussion	86
4.2.1	Zeitliche Entwicklung der Publikationsaktivität	86
4.2.2	Darstellung nach Zitationsjahren	88
4.2.3	Darstellung der Publikationssprachen	89

4.2.4	Darstellung nach Erscheinungsländern und Zitierungseigenschaften.....	90
4.2.5	Darstellung nach publizierenden Autoren und Zitiereigenschaften	92
4.2.6	Darstellung nach Forschungsgebieten.....	93
4.2.7	Analyse nach publizierenden Zeitschriften	94
4.2.8	Analyse nach untersuchten Organsystemen.....	94
5.	Zusammenfassung.....	96
6.	English Summary	99
7.	Literaturverzeichnis.....	101
8.	Lebenslauf.....	106
9.	Danksagung.....	107

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiele für Mechanismen der Luftverschmutzung	4
Abbildung 2: Größen von Feinstaubpartikeln im Vergleich zu Partikeln anderer Schadstoffquellen (modifiziert nach Krug, HF 2003).....	5
Abbildung 3: Ursachen für Feinstaubemissionen in Europa (modifiziert nach EEA Report 2007)	6
Abbildung 4: Mögliche schädliche Auswirkungen bei Exposition gegenüber verunreinigter Luft	9
Abbildung 5: h-Index	14
Abbildung 6: Anzahl der Veröffentlichungen nach verschiedenen Suchbegriffen in den Online-Datenbanken „Web of Science“ und „PubMed“	28
Abbildung 7: Anzahl der Veröffentlichungen im „Web of Science“ dargestellt nach Erscheinungsjahren	29
Abbildung 8: Veröffentlichungen nach Erscheinungsjahren; Online-Datenbanken „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich.....	30
Abbildung 9: Zitierungen pro Jahr; Zitierungen (1955-2006) in Fünf-Jahres-Intervallen.....	31
Abbildung 10: Zitierungen pro Jahr 1991-2006.....	31
Abbildung 11: Anteilige Darstellung der Veröffentlichungen analysiert nach Sprachen.....	32
Abbildung 12: Veröffentlichungen analysiert nach Sprachen in absoluten Zahlen.....	33
Abbildung 13: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern (gezeigt sind die ersten 20 Länder).....	34
Abbildung 14: Veröffentlichungen zu Luftverschmutzung (density-equalized)	34
Abbildung 15: Zitierungen der Veröffentlichungen der einzelnen Länder in absoluten Zahlen ..	35
Abbildung 16: Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung der einzelnen Länder	36
Abbildung 17: Zitationsraten der Veröffentlichungen der einzelnen Länder (density-equalized; Mindestanzahl 30 Veröffentlichungen).....	36
Abbildung 18: Die zehn meist veröffentlichenden Autoren mit absoluten Zahlen ihrer gelisteten Einträge und entsprechendem h-Index	37
Abbildung 19: Absolute Zitierungen und durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren	38
Abbildung 20: Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit den Nennungen als Erstautor in absoluten Zahlen	39
Abbildung 21: Erstautorenschaft anteilig an Gesamtpublikationen in Prozent	39
Abbildung 22: Veröffentlichungen sortiert nach Veröffentlichungsform in absoluten Zahlen	40
Abbildung 23: Zehn produktivste Zeitschriften mit zugehörigen Veröffentlichungszahlen betrachtet über die Zeit.....	41

Abbildung 24: Werte für Impact Factor, Unmittelbarkeitsindex und Cited Half-Life für die zehn produktivsten Zeitschriften; „Archives of Environmental Health“ ist auf Grund fehlender Daten nicht aufgeführt	43
Abbildung 25: Zuordnung der Veröffentlichungen zu Forschungsbereichen; Publikationen in absoluten Zahlen	44
Abbildung 26: Veröffentlichungen sortiert nach untersuchten Organsystemen oder Körperteilen; Veröffentlichungen in absoluten Zahlen	45
Abbildung 27: Ergebniszahlen der verschiedenen Analysestrategien; „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich.....	46
Abbildung 28: Anzahl der Veröffentlichungen im „Web of Science“ dargestellt nach Erscheinungsjahren	47
Abbildung 29: Veröffentlichungen sortiert nach Erscheinungsjahren, „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich; Zeitraum in Fünf-Jahres-Intervallen	48
Abbildung 30: Zitierungen der Veröffentlichungen pro Jahr.....	49
Abbildung 31: Veröffentlichungen analysiert nach Sprachen (absolute Zahlen)	50
Abbildung 32: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern; Publikationen in absoluten Zahlen	51
Abbildung 33: Veröffentlichungen zu Feinstaub weltweit (density-equalized)	51
Abbildung 34: Zitierungen von Publikationen der einzelnen Länder (absolute Zahlen).....	52
Abbildung 35: Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; sortiert nach Ländern	53
Abbildung 36: Zitationsraten der Veröffentlichungen der einzelnen Länder (density-equalized; Mindestanzahl 30 Veröffentlichungen).....	53
Abbildung 37: Zuordnung der Veröffentlichungen zu publizierenden Autoren mit den jeweiligen h-Indizes; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren mit dem Ort ihrer Publikationsaktivität in Klammern.....	54
Abbildung 38: Absolute Zitierungszahlen und durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren	55
Abbildung 39: Vergleich der Gesamtpublikationszahlen mit den Listungen als Erstautor; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren	57
Abbildung 40: Anteil der Listungen als Erstautor an den gesamten Veröffentlichungen	58
Abbildung 41: Autorenkooperation für Feinstaub/PM10 (Cass, Donaldson und Harrison werden wegen fehlender Kooperationen nicht aufgeführt).....	59
Abbildung 42: Veröffentlichungen analysiert nach der Form ihres Erscheinens	60
Abbildung 43: Zuordnung der Publikationen zu den publizierenden Zeitschriften.....	61

Abbildung 44: Werte für Impact Factor, Unmittelbarkeitsindex und Cited Half-Life der zehn meist publizierenden Zeitschriften	62
Abbildung 45: Zuordnung der Veröffentlichungen zu publizierenden Forschungsgebieten; dargestellt sind die zehn produktivsten	63
Abbildung 46: Zuordnung der Publikationen zu untersuchten Organsystemen oder Körperteilen	64
Abbildung 47: Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und bei „PubMed“ nach verschiedenen Analysestrategien	65
Abbildung 48: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsjahren	66
Abbildung 49: Veröffentlichungen nach Erscheinungsjahren; Datenbanken „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich.....	67
Abbildung 50: Zitierungen der nach Erscheinungsjahr sortierten Veröffentlichungen	68
Abbildung 51: Anteilige Darstellung der Publikationssprachen	69
Abbildung 52: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern; dargestellt sind die zehn produktivsten Länder (absolute Zahlen)	70
Abbildung 53: Veröffentlichungen zu Schwefeldioxid weltweit (density-equalized).....	70
Abbildung 54: Zitierungen der Veröffentlichungen der einzelnen Länder in absoluten Zahlen; dargestellt sind die zehn meist zitierten Länder	71
Abbildung 55: Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; sortiert nach Erscheinungsländern	72
Abbildung 56: Zitationsraten der Veröffentlichungen der einzelnen Länder (density-equalized; Mindestanzahl 30 Veröffentlichungen).....	72
Abbildung 57: Anzahl der Veröffentlichungen der zehn produktivsten Autoren mit zugehörigen h-Indizes	73
Abbildung 58: Absolute Zitierungszahlen und durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren	74
Abbildung 59: Anzahl der Listungen als Erstautor im Vergleich zur Veröffentlichungszahl	75
Abbildung 60: Anteil der als Erstautor veröffentlichten Einträge an der Gesamtzahl.....	75
Abbildung 61: Charakterisierung der Veröffentlichungen durch ihre Publikationsform	76
Abbildung 62: Zuordnung der Veröffentlichungen zu den publizierenden Zeitschriften; dargestellt sind die zehn produktivsten Zeitschriften.....	77
Abbildung 63: Werte für Impact Factor, Unmittelbarkeitsindex und Cited Half-Life der zehn meist publizierenden Zeitschriften	78
Abbildung 64: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Forschungsgebieten	79

Abbildung 65: Zuordnung der Veröffentlichungen zu den untersuchten Organsystemen bzw. Körperteilen.....	80
Abbildung 66: Zitierungsraten der Jahre 1991-2006	89

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel der systematischen Darstellung einer Autorenkooperation in Vorbereitung zur grafischen Darstellung	19
Tabelle 2: Analysebegriffe zur Zuordnung der Veröffentlichungen zu untersuchten Organsystemen	26
Tabelle 3: Zitierungen der Veröffentlichungen sortiert nach zitierenden Autoren (Selbstzitierungen rötlich hinterlegt).....	56

Abkürzungsverzeichnis

BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
ECOSOC	Economic and Social Council
EEA	European Environment Agency
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
ISI	Institute for Scientific Information
MeSH	Medical Subject Headings
NLM	National Library of Medicine
PM _{2,5}	Feinstaub (aerodynamischer Durchmesser < 2,5µm)
PM ₁₀	Feinstaub (aerodynamischer Durchmesser < 10µm)
SIDS	Sudden infant death syndrome (plötzlicher Kindstod)
WHO	World Health Organization
WI	Worldwatch Institute

1. Einleitung

1.1 Luftverschmutzung

Saubere Luft kann als eine der Grundvoraussetzungen für Gesundheit und Wohlbefinden vieler Wesen, so auch des Menschen, gelten. Entsprechend kann verunreinigte Luft sowohl den Menschen direkt als auch die Umwelt und damit indirekt die menschliche Gesundheit schädigen. So schätzt die „World Health Organization“ (WHO) weltweit mehr als 2 Mio. Todesfälle jährlich auf Grund der Folgeschäden von verunreinigter Luft, wovon rund 800.000 auf verschmutzte Außenraumluft zurückzuführen sind. [2]

1.1.1 Begriffsklärung Luftverschmutzung

Die Luft als für den Menschen überlebensnotwendiges Element unterliegt in ihrer Zusammensetzung einer großen Anzahl vielfältiger Einflüsse. Im Rahmen dessen wird eine Veränderung der natürlichen Luftzusammensetzung durch luftfremde Stoffe als Luftverunreinigung oder auch Luftverschmutzung bezeichnet. Dabei versteht man unter dem Begriff „Emissionen“ Gase, Partikel oder Aerosole, die aus unterschiedlichsten Quellen in die Luft gelangen. [3]

Luftfremde Stoffe können nach unterschiedlichen Kriterien eingeteilt werden, unter anderem nach ihrer Wirkung (z. B. auf die Gesundheit), ihrer Herkunft (natürlich oder anthropogen) oder dem Ort der schädlichen Wirkungsentfaltung (Innen- und Außenraumverschmutzung). [4]

Hierbei sind die gesundheitsschädlichen Luftfremdstoffe von besonderem medizinischen Interesse und die anthropogenen Verunreinigungsmechanismen Gegenstand intensiver gesundheitsökonomischer Forschung, da sie die einzige Gruppe darstellen, auf die ein relevanter Einfluss genommen werden kann. [5]

1.1.2 Geschichtlicher Überblick

Streng genommen begann die anthropogene Luftverunreinigung bereits mit dem Beginn des gezielten Einsatzes von Feuer. Schon im alten Rom gab es offizielle Beschwerden bezüglich der Belästigung durch verunreinigte Luft. Mit der zunehmenden Anzahl an europäischen Städten gegen Ende des Mittelalters und der damit einhergehenden Konzentration von anthropogen produzierten Schadstoffen auf vergleichsweise kleine Flächen rückten die Luftverunreinigung

Einleitung

und ihre möglichen schädlichen Wirkungen erstmals ins öffentliche Interesse. So fand die verschmutzte Londoner Luft sogar Erwähnung in der Weltliteratur: „Fair is foul, and foul is fair: Hover through the fog and filthy air“. (Shakespeare, Macbeth)

Die ersten offiziellen Beschwerden, die sich zunächst jedoch nur gegen Geruchs- und Schmutzbelastung durch unsaubere Luft richten, tauchen im London des 13. Jahrhunderts auf, als deren Konsequenz König Edward I. 1272 die Verbrennung schwefelhaltiger Kohle bei Todesstrafe verbot. [6]

Die mangelnde Durchsetzung dieses und ähnlicher Gesetze führte gepaart mit dem anhaltenden Wachstum der Städte und der steigenden Anzahl solcher Ballungsräume zur weiteren Verunreinigung der Luft im europäischen Raum über die nächsten Jahrhunderte hinweg. Ein weiterer massiver Anstieg der Schadstoffemissionen war während der industriellen Revolution und der folgenden Industrialisierung zu verzeichnen, die mit der Entwicklung diverser Maschinen eine deutlich gesteigerte Kohleverbrennung erforderte. Im Sinne des sprichwörtlichen Fortschritts wurden offensichtliche Gesundheitsrisiken übergangen. [7]

Während die schlechte Qualität der Londoner Luft bereits seit Beginn des 20. Jahrhunderts in Form des Portmanteaus „Smog“ (Wortkreuzung aus „fog“ und „smoke“) Eingang in die Alltagssprache gefunden hatte, erreichte die Londoner Luftverschmutzung 1952 im „Great Smog“ einen vorläufigen Höhepunkt. Obwohl bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts die ersten öffentlichen Regularien in Kraft gesetzt worden waren, mischte sich ein viertägiger, dichter Nebel in die durch Industrieruß und Abgase noch immer massiv verschmutzte Luft und forderte innerhalb von vier Tagen 4000 Opfer, die in Folge von Obstruktionen und daraus resultierenden Atemwegsinfektionen verstarben. In den folgenden Monaten erlagen weitere 8000 Opfer den Spätfolgen. [6, 8]

Die so ins öffentliche Bewusstsein gerückte Wichtigkeit sauberer Atemluft führte schließlich zu ersten ernsthaften Bemühungen um Reduktion der Luftverunreinigung, beispielsweise in Form des „Clean Air Act“ in London, 1956, oder in den USA, 1963.

Die heutigen Erkenntnisse um geografisch weitreichende Wirkungen von lokalen Luftverschmutzungen (z. B. Niederschlag sauren Regens in skandinavischen Ländern, dessen Hauptursache mitteleuropäische Schwefel- und Stickoxidemissionen waren [9]) finden sich in territorial möglichst weitreichenden Gesetzgebungen wieder, so z. B. die Luftqualitätsrichtlinie 1999/30/EG für EU-Staaten, oder die „WHO Air Quality Guidelines“ als „Global Update 2005“ erstmalig für Regierungen weltweit.

1.1.3 Quellen luftverunreinigender Stoffe

Bezogen auf die Herkunft luftverunreinigender Stoffe unterteilt man in anthropogene und natürliche Quellen. [10] Hierbei können jeweils primäre und sekundäre Ursachen unterschieden werden. So versteht man unter primären Schadstoffen Verbindungen oder Moleküle, die direkt in die Atmosphäre abgegeben werden, während sekundäre Kontaminanten Schadstoffe darstellen, die sich durch Reaktionen von primären Schadstoffen z. B. mit Sauerstoff oder Wasser erst in der Atmosphäre bilden. Damit ist der Anteil einiger Schadstoffe in der Atemluft die Summe aus primärer Emission und sekundärer Bildung. [11] Derzeit ist es noch nicht möglich, sekundäre Emissionen im Rahmen von Luftqualitätsmessungen darzustellen, allerdings können ungefähre Schadstoffbildungsraten pro Zeit- und Volumeneinheit Luft geschätzt werden.

Unter natürlicher Emission luftverunreinigender Stoffe versteht man Emissionsmechanismen, die nicht von Menschen oder von durch Menschen induzierten chemischen Reaktionen beeinflusst werden. Sandstürme, die Staub aus Wüsten über mehrere 1000 km transportieren können, oder auch Salzaerosole in Küstenregionen stellen mögliche primäre Emissionen natürlichen Ursprungs dar, während die massiven SO_2 - und CO_2 -Emission während eines Vulkanausbruchs oder auch Methan, das in Feuchtgebieten entsteht, Beispiele für eine sekundäre natürliche Luftverunreinigung sind. [12, 13]

Unter anthropogener Luftverunreinigung versteht man Emissionen luftfremder Stoffe, die durch anthropogenen Einfluss induziert wurden (sekundär) oder direkt anthropogen (primär) freigesetzt werden. So wird z. B. ein gesteigerter N_2O -Ausstoß im Rahmen von Nitrifikations- und Denitrifikationsprozessen im Boden vor allem in Gebieten beobachtet, in denen stickstoffhaltige Düngemittel eingesetzt werden (sekundär anthropogen). [5]

Primär anthropogene schadstoffhaltige Emissionen können aus stationären und mobilen Quellen stammen. So entstehen sie unter anderem während Vorgängen in Produktionsprozessen (Industrie, Landwirtschaft) und durch Energieerzeugung (stationär), werden vor allem aber auch durch den Verkehr in Form von Abgasen und Reifenabrieb (mobil) hervorgerufen. [14] Einen Überblick über mögliche Emissionsquellen gibt Abbildung 1.

Einleitung

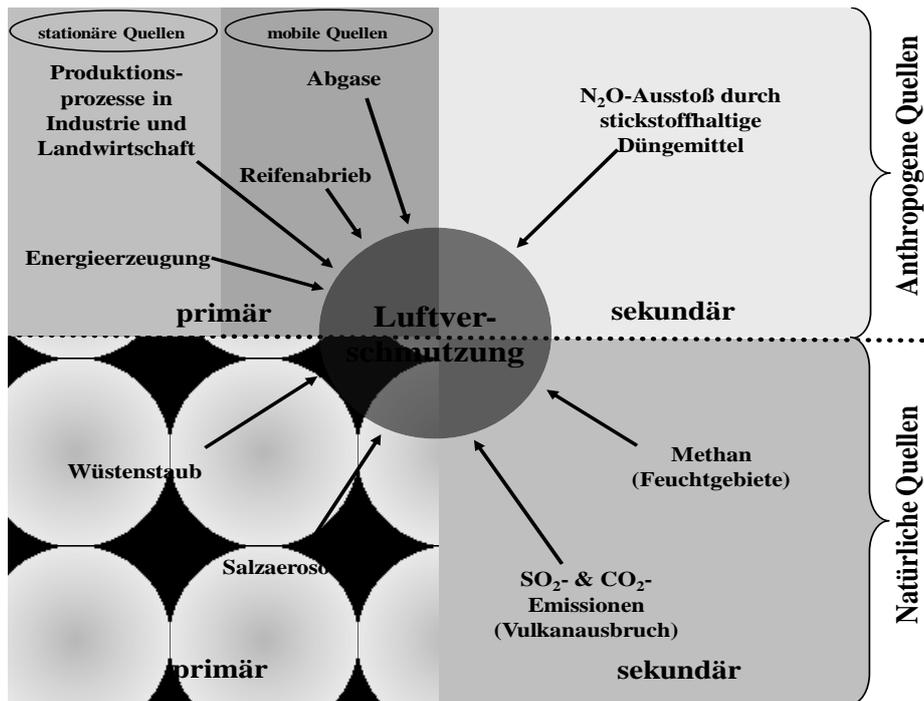


Abbildung 1: Beispiele für Mechanismen der Luftverschmutzung

1.2 Feinstaub/PM10

1.2.1 Begriffsklärung

Unter Staub versteht man allgemein in der Atmosphäre gleichmäßig verteilte feste oder flüssige Partikel. Als Schwebstaub wird der Anteil der Luftverunreinigung durch Staub bezeichnet, der sich aus aerodynamischen Gründen auch nach längerer Zeit nicht absetzt. Dabei werden im Besonderen diejenigen Teilchen als PM10 bezeichnet, die einen gröbenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 μm eine Abscheidewirksamkeit von 50% hat. [15] Analog dazu sind weitere Fraktionen des Schwebstaubs PM2,5 (mit einem aerodynamischen Durchmesser von bis zu 2,5 μm) und ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser von bis zu 0,1 μm . [16] Während die ultrafeinen Partikel oftmals nur einen geringen Anteil an der Gesamtmasse der Feinstaubbelastung haben, machen sie über 90% der Teilchenanzahl aus. [17]

Die Verweildauer der einzelnen Teilchen in der Atmosphäre hängt entscheidend vom aerodynamischen Durchmesser ab. Je kleiner der Teilchendurchmesser, desto länger die Verweildauer; hierbei zeigen Teilchen $< 1 \mu\text{m}$ Durchmesser keine, Teilchen $< 10 \mu\text{m}$ Durchmesser eine vernachlässigbare Sedimentationsgeschwindigkeit. So birgt der Feinstaub

Einleitung

durch die dauerhaft gegebenen Voraussetzungen zur Einatmung ein besonderes Gesundheitsrisiko. [17]

Abbildung 2 zeigt die Größe von Feinstaubpartikeln im Vergleich zu anderen Teilchen.

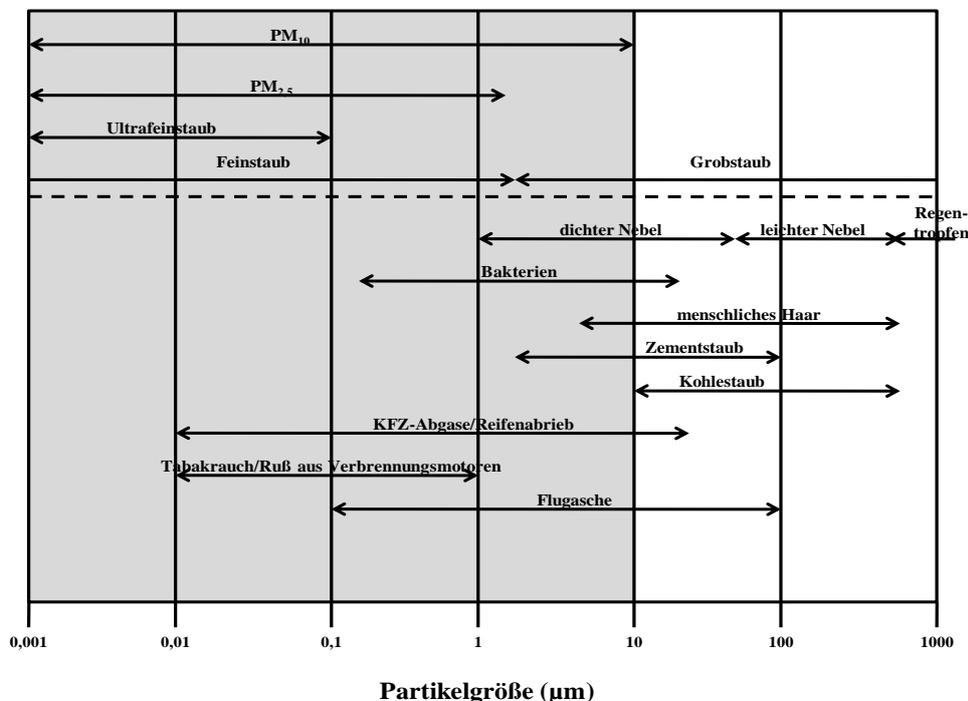


Abbildung 2: Größen von Feinstaubpartikeln im Vergleich zu Partikeln anderer Schadstoffquellen (modifiziert nach Krug, HF 2003)

Feinstaub kann als primäre Emission in die Atmosphäre gelangen oder sekundär durch Reaktion sogenannter Vorläufergase (z. B. SO₂, NO_x, NH₃) in Form von anorganischen Teilchen entstehen. [18]

Hauptsächlich verantwortlich für die Emission von Feinstaubpartikeln in Europa sind Prozesse innerhalb der Energieerzeugung, der Fertigungsindustrie sowie der KFZ-Verkehr. (Abb.3) [18]

Einleitung

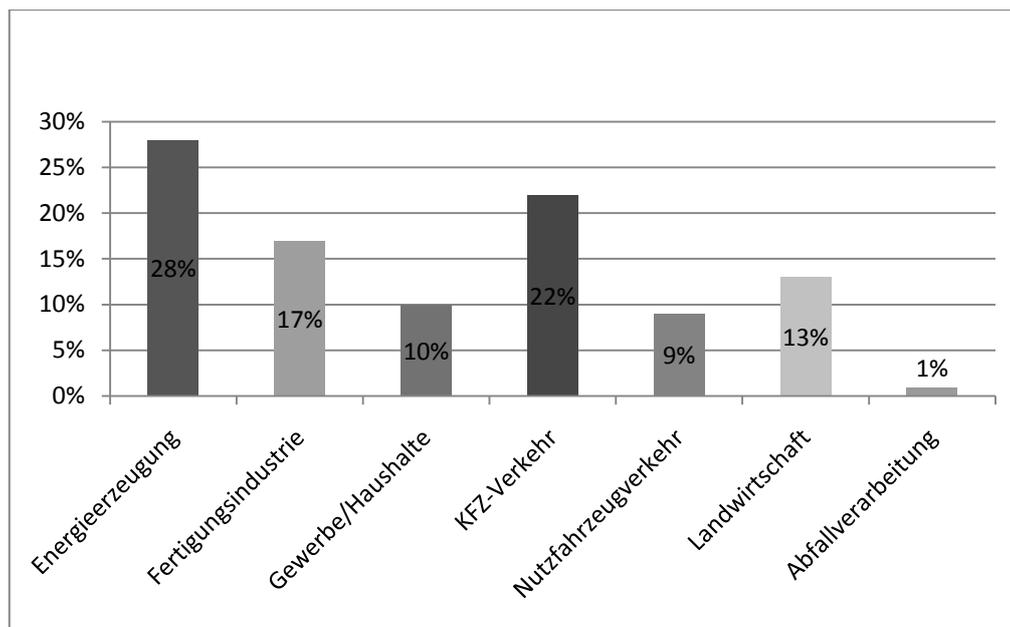


Abbildung 3: Ursachen für Feinstaubemissionen in Europa (modifiziert nach EEA Report 2007)

1.2.2 Gesundheitliche Bedeutung

Mit sinkendem Teilchendurchmesser steigt die Lungeneindringtiefe; während größere Teilchen sich in den Bronchien absetzen, können kleinere (vor allem PM_{2,5}) bis in die Alveolen vordringen und kleinste Partikel (< 0,1 µm) sogar in den Blutkreislauf gelangen und so systemische Schäden verursachen. [19, 20] So konnte unter anderem ein statistischer Zusammenhang zwischen Feinstaubbelastung der Atemluft und der Inzidenz von malignen Prostata- und Magentumoren nachgewiesen [21, 22] sowie Hinweise auf eine Störung des Vitamin A- und Schilddrüsenhormonstoffwechsels gefunden werden. [23, 24]

Während Feinstaubpartikel einerseits durch ihre Ablagerung in Lunge und Atemwegen direkte schädliche Wirkung entfalten (z. B. durch Auslösen einer inflammatorischen Reaktion in Lungengewebe oder Myokard [25]), sind ihrer Oberfläche häufig zusätzlich Schadstoffe wie Schwermetalle oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe angelagert, die so ebenfalls in die Lunge gelangen und ihrerseits Schädigungen bewirken können. [26-28]

Während die Emissionen vieler verunreinigender Stoffe in der Außenluft in den letzten Jahrzehnten effektiv gesenkt werden konnten, stellt die Feinstaubbelastung der Atemluft trotz sinkender Konzentrationen weiterhin ein ernstes Problem dar, da sich noch immer zahlreiche Grenzwertüberschreitungen nicht effektiv verhindern lassen. [29]

1.3 Schwefeldioxid

1.3.1 Chemische Eigenschaften

Schwefeldioxid (SO_2) ist ein farbloses, stechend riechendes, nicht brennbares, giftiges Gas. Es ist das Anhydrid der schwefeligen Säure H_2SO_3 und entsteht auf natürlichem Weg z. B. bei Vulkanausbrüchen; anthropogen wird es vor allem während der Verbrennung von schwefelhaltigen fossilen Brennstoffen, wie z. B. Kohle oder Erdöl freigesetzt.

1.3.2 Bedeutung in der Umweltverschmutzung

SO_2 ist in der Atmosphäre vielfältigen Umwandlungsprozessen unterworfen. Durch Oxidation mit Sauerstoff aus der Luft zu Schwefeltrioxid und die darauf folgende Umsetzung mit Wasser entsteht Schwefelsäure (H_2SO_4); diese stellt die Grundvoraussetzung der umweltschädigenden Wirkung von Schwefeldioxid in Form von saurem Niederschlag dar. [30] So werden Boden, Gewässer, Pflanzen und Tiere geschädigt und somit das natürliche Gleichgewicht vieler Ökosysteme empfindlich gestört.

Die sauren Partikel können allerdings auch als Nebel oder trockene Partikel in der Luft verbleiben und so eingeatmet oder über mehrere 100 km transportiert werden. [31]

1.3.3 Gesundheitliche Bedeutung

SO_2 wirkt in Konzentrationen > 5 ppm in der Atemluft reizend auf menschliche Schleimhäute. So kann es bei Einatmung die Schleimhäute in Nase, Rachen, Trachea und Auge reizen und schädigen und in höheren Konzentrationen oder bei verstärkter Atmung sogar bis in die Alveolen vordringen. [32] Als leicht lösliches Gas bildet es auf der feuchten Schleimhautoberfläche schweflige Säure und beeinflusst so die Funktionsparameter. Hierbei wird insbesondere der Atemwegswiderstand erhöht. So ergeben sich vielfältige Schadensvariationen, z. B. eine Beeinträchtigung des Geruchssinns, eine Exazerbation eines bestehenden Asthma bronchiale oder langfristig die Entwicklung eines Lungenödems und darüber eine negative Beeinflussung der kardiovaskulären Funktionen sowie eine Entwicklung chronisch entzündlicher Erkrankungen und eine höhere Infektanfälligkeit. [1]

Des Weiteren kann es in entsprechenden Partikelkonzentrationen einen Dunst verursachen, der die Sicht beeinträchtigt und gleichzeitig die Schleimhäute des Auges reizt. So sind SO_2 -Partikel

in weiten Teilen der Vereinigten Staaten von Amerika Hauptursache für schlechtes Sehvermögen. [33]

Es kann außerdem als Vorläufergas durch Reaktionen in der Atmosphäre Feinstaubpartikel bilden, die eine weitere Gesundheitsbelastung darstellen. [18]

Durch Änderung der Kraftstoffzusammensetzung, Einbau von Katalysatoren in Kraftfahrzeuge und Umrüstung von Industrieanlagen konnten in den letzten Jahrzehnten in Mitteleuropa gute Fortschritte in der Reduktion von Schwefeldioxidemissionen gemacht werden: So wurde beispielsweise in Berlin innerhalb der letzten 20 Jahre eine Senkung der Schwefeldioxidwerte in der Luft um über 90% erreicht. [34]

1.4 Bedeutung verunreinigter Außenluft für Bevölkerung und Gesundheit

Wie in den Kapiteln 1.2.2 und 1.3.3 ausgeführt, kann das Atmen verunreinigter Luft über diverse Mechanismen das pulmonale und in Folge auch das kardiovaskuläre System schädigen. [35, 36] Weiterhin konnten Zusammenhänge zwischen der Exposition gegenüber verunreinigter Atemluft einerseits und sowohl entzündlichen Prozessen im Gehirn [37] als auch dem vermehrten Auftreten neuropsychiatrischer Symptome andererseits [28] aufgezeigt werden. Da Kinder auf Grund ihrer noch unreifen Abwehr besonders empfänglich gegenüber Schadstoffen sind [38], spielen Luftschadstoffe in ihrer Entwicklung eine besondere Rolle: So zeigten sich in verschiedenen Studien Assoziationen von erhöhten Luftschadstoffwerten mit Störungen der Lungenentwicklung im Sinne einer erniedrigten FEV₁ [39], Störungen der Reifung des Hirngewebes durch oxidativen Stress [40] und mit erhöhter Inzidenz von plötzlichem Kindstod (SIDS). [38] Bei chronischer Exposition können möglicherweise über eine Erhöhung des Lungenwiderstandes, daraus folgender erhöhter Rechtsherzbelastung und resultierender Herzinsuffizienz auch vorgeschaltete Organe wie beispielsweise die Leber (Cirrhose cardiaque) beeinträchtigt werden. [41] Des Weiteren wurde eine Assoziation zwischen der Wohnnähe zu einer Hauptverkehrsstraße und somit verschmutzter Luft und erhöhtem Risiko für Arteriosklerose mit in der Folge kardiovaskulären Ereignissen gefunden. [42-44] Abbildung 4 stellt mögliche Schädigungen der Gesundheit durch Luftverschmutzung dar.

Einleitung

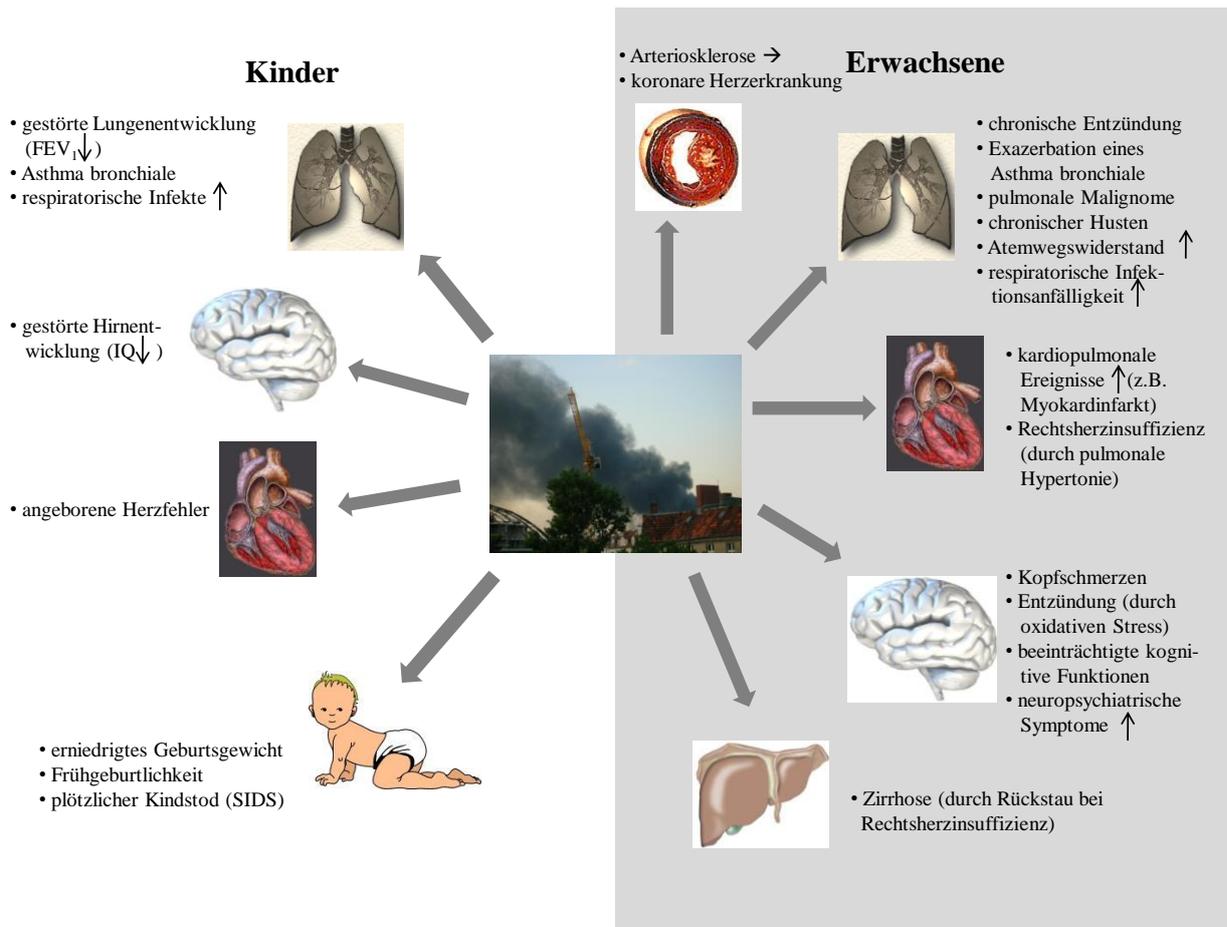


Abbildung 4: Mögliche schädliche Auswirkungen bei Exposition gegenüber verunreinigter Luft

Die WHO nimmt für 3% der kardiopulmonalen Todesfälle, für 5% der Todesfälle auf Grund von trachealen oder pulmonalen Malignomen und für 1% der tödlichen respiratorischen Infektionen bei Kindern das Atmen verschmutzter Luft als Ursache an. [45]

Insgesamt werden jährlich etwa 2,4 Mio. Todesfälle in Folge von verschmutzter Atemluft geschätzt, mehr als durch Autounfälle. [2, 46]

1.5 Bedeutung für die Arbeitsmedizin

Wie bereits in Kap. 1.4 ausgeführt, stellt verunreinigte Außen- wie Innenraumluft eine ernst zu nehmende gesundheitliche Gefahr dar. [28] Hierbei sind Beschäftigte im Freien (wie etwa auf einer Baustelle oder in der Gartenpflege) vor allem von verschmutzter Außenraumluft und Berufstätige in geschlossenen Räumen vorwiegend von verunreinigter Innenraumluft betroffen. Allerdings nimmt die Qualität der Außenraumluft in der Regel auch einen zu berücksichtigenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Innenraumluft. [28] Somit können alle Beschäftigungsfelder als von guter Luftqualität abhängig bezeichnet werden. Hierbei unterliegt

allerdings die Außenraumluft vielfältigeren Möglichkeiten der Verunreinigung als die Innenraumluft; gleichzeitig kann dadurch auf ihre Qualität – und somit indirekt auch die der Innenraumluft – besser Einfluss genommen werden. [5]

1.6 Prävention

Da bisher keine wirksame kurative Therapie für chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, Arteriosklerose oder viele der anderen schädlichen Wirkungen von verunreinigter Luft existiert [47], muss das Hauptaugenmerk auf die Prävention gelegt werden. In Bezug auf die Belastung der Außenluft mit luftfremden Stoffen bedeutet dies vor allem eine effektive Senkung der Emissionen gesundheitsschädlicher Stoffe in die Atemluft.

Im Rahmen von zahlreichen regionalen und internationalen Bemühungen zur Luftreinhaltung wurden diverse Grenzwerte und Reinhaltungspläne entwickelt, die bisher jedoch (noch) nicht suffizient eingehalten werden können. [29] So kam es auch innerhalb deutscher Großstädte 2008 immer wieder zu punktuellen Grenzwertüberschreitungen der PM₁₀- und NO₂-Mittelwerte, während beispielsweise die Gesamfeinstaub- und Ozonbelastung deutlich gesenkt werden konnte. [48]

1.7 Zielsetzung der Arbeit

Verschmutzte Luft stellt ein allgemeines Gesundheitsrisiko dar und wird mit dem im letzten Jahrhundert massiv angestiegenen Verkehrsaufkommen und Energiebedarf und dem damit einhergehenden vermehrten Ausstoß von Luftschadstoffen zu einem gesundheitsökonomischen Problem. [28] Viele wissenschaftliche Bemühungen zielen einerseits auf Prophylaxe und Vermeidungsstrategien durch Luftqualitätsmanagement und andererseits auf Therapieformen zur Prognoseverbesserung; bisher findet sich jedoch keine szientometrische Analyse der Forschungsergebnisse. In der vorliegenden Arbeit soll innerhalb der Analyse der Forschungsaktivität zu diesem Thema ein besonderes Augenmerk auf zwei der Hauptfaktoren der Luftverschmutzung, Schwefeldioxid und Feinstaub in Form von PM₁₀, gelegt werden.

Unter Berücksichtigung sowohl quantitativer als auch qualitativer Aspekte sollen die bibliometrischen Daten der Publikationen ausgewertet werden. Folgende Ziele bestehen:

1. Es soll eine Analyse hinsichtlich der Zitationsraten durchgeführt werden, um eine Darstellung der wissenschaftlichen Reputation der Autoren bzw. Forschungsgruppen zu

Einleitung

erreichen. Hierbei sollen auch die Veröffentlichungsaktivität der Autoren bzw. Koautoren und deren Zusammenarbeit untereinander dargestellt werden.

2. Eine geografische Zuordnung der Arbeiten zu den jeweiligen Erscheinungsländern soll helfen, einerseits die Forschungsaktivität und –produktivität der Länder und andererseits internationale Kooperationen darstellen zu können.

3. Eine Darstellung nach Erscheinungsjahren soll das Aufzeigen von eventuellen Zusammenhängen zwischen wissenschaftlichen Erkenntnissen, politischen Neuerungen, szientometrischen bzw. bibliometrischen Möglichkeiten und der Veröffentlichungsaktivität ermöglichen.

4. Die Darstellung bibliometrischer Daten der veröffentlichenden Zeitschriften soll mögliche Einflüsse auf das Publikations- und Zitationsverhalten von Wissenschaftlern aufzeigen helfen.

2. Methodik

Zur Datenerhebung werden die Online-Meta-Datenbank „PubMed“ der amerikanischen „National Library of Medicine“ (NLM) sowie die Online-Datenbank „Web of Science“ im Rahmen des „Web of Knowledge“ der „Thomson Reuters Science“ genutzt.

2.1 „Web of Science“

Das „Web of Science“, eine der genutzten Datenbanken, ist ein Service der „Thomson Scientific“, einer Abteilung von „Thomson Reuters“, ehemals „Institute of Scientific Information“.

2.1.1 „Institute of Scientific Information“

Das „Institute of Scientific Information“, 1960 gegründet von Eugene Garfield, bietet mit dem „ISI Web of Knowledge“ Zugang zu einer der weltweit größten Sammlungen wissenschaftlicher Datenbanken. Auf Grund seiner Entwicklungen bezüglich der Systematisierung von Zitationen im wissenschaftlichen Bereich gilt Garfield als einer der Begründer der Szientometrie und Bibliometrie. Das „ISI Web of Knowledge“ wird in dieser Arbeit als eine Quelle bibliometrischer Daten verwandt.

2.1.2 „Thomson Reuters“

„Thomson Reuters Science“ ist die wissenschaftliche Abteilung von „Thomson Reuters“. 1992, nach der Pensionierung Garfields, erwarb die „Thomson Scientific & Healthcare“ das „Institute for Scientific Information“, führte es zunächst als „Thomson ISI“ und später als „Thomson Scientific“ weiter und avancierte so zum Verwalter einer der weltweit größten wissenschaftlichen Datenbanken, welche im Folgenden zu Zwecken der bibliometrischen Analyse genutzt wird. 2008 fusionierten die „Thomson Corporation“ und die „Reuters Group PLC“ ihre Geschäfte und bilden nun „Thomson Reuters“; „Thomson Scientific“ nennt sich nunmehr „Thomson Reuters Science“. [49]

„Thomson Reuters“, New York, NY, USA, ist mit ca. 50.000 Mitarbeitern weltweit, einem Jahresumsatz von ~13,4 Mrd. US\$ und weltweiten Zweigstellen einer der bedeutendsten Anbieter von Informationsdienstleistungen und Softwareanwendungen. [50]

2.1.3 „ISI Web of Knowledge“

Das „ISI Web of Knowledge“ stellt die Online-Suchplattform zur der multidisziplinären Datenbank „Science Citation Index“ dar, deren Daten Grundlage der folgenden Analyse bilden. Es werden sowohl Tools zur bibliometrischen Analyse als auch zur zitationsbasierten Betrachtung der Ergebnisse zur Verfügung gestellt. Mit dieser Kombination im Rahmen der Interdisziplinarität der Datenbank hält „Thomson Reuters Science“ bisher ein Monopol.

Die Datenbanken beinhalten Einträge seit 1900. Ab 1945 wurden Zitationen im naturwissenschaftlichen Bereich als „Science Citation Index“ eingetragen, ab 1956 für die Sozialwissenschaften („Social Sciences Citation Index“) und ab 1975 auch für geisteswissenschaftliche Einträge („Arts And Humanities Citation Index“); alle drei Indizes sind im „Web of Knowledge“ zusammengefasst. Eingetragene Abstracts gehen bis 1991 zurück. [51] Zur Analyse stehen über 23.000 Zeitschriften zur Verfügung, von denen etwa 10.000 im „Science Citation Index Expanded“ oder „Web of Science“ enthalten sind, der die naturwissenschaftliche Datenbank darstellt. [52]

Durch Listung von bibliografischen und Indexierungsdaten, allen Koautoren, Referenzen und sonstigen Angaben in den Fußnoten (Adresse, veröffentlichende Zeitschrift) werden bibliometrische und Zitationsanalysen ermöglicht. Ergebnisse können nach verschiedenen Vorgaben analysiert werden, so z. B. Erscheinungsjahr, Autor, Sprache, Erscheinungsland o. Ä. Des Weiteren können Zitationsanalysen durchgeführt werden, sowohl nach Quellen des betrachteten Artikels als auch nach Artikeln, die diesen zitieren („Citation Report“). [51]

Da die Kernzeitschriften der einzelnen Forschungsgebiete repräsentiert werden sollen, werden sie vor Aufnahme auf die Liste einer Prüfung unterzogen, die unter anderem die Vollständigkeit der bibliometrischen Daten in Fuß- und Endnoten, die Aussagekraft des Zeitschriftentitels, Zuverlässigkeit und Regelmäßigkeit der Erscheinung, Angabe von englisch-sprachigen Suchworten, Abstracts und Artikel Titeln sowie Anzahl der Zitationen, die sich auf die betreffende Zeitschrift beziehen. Von den jährlich etwa 2000 geprüften Zeitschriften entsprechen etwa 10-12% diesen Kriterien. So kann zwar keine Vollständigkeit erreicht werden, jedoch wird eine Repräsentativität des aktuellen Wissenschaftsstands durch o. g. Kriterien gewährleistet. Zur Sicherstellung der Aktualität findet ein wöchentliches Update der Datenbanken statt. [53, 54]

2.1.3.1 h-Index (Hirsch-Index)

Der h-Index ist ein 2005 von Jorge Hirsch vorgeschlagenes Maß, anhand dessen die Forschungsproduktivität (Quantität) und das wissenschaftliche Ansehen (Qualität) eines Wissenschaftlers über die Zitationen seiner Veröffentlichungen dargestellt werden kann.

Wie in Abbildung 5 gezeigt, trägt man hierbei die Anzahl der Zitationen über die Anzahl der Veröffentlichungen eines Autors auf. Der h-Index ist dabei derjenige Wert, an dem die Anzahl der Zitationen und der Veröffentlichungen übereinstimmen. Hat also ein Wissenschaftler mindestens 20 Artikel veröffentlicht, von denen jeder mindestens 20 Zitierungen aufweist, so kann ihm der h-Index 20 zugeordnet werden [55]:

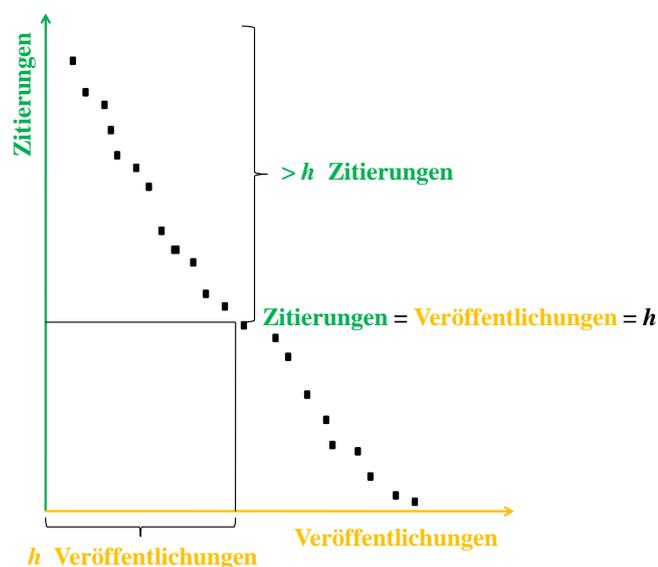


Abbildung 5: h-Index

So wird, anders als beispielsweise bei der Ermittlung einer durchschnittlichen Zitationsrate, der Einfluss vereinzelter, viel zitierter Werke auf das Gesamtergebnis vermindert; allerdings können hierbei auch bedeutende Erkenntnisse unterbewertet werden. Weiterhin gehen weder Anzahl der Koautoren noch die Form der Veröffentlichung (Artikel, Review etc.) in den h-Index ein. [56, 57] Da zur Ermittlung des h-Indexes in der folgenden Analyse Daten aus dem „Web of Knowledge“ verwendet werden, können zudem Buchveröffentlichungen darin nicht berücksichtigt werden.

2.1.3.2 Impact Factor

Der Impact Factor wurde erstmals in den 1960er Jahren vom „Institute for Scientific Information“ (ISI) errechnet und intern im „Science Citation Index“ verwendet. Indem die

Anzahl der Zitierungen einer Zeitschrift, die im laufenden Jahr den Artikeln der vergangenen zwei Jahre gelten, zur Anzahl der in den letzten zwei Jahren in dieser Zeitschrift publizierten Artikel ins Verhältnis gesetzt wird, soll das wissenschaftliche Ansehen dieser Zeitschrift ermittelt werden:

$$\text{Impact Factor} = \frac{\text{Zahl der Zitate von Artikeln der letzten zwei Jahre im laufenden Jahr}}{\text{Veröffentlichte Artikel der letzten zwei Jahre}}$$

Daraus ergibt sich, dass der Impact Factor mit steigenden Zitationsraten aussagekräftiger wird. Daher ist er nur für große Wissenschaftsfelder anwendbar, in denen viel veröffentlicht und zitiert wird. Auch in diesem wissenschaftlichen Maß werden Buchpublikationen nicht berücksichtigt, genauso wenig wie Veröffentlichungen außerhalb des ISI Web. [54, 58]

In dieser Arbeit wird der Impact Factor als ein Maß des wissenschaftlichen Ansehens einer veröffentlichenden Zeitschrift genutzt.

2.1.3.3 Unmittelbarkeitsindex („Immediacy Index“)

Der Unmittelbarkeits- oder Immediacy Index stellt ein Maß für die Geschwindigkeit der Informationsverbreitung, z. B. bezogen auf einzelne Medien oder Zeitschriften, dar. Genauer gesagt gibt er an, wie viele der Veröffentlichungen einer Wissenschaft (oder im gegebenen Fall einer Zeitschrift) noch im selben Jahr zitiert wurden. Dies kann man sowohl auf publizierende Zeitschriften untereinander, wie in dieser Analyse, als auch auf einzelne Medien (z. B. Zeitschrift vs. Internet) beziehen und so das Tempo der Informationsverbreitung messen. [59]

2.1.3.4 „Cited Half-Life“

Der Wert für das „Cited Half-Life“ gibt an, welcher Zeitraum, rückblickend vom laufenden Jahr, die Hälfte aller Zitationen eines Artikels oder einer Zeitschrift beinhaltet. Hat beispielsweise ein Artikel im Jahr 2000 ein Cited Half-Life von 5,5, so wurden die Hälfte aller seiner Zitierungen innerhalb der fünfeneinhalb Jahre rückblickend vom Beginn des Jahres 2000 (also Mitte 1994 bis Ende 1999) getätigt. So wird versucht, die Langzeitrelevanz eines Artikels oder einer Zeitschrift darzustellen. [60] In manchen sehr schnelllebigen Wissenschaften (wie z. B. der Molekularbiologie) wird beim Vergleich mit Wissenschaften, die längerfristige Erkenntnisse erbringen (wie z. B. die Bibliometrie), der Cited Half-Life-Wert mit dem Impact Factor multipliziert, um die Kurzlebigkeit der einen Seite gegen die hohen Zitationswerte der anderen

Seite auszugleichen. Auch in der folgenden Analyse wird das Cited Half-Life als Instrument zum Vergleich verschiedener Wissenschaftsfelder untereinander genutzt.

2.2 „PubMed“

2.2.1 „National Library of Medicine“

Die „National Library of Medicine“ (NLM) wurde 1863 als „Library of The Office of The Surgeon General of The Army“ gegründet und stellt heute mit über 16 Mio. Schriften die weltweit größte medizinische Bibliothek dar. [61] Sie wurde 1956 in „National Library of Medicine“ umbenannt und zog 1961 zu ihrem heutigen Standort, dem Campus des „Institute of National Health“ in Bethesda, Maryland, um. Seit 1879 gibt sie den „Index Medicus“ heraus, der seit 1966 in Form der bibliografischen Online-Datenbank MEDLINE über das Internet verfügbar ist, welche als eine Datenquelle für die vorliegende Analyse dient. 1968 wurde die NLM Teil der „National Institutes of Health“ (NIH). [62, 63]

2.2.1.1 „PubMed“ und „MEDLINE“

Als elektronische Version des „Index Medicus“ ist MEDLINE seit 1971 online zugänglich und wird seit Oktober 1993 auch frei zugänglich über das Internetportal „PubMed“ des „National Center for Biotechnology Information“ (NCBI), einer Abteilung der NLM zur Verfügung gestellt. [62] Es sind mehr als 16 Mio. Artikel in etwa 6000 Zeitschriften erfasst. Fachgebiete der Zeitschriften sind hauptsächlich Human-, Zahn- und Veterinärmedizin, aber auch verwandte Bereiche, wie z. B. Pflege, Biomedizin, Biochemie oder Zellbiologie. [61] So kann im Folgenden ein Vergleich der Analyse eines mehrere Wissenschaften umfassenden Feldes (ISI Web of Knowledge, s. Kap. 2.1.3) mit einer Analyse vor allem medizinischer Forschungsgebiete erfolgen. Neben den bibliografischen Daten der seit 1950 veröffentlichten Einträge werden häufig auch Links zum Volltext zur Verfügung gestellt. [63] Ein tägliches Update gewährleistet die Aktualität. Jährlich kommen etwa 500.000 neue Einträge in die Datenbank dazu, sodass „PubMed“ im Jahr 2008 etwa 18.500.000 Erscheinungen umfasste. [64]

2.2.1.2 „MeSH-Database“

Der Thesaurus „Medical Subject Headings (MeSH) – Database“ bietet durch Kombination mehrerer Suchbegriffe die Möglichkeit einer exakteren Eingrenzung des Suchfeldes. Hierbei werden jeder Veröffentlichung mehrere Suchbegriffe zugeordnet, die vor allem Synonyme, aber auch genauer spezifizierende Unterbegriffe darstellen. Die Begriffe sind in elf Ebenen eingeteilt, wobei die Ebenen zunehmend spezieller werden (z. B. erste Ebene „Anatomie“, eingegrenztere Ebene „Knöchel“). Des Weiteren können nicht eingetragene Suchbegriffe zu passenden MeSH-Terms weitergeleitet werden (z. B. „Vitamin C“ zu „Ascorbinsäure“). Die MeSH-Database wurde analog zur „Search within results“-Funktion des ISI Web of Knowledge zur Eingrenzung der Analyseergebnisse verwandt.

Die „MeSH-Database“ wird von der NLM zur Verfügung gestellt und regelmäßig überarbeitet und aktualisiert. Sie enthält knapp 25.000 Suchbegriffe und etwa 97.000 Begriffe zur Weiterleitung. [65]

2.3 „Density Equalizing Mapping“ oder Diffusionskartogramm

Die Diffusionskartogramme wurden vom Informatiker des Instituts mit einem eigens hierfür nach dem Prinzip von Gastner und Newman [66] geschriebenen Programm erstellt.

Die Methode des „Density-Equalizing Mapping“ wird angewandt, um die einzelnen Regionen einer geografischen Karte in Abhängigkeit eines zuvor festgelegten Faktors zueinander in Relation zu setzen. So können geografisch vergleichende Datenerhebungen visualisiert werden.

Im vorliegenden Fall werden die Länderflächen zu der Anzahl bzw. der Zitationsrate der Publikationen der entsprechenden Länder ins Verhältnis gesetzt. Das Ziel ist es hierbei, die geografisch unterschiedlichen Konzentrationen (hier von Publikationen) durch Verzerrung der Flächen anzugleichen, sodass gleiche Flächeneinheiten gleiche Publikationszahlen aufweisen. Hierzu wird zunächst ein internationaler Durchschnitt errechnet, der auf alle Länder und die Flächen der Meere angewandt wird. Eine Abweichung von diesem Durchschnittswert führt zu einer Verzerrung der Landesfläche; die Flächen der Meere werden in diese Rechnung nicht mit einbezogen. Ein spezifischer Wert, die sogenannte Jacobi-Determinante, gibt Auskunft über den Grad der Abweichung der einzelnen Regionen vom Durchschnittswert. Nach erfolgter Skalierung erfolgt eine Flächenumverteilung von den Regionen größerer Werte zu denjenigen kleinerer Werte, um den Bedingungen der Flächenkonstanz gerecht zu werden. So „schrumpfen“ Regionen mit kleineren Werten proportional und zu Gunsten derer mit größeren Werten.

Es gibt verschiedene Methoden zur Entwicklung eines solchen Diffusionskartogramms, wobei der besondere Vorteil der gewählten Methode darin besteht, dass Zwischenstufen des Diffusionsprozesses dargestellt werden können und so ein optimaler Kompromiss zwischen statistischer Verzerrung und geografischem Wiedererkennungseffekt gefunden werden kann.

[66]

Bei Erstellung der Diffusionskartogramme (oder Anamorphoten) der Zitationsraten wurden nur Länder mit 30 oder mehr Veröffentlichungen mit einbezogen, um falsch hohe Werte durch niedrige Publikationszahlen zu vermeiden. [67] Für Länder mit weniger als 30 Veröffentlichungen wurde eine Zitationsrate von null angegeben.

2.4 Analyse der Autorenkooperationen

Zur Darstellung der Kooperation der Autoren wurden bibliografische Daten von „ISI Web of Science“ heruntergeladen und als „plain text file“ gespeichert. Hierbei wurden die Veröffentlichungen nur im Zeitraum der zwei Jahrzehnte zwischen 1986-2006 bearbeitet, um auszuschließen, dass Autoren auf Grund von zu großen Unterschieden im Forschungszeitpunkt nicht zu einer Zusammenarbeit in der Lage waren. Des Weiteren wurden nur die 15 produktivsten Autoren betrachtet, um eine statistische Relevanz zu gewährleisten und um Gründen der Übersichtlichkeit Rechnung zu tragen. Hierbei wurden Autoren mit gleicher Anzahl an Veröffentlichungen auf eine Stufe gestellt, sodass im Ergebnis evtl. mehr als 15 Autoren erscheinen.

Die zu den einzelnen Veröffentlichungen gehörigen Daten werden in der Datenbank mit „data field identifiers“ versehen, die durch ein Leerzeichen getrennt vor den übrigen Daten eingefügt werden. So können die gespeicherten Daten der Autorenadressen auf Kooperationen zwischen den einzelnen Autoren untersucht werden.

Dabei wurde zunächst eine Tabelle unter Aufführung von Publikationsjahr, Länderangabe in den Autorenadressen, Artikelnummer und allen Koautoren erstellt. Danach wurden die einzelnen Autoren in einer weiteren Tabelle gegeneinander aufgetragen und in dieser dargestellt, wie oft der Autor der Zeile gemeinsam mit dem entsprechenden Autor der Spalte in einer Adresszeile genannt wird und umgekehrt. (Tab.1) Beispiel: Autor 1 erscheint fünfmal gemeinsam mit Autor 4 in den Adressdaten:

Tabelle 1: Beispiel der systematischen Darstellung einer Autorenkooperation in Vorbereitung zur grafischen Darstellung

	Autor 1	Autor 2	Autor 3	Autor 4	Autor n
Autor 1	X	...	...	5	...
Autor 2	...	X	...	...	...
Autor 3	...	...	X	...	...
Autor 4	5	...	...	X	...
Autor n	...	...	...	...	X

Zur bildlichen Darstellung wurden die einzelnen Autoren auf die Ecken eines entsprechenden Polygons gesetzt und miteinander verbunden. Dabei weisen die Linien eine der Kooperationsintensität proportionale Dicke auf. Des Weiteren sind sie nach einer zuvor festgelegten Häufigkeitsskalierung eingefärbt (z. B. > 45 gemeinsame Veröffentlichungen = rot).

2.5 Analysestrategie

2.5.1 Luftverschmutzung

Zunächst wurde in beiden Datenbanken mit der Begrenzung bis 2006 nach dem Begriff „air pollution“ gesucht. Das Jahr 2007 wurde ausgelassen, da es zum Analysezeitpunkt noch nicht abgeschlossen war. Der Analysebegriff ergab 27.497 Einträge bei „Web of Science“ und 19.713 bei „PubMed“. Um die Anzahl der Artikel zur Stärkung der statistischen Aussagekraft anzugleichen, wurde der Begriff auf „air pollution“ OR „air quality“ erweitert. Bis zum Jahr 2006 ergab diese Begriffskombination 28.640 Artikel bei „Web of Science“ und 30.256 bei „PubMed“. Da die Publikationszahlen erst ab dem Jahr 1953 relevant ansteigen, sollte die Begrenzung auf den Zeitraum ab diesem Jahr bis 2006 erfolgen. Im „Web of Science“ steht jedoch nur eine Begrenzung ab 1955 zur Verfügung. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde deshalb der Analysezeitraum auf 1955-2006 festgelegt.

Die Analyse erfolgte im Zeitraum zwischen dem 10.10.2007 und dem 29.10.2007 (letzte Aktualisierung).

2.5.1.1 PubMed

Die Ergebnisse, die die Stichwortanalyse nach „air pollution“ OR „air quality“ zeigte, wurden über die „Limits“-Funktion auf dem Zeitraum zwischen 01.01.1955 und 31.12.2006 eingegrenzt. Mit Hilfe dieser Angaben entwickelte die „Automatic Term-Mapping“-Funktion der Datenbank folgenden Analysebegriff:

```
"air pollution"[All Fields] OR "air quality"[All Fields] AND ("1955/01/01"[PDAT] : "2006/12/31"[PDAT])
```

Unter diesen Vorgaben konnten 28.383 Veröffentlichungen gefunden werden. Da die Analyse nicht weiter eingegrenzt wurde, enthalten die Ergebnisse somit Artikel in deren Titel, Abstract oder zugeordneter Stichwortliste („MeSH-Terms“ oder „Keywords“) einer der genannten Begriffe auftaucht.

2.5.1.2 Web of Science

Die Analyse nach „air pollution“ OR „air quality“ wurde auf die Jahre 1955-2006 begrenzt und erbrachte 26.253 Einträge in Titeln, Abstracts und Stichworten. Im weiteren Verlauf wurden die Ergebnisse mit verschiedenen durch „Web of Science“ zur Verfügung gestellten Analysetools nach Erscheinungsjahr („publication year“), Autor („author“), Ort der Veröffentlichung („country/territory“), Dokumententyp („document type“), publizierender Einrichtung („institution name“), Sprache („language“), Titel der veröffentlichenden Quelle („source title“) und forschendem Fachbereich („subject area“) analysiert. Über den „Science Citation Index“ konnten die Ergebnisse mittels der Funktion „Create Citation Report“ bezüglich ihrer Zitierungen betrachtet werden.

2.5.2 Feinstaub/PM10

Um Vergleichbarkeit gewährleisten zu können, wurde die Analyse von vornherein auf den Zeitraum zwischen dem 01.01.1955 und dem 31.12.2006 eingegrenzt. Da sich zunächst größere Unterschiede in den Ergebniszahlen ergaben, wurde die Analysestrategie noch einmal überarbeitet, um diese anzugleichen.

Die Analyse erfolgte im Zeitraum zwischen dem 10.10.2007 und dem 29.10.2007. Die nachträgliche Eingrenzung des Analysebegriffs (s. Kap. 2.5.2.1 und 2.5.2.2) erfolgte am 18.02.2008 (letzte Aktualisierung). Hierbei wurde zunächst die ursprüngliche Stichworteingabe

durchgeführt und die Ergebniszahlen mit den im Oktober 2007 gewonnenen Daten verglichen, um eine Übereinstimmung garantieren zu können.

2.5.2.1 PubMed

Die Eingabe der zunächst gewählten Analysebegriffe „particulate matter“ OR „pm10“ unter dem Limit 01.01.1955 - 31.12.2006 ("particulate matter"[All Fields] OR "pm10"[All Fields] AND ("1955/01/01"[PDAT] : "2006/12/31"[PDAT])) ergab 5328 Einträge.

Da sich hier eine große Differenz zu den kurz darauf erhaltenen Ergebnissen bei entsprechender Strategie im „Web of Science“ zeigte, wurde unter Verwendung der „MeSH-Database“ nach Verknüpfungen von „air pollution“ OR „air quality“ und „particulate matter“ OR „pm10“ gesucht. Hierbei standen „air quality“ und „pm10“ nicht als „MeSH-Terms“ zur Verfügung, sodass sich folgender Analysebegriff ergab: "Air Pollution"[Mesh] AND "Particulate Matter"[Mesh] AND ("1955/01/01"[PDAT] : "2006/12/31"[PDAT]). Dieser erbrachte 2738 Ergebnisse.

2.5.2.2 Web of Science

Die anfänglich genutzte Analysestrategie nach „particulate matter“ OR „pm10“ im Zeitraum von 1955-2006 zeigte 12.193 Veröffentlichungen. Auf Grund der erheblichen Differenz zu den Ergebniszahlen bei der Datenbank MEDLINE über „PubMed“ wurde als weitere Strategie innerhalb der Ergebnisse der anfänglich durchgeführten Analyse nach „air pollution“ OR „air quality“ eine Analyse nach den Stichworten „particulate matter“ OR „pm10“ hinzugefügt. Hierzu wird im „Web of Science“ die Funktion „Search within results“ innerhalb des Aufgabenfeldes „Refine Results“ genutzt. Im o. g. Zeitraum ergab diese Anpassung 3567 Einträge.

Somit wurden ähnliche Ergebniszahlen erreicht, jedoch unter Einbuße an Quantität.

Das weitere Analyseverfahren erfolgte wie in Kap. 2.5.1.2 beschrieben.

2.5.3 Schwefeldioxid

Auch bei der Stichwortanalyse zum Thema Schwefeldioxid wurde das Limit 1955-2006 als Rahmen gesetzt, um die Anzahl der Veröffentlichungen mit den Ergebnissen der vorherigen Analysen vergleichen zu können. Hier zeigten sich ebenfalls größere Unterschiede zwischen den beiden genutzten Datenbanken, sodass die Strategie geändert wurde (s. Kap. 2.5.3.1 und 2.5.3.2).

Diese Analyse unter veränderten Vorgaben erfolgte am 03.03.2008 (letzte Aktualisierung) unter Abgleich der Ergebnisse mit den ursprünglich am 10.10.2007 gespeicherten Daten.

2.5.3.1 PubMed

Da in der englischen Sprache zwei Schreibweisen nebeneinander existieren, wurde zunächst als Analysebegriff „sulfur dioxide“ OR „sulphur dioxide“ eingegeben und erbrachte im angegebenen Zeitraum 4058 Publikationen. Analysebegriff: "sulfur dioxide"[All Fields] OR "sulphur dioxide"[All Fields] AND ("1955/01/01"[PDAT] : "2006/12/31"[PDAT])

Die danach unter geänderten Kriterien durchgeführte Analyse ergab über die „MeSH-Database“ unter Kombination der ursprünglichen Stichworte und der initial benutzten Schlagworte „air pollution“ und „air quality“ 1068 Ergebnisse. Da „air quality“ und „sulphur dioxide“ nicht als „MeSH-Terms“ existieren, ergab sich folgende Begriffskombination:

"Air Pollution"[Mesh] AND "Sulfur Dioxide"[Mesh] AND ("1955/01/01"[PDAT] : "2006/12/31"[PDAT])

2.5.3.2 Web of Science

Die durch eine Analyse nach „sulfur dioxide“ OR „sulphur dioxide“ erreichte Anzahl von 12.415 Einträgen wich stark von der Ergebniszahl in der Datenbank MEDLINE ab. Daher wurde die Analysestrategie wie folgt revidiert: Innerhalb der Ergebnisse der Analyse nach „air pollution“ OR „air quality“ im festgelegten Zeitraum zwischen 1955 und 2006 wurde über „Search within results“ nach „sulfur dioxide“ OR „sulphur dioxide“ gesucht. Diese Kombination ergab 1440 Veröffentlichungen.

Wieder wurden die Ergebniszahlen unter erheblichem Quantitätsverlust angeglichen.

2.5.4 Spezielle Analysestrategien

2.5.4.1 Ergebnisvergleich von „Web of Science“ und „PubMed“

Die Analysestrategie ist in den Kapiteln 2.5.1, 2.5.2 und 2.5.3 beschrieben. Die Analysen wurden zwischen dem 10.10.2007 und dem 29.10.2007 durchgeführt und am 18.02.2008 bzw. am 03.03.2008 letztmalig aktualisiert (s. Kap. 2.5.2 und 2.5.3).

2.5.4.2 Analyse mit Hilfe von „Web of Science“-Tools

Das „Web of Science“ bietet unter der Funktion „Analyze Results“ die Möglichkeit, die gefundenen Ergebnisse unter verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren. Alle Analysen wurden unter den Vorgaben „Analyze: upTo 100.000 records, show the top 500 results, minimum record count (Threshold): 1, sort by record count“ durchgeführt. Die sortierten Ergebnisse wurden über die Funktion „Save Analysis Data to File“ gespeichert und mit dem Programm „Microsoft Office Excel“ bearbeitet. Hierbei wurden sie sortiert, katalogisiert und letztendlich grafisch dargestellt.

- Publikationsjahre

Nach initialer Analyse nach dem Stichwort „air pollution“ OR „air quality“ bis 2006 wurden die Ergebnisse mit Hilfe des Tools „Analyze Results“ nach „Publication Year“ sortiert. Zur besseren Übersicht erfolgte eine grafische Darstellung der Ergebnisse und anschließend wurde die in Kapitel 2.5.1 beschriebene Begrenzung des Zeitrahmens festgesetzt.

Danach wurden sämtliche in diesem Zeitraum gefundenen Ergebnisse (alle Suchbegriffe) wiederum nach Publikationsjahr analysiert und über Excel grafisch dargestellt.

- Autoren

Über die Suchfunktion „Authors“ wurden die Veröffentlichungen nach publizierenden Autoren sortiert. Dabei wurden die zehn meist veröffentlichenden Autoren dargestellt, ihre Zusammenarbeit und ihr gegenseitiges Zitierungsverhalten untersucht. Hier waren 544 Artikel mit [ANON] versehen, was im „Web of Science“ für „anonymous“ verwendet wird. Offenbar konnten diese Artikel keinem Autor eindeutig zugeordnet werden, sodass diese in der Analyse nicht berücksichtigt werden konnten.

- Publikationsländer

Über die Sortierungsfunktion „Country/Territory“ wurden die Ergebnisse nach Publikationsländern dargestellt. Hierbei ergab die Summe aller Publikationen nach Ländern sortiert eine größere Zahl als die ursprüngliche Ergebniszahl; dies traf für alle drei Analysebegriffe zu (31.395 vs. 26.253 für „air pollution“ OR „air quality“, 4722 vs. 3567 für „particulate matter“ OR „pm10“ innerhalb der Ergebnisse für „air pollution“ OR „air quality“ und 1891 vs. 1440 für „sulphur dioxide“ OR „sulfur dioxide“ innerhalb der Ergebnisse für „air pollution“ OR „air quality“). Dies ist vor allem durch Mehrfachzuordnungen zu erklären, wenn Publikationen unter Kooperation mehrerer Länder entstanden sind und diese Länder jeweils in der Adresszeile vermerkt sind.

Ergebnisse für „ENGLAND“, „SCOTLAND“, „WALES“ und „NORTH IRELAND“ wurden unter Großbritannien, Ergebnisse für „GERMANY“, „FED REP GER“, „WEST GERMANY“, „GER DEM REP“ und „BUNDES REPUBLIK“ unter Deutschland zusammengefasst. Die Adresszeilen der Veröffentlichungen der ehemaligen Tschechoslowakei („CZECHOSLOVAKIA“) wurden einzeln eingesehen und den angegebenen Orten entsprechend der tschechischen Republik oder der Slowakei zugeordnet. Analog hierzu erfolgte eine Zuordnung von Arbeiten aus der ehemaligen UDSSR. Publikationen aus Hong Kong wurden ihrem Erscheinungsjahr entsprechend Großbritannien oder China zugeordnet.

Die grafische Darstellung erfolgte u. a. nach dem in Kapitel 2.3 dargestellten Prinzip des Density-Equalizing Mapping als Kartenanamorphote.

- Publikationssprachen

Nach Analyse der Ergebnisse nach Publikationssprachen („Language“) wurden sie zunächst grafisch dargestellt und daraufhin alle Sprachen mit mindestens 30 Publikationen separat dargestellt, wobei Sprachen mit weniger als 30 Veröffentlichungen unter ANDERE zusammengefasst wurden. Welche Sprachen im Einzelnen unter diesem Oberbegriff zusammengefasst wurden, findet sich in den einzelnen Kapiteln. Auf Grund der massiven Dominanz der englischen Sprache musste diese Modifikation zur besseren grafischen Darstellung erwogen werden.

- Art der Veröffentlichung

Über die Eigenschaft „Document Type“ wurden die Ergebnisse sortiert, gespeichert und dargestellt.

- Zeitschriften

Die Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften erfolgte über das Analysekriterium „Source Title“. Die zehn meist publizierenden Zeitschriften wurden dargestellt; genauso ihr Impact Factor, ihr h-Index und die Werte für den Unmittelbarkeitsindex und das Cited Half-Life.

- Forschungsgebiet

Für diese Analyse wurde das Analysetool „Subject Category“, das im Laufe der Analyse von Thomson Scientific in „Subject Area“ umbenannt wurde, verwendet. Hier werden die Veröffentlichungen einzelnen Forschungsbereichen zugeordnet.

2.5.4.3 Zitationsanalyse

Zur Zitationsanalyse wurden die Ergebnisdaten der Analysen dem Feature „Citation Report“ unterworfen.

- Zitationsjahre

Hierzu wurden die Ergebnisse einzeln nach Erscheinungsjahr untersucht, da der „Citation Report“ nur eine begrenzte Anzahl an Veröffentlichungen verarbeiten kann. So kann dargestellt werden, wie oft Erscheinungen aus dem betreffenden Jahr zitiert wurden.

- Zitationsrate

Teilt man die Zitierungen in den einzelnen Jahren durch die Anzahl der Veröffentlichungen im untersuchten Jahr, so erhält man die Zitationsrate des jeweiligen Jahres.

- Zitierungen der einzelnen Länder

Die Analyseergebnisse wurden nach Ländern sortiert und die Ergebnisse für die Länder einzeln nach Zitierungen analysiert. So wurden absolute Zitationszahlen und Zitationsraten der Länder ermittelt.

- Autoren

Die Veröffentlichungen der zehn meist veröffentlichenden Autoren wurden einzeln auf Zitierungen hin betrachtet. Die zitierenden Artikel wurden wiederum nach Autoren sortiert, sodass das Zitierungsverhalten der Autoren untereinander dargestellt werden konnte.

2.5.4.4 Autorenanalyse

Die Produktivität der einzelnen Autoren wurde über das Analysekriterium „Authors“ in absoluten Zahlen festgestellt. Über die Autorenkooperation (s. Kap. 2.4.1) und das Zitierungsverhalten der zehn bzw. 15 produktivsten Autoren untereinander (s. Kap. 2.5.4.2 und 2.5.4.3) konnten weitere Aussagen über die Publikationsaktivität der einzelnen Autoren getroffen werden. Weiterhin wurde festgestellt, bei wie vielen der Publikationen die einzelnen Autoren auch die Erstautorenschaft innehaben.

Dabei wurden Autoren mit gleich vielen Veröffentlichungen auf einen Platz in der Rangliste gezählt, sodass die Liste der zehn meist veröffentlichenden Autoren durchaus mehr als zehn Autoren beinhalten kann.

Die Artikel der zehn meist veröffentlichenden Autoren wurden über die „Sort by“-Funktion nach Erstautorenschaft sortiert und mit den Gesamtveröffentlichungen vergleichend dargestellt.

2.5.4.5 Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen

Die Gesamtheit der Ergebnisse wurde über die Funktion „Search within results“ nach den Organsystemen durchsucht, die Gegenstand der jeweiligen Studie waren. Dabei wurden als Suchbegriffe (Tab.2) verwendet:

Tabelle 2: Analysebegriffe zur Zuordnung der Veröffentlichungen zu untersuchten Organsystemen

„brain“ für das Gehirn
„eye“ OR „eyes“ für das Auge
„nose“ für die Nase
„ear“ für das Ohr
„neck“ für den Hals
„skin“ für die Haut
„breast“ für die Brust
„heart“ für das Herz
„artery“ OR „arteries“ OR „arterial“ für das arterielle System
„vein“ OR „veins“ OR „venous“ für das venöse System
„lung“ OR „respiratory system“ für die Lunge
„stomach“ OR „gastric“ für den Magen
„intestine“ OR „intestinal“ OR „bowel“ für den Darm
„liver“ für die Leber
„pancreas“ für das Pankreas
„kidney“ OR „kidneys“ für die Nieren
„genital“ OR „genitals“ für die Geschlechtsorgane
„hormone“ OR „hormones“ für das Hormonsystem
„arm“ OR „arms“ für die Arme
„foot“ OR „feet“ für die Füße
„muscle“ OR „muscles“ OR „musculature“ für die Muskulatur
„throat“ OR „fauces“ OR „pharynx“ für den Rachenbereich

Die den jeweiligen Analysebegriffen zugeordneten Ergebnisse wurden danach nach Herkunftsländern sortiert und zum Schluss bildlich dargestellt. Die Analyse erfolgte am 26.02.2008 (letzte Aktualisierung).

Methodik

Da die Summe aller zugeordneten Veröffentlichungen nicht der Gesamtzahl der analysierten Publikationen entspricht, muss postuliert werden, dass diejenigen Einträge, die besagte Differenz bilden, keinem Organsystem zugeordnet werden können.

3. Ergebnisse

3.1 Luftverschmutzung

3.1.1 Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und in „PubMed“

Die Analyse nach in Kapitel 2.5.1 beschriebener Strategie erbrachte im Zeitraum seit Katalogisierung in beiden Datenbanken 27.497 Veröffentlichungen bei „Web of Science“ und 19.713 bei „PubMed“. Nach Revidierung des Analysebegriffs auf „air pollution“ OR „air quality“ wurden 28.640 Treffer bei „Web of Science“ und 30.256 bei „PubMed“ angezeigt. Der endgültige Analysebegriff mit der zeitlichen Begrenzung von 1955-2006 erbringt schließlich 26.253 Publikationen im „Web of Science“ und 28.416 in „PubMed“ (Abb.6).

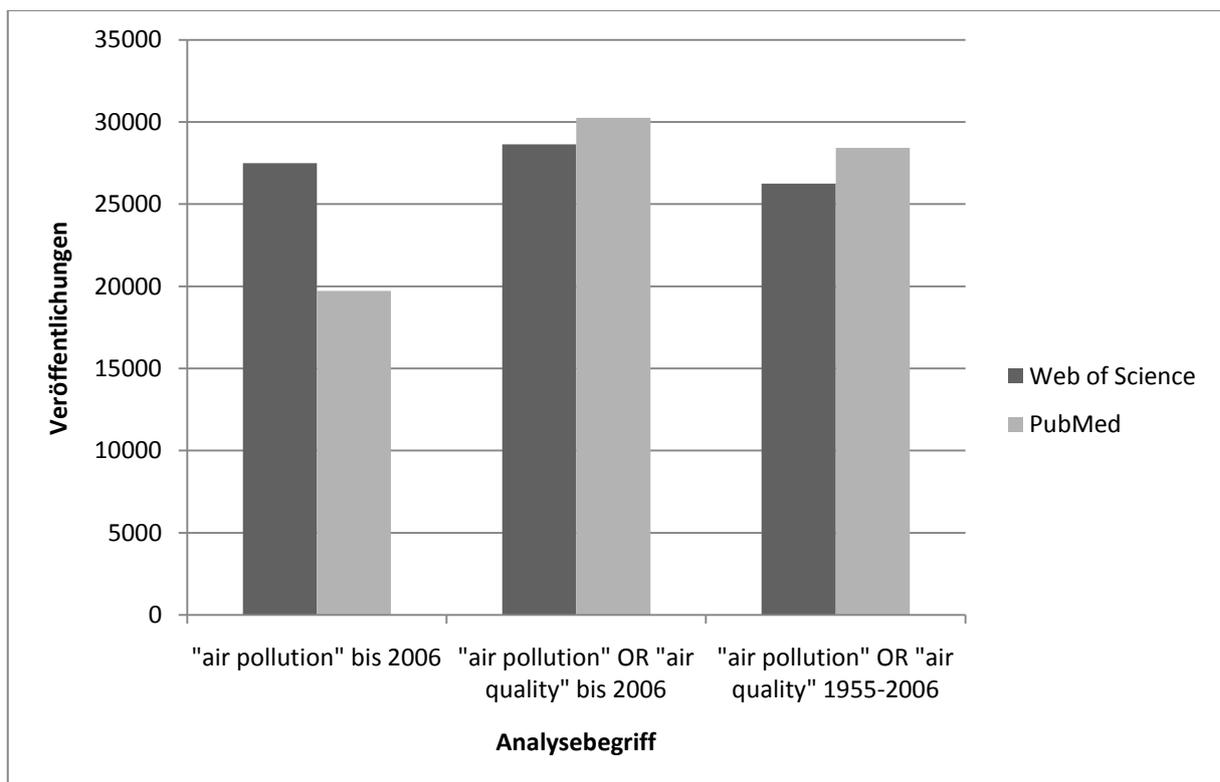


Abbildung 6: Anzahl der Veröffentlichungen nach verschiedenen Suchbegriffen in den Online-Datenbanken „Web of Science“ und „PubMed“

3.1.2 Analyse nach Erscheinungsjahren

3.1.2.1 Publikationen in den entsprechenden Erscheinungsjahren

Die Analyse der Ergebnisse nach Publikationsjahren im „Web of Science“ zeigt eine mäßige Zunahme der Veröffentlichungsaktivität ab dem Jahr 1964 und etwa konstante Zahlen bis 1990. Ab 1991 ist ein rasanter Anstieg zu beobachten, der bis zum Ende des Analysezeitraums anhält. Ein leichter Einbruch findet sich im Jahr 2005 (Abb.7).

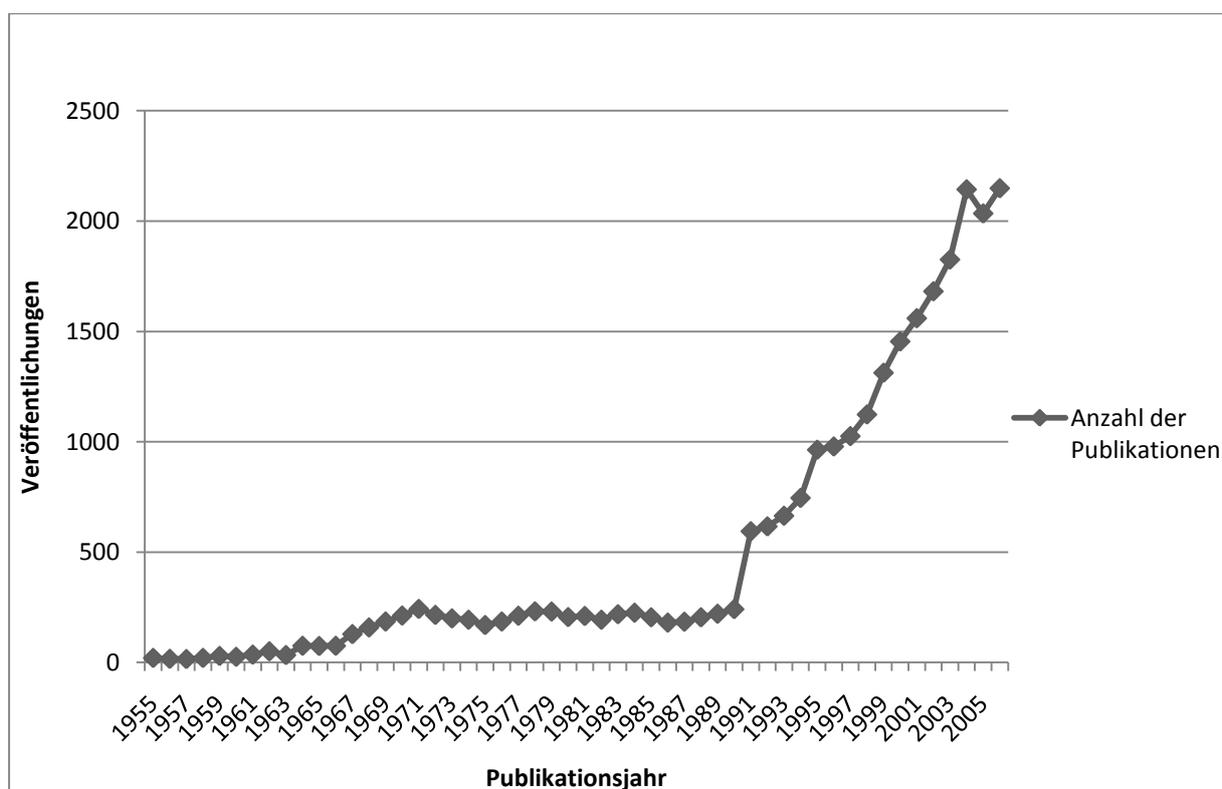


Abbildung 7: Anzahl der Veröffentlichungen im „Web of Science“ dargestellt nach Erscheinungsjahren

Vergleicht man die Analyse nach Publikationsjahren mit den Ergebnissen aus „PubMed“, die ebenfalls nach Jahren sortiert wurden, erhält man ein etwas anderes Bild: Während die Publikationszahl im „Web of Science“ bis zum Jahr 1972 mäßig zunehmen und dann bis 1990 um einen Mittelwert von etwa 207 schwanken, findet sich in den Ergebnissen bei „PubMed“ eine Zunahme bis zum Jahr 1974, dann wiederum eine Abnahme der Publikationszahl pro Jahr mit einem Tiefpunkt von 200 Veröffentlichungen im Jahr 1984, ebenfalls eine Stagnation bis 1990 und ein mit dem „Web of Science“ vergleichbarer Anstieg ab 1991 (Abb.8).

Ergebnisse

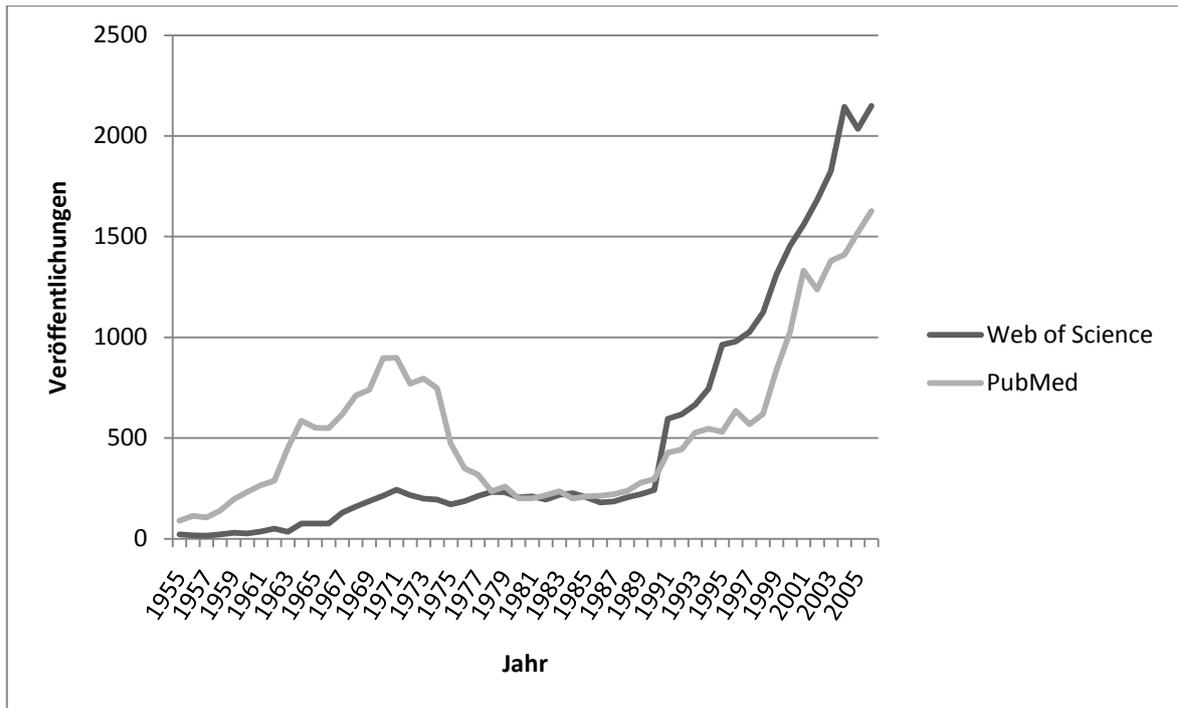


Abbildung 8: Veröffentlichungen nach Erscheinungsjahren; Online-Datenbanken „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich

3.1.2.2 Zitierungen von Veröffentlichungen analysiert nach Erscheinungsjahr

Ähnlich der Entwicklung im Veröffentlichungsverhalten über die Zeit (s. Kap. 3.1.2.1) gestalten sich auch die Zitierungsraten. Seit Beginn des untersuchten Zeitraums steigt die Zahl der jährlichen Zitierungen konstant an. Ab dem Jahr 1991 zeigt sich ein deutlich rasanterer Anstieg pro Jahr als vorher. Im Vergleich zu den Veröffentlichungszahlen steigen die Zahlen der Zitierungen pro Jahr jedoch ein wenig stärker an (Abb.9). Auch in besagtem Zeitraum seit 1991 steigen die Zitierungszahlen in etwa konstant an, nur mit größerer Zunahme pro Jahr (Abb.10).

Ergebnisse

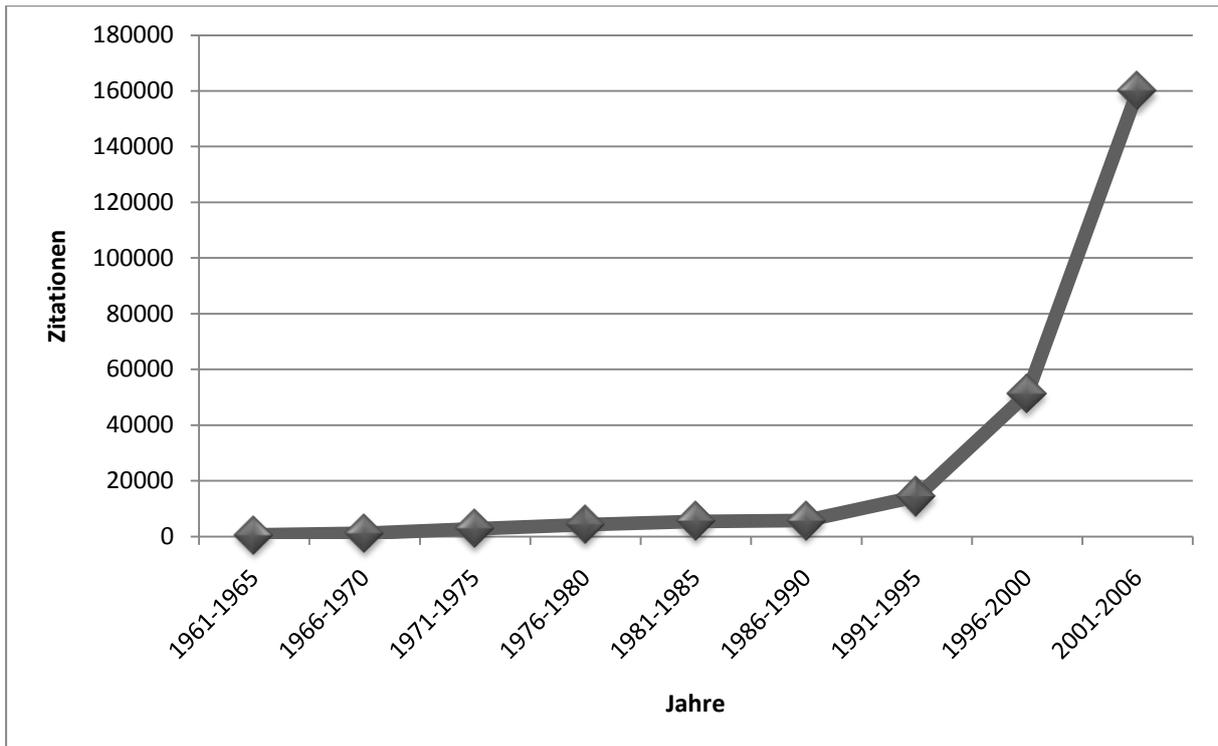


Abbildung 9: Zitierungen pro Jahr; Zitierungen (1955-2006) in Fünf-Jahres-Intervallen

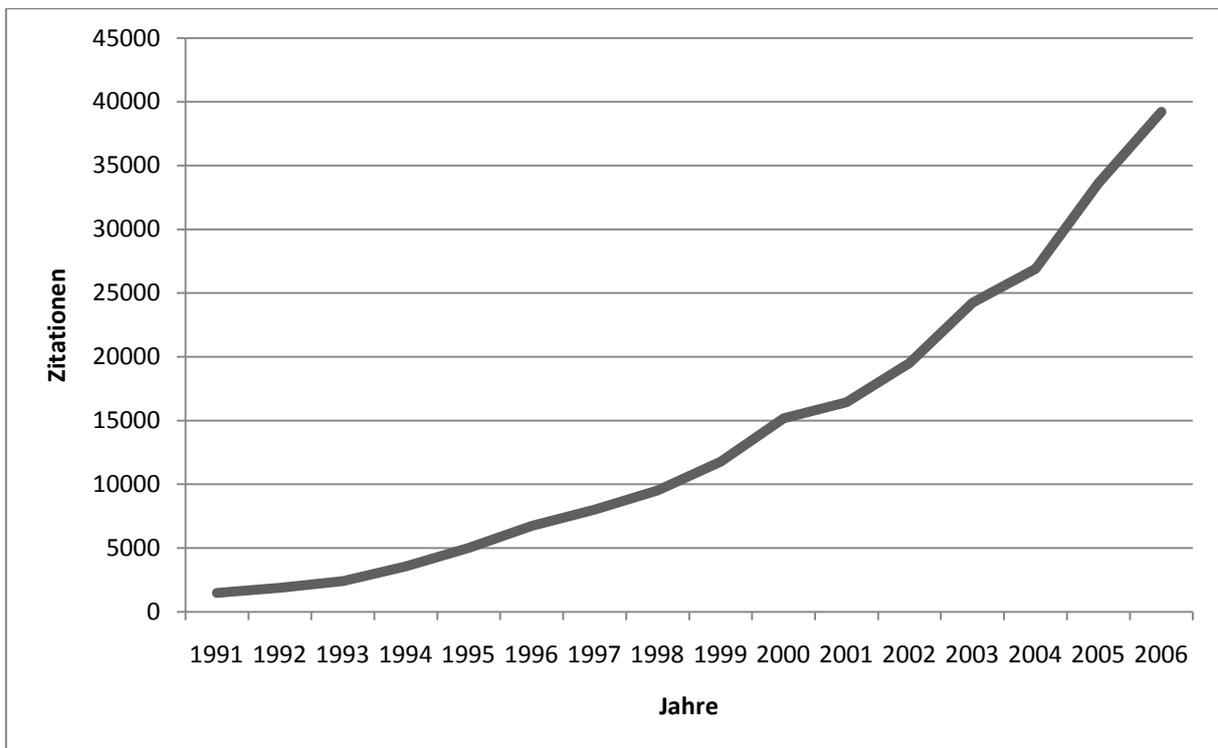


Abbildung 10: Zitierungen pro Jahr 1991-2006

3.1.3 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationssprachen

Die Analyse der einzelnen Publikationen nach ihrer Erscheinungssprache zeigt eine massive Dominanz der englischen Sprache, die heute als Hauptverständigungsmittel in der Wissenschaft angesehen wird. So sind rund 96% aller Veröffentlichungen auf Englisch geschrieben, etwa 2% in deutscher, 1% in französischer und je weniger als 1% in spanischer, japanischer und russischer Sprache verfasst. Ein weiteres Prozent aller Veröffentlichungen entfällt auf „andere“ Sprachen, die im Folgenden aufgeführt werden (Abb.11).

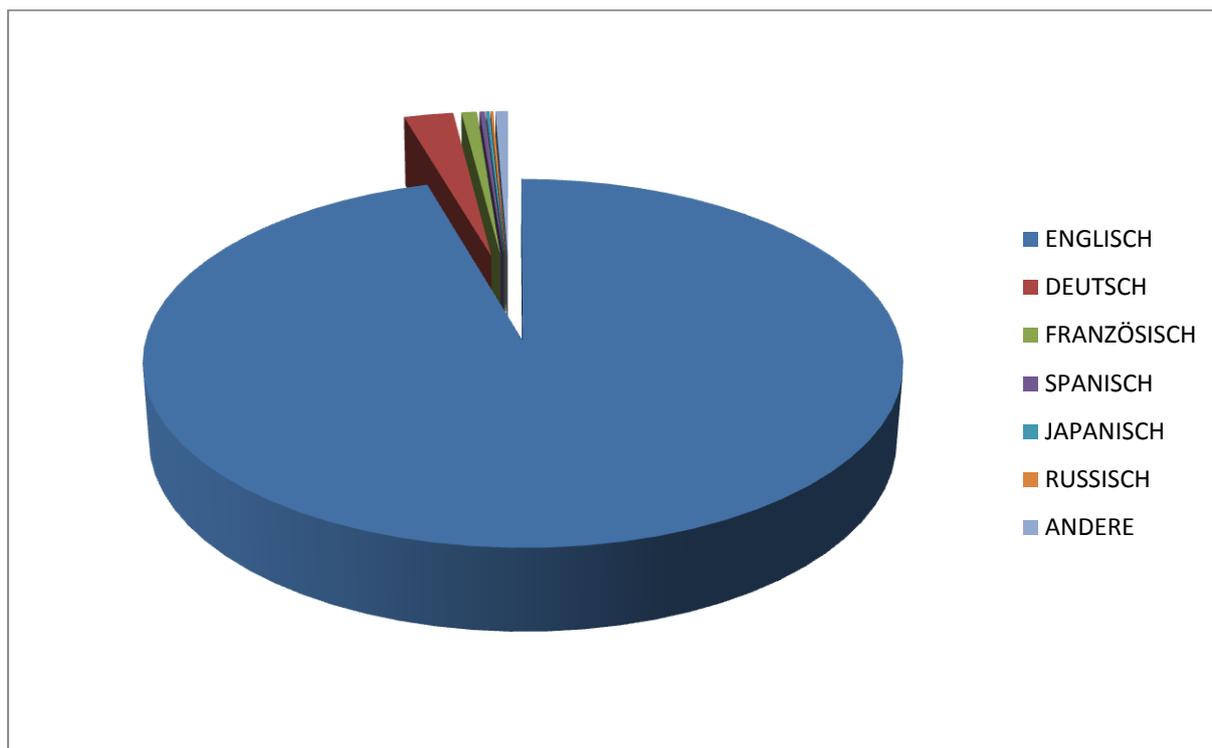


Abbildung 11: Anteilige Darstellung der Veröffentlichungen analysiert nach Sprachen

Im Einzelnen erscheinen 25.071 Publikationen auf Englisch, 655 auf Deutsch und 205 auf Französisch. Sprachen, in denen weniger als 100 Veröffentlichungen erschienen sind, sind Spanisch (72), Japanisch (48), Russisch (37), Ungarisch (28), Portugiesisch (26), Italienisch (22), Schwedisch (21), Chinesisch (19), Tschechisch (11), Polnisch (11), Slowenisch (6), Rumänisch (5), Finnisch (4), Afrikaans (3), Norwegisch (2), Serbo-Kroatisch (2) und Niederländisch, Flämisch, Hebräisch, Koreanisch und Ukrainisch mit jeweils einer Publikation (Abb.12).

Ergebnisse

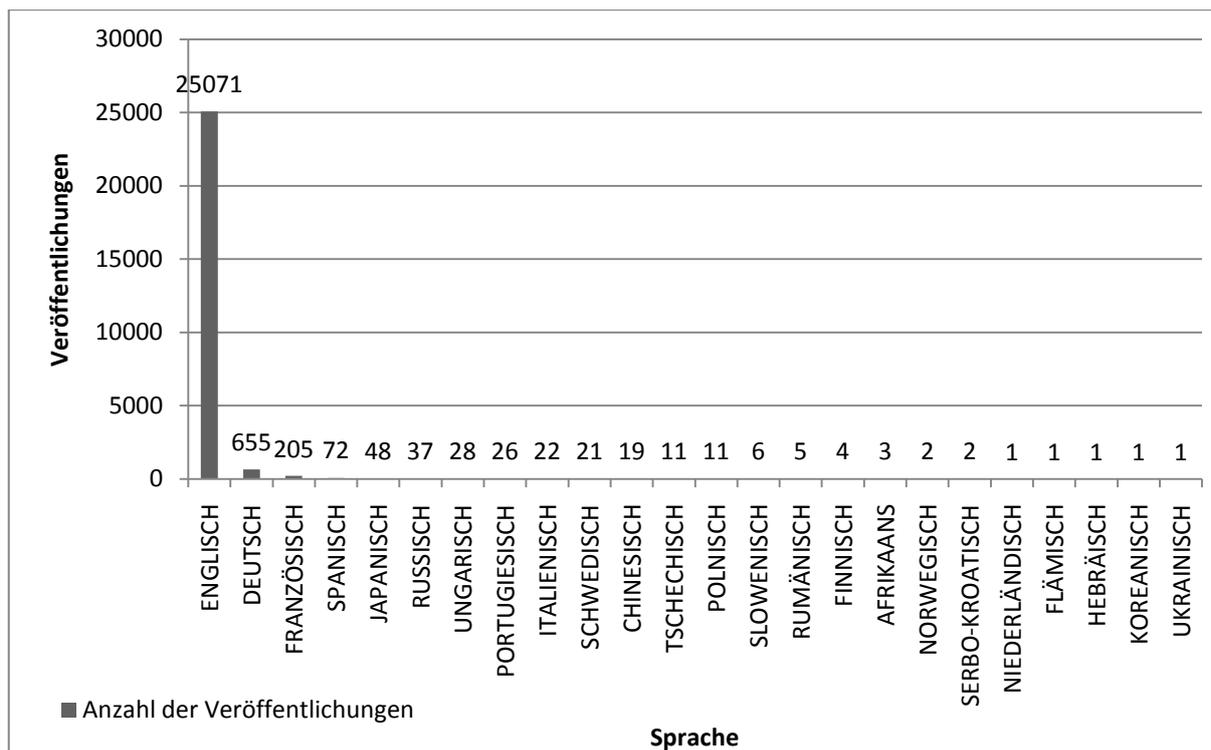


Abbildung 12: Veröffentlichungen analysiert nach Sprachen in absoluten Zahlen

3.1.4 Analyse der Veröffentlichungen nach Erscheinungsländern

Bei der Analyse nach Erscheinungsländern ergab sich nach dem ersten Analyseschritt eine größere Anzahl an Ergebnissen als Einträge für den genutzten Analysebegriff. Die Gründe hierfür wurden in Kapitel 2.5.4.2 erörtert.

3.1.4.1 Zuordnung der Veröffentlichungen zu Erscheinungsländern

Bei der Analyse der Publikationen nach Ländern korrelieren nur die meist veröffentlichenden Länder mit den Ergebnissen der Sprachanalyse. So ergibt die Summe der Erscheinungen in den USA, England und Kanada als englisch-sprachige Länder die weitaus größte Anzahl an Publikationen, gefolgt von den in Deutschland erschienenen. Mit weiter sinkenden Publikationszahlen ist keine Korrelation zur Landessprache mehr gegeben.

So haben die USA mit 9974 Veröffentlichungen den mit Abstand größten Anteil an der Anzahl der gesamten Veröffentlichungen. Es folgen Großbritannien mit 1986, Deutschland mit 1698 und Kanada mit 1276. Aus den Ländern Italien, der Volksrepublik China, Frankreich, den Niederlanden, Japan, Schweden, Griechenland, Finnland, der Schweiz, Indien, Australien, Spanien, Dänemark, Polen und Norwegen kommen jeweils weniger als 100 Arbeiten (Abb.13).

Ergebnisse

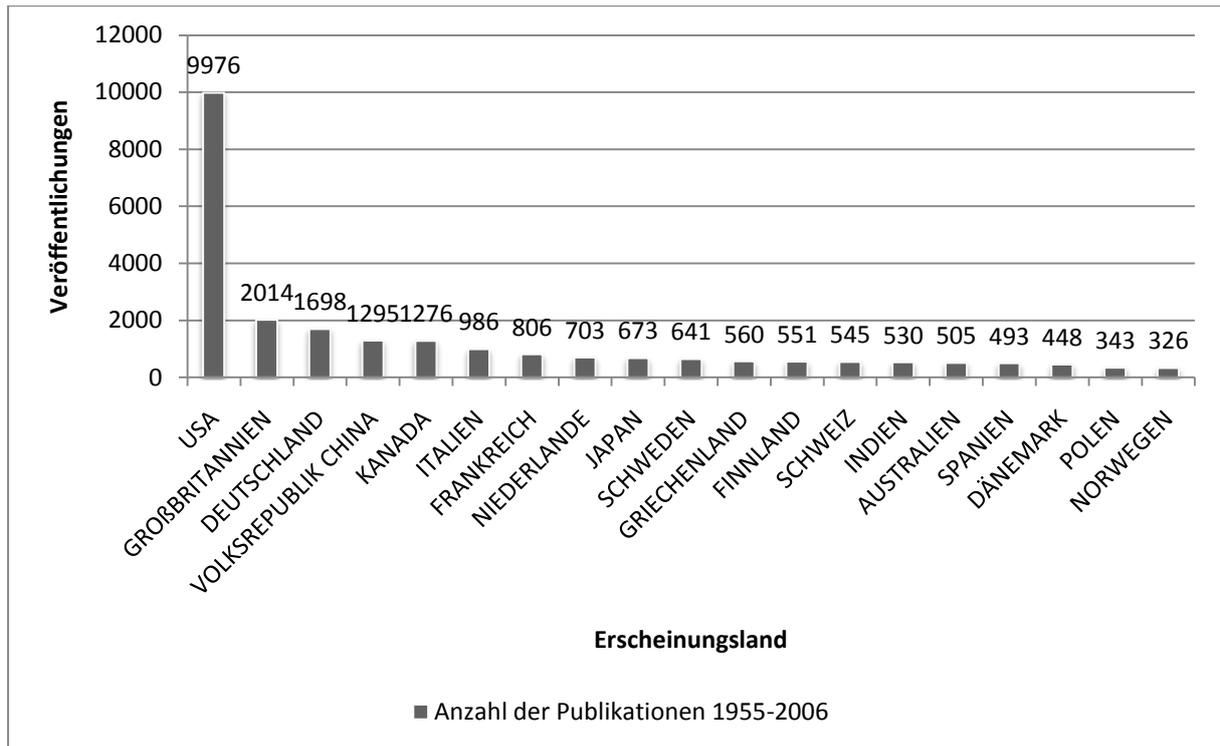


Abbildung 13: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern (gezeigt sind die ersten 20 Länder)

3.1.4.2 Internationaler Vergleich der Publikationsaktivität (Density-Equalizing Mapping)

Die Zuordnung der totalen Anzahl an Veröffentlichungen zu einzelnen Ländern ergibt nach Anwendung von Density-Equalizing-Berechnungen (s. Kap. 2.3) unten dargestelltes Bild (Abb.14).

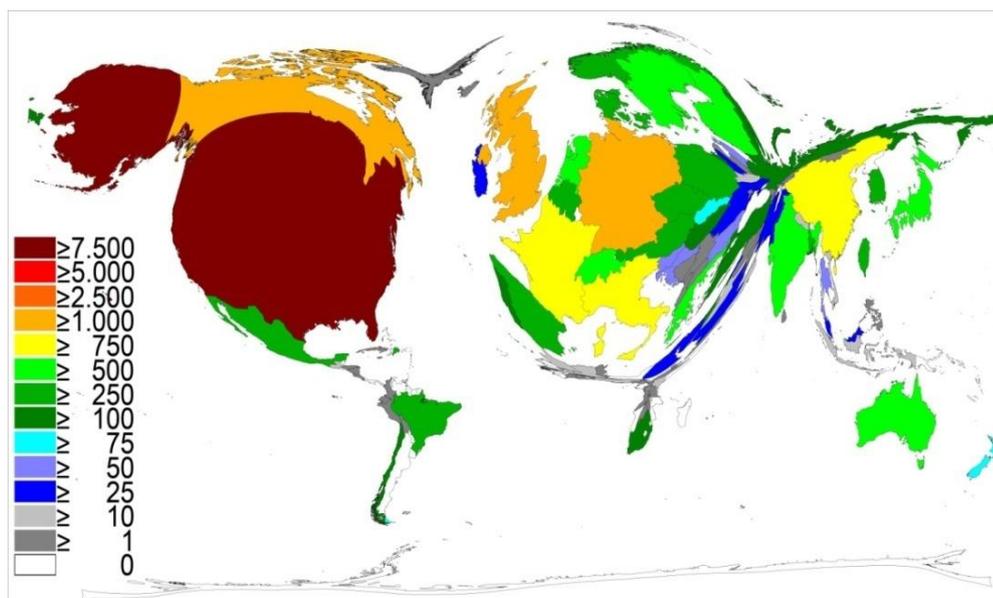


Abbildung 14: Veröffentlichungen zu Luftverschmutzung (density-equalized)

3.1.4.3 Zitierungen der Publikationen nach Erscheinungsländern

Die initiale Analyse der Zitierungen der einzelnen Veröffentlichungen sortiert nach ihren Erscheinungsländern ergibt folgendes Bild: Die USA können mit Abstand die meisten Zitierungen auf ihren Veröffentlichungen vereinigen (164.523), gefolgt von Großbritannien mit 31.605 (Abb.15). Da die USA aber auch die meisten Arbeiten veröffentlicht haben (s. Kap. 3.1.4.1), haben diese absoluten Zahlen nur bedingte Aussagekraft.

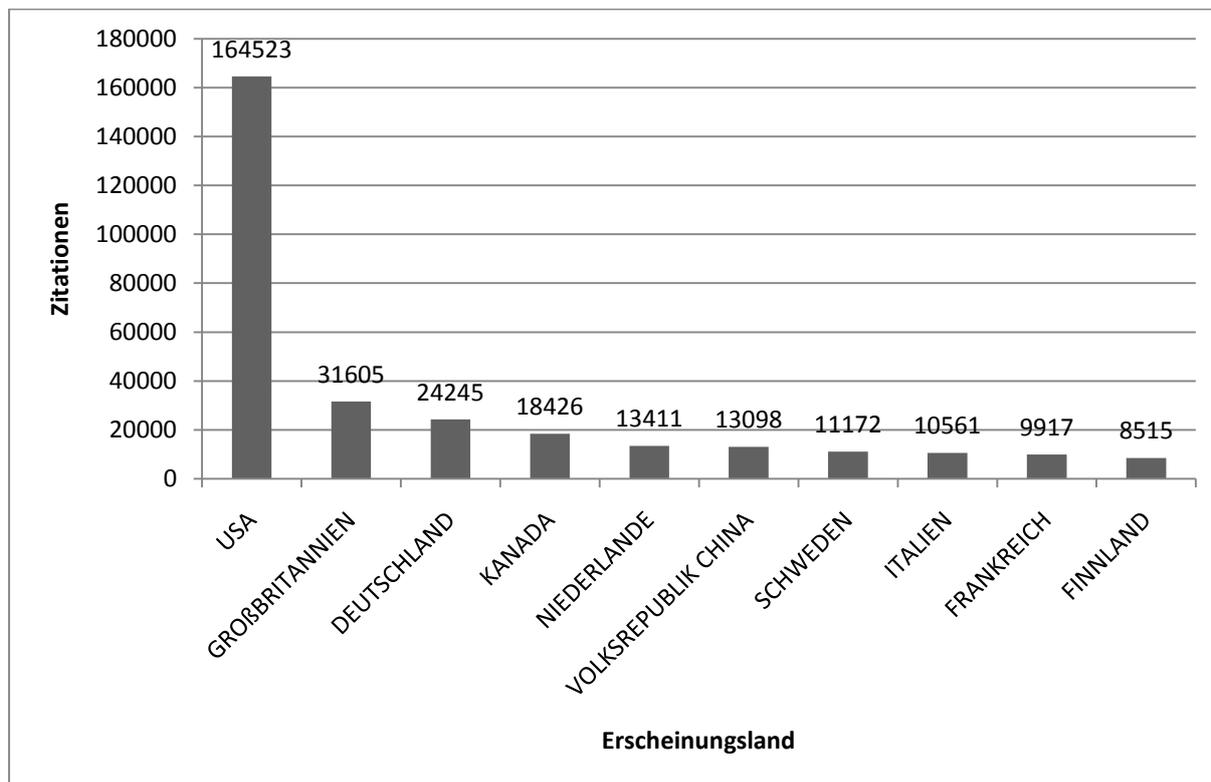


Abbildung 15: Zitierungen der Veröffentlichungen der einzelnen Länder in absoluten Zahlen

3.1.4.4 Zitationsrate der einzelnen Länder

Wie in Kapitel 3.1.4.3 angeführt, kann den absoluten Zitierungszahlen nur eine begrenzte Aussagekraft zugesprochen werden. Daher wurde zusätzlich die Zitationsrate der einzelnen Länder errechnet, um den Werten mehr Gewicht zu geben. Hier stellt sich Botswana mit durchschnittlich 191 Zitierungen pro Veröffentlichung als meist zitiertes Land heraus, einigermaßen dicht gefolgt von Malta mit im Schnitt 153,2 Zitierungen pro Publikation (Abb.16). Abbildung 17 zeigt die Zitationsraten im internationalen Vergleich.

Ergebnisse

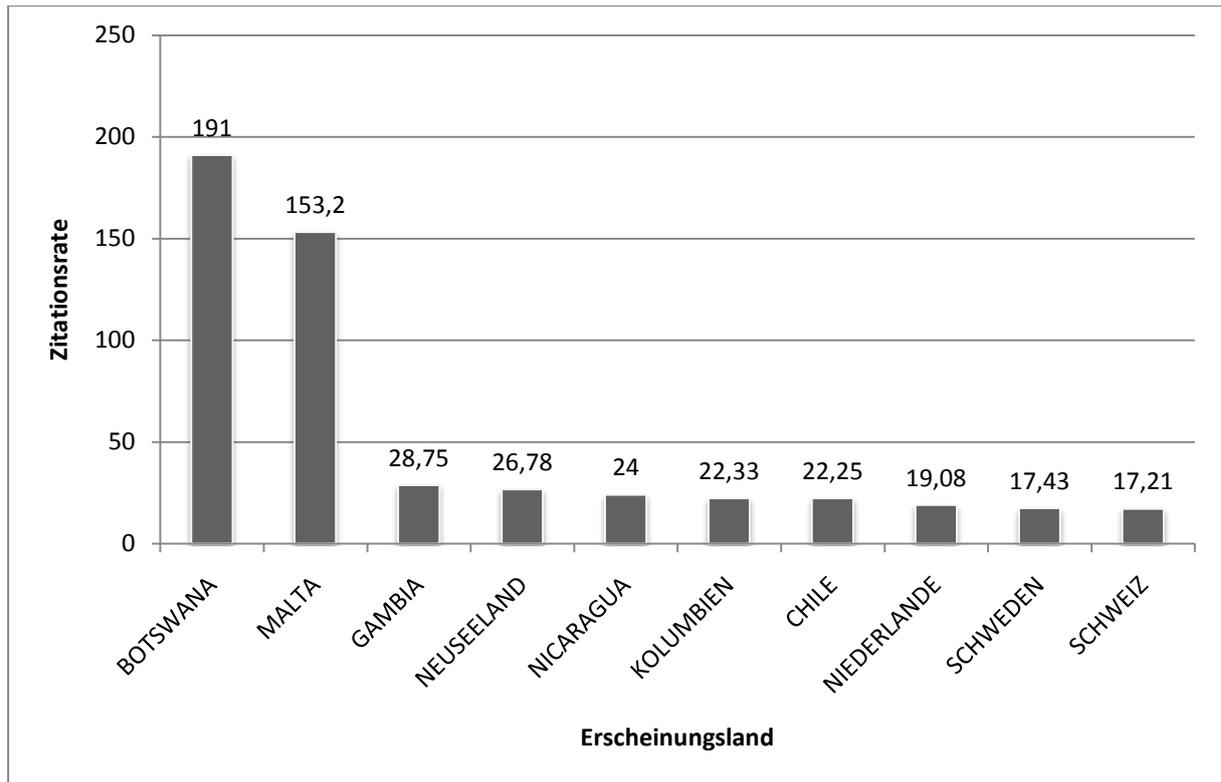


Abbildung 16: Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung der einzelnen Länder

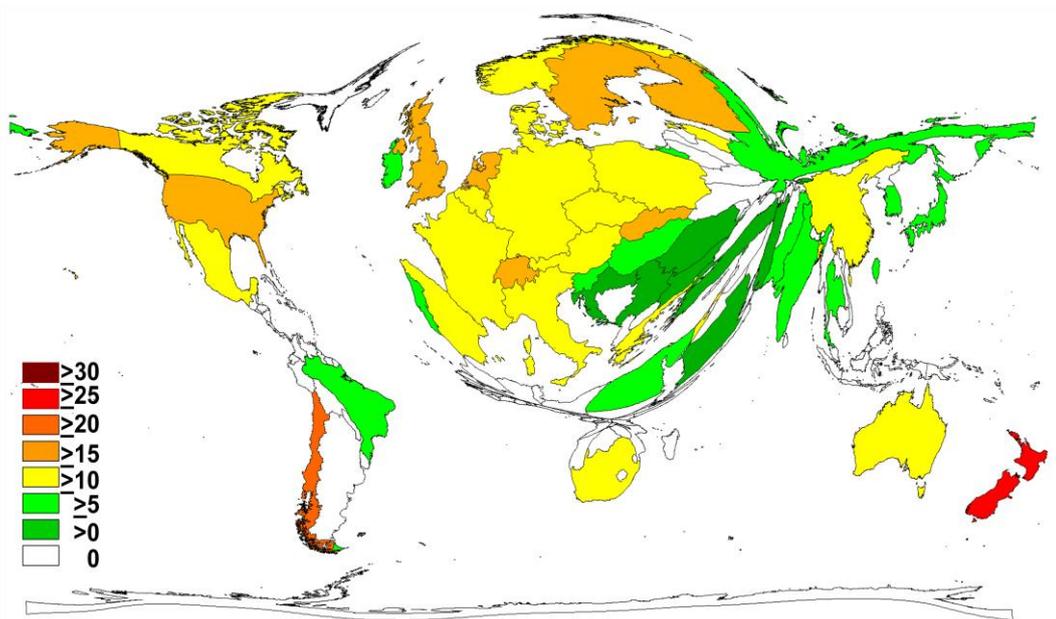


Abbildung 17: Zititationsraten der Veröffentlichungen der einzelnen Länder (density-equalized; Mindestanzahl 30 Veröffentlichungen)

3.1.5 Analyse der Publikationen hinsichtlich der Autoren

3.1.5.1 Analyse nach veröffentlichenden Autoren

Die Zuordnung der Publikationen zu ihren Verfassern zeigt, dass Joel Schwartz (USA) mit 214 Einträgen die meisten Veröffentlichungen herausgebracht hat. Ihm folgt Bert Brunekreef (NL) mit 118 Publikationen. Alle weiteren Autoren haben weniger als 100 Einträge. Gezeigt sind die zehn produktivsten Autoren. Das Land der Publikationstätigkeit ist in Klammern hinter dem Namen angegeben.

Der h-Index wurde für das letzte Analysejahr berechnet und ist ebenfalls angegeben. Er korreliert nicht immer mit den Publikationszahlen (Abb.18).

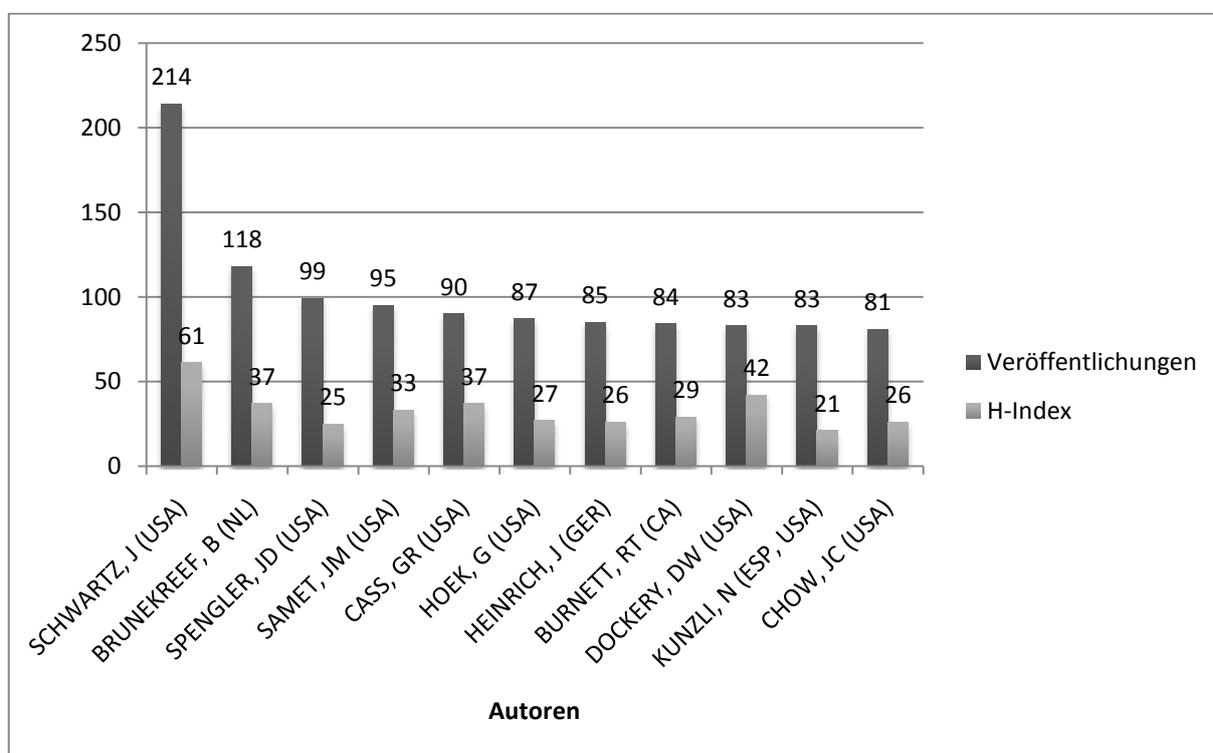


Abbildung 18: Die zehn meist veröffentlichenden Autoren mit absoluten Zahlen ihrer gelisteten Einträge und entsprechendem h-Index

3.1.5.2 Durchschnittliche Zitierungen der zehn produktivsten Autoren

Die Berechnung der Zitationsraten für die Artikel der einzelnen Autoren ergibt, dass Douglas W. Dockery (USA) mit durchschnittlich 125,54 Zitierungen pro veröffentlichtem Artikel die höchste Zitationsrate aufweist. Ihm folgt Joel Schwartz (USA) mit 57,05 Zitierungen pro Veröffentlichung.

Ergebnisse

Dieser konnte wiederum die meisten Zitierungen (12.209) in absoluten Zahlen auf seinen Publikationen vereinigen (Abb.19).

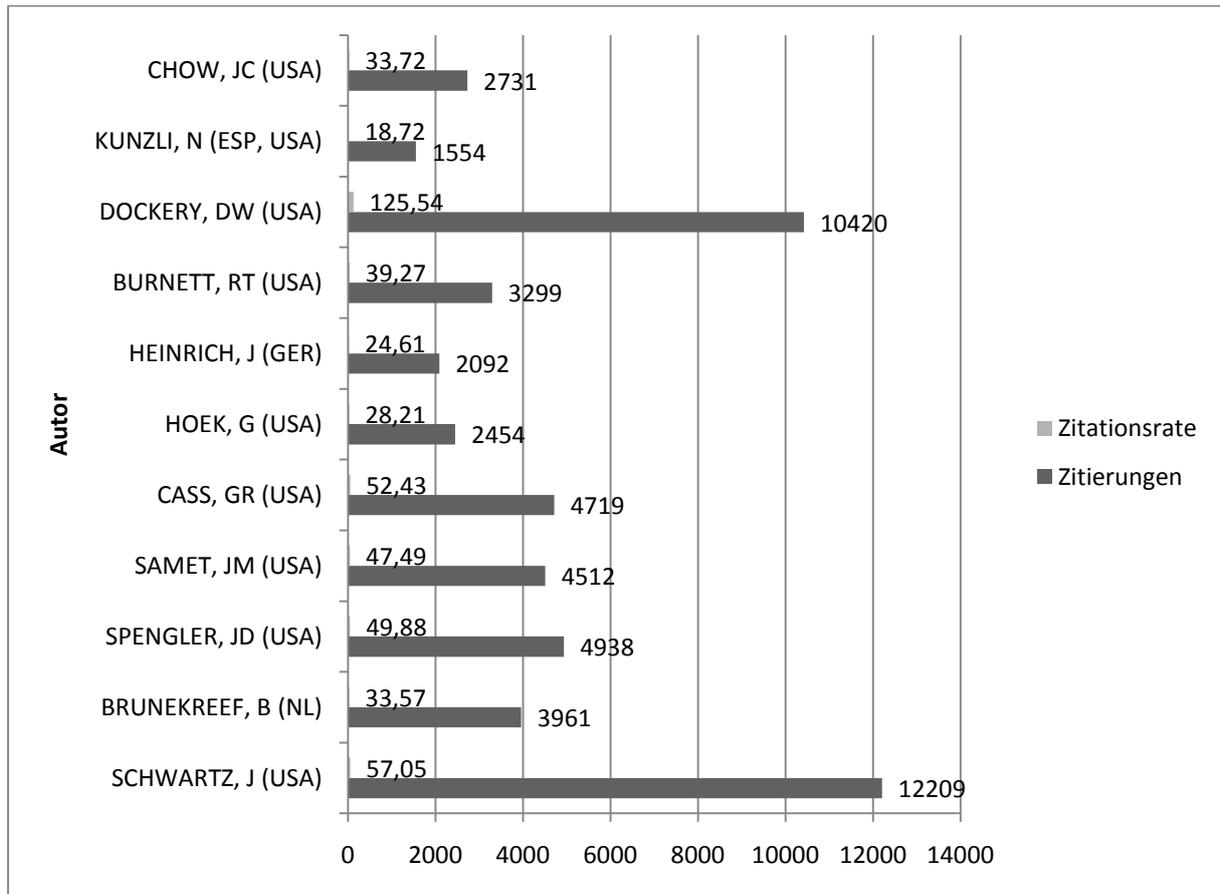


Abbildung 19: Absolute Zitierungen und durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren

3.1.5.3 Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit Einträgen als Erstautor

Beim Vergleich der Gesamtpublikationszahlen der einzelnen Autoren mit der Anzahl derjenigen Publikationen, die diese Autoren als Erstautoren angeben, fällt auf, dass jeder der betreffenden Autoren bei weniger als der Hälfte seiner Veröffentlichungen als Erstautor gelistet ist. Dabei sind für Glen R. Cass mit 8 Veröffentlichungen die wenigsten, für Joel Schwartz mit 63 Publikationen die meisten Nennungen als Erstautor eingetragen (Abb.20).

Berechnet man den Prozentsatz der mit Listung als Erstautor veröffentlichten Einträge, so zeigt wiederum Glen R. Cass den niedrigsten Wert mit 8,89%, jedoch Nino Künzli mit 38,55% den höchsten (Abb.21).

Ergebnisse

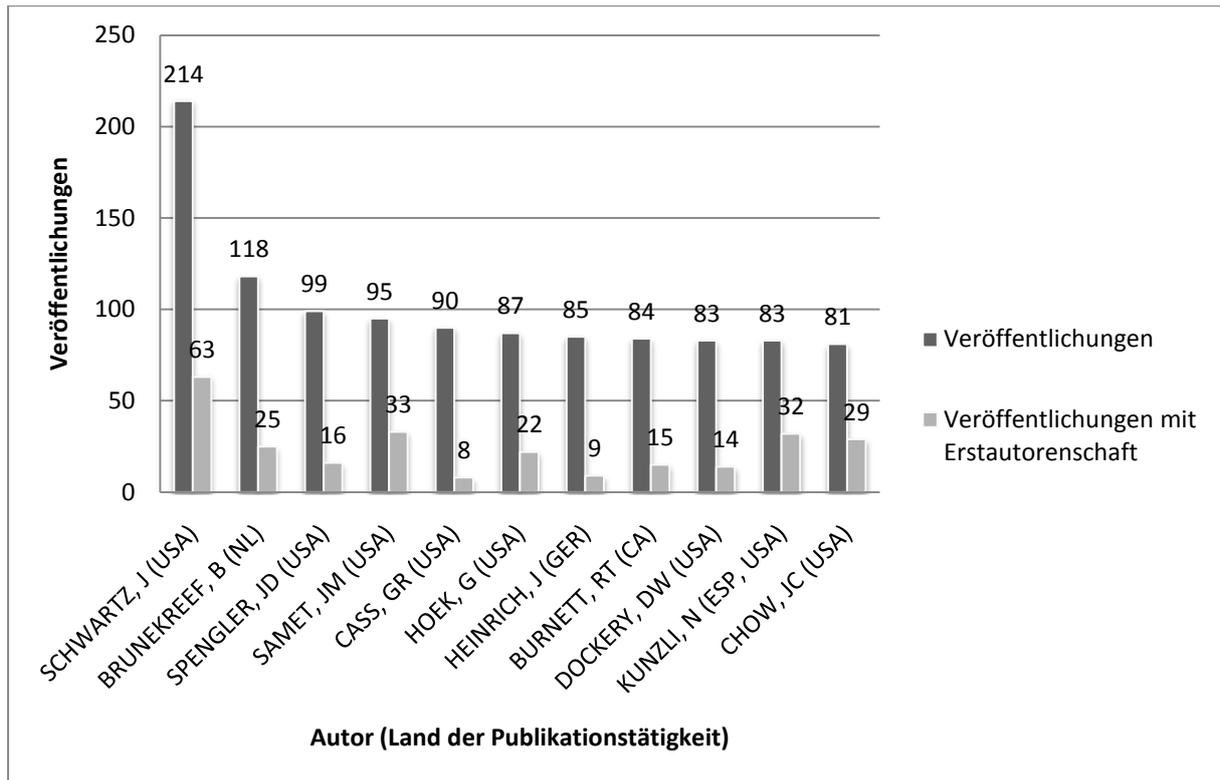


Abbildung 20: Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit den Nennungen als Erstautor in absoluten Zahlen

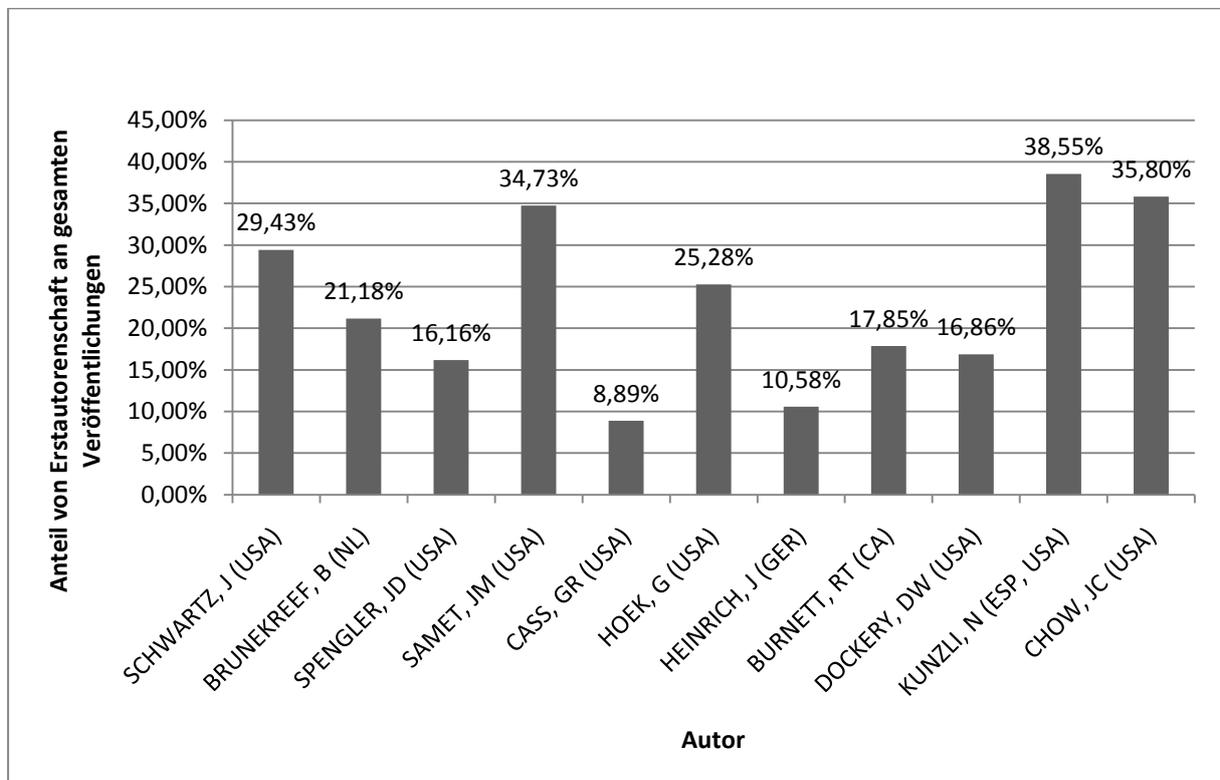


Abbildung 21: Erstautorenschaft anteilig an Gesamtpublikationen in Prozent

3.1.6 Darstellung nach Veröffentlichungsform („document type“)

Betrachtet man die einzelnen Schriftstücke hinsichtlich ihrer formalen Eigenschaften, so hat den größten Anteil die Darreichungsform „Artikel“, die allein schon 81,85% aller Veröffentlichungen ausmacht. Als zweithäufigster Dokumententyp wird der „Meeting Abstract“ genannt. In Abbildung 22 sind die fünf häufigsten Veröffentlichungsformen dargestellt, die zusammen 96,05% aller Publikationen abdecken.

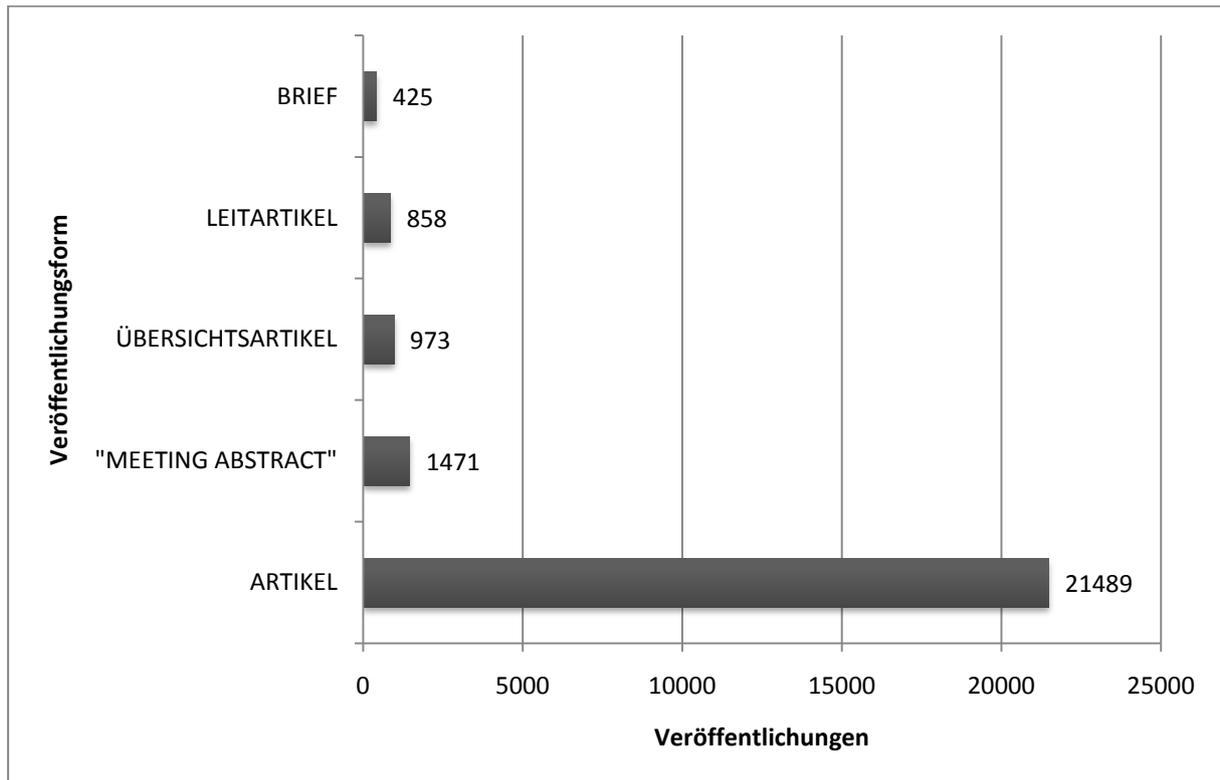


Abbildung 22: Veröffentlichungen sortiert nach Veröffentlichungsform in absoluten Zahlen

3.1.7 Analyse der veröffentlichenden Zeitschriften

3.1.7.1 Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften

Stellt man die erschienenen Veröffentlichungen zu den ihnen zugehörigen Zeitschriften sortiert dar, so zeigt sich, dass

- (1) sich unter den zehn meist publizierenden Zeitschriften neun mit Umwelt(verschmutzungs)fragen beschäftigen.

Ergebnisse

- (2) die meist publizierende medizinische Zeitschrift („Inhalation Toxicology“) erst auf Rang 13 der Liste auftaucht.
- (3) sich Zeitschriften, die sich mit der Umwelt und ihrer Schädigung befassen, zeitlich am frühesten mit dem Thema Luftverschmutzung auseinander gesetzt haben.

Abbildung 23 zeigt die zehn meist publizierenden Zeitschriften und den zeitlichen Verlauf ihrer Publikationsaktivität.

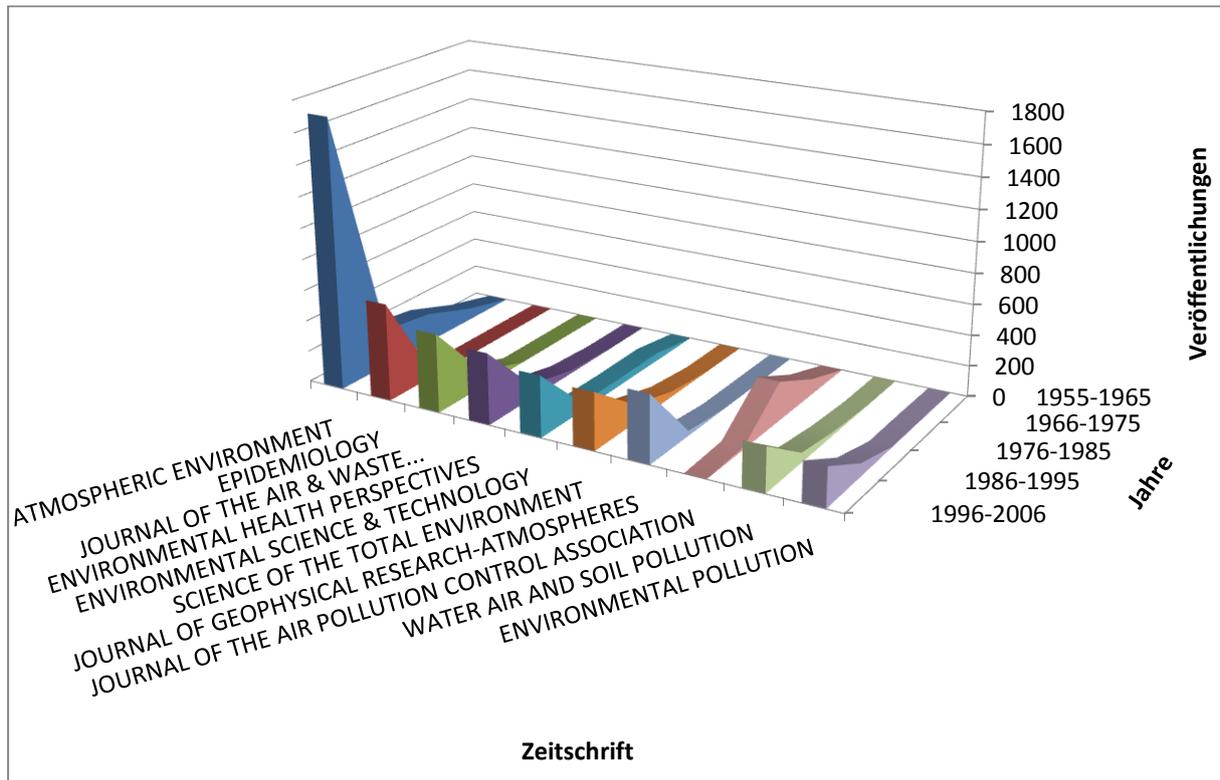


Abbildung 23: Zehn produktivste Zeitschriften mit zugehörigen Veröffentlichungszahlen betrachtet über die Zeit

3.1.7.2 Impact Factors

Bei Ermittlung der Impact Factors der einzelnen Zeitschriften zeigt „Environmental Health Perspectives“ mit 5,861 den höchsten Wert vor „Epidemiology“ mit 4,339 (Abb.24). Für „Archives of Environmental Health“ ließ sich auf Grund fehlender Angaben kein Impact Factor ermitteln.

3.1.7.3 Unmittelbarkeitsindizes

In relativer Analogie zu den ermittelten Impact Factors (s. Kap. 3.1.7.2) verhalten sich auch die zugehörigen Immediacy Indexes. Mit dem höchsten Unmittelbarkeitsindex von 1,437 kann die Zeitschrift „Epidemiology“ aufwarten. Der zweit höchste liegt bei 0,994 und kann der Zeitschrift „Environmental Health Perspectives“ zugeordnet werden (Abb.24). Aus o. g. Gründen konnte für „Archives of Environmental Health“ wiederum kein Wert berechnet werden.

3.1.7.4 Cited Half-Life

Die Analyse der Werte für das Cited Half-Life der zehn meist publizierenden Zeitschriften ergibt folgendes Bild: Die Zeitschrift „Water Air and Soil Pollution“ erreicht mit 9,1 den größten Wert für das Cited Half-Life ihrer Artikel. Für das „Journal of Geophysical Research – Atmospheres“ wird einen Wert von 8,7 errechnet (Abb.24). Wieder war für die „Archives of Environmental Health“ kein Wert zu ermitteln.

Ergebnisse

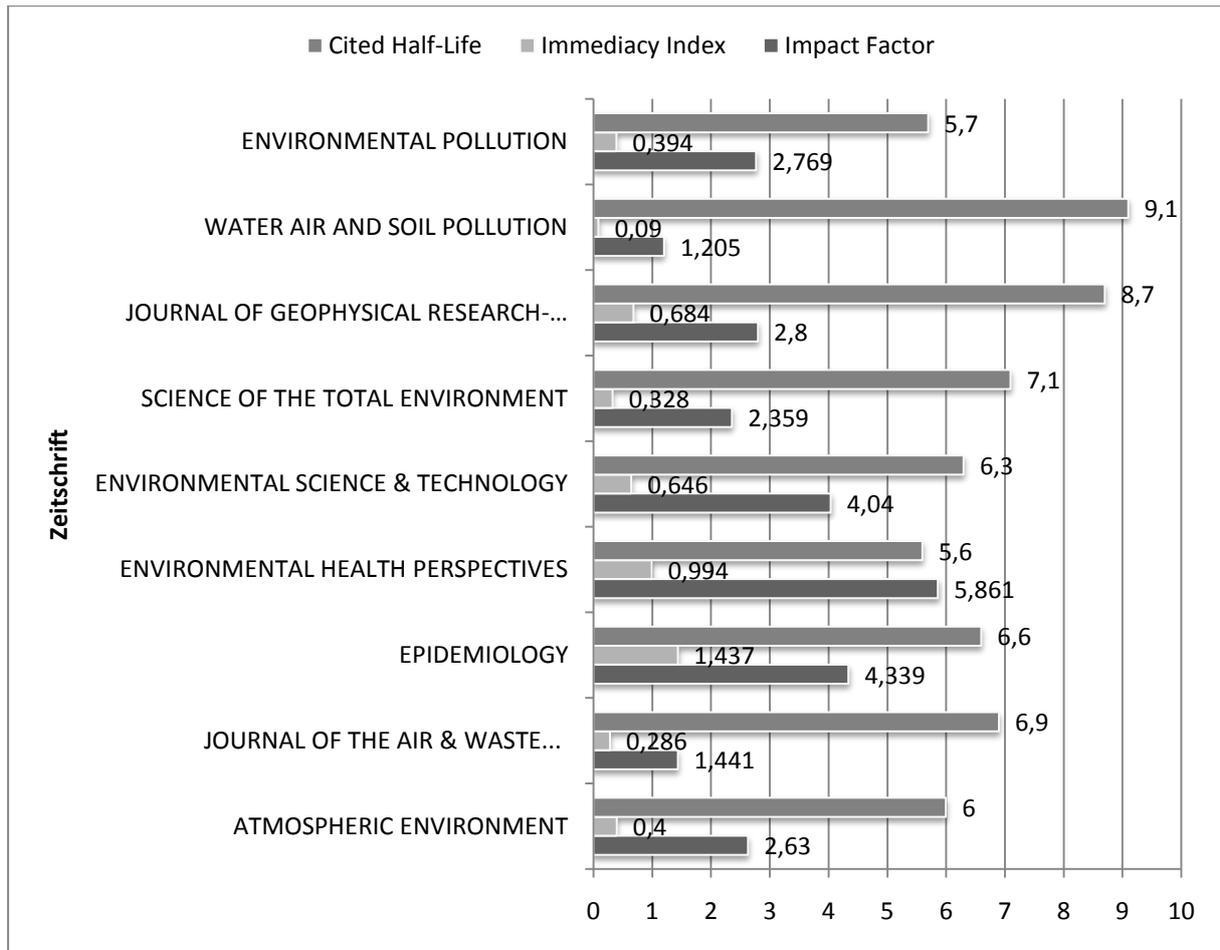


Abbildung 24: Werte für Impact Factor, Unmittelbarkeitsindex und Cited Half-Life für die zehn produktivsten Zeitschriften; „Archives of Environmental Health“ ist auf Grund fehlender Daten nicht aufgeführt

3.1.8 Analyse nach Forschungsgebieten

Werden die Publikationen nach Schwerpunkten der Forschungsfelder sortiert, so zeigt sich, dass sich unter den zehn produktivsten Forschungsgebieten nur drei mit medizinischem Schwerpunkt finden („öffentliche und ökologische Gesundheit, Arbeitsschutz“; „Toxikologie“; „respiratorisches System“) und sieben mit Interessen im Umwelt- und Ingenieursbereich (Abb.25). Hierbei fällt besonders ins Auge, dass bereits die fünf produktivsten Fachbereiche 90,67% aller Veröffentlichungen ausmachen.

Ergebnisse

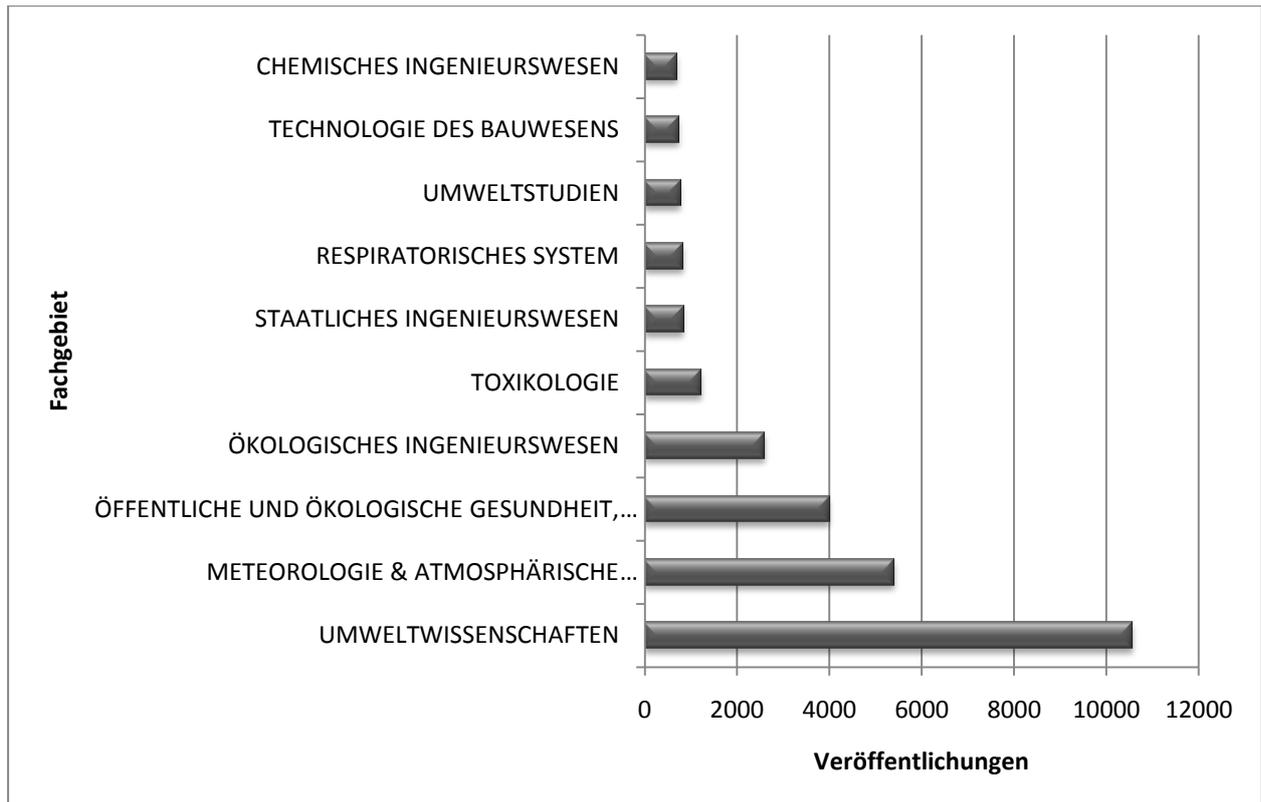


Abbildung 25: Zuordnung der Veröffentlichungen zu Forschungsbereichen; Publikationen in absoluten Zahlen

3.1.9 Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen

Die Zuordnung der einzelnen Veröffentlichungen zu den Organsystemen oder Körperteilen, die Gegenstand der jeweiligen Studie waren, zeigt, dass sich mit Abstand die meisten Untersuchungen (2070) mit der Lunge oder dem respiratorischen System befassen. Das Organ, das am zweithäufigsten in die wissenschaftlichen Überlegungen mit einbezogen wurde, ist das Herz oder das kardiale System (579). Abbildung 26 zeigt die Verteilung im Einzelnen. Insgesamt sind für den überwiegenden Teil der Suchbegriffe den USA die meisten Veröffentlichungen zuzuordnen. Ausnahmen sind der Hals (Deutschland), der Magen (Kanada), das Pankreas (Deutschland), die Nieren (Deutschland), die Geschlechtsorgane (Niederlande) und das hormonelle System (Deutschland).

Ergebnisse

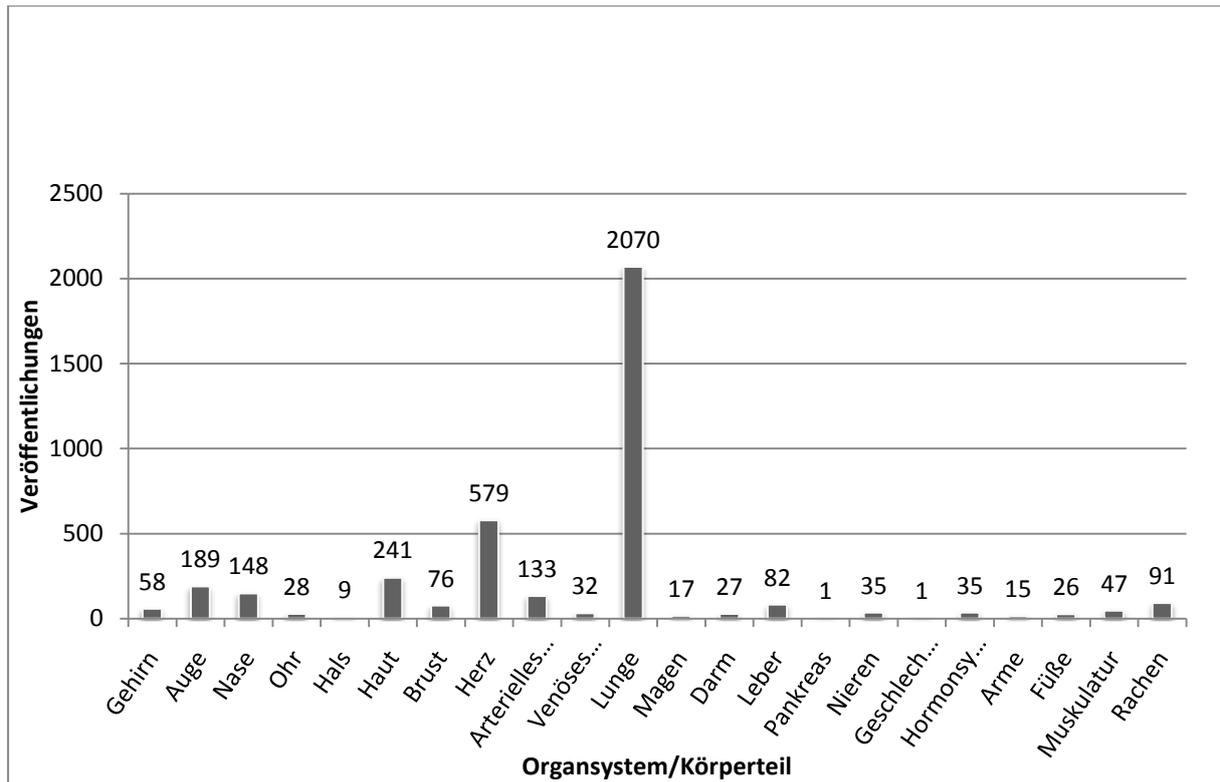


Abbildung 26: Veröffentlichungen sortiert nach untersuchten Organsystemen oder Körperteilen; Veröffentlichungen in absoluten Zahlen

3.2 Feinstaub/PM10

3.2.1 Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und bei „PubMed“

Die Analysestrategie ist in Kapitel 2.5.2.1 bzw. 2.5.2.2 beschrieben. Während sich bei der zunächst gewählten Strategie erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Datenbanken ergaben (3567 Einträge bei „PubMed“ vs. 12.193 Einträge im „Web of Science“), konnten diese durch Verfeinerung der Analysestrategie weitgehend ausgeglichen werden (Abb.27). So finden sich im „Web of Science“ 3567 Ergebnisse und bei „PubMed“ 2738.

Ergebnisse

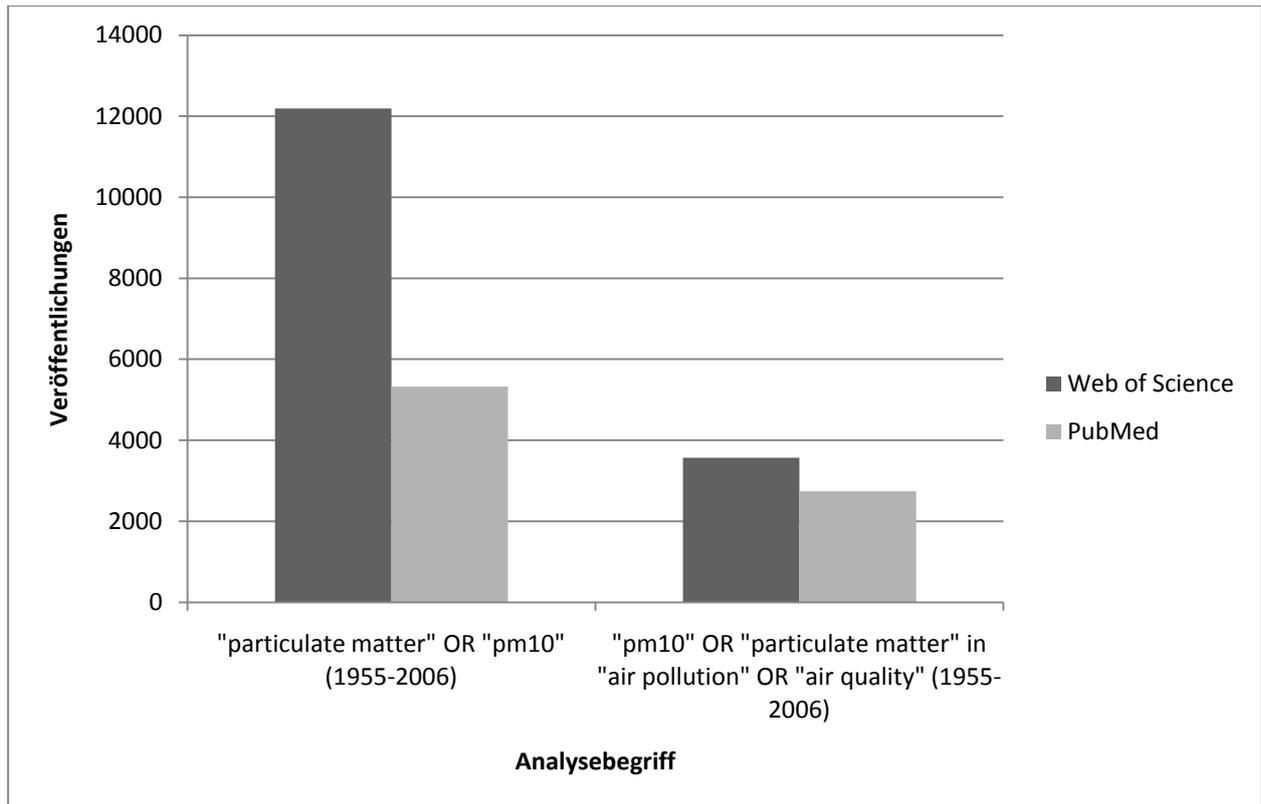


Abbildung 27: Ergebniszahlen der verschiedenen Analysestrategien; „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich

3.2.2 Analyse nach Erscheinungsjahren

3.2.2.1 Publikationen in den entsprechenden Erscheinungsjahren

Die erste Publikation im „Web of Science“ ist im Jahr 1970 gelistet. Bis 1990 findet sich kein Jahr mit mehr als drei gelisteten Veröffentlichungen. Beginnend mit dem Jahr 1991 stellt sich ein Aufwärtstrend in den Publikationszahlen dar, der seinen bisherigen Gipfel bei 489 Veröffentlichungen im Jahr 2006 zeigt (Abb.28).

Ergebnisse

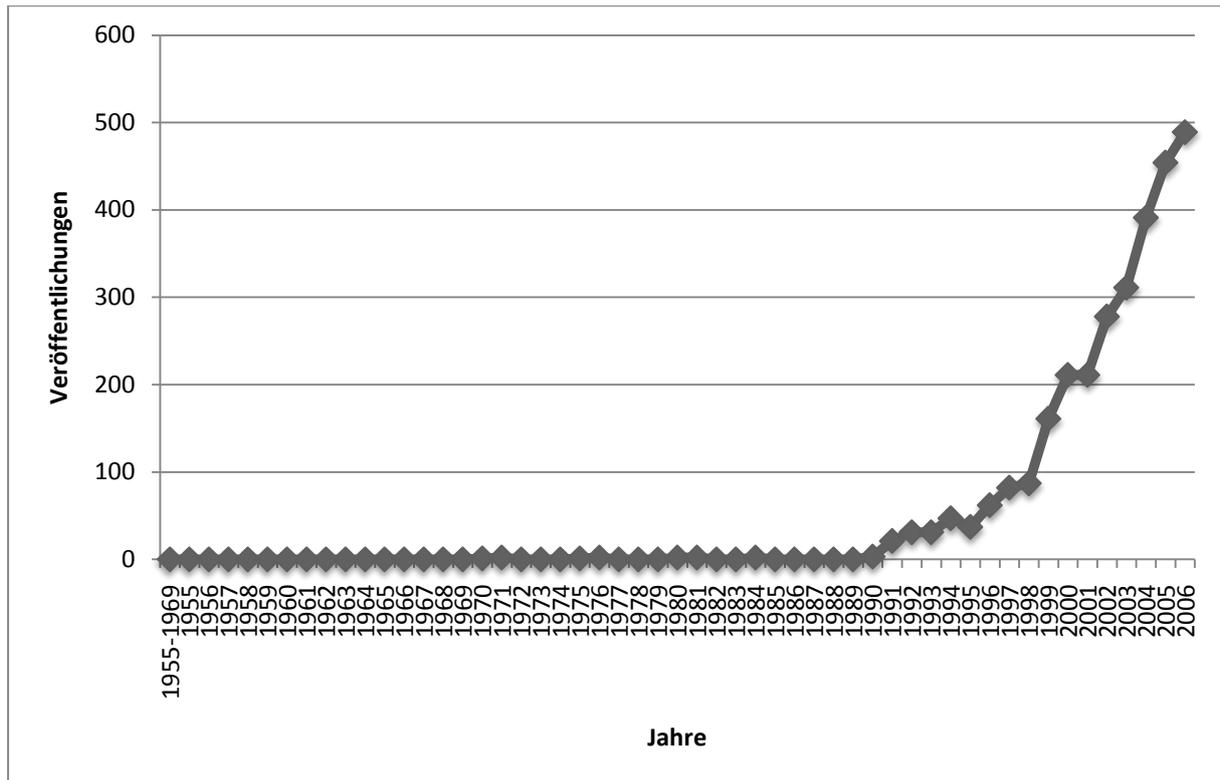


Abbildung 28: Anzahl der Veröffentlichungen im „Web of Science“ dargestellt nach Erscheinungsjahren

Während die Summe der Veröffentlichungen pro Jahr im „Web of Science“ bis zum Jahr 1990 die Zahl 20 nicht überschreitet, stellt sich bei „PubMed“ eine andere Entwicklung dar. Beginnend mit dem Jahr 1963 zeigt sich für die nächsten zehn Jahre eine steigende Tendenz. Im Jahr 1973 vorerst gipfelnd (109 Publikationen), fallen die Zahlen bis auf ein Minimum von sieben Publikationen im Jahr 1982. Die ab diesem Zeitpunkt wieder steigenden Zahlen erfahren ab 1993 eine besondere Steigerung bis zum letzten Jahr der Analyse (260 Veröffentlichungen). Davon abweichend beginnen die Publikationszahlen im „Web of Science“ ab 1991 zu steigen, wobei in diesem Jahr die erste nennenswerte Anzahl an Veröffentlichungen überhaupt erscheint. Die steigende Tendenz bleibt bis zum Ende des Analysezeitraums ungebrochen (Abb.29).

Ergebnisse

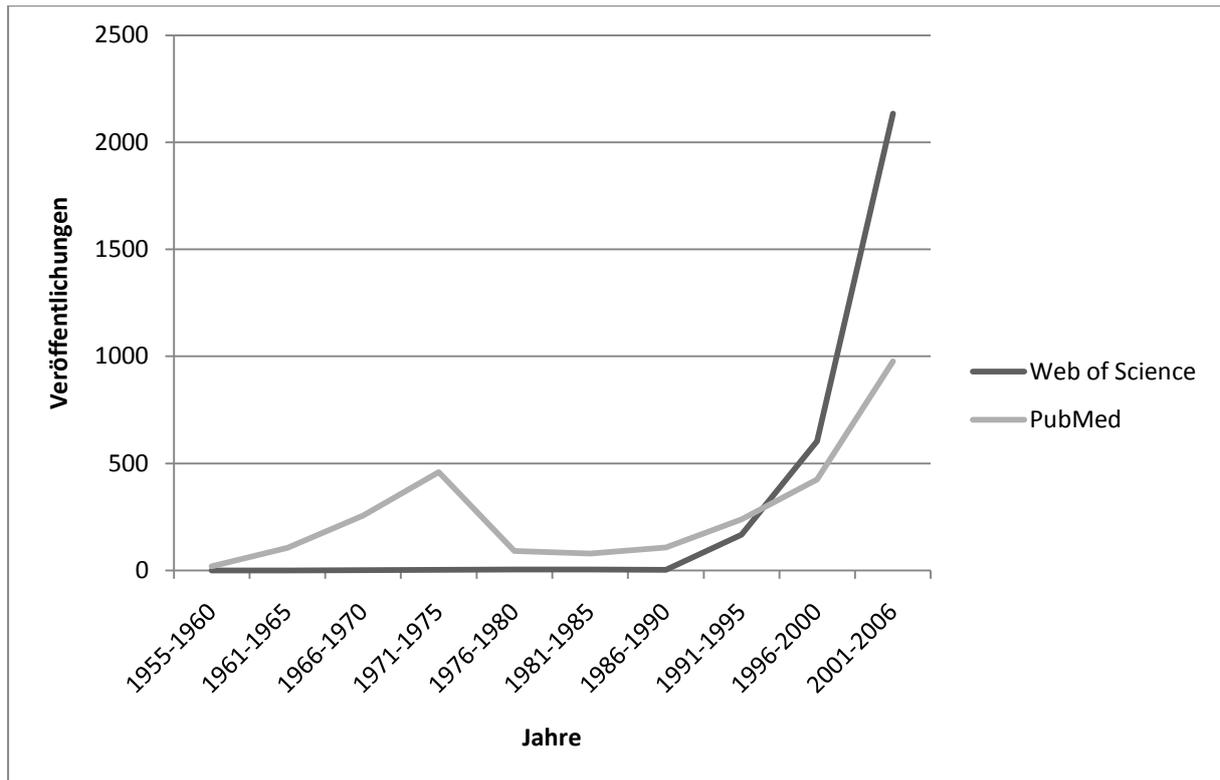


Abbildung 29: Veröffentlichungen sortiert nach Erscheinungsjahren, „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich; Zeitraum in Fünf-Jahres-Intervallen

3.2.2.2 Zitierungen von Veröffentlichungen analysiert nach Erscheinungsjahr

In weitgehender Übereinstimmung mit den Veröffentlichungszahlen im „Web of Science“ zeigen sich auch die Zitierungen der Publikationen in den einzelnen Jahren. Hierbei ist zu bedenken, dass ein Jahr, in dem keine Veröffentlichung gelistet ist, nicht zitiert werden kann. So zeigt sich der erste bemerkenswerte Anstieg an jährlichen Zitierungen im Jahr 1992 (30 Zitierungen). Dort beginnend entwickelt sich ein Aufwärtstrend, der bis 2006 (11.627 Zitierungen) anhält (Abb.30).

Ergebnisse

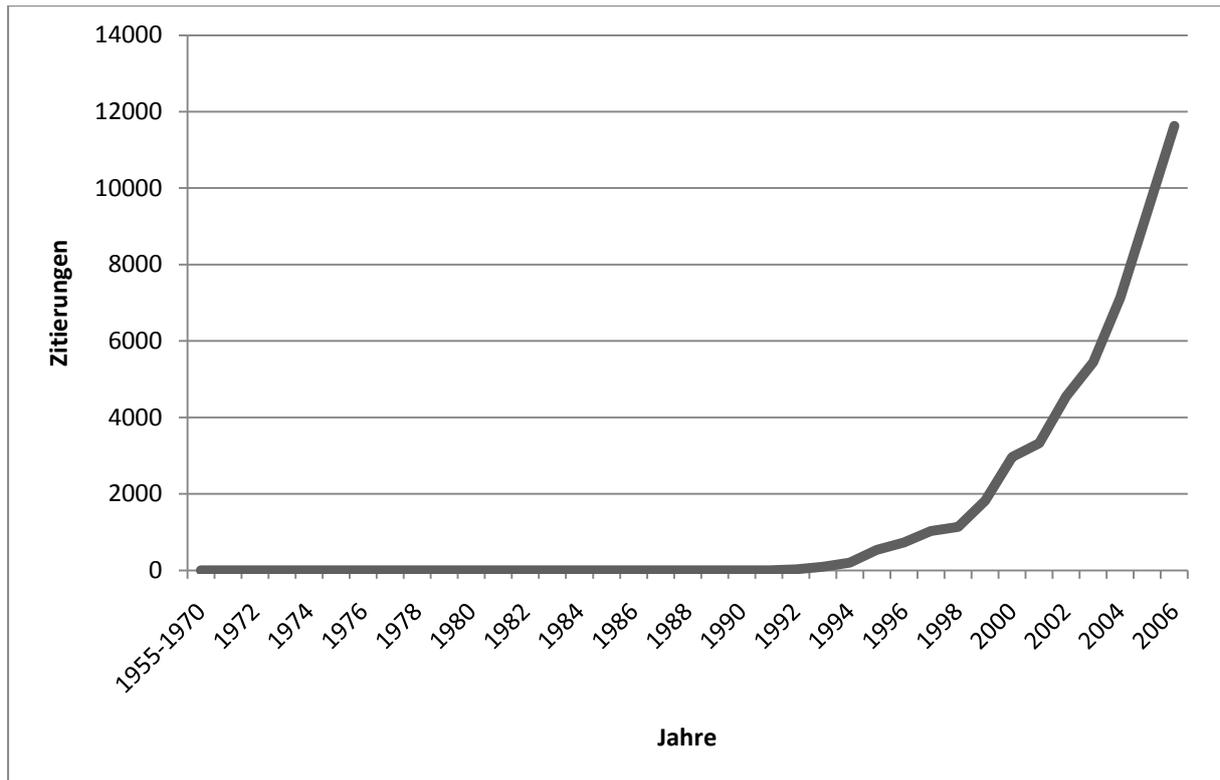


Abbildung 30: Zitierungen der Veröffentlichungen pro Jahr

3.2.3 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationssprachen

Die absolute Mehrheit der Publikationen (2868) wurde in englischer Sprache geschrieben. Von den übrigen sechs verwendeten Sprachen folgt als nächste Deutsch mit 20 Veröffentlichungen. Spanisch (13) und Französisch (11) sind weitere Sprachen mit mehr als zehn Veröffentlichungen. Die Verteilung auf die einzelnen Sprachen ist in Abbildung 31 dargestellt.

Ergebnisse

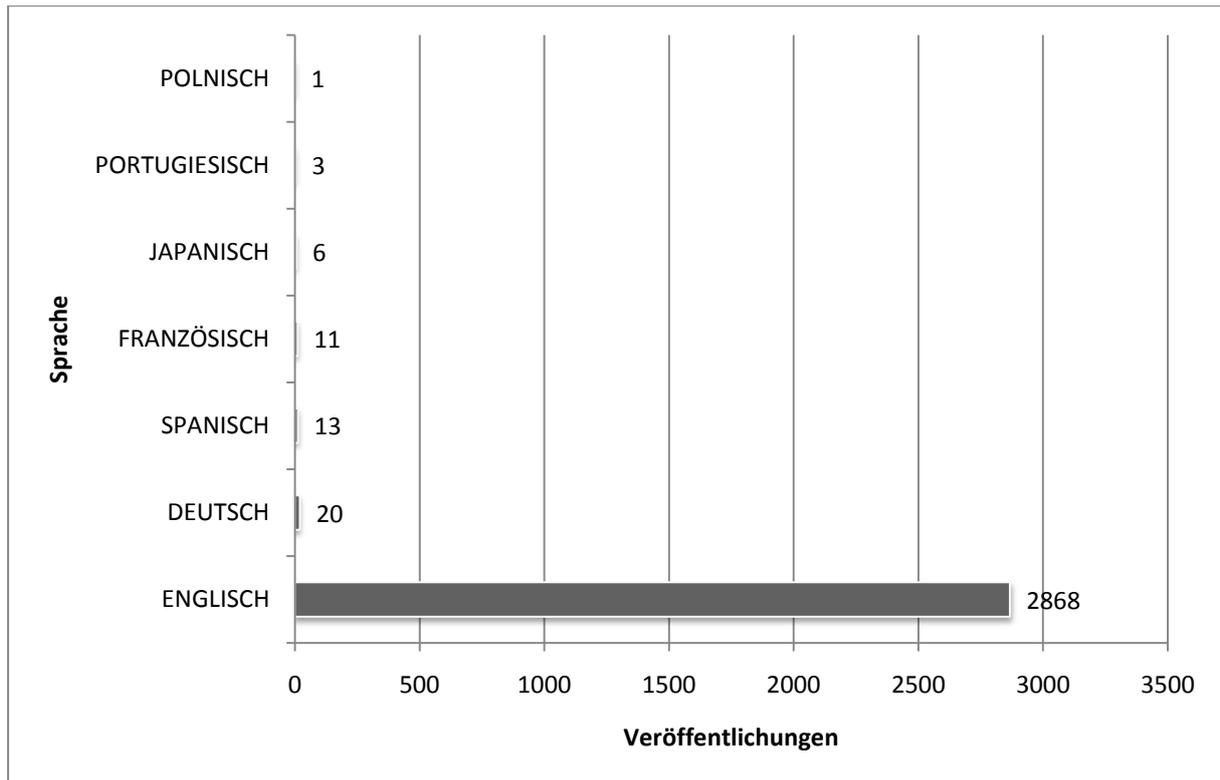


Abbildung 31: Veröffentlichungen analysiert nach Sprachen (absolute Zahlen)

3.2.4 Analyse der Veröffentlichungen nach Erscheinungsländern

Bei der Analyse nach Erscheinungsländern fiel wie in der voran gegangenen Analyse eine erhöhte Ergebniszahl auf. Die Erklärung hierfür wurde bereits in Kapitel 2.5.4.2 gegeben.

3.2.4.1 Zuordnung der Publikationen zu ihren Erscheinungsländern

In Übereinstimmung mit der Zuordnung zu den Publikationssprachen zeigt sich auch das Bild der Analyse nach Erscheinungsländern. So nehmen die Vereinigten Staaten und Großbritannien die ersten beiden Plätze ein und machen eine Summe von 1680 Veröffentlichungen oder 47,10% aller Publikationen aus. Nimmt man die Ergebnisse aus Kanada als teilweise englisch-sprachiges Land, das sich auf dem vierten Platz findet, noch hinzu, so kommt man auf insgesamt 1865 Publikationen oder 52,28% aller Publikationen (Abb.32).

Ergebnisse

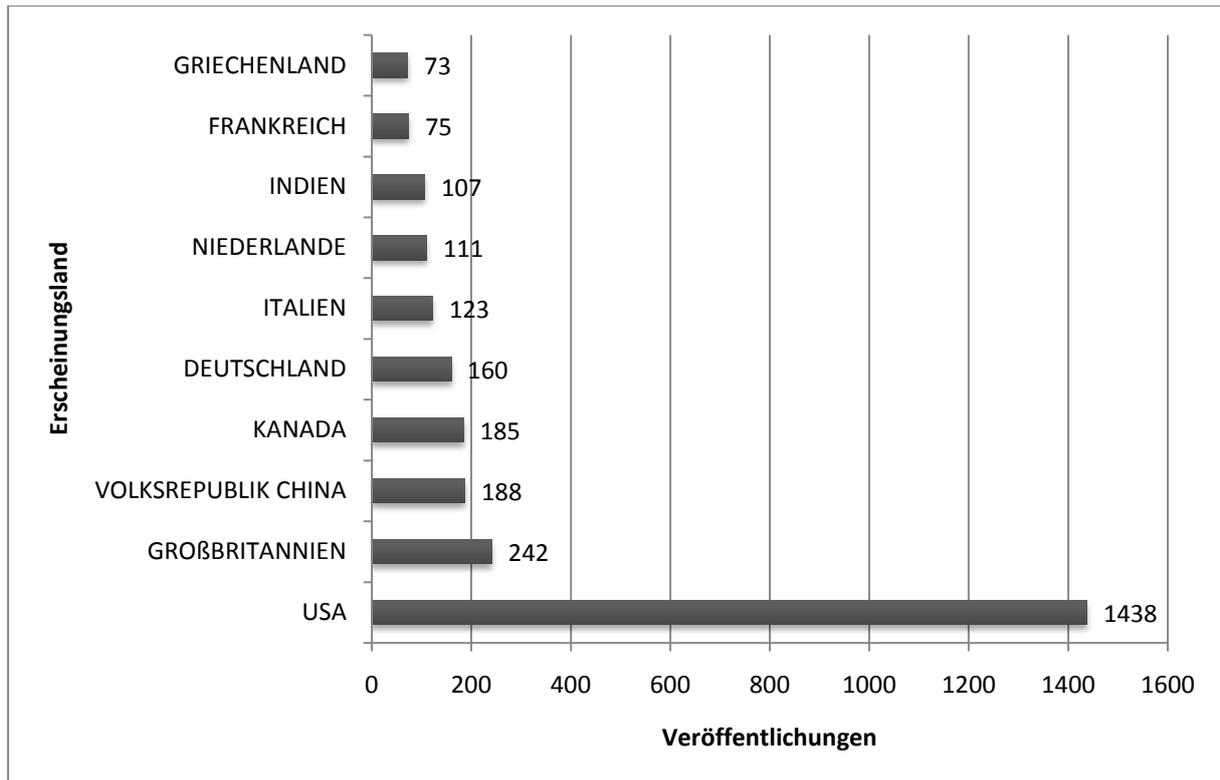


Abbildung 32: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern; Publikationen in absoluten Zahlen

3.2.4.2 Internationaler Vergleich der Publikationsaktivität (Density-Equalizing Mapping)

Für den internationalen Vergleich der Publikationsaktivität der einzelnen Länder wurden die Ergebnisse mittels Density-Equalizing-Mapping-Methoden (s. Kap. 2.3) verarbeitet und dargestellt (Abb.33).

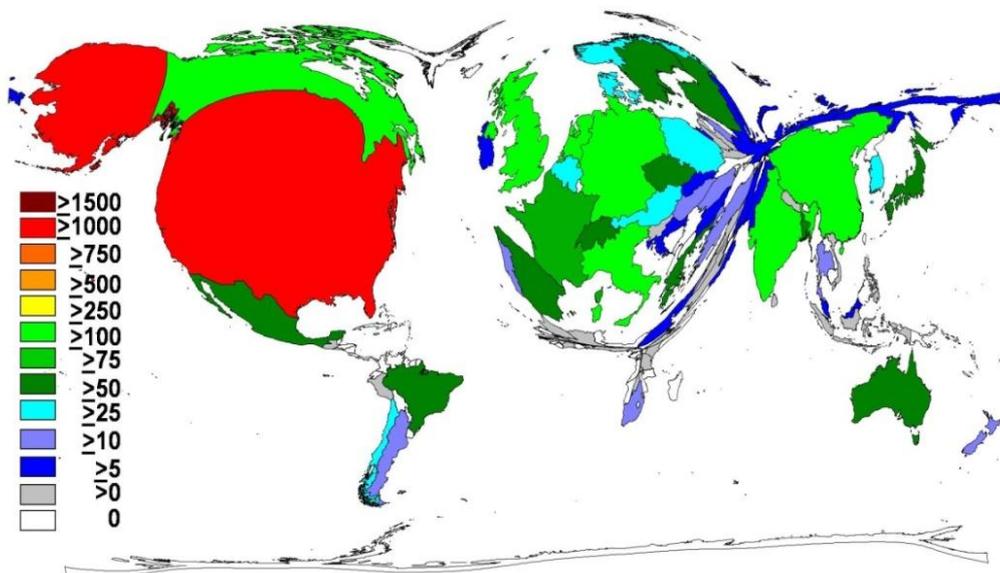


Abbildung 33: Veröffentlichungen zu Feinstaub weltweit (density-equalized)

3.2.4.3 Zitierungen der Publikationen nach Erscheinungsländern

Das Ermitteln der Summe der Zitierungen von Arbeiten aus den einzelnen Ländern ergibt Folgendes: Die USA können mit Abstand die meisten Zitierungen (34.080) auf ihren Veröffentlichungen vereinen. Großbritannien folgt mit 5278 Zitierungen und Kanada mit 4041. Weiterhin sind Deutschland (3762), die Niederlande (3367), die Volksrepublik China (2342), Italien (2159), die Schweiz (1917), Frankreich (1837) und Spanien (1776) zu erwähnen (Abb.34).

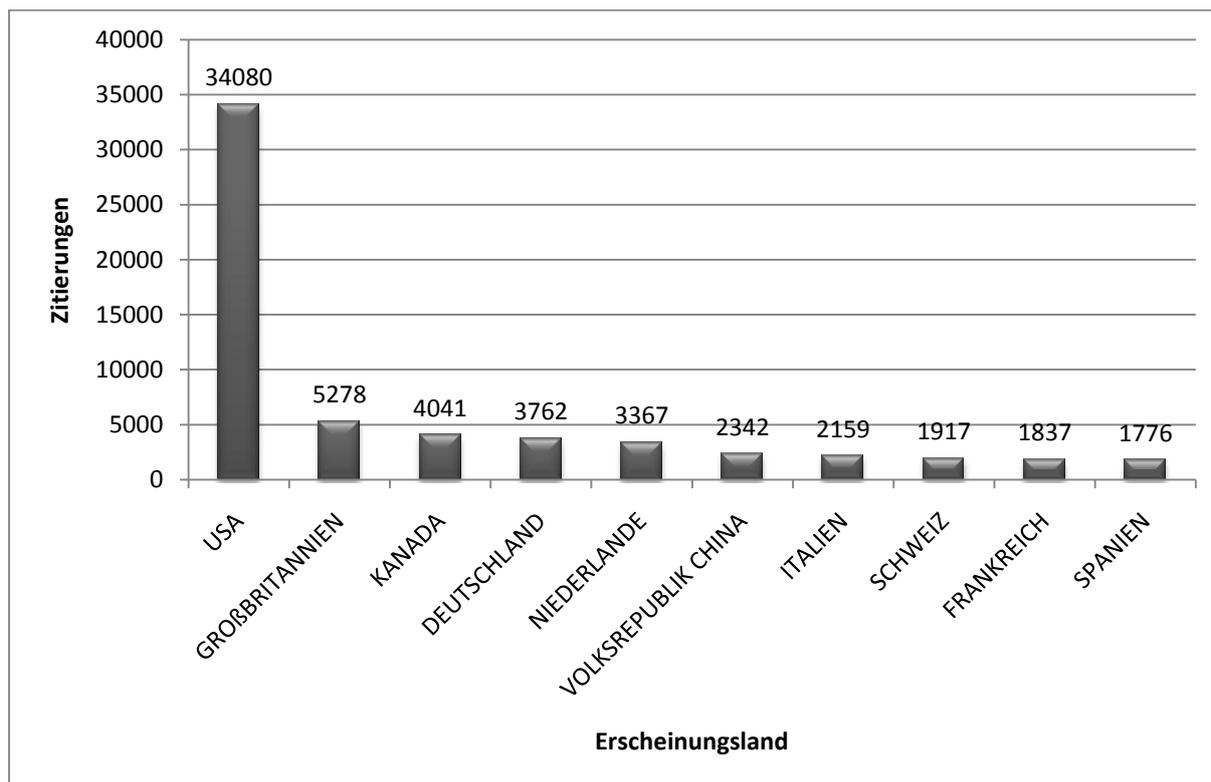


Abbildung 34: Zitierungen von Publikationen der einzelnen Länder (absolute Zahlen)

3.2.4.4 Zitationsraten der einzelnen Länder

Da die USA die meisten Veröffentlichungen produziert haben (s. Kap. 3.2.4.1), hat die massive Dominanz in der Anzahl der Zitierungen nur einen begrenzten Aussagewert. Daher ist es sinnvoll, die Zitationsrate als Quotienten aus Gesamtzitierungen und Publikationen zu ermitteln und zu betrachten.

Die höchste Zitationsrate kann für die Slowakei (58) festgestellt werden. Danach folgen die Niederlande (30,33), Polen (29,38) und die Schweiz (28,19). Abbildung 35 zeigt die Länder mit den zehn höchsten Zitationsraten und Abbildung 36 veranschaulicht diese im internationalen Vergleich.

Ergebnisse

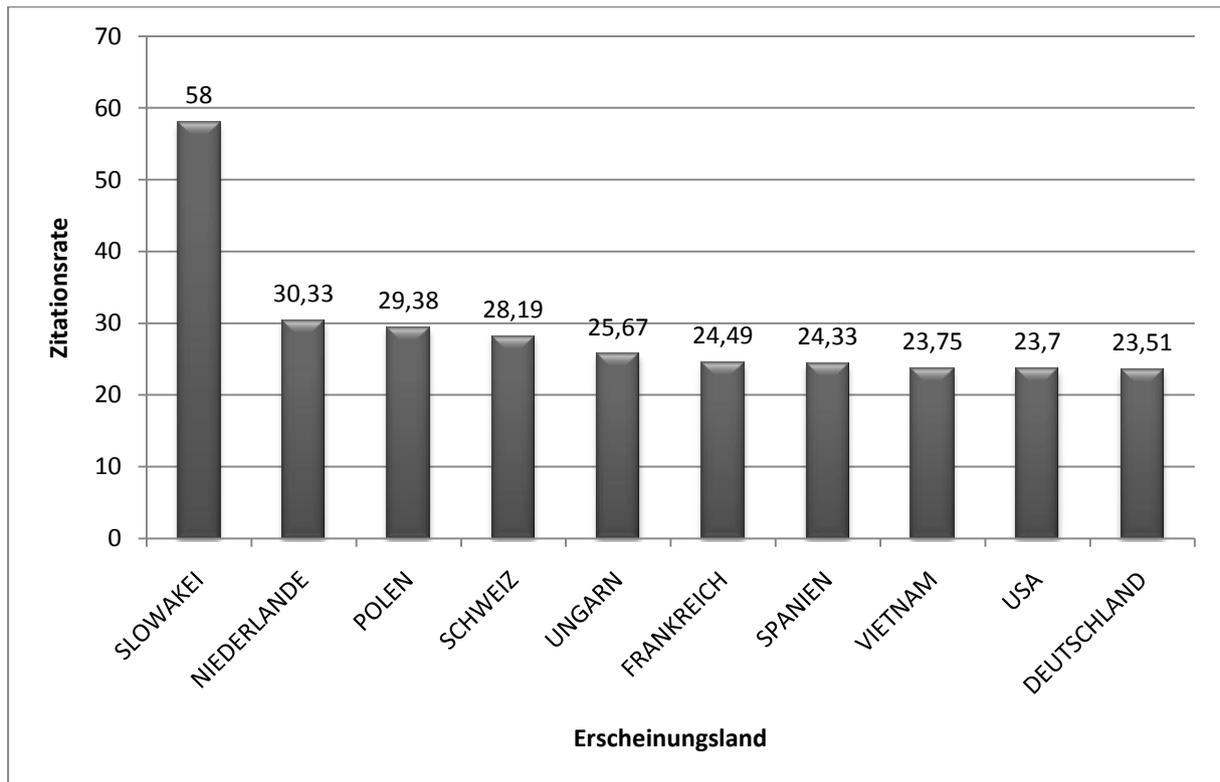


Abbildung 35: Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; sortiert nach Ländern

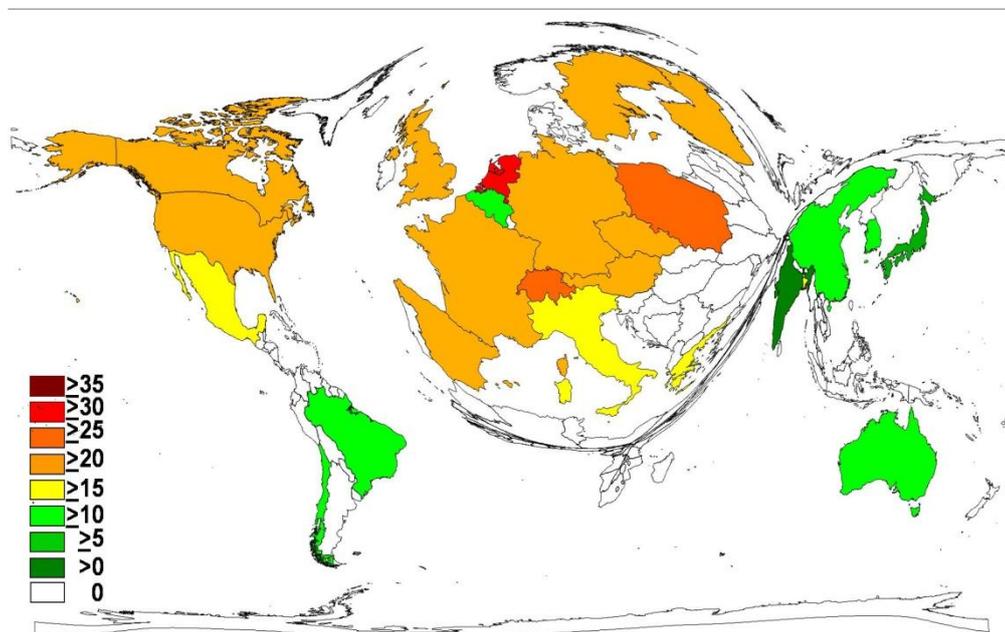


Abbildung 36: Zitationsraten der Veröffentlichungen der einzelnen Länder (density-equalized; Mindestanzahl 30 Veröffentlichungen)

3.2.5 Analyse hinsichtlich der Autoren

3.2.5.1 Analyse nach veröffentlichenden Autoren

Unter den zehn produktivsten Autoren finden sich sieben US-amerikanische. Einer ist den Niederlanden (Brunekreef, 31 Publikationen), einer Kanada (Burnett, 29) und einer Deutschland (Heinrich, 29) zuzuordnen (Abb.37).

Unter den sieben US-Amerikanern finden sich auch die zwei produktivsten Autoren (Schwartz, 79 Veröffentlichungen und Sioutas, 36 Veröffentlichungen).

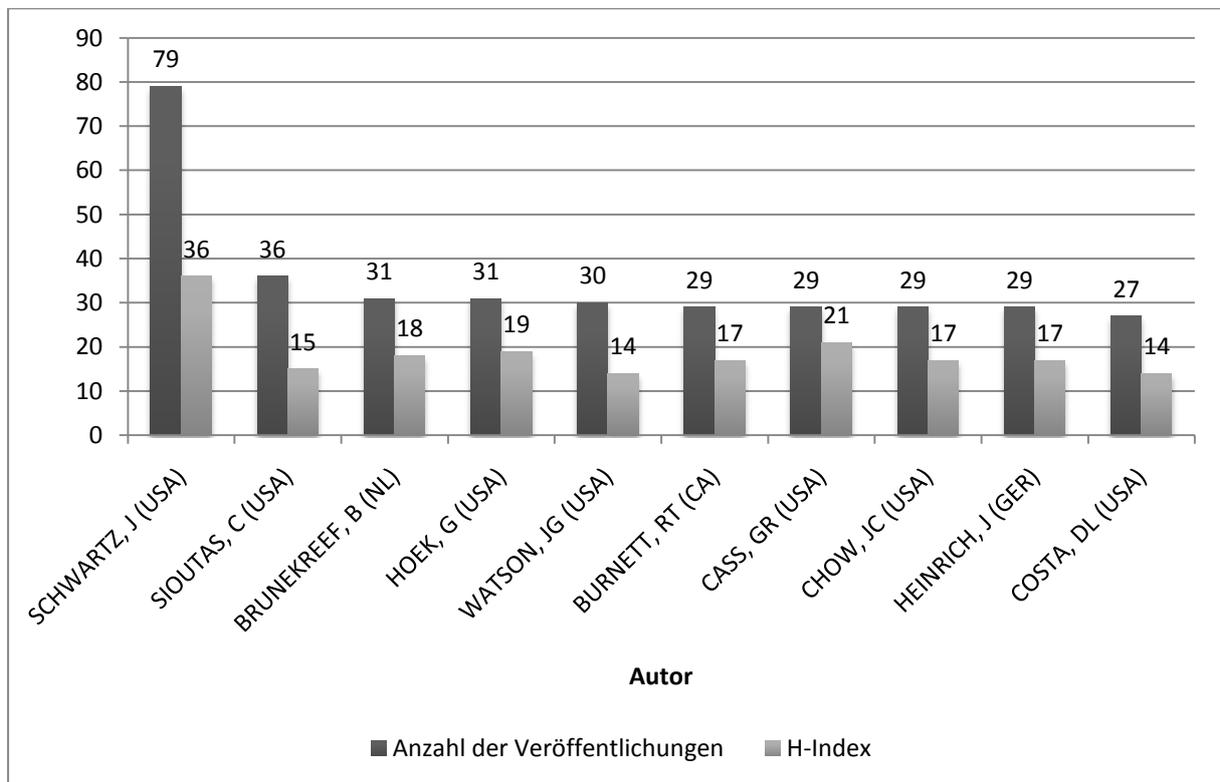


Abbildung 37: Zuordnung der Veröffentlichungen zu publizierenden Autoren mit den jeweiligen h-Indizes; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren mit dem Ort ihrer Publikationsaktivität in Klammern

3.2.5.2 Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung (zehn produktivste Autoren)

Unter den zehn produktivsten Autoren weist Glen R. Cass mit 61,28 durchschnittlichen Zitierungen pro Veröffentlichung die höchste Zitationsrate auf. Die zweithöchste (58,08) kann für Joel Schwartz errechnet werden. Die Zitationsraten der zehn meist veröffentlichenden Autoren sind in Abbildung 38 dargestellt.

Ergebnisse

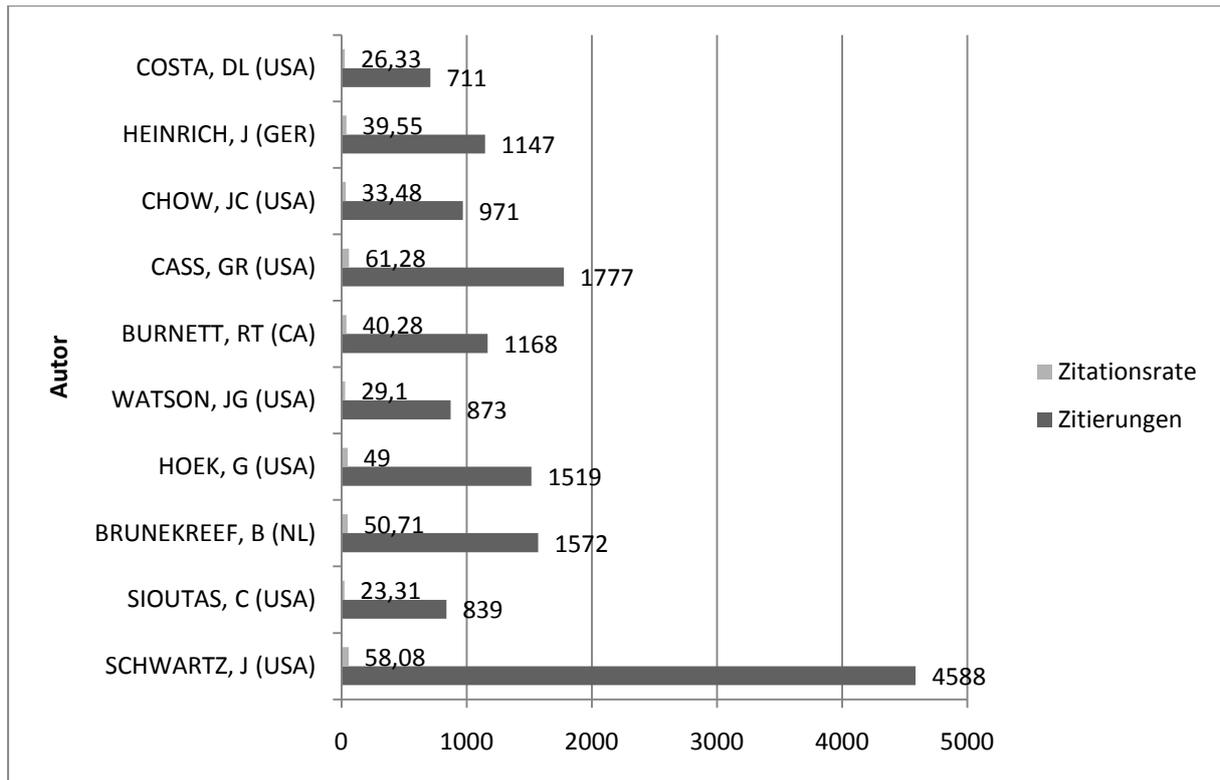


Abbildung 38: Absolute Zitierungszahlen und durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren

Zur Darstellung der Selbstzitationen wurden diejenigen Artikel untersucht, die einen Artikel der zehn produktivsten Autoren zitieren. Diese wurden wiederum nach Urheberschaft sortiert und dabei das Zitierverhalten der produktivsten Autoren herausgearbeitet. Hierbei zeigt sich, dass mit Ausnahme von J.G. Watson und G. Hoek die meisten Zitate der übrigen Autoren eigenen Werken gelten. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über das Zitierverhalten:

Ergebnisse

Tabelle 3: Zitierungen der Veröffentlichungen sortiert nach zitierenden Autoren

(Selbstzitierungen rötlich hinterlegt)

	SCHWARTZ, J	CHOW, JC	WATSON, JG	SIOUTAS, C	HOPKE, PK	BRUNEKREEF, B	CASS, GR	HOEK, G	SIMONEIT, BRT	HARRISON, RM
SCHWARTZ, J	188	9	-	35	21	42	8	36	-	10
CHOW, JC	8	116	107	13	39	5	13	7	-	6
WATSON, JG	-	120	112	13	36	4	-	6	9	6
SIOUTAS, C	13	15	15	77	16	4	2	4	-	9
HOPKE, PK	6	13	13	2	99	1	2	-	-	2
BRUNEKREEF, B	50	-	-	14	7	88	-	64	-	10
CASS, GR	-	36	31	29	27	-	97	-	76	9
HOEK, G	52	3	4	10	6	83	-	68	-	-
SIMONEIT, BRT	-	24	21	10	7	-	63	-	90	5
HARRISON, RM	-	7	7	18	6	8	-	7	-	56

3.2.5.3 Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit Einträgen als Erstautor

Ein Vergleich der Anzahl der gesamten Veröffentlichungen mit denen, bei denen der betreffende Autor als Erstautor gelistet ist, zeigt auf, dass Joel Schwartz mit 28 Veröffentlichungen die meisten Listungen als Erstautor hat. Als nächste folgt Judith C. Chow mit 18 Publikationen, die wie J. Schwartz in den USA publiziert (Abb.39).

Ergebnisse

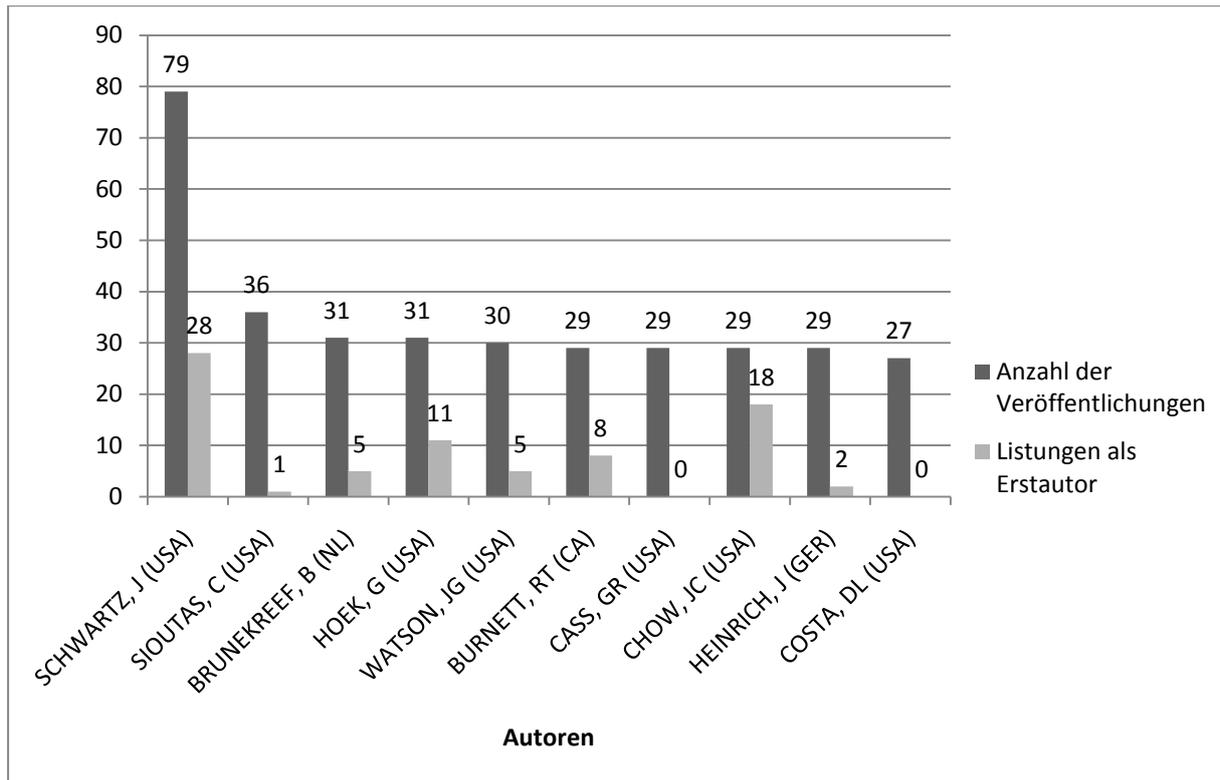


Abbildung 39: Vergleich der Gesamtpublikationszahlen mit den Listungen als Erstautor; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren

Da jedoch für J. Schwartz auch die meisten Veröffentlichungen insgesamt gelistet sind, erweist es sich als sinnvoll, die absoluten Zahlen der Listungen als Erstautor zu relativieren. Hierbei trifft auf 35,44% von Schwartz' Veröffentlichungen das Attribut „Erstautorenschaft“ zu, während Judith C. Chow für 62,07% ihrer Publikationen als Erstautorin gelistet ist und G. Hoek für 35,48%. Für keinen der anderen Autoren konnte ein Wert über 30% ermittelt werden. Besonders zu erwähnen sind Glen R. Cass und Dora L. Costa, für die keine Nennung als Erstautor vorliegt (Abb.40).

Ergebnisse

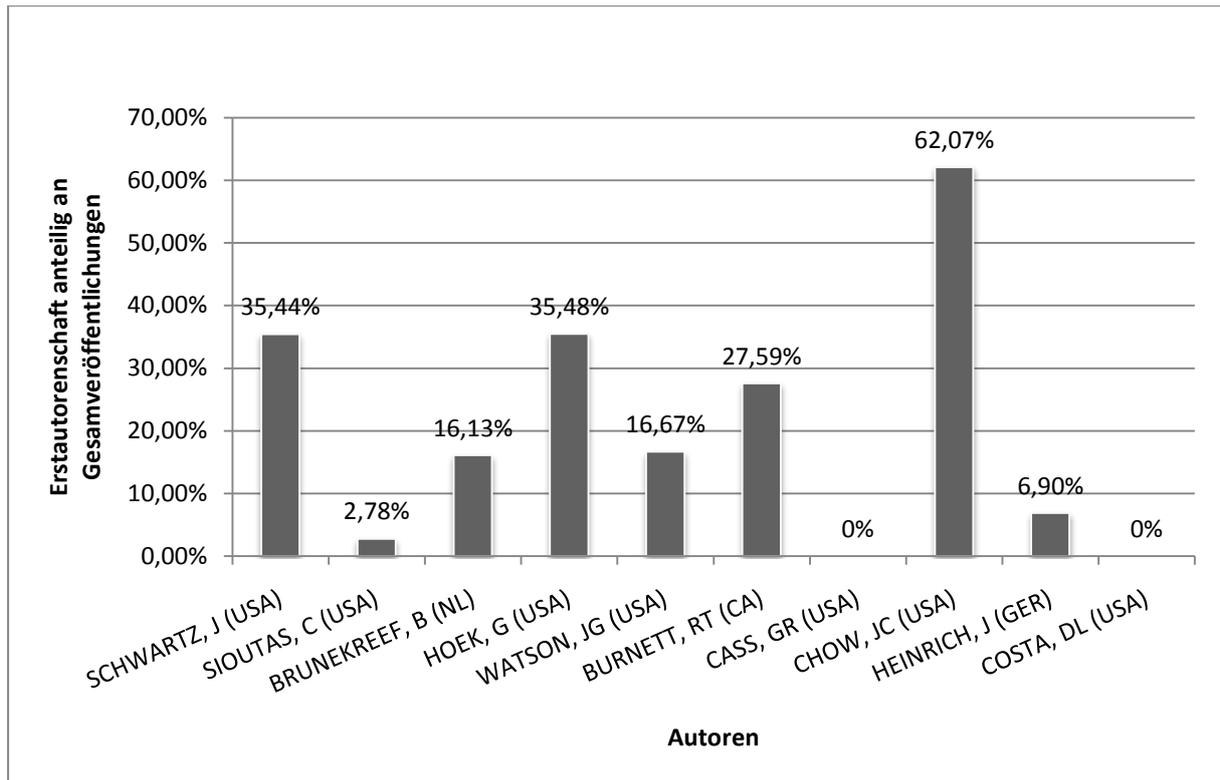


Abbildung 40: Anteil der Listungen als Erstautor an den gesamten Veröffentlichungen

3.2.5.4 Autorenkooperation

Die Analyse der Kooperationen der Autoren untereinander ergibt Folgendes: Für Chow und Watson finden sich mehr als 45 gemeinsame Einträge, ebenso für Hoek und Brunekreef. Hoek ist mit 58 Einträgen am häufigsten gemeinsam mit einem anderen Autor gelistet, während für Cass, Donaldson und Harrison keine Kooperationsveröffentlichung gefunden werden konnte.

Abbildung 41 gibt einen Überblick über die Autorenkooperationen.

Ergebnisse

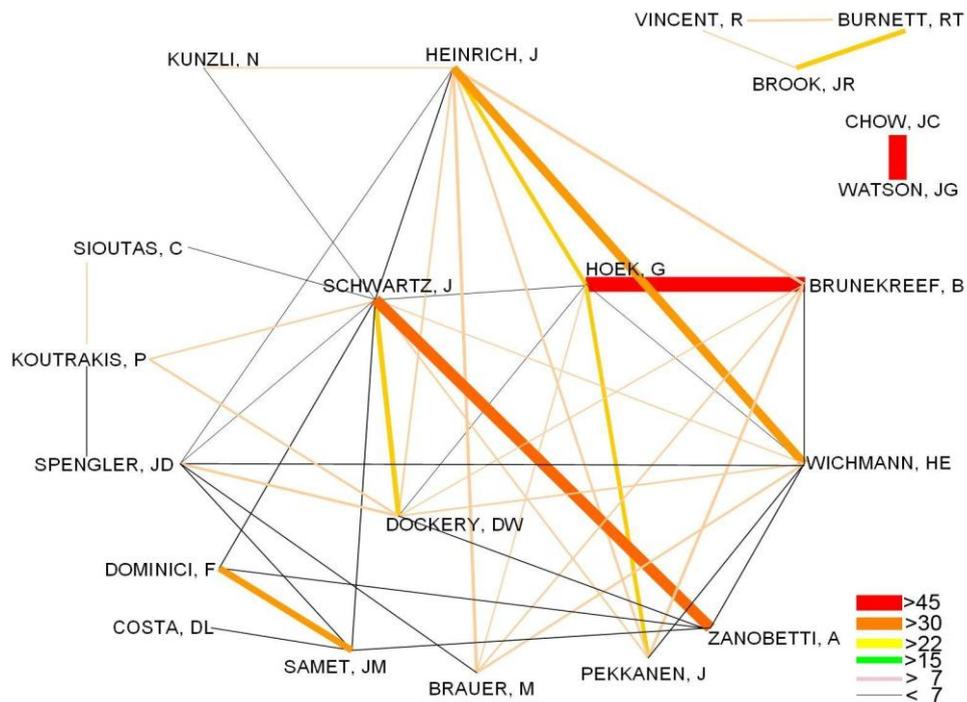


Abbildung 41: Autorenkooperation für Feinstaub/PM10 (Cass, Donaldson und Harrison werden wegen fehlender Kooperationen nicht aufgeführt)

3.2.6 Darstellung nach Veröffentlichungsform („document type“)

2756 der Publikationen wurden als Artikel veröffentlicht und 118 als Übersichtsartikel. Mit Summen von unter 100 Einträgen sind die Veröffentlichungsformen Leitartikel (19), „Meeting Abstract“ (15), Brief (7), Notiz (3) und Korrektur, Diskussion, Nachricht und Neuauflage mit jeweils einem Eintrag zu nennen (Abb.42).

Ergebnisse

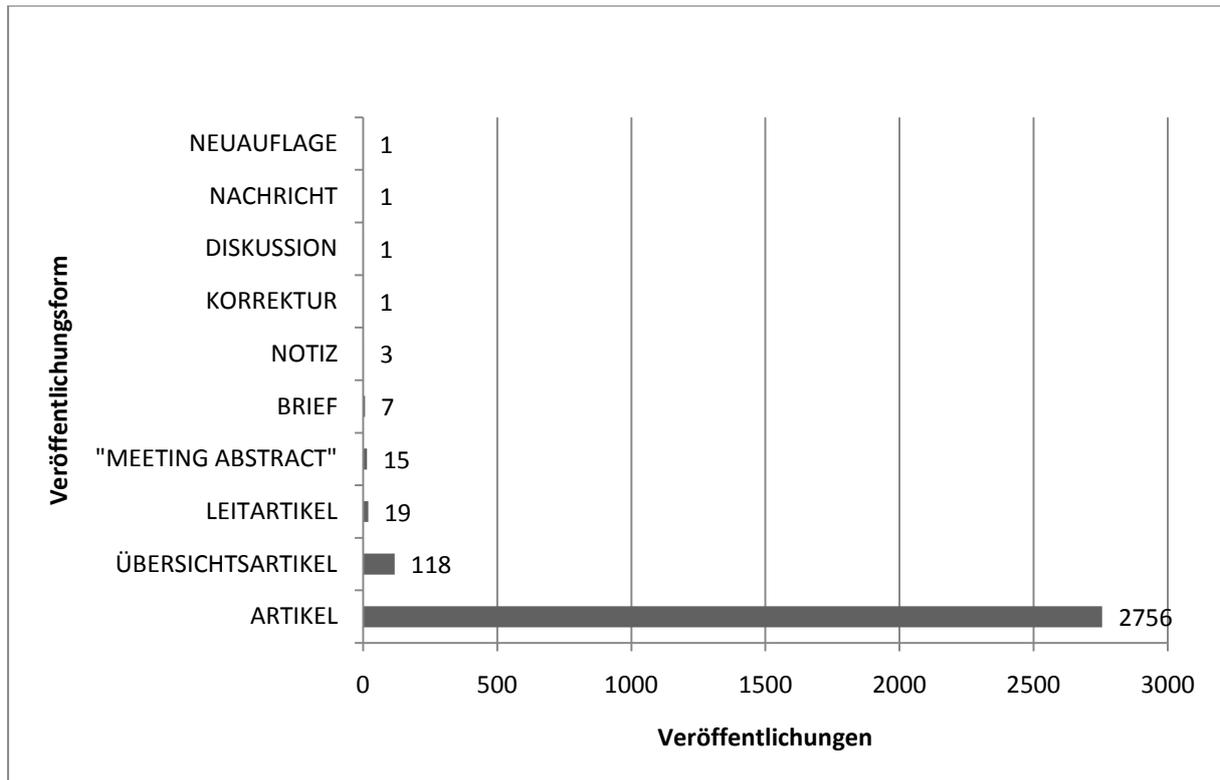


Abbildung 42: Veröffentlichungen analysiert nach der Form ihres Erscheinens

3.2.7 Analyse der publizierenden Zeitschriften

3.2.7.1 Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften

Unter den zehn meist publizierenden Zeitschriften befassen sich sieben mit ökologischen und atmosphärischen Themenschwerpunkten. Eine befasst sich sowohl mit ökologischen als auch (expositions)epidemiologischen Aspekten („Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology“), eine mit Epidemiologie und eine mit medizinischen Gesichtspunkten. Als produktivste Zeitschrift muss „Atmospheric Environment“ genannt werden, gefolgt von „Environmental Health Perspectives“. Die Anzahl der in den zehn meist publizierenden Zeitschriften veröffentlichten Erscheinungen ist in Abbildung 43 dargestellt.

Ergebnisse

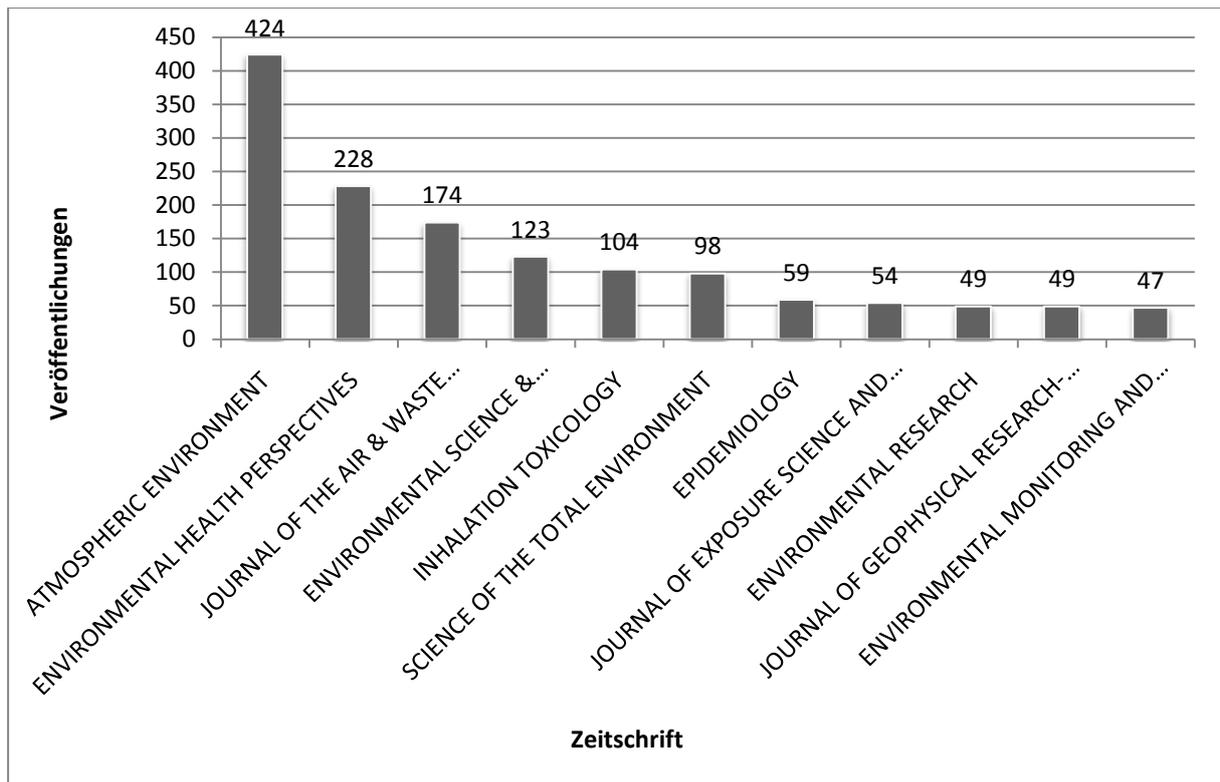


Abbildung 43: Zuordnung der Publikationen zu den publizierenden Zeitschriften

3.2.7.2 Impact Factors

Die Impact Factors des letzten Analysejahres gestalten sich für die produktivsten Zeitschriften wie folgt: Der höchste Impact Factor von 5,861 wurde für „Environmental Health Perspectives“ errechnet. Die medizinische Zeitschrift („Inhalation Toxicology“) hat für 2006 einen Impact Factor von 2,167. Abbildung 44 zeigt die Impact Factors der zehn meist publizierenden Zeitschriften.

3.2.7.3 Unmittelbarkeitsindizes

Die Unmittelbarkeitsindizes oder „Immediacy Indexes“ der produktivsten Zeitschriften gestalten sich ein wenig unterschiedlich von den Impact Factors oder den Publikationszahlen. So weist die Zeitschrift „Epidemiology“ den höchsten Unmittelbarkeitsindex (1,437) auf. Allen anderen Zeitschriften werden Immediacy Indexes von kleiner als eins zugeordnet. Die Werte im Einzelnen finden sich in Abbildung 44.

Ergebnisse

3.2.7.4 Cited Half-Life

Den höchsten Wert für Cited Half-Life und damit die längste „Halbwertszeit“ für die Zitierungsaktivität ihrer Artikel hat die Zeitschrift „Journal of Geophysical Research – Atmospheres“ (8,7). Der zweit größte Wert („Science of the Total Environment“) liegt bei 7,1 und nur einer liegt unter 5 („Inhalation Toxicology“). Alle Werte sind in Abbildung 44 dargestellt.

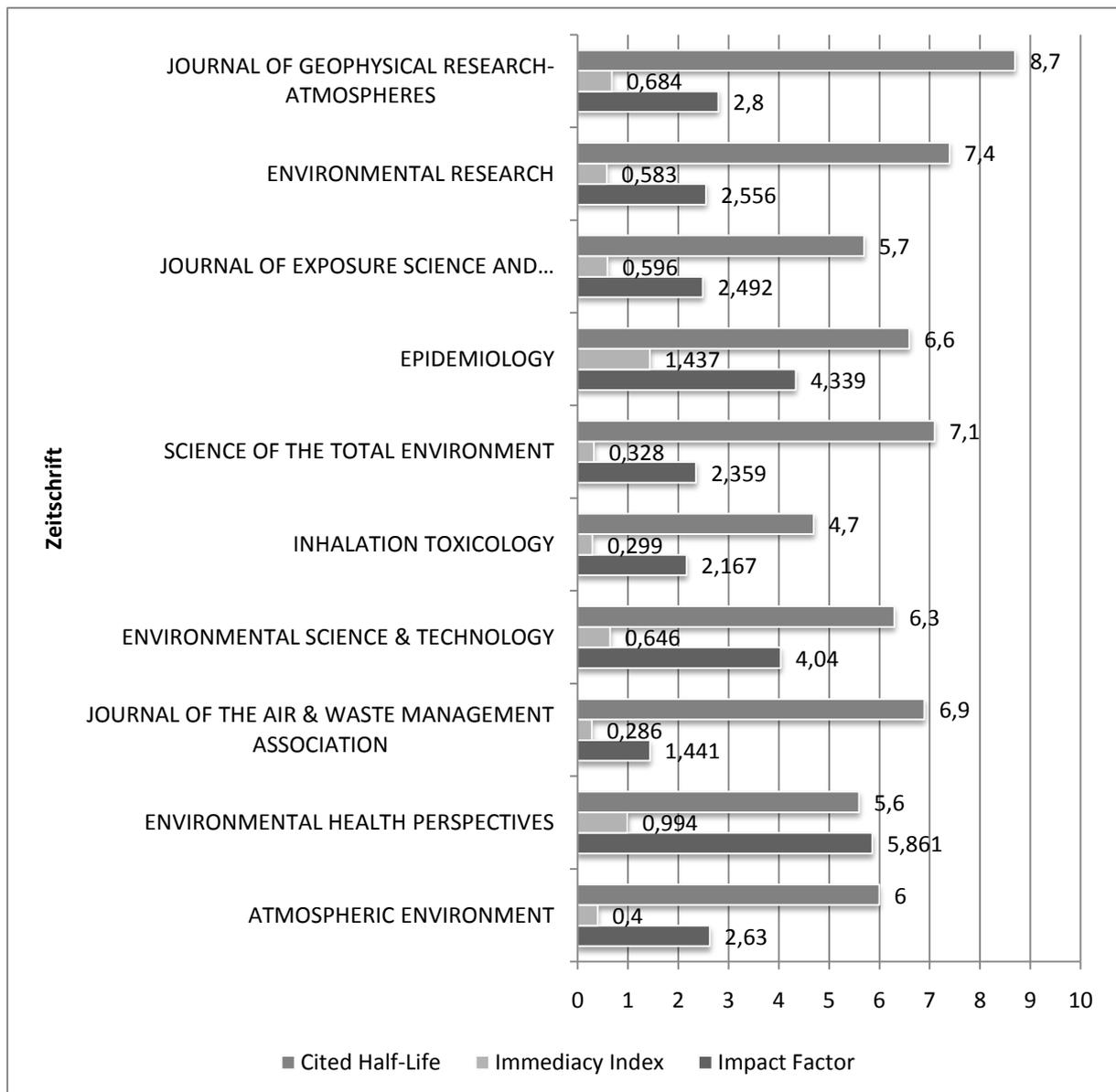


Abbildung 44: Werte für Impact Factor, Unmittelbarkeitsindex und Cited Half-Life der zehn meist publizierenden Zeitschriften

3.2.8 Analyse nach Forschungsgebieten

Das einzige Forschungsgebiet, das mehr als 1000 Veröffentlichungen hervorgebracht hat, sind die Umweltwissenschaften, die damit gleichzeitig das meist publizierende Forschungsgebiet darstellen. Des Weiteren finden sich zwei medizinische Gebiete („respiratorisches System“, „Toxikologie“) unter den zehn produktivsten. Drei dieser zehn Forschungsgebiete haben weniger als 100 Veröffentlichungen produziert. Eine Zusammenfassung findet sich in Abbildung 45.

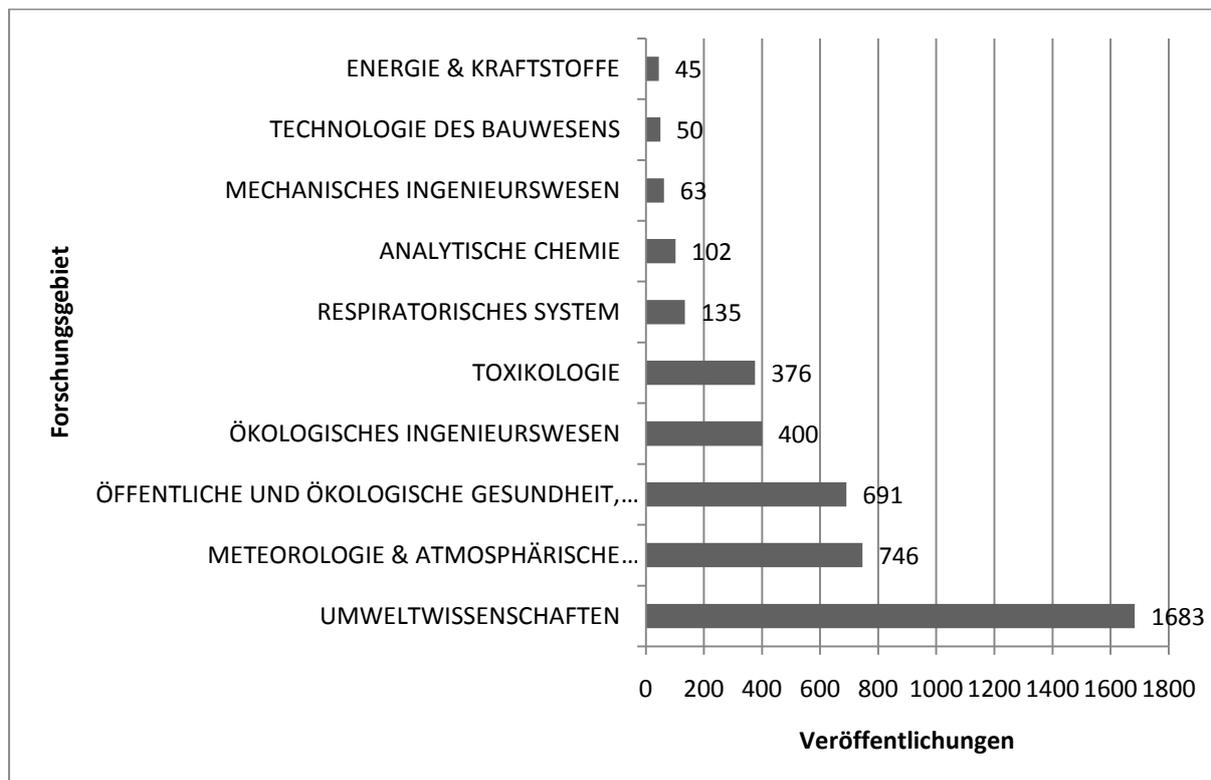


Abbildung 45: Zuordnung der Veröffentlichungen zu publizierenden Forschungsgebieten; dargestellt sind die zehn produktivsten

3.2.9 Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen

Die Analyse der Veröffentlichungen nach untersuchten Organsystemen oder Körperteilen ergibt, dass die Lunge das Objekt des mit Abstand größten wissenschaftlichen Interesses ist. So können ihr 1034 Publikationen zugeordnet werden. 294 entfallen auf das kardiale System und 108 auf die Leber. Für alle anderen Organsystemen oder Körperteile wurden weniger als 100 Veröffentlichungen erfasst (Abb.46). Die Summe der Veröffentlichungen, die einem Organsystem zugeordnet werden können, ist kleiner als die gesamte Anzahl an analysierten Veröffentlichungen. Die Differenz dieser beiden Werte machen Publikationen aus, die nicht explizit einem Organsystem oder Körperteil zugeordnet sind.

Ergebnisse

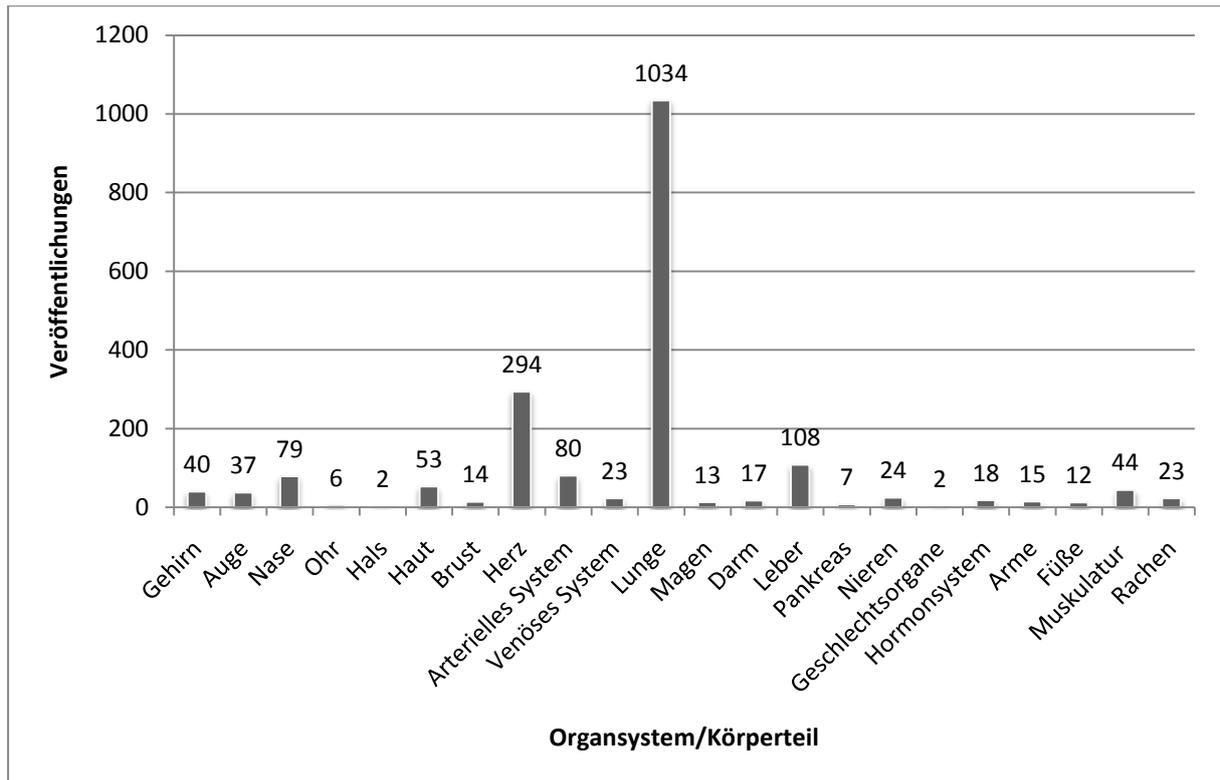


Abbildung 46: Zuordnung der Publikationen zu untersuchten Organsystemen oder Körperteilen

3.3 Schwefeldioxid

3.3.1 Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und bei „PubMed“

Ähnlich wie für die Thematik Feinstaub/PM10 gestaltet sich auch die Analyse für Schwefeldioxid (zur Suchstrategie s. Kapitel 2.5.3.1 und 2.5.3.2). Der zunächst gewählte Analysebegriff erbrachte 4058 Ergebnisse bei „PubMed“ und 12.415 Einträge im „Web of Science“. Die Veränderung der Analysestrategie gemäß Kapitel 2.5.3 erzielte eine Reduktion der Trefferzahlen auf 1068 bei „PubMed“ und 1440 im „Web of Science“ (Abb.47).

Ergebnisse

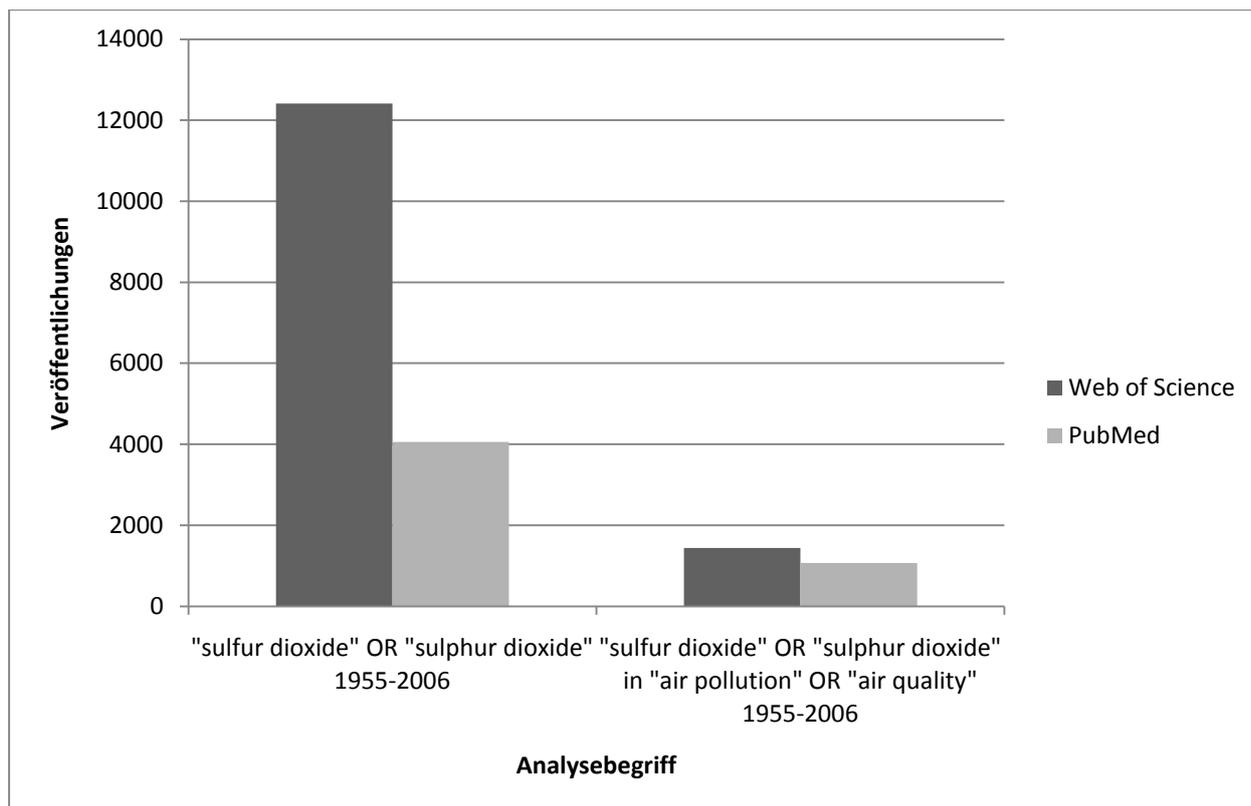


Abbildung 47: Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ und bei „PubMed“ nach verschiedenen Analysestrategien

3.3.2 Analyse nach Erscheinungsjahren

3.3.2.1 Zuordnung zu den entsprechenden Erscheinungsjahren

Bis zum Jahr 1989 finden sich in keinem Jahr mehr als drei Veröffentlichungen zum Thema Schwefeldioxid im Zusammenhang mit Luftverschmutzung. Den ersten nennenswerten Anstieg zeigt das Jahr 1990 mit 12 Veröffentlichungen. Ein beginnender allgemeiner Aufwärtstrend hält bis zum Ende des Analysezeitraums an, erfährt jedoch kleinere Einbrüche in den Jahren 1997 (72 Publikationen), 2000 (96 Publikationen), 2002 (94 Veröffentlichungen), 2004 (101 Einträge) und 2006 (98 Listungen). Die zeitliche Entwicklung der Publikationsaktivität zum Thema Schwefeldioxid ist in Abbildung 48 dargestellt.

Ergebnisse

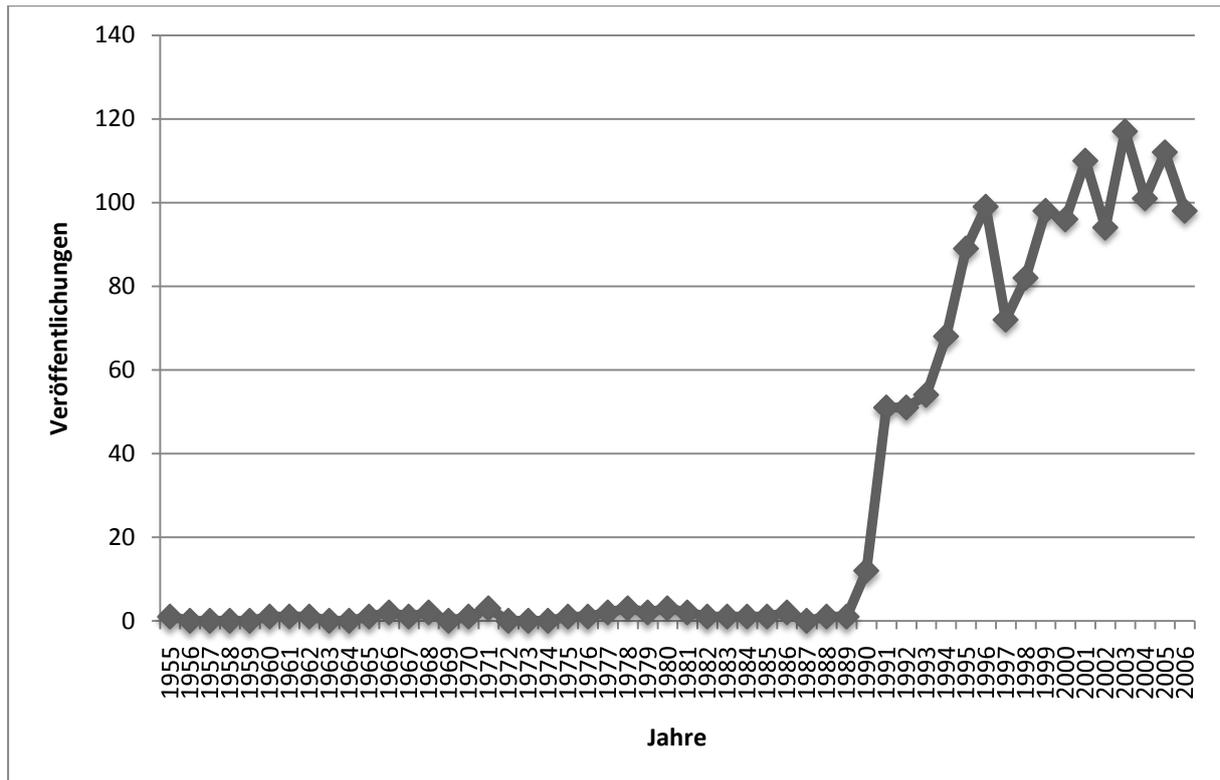


Abbildung 48: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsjahren

Beim Vergleich der Ergebniszahlen im „Web of Science“ mit denen bei „PubMed“ fällt auf, dass bei „PubMed“ der erste Anstieg der Veröffentlichungsanzahl Anfang der 1960er bis Ende der 1970er Jahre stattfindet. Im Speziellen beginnt er im Jahr 1963 und hält an bis zum Jahr 1970 (75 Veröffentlichungen), um dann wieder auf ein Minimum von zunächst sechs (1978-1980) und dann fünf Publikationen pro Jahr (1983/1984) zu fallen. Ein erneuter Anstieg der Zahlen findet sich ab 1991 (13 Publikationen) bzw. 1994 (14 Publikationen) bis 1996, um 1997 deutlich abzufallen und sich von hier an mit wechselnd höheren und niedrigeren Zahlen bis 2006 fortzusetzen, wobei die Gesamttendenz steigend ist (Abb.49).

Ergebnisse

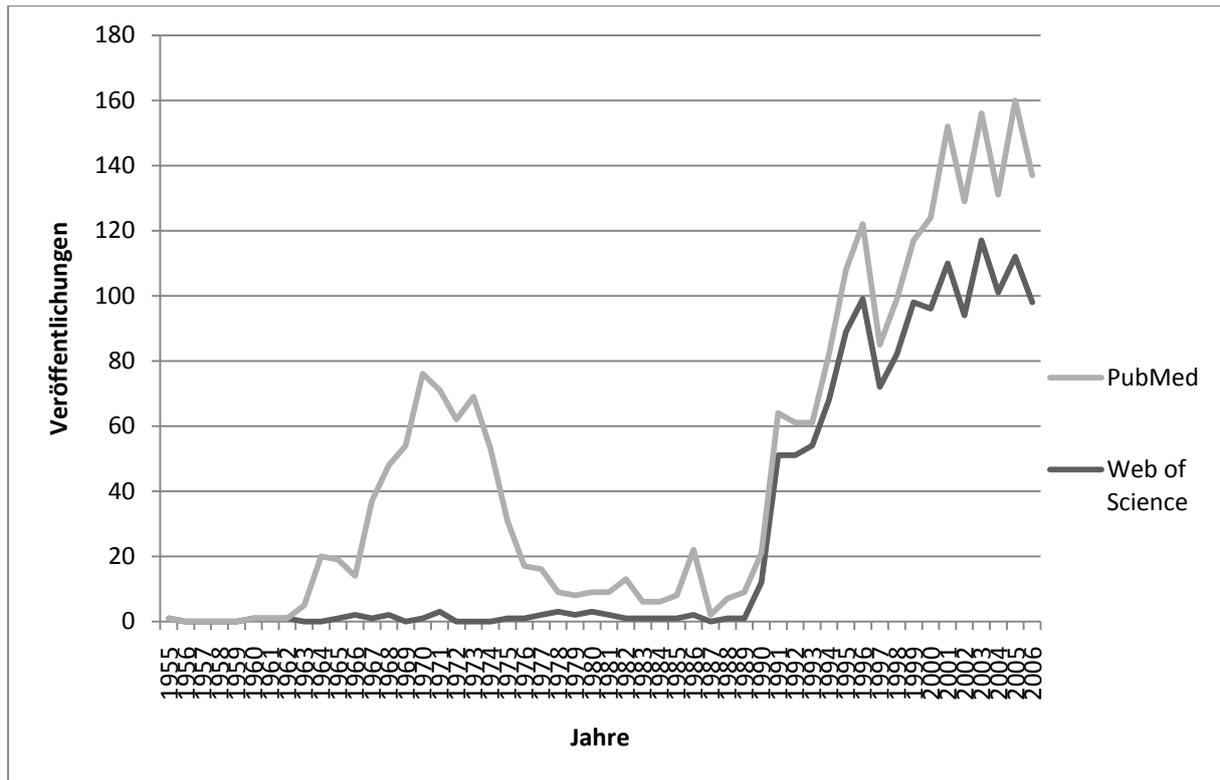


Abbildung 49: Veröffentlichungen nach Erscheinungsjahren; Datenbanken „Web of Science“ und „PubMed“ im Vergleich

3.3.2.2 Zitierungen der nach Erscheinungsjahr sortierten Veröffentlichungen

Zur Entwicklung der jährlichen Zitierungszahlen ist zunächst anzumerken, dass sie davon abhängig sind, ob im betreffenden Jahr veröffentlicht wurde oder nicht. So gestaltet sich das Zitierungsverhalten im Zeitraum von 1955 bis 1992 eher monomorph (Abb.50). Beginnend mit den Jahren 1992/1993 steigen die Zitierungszahlen jährlich exponentiell an und werden von den Veröffentlichungszahlen nicht beeinflusst (keine analoge Wechselbewegung zu Beginn des nächsten Jahrtausends). Hierbei wird im Jahr 1993 erstmals eine Grenze von 100 Zitierungen pro Jahr und im Jahr 1998 eine von 1000 überschritten.

Ergebnisse

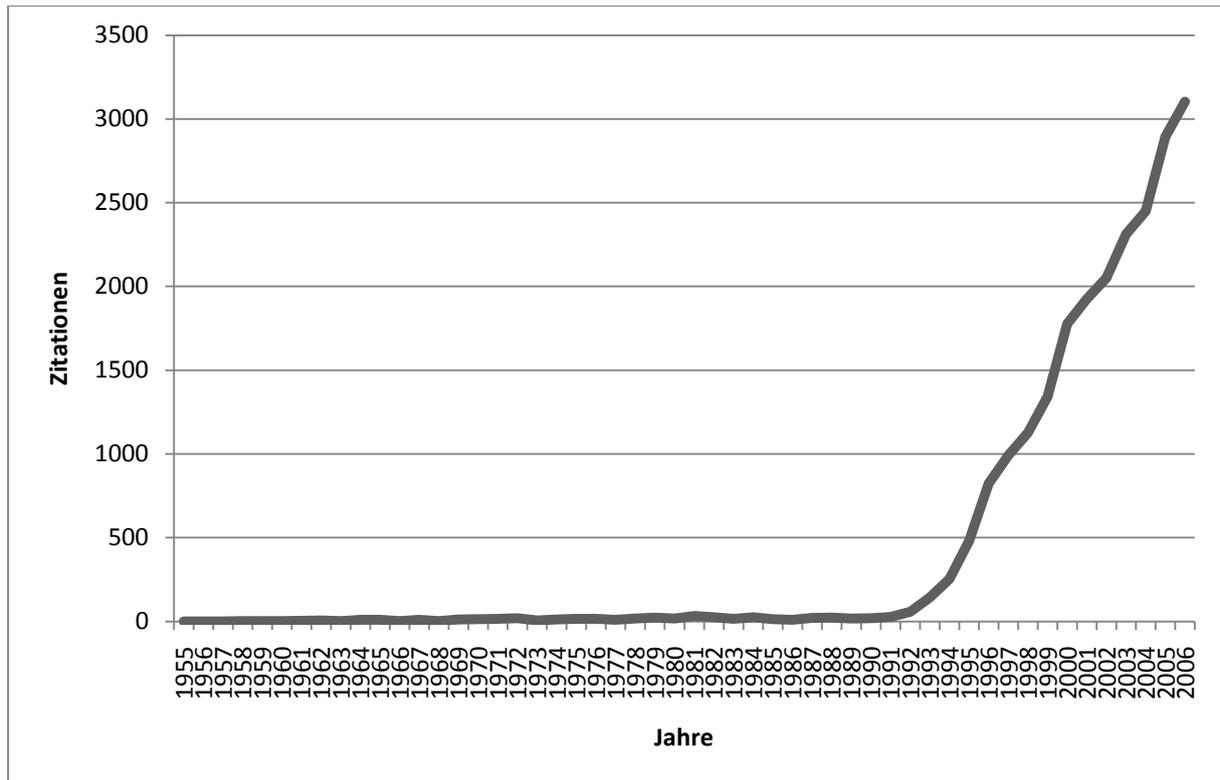


Abbildung 50: Zitierungen der nach Erscheinungsjahr sortierten Veröffentlichungen

3.3.3 Analyse der Veröffentlichungen nach Publikationssprachen

Die Verteilung der Häufigkeit für die einzelnen Publikationssprachen ähnelt sehr der Verteilung für das Thema Luftverschmutzung. Zwar finden sich für die Luftverschmutzung mehr Sprachen insgesamt, jedoch sind die ersten sechs Sprachen für beide Themen identisch.

So wurden zum Thema Schwefeldioxid 1395 Publikationen auf Englisch, 17 auf Deutsch, 15 auf Französisch, sechs auf Spanisch, drei auf Japanisch, zwei auf Russisch und je eine auf Tschechisch und Portugiesisch veröffentlicht. Abbildung 51 zeigt die Anteile der einzelnen Sprachen an der Anzahl der gesamten Veröffentlichungen. Ein weiteres Mal wird die massive Dominanz der englischen Sprache innerhalb der wissenschaftlichen Arbeiten deutlich. In diesem Fall machen die englisch-sprachigen Veröffentlichungen 96,86% aller Publikationen aus.

Ergebnisse

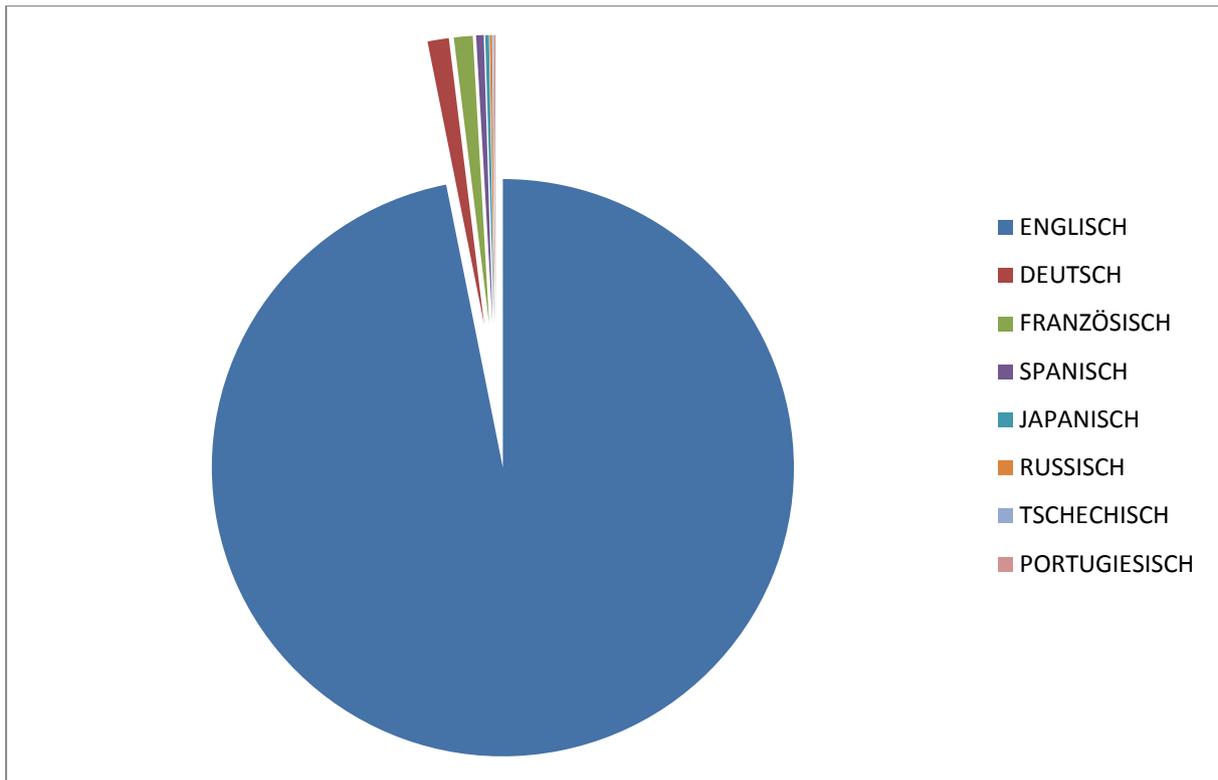


Abbildung 51: Anteilige Darstellung der Publikationssprachen

3.3.4 Analyse nach Erscheinungsländern

3.3.4.1 Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern

30 Länder haben im Analysezeitraum insgesamt mehr als zehn Publikationen veröffentlicht und vier mehr als 100. Als produktivstes Land stellen sich die Vereinigten Staaten mit 425 Veröffentlichungen heraus. Großbritannien produzierte 184, die Volksrepublik China 120 und Deutschland 115 Publikationen. Mit der Präsenz der USA, von Großbritannien und Kanada unter den zehn produktivsten Ländern sind zwar drei (teilweise) englisch-sprachige Länder vertreten, jedoch korreliert der Anteil der Summe der Publikationen dieser Länder nicht mit dem Anteil der englisch-sprachigen Veröffentlichungen an den Gesamtzahlen. Dieser ist deutlich größer. Wie schon bei der Thematik Feinstaub/PM10 werden anders als zum Thema Luftverschmutzung nur die zehn produktivsten Länder dargestellt (im Gegensatz zu vorher 20), da die absoluten Veröffentlichungszahlen pro Land insgesamt geringer sind und so die Aussagekraft früher sinkt (Abb.52).

Ergebnisse

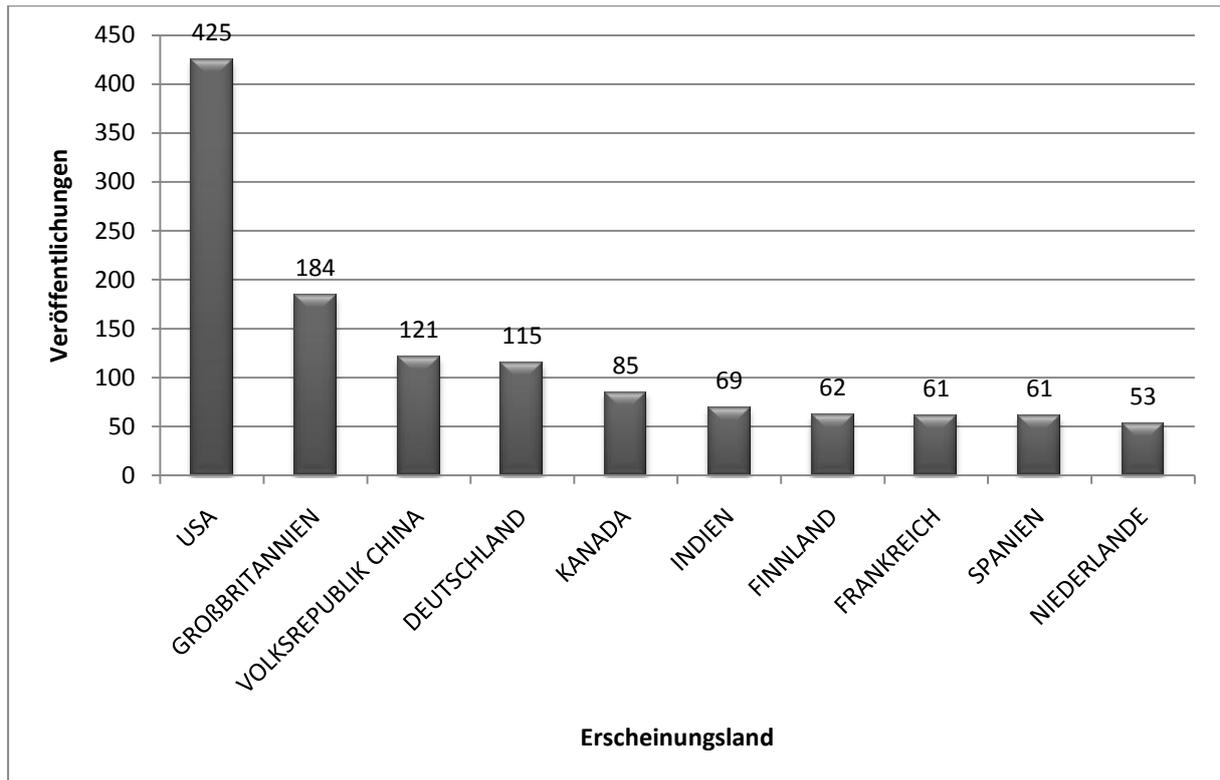


Abbildung 52: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Erscheinungsländern; dargestellt sind die zehn produktivsten Länder (absolute Zahlen)

3.3.4.2 Internationaler Vergleich der Publikationsaktivität (Density-Equalizing Mapping)

Wie schon zu den vorangegangenen Themen wurde auch hier wieder mittels Density-Equalizing Mapping ein internationaler Vergleich der Veröffentlichungsaktivitäten der einzelnen Länder erstellt (Abb.53).

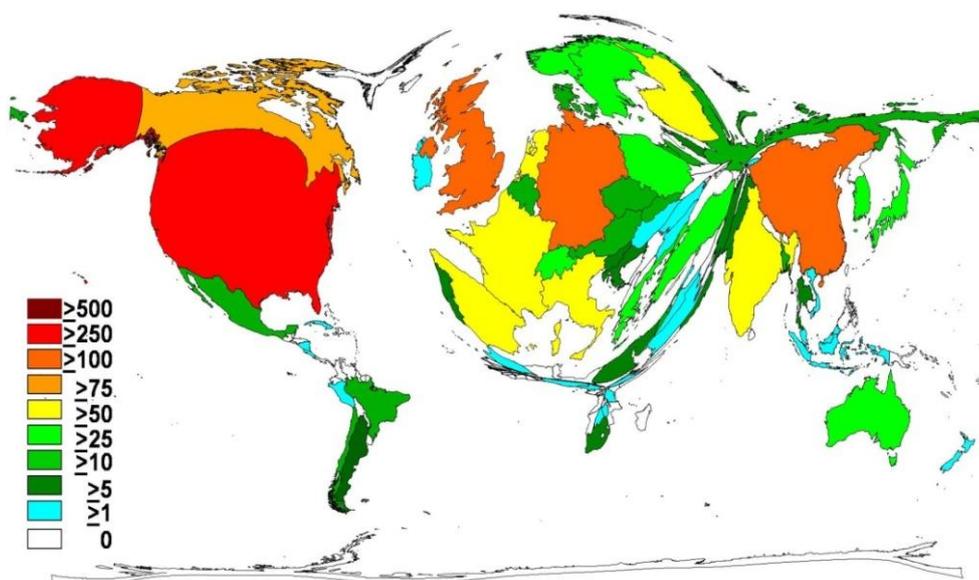


Abbildung 53: Veröffentlichungen zu Schwefeldioxid weltweit (density-equalized)

3.3.4.3 Zitierungen der Veröffentlichungen sortiert nach Erscheinungsländern

Nach Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Publikationsorten wurden wieder jeweils für die Summe der Publikationen eines Landes sowohl die Gesamtzitationenzahlen als auch die durchschnittliche Zitierungsrate pro veröffentlichter Erscheinung bestimmt.

Hierbei waren die USA für die Gesamtzitationen führend (12.412), analog zu den Veröffentlichungszahlen. Ihnen folgen Großbritannien (4234) und Deutschland (3452). Die einzelnen Zahlen finden sich in Abbildung 54.

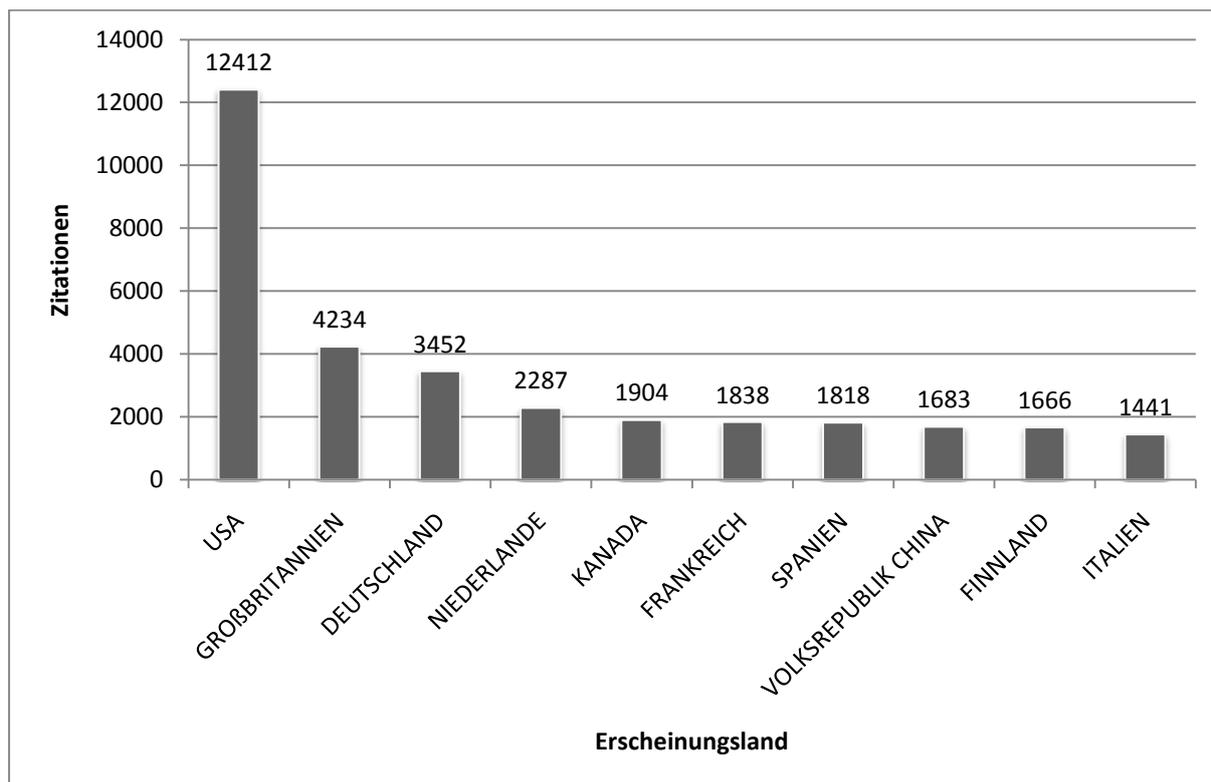


Abbildung 54: Zitierungen der Veröffentlichungen der einzelnen Länder in absoluten Zahlen; dargestellt sind die zehn meist zitierten Länder

3.3.4.4 Zitationsrate der einzelnen Länder

Die Korrelation zwischen absoluten Zitierungs- und Veröffentlichungszahlen erfordert ein weiteres Mal die Berechnung der durchschnittlichen Zitierungsraten der veröffentlichten Arbeiten. Hierbei sind unter den Ländern mit den zehn höchsten Zitationsraten mit Ausnahme der USA alle europäisch. Jedes der aufgeführten Länder hat mindestens zehn Publikationen zu verzeichnen.

So weist die Slowakei bei 13 Publikationen eine durchschnittliche Zitationsrate von 71,92 Zitierungen pro Veröffentlichung auf, die Niederlande können durchschnittlich 43,15

Ergebnisse

Zitierungen auf jeder Publikation vereinigen und polnische Erscheinungen werden im Schnitt 41,09mal zitiert. Die USA finden sich mit 29,2 Zitierungen pro Eintrag auf der neunten Platzierung wieder. Die zehn höchsten Zitationsraten mit ihren zugehörigen Ländern zeigt Abbildung 55, Abbildung 56 stellt den internationalen Vergleich bildlich dar.

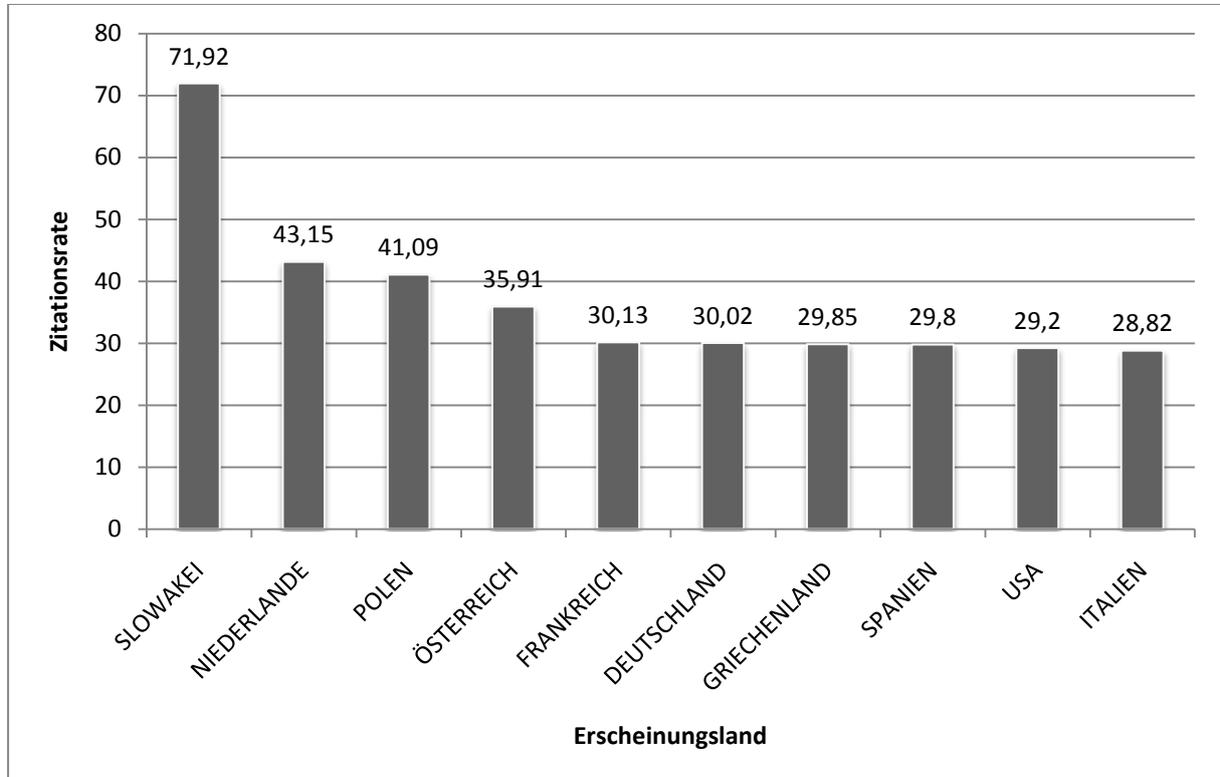


Abbildung 55: Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; sortiert nach Erscheinungsändern

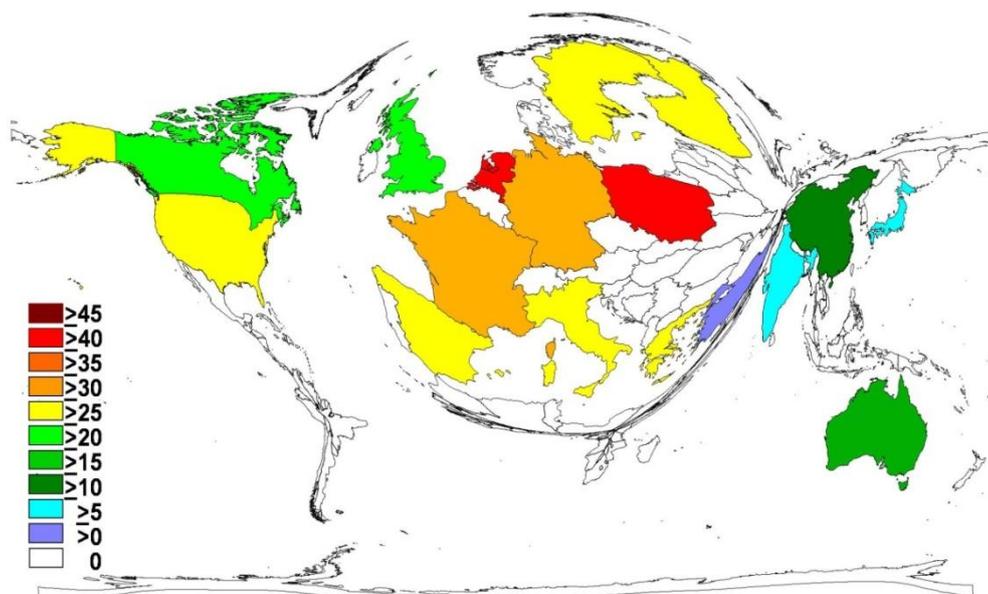


Abbildung 56: Zitationsraten der Veröffentlichungen der einzelnen Länder (density-equalized; Mindestanzahl 30 Veröffentlichungen)

3.3.5 Analyse hinsichtlich der Autoren

3.3.5.1 Analyse nach veröffentlichenden Autoren

Unter den produktivsten Autoren finden sich neben den aus den vorhergehenden Untersuchungen bereits bekannten auch neue Namen. So ist Joel Schwartz mit 41 Veröffentlichungen der produktivste Autor zum Thema Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid. Richard T. Burnett und H. Ross Anderson sind als weitere Autoren mit mehr als 20 Publikationen zu nennen (Abb.57).

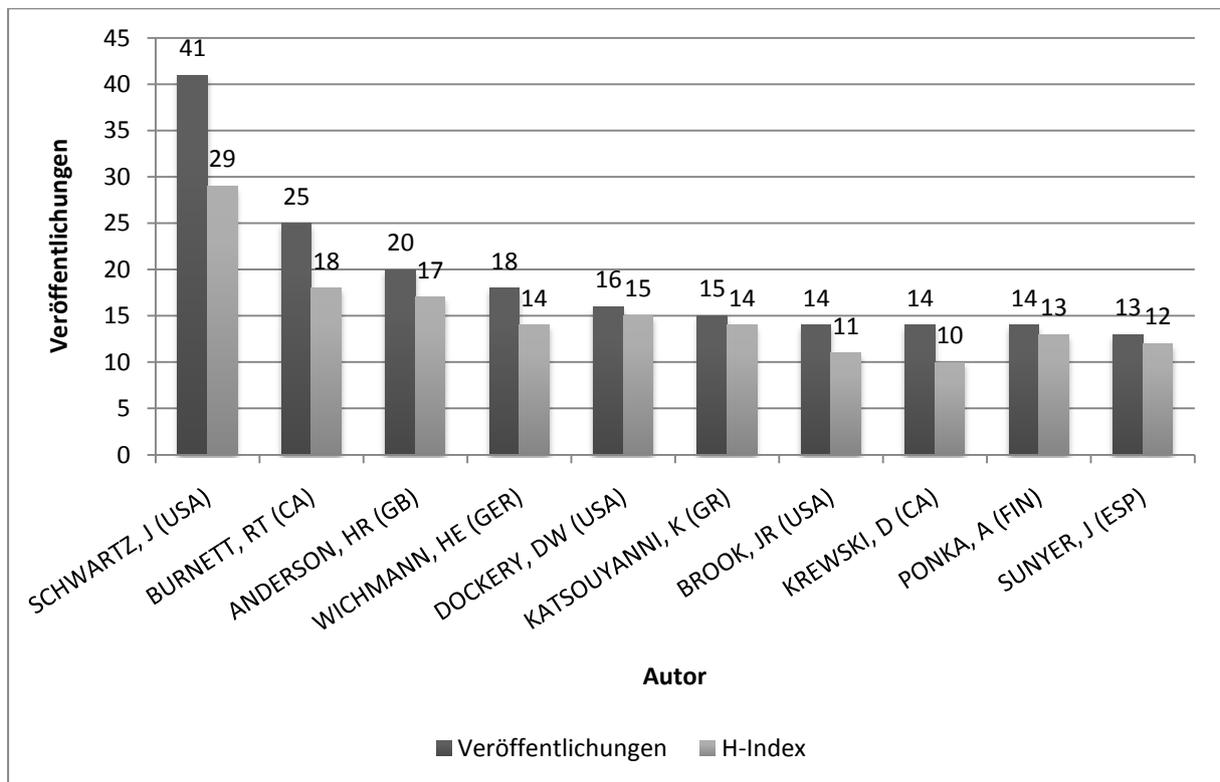


Abbildung 57: Anzahl der Veröffentlichungen der zehn produktivsten Autoren mit zugehörigen h-Indizes

3.3.5.2 Durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung

Die Berechnung der durchschnittlichen Zitierungsrate der einzelnen Autoren zeigte, dass D.W. Dockery mit 98,12 Zitierungen pro Publikation die höchste Zitationsrate hat, gefolgt von A. Pönkä mit 85,14 Zitierungen pro Erscheinung (Abb.58).

Im Hinblick auf die absoluten Zitierungszahlen ist wiederum J. Schwartz führend (3409).

Ergebnisse

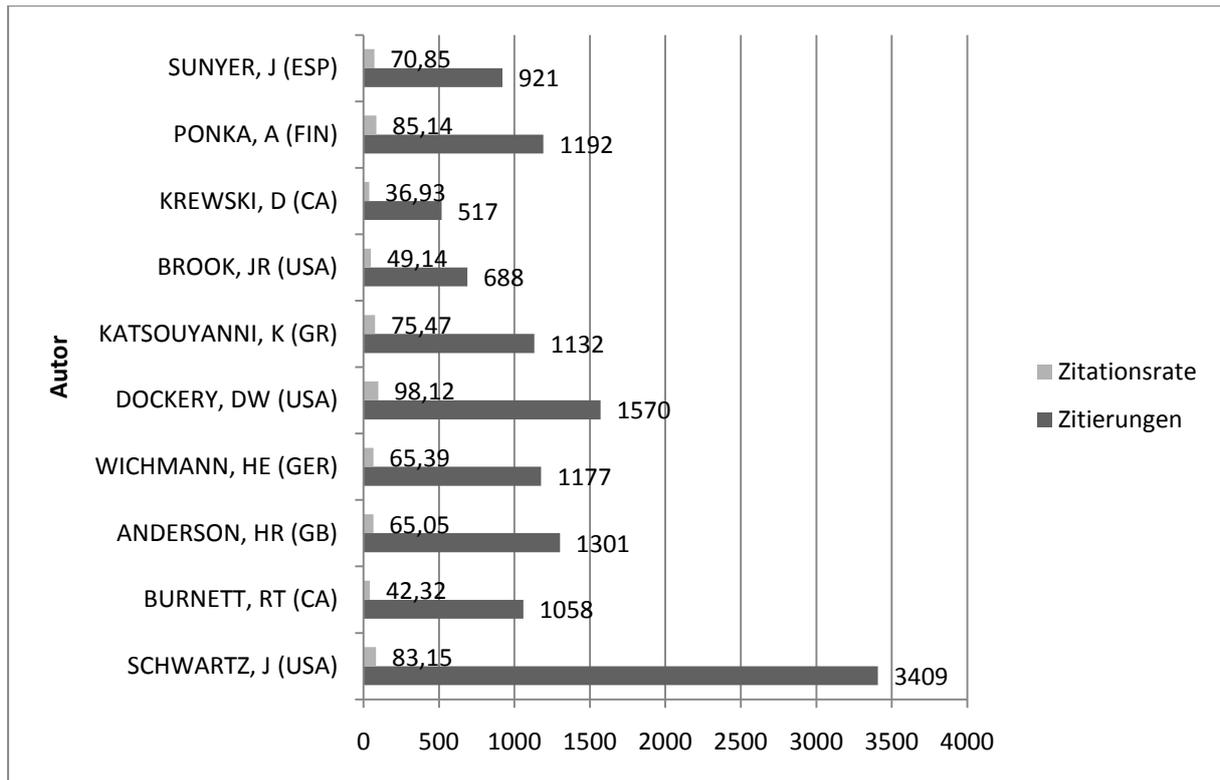


Abbildung 58: Absolute Zitierungszahlen und durchschnittliche Zitierungen pro Veröffentlichung; dargestellt sind die zehn produktivsten Autoren

3.3.5.3 Vergleich der Gesamtveröffentlichungen mit Einträgen als Erstautor

Für die Erstautorenschaft ist vorab zu sagen, dass nur einer der genannten zehn produktivsten Autoren für mehr als die Hälfte seiner Erscheinungen als Erstautor aufgeführt wird.

In Analogie zu seinen Publikationszahlen hat Joel Schwartz ebenfalls die meisten Einträge als Erstautor (13) (Abb.59). Für Jordi Sunyer ist jedoch festzustellen, dass er im Vergleich mit den übrigen Autoren für den größten Anteil seiner Publikationen als Erstautor erfasst ist (53,85%). Weiterhin ist D.W. Dockery zu erwähnen, der für keine seiner Veröffentlichungen als Erstautor angeführt wird (Abb.60).

Ergebnisse

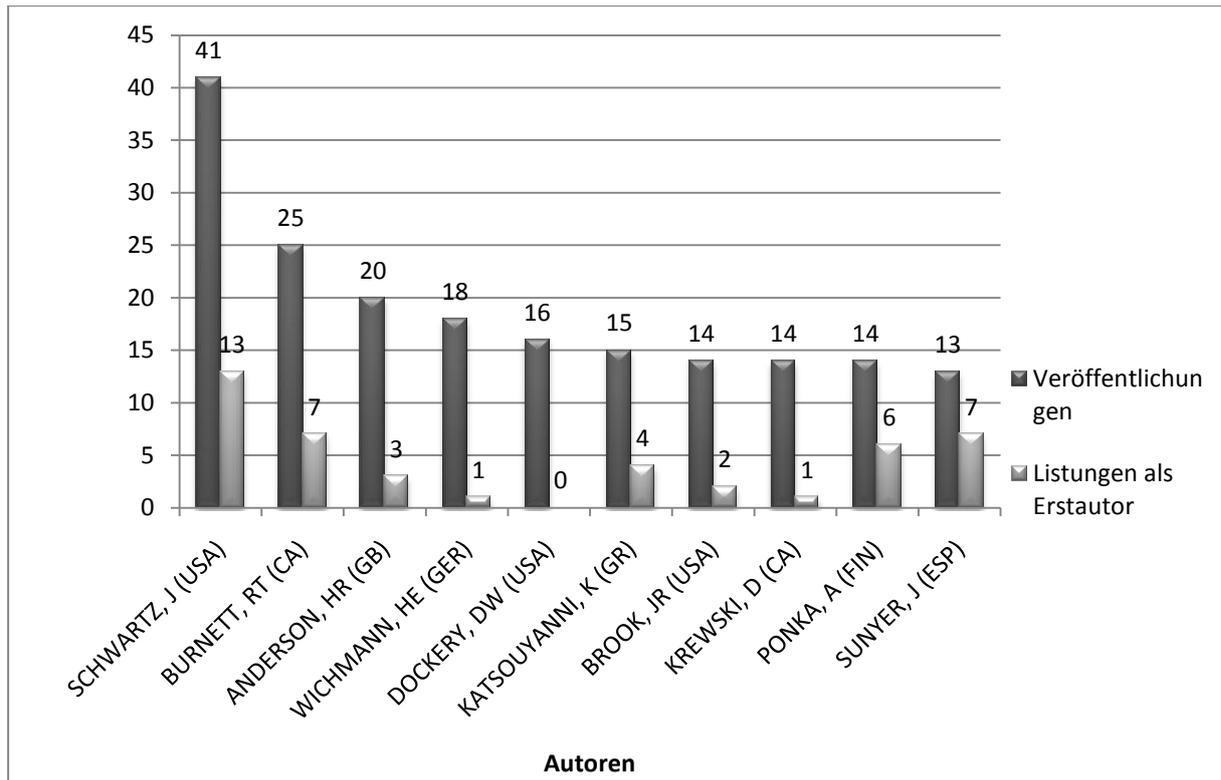


Abbildung 59: Anzahl der Listungen als Erstautor im Vergleich zur Veröffentlichungszahl

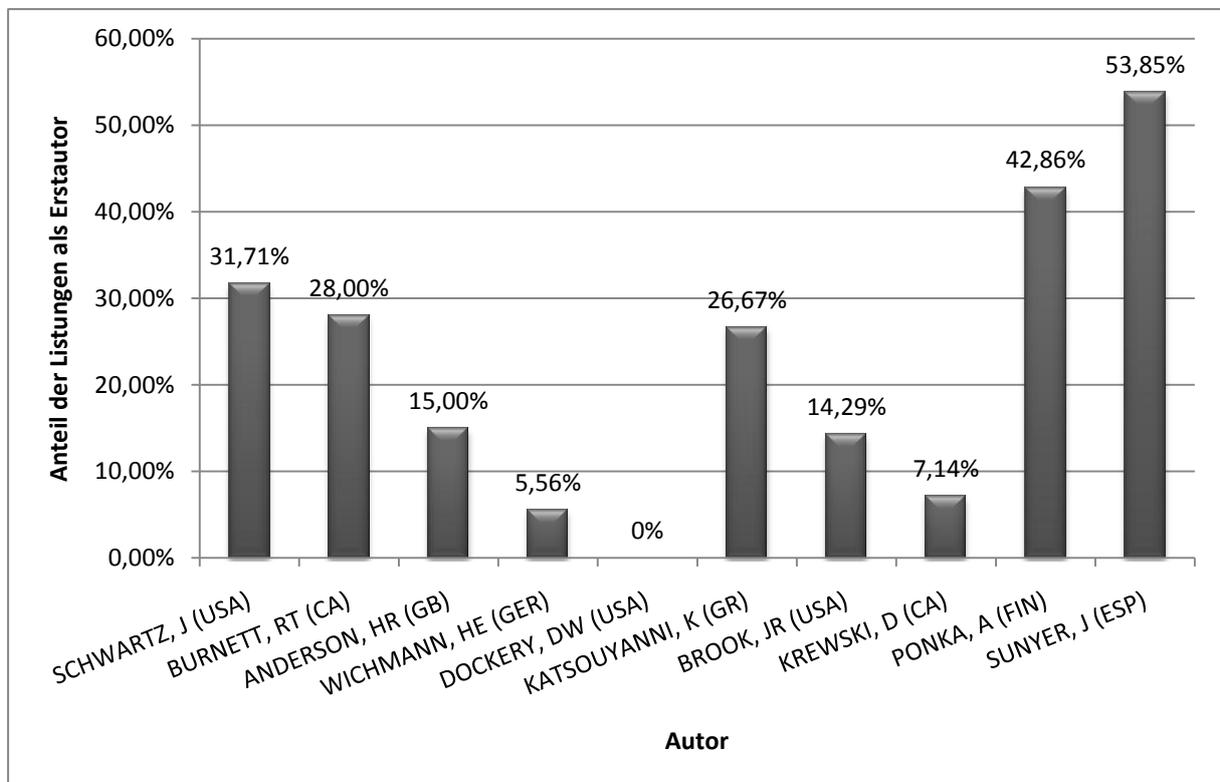


Abbildung 60: Anteil der als Erstautor veröffentlichten Einträge an der Gesamtzahl

3.3.6 Darstellung nach Veröffentlichungsform („document type“)

Die Veröffentlichungen setzen sich zusammen aus 1334 Artikeln, 85 Übersichtsartikeln, sieben Notizen, fünf Briefen, vier Leitartikeln, zwei Diskussionen, zwei „Meeting Abstracts“ und einer Neuauflage (Abb.61).

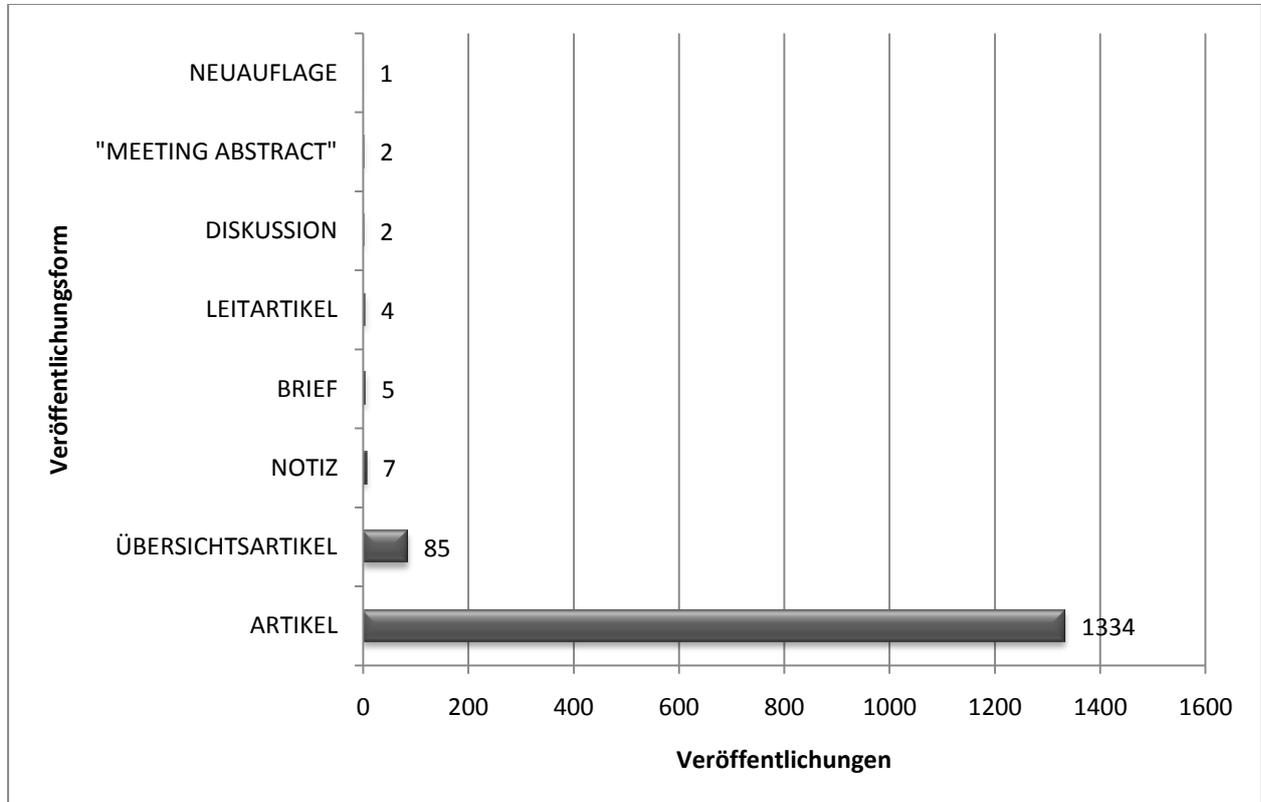


Abbildung 61: Charakterisierung der Veröffentlichungen durch ihre Publikationsform

3.3.7 Analyse der publizierenden Zeitschriften

3.3.7.1 Zuordnung zu den publizierenden Zeitschriften

Unter den meist publizierenden Zeitschriften finden sich neun, die sich mit ökologischen Fragestellungen befassen, und eine, die medizinische Gesichtspunkte untersucht („European Respiratory Journal“). Die Publikationen, die in den zehn produktivsten Zeitschriften veröffentlicht wurden, machen 33,13% aller Veröffentlichungen aus (Abb.62).

Ergebnisse

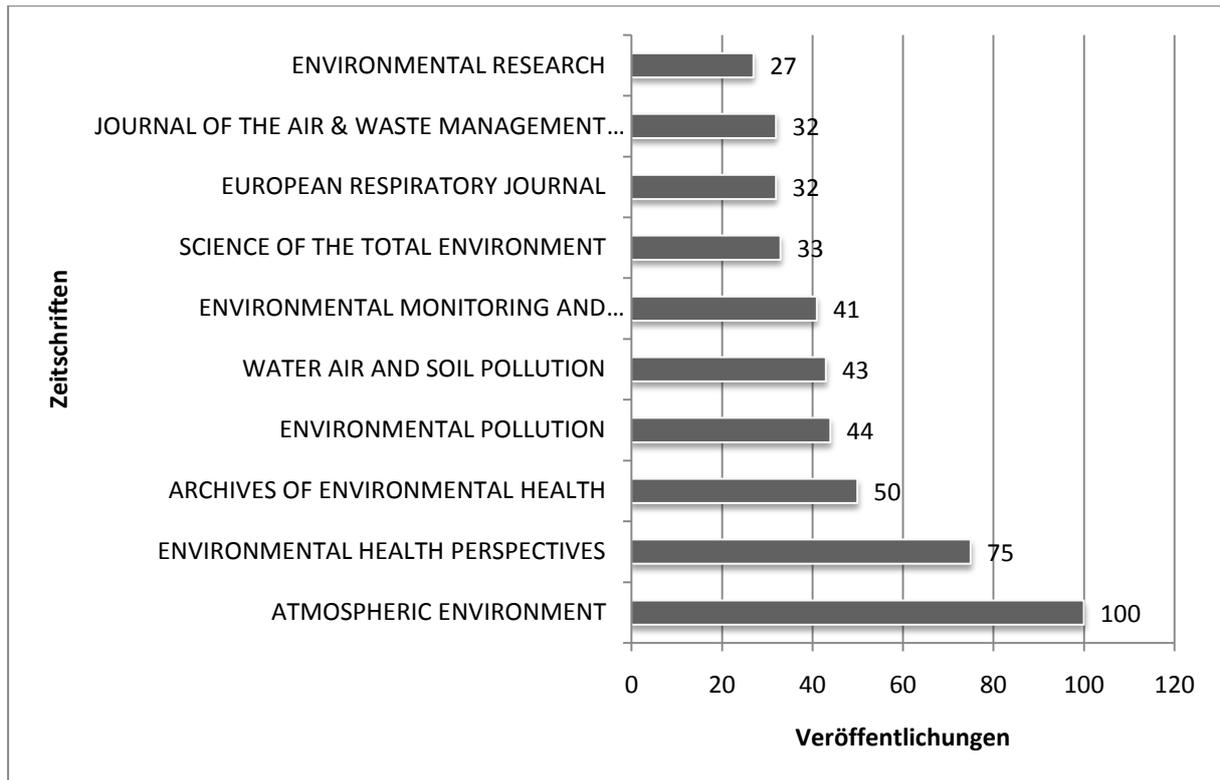


Abbildung 62: Zuordnung der Veröffentlichungen zu den publizierenden Zeitschriften; dargestellt sind die zehn produktivsten Zeitschriften

3.3.7.2 Impact Factors

Unter den zehn meist publizierenden Zeitschriften weist die Zeitschrift „Environmental Health Perspectives“ mit 5,861 den höchsten Impact Factor auf. Insgesamt haben die Impact Factors der Zeitschriften mit denen in vorangegangenen Kapiteln große Ähnlichkeiten. Auch hier muss wieder erwähnt werden, dass für die Zeitschrift „Archives of Environmental Health“ keine Daten verfügbar waren. Als neu dazukommende Zeitschrift sei das „European Respiratory Journal“ erwähnt, für das ein Impact Factor von 5,076 errechnet werden kann (Abb.63).

3.3.7.3 Unmittelbarkeitsindizes

Die Ermittlung der zugehörigen Immediacy Indexes ergibt, dass das „European Respiratory Journal“ mit einem Index von 1,108 den höchsten Wert erreicht. Der zweit höchste kann für „Environmental Health Perspectives“ angeführt werden. Für die Zeitschrift „Water Air and Soil Pollution“ wird ein Index von 0,684 gefunden und für das Journal „Environmental Research“ gilt ein Wert von 0,583. Ein Vergleich der Werte kann aus den in Abbildung 63 dargestellten Daten erstellt werden.

3.3.7.4 Cited Half-Life

Die Werte für die Eigenschaft Cited Half-Life gestalten sich folgendermaßen: Der größte Wert gehört zu „Water Air and Soil Pollution“ (8,7), der zweit größte zu der Zeitschrift „Environmental Research“ (7,4). „Science of the Total Environment“ ist noch als weitere Zeitschrift mit einem Cited Half-Life-Wert größer als sieben zu nennen. Es konnte weiterhin kein Wert für „Archives of Environmental Health“ ermittelt werden und zwei Werte liegen unter sechs (Abb.63).

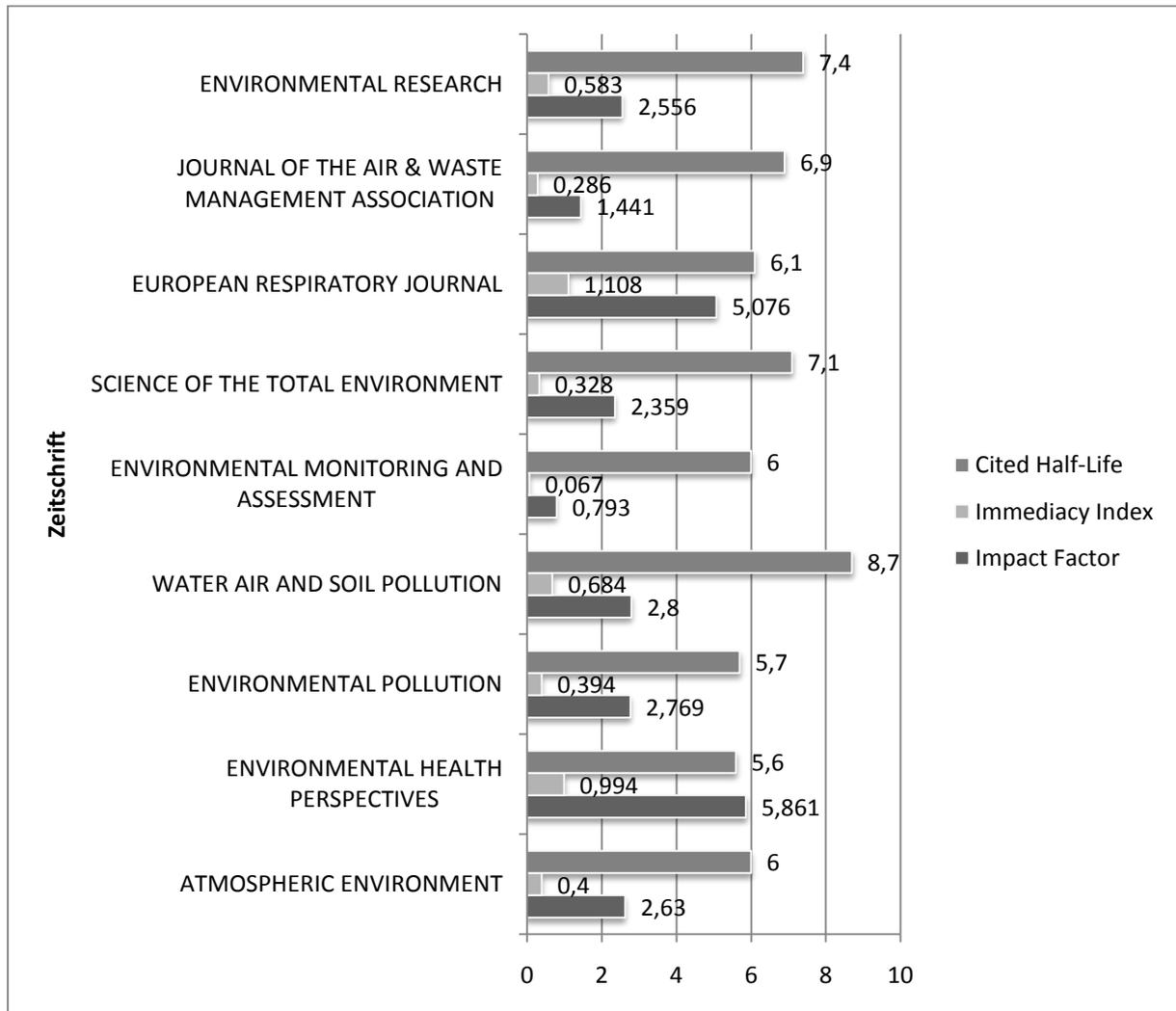


Abbildung 63: Werte für Impact Factor, Unmittelbarkeitsindex und Cited Half-Life der zehn meist publizierenden Zeitschriften

3.3.8 Analyse nach Forschungsgebieten

Unter den zehn Forschungsgebieten, innerhalb derer die meisten Veröffentlichungen getätigt wurden, finden sich drei mit rein medizinischem Schwerpunkt („respiratorisches System“,

Ergebnisse

„Toxikologie“ und „Allergie“) und eines mit einer Thematik, die aus ökologischen und gesundheitlichen Aspekten zusammengesetzt ist („öffentliche und ökologische Gesundheit, Arbeitsschutz“). Die übrigen sechs haben vorwiegend ökologische und botanische Inhalte. Jedes der zehn meist publizierenden Forschungsgebiete kann mehr als 40 Veröffentlichungen verbuchen. Hierbei waren die Umweltwissenschaften mit 700 eingetragenen Publikationen am produktivsten. 334 Veröffentlichungen sind die zweitgrößte Summe eines Forschungsgebiets, „öffentliche und ökologische Gesundheit, Arbeitsschutz“, das auch gleichzeitig das produktivste (teilweise) medizinische Forschungsgebiet darstellt. Als meist publizierendes Gebiet mit rein medizinischer Fragestellung soll das „respiratorische System“ genannt werden, das 84 Einträge umfasst (Abb.64).

Da die Summe der Publikationen der zehn produktivsten Forschungsgebiete bereits einen Wert von 120,8% ausmachen, muss auch hier von Mehrfachzuordnungen ausgegangen werden. Dies zeigt sich bereits in der Wahl der Bezeichnungen, deren Inhalte sich teilweise stark überschneiden. („Umweltwissenschaften“, „Pflanzenwissenschaften“, „Wasserressourcen“, „Umweltstudien“).

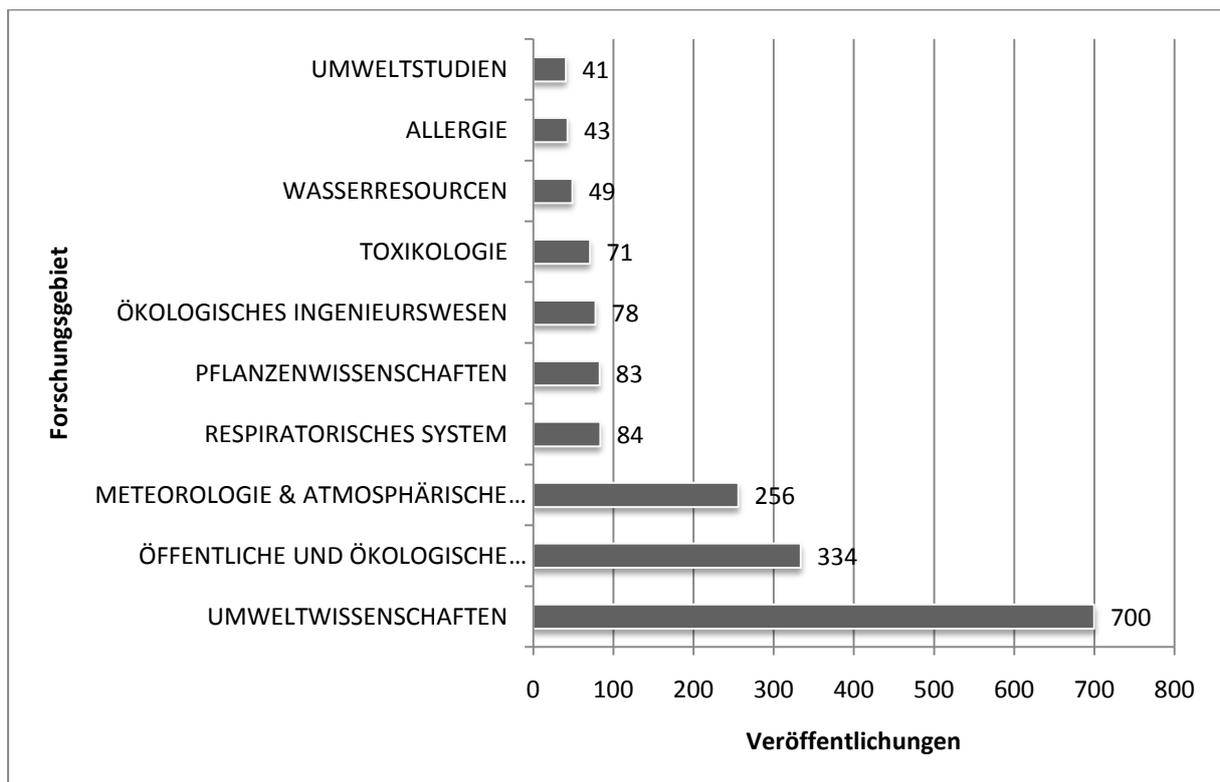


Abbildung 64: Zuordnung der Veröffentlichungen zu ihren Forschungsgebieten

3.3.9 Analyse nach untersuchten Organsystemen und Körperteilen

Das im Zusammenhang mit Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid am häufigsten untersuchte Organsystem ist die Lunge (137). Durch den gegebenen engen Zusammenhang folgt an zweiter Stelle das Herz (60). Der Haut können mit 19 Veröffentlichungen als einzigem weiterem Organ mehr als zehn Publikationen zugeordnet werden. Für den Rachen finden sich acht Veröffentlichungen, genauso wie für das Auge und die Nase. Das arterielle System verbucht sieben Einträge, während für alle anderen Organsysteme oder Körperteile unter fünf oder keine Veröffentlichungen gelistet sind. Die genaue Aufteilung findet sich in Abbildung 65.

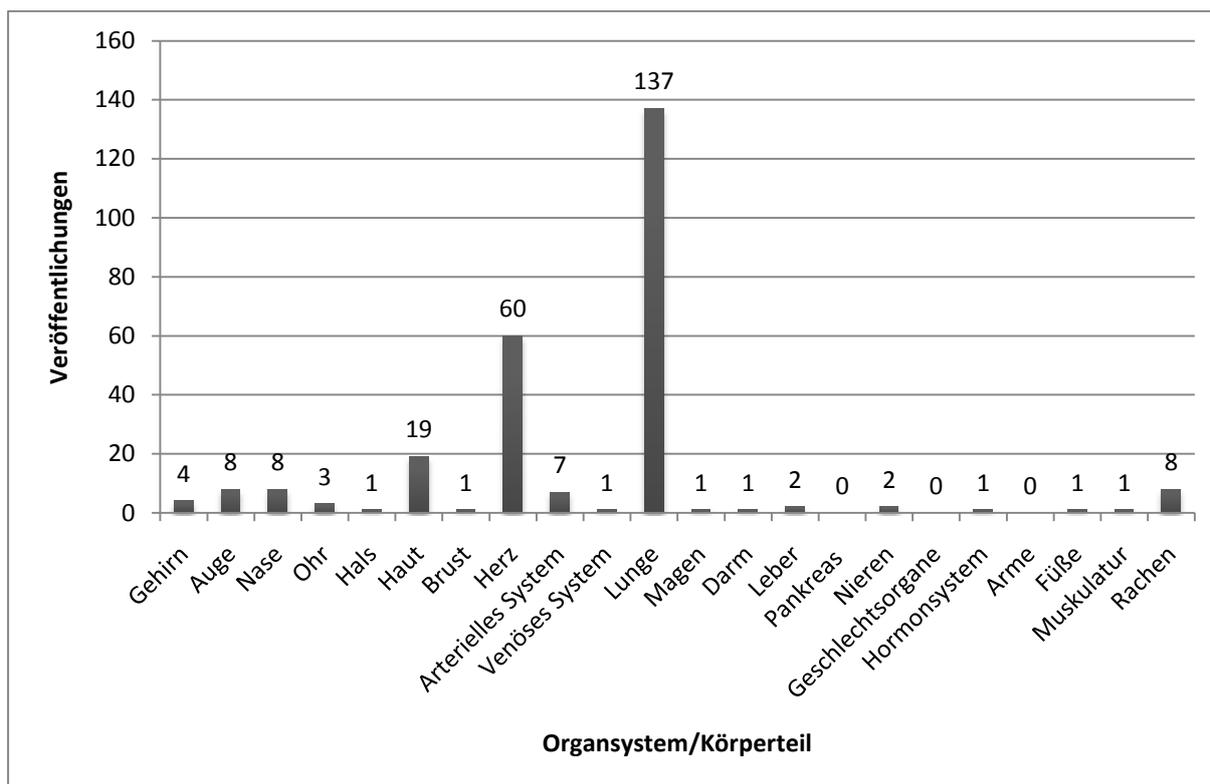


Abbildung 65: Zuordnung der Veröffentlichungen zu den untersuchten Organsystemen bzw. Körperteilen

4. Diskussion

4.1 Diskussion der Methodik

4.1.1 Datenquellen

Als Datenquellen wurden die medizinische Online-Datenbank MEDLINE über ihren Zugang „PubMed“ und die multidisziplinäre Online-Datenbank „Web of Science“ der „Thomson Scientific Group“ genutzt.

Vorab ist anzumerken, dass beide Datenbanken eine Auswahl an Zeitschriften, die sie in ihre Sammlung aufnehmen, tätigen (Peer-Review-Verfahren). Obwohl diese Sammlungen regelmäßig aktualisiert werden, steht dem Nutzer von vornherein nur eine begrenzte Anzahl von Zeitschriften und in ihnen veröffentlichten Erscheinungen zur Verfügung. Somit ist eine vollständige Analyse der wissenschaftlichen bzw. medizinischen Forschungsaktivität zu einzelnen Themen nicht möglich. Andererseits erspart dieses Auswahlssystem dem Nutzer unqualifizierte Datenmengen, die evtl. auch auf qualitativ fragwürdigem Weg zur Erscheinung gelangt sind. [68]

Bearbeitet man also die angebotenen Daten, so ist bereits vor Analysebeginn offensichtlich, dass keine vollständige Analyse angeboten werden kann. Wohl aber können die katalogisierten Daten auf Grund des angewandten Auswahlprozedere als repräsentativ für die allgemeine Forschungsaktivität betrachtet und die Analyse somit als aussagekräftig bewertet werden. [69]

4.1.1.1 Zwei verschiedene Datensammlungen

Bei den Analysen ergaben sich jeweils unterschiedliche Ergebniszahlen in den beiden Online-Portalen. Hierbei ist zu bedenken, dass auf die Datenbanken einerseits unterschiedliche Auswahlkriterien (zur Aufnahme der Zeitschriften) angewandt werden. [54, 70] Andererseits stellt MEDLINE eine rein medizinische Datenbank dar, während das „Web of Science“ mehrere wissenschaftliche Forschungsrichtungen abdeckt. Des Weiteren bietet es als bislang einzige Datenbank die Möglichkeit zur vollständigen szientometrischen Analyse der erfassten Einträge. Die Anzahl der Zeitschriften ist in MEDLINE und dem „Science Citation Index“ des „Web of Science“ zwar nicht identisch (s. Kap. 2.1.3 und Kap. 2.2.1.1), allerdings hat das „Web of

Science“ als interdisziplinäre Datenbank den Anspruch einer repräsentativen Darstellung des gesamten naturwissenschaftlichen Feldes. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass sich bei ähnlichen Ergebniszahlen im „Web of Science“ weniger medizinische Einträge finden als bei MEDLINE, da die Zeitschriften die wichtigsten Naturwissenschaften abdecken sollen, während MEDLINE hauptsächlich biomedizinische und verwandte Einträge umfasst. [54]

Der Großteil der Analyse ist – auch aus Vergleichbarkeitsgründen der Ergebnisse untereinander – im „Web of Science“ durchgeführt. Zum Vergleich der Anzahl der Einträge sind jedoch auch die Ergebnisse aus MEDLINE wichtig, besonders auch für die spätere Forschungsgebietsanalyse. Zum Vergleich der allgemeinen Forschungsaktivität und des medizinischen Interesses war die zeitliche Entwicklung der Veröffentlichungszahlen von Relevanz (s. Kap. 3.1.2, Kap. 3.2.2 und Kap. 3.3.2).

4.1.2 Bibliometrische Aspekte

In Bezug auf die Auswahl der gelisteten Zeitschriften ist der Matthäus-Effekt zu berücksichtigen. Dieser geht zurück auf einen Satz im Matthäus-Evangelium: „Denn wer hat, dem wird gegeben, und er wird im Überfluss haben; wer aber nicht hat, dem wird auch noch weggenommen, was er hat“ (Mt 25,29). So werden die Zeitschriften unter anderem auf Grund der Zitationshäufigkeit ihrer Artikel ausgewählt. Ist eine Zeitschrift also bereits wissenschaftlich anerkannt und angesehen, so hat sie mehr Leser, die sie zitieren können, was zu einer größeren Anzahl an Zitierungen führt. Diesen Vorteil können neu gegründete Zeitschriften nicht für sich beanspruchen, sodass sie es schwieriger haben werden, in die Listung mit aufgenommen zu werden. [54, 71]

Von Ähnlichem ist auch für Autoren auszugehen: Da Nutzer von Online-Datenbanken mit dem Ziel der größtmöglichen wissenschaftlichen Zuverlässigkeit eher häufig zitierte Autoren und ihre Referenzen als Quelle verwenden, entsteht hier ebenfalls eine Gewichtung, die weniger bekannte oder nicht anglophone Autoren benachteiligt. Gleichzeitig erhöht sich die Zitierungshäufigkeit der zitierten Autoren, was andere Nutzer wiederum dazu verleitet, diese Autoren ebenfalls als Quelle anzugeben. [72] Dies kann zum so genannten 80/20-Phänomen, auch Pareto-Verteilung genannt, führen: Es handelt sich hier um eine statistische These, die besagt, dass 80% der statistischen Effekte von 20% der jeweiligen statistischen Größen verursacht werden. [73, 74] Dieses Prinzip ist relativ universell anwendbar, für den vorliegenden Fall würde es bedeuten, dass 80% der Zitierungen auf 20% der Autoren entfallen.

Dabei ist weiterhin zu beachten, dass Wissenschaftler eher dazu neigen, Studien zu zitieren, die online verfügbar sind und unter diesen noch einmal besonders diejenigen Studien, die Links zum Volltext zur Verfügung stellen. [69] Damit sind zwar beide Datenbanken, die in der vorliegenden Arbeit genutzt wurden, bevorzugt gegenüber Datensammlungen, die kein Online-Verzeichnis ihrer Veröffentlichungen zur Verfügung stellen; innerhalb der MEDLINE und des „Web of Science“ kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diejenigen Veröffentlichungen mit Volltextlinks bevorzugt zitiert werden.

Der Impact Factor einer Zeitschrift täuscht mit seinen zwei Nachkommastellen eine nicht existente Exaktheit vor. Eine allgemeine Tendenz, Studien mit positivem Ergebnis zu zitieren, bewirkt einerseits eine Verzerrung der Zitierungsverhältnisse, andererseits erhöht sie die Wahrscheinlichkeit für diese Studien, in Metaanalysen angeführt zu werden, was wiederum deren Validität beeinträchtigt. Zusätzlich werden Metaanalysen und Reviews auf Grund der größeren Ergebnisbreite häufiger zitiert als Artikel, was die Verhältnisse noch weiter verzerrt. [75] Im Zusammenhang hiermit ist auch noch aufzuzeigen, dass zu positiven Ergebnissen von Studien teilweise mehrere Veröffentlichungen erscheinen. [72, 76]

Weiterhin ist die Zitierungshäufigkeit einerseits abhängig von der Größe des Wissenschaftsfeldes und andererseits vom Forschungstempo im betreffenden Wissenschaftsfeld. Das bedeutet im Einzelnen:

- In einem großen Wissenschaftsfeld forschen mehr Wissenschaftler als in einem kleinen und haben dabei mehr Quellen zum Zitieren zur Verfügung. Daher wird ein Wissenschaftler in einem großen Forschungsgebiet im Schnitt mehr Zitierungen auf seinen Publikationen vereinigen können als einer aus einem kleineren Wissenschaftsfeld. [77]
- Die Zitierungshäufigkeit ist abhängig von der Schnelllebigkeit der betrachteten Disziplin. Veröffentlichungen eines Wissenschaftsfeldes, das nahezu täglich (z. B. Molekularbiologie) neue Erkenntnisse produziert, geraten schneller in Vergessenheit und weisen somit weniger Zitierungen auf als Publikationen eines langlebigeren Wissenschaftsfeldes (z. B. Bibliometrie), dessen Erkenntnisse allgemeingültiger sind und daher auch über einen längeren Zeitraum zitiert werden. Diese Publikationen weisen somit insgesamt mehr Zitierungen auf, auch wenn für sie evtl. eine niedrigere Zitationsrate pro Jahr berechnet wird. [77, 78]

Allerdings können Publikationen und die dazugehörigen Zeitschriften aus besagten langlebigeren Wissenschaftsfeldern bei höheren Zitationszahlen einen niedrigeren Impact

Factor aufweisen als diejenigen mit weniger dauerhaften Erkenntnissen, weil der Impact-Factor sich nur auf die vergangenen zwei Jahre bezieht.

Daher ist es im Vergleich verschiedener Disziplinen üblich, zum Ausgleich dieser Unterschiede den Impact Factor mit dem Wert für Cited Half-Life (s. Kap. 2.1.3.4) zu multiplizieren.

Auch muss der sprachlichen Entwicklung innerhalb der Wissenschaft Rechnung getragen werden, nach der Veröffentlichungen zunehmend auf Englisch getätigt werden. So ist im Allgemeinen einerseits der Anteil an englisch-sprachigen Veröffentlichungen deutlich größer als der derjenigen Artikel, die aus anglophonen Ländern stammen; andererseits werden auch Zeitschriften aus Ländern, in denen Englisch Amtssprache ist, bevorzugt in den Zeitschriftenkatalog aufgenommen. Dies hat zur Folge, dass nicht englisch-sprachige Publikationen ebenso wie Zeitschriften aus nicht anglophonen Ländern bei der Auswahl benachteiligt werden. [77, 79] Weiterhin werden z. B. auch Zeitschriften aus nicht englisch-sprachigen westeuropäischen Ländern vor denen aus anderen ebenfalls nicht anglophonen Ländern bevorzugt in die Liste aufgenommen. Es ist besonders auffällig, dass nur etwa 2% der gelisteten Zeitschriften aus Entwicklungsländern stammen, sodass der Großteil der wissenschaftlichen Arbeit dieser Regionen weder für Metaanalysen noch Reviews zur Verfügung steht und sich somit der Zugang zur ihr für den Wissenschaftler im Allgemeinen sehr schwierig gestaltet. [80]

4.1.3 Analyseaspekte

4.1.3.1 Einschränkungen durch den Analysebegriff

Der Analysebegriff wurde so gewählt, dass er einerseits das Thema fokussiert („air pollution“), andererseits aber auch das hiermit zusammenhängende Thema der Luftqualität („air quality“) mit einschließt.

Nach initialer Eingabe des gewählten Begriffs wurden die Veröffentlichungen ihren jeweiligen Erscheinungsjahren zugeordnet. Hier zeigte sich, dass 1952 erstmalig über 20 Veröffentlichungen aufgeführt waren. Da in der Funktion „Limits and Settings“ im „Web of Science“ allerdings nur die Möglichkeit gegeben ist, die Suche auf den Zeitraum ab 1945-1950 oder ab 1955 einzugrenzen, wurde letztere Variante gewählt, zumal die Zahlen in den folgenden

zwei Jahren noch einmal unter 20 fielen, um 1955 erneut über die gezogene 20-Veröffentlichungs-Linie zu gehen. So fällt der Beginn des Analysezeitraums auch in etwa mit den ersten größeren legislativen Bemühungen zur Verbesserung der Luftqualität zusammen (z. B. „Clean Air Act“ 1956, s. Einleitung).

Die gesamte Analyse wurde im Zeitraum zwischen dem 10.10.2007 und dem 03.03.2008 (letzte Aktualisierung) durchgeführt. Während dieser Zeitspanne ergaben sich für die Ergebniszahlen keinerlei Änderungen.

4.1.3.2 Bedeutung des Analysebegriffs

Der eingegebene Analysebegriff wird bei „PubMed“ und im „Web of Science“ im Titel, im Abstract, in den „Keywords“, die jedem Artikel zugeordnet werden, und im „Web of Science“ in den „Author’s Keywords“, die dem Artikel vom Autor zugeordnet werden, gesucht. Hierbei wird jeder Artikel angezeigt, bei dem einer der Analysebegriffe in einer der genannten Kategorien erscheint. So konnten neben Artikeln, die sich direkt mit dem Schlagwort beschäftigen, auch verwandte Artikel, beispielsweise zu den Auswirkungen von Luftverschmutzung auf die Gesundheit, erfasst werden. Die Zuordnung der Schlagworte zu den Veröffentlichungen erfolgt durch Mitarbeiter der Datenbankverwaltungen. Ein inhaltlicher Zusammenhang ist somit gegeben, allerdings bleibt die Relevanz fraglich, da teilweise die reine Erwähnung des Begriffs innerhalb der Veröffentlichung zu einer Zuordnung des Indexbegriffs führt. Im Rahmen des Vergleichs mit anderen Schlagwortanalysen ist unter gleichen Voraussetzungen allerdings eine Deutung möglich.

Um die Ergebnisse zu den Analysen zu Feinstaub und Schwefeldioxid auf das Thema Luftverschmutzung zu begrenzen, wurden die Begriffe nur innerhalb der Ergebnisse der ersten Analyse gesucht.

4.1.3.3 Bedeutung des Flächenfaktors der Kartenanamorphote

Zur Erstellung der Kartenanamorphoten wird ein Quotient benutzt, in dessen Zähler die zu untersuchende Variable steht und dessen Nenner mit der Fläche der Länder der Erde korreliert. Hieraus wird ein Durchschnittsquotient errechnet, der auf die Gewässer übertragen wird, sodass diese von der Flächendiffusion weitgehend unbeeinflusst bleiben. Abweichungen von diesem Durchschnittswert führen zur Verzerrung des betroffenen Landes.

Zur Integration der Werte der tatsächlichen Flächendichte in die an das spezifische Verteilungsmuster angepasste Dichte wird als Faktor für die Flächenverzerrung eine Jacobi-Matrix berechnet. Hierbei muss die Determinante für jede Koordinate einzeln errechnet werden. Zu der Verzerrung eines Landes kann es entweder durch Vergrößerung des Zählers (z. B. viele Veröffentlichungen) oder Verkleinerung des Nenners (kleines Land) kommen. [66] Somit werden große Länder mit vielen Publikationen proportional kleiner dargestellt und kleine Länder mit evtl. deutlich weniger Veröffentlichungen (in Relation zur Landesfläche) im Vergleich größer. Gleichzeitig werden Staaten, die von Wasser umgeben sind, nicht so stark verzerrt, wie Länder, an die andere Staaten grenzen. So wird z. B. Australien weitgehend unabhängig von der Größe der zugeordneten Variable kaum verzerrt, während Binnenländer wie die Schweiz evtl. überproportional klein erscheinen, wenn ihre Nachbarn größere Variablenwerte aufweisen. Somit ist ein weiterer, geografischer Bias gegeben. Auf Grund fehlender Alternativen, wie auch der Forderung nach Wiedererkennbarkeit der geografischen Verhältnisse folgend kann diese Methode dennoch als aussagekräftig beurteilt werden.

4.2 Inhaltliche Diskussion

4.2.1 Zeitliche Entwicklung der Publikationsaktivität

Die Entwicklung der Publikationszahlen über die Zeit gestaltet sich bei allen drei Suchbegriffen ähnlich. Hierbei ist jeweils bei „PubMed“ ein Anstieg und folgender Abfall der Forschungsaktivität in den 1960er und 1970er Jahren zu beobachten, der sich im „Web of Science“ nicht bzw. nicht so deutlich (Luftverschmutzung) zeigt. Hier spielt wohl vor allem die Auswahl der gelisteten Zeitschriften eine Rolle. Während das „Web of Science“ mehrere Naturwissenschaften abdeckt, behandelt „PubMed“ vorwiegend biomedizinische und dem medizinischen Fachbereich nahe stehende Themen (z. B. Pflegewissenschaften), sodass insgesamt davon auszugehen ist, dass im „Web of Science“ weniger medizinische Zeitschriften erfasst sind als bei „PubMed“. Möglicherweise sind es gerade diese Zeitschriften, die im besagten Zeitraum vermehrt zum Thema Luftverschmutzung und zu einzelnen Schadstoffen publiziert haben, sodass sich der dargestellte Unterschied in der Forschungsaktivität für die beiden Datenbanken ergibt. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass der alleinige Anstieg der Veröffentlichungszahlen in „PubMed“ auf ein (erstmalig) ansteigendes medizinisches Interesse am Thema Luftverschmutzung hinweist, während es in den Naturwissenschaften

insgesamt wenig Änderung gab. So fällt in diese Zeit beispielsweise die Entdeckung der Assoziation von Feinstaubbelastung mit bestimmten Malignomen. [21, 22] Weiterhin begannen Ende der 1950er und Anfang der 1960er Jahre in Folge mehrerer Umweltkatastrophen in verschiedenen Staaten die ersten breiter angelegten legislativen Bemühungen zur Verbesserung der Luftqualität, nachdem deutlich geworden war, welche Auswirkungen verschmutzte Luft auf Umwelt und menschliche Gesundheit haben kann (z. B. Clean Air Act, Großbritannien, 1956, Clean Air Act, USA, 1963, Bundesimmissionsschutzgesetz, Deutschland, 1974). Ein Anstieg vor allem des medizinischen Interesses zu dieser Zeit könnte auch im Zusammenhang dieser Ereignisse gesehen werden.

Beiden Datenbanken gemeinsam ist allerdings ein deutlicher Anstieg mit Beginn der 90er Jahre bis zum Ende des Analysezeitraums. Dies ist einerseits mit der Verfügbarkeit des World Wide Web (WWW) für die Öffentlichkeit und der damit verbundenen deutlichen Verbesserung der Zugänglichkeit und folgenden Steigerung der Nutzung von wissenschaftlichen Ressourcen zu erklären. [81] Andererseits ist seit 1991 ein englisch-sprachiges Abstract für die Mehrzahl der in einer Zeitschrift veröffentlichten Artikel Bedingung für die Listung in einer der Datenbanken. [70, 82] Somit wurde ebenfalls eine breitere Verfügbarkeit besonders auch von nicht anglophonen Publikationen bewirkt. Gleichzeitig haben englische Veröffentlichungen einen Vorteil bezüglich der Indexierung gegenüber nicht englisch-sprachigen (s. Kap. 4.1.2). [83]

Weiterhin entbrannte zu Beginn der 1990er Jahre eine bis heute anhaltende öffentliche Diskussion über die Bedeutung einzelner Luftschadstoffe und die der Luftverschmutzung insgesamt, die in der Folge zu zahlreichen Gesetzgebungen (z. B. EU-Richtlinie 96/62/EG) zur Begrenzung von Schadstoffemissionen führte.

Eine 1963 von Derek de Solla Price festgestellte Gesetzmäßigkeit, die auch „Informationsexplosion“ genannt wird, besagt, dass die Menge an publizierter Information seit dem 17. Jahrhundert exponentiell anwächst, mit einer Verdopplungsrate von etwa 10-20 Jahren. [84]

Betrachtet man zur Überprüfung dieser These die Zeitabstände innerhalb derer sich die Veröffentlichungszahlen pro Jahr (exemplarisch für das Thema Luftverschmutzung) verdoppeln, so findet sich zunächst ein Zeitraum von etwa acht Jahren (1955-1962), die nächste Verdopplung findet sechs Jahre später statt (1962-1967). Bis zur folgenden Verdopplung dauert es allerdings 24 Jahre (1967-1990), eine Verdopplung des Wertes von 1990 erfolgt bereits im darauf folgenden Jahr. Ab 1991 dauert es neun Jahre, bis sich die Publikationsaktivität wieder verdoppelt hat (1991-1999); eine Verdopplung des Wertes von 1999 ist noch nicht erreicht,

allerdings schon in absehbare Nähe gerückt, da der Wert von 2006 (2149) nicht mehr weit von dem zu erreichenden (2626) entfernt ist. Es ergibt sich daraus eine durchschnittliche Zeitspanne von 9,6 Jahren bis zur Verdopplung der Publikationszahlen. Berechnet man nach demselben Verfahren den Mittelwert für die Veröffentlichungen in „PubMed“, so ergibt sich ein Wert von 12,25 Jahren. Damit kann man das Forschungstempo der Medizin im Vergleich zu anderen Wissenschaften auf dem Forschungsgebiet zur Luftverschmutzung als ein wenig langsamer bezeichnen, gleichwohl liegen beide Werte an der Untergrenze der von de Solla Price definierten Zeitspanne. Gleichzeitig kann damit seine Regel als auf dieses Forschungsgebiet anwendbar validiert werden.

4.2.2 Darstellung nach Zitationsjahren

Neben der wissenschaftlichen Produktivität innerhalb eines Jahres ist auch die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit von Interesse. Hierzu kann die Zitierungshäufigkeit des entsprechenden Jahres herangezogen werden. Entsprechend können dann aus Veröffentlichungszahlen und absoluten Zitierungszahlen die jeweiligen Zitationsraten der einzelnen Jahre berechnet werden. Diese stellen dann eine objektive Form der Betrachtung des wissenschaftlichen Ansehens der Arbeit aus dem betreffenden Jahr dar und so kann auch der Anstieg der Zitierungshäufigkeit auf Grund der steigenden Publikationszahlen „herausgerechnet“ werden. [85] So zeigt sich trotz steigender Publikationszahlen für alle drei Themen eine ebenfalls steigende Tendenz der Zitierungshäufigkeit pro Veröffentlichung. Exemplarisch sei hier der betreffende Zeitraum zwischen 1991 und 2006 für die Suche nach Luftverschmutzung und verwandten Themen dargestellt (Abb.66):

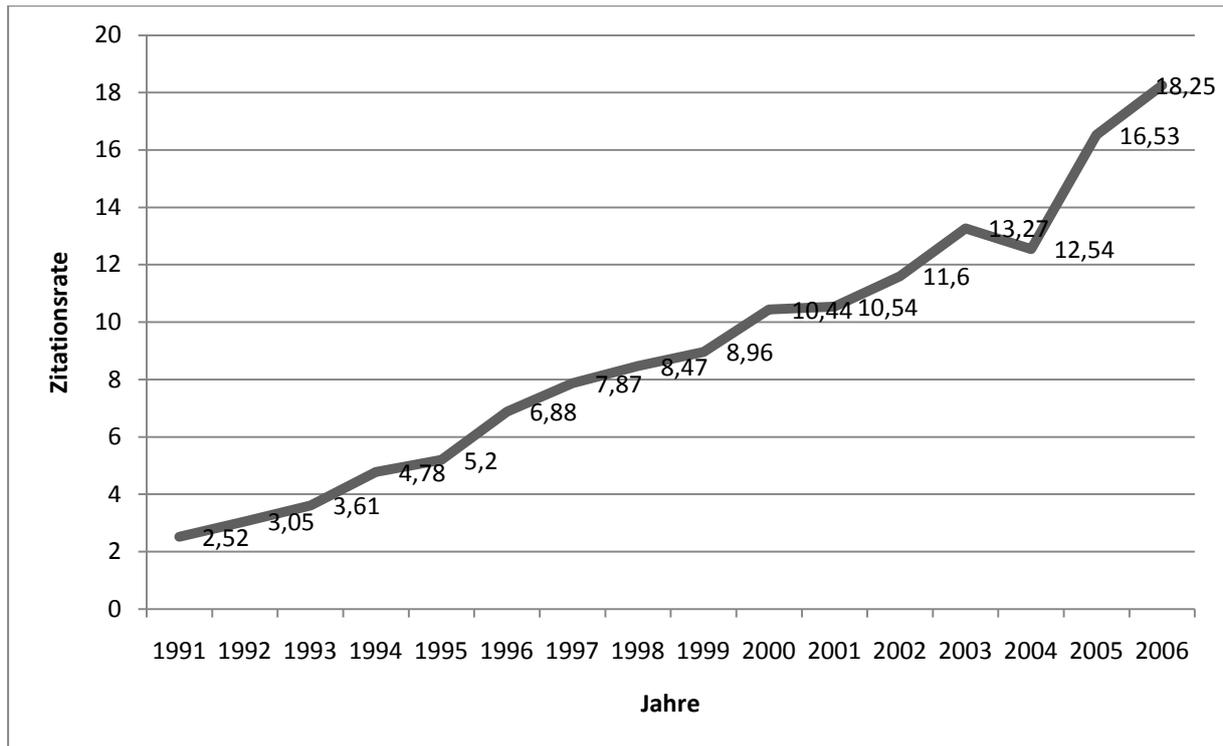


Abbildung 66: Zitierungsraten der Jahre 1991-2006

Sieht man die Zitationsrate als ein Qualitätsmerkmal an, so kann an Hand des Zitierverhaltens also angenommen werden, dass die Qualität wie auch das wissenschaftliche Interesse im angegebenen Zeitraum abgesehen von einigen „Einbrüchen“ (s. z. B. 2004) konstant angestiegen ist. Weiterhin kann daraus eine Tendenz zu einer steigenden Anzahl von in Publikationen angegeben Quellen abgeleitet werden.

4.2.3 Darstellung der Publikationssprachen

Wie bereits in Kapitel 4.1.2 dargestellt, unterliegen die Veröffentlichungen in der Wissenschaft einem starken Bias zu Gunsten der englischen Sprache. [83, 86] So findet sich diese Tendenz auch in den Analyseergebnissen wieder: Für keine der Datensammlungen korreliert der Anteil der englisch-sprachigen Publikationen mit dem der aus anglophonen Ländern stammenden. Vielmehr überwiegen die englisch-sprachigen Veröffentlichungen bei Weitem. Einerseits kann man das auf die beschriebene Bevorzugung anglophoner Zeitschriften bei der Indexierung zurückführen, andererseits ist aber auch zu bedenken, dass zunehmend Wissenschaftler aus nicht anglophonen Ländern auf Englisch publizieren, um ihre Ergebnisse einer breiteren Audienz zugänglich zu machen [87-89]; weiterhin kann angenommen werden, dass mittels dieser

Sprachwahl (wie auch anderer Werkzeuge) Einfluss auf die eigenen bibliometrischen Werte und damit die ihnen zugewiesene wissenschaftliche Qualität genommen werden soll.

4.2.4 Darstellung nach Erscheinungsländern und Zitierungseigenschaften

Bei der Zuordnung der Publikationen zu ihren Erscheinungsländern zeigt sich durchgängig eine massive Dominanz von US-amerikanischen Veröffentlichungen. Dies kann allerdings nicht allein durch die Bevölkerungszahl erklärt werden. Ginge man davon aus, dass die hohe wissenschaftliche Produktivität der Vereinigten Staaten in ihrer vergleichsweise großen Populationszahl begründet liegt, so müssten Länder wie die Volksrepublik China oder Indien höhere oder zumindest ähnlich hohe Publikationszahlen hervorbringen, was sich an Hand der vorliegenden Arbeit nicht bestätigen lässt. Auch kann diese herausragende internationale Position der USA nicht über ihre Anglophonie erklärt werden, da beispielsweise Indien auch hauptsächlich englisch-sprachig publiziert und in den Ergebnissen in keiner relevanten Form auftaucht. Betrachtet man die durchschnittlichen Ausgaben für die Gesundheit der Bevölkerung als Indikator für das Interesse an selbiger, so liegen die USA zwar schon relativ weit vorn (2724,70 \$ pro Kopf), jedoch kann Ländern mit höheren Ausgaben wie beispielsweise Luxemburg (4678,50 \$ pro Kopf) auf Grund der Ergebnisse keine besondere Bedeutung zugemessen werden.

Unter Rücksichtnahme auf die voran gegangenen Ausführungen kann also darauf geschlossen werden, dass die USA ihre international führende Position innerhalb der wissenschaftlichen Veröffentlichungsaktivität auch einem erhöhtem Forschungsaufkommen und evtl. einer erhöhten Anzahl an Wissenschaftlern pro 100.000 Einwohnern im Vergleich zu anderen Ländern verdanken. Auch bleibt zu bedenken, dass die Analyse nach Erscheinungsländern mehr Einträge erbrachte als die ursprüngliche Analyse; dies ist auf Mehrfachzuordnungen im Rahmen von internationalen Kooperationen zurückzuführen.

Ein weiteres in Betracht zu ziehendes Kriterium sind die sogenannten Megastädte. Dies sind urbane Ballungszentren mit 10 Mio. oder mehr Einwohnern [90], die im Allgemeinen für soziale Probleme wie Massenarmut und hohe Kriminalitätsraten bekannt sind, vor allem aber auch mit Umweltproblemen und hier besonders mit der Luftreinhaltung zu kämpfen haben. [91] Nach obiger Definition gab es im Jahr 2008 weltweit 26 Megastädte, von denen drei in China, vier in den direkt angrenzenden Ländern Indien und Pakistan und weitere sechs in Staaten in unmittelbarer geografischer Nähe (Japan, Südkorea, Philippinen, Indonesien, Bangladesch) liegen. Zwei liegen in den USA und eine im angrenzenden Mexiko. [92] Berücksichtigt man die

massive Luftverunreinigungsproblematik, die eine derartige Konzentration von Megastädten im Raum in und um China verursacht [93], sollte man eine massive Dominanz der chinesischen Forschung im Interesse der Luftreinhaltung erwarten. Obwohl sich ein solches Engagement in entsprechender Forschung nicht zeigen lässt, kann möglicherweise die Position Chinas an vierter Stelle weltweit unter anderem auf Probleme in der regionalen Luftreinhaltung zurückgeführt werden. So war beispielsweise im Vorfeld der Olympischen Spiele 2008 in Peking die Luftqualität eine der gesundheitspolitischen Hauptinteressen im Sinne der Athleten. [94]

Unter dem Gesichtspunkt der international führenden Position für Veröffentlichungen ist es nachzuvollziehen, dass ebenfalls die meisten Zitierungen Publikationen aus den USA gelten. So gestaltet sich die Dominanz der USA innerhalb der Zitierungen ähnlich der für Publikationen. Zieht man nunmehr die Ausführungen unter 4.1.2 in Betracht, so sollte man ein ähnliches Bild für die Zitationsraten erwarten. Jedoch gestalten sich diese anders (s. Kap. 3.1.4.4, 3.2.4.4 und 3.3.4.4). Hierbei sind besonders die extrem hohen Zitationsraten von Botswana (191) und Malta (153,2) für den Analysebegriff Luftverschmutzung auffällig.

Bei Einsichtnahme in die einzelnen Veröffentlichungen fiel eine große multinationale Studie zur Asthmaprävalenz unter Kindern auf, die sich unter anderem auch mit der Luftqualität als Risikofaktor befasst. [95] Sie stieß einerseits auf großes Interesse, weil sie eine sehr große Studienpopulation untersucht, andererseits wurde sie im „Lancet“ veröffentlicht, einer Zeitschrift mit hohem wissenschaftlichem Ansehen. Da diese Studie allen teilnehmenden Ländern zugeschrieben wird, kann jedes Land die betreffenden 1309 Zitierungen für sich beanspruchen. Da Botswana (7) und Malta (10) jeweils niedrige Veröffentlichungszahlen aufweisen, kann so eine sehr hohe Zitationsrate errechnet werden.

Für die Thematik Feinstaub/PM10 zeigt die Slowakei mit einem großen Abstand die höchste Zitationsrate. Unter den der Slowakei zugewiesenen Artikeln findet sich eine ebenfalls länderübergreifende Studie zu den Auswirkungen von Feinstaub und Schwefeldioxid auf die Gesundheit der Bewohner in verschiedenen europäischen Städten. [96, 97] Eine Zusammenfassung ihrer Ergebnisse taucht gleich zweimal auf, veröffentlicht in verschiedenen Zeitschriften, und macht insgesamt 76,12% aller Zitierungen von slowakischen Publikationen aus. Im Zusammenhang mit der niedrigen Publikationszahl (9) lässt sich diese hohe Zitierungsrate erklären, weiterhin zeigt sich hier auch eine in der Wissenschaft vorhandene Tendenz zur Mehrfachveröffentlichung von als wichtig angesehenen Studien. [98] In der Verbildlichung der Zitationsraten durch Density-Equalizing Mapping wurde zur Wahrung der statistischen Aussagekraft [67] und zur Minimierung eben solcher Einflüsse eine Mindestanzahl

von 30 Veröffentlichungen pro Land zu Grunde gelegt. Damit lässt sich das Fehlen der oben beschriebenen auffällig hohen Zitationsraten in dieser Form der grafischen Darstellung erklären. Gleichzeitig lässt sich anhand dieser Diskrepanz die Einführung oben genannter Mindestzahl statistisch rechtfertigen. Unter dem Schlagwort Schwefeldioxid ist ebenfalls die Slowakei führend, was unter ähnlichen Gesichtspunkten wie für die Analyse zu Feinstaub zu sehen ist.

Lässt man diese nicht repräsentativen Werte aus der Wertung heraus, so kann man die Zitierungsraten der folgenden Länder als Attribut der Qualität ihrer Forschungstätigkeit betrachten, zumal sich unter ihren Ergebnissen keine Veröffentlichungen fanden, die ähnliche Eigenschaften aufwiesen wie oben beschrieben bzw. die Publikationszahlen der Länder hoch genug waren, um sie zu relativieren.

Aus den Ergebnissen dieser Analyse könnte man schlussfolgern, dass die Bevorzugung der US-amerikanischen Veröffentlichungen nicht unbedingt mit ihrer Qualität korrelieren muss. Denn obwohl die USA das größte Forschungsaufkommen haben und auch die meisten Zitierungen, können sie unter dem Gesichtspunkt der Zitierungsrate, die als Qualitätsmerkmal angesehen wird [85], ihre Führungsposition nicht halten.

4.2.5 Darstellung nach publizierenden Autoren und Zitiereigenschaften

Unter den publizierenden Autoren finden sich für die drei untersuchten Themengebiete weitgehende Übereinstimmungen. Dies mag einerseits mit der engen Verwandtschaft der Themen zusammenhängen, ist aber vor allem auf die Suche innerhalb der Ergebnisse für Luftverschmutzung zurückzuführen.

Der Vergleich der Höhe der zugeordneten h-Indizes mit den Publikationszahlen zeigt zwar eine weitgehende Übereinstimmung beider, doch im Einzelfall bedeutet die Veröffentlichung vieler Arbeiten nicht unbedingt größere wissenschaftliche Aufmerksamkeit, ausgedrückt in einem hohen h-Index oder einer hohen Zitationsrate.

Für das Thema Luftverschmutzung beispielsweise ist J. Schwartz der meist publizierende Autor. Weiterhin kann ihm unter den zehn meist veröffentlichenden Autoren der höchste h-Index zugeordnet werden. Die höchste Zitationsrate wird jedoch für D.W. Dockery errechnet.

Wird ein Autor als Erstautor aufgeführt, so kann man davon ausgehen, dass er hauptverantwortlich für die betreffende Veröffentlichung zeichnet. Betrachtet man den Anteil der Veröffentlichungen, die unter Erstautorenschaft gelistet sind, so trifft dies für J. Schwartz nur auf 29,43% seiner Veröffentlichungen und für D.W. Dockery sogar nur auf 16,86% der Publikationen zu. Während N. Künzli den höchsten Anteil an Erstautorenschaften (38,55%)

unter den zehn meist publizierenden Autoren für sich beanspruchen kann, werden für ihn die niedrigste Zitationsrate und der niedrigste h-Index errechnet. Hier kann also kein Zusammenhang hergestellt werden.

Zieht man jedoch die Selbstzitationen in Betracht, so ergibt sich ein anderes Bild. Zur Darstellung des Zitierungsverhaltens wurden exemplarisch diejenigen Artikel zum Thema Feinstaub/PM10, die einen der zehn produktivsten Autoren zitieren, wiederum nach ihrer Urheberschaft sortiert und die Zitate der zehn Autoren untereinander herausgearbeitet. Dabei zeigt sich, dass bis auf G. Hoek und J. G. Watson alle Autoren die meisten Zitierungen eigenen Werken gewidmet haben. Dies spiegelt ein in der Wissenschaft weit verbreitetes Mittel wider, die eigenen bibliometrischen Werte und damit den wissenschaftlichen Ruf zu verbessern: die Selbstzitation und das bevorzugte Zitieren untereinander. [53, 99-101] Im Rahmen dessen ist zu beachten, dass die Autoren Hoek und Watson ihre meisten Zitierungen denjenigen Autoren widmen, mit denen sie eine rege Kooperation pflegen (s. Kap. 3.2.5.4; Abb.41); sie sind also auch im Zusammenhang mit oben genannter Selbstzitationspraxis zu betrachten.

Hier wäre es interessant, im Einzelfall herauszuarbeiten, in welchem Teil der Veröffentlichung die meisten Selbstzitationen getätigt werden. So ist es beispielsweise durchaus sinnvoll, in der Einleitung oder im Methodenteil eigene Verfahren oder Ergebnisse früherer Untersuchungen zu zitieren, um Wiederholungen zu vermeiden; in anderen Teilen der Publikation wäre die Zitierung einer eigenen Veröffentlichung eher im o. g. Zusammenhang zu sehen. Weiterhin bleibt zu bedenken, dass es für einen jungen Autoren möglicherweise eines namhaften Autors in der Urheberzeile bedarf, um Zugang zur Veröffentlichung in einer renommierten Zeitschrift zu erlangen.

4.2.6 Darstellung nach Forschungsgebieten

Die Analyse der forschenden Wissenschaftsgebiete ergab, dass den Umweltwissenschaften für alle drei Analysen die meisten Publikationen zugeordnet werden.

Hierbei ist zu beachten, dass der Begriff „Umweltwissenschaften“ sehr weit gefasst ist und deutlich mehr Forschungsbereiche als etwa die ebenfalls auftauchende Kategorie „respiratorisches System“ beinhaltet. Zieht man also in Betracht, dass die in den Ergebnissen erscheinenden medizinischen Forschungszweige zwar auf bestimmte Bereiche eingegrenzt sind und nicht unter einem Oberbegriff zusammengefasst werden, so fällt dennoch auf, dass sich vornehmlich ökologische und Ingenieurwissenschaften mit den Themen beschäftigen. Einerseits ist dies natürlich sinnvoll, da die Ingenieurwissenschaften sich mit einigen der Gebiete

befassen, die den größten Anteil an der anthropogenen Luftverunreinigung tragen, während die ökologischen Forschungsgebiete sich mit den Folgen der Verschmutzung für die Umwelt beschäftigen. Trotzdem entsteht der Eindruck, dass die öffentliche Gesundheit in diesem Fall im Interesse eher hintansteht. Damit ist nicht gemeint, dass absolut zu wenig medizinische Forschung auf dem Gebiet geleistet wurde. Immerhin ergibt eine äquivalente Analyse bei „PubMed“, einer rein biomedizinischen Datenbank, mehr Ergebnisse als im „Web of Science“ als interdisziplinärer Datensammlung. Es soll vielmehr dargestellt werden, dass den gesundheitlichen Aspekten der Luftqualität im gesamten wissenschaftlichen Kontext eher weniger Beachtung geschenkt wurde.

4.2.7 Analyse nach publizierenden Zeitschriften

Ähnlich der Analyse nach Forschungsgebieten finden sich unter den produktivsten Zeitschriften vor allem solche aus dem Bereich der Umweltwissenschaften. Die zwei medizinischen Zeitschriften, die in der Analyse für Feinstaub und Schwefeldioxid unter den produktivsten sind, sind beide im Themenbereich des respiratorischen Systems angesiedelt. Die Werte für die Impact Factors der Zeitschriften stehen in keinem Zusammenhang zur Publikationsaktivität zum Thema Luftverschmutzung und die Werte für Cited Half-Life und Unmittelbarkeitsindizes deuten nicht auf schnelllebige Wissenschaftsfelder hin.

4.2.8 Analyse nach untersuchten Organsystemen

Wie zu erwarten beschäftigen sich die Untersuchungen bezüglich der gesundheitlichen Folgen von Luftverschmutzung vor allem mit der Eintrittspforte für die Schadstoffe – dem respiratorischen System. Auf Grund des gegebenen engen funktionellen und anatomischen Zusammenhangs ist es ebenso nicht verwunderlich, dass das kardiale System als nächst häufig untersuchtes Organsystem identifiziert werden kann. Weitere Organsysteme mit vergleichsweise hohen Publikationszahlen sind, mit einer Ausnahme, wie das respiratorische System ebenfalls solche, die mit der Außenwelt in Kontakt stehen, z. B. die Haut, die Augen, Nase und Rachen. Bei der Betrachtung der Ergebnisse für Feinstaub/PM10 fällt die vergleichsweise hohe Anzahl an Publikationen für die Leber auf. Dies kann wohl dadurch erklärt werden, dass Erkenntnisse über die Abhängigkeit der Eindringtiefe der Partikel von ihrem Durchmesser zu weiteren Untersuchungen geführt haben. So wurde für Partikel $< 0,1 \mu\text{m}$ nachgewiesen, dass sie über die Alveolen in die Blutbahn eindringen und von dort aus jedes Organ erreichen können. [37, 102]

Diskussion

Weiterhin können auch größere Teilchen durch eine pulmonale Hypertonie und folgende Rechtsherzinsuffizienz die Leber schädigen (s. Kap. 1.4). Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse verwundert es wiederum, dass anderen Organsystemen vergleichsweise wenig Beachtung geschenkt wurde. So finden sich beispielsweise zur in Kap. 1.2.2 angeführten Assoziation bestimmter Malignome [21, 22] mit Feinstaubbelastung keine weiter führenden Studien zu späterem Zeitpunkt.

Zieht man weiterhin die massive Belastung der Gesundheitssysteme weltweit durch die Kosten durch von Luftverschmutzung verursachte Erkrankungen in Betracht [28], so sollte in diesen Bereichen dringend Nachholarbeit geleistet werden. Möglicherweise können Epidemiologien einiger Erkrankungen einerseits durch Verbesserung der Luftqualität, andererseits aber auch durch Erkennen von Zusammenhängen zwischen deren Pathogenese und verunreinigter Luft signifikant beeinflusst werden.

5. Zusammenfassung

Seit der ersten gezielten Nutzung von Feuer durch den Menschen spielt anthropogene Luftverunreinigung eine Rolle, und spätestens seit Beginn der Industrialisierung von Gesellschaften ist sie zu einem schwerwiegenden Problem geworden.

Verunreinigte Luft ist eine Gesundheitsgefährdung, die die gesamte Erdbevölkerung betrifft, da sie an Staatsgrenzen nicht stoppt. Bestrebungen zur Verbesserung der Luftqualität zielen dabei vor allem auf die anthropogene Luftverschmutzung als einzigen beeinflussbaren Faktor ab und sollten möglichst überregional gestaltet werden.

Hauptursachen für anthropogene Luftverunreinigungen sind der Straßenverkehr als mobile Quelle und Prozesse der Energieerzeugung und Industrie als stationäre Quellen.

In dieser Arbeit wird erstmals eine szientometrische Analyse der Forschungsaktivität zum Thema Luftverschmutzung und hier besonders zur Verunreinigung durch Feinstaub und Schwefeldioxid durchgeführt. Dabei werden Artikel analysiert, die in den Online-Datenbanken „PubMed“ und „Web of Science“ erfasst sind. Zum Thema Feinstaub und Schwefeldioxid wird innerhalb der Ergebnisse zur Luftverschmutzung gesucht („Web of Science“), bzw. die Suche über die MeSH-Database mit der zur Luftverschmutzung verknüpft („PubMed“). Zur Datenauswertung und bildlichen Darstellung werden teilweise selbst entwickelte Programme genutzt, internationale Übersichten zu Veröffentlichungszahlen und Zitationsraten werden mit der Density-Equalizing-Methode dargestellt.

Die Analyse ergibt im Zeitraum von 1955 bis 2006 im „Web of Science“ 26.253 und bei „PubMed“ 28.416 Veröffentlichung für Luftverschmutzung, 3567 bzw. 2738 Publikationen zum Feinstaub und 1440 bzw. 1068 Datenbankeinträge für Schwefeldioxid. Die Veröffentlichungszahlen steigen im „Web of Science“ innerhalb des Analysezeitraums konstant an, während sich in „PubMed“ Mitte der 1970er Jahre eine Spitze in den jährlichen Publikationszahlen zeigt; beiden Datenbanken ist ein rasanter Anstieg der Veröffentlichungszahlen ab Anfang der 1990er Jahre gemeinsam. So steigen auch die Zitierungen der Artikel pro Jahr ab 1991 an, jedoch überproportional zu den Publikationszahlen; dies gilt für alle drei Analysen und ist vor allem im Zusammenhang mit der Einführung des World Wide Web für die Öffentlichkeit Anfang der 1990er Jahre sowie einer öffentlich entbrannten Diskussion zur Luftreinheit Anfang der 1990er Jahre zu sehen. Dass Englisch die derzeitige Sprache der Wissenschaft ist, bestätigt die Tatsache, dass 96% (80% für Feinstaub und

Zusammenfassung

97% für Schwefeldioxid) der Publikationen in englischer Sprache verfasst sind. Weitere häufiger genutzte Sprachen sind Deutsch und Französisch.

Der größte Anteil der Publikationsaktivität ist den USA zuzuschreiben (38% für Luftverschmutzung, 40% für Feinstaub und 30% für Schwefeldioxid). So gilt auch die höchste Anzahl an Zitierungen US-amerikanischen Veröffentlichungen; bei der Errechnung der Zitationsraten treten zunächst Länder mit geringen Publikationszahlen und Teilnahme an großen internationalen Studien in den Vordergrund, nach Aufdecken dieses statistischen Mangels zeigen sich europäische Staaten (Feinstaub, Schwefeldioxid) und Neuseeland vor südamerikanischen Ländern (Luftverschmutzung) führend. Angesichts der hohen Dichte so genannter Megastädte (s. Kap. 4.2.4) im asiatischen Raum erscheint die Abwesenheit von asiatischen Veröffentlichungen unter den häufig zitierten verwunderlich.

Unter den produktivsten Autoren finden sich hauptsächlich US-amerikanische, so auch der meist publizierende, J. Schwartz, daneben auch europäische und ein kanadischer. Zur Thematik Schwefeldioxid überwiegt der Anteil der europäischen Autoren. Die Anzahl der ihnen zugeordneten Veröffentlichungen korreliert weder mit der Anzahl der Listungen als Erstautor noch mit dem für sie errechneten h-Index. Bei näherer Betrachtung ist der Hauptanteil der Zitierungen ihrer Werke auf Selbstzitierungen oder bevorzugte Zitate von durch Kooperationen mit anderen Autoren entstandenen Werken zurückzuführen. Hier kann von einer bewussten Einflussnahme auf eigene bibliometrische Werte ausgegangen werden, was ein häufiges Phänomen in der Wissenschaft darstellt.

Die mit Abstand häufigste Veröffentlichungsform ist der Artikel.

Die Forschungsgebiete der produktivsten Zeitschriften setzen sich hauptsächlich aus umweltwissenschaftlichen Themen zusammen, hier sind in allen drei Analysen für „Atmospheric Environment“ die meisten Erscheinungen eingetragen. Weiterhin findet sich eine Zeitschrift mit epidemiologischem Schwerpunkt und zwei mit medizinischen Inhalten (respiratorisches System). Die Impact Factors korrelieren nicht mit der Produktivität der Zeitschriften, die Werte für Cited Half-Life und Immediacy Index deuten auf nicht schnelllebige Wissenschaftsfelder hin. Die Ergebnisse der Zeitschriftenanalyse widerspiegelnd, sind unter den forschenden Fachgebieten die Umweltwissenschaften am produktivsten. Die vier relevanten medizinischen Fachbereiche geben die schon bei den Zeitschriften auffallende Unterrepräsentanz von gesundheitlichen Themen wieder; gleichzeitig ist die schon erfolgte Aufteilung in Unterthemen zu beachten, während die Umweltwissenschaften ein großes Themengebiet darstellen.

Zusammenfassung

Unter den analysierten Organsystemen wurde der Lunge die größte Aufmerksamkeit geschenkt, was sich angesichts ihrer Funktion als Eintrittspforte von u. a. Luftschadstoffen einfach nachvollziehen lässt. Auch andere nennenswerte Organsysteme zeichnen sich durch direkten Luftkontakt bzw. unmittelbare funktionelle Nähe zum respiratorischen System aus. Hohe Publikationszahlen für Luftverschmutzung durch Feinstaub im Zusammenhang mit der Leber lassen sich durch kürzlich angenommene funktionelle Schädigungszusammenhänge über eine Rechtsherzinsuffizienz erklären (s. Kap. 1.4).

6. English Summary

Ever since the first purposeful utilization of fire by humankind, anthropogenic air pollution has been an issue. At least by the beginning of the industrialization it has become a severe problem. Today, the main causes of anthropogenic air pollution are road traffic (a “mobile” source), and processes in energy production and industry (“stationary” sources).

Efforts to improve air quality are mainly aimed at anthropogenic air pollution, as it is the only susceptible factor. Polluted air is a health hazard of concern for the world population as a whole, since it does not stop at national borders. Therefore, efforts towards air quality improvement should be organized at a supra-regional level, when feasibility is indicated.

In this paper, the first scientometric analysis of the research activity concerning the field of air pollution is accomplished, with particular attention to particulate matter and sulfur dioxide. Articles in the online databases “PubMed” and “Web of Science” are analyzed. Results for particulate matter and sulfur dioxide are retrieved from the sum of results for the air pollution analysis (“Web of Science”), or linked to the same by the MeSH-database (“PubMed”). In part, proprietary program codes are used to evaluate and illustrate data. International diagrams to demonstrate publication numbers and citation rates are generated by means of density-equalizing mapping to demonstrate publication numbers and citation rates.

For the time span 1955-2006, the analysis shows 26,253 results in “Web of Science” and 28,416 in “PubMed” for air pollution. More specifically, for particulate matter, “Web of Science” lists 3567 publications while “PubMed” 2738 entries; for sulfur dioxide 1440 and 1068 publications respectively. During the analysis period, the number of publications increased in “Web of Science” over time, whereas in “PubMed” a peak in yearly publications occurred in the mid-1970s. However, both databases display a rapid slope in publication numbers at the beginning of the 1990s. Therefore, citation numbers rise beginning in 1991, too, but disproportionately high to publications. This is applicable for all three analyses and is to be mainly ascribed to the implementation of the World Wide Web to the public in the beginning of the 1990s as well as to a public discussion about air quality beginning in the early 1990s.

The fact that 96% of the publications are written in English (80% for particulate matter and 97% for sulfur dioxide) supports the notion that English has become the main language for scientific literature. Other frequently used languages are German and French.

The largest part of publication activity is attributable to research in the USA (38% for air pollution, 40% for particulate matter and 30% for sulfur dioxide). Therefore the highest number

of citations is found for US-American publications; calculating the citation rates, countries with low publication numbers participating in large international studies are on top of the agenda at first. Eliminating this statistical deficiency, European states (particulate matter, sulfur dioxide) and New Zealand (air pollution) are leading ahead of South American countries. Regarding the high density of so-called mega-cities (see chapter 4.2.4) in the Asian area, the lack of Asian publications among the frequently cited seems rather remarkable.

Mainly US-Americans are to be found among the most productive authors including the most publishing one, J. Schwartz, alongside with Europeans and one Canadian author. Regarding the topic of sulfur dioxide, European authors are prevailing. Publication numbers neither correlate with the number of entries as first author nor with the h-indexes. Under closer inspection, the largest fraction of citations is to be ascribed to self-citations or preferential citations of papers that derive from co-operations with other authors. Here, an intentional influence on bibliometric accounts can be assumed, which is a common phenomenon in science.

The article is by far the most frequent document type.

The most productive journals' subject areas mainly consist of themes originating from the environmental sciences. Most entries are papers from "Atmospheric Environment" in all three analyses. Furthermore, there is one journal with an epidemiological emphasis and two journals with medical content (respiratory system). The impact factors do not correlate with the journals' productivity; values for cited half-life and immediacy index do not suggest fast moving fields of science.

Mirroring the results of the journal analysis, environmental sciences are the most productive among the researching subject areas. The fact that there are four relevant medical fields reflects that health-related topics are underrepresented. This was already shown in the journals' analysis. At the same time, there has to be some attention paid to the fact that the medical topics are partitioned into sub-themes, while the environmental sciences are a large field containing many possible sub-themes.

The most attention among the analyzed organ systems is paid to the lung, which is easily understandable, considering its function as the entrance for air pollutants. Other relevant organ systems are characterized by direct air contact or immediate functional closeness to the respiratory system. High publication numbers regarding particulate air pollution in combination with the liver can be explained by recently assumed functional coherence in damaging mechanisms by means of a right heart insufficiency (see chapter 1.4).

7. Literaturverzeichnis

1. Bernstein JA, Alexis N, Barnes C, et al. Health Effects of Air Pollution. *J Allergy Clin Immunol* 2004; 114(5): 1116-23.
2. Air Quality and Health - WHO Fact Sheet No. 313. WHO, 2008. (Accessed 14.2.2009, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/print.html>)
3. Bundesministerium für Justiz. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG). 2007 §3, 4. 2470.
4. WHO, Air Quality and Health - Fact Sheet No.313. 2008.
5. Air Pollution Emissions. Slanina S, Davis, W (Hrsg.), 2007. (Accessed 12.2.2009, http://www.eoearth.org/article/Air_pollution_emissions)
6. Urbinato D. London's Historic "Pea-Soupers". *EPA Journal* 1994; 20: 44.
7. Stolberg M, Gewerblich-industrielle Luftverschmutzung und Stadthygiene im 19. Jahrhundert, in *Stadt, Krankheit und Tod. Geschichte der städtischen Gesundheitsverhältnisse während der epidemiologischen Transition*, Woelk JW, Editor. 2000: Berlin. 275-90.
8. Davis D. The Great Smog. *Hist Today* 2002; 52:
9. Klima in Städten - Durch sauren Regen gefährdete Gebiete. Cracow, Poland: Bokwa A, 2004. (Accessed 1.4.2009, http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3_Saurer_Regen/-Gefaehrdete_Regionen_422.html)
10. Bundesumweltamt. Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM). Berlin, Deutschland, 2005.
11. World Health Organization - Regional Office for Europe. Air Quality Guidelines - Global Update 2005. 2006. 9-28.
12. Baxter PJ, Tedesco D, Miele G, Baubron JC und Cliff K. Health-Hazards of Volcanic Gases. *Lancet* 1990; 336(8708): 176.
13. West J, Fiore A, Horowitz L und Mauzerall D. Global Health Benefits of Mitigating Ozone Pollution with Methane Emission Controls. *P Natl Acad Sci USA* 2006; 103(11): 3988-93.
14. About Air Pollution. Copenhagen, Denmark: EEA, 2009. (Accessed 14.2.2009, <http://www.eea.europa.eu/themes/air/about-air-pollution>)
15. Europäische Union. Richtlinie 1999/30/EG über Grenzwerte für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. 1999. 1999/30/EG, 2.
16. Lahl U, Steven, W. Feinstaub - eine gesundheitspolitische Herausforderung. *Pneumologie* 2005; 59: 704-14.
17. World Health Organization. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Bonn, Deutschland, 2003.
18. European Environment Agency. Air Pollution in Europe 1990-2004. EEA Report. Kopenhagen, Dänemark, 2007.
19. Brunekreef B und Holgate ST. Air Pollution and Health. *Lancet* 2002; 360(9341): 1233-42.
20. Araujo JA, Barajas B, Kleinman M, et al. Ambient Particulate Pollutants in the Ultrafine Range Promote Early Atherosclerosis and Systemic Oxidative Stress. *Circ Res* 2008; 102(5): 589-96.
21. Winkelstein W, Jr. und Kantor S. Prostatic Cancer: Relationship to Suspended Particulate Air Pollution. *Am J Public Health* 1969; 59(7): 1134-8.

Literaturverzeichnis

22. Winkelstein W, Jr. und Kantor S. Stomach Cancer. Positive Association with Suspended Particulate Air Pollution. *Arch Environ Health* 1969; 18(4): 544-7.
23. Alink GM, Brouwer A und Heussen GA. Effects of Outdoor and Indoor Airborne Particulate Matter on Thyroid Hormone and Vitamin A Metabolism. *Toxicol Lett* 1994; 72(1-3): 73-81.
24. Heussen GA, Hikspoors ML, Spenkelink A, Brouwer A und Koeman JH. Inhibition of Binding of Thyroxin to Transthyretin by Outdoor and Indoor Airborne Particulate Matter and Effects on Thyroid Hormone and Vitamin A Metabolism in Rats. *Arch Environ Con Tox* 1992; 23(1): 6-12.
25. Gurgueira SA, Lawrence J, Coull B, Murthy GG und Gonzalez-Flecha B. Rapid Increases in the Steady-State Concentration of Reactive Oxygen Species in the Lungs and Heart after Particulate Air Pollution Inhalation. *Environ Health Persp* 2002; 110(8): 749-55.
26. World Health Organization. Particulate Matter Air Pollution: How it Harms Health. Kopenhagen, Dänemark, 2005.
27. Poli P, Buschini A, Campanini N, et al. Urban Air Pollution: Use of Different Mutagenicity Assays to Evaluate Environmental Genetic Hazard. *Mutat Res* 1992; 298(2): 113-23.
28. Curtis L, Rea W, Smith-Willis P, Fenyves E und Pan Y. Adverse Health Effects of Outdoor Air Pollutants. *Environ Int* 2006; 32(6): 815-30.
29. EU to Exceed Air Pollutant Limit due to Growth in Road Transport. Copenhagen, Denmark: EEA, 2008. (Accessed 23.3.2009, <http://www.eea.europa.eu/highlights/eu-to-exceed-air-pollutant-limit-due-to-growth-in-road-transport>)
30. Acid Rain. Copenhagen, Denmark: EEA, 2009. (Accessed 23.3.2009, http://glossary.eea.europa.eu/terminology/concept_html?term=acid%20rain)
31. Air Quality and Health - Sulfur Dioxide (SO₂). WHO, 2009. (Accessed 23.3.2009, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>)
32. Schönberger A, Mertens, G, Valentin, H. Arbeitsunfall und Berufskrankheit. Rechtliche und medizinische Grundlangen für Gutachter, Sozialverwaltung, Berater und Gerichte. 7. Auflage 2003. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1968: 351, 1120.
33. Health and Environmental Impacts of SO₂. EPA, 2008. (Accessed 24.3.2009, <http://www.epa.gov/air/urbanair/so2/hlth1.html>)
34. Groneberg DA und Witt C. Air Quality and Particulate Matter. *Pneumologie* 2005; 59(9): 607-11.
35. Englert N. Fine Particles and Human Health--A Review of Epidemiological Studies. *Toxicol Lett* 2004; 149(1-3): 235-42.
36. Pope CA, 3rd, Burnett RT, Thun MJ, et al. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-Term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *JAMA* 2002; 287(9): 1132-41.
37. Peters A, Veronesi B, Calderon-Garciduenas L, et al. Translocation and Potential Neurological Effects of Fine and Ultrafine Particles a Critical Update. *Part Fibre Toxicol* 2006; 3: 13.
38. Woodruff T, Grillo J und Schoendorf K. The Relationship between Selected Causes of Postneonatal Infant Mortality and Particulate Air Pollution in the United States. *Environ Health Persp* 1997; 105(6): 608-12.
39. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, et al. The Effect of Air Pollution on Lung Development from 10 to 18 Years of Age. *New Engl J Med* 2004; 351(11): 1057-67.
40. Sunyer J. The Neurological Effects of Air Pollution in Children. *Eur Respir J* 2008; 32(3): 535-7.

41. Cruz Rojo C und Almisas M. Epidemiological Analysis of Mortality by Causes in Bahia de Algeciras, Spain (2001-2005). *Gac Sanit* 2009:
42. Hoffmann B, Moebus S, Mohlenkamp S, et al. Residential Exposure to Traffic is Associated with Coronary Atherosclerosis. *Circulation* 2007; 116(5): 489-96.
43. Erbel R, Jöckel, KH. Living near High-Traffic Roads May Be Hazardous to Your Health. *Circulation* 2007:
44. Hoffmann B, Moebus S, Stang A, et al. Residence Close to High Traffic and Prevalence of Coronary Heart Disease. *Eur Heart J* 2006; 27(22): 2696-702.
45. Cohen AJ, Ross Anderson H, Ostro B, et al. The Global Burden of Disease Due to Outdoor Air Pollution. *J Toxicol Env Heal A* 2005; 68(13-14): 1301-7.
46. The Top 10 Causes of Death - WHO Fact Sheet No. 310. WHO, 2004. (Accessed 24.3.2009, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html>)
47. Vogelmeier C, Buhl R, Criece CP, et al. Guidelines for the Diagnosis and Therapy of COPD Issued by Deutsche Atemwegsliga and Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin. *Pneumologie* 2007; 61(5): 1-40.
48. Auch im Jahr 2008 Überschreitungen der Grenzwerte für die Luftqualität. Dessau: Umweltbundesamt, 2009. (Accessed 24.3.2009, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3596.pdf>)
49. Thomson Reuters - Company History. Thomson-Reuters, 2009. (Accessed 24.3.2009, http://www.thomsonreuters.com/about/company_history/#2000 - present)
50. Thomson Reuters - About Us. Thomson-Reuters, 2009. (Accessed 24.3.2009, <http://thomsonreuters.com/about/>)
51. ISI Web of Knowledge - Fact Sheet. Thomson-Reuters, 2008. (Accessed 24.3.2009, http://www.thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web_of_Knowledge_factsheet.pdf)
52. Web of Science - Fact Sheet. Thomson-Reuters, 2008. (Accessed 24.3.2009, http://www.thomsonreuters.com/content/PDF/scientific/Web_of_Science_factsheet.pdf)
53. Falagas ME und Kavvadia P. "Eigenlob": Self-Citation in Biomedical Journals. *Faseb J* 2006; 20(8): 1039-42.
54. Ball R und Tunger D. Bibliometrische Analysen - Daten, Fakten und Methoden. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Bibliothek/Library. Jülich: Forschungszentrum Jülich, 2005: 18-63.
55. Hirsch JE. An Index to Quantify an Individual's Scientific Research Output. *P Natl Acad Sci USA* 2005; 102(46): 16569-72.
56. Sebire NJ. H-Index and Impact Factors: Assessing the Clinical Impact of Researchers and Specialist Journals. *Ultrasound Obst Gyn* 2008; 32(7): 843-5.
57. Hirsch JE. Does the H index have Predictive Power? *P Natl Acad Sci USA* 2007; 104(49): 19193-8.
58. The "Impact Factor" Revisited. Singapore: Dong P, Loh M und Mondry A, 2005. (Accessed 25.3.2009, <http://www.bio-diglib.com/content/2/1/7>)
59. Thomson Reuters Releases the 2007 Journal Citation Reports - Press Release. Thomson-Reuters, 2008. (Accessed 25.3.2009, http://www.thomsonreuters.com/content/press_room/sci/275132)
60. Journal Citation Reports - Cited Half-Life. Thomson-Reuters, 2008. (Accessed 25.3.2009, http://admin-apps.isiknowledge.com/JCR/help/h_ctdhl.htm)
61. The National Library of Medicine - Fact Sheet. NLM, 1975. (Accessed 25.3.2009, <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/nlm.html>)
62. Milestones in NLM History. NLM, 2004. (Accessed 25.3.2009, <http://www.nlm.nih.gov/about/nlmhistory.html>)
63. Horwitz NH. The National Library of Medicine. *Neurosurgery* 2002; 51(5): 1304-14.

Literaturverzeichnis

64. Data, News and Update Information. NLM, 2009. (Accessed 25.3.2009, http://www.nlm.nih.gov/bsd/revup/revup_pub.html#med_update)
65. Medical Subject Headings (MeSH) - Fact Sheet. NLM, 1999. (Accessed 25.3.2009, <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/mesh.html>)
66. Gastner MT und Newman ME. From the Cover: Diffusion-Based Method for Producing Density-Equalizing Maps. P Natl Acad Sci USA 2004; 101(20): 7499-504.
67. Bortz J und Döring N. Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 2002: 411.
68. Fenyvesi T. Double-Blind Peer Review. Orv Hetil 2002; 143(5): 245-8.
69. De Groot SL und Dorsch JL. Measuring Use Patterns of Online Journals and Databases. J Med Libr Assoc 2003; 91(2): 231-40.
70. MEDLINE Journal Selection - Fact Sheet. NLM, 2007. (Accessed 29.3.2009, <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/jsel.html>)
71. Merton RK. The Matthew Effect in Science. The Reward and Communication Systems of Science Are Considered. Science 1968; 159(810): 56-63.
72. Hajjem C, Harnad S und Gingras Y. Ten-Year Cross-Disciplinary Comparison of the Growth of Open Access and How it Increases Research Citation Impact. IEEE Data Engineering Bulletin 2005; 28(2): 39-47.
73. Koch R. Das 80/20 Prinzip - Mehr Erfolg mit weniger Aufwand. CAMPUS Verlag, 2008: 334.
74. Pareto's Principle - The 80/20-Rule. John Reh F, 2009. (Accessed 26.3.2009, <http://management.about.com/cs/generalmanagement/a/Pareto081202.htm>)
75. Easterbrook PJ, Berlin JA, Gopalan R und Matthews DR. Publication Bias in Clinical Research. Lancet 1991; 337(8746): 867-72.
76. Stanley RJ. To Peer Review or Not to Peer Review: That Seems to Be the Question. Am J Roentgenol 2005; 185(5): 1101.
77. Seglen PO. Why the Impact Factor of Journals Should Not Be Used for Evaluating Research. Brit Med J 1997; 314(7079): 498-502.
78. Hamilton DP. Research Papers - Who's Uncited Now? Science 1991; 251(4989): 25.
79. Narin F und Hamilton KS. Bibliometric Performance Measures. Scientometrics 1996; 36(3): 293-310.
80. Zielinski C. New Equities of Information in an Electronic Age. Brit Med J 1995; 310(6993): 1480-1.
81. Web Browser - Geschichte. Unger R, 2009. (Accessed 11.4.2009, <http://vsr.informatik.tu-chemnitz.de/proseminare/www03/doku/browser/geschichte.htm>)
82. Web of Science Databases. Thomson-Reuters, 2008. (Accessed 29.3.2009, http://images.isiknowledge.com/WOK45/help/WOS/h_database.html)
83. Nieminen P und Isohanni M. Bias against European Journals in Medical Publication Databases. Lancet 1999; 353(9164): 1592.
84. De Solla Price DJ. Little Science, Big Science. New York: Columbia University Press, 1963:
85. Garfield E. Citation Analysis as a Tool in Journal Evaluation - Journals Can Be Ranked by Frequency and Impact of Citations for Science Policy Studies. Science 1972; 178(4060): 471-3.
86. Cho JL, Belmont JM und Cho CT. Assessing the Value of Pediatrics Journals. Zhonghua Minguo xiao er ke yi xue hui za zhi [Journal] 1998; 39(4): 218-22.
87. Winkmann G, Schlutius S und Schweim HG. Publication Languages of Impact Factor Journals and of Medical Bibliographic Databases. Deut Med Wochenschr 2002; 127(4): 131-7.

Literaturverzeichnis

88. Meyer P. The English Language: A Problem for the Non-Anglo-Saxon Scientific Community. *Brit Med J* 1975; 2(5970): 553-4.
89. Nylenna M und Larsen O. Medical Publishing in Norway 1905-2005. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2005; 125(11): 1506-9.
90. Statement by the President of the Economic and Social Council - United Nations. ECOSOC, 2005. (Accessed 30.3.2009, <http://www.un.org/docs/ecosoc/president/2005/ITA.pdf>)
91. WI. Zur Lage der Welt 2007 - Der Planet der Städte. Worldwatch Institute - in Zusammenarbeit mit der Heinrich-Böll-Stiftung und Germanwatch, 2007: 336.
92. The Principal Agglomerations of the World. Brinkhoff T, 2009. (Accessed 30.3.2009, <http://www.citypopulation.de/world/Agglomerations.html>)
93. Fang M, Chan CK und Yao XH. Managing Air Quality in a Rapidly Developing Nation: China. *Atmos Environ* 2009; 43(1): 79-86.
94. Streets DG, Fu JHS, Jang CJ, et al. Air Quality during the 2008 Beijing Olympic Games. *Atmos Environ* 2007; 41(3): 480-92.
95. Beasley R, Keil U, von Mutius E, et al. Worldwide Variation in Prevalence of Symptoms of Asthma, Allergic Rhinoconjunctivitis, and Atopic Eczema: ISAAC. *Lancet* 1998; 351(9111): 1225-32.
96. Anderson HR, Spix C, Medina S, et al. Air pollution and Daily Admissions for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in 6 European Cities: Results from the APHEA Project. *Eur Respir J* 1997; 10(5): 1064-71.
97. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, et al. Short Term Effects of Ambient Sulphur Dioxide and Particulate Matter on Mortality in 12 European Cities: Results from Time Series Data from the APHEA Project. *Brit Med J* 1997; 314(7095): 1658-63.
98. Leizorovicz A, Haugh M und Boissel JP. Meta-Analysis and Multiple Publication of Clinical Trial Reports. *Lancet* 1992; 340(8827): 1102-3.
99. Gami AS, Montori VM, Wilczynski NL und Haynes RB. Author Self-Citation in the Diabetes Literature. *CMAJ* 2004; 170(13): 1925-30.
100. Elliott AJ, Morgan K, Fuqua RW, Ehrhardt K und Poling A. Self- and Cross-Citations in the Journal of Applied Behavior Analysis and the Journal of the Experimental Analysis of Behavior: 1993-2003. *J Appl Behav Anal* 2005; 38(4): 559-63.
101. Sala SD und Brooks J. Multi-Authors' Self-Citation: A Further Impact Factor Bias? *Cortex* 2008; 44(9): 1139-45.
102. Nemmar A, Vanbilloen H, Hoylaerts MF, Hoet PH, Verbruggen A und Nemery B. Passage of Intratracheally Instilled Ultrafine Particles from the Lung into the Systemic Circulation in Hamster. *Am J Resp Crit Care* 2001; 164(9): 1665-8.

8. Lebenslauf

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

9. Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Dr. h. c. mult. David Groneberg danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und seine bemerkenswerte Betreuung. Als Ansprechpartner in fachlichen Fragen, für konstruktive Ratschläge, motivierende Worte und freundschaftliche Diskussion fand er stets Zeit und hat so einen großen Anteil an der erfolgreichen Fertigstellung dieser Arbeit.

Herrn Dipl.-Ing. Cristian Scutaru möchte ich für die zur Verfügung gestellten Computerprogramme zur Erstellung von Kartenanamorphoten und Kooperationsanalysen sowie für die freundliche Beratung in informatischen Fragen und seine enorme Hilfsbereitschaft in der Zeit bis zur Fertigstellung dieser Arbeit danken.

Bei Herrn Dr. David Quarcoo bedanke ich mich für seine Betreuung und Revision meiner Arbeit.

Für eine sehr angenehme Arbeitsatmosphäre danke ich allen Mitarbeitern des Instituts für Arbeitsmedizin, hier insbesondere Herrn Cristian Scutaru und Frau Silvana Kölzow.

Weiterhin bin ich Herrn Norman Schöffel, Frau Julia-Annik Börger, Frau Johanna Bock, Herrn Niko Neye, Frau Carolin Kreiter und Frau Sepiede Falahkohan für viele Ideen aus gemeinsamen Überlegungen, konstruktive Diskussionen und ein ausgesprochen freundschaftliches Arbeitsklima dankbar.

Bei Katherine Czechowski möchte ich mich in besonderem Maße für ihre unermüdliche Unterstützung und Motivation und scheinbar endlose Geduld bedanken.

Mein besonderer Dank gilt schließlich meinen Eltern Regina und Herbert Zell sowie meinen Geschwistern Elisabeth, Christian, Katharina und Silvia Zell, die mich während der gesamten Zeit meines Studiums unerschütterlich unterstützt und bestärkt haben. Ihre liebevolle Zuwendung hat mir eine Grundlage geschaffen, aus der ich Kraft schöpfen und auf der ich die Anforderungen des Studiums bewältigen und so auch diese Arbeit anfertigen konnte.

Erklärung

Ich, Hanna Zell, geb. 22.05.1985, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema „Luftverschmutzung, Feinstaub und Schwefeldioxid: Szientometrische Analyse“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Berlin, 01.09.2009