

r³ – Strategische Metalle und Mineralien

Innovative Technologien für Ressourceneffizienz

Monitoring-Berichte

Dr.-Ing. Simon H. Berner

Dr.-Ing. Björn P. Moller

Karlsruhe, August 2014

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FONA

Forschung für nachhaltige
Entwicklungen

BMBF

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wird mit den Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme "**r³ - Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Strategische Metalle und Mineralien**" innerhalb des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor (Fraunhofer ISI).



Inhalt

1	Einleitung	4
2	Bo2W	6
3	InAccess	11
4	PhotoRec	16
5	r ³ Bece	21
6	UPgrade	26
7	CaF ₂	31
8	NickelRück	36
9	EcoTan.....	41
10	Innodruck	46
11	PitchER.....	51
12	SubITO	56
13	SubMag.....	61
14	ATR	66
15	Kraftwerksasche	71
16	PhytoGerm	76
17	Rotschlamm	81
18	ZwiPhos.....	86
19	UrbanNickel.....	91
20	REStrateGIS	96
21	ROBEHA	101
22	SMSB	106
23	Grenzflächen	111
24	PRRIG	116
25	ResourceApp.....	121
26	ESSENZ	126
27	Abbildungsverzeichnis.....	131

Die Auswertungen der Verbünde **TÖNSLM** sowie **VeMRec** werden in diesem Monitoringbericht nicht veröffentlicht.



1 Einleitung

Zentraler Bestandteil des INTRA r³⁺-Vorhabens „Integration und Transfer der r³-Forschungsergebnisse zur nachhaltigen Sicherung strategischer Metalle und Mineralien“ ist eine Umfeldanalyse zur Aufdeckung bestehender wissenschaftlicher Veröffentlichungen im jeweiligen Themengebiet des Forschungsvorhabens in Form von Monitoring-Berichten.

Hierbei wurden für jedes Forschungsvorhaben geeignete Suchstrings generiert, die das Themenfeld beschreiben. Folgende Analysen wurden für jedes Verbundvorhaben erstellt:

- Eine Publikationsentwicklung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im jeweiligen Themengebiet im Zeitraum von 1993 bis 2012.
- Der länderspezifische Anteil an den Gesamtpublikationen von 1993 bis 2012. Hierbei wurde zwischen den Ländern Japan, China, Südkorea, USA, Kanada, Deutschland und Europa (mit und ohne Deutschland) unterschieden.
- Die Entwicklung der länderspezifischen Anteile in den Zeitscheiben 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012. Diese Analyse verdeutlicht die Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen der einzelnen Länder in den letzten 20 Jahren.
- Eine Visualisierung und Analyse der Themenfelder, aus denen die jeweiligen Veröffentlichungen stammen.

Für diese Analysen wurden zunächst für jeden Verbund Schlagwörter definiert, die den Fokus des jeweiligen Projektes widerspiegeln. Um eine einheitliche Vorgehensweise zu garantieren, wurden die Schlagwörter in die drei folgenden Kategorien unterteilt: Zum einen erläutern sie den zu gewinnenden Wertstoff (1), zum anderen beschreiben sie auch die eingesetzte Technologie beziehungsweise den angestrebten Prozess (2). Als dritte Kategorie dient die Herkunftsbranche (3), also der Industriezweig aus dem der gewünschte Wertstoff zukünftig gewonnen werden soll.

Die Begriffe wurden über die jeweiligen r³-Verbundbetreuer reflektiert und auf Grundlage des erhaltenen Feedbacks aktualisiert. Die so identifizierten Schlagwörter dienen nun als Grundlage für die Generierung von geeigneten Suchstrings, die das jeweilige Themenfeld gezielt beschreiben.

Die darauf aufbauende Literaturrecherche auf nationaler und internationaler Ebene basiert auf der Auswertung von Konferenzbeiträgen und wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Hier wurden verschiedene Aspekte näher betrachtet: Ausgehend von der



Entwicklung der Publikationen über die letzten 20 Jahre (Zeitraum 1993 bis 2012) wurde ein Ländervergleich aufgestellt. Auch die länderspezifischen Anteile an den Gesamtpublikationen wurden anhand der Zeitscheiben 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007, 2008 – 2012 untersucht, um die Dynamik der Publikationen im Themengebiet offenzulegen. Diese Analyse lässt Rückschlüsse auf die Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen in einem Themengebiet zu. In allen Themenfelder ist eine starke Dynamik von China in den letzten 10 Jahren festzustellen. Der Grund hierfür liegt darin begründet, dass chinesische Wissenschaftler erst vor circa 10 Jahren angefangen haben, ihre Ergebnisse auf Englisch zu publizieren, und diese erst dadurch in die Publikationsdatenbanken Eingang gefunden haben. Es liegt der Schluss nahe, dass chinesische Wissenschaftler zwar schon immer zu den jeweiligen Themengebieten veröffentlicht haben, dies aber erst seit gut 10 Jahren international anhand der englischen Publikationen nachvollziehbar ist.

Weiterhin umfasst die Recherche eine Netzwerkanalyse und veranschaulichende Visualisierung der wissenschaftlichen Disziplinen der jeweiligen Veröffentlichungen. Alle wissenschaftlichen Publikationen werden bei der Aufnahme in die Datenbanken sogenannten „subject groups“ zugeordnet. Die Themenanalyse visualisiert demnach, aus welcher wissenschaftlichen Disziplin die Veröffentlichungen eines Verbundvorhabens stammen. Ziel dieser Zuordnung ist es, zu identifizieren, wie heterogen die jeweiligen Forschungsfelder zusammengesetzt sind, sowie Themenfelder aufzudecken, die als Brückendisziplinen fungieren.

Basierend auf den wissenschaftlichen Veröffentlichungen, geben die Monitoring-Berichte einen strukturierten Überblick auf das jeweilige Themengebiet. So können die Ergebnisse dahingehend interpretiert werden, wie sich ein Land über die letzten 20 Jahre im jeweiligen Themengebiet entwickelt hat und welche Stellung es im internationalen Umfeld einnimmt.



2 Bo2W

Das Verbundprojekt „Best of two Worlds“ (Bo2W) hat die internationale Vernetzung von Wertschöpfungsketten, welche die Rückführung von in Exportgütern (Fahrzeuge, elektronische Apparate etc.) integrierten strategischen Rohstoffen erlauben, zum Ziel.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei behandelt eine Suchanfrage die Zielmetalle Kupfer, Gold, Silber, Blei, seltene Erden und Platingruppenmetalle, eine weitere das Vorgehen bei der globalen Kreislaufführung strategischer Metalle und letztere konzentriert sich auf die Herkunftsbranche der Zielmetalle: Altgeräte und Altfahrzeuge.

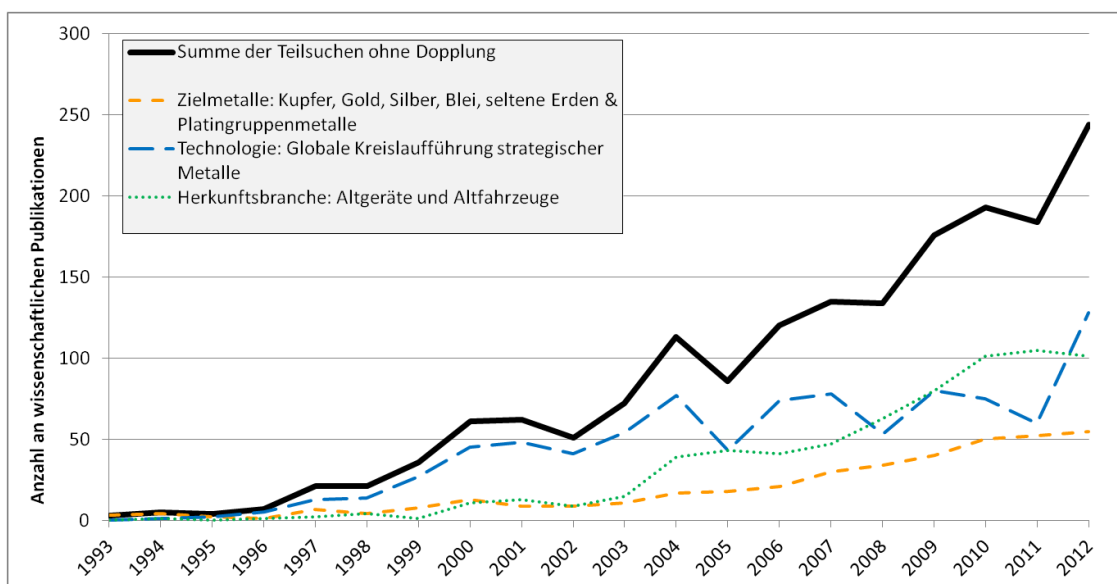


Abbildung 2.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Bo2W“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Gemessen an der Gesamtanzahl aller Veröffentlichungen weist das Thema „Recycling in internationalen Netzwerken“ eine relativ niedrige Anzahl an Publikationen auf. Insgesamt ist über die gesamten letzten 20 Jahre trotz einiger Schwankungen eine steigende Relevanz des Themas zu beobachten. Während im Jahr 1993 nur drei Publikationen zu verzeichnen waren, erlangte die Anzahl im Jahr 2013 mit 245 Veröffentlichun-



gen einen Höchststand. Bei den genannten Zielmetallen ließ sich ein langsamer, aber konstanter Anstieg der Veröffentlichungen zum Thema erkennen. Auch das Verfahren der globalen Kreislaufführung strategischer Metalle weist einen langfristigen Anstieg auf und fand ihren Höchststand bei 128 Publikationen im Jahr 2012, unterliegt jedoch teils großen Schwankungen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

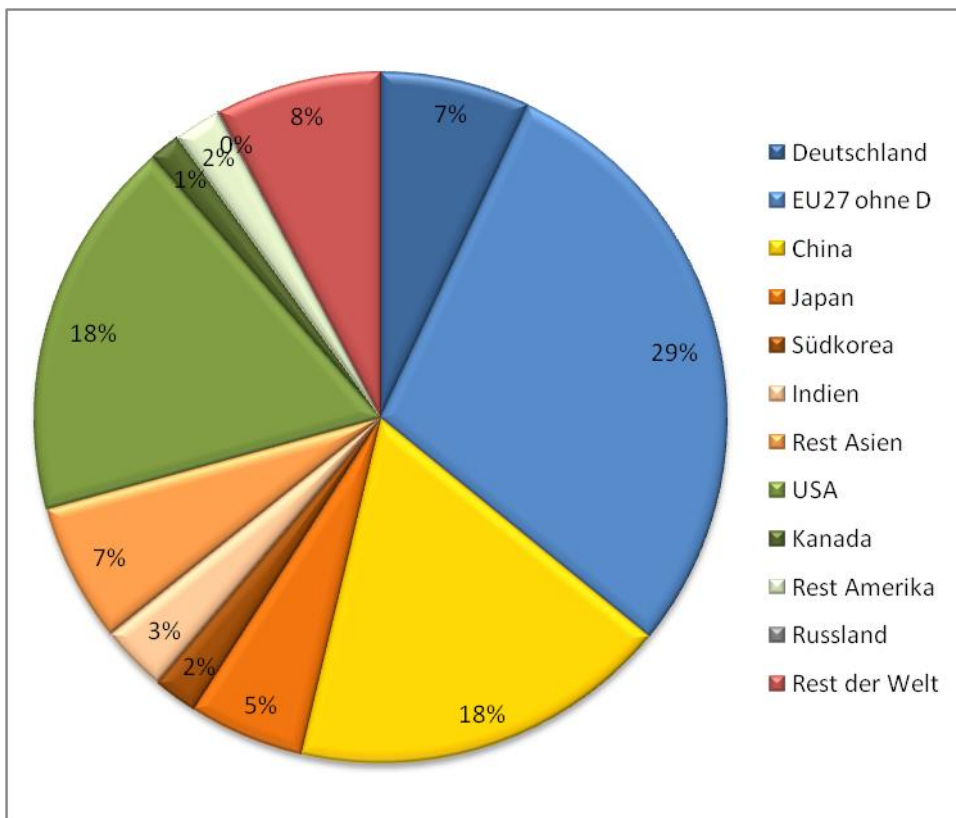


Abbildung 2.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ von 1993-2013

Darin wird deutlich, dass Asien, allen voran China (18%), und Europa mit jeweils mehr als einem Drittel die meisten wissenschaftlichen Veröffentlichungen herausbrachten, wobei aus Deutschland 7% stammten. Zudem stachen die USA mit einem Anteil von



17% der Publikationen hervor, während im Rest von Amerika inklusive Kanada (1%) kaum Veröffentlichungen registriert wurden.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Um die Entwicklung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ abzubilden, wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

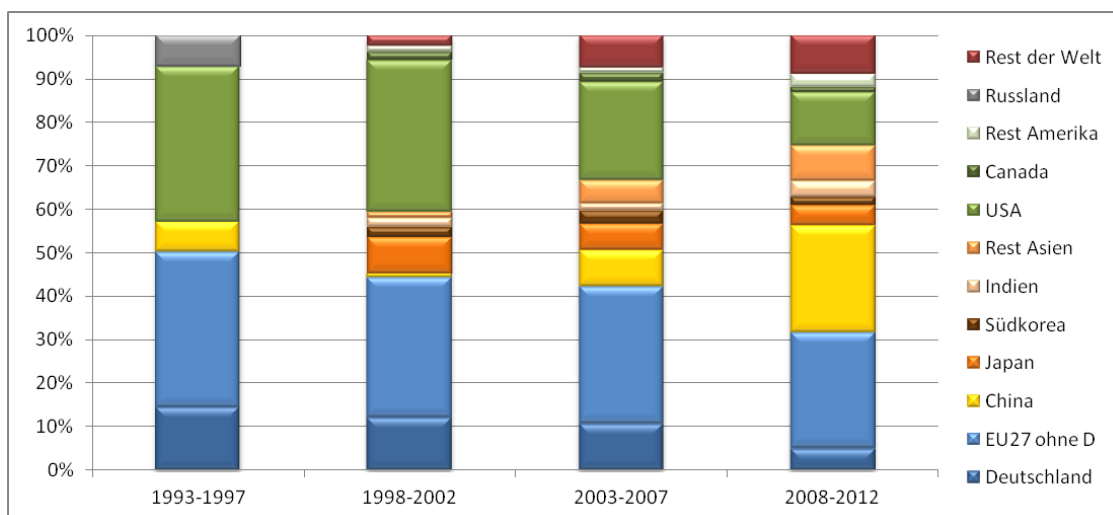


Abbildung 2.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ über die Zeitscheiben

Während in den ersten Jahren der Datenerhebung das Themenfeld fast ausschließlich von Europa und den USA fokussiert wurde, hat sich in den letzten zehn Jahren der Anteil der Publikationen in asiatischen Ländern enorm erhöht, vor allem in China, das seine Anzahl an Publikationen allein im letzten Zeitabschnitt mehr als verfünffacht hat.

Im Gegenzug sank der Anteil Europas im letzten Abschnitt trotz einer steigenden Anzahl an Publikationen um 10 %. Diese Beobachtung trifft auch auf die USA zu, deren Anteil an Publikationen vor allem aufgrund stagnierender Publikationswerte in den letzten Jahren von knapp 35% in der zweiten Periode auf circa 10% im letzten Zeitabschnitt schrumpfte. Neben dem asiatischen Raum ist ein steigender Anteil an Publikationen im restlichen Amerika auf inzwischen 3% und den nicht spezifisch aufgeführten Ländern (9%) zu verzeichnen.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik verdeutlicht farblich die Anzahl an Publikationen weltweit zum Thema „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 bis 2013.

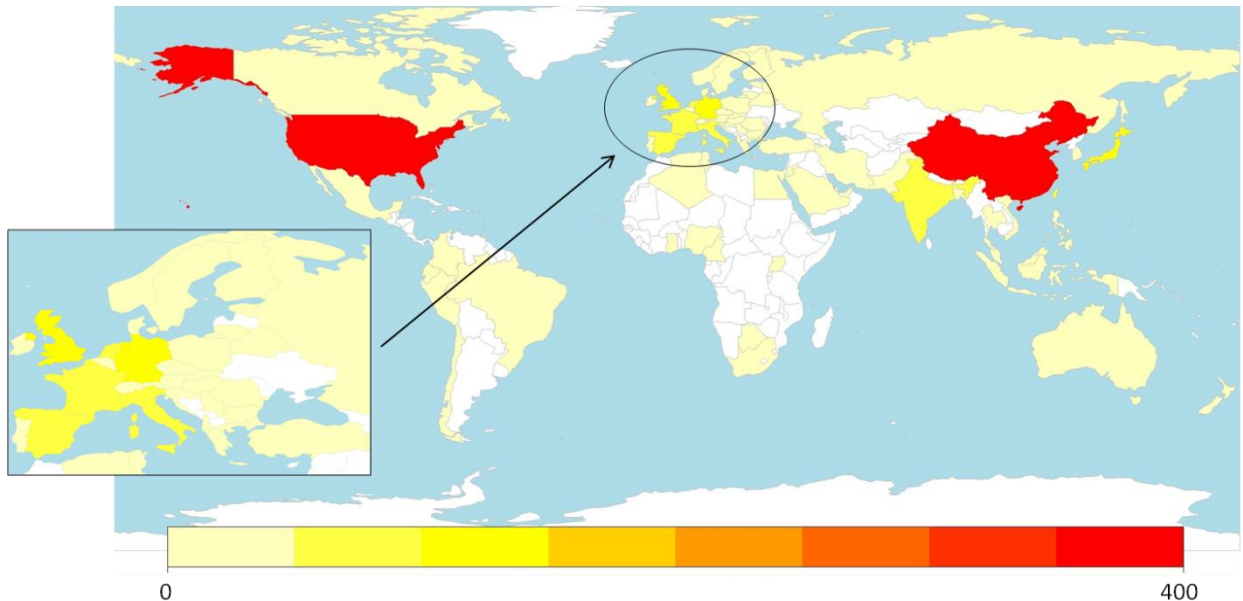


Abbildung 2.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 - 2013

Die Spitze bilden die USA und China, die beide Ursprung von 376 Veröffentlichungen waren. Danach folgten mit einigem Abstand die europäischen Nationen, darunter Deutschland, sowie Japan und Indien, die jeweils zwischen 50 und 150 Publikationen hervorbrachten.

Themenanalyse

Der Graph zum Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ weist eine vergleichsweise niedrige Fachbereichsbreite auf, es wurden nur wenige Bereiche registriert, die im Zusammenhang mit dem Thema publizierten. Dabei ragen die Fachdisziplinen Ingenieurwissenschaften und Umweltwissenschaften & Ökologie heraus, die im Verbund die meisten wissenschaftlichen Arbeiten veröffentlichten. Die Bereiche Energie & Rohstoffe, Materialwissenschaften, Metallurgie und Chemie schenken dem Themengebiet schon weitaus weniger Aufmerksamkeit.

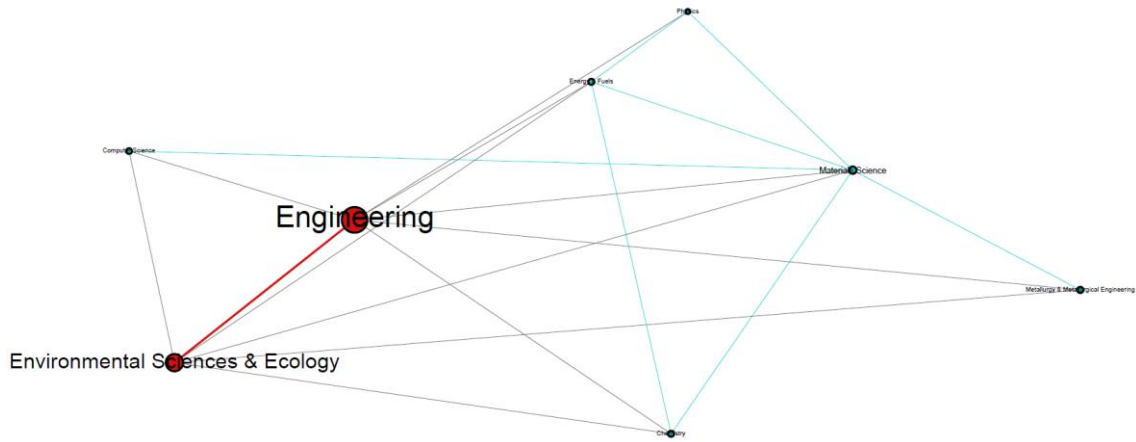


Abbildung 2.5: Themennetz zum Thema „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



3 InAccess

Das Verbundprojekt „InAccess“ beschäftigt sich mit der Entwicklung eines ressourcen-effizienten und wirtschaftlichen Recyclingprozesses für LCD-Bildschirmgeräte unter besonderer Berücksichtigung der Rückgewinnung des Indium-Gehaltes.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Projektes „InAccess“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Die erste Suchanfrage beinhaltet das Zielmetall Indium, die zweite Suchanfrage gilt der Technologie des Chemical Leachings und letztere befasst sich mit der Herkunftsbranche des Zielmetalls: der Elektro- und Elektronikindustrie, die Bildschirme produziert.

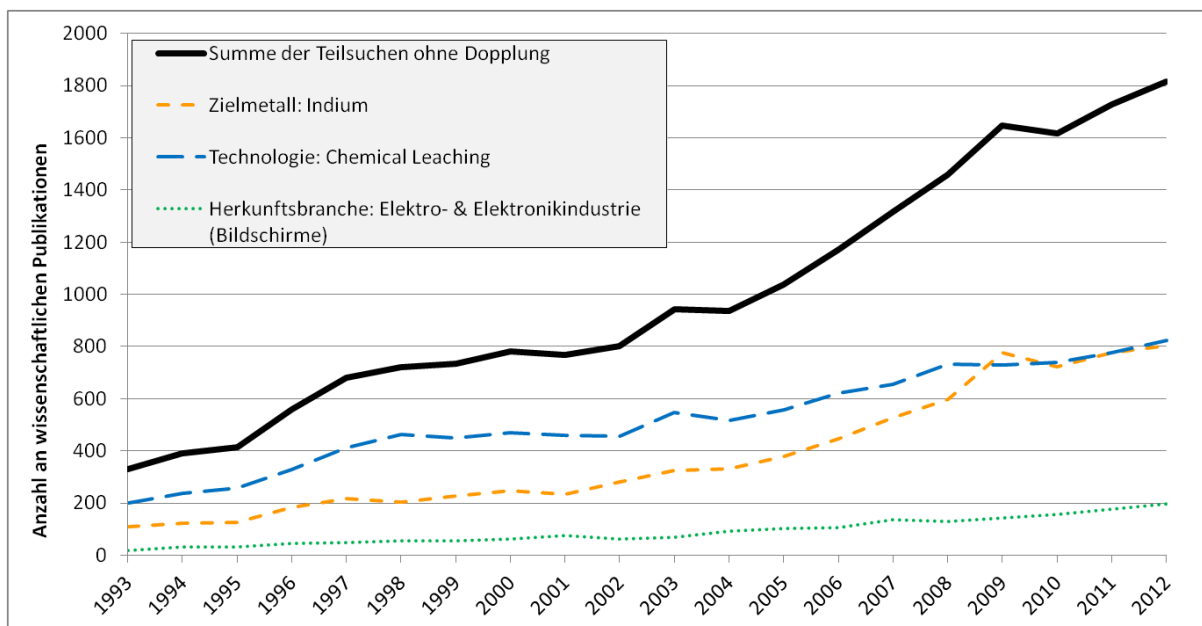


Abbildung 3.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „InAccess“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Insgesamt ist ein kontinuierlicher Anstieg an Publikationen zu dem Themenfeld zu verzeichnen. Das Zielmetall Indium und die Technologie erreichten im Jahr 2012 einen neuen Höchststand von jeweils circa 800 Veröffentlichungen. Dabei ist zu erkennen, dass diese beiden Suchanfragen seit 2009 im Gleichschritt anwachsen und ungefähr die gleiche Anzahl an Publikationen vorweisen.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

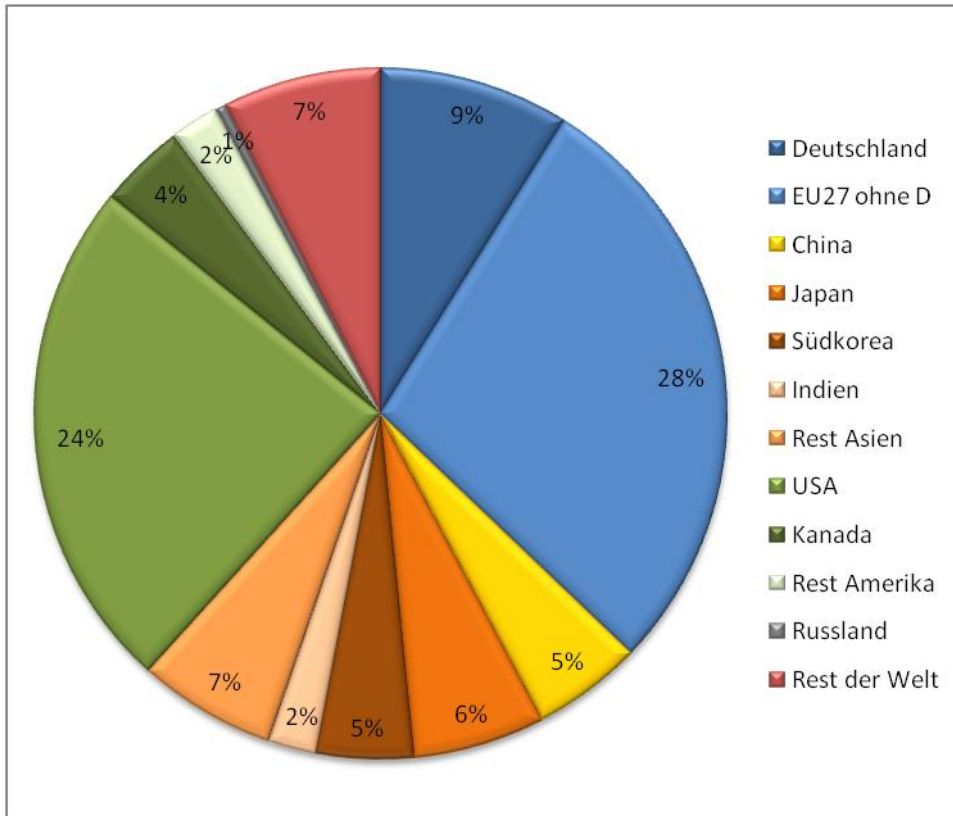


Abbildung 3.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ von 1993 – 2013

Der Grafik ist zu entnehmen, dass die meisten Veröffentlichungen zu dem Themenfeld in Europa stattfanden. Deutschland war dabei mit 9% in circa einem Viertel der Fälle das Land, in dem publiziert wurde. Zudem wiesen die USA mit 24% eine sehr hohe Anzahl an Veröffentlichungen auf diesem Gebiet auf, sodass Asien mit insgesamt 25% im Vergleich zum gesamten Amerika zurückliegt. Dies ist vor allem auf die wenigen Publikationen in China zurückzuführen, die hier mit 5% im Vergleich zu anderen Themenfeldern nur einen sehr geringen Anteil ausmachen.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

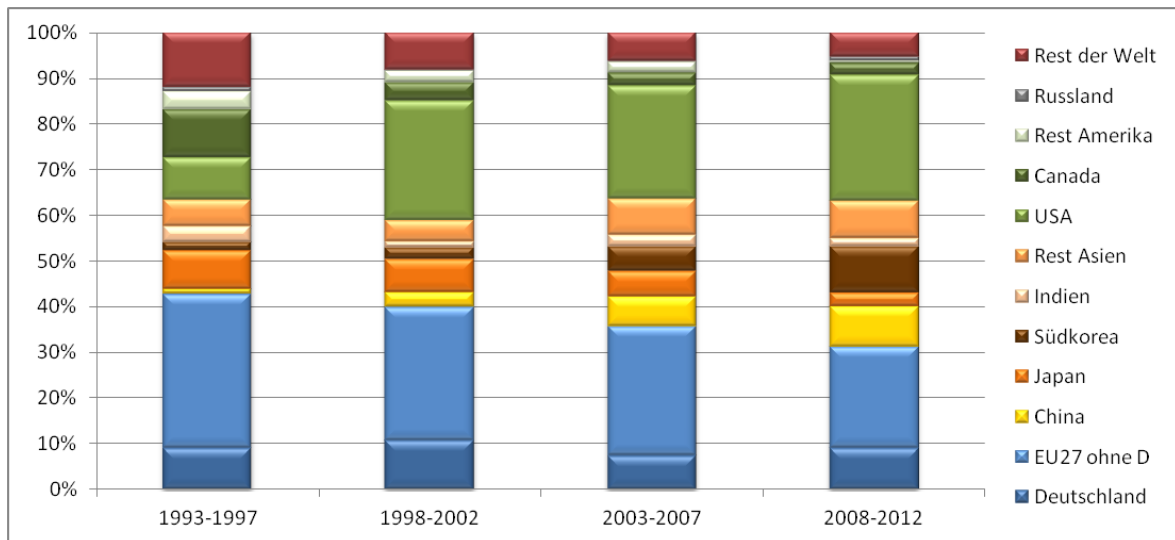


Abbildung 3.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ über die Zeitscheiben

Hervorzuheben ist die hohe Anzahl an Publikationen der USA, die seit einem sprunghaften Anstieg im zweiten Zeitabschnitt von 21 auf 207 Veröffentlichungen konstant ihre Spitzenposition halten. Daneben ist erkennbar, dass das Themenfeld in den asiatischen Ländern eine steigende Relevanz verzeichnet. Sowohl China als auch Südkorea sind dabei die Vorreiter und bauten ihren Anteil an Publikationen im letzten Zeitabschnitt deutlich auf 9% (China) und 10% (Südkorea) aus. Damit konnte China im letzten Zeitabschnitt auf die gleiche Anzahl an Veröffentlichungen verweisen wie Deutschland. Europa (ohne Deutschland) hat im Gegenzug in den letzten Jahren große Anteile verloren und kommt in der Zwischenzeit nur noch auf 22% der Publikationen, nachdem es im ersten Zeitabschnitt noch Ursprung von knapp 37% der Veröffentlichungen war.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“.

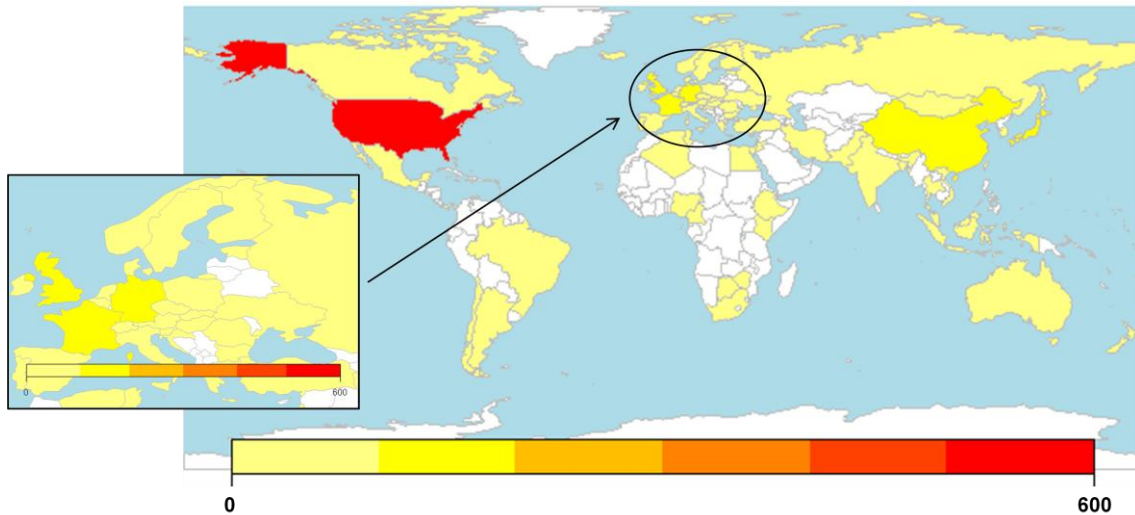


Abbildung 3.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Dabei nehmen die USA mit 512 Publikationen eine dominante Stellung auf diesem Themengebiet ein. Danach folgen Deutschland mit 189 und China mit 109 Veröffentlichungen, zudem erwiesen sich Frankreich und Großbritannien als Ursprungsländer von mehr als 100 Publikationen zum Thema.

Themenanalyse

Den Farben des Graphen ist zu entnehmen, dass die Publikationen zum Thema im Grunde auf drei große Fachgebiete zurückgingen. Ein großer Anteil wurde in den Bereichen Chemie, Physik und den Materialwissenschaften registriert. Daneben schenken die Ingenieurwissenschaften, die Geologie und die Umweltwissenschaften & Ökologie dem Thema erhöhte Aufmerksamkeit. Etwas weniger publizierten die Bereiche Landwirtschaft, Energie & Rohstoffe, Biotechnologie und Biochemie, die das dritte relevante Netzwerk darstellten.

Das Themengebiet wird danach sehr fachspezifisch behandelt, weist aber interdisziplinär dennoch einen hohen Vernetzungsgrad auf.

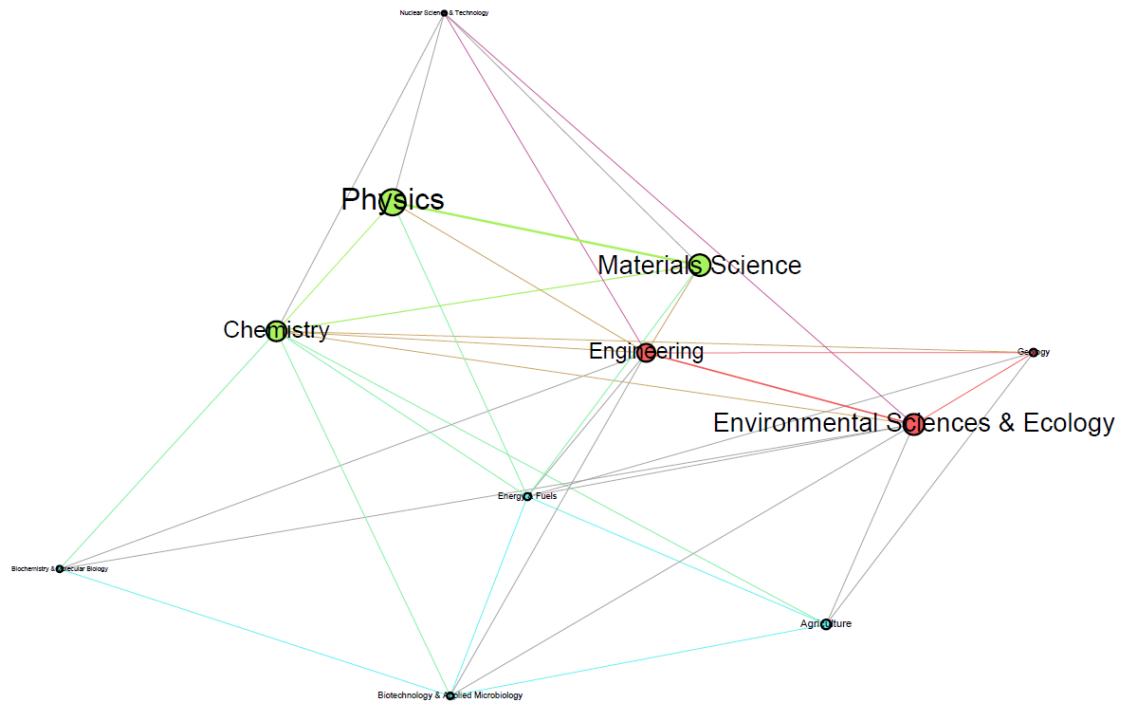


Abbildung 3.5: Themennetz zum Thema „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



4 PhotoRec

Ziel des Verbundprojekts „PhotoRec“ ist die Entwicklung eines wirtschaftlichen Recyclingverfahrens für Dünnschicht-Photovoltaikmodule.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei widmet sich die erste den Zielmetallen Gallium, Indium und Tellur. Eine weitere Suchanfrage gilt der angewendeten Technologie, der Mikrowellendestillation, während sich die dritte auf die Glasindustrie als Herkunftsbranche der Zielmetalle konzentriert.

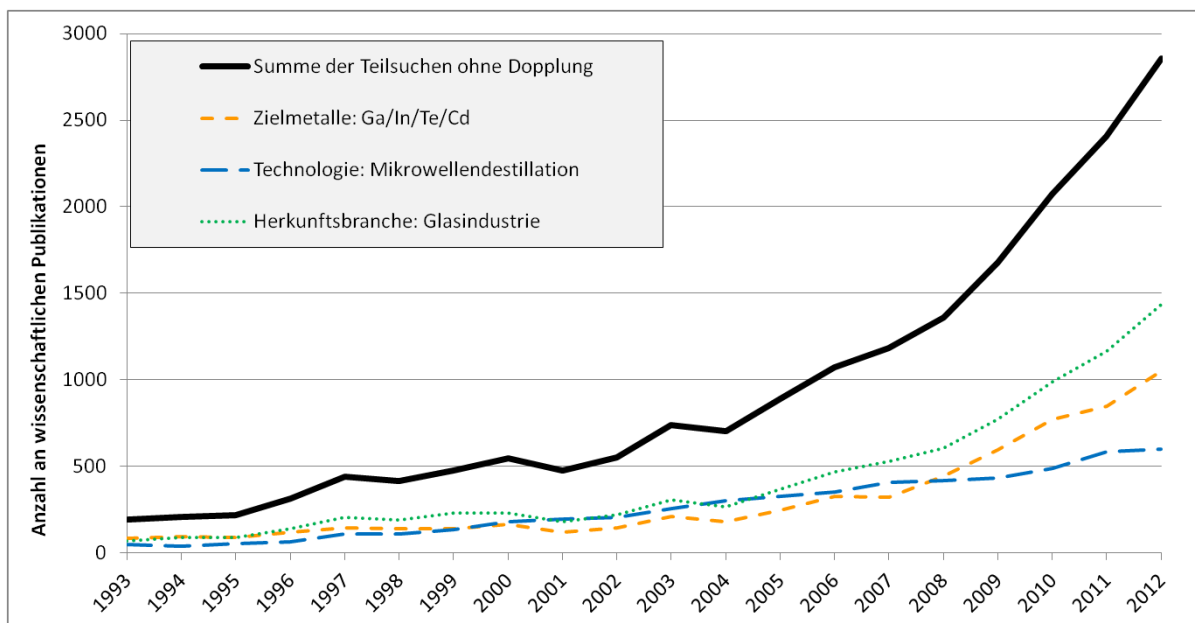


Abbildung 4.1: Publikationsentwicklung der Projekthinhalte zu „PhotoRec“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Bis zum Jahr 2005 verzeichneten alle Suchanfragen ungefähr gleich viele Publikationen und deren Anzahl stieg moderat an. In den folgenden acht Jahren wies das Themenfeld schließlich eine deutlich ansteigende Publikationsrate auf, allen voran entwickelte sich die Glasindustrie als Herkunftsbranche sehr positiv.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

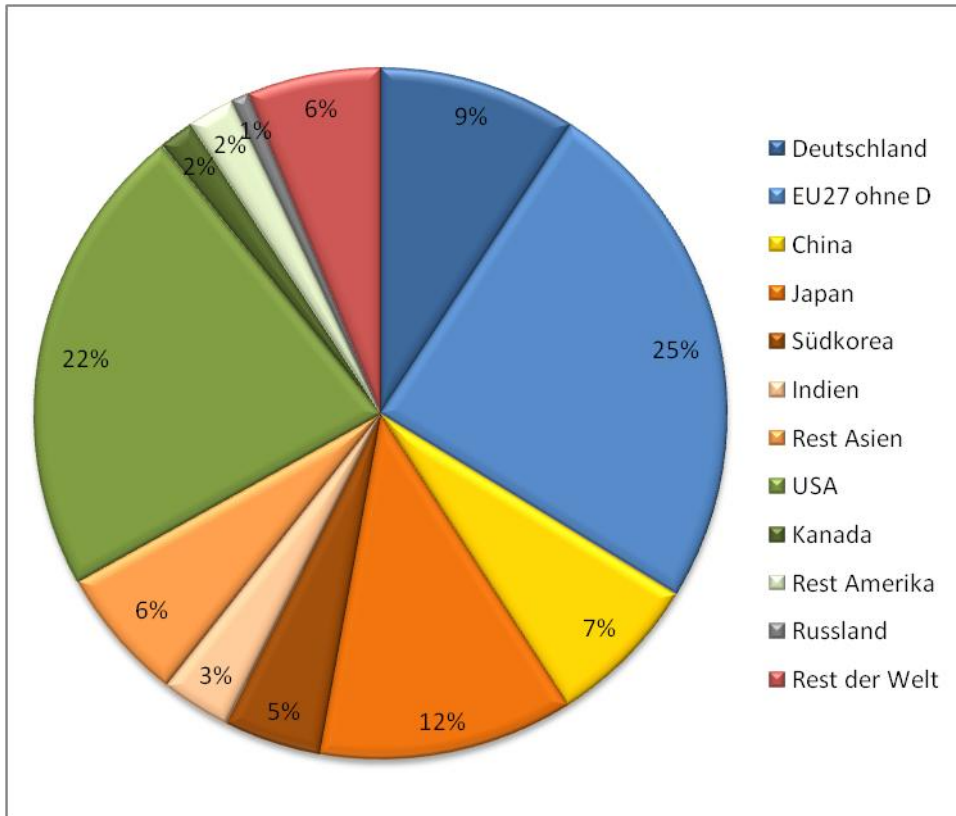


Abbildung 4.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ von 1993 – 2013

Mit einem Anteil von insgesamt einem Drittel der Publikationen hob sich der asiatische Raum auf diesem Themenfeld neben Europa (34%) hervor. Dies lässt sich vor allem auf die vielen Veröffentlichungen in Japan zurückführen, das gefolgt von China, Südkorea und Indien auf einen relativ hohen Anteil von 12% kam.

Die USA waren mit rund 22% die Nation, die die meisten wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Thema publizierte. Kanada, der Rest von Amerika und Russland waren jeweils nur sehr geringfügig beteiligt. Aus Deutschland stammten 9% der weltweiten Publikationen, was einem relativ hohen Anteil innerhalb Europas entspricht.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

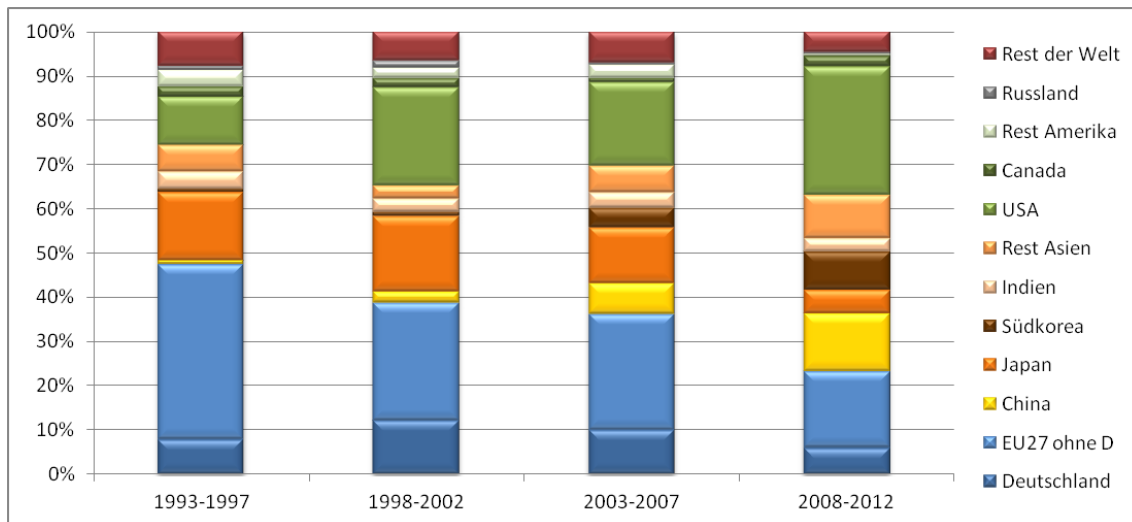


Abbildung 4.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ über die Zeitscheiben

Bei näherer Betrachtung der Ursprungsländer der Publikationen zu diesem Themenfeld über die vier Phasen hinweg wird deutlich, dass sich ein enormer Wandel vollzogen hat. Während Europa und Japan im ersten Zeitabschnitt noch den größten Anteil der Publikationen stellten, haben diese Regionen in den vergangenen zwanzig Jahren große Anteile eingebüßt. Europa kommt nach 47% im ersten Zeitabschnitt in der letzten Periode nur noch auf die Hälfte dieses Wertes.

Dagegen verzeichnen insbesondere die USA fortlaufend zunehmende Anzahlen an Publikationen und verdreifachten ihren Anteil über die zwanzig Jahre auf knapp 29%. Zudem bestätigen die Zahlen eine sehr positive Entwicklung in China, Südkorea und den nicht spezifisch aufgeführten Ländern Asiens.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Aus der Grafik, die die absoluten Publikationszahlen zum Themengebiet „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ farblich veranschaulicht, ragt der hohe Wert der USA hervor. Diese veröffentlichten im besagten Zeitraum knapp 500 wissenschaftliche Arbeiten.

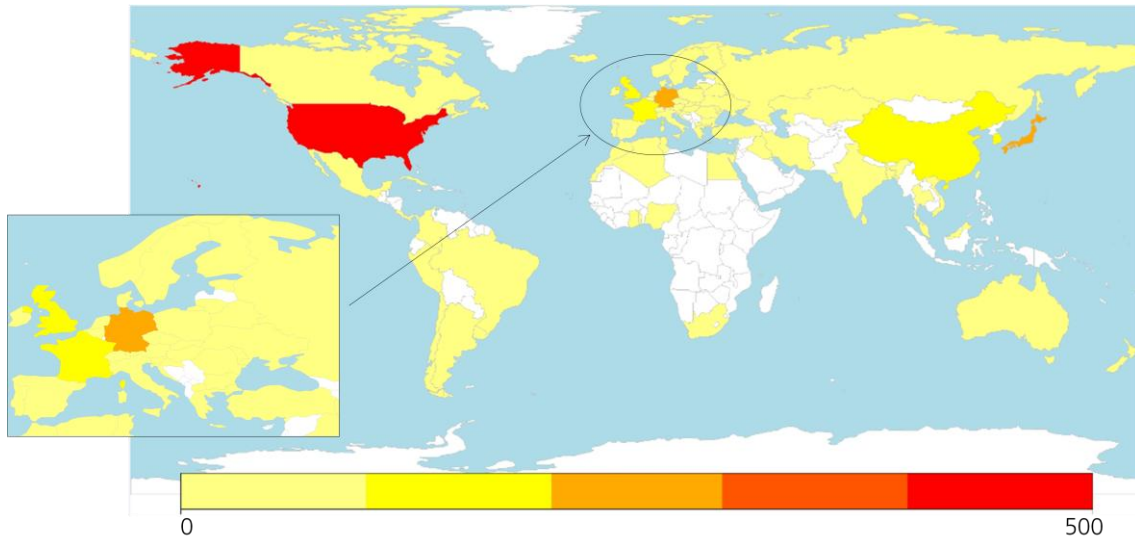


Abbildung 4.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Japan brachte 268 Arbeiten heraus und erreichte damit den zweithöchsten Wert. An dritter Stelle publizierte Deutschland mit 208 Arbeiten schon weniger als die Hälfte der USA. Desweiteren sind die Publikationswerte von China, Frankreich und Großbritannien erwähnenswert, die jeweils mehr als 100 Publikationen zu dem Thema stellten.

Themenanalyse

Das Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ wurde interdisziplinär allen voran von zwei Bereichen angegangen, dem Bereich Energie & Rohstoffe sowie dem Bereich der Biotechnologie & angewandten Mikrobiologie. Diese publizierten einen Großteil der wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema. In Verbindung zu diesen Disziplinen wiesen auch Chemie, Materialwissenschaften und Physikindustrie eine erhöhte Publikationsrate auf.

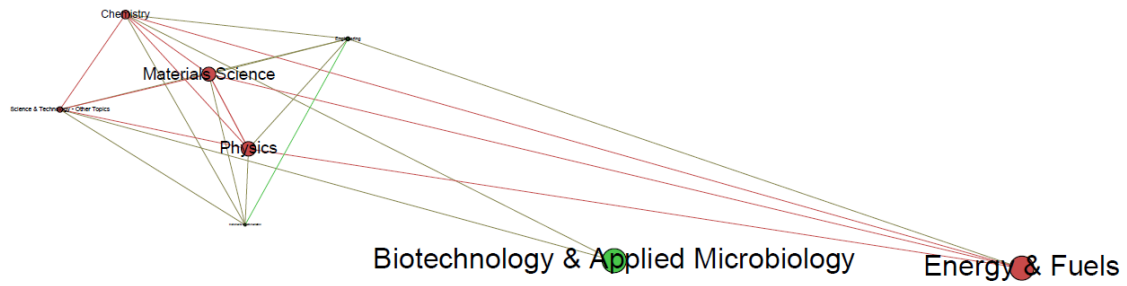


Abbildung 4.5: Themennetz zum Thema „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



5 r³ Bece

Ziel des Verbundprojektes „r³-Bece“ ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Aufbereitung von Zinn-Stripperlösungen. Damit sollen elementares Zink und Kupfer aus dem Reststoffstrom der Leiterplattenherstellung zurückgewonnen werden. Zudem sind der Bau und der Betrieb einer Demonstratoranlage geplant.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen im Themenfeld des Projektes „r³ Bece“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Eine Suchanfrage gilt den Zielmetallen Zinn und Kupfer und eine weitere der angewandten Technologie der separaten Rückgewinnung aus Stripperlösungen. Eine dritte Suchanfrage konzentriert sich auf die Leiterplattenindustrie als Herkunftsbranche.

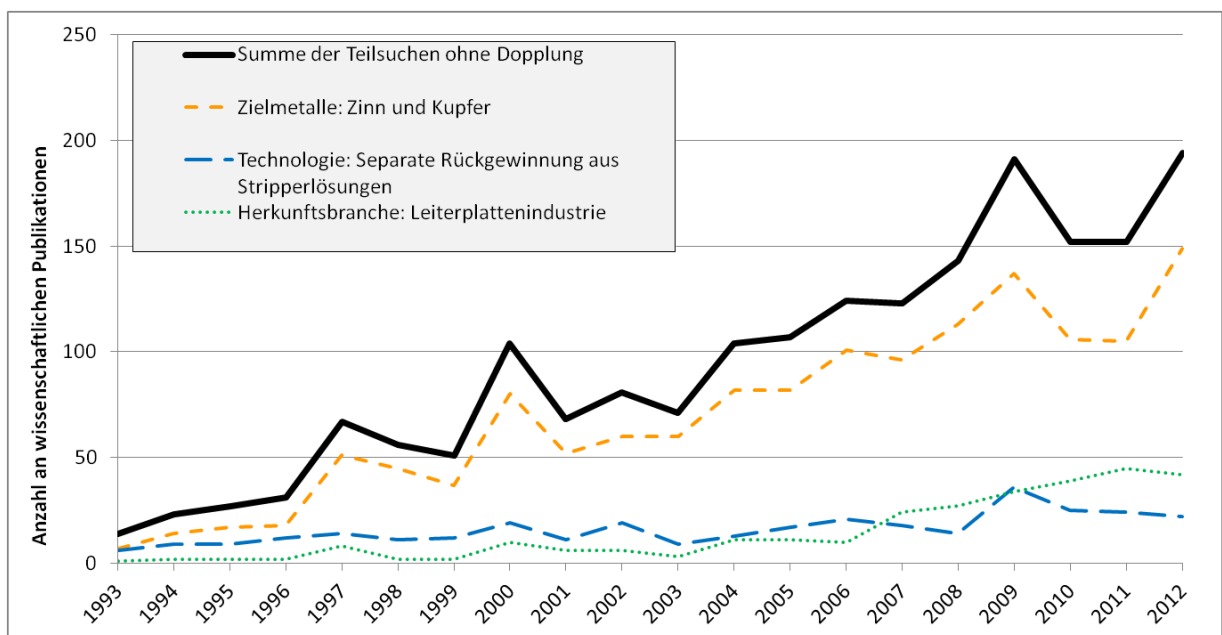


Abbildung 5.1: Publikationsentwicklung der Projekthalte zu „r³ Bece“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Es wird deutlich, dass das Themengebiet nur selten in Publikationen thematisiert wird. Dabei wird die Kurve der gesamten Publikationen von der Anzahl der Veröffentlichungen über die Zielmetalle dominiert, die über die letzten zehn Jahre Schwankungen unterlag.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

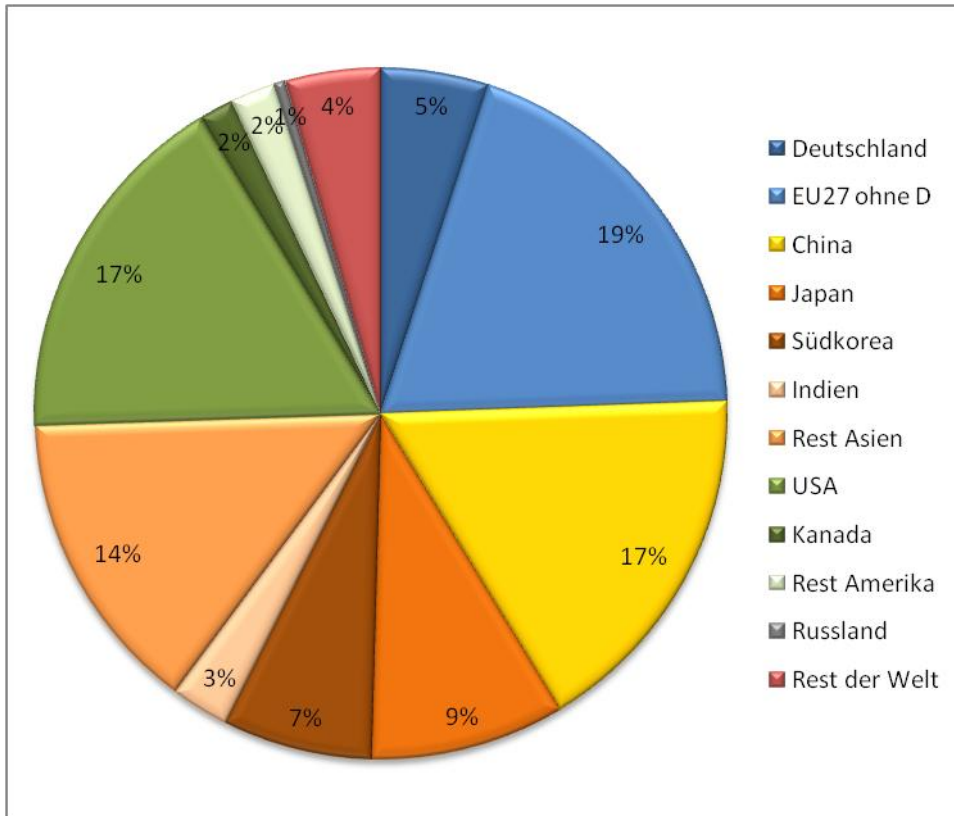


Abbildung 5.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ von 1993-2013

Das Themenfeld wurde stark von Asien eingenommen, woher genau 50 % aller weltweiten Publikationen stammen. Neben China (17%) thematisierten vor allem Publikationen in Japan (9%) und Südkorea (7%) die „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“, aber auch die nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Länder stellen mit 14% einen hohen Anteil der Veröffentlichungen.

Deutschlands Anteil hielt sich in Grenzen, nur 5% der weltweiten Publikationen stammten von hier, insgesamt veröffentlichte Europa 24% aller Publikationen. Der gesamte amerikanische Kontinent publizierte zusammen knapp ein Fünftel der wissenschaftlichen Arbeiten, die USA alleine kamen mit 17% auf den gleichen Anteil wie China.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Um die Entwicklung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet der Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen abzubilden, wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

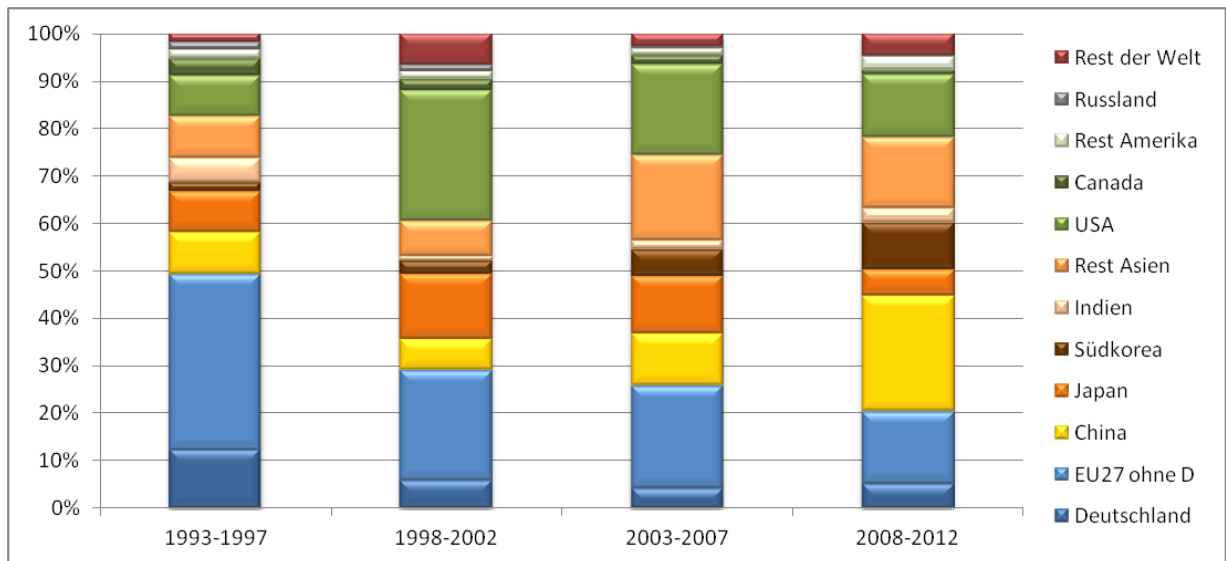


Abbildung 5.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ über die Zeitscheiben

Der Grafik lässt sich entnehmen, dass Asien seine Dominanz in diesem Themenfeld vor allem in den letzten zehn Jahren ausgebaut hat und inzwischen knapp 57,7% der weltweiten Publikationen aus dem asiatischen Raum stammen, nachdem es in der zweiten Periode noch 31,6% waren. Insbesondere Südkorea und China steigerten ihren Anteil beträchtlich. Die USA hingegen verzeichneten nach einer Hochphase in der zweiten Periode von 1998 – 2002 kaum noch steigende Publikationsraten, sodass das Land Anteile verlor. Auch Europa büßte an Anteilen ein und stellte in der letzten Periode nur noch ungefähr 20,4% der Publikationen, nachdem es im ersten Zeitabschnitt noch knapp die Hälfte aller wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema veröffentlichte.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“.

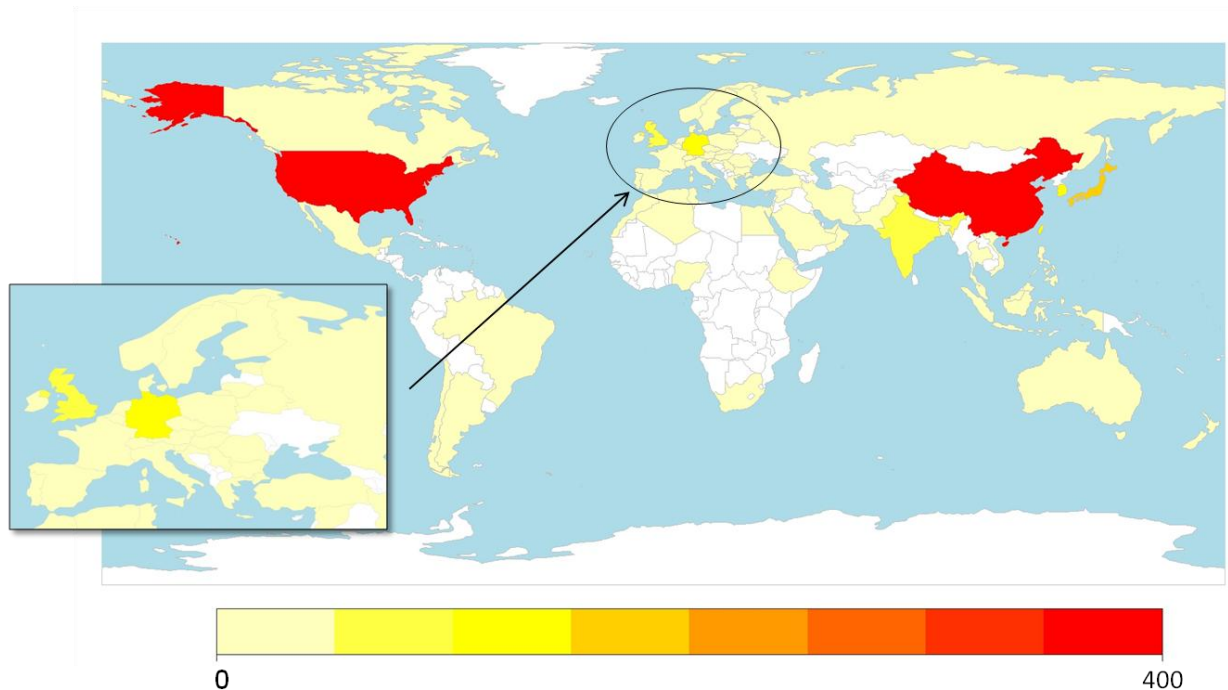


Abbildung 5.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Daraus wird ersichtlich, dass China (353) und die USA (351) ungefähr gleich viele wissenschaftliche Arbeiten auf dem benannten Themengebiet veröffentlichten. Mit diesen Werten stellten sie einen großen Anteil der Publikationen. Danach folgte Japan, wo in der Zeit zwischen 1993 und 2013 190 Arbeiten publiziert wurden.

Sowohl in Asien als auch in Europa wurden flächendeckend sehr viele Publikationen zu dem Thema registriert, an einzelnen Nationen hoben sich jedoch neben den bereits aufgeführten nur wenige heraus, die mehr als 100 wissenschaftliche Arbeiten veröffentlichten. Dazu zählten in Asien Südkorea und Taiwan, in Europa Deutschland und Großbritannien.



Themenanalyse

Die Grafik veranschaulicht, dass die registrierten Publikationen zum Thema „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ im Wesentlichen auf Arbeiten aus dem Bereich des Ingenieurwesens zurückgehen. Daneben spielten die Materialwissenschaften und auch die Physik eine relativ wichtige Rolle. Erkennbar ist außerdem ein hoher Grad an Vernetzung, was auf ein hohes Maß an Interdisziplinarität hinweist.

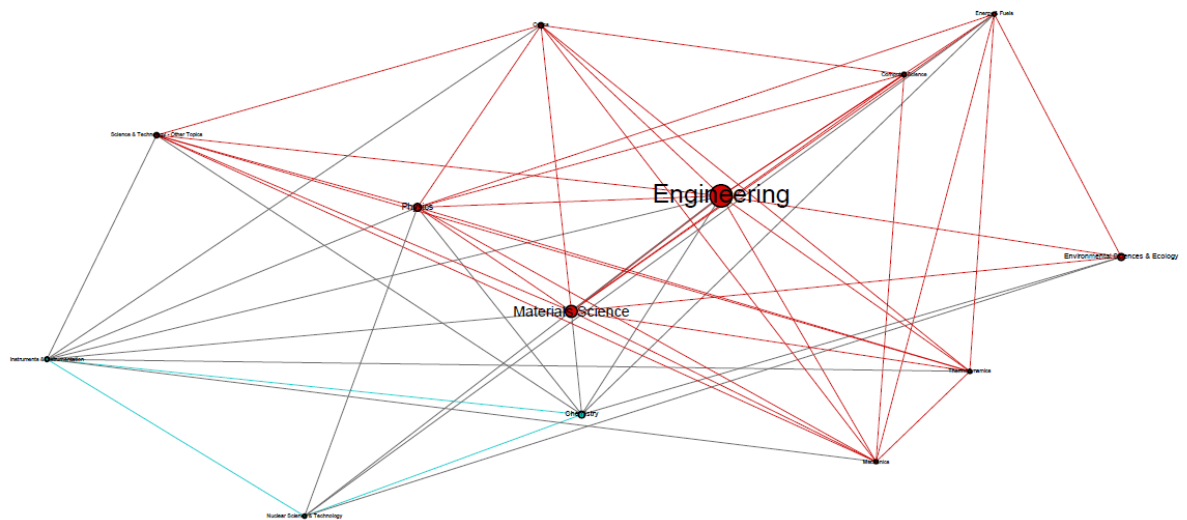


Abbildung 5.5: Themennetz zum Thema „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



6 UPgrade

Das Verbundprojekt „UPgrade“ hat die Optimierung aller Stufen der Recyclingkette von Elektro- und Elektronikaltgeräten zum Ziel, um daraus die Anreicherung und Rückgewinnung von ausgewählten Spurenmetallen zu ermöglichen.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei konzentriert sich die erste auf die Zielmetalle: Antimon, Gallium, Germanium, Indium, Kobalt, Tantal, Zinn und seltene Erden. Eine weitere Suchanfrage widmet sich dem Verfahren der optimierten Behandlung der Altgeräte und letztere fokussierte die Herkunftsbranche: Elektro- und Elektronikaltgeräte.

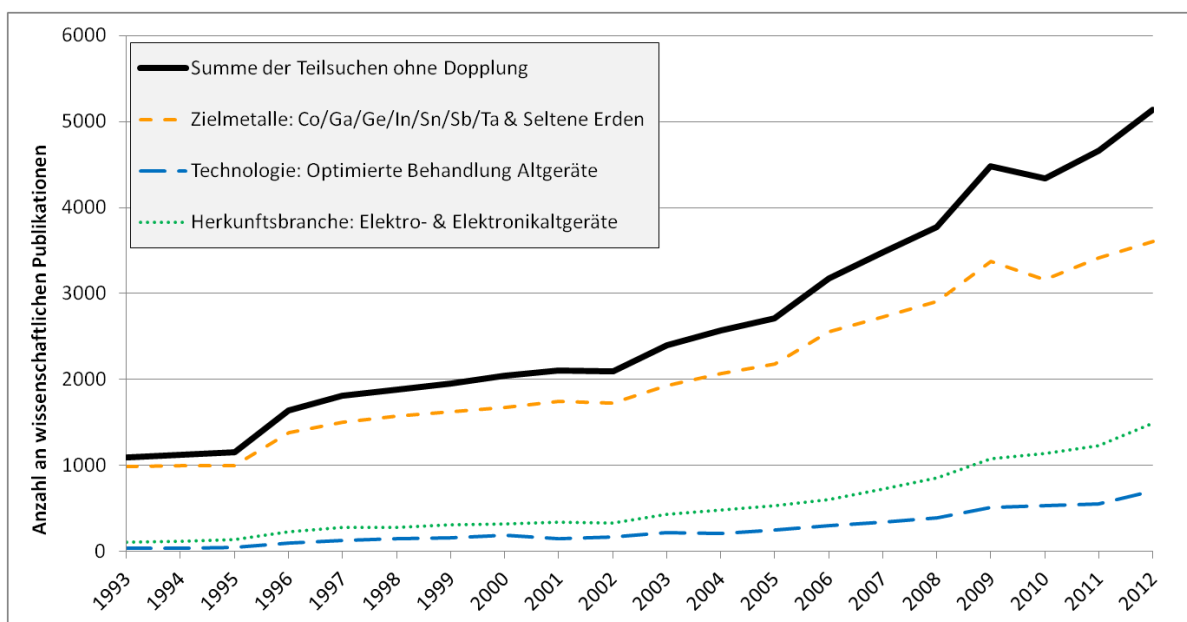


Abbildung 6.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „UPgrade“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Die Anzahl an Publikationen mit Bezug auf die Zielmetalle blieb danach über den gesamten Zeitraum am höchsten und erreichte im Jahr 2012 den bisherigen Höchststand mit über 3600 Veröffentlichungen. Auch das Verfahren und die Herkunftsbranche wurden immer häufiger in wissenschaftlichen Publikationen thematisiert, sodass es sich



insgesamt um ein sehr häufig publiziertes Themengebiet handelte, insgesamt fand es im Jahr 2012 in 5138 Arbeiten Erwähnung.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

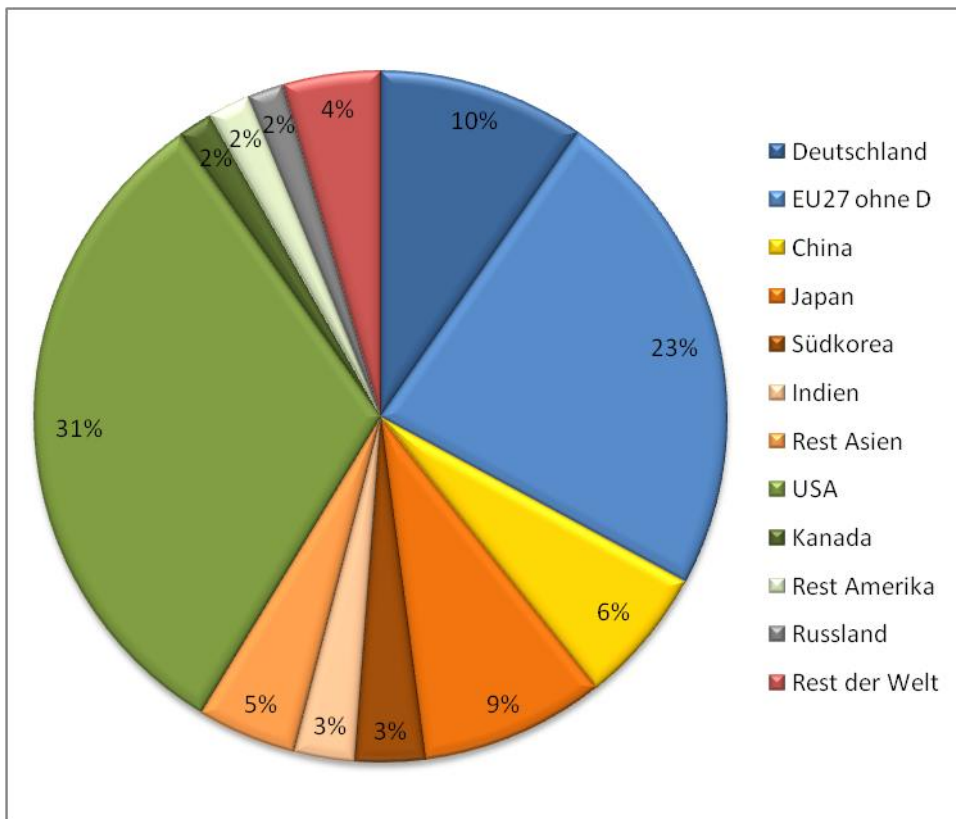


Abbildung 6.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikgeräten“ von 1993 – 2013

Es verdeutlicht den enormen Anteil der USA, woher im Zeitraum zwischen 1993 und 2013 beinahe ein Drittel der weltweiten Publikationen stammten. Daneben wies Europa einen relativ hohen Anteil auf, Deutschland (10%) und der Rest Europas stellten zusammen ebenfalls ein Drittel der Veröffentlichungen.



Mit Ausnahme von Japan (9%) war das Themenfeld im Vergleich in diesem Zeitfenster nicht oft Inhalt asiatischer Publikationen. China brachte nur 6% der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema heraus.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikgeräten“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

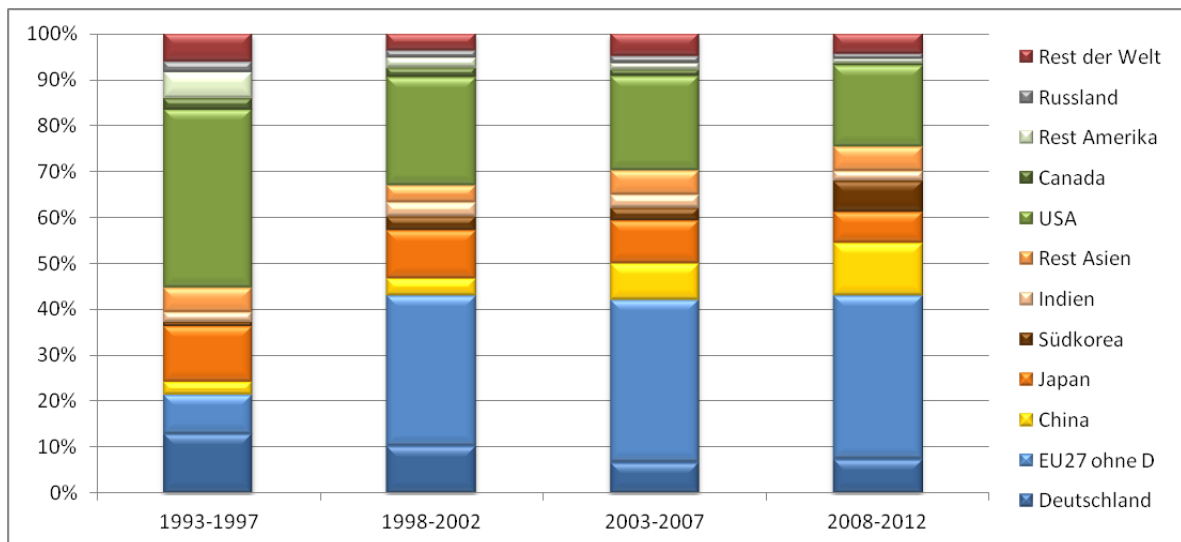


Abbildung 6.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikgeräten“ über die Zeitscheiben

Seitdem sich Europa in der zweiten Periode auf das Themenfeld fokussierte, verzeichnete die Region über mehrere Jahre konstant hohe Anteile von über 40% an den weltweiten Publikationen. Deutschland veröffentlichte dabei im letzten Zeitabschnitt ein Fünftel der europäischen Arbeiten. Die Anzahl an US-amerikanischen Publikationen hielt nicht Schritt mit der weltweiten Entwicklung, sodass deren Anteil über den gesamten Zeitraum von knapp 39% auf circa 18% sank.

Asien baute seine Anteile an Veröffentlichungen innerhalb der letzten zwanzig Jahre moderat von 23% auf 32% aus. Dies ist vor allem auf die ansteigende Zahl an Publikationen in China und im letzten Zeitabschnitt in Südkorea zurückzuführen, während die Anzahl japanischer Veröffentlichungen in den letzten Jahren abnahm.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikgeräten“.

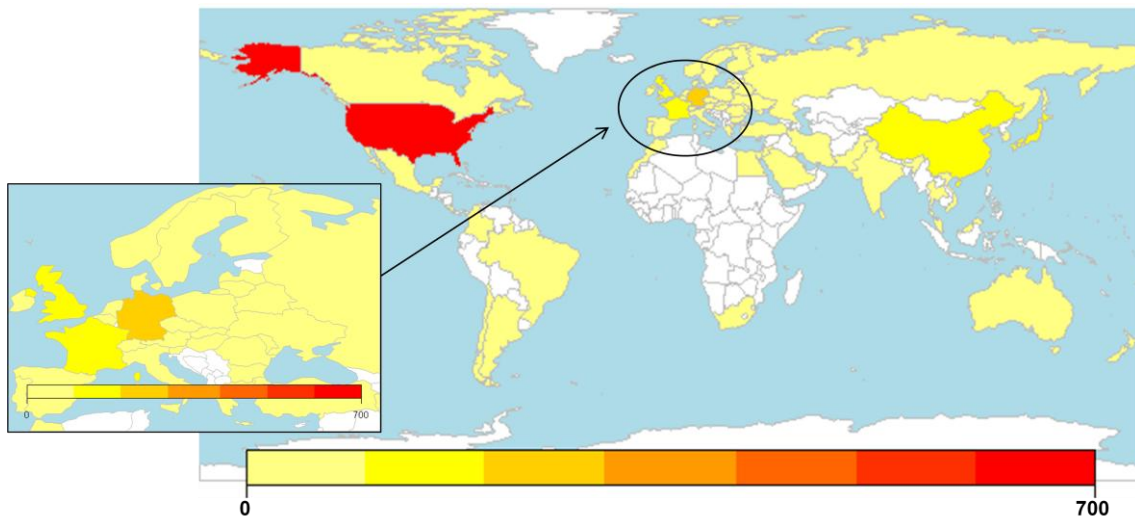


Abbildung 6.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikgeräten“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Es ist zu beobachten, dass in Europa neben Deutschland mit 208 Publikationen auch Frankreich und Großbritannien Ursprung von mehr als 100 wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema waren.

Damit publizierten diese Nationen jeweils ungefähr so viel wie China, das auf 138 Veröffentlichungen im besagten Zeitraum kam. Den Spitzenwert hielten jedoch die USA, denen im benannten Zeitraum 679 Publikationen zum Thema entstammten.

Themenanalyse

Die Grafik verdeutlicht, dass die Publikationen auf dem Themengebiet „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikgeräten“ insbesondere durch eine Dreierachse aus Physik, Chemie und Materialwissenschaften zurückgehen. Die Bereiche waren eng vernetzt und wiesen allesamt eine hohe Publikationsrate auf. Neben diesem Fachbereich hoben sich lediglich die Ingenieur- in Verbindung mit den



Umweltwissenschaften und der Bereich der Energie & Rohstoffe hervor, jeweils in Ver-
 netzung mit den genannten Naturwissenschaften.

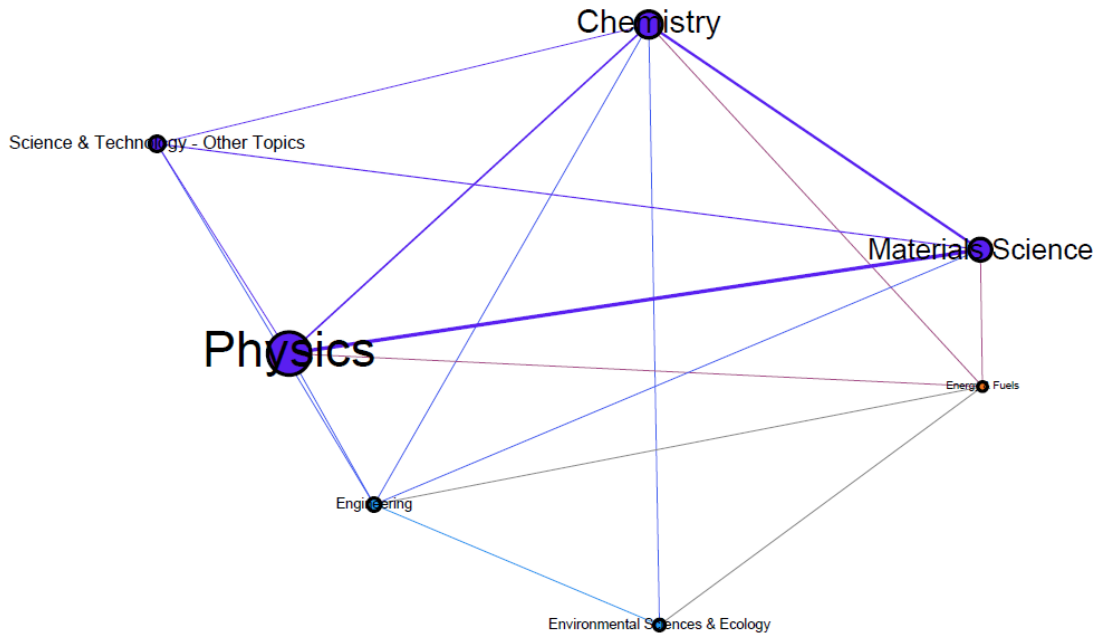


Abbildung 6.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektro-
 niktgeräten“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



7 CaF₂

Das Verbundprojekt „CaF₂“ beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Verfahrens zur Rückgewinnung und Umsetzung von Flussspat (CaF₂) aus fluorierten organischen Reststoffströmen, um diesen als Sekundärrohstoff direkt wieder in die Wertschöpfungskette zurückführen zu können.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei beschäftigt sich erstere mit dem Zielmineral Calciumfluorid. Eine weitere Suchanfrage konzentriert sich auf die Technologie der Hochtemperaturkonvertierung und die dritte auf die verschiedenen Herkunftsbranchen: Teflon, Goretex und die Kunststoffindustrie.

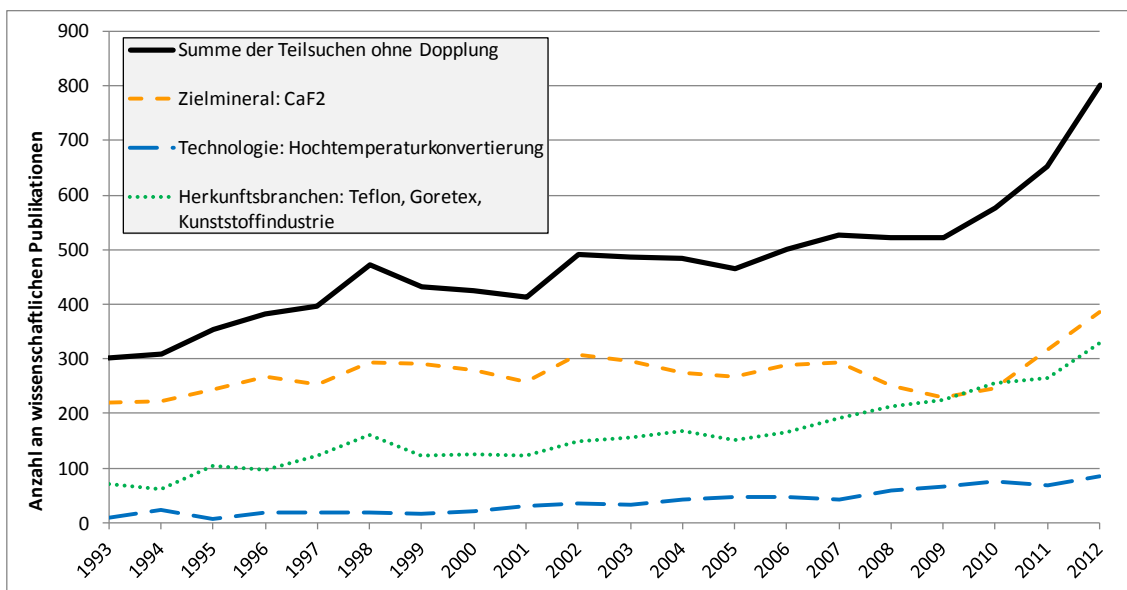


Abbildung 7.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „CaF₂“ (weltweit) Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen. (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI).

Dabei wurde deutlich, dass zur Technologie bisher nur wenig publiziert wurde, im Gegensatz zum Zielmineral Calciumfluorid, das bereits über die letzten zwanzig Jahre zwischen 200 und 300 Mal thematisiert wurde und in den letzten 4 Jahren nochmals einen Anstieg erfuhr. Zudem ist eine verstärkte Fokussierung auf die Herkunftsbranchen zu beobachten.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

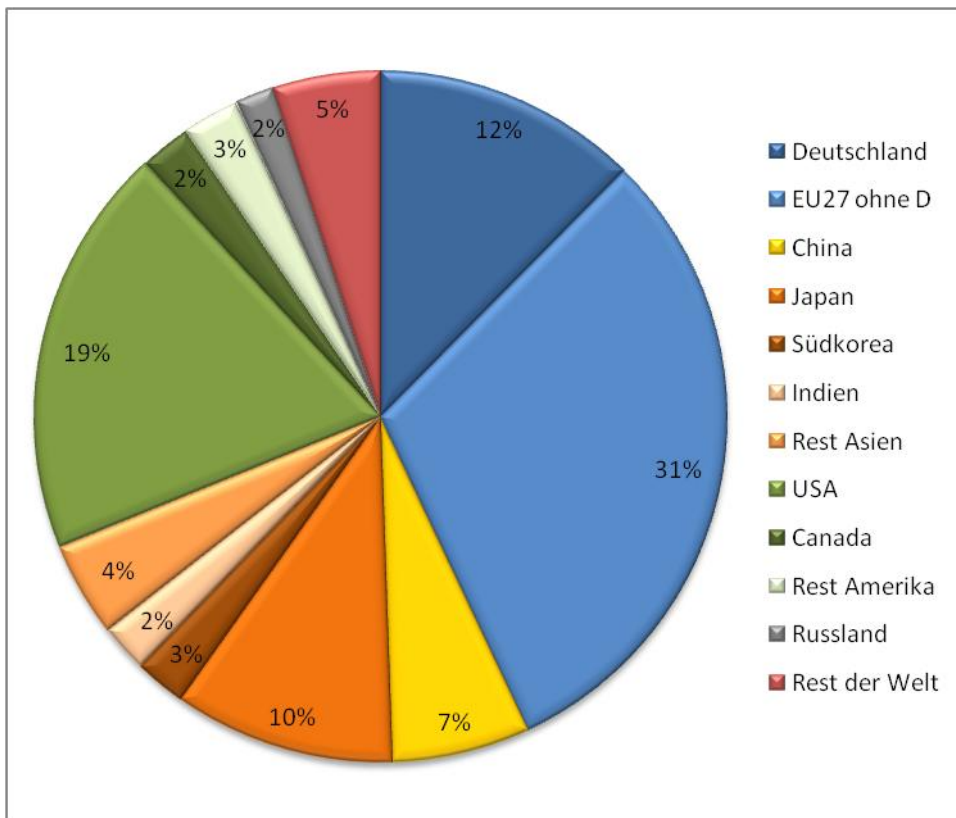


Abbildung 7.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ von 1993 – 2013 (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI).

Aus Deutschland (12%) und dem restlichen Europa mit 31% stammt ein großer Teil der Publikationen zur „Rückgewinnung von Calciumfluorid“. Dahinter wurden im asiatischen Raum vor allem in Japan (10%) und China (7%) wissenschaftliche Veröffentlichungen herausgegeben, auf dem amerikanischen Kontinent verzeichneten die USA mit 19% Abstand den höchsten Anteil der weltweiten Publikationen vor Kanada (2%) und den nicht spezifisch aufgeführten amerikanischen Ländern.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

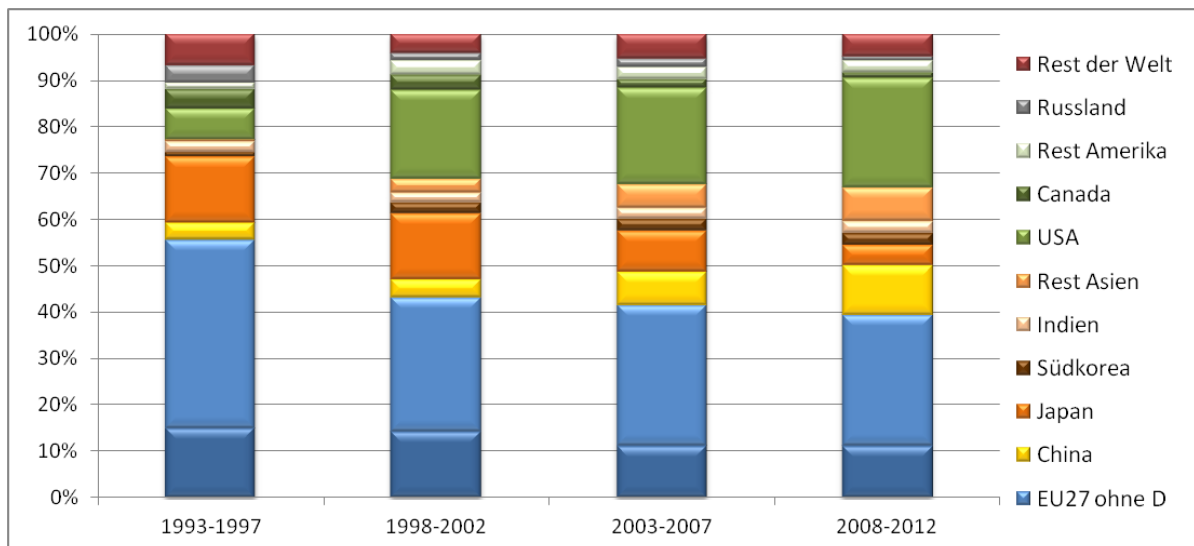


Abbildung 7.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ über die Zeitscheiben (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI).

Bei näherer Betrachtung werden drei positive Entwicklung deutlich. Diese betrifft die USA, China und die nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Länder, die allesamt ihren Anteil an den weltweiten Publikationen vergrößerten. Insbesondere die USA befinden sich seit einem starken Anstieg im zweiten Zeitabschnitt auf einem konstant hohen Niveau mit steigenden absoluten Zahlen, was die Anzahl der Publikationen zum Thema betrifft.

In Europa wurde Mitte der neunziger Jahre die Mehrheit aller wissenschaftlichen Arbeiten veröffentlicht. Danach sank der Anteil trotz einer leicht wachsenden Anzahl an Veröffentlichungen bis auf knapp 40%. Deutschland konnte seinen Anteil in den letzten zehn Jahren dagegen bei circa 11% halten.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Rückgewinnung von Calciumfluorid“.

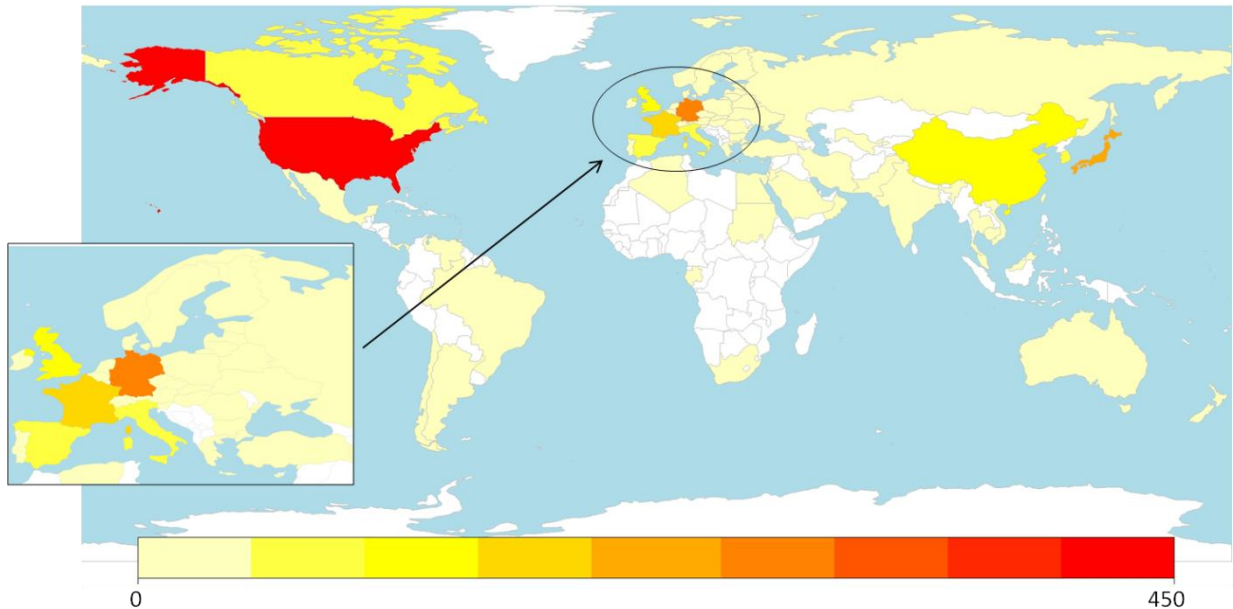


Abbildung 7.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Dunkelrot gekennzeichnet sind dabei die USA, die mit 407 Publikationen die meisten Arbeiten veröffentlichten. Danach folgen Deutschland und Japan, woher 262 bzw. 219 Publikationen stammten. Auch Frankreich publizierte zahlreich zu diesem Themengebiet, sogar mehr als China, wo das Thema 136 Mal Erwähnung in wissenschaftlichen Arbeiten fand.

Themenanalyse

Primär entstammten die Publikationen zum Themengebiet „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ zwei Bereichskomplexen. Darunter fällt das Fachgebiet mit Chemie, Physik und Materialwissenschaften, die eng vernetzt einen hohen Anteil an Publikationen hervorbrachten. Zudem hoben sich die Ingenieurwissenschaften und Umweltwissenschaften & Ökologie hervor. Ein kleinerer Anteil der Publikationen entfiel zudem auf den Bereich der Biochemie & Molekularbiologie, der die Verbindung zur Fachdisziplin der Neurowissenschaften herstellte.



In den einzelnen Fachgebieten herrscht ein hoher Vernetzungsgrad, interdisziplinäre Vernetzungen bestehen ebenfalls, insbesondere zwischen den Ingenieurwissenschaften und dem Komplex aus Chemie, Physik und Materialwissenschaften.

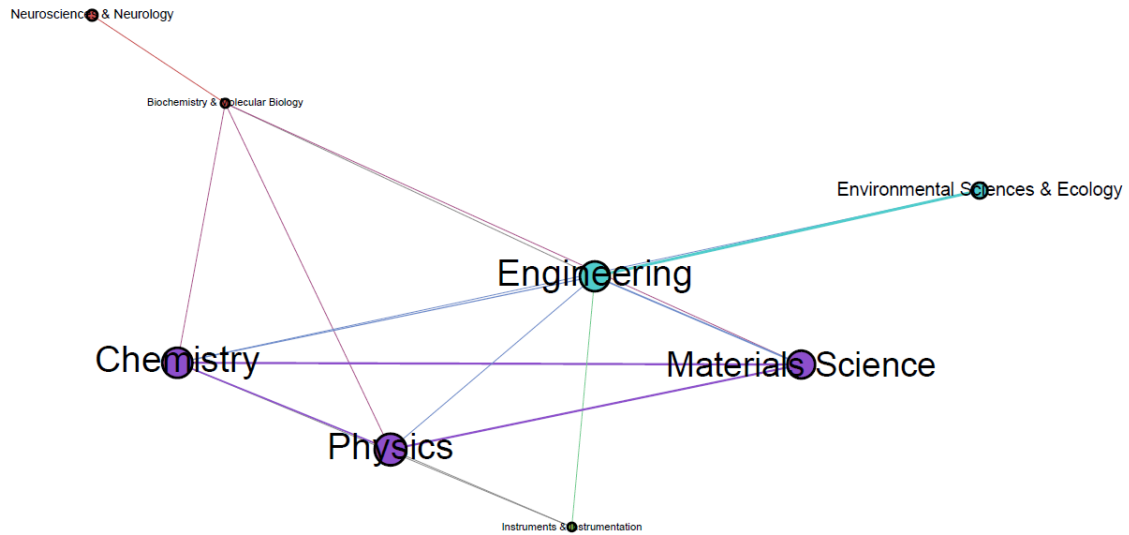


Abbildung 7.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



8 NickelRück

Ziel des Verbundprojekts „NickelRück“ ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Rückgewinnung von Nickel aus Prozesswässern der Phosphatierung.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Projektes „NickelRück“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Die erste Suchanfrage beinhaltet das Zielmetall Nickel, eine weitere konzentriert sich auf die Technologie der Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser. Die letzte Suchanfrage gilt der Herkunftsbranche des Nickels: die Stahlphosphatisierung.

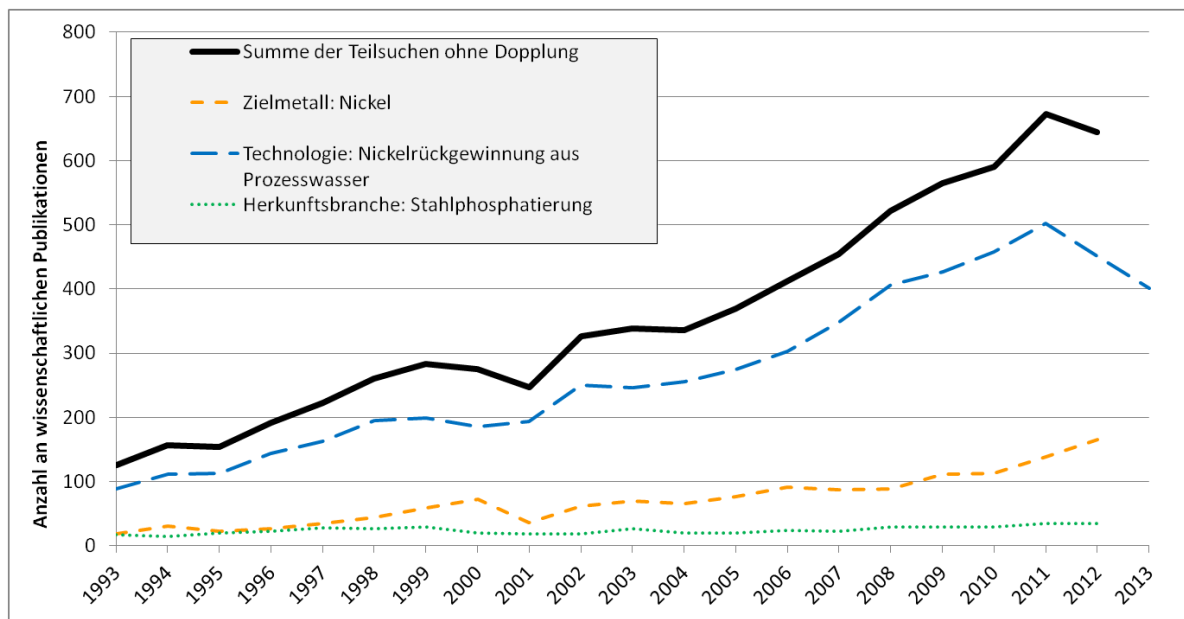


Abbildung 8.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „NickelRück“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Zu beobachten ist, dass sich der gesamte Graph vor allem an der Technologie orientiert, da diese am häufigsten Gegenstand der Publikationen war. Dagegen wurden Nickel und die Stahlphosphatisierung relativ selten erwähnt, für Nickel ist aber ein moderater Anstieg an Publikationszahlen zu erkennen. Auffallend ist zudem, dass die Technologie der Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser seit dem Maximum im Jahre 2011



mit 502 Publikationen einen Rückgang an wissenschaftlichen Veröffentlichungen verzeichnet.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

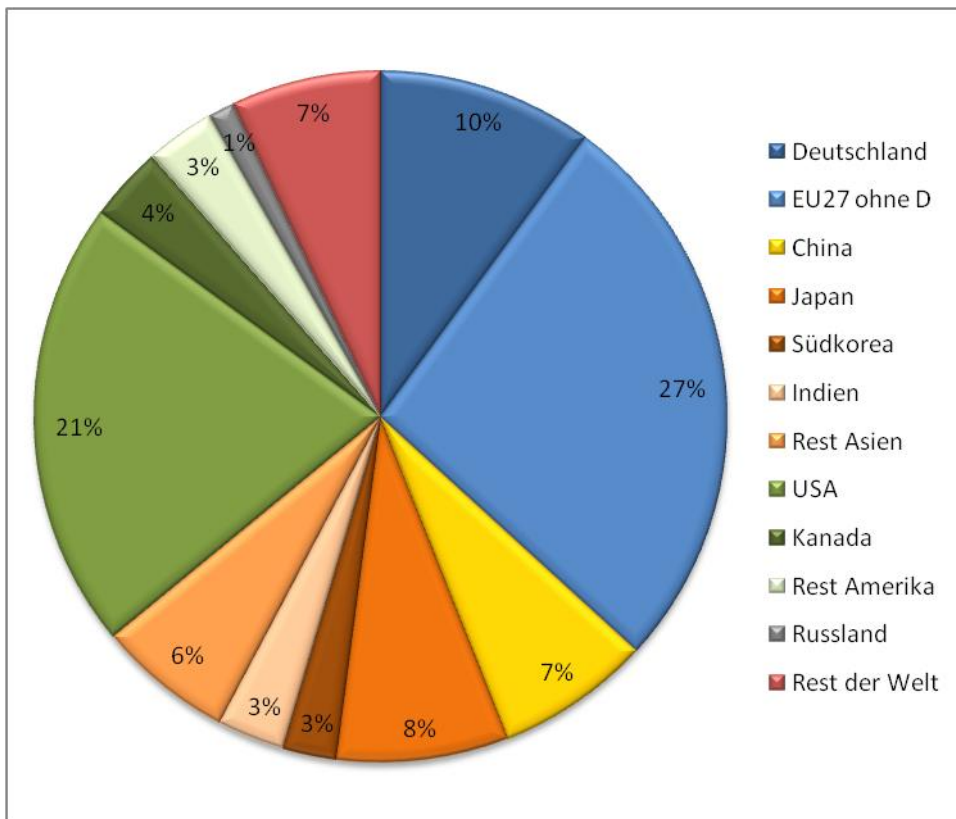


Abbildung 8.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Nickel-rückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatierung“ von 1993 – 2013

Darin ist zu beobachten, dass Europa samt Deutschland mehr als ein Drittel der Publikationen hervorgebracht hat. Asien (27%) und Amerika (28%) hielten fast denselben Anteil. Dabei ragten in Amerika vor allem die USA mit 21% heraus, aber auch Kanada publizierte auf diesem Themengebiet vergleichsweise viel. In Asien waren keine eklatanten Unterschiede zwischen den Ländern zu verzeichnen, Japan entstammten mit 8% die meisten Veröffentlichungen zu dem Thema, in Südkorea und Indien (je 3%)



wurde die „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatierung“ seltener thematisiert.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatierung“ vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

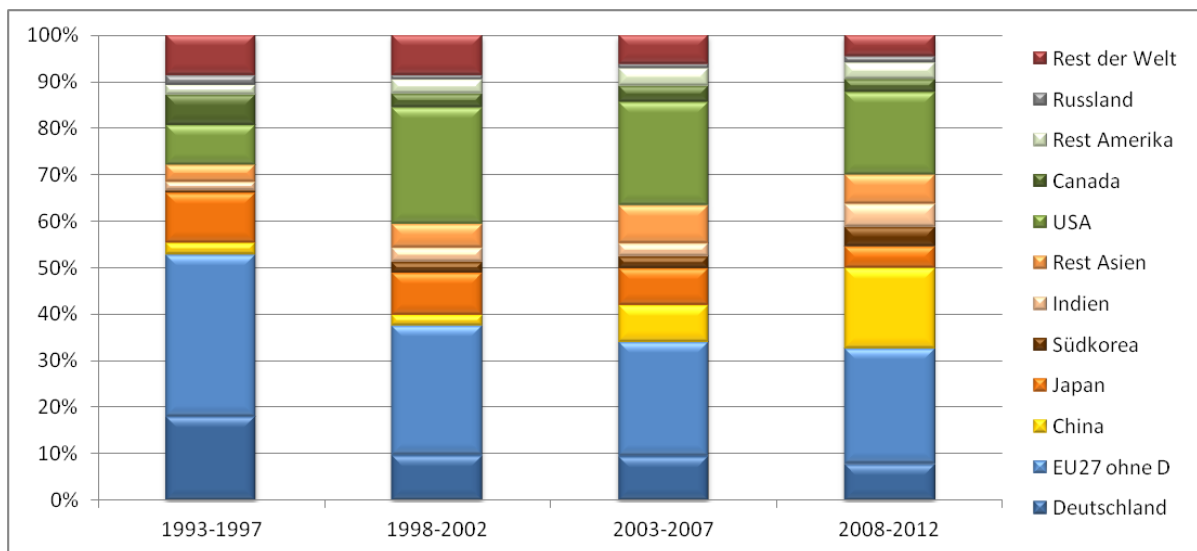


Abbildung 8.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatierung“ über die Zeitscheiben

Den Zeitscheiben lässt sich entnehmen, dass der europäische Anteil an Publikationen zum Themengebiet in den letzten Jahren um 20% abnahm, der deutsche Anteil betrug in der letzten Periode mit knapp 8% nur noch die Hälfte des Wertes fünfzehn Jahre zuvor. Auch Kanada und Japan publizierten im Vergleich zu den anderen Nationen in den letzten Jahren weniger.

Dagegen wuchs insbesondere der Anteil Chinas stark an und wurde allein in den letzten zwei Zeiteinheiten auf 17,5% mehr als verdoppelt. Auch Indien und Südkorea verzeichneten deutlich mehr Publikationen.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Länder zum Thema „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatierung“.

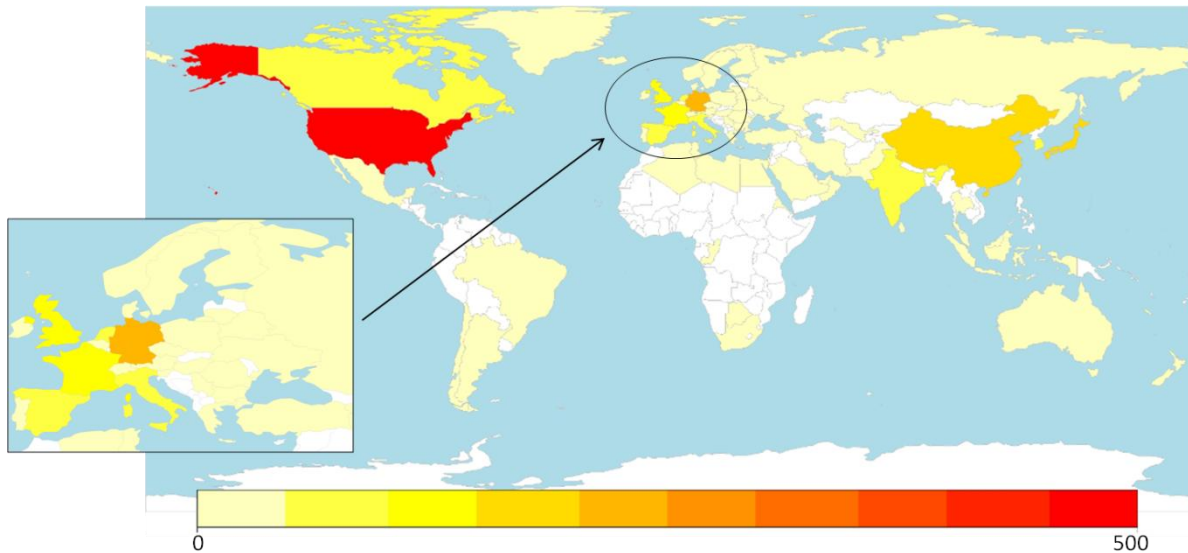


Abbildung 8.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatierung“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Dabei erwiesen sich die USA als Nation, die mit genau 455 Arbeiten am meisten auf diesem Themengebiet publizierte. Deutschland (218), Japan (174) und China (157) veröffentlichten bereits deutlich weniger. Daneben wurden auch in den mittel- und südeuropäischen Staaten einige Publikationen registriert, darunter Frankreich, Italien, Großbritannien und Spanien.

Themenanalyse

Aus der Analyse des Graphen geht hervor, dass ein Großteil der Publikationen aus dem Themengebiet der klassischen Chemie und des Ingenieurwesens stammte. Dabei war zu beobachten, dass besonders über das Feld der Chemie Vernetzungen zu den Materialwissenschaften, der Elektrochemie und der Biochemie bestehen, in deren Zusammenhang ebenfalls zu dem Thema publiziert wurde.

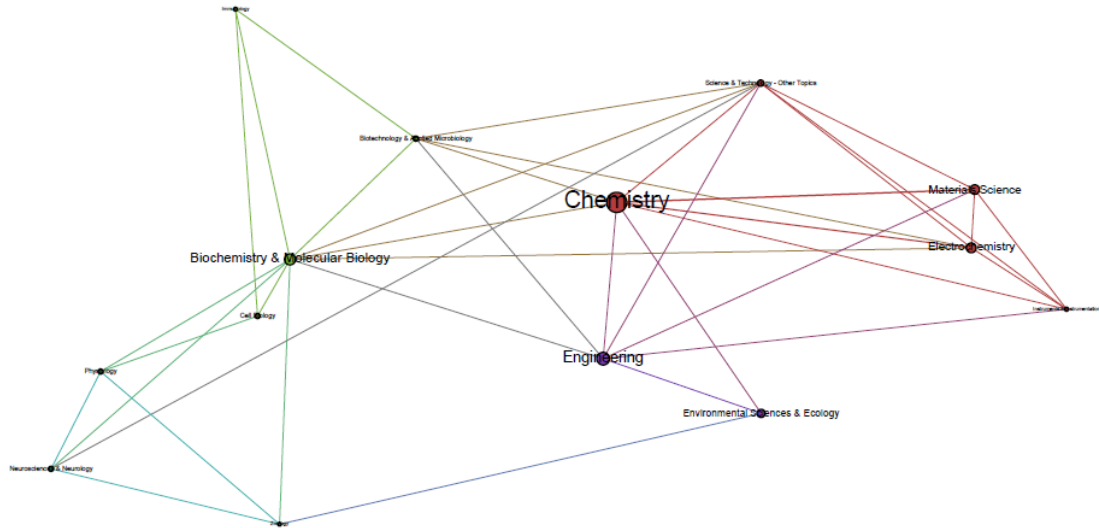


Abbildung 8.5: Themennetz zum Thema „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



9 EcoTan

Ziel des Verbundprojekts „EcoTan“ ist eine möglichst große Einsparung von Chrom durch die Minimierung der Chrommenge im Ledergerbprozess auf der einen Seite und ergänzend der Substitution von Chrom durch die Verwendung pflanzlicher Gerbstoffe.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Chrom einsparung und -substitution im Gerbprozess“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Die erste Suchanfrage beinhaltet das Zielmetall Chrom, eine weitere gilt dem Verfahren, also der Substitution durch pflanzliche Gerbstoffe, und die dritte Suchanfrage konzentriert sich auf die Herkunftsbranche des Chroms: der Lederindustrie.

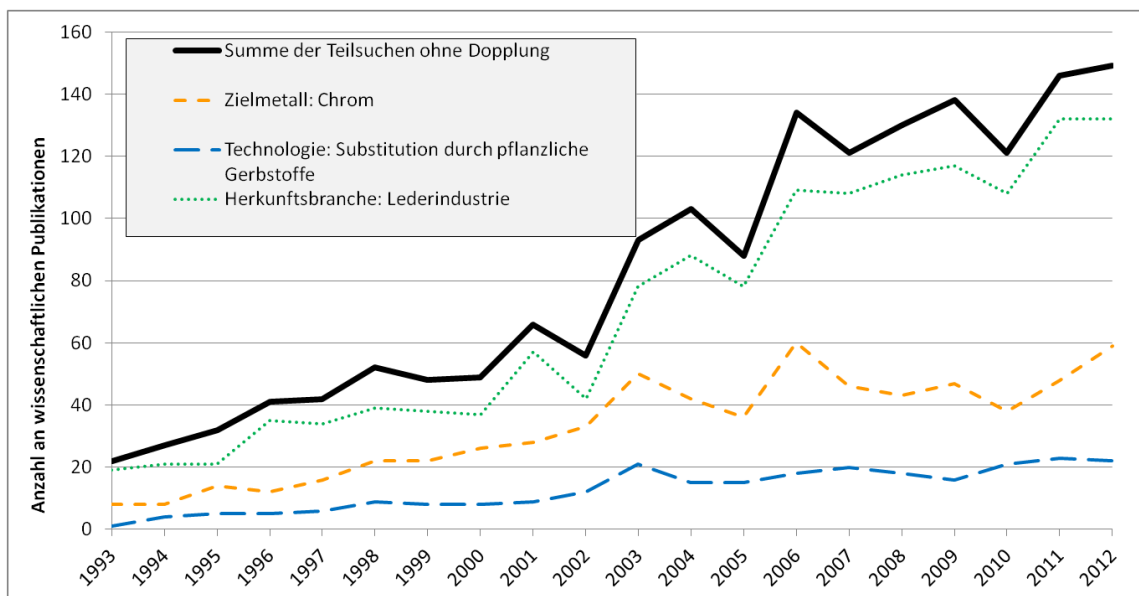


Abbildung 9.1: Publikationsentwicklung der Projekthinhalte zu „EcoTan“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Insgesamt hatte das Themengebiet nur eine sehr niedrige Anzahl an weltweiten Publikationen vorzuweisen, die meisten Veröffentlichungen widmeten sich dabei der Lederindustrie. Dabei unterlag deren Graph großen Schwankungen, verzeichnete über die zwanzig Jahre hinweg aber eine Steigung. Schwankungen unterlag auch die Anzahl der Publikationen zum Zielmetall Chrom. Sehr selten, aber mit leicht steigender Tendenz, wurde die Technologie thematisiert.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

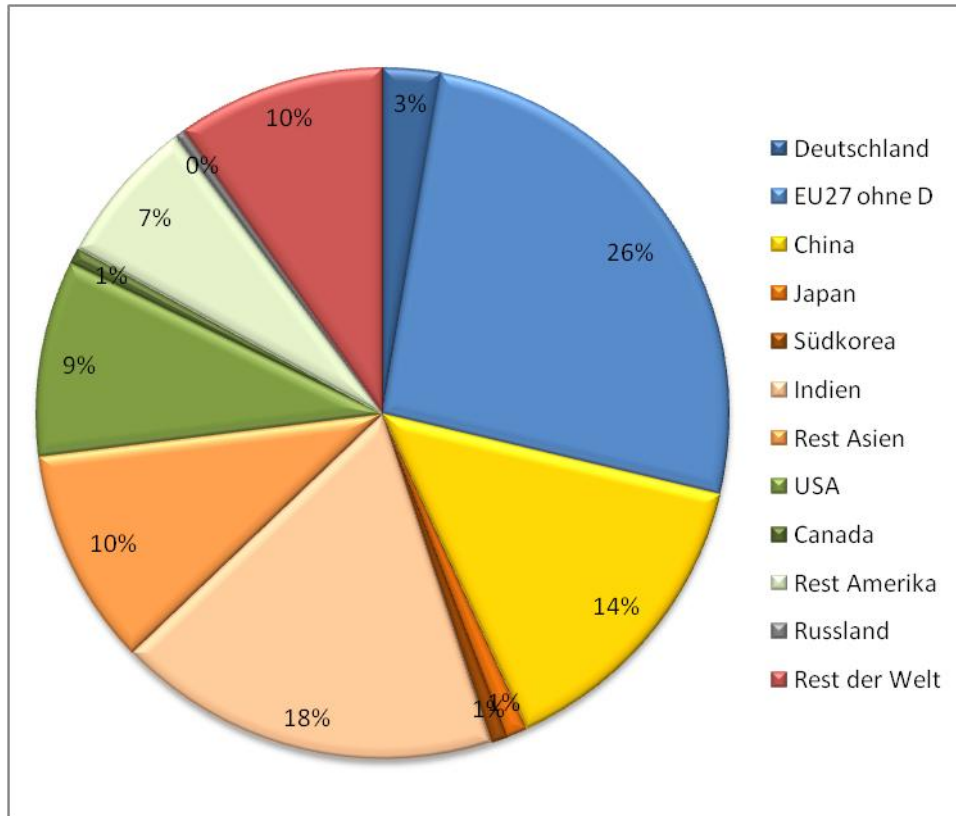


Abbildung 9.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Chrom-einsparung und -substitution im Gerbprozess“ von 1993 – 2013

Dabei ragt der große Anteil Indiens (18%) heraus, woher auf diesem Gebiet besonders viele Publikationen stammen. Zusammen mit China (14%) und den übrigen, nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Ländern sorgt das Land dafür, dass der asiatische Kontinent einen sehr großen Anteil der wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem Themengebiet veröffentlichte.

Europa publizierte ebenfalls viel zu dem Thema und kam somit auf einen Anteil von 29%. Die Anzahl der Publikationen aus Deutschland fiel dabei kaum ins Gewicht. Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus den USA (9%) beschäftigten sich ebenfalls recht wenig mit dem Thema, genauso wie die kanadischen Publikationen. Der Rest Amerikas hingegen weist mit 7% auf diesem Gebiet eine vergleichsweise hohe Publi-



kationsrate auf, die hier nicht weiter aufgeführten Staaten kommen gemeinsam auf einen Anteil von 10% der weltweiten Publikationen.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Chrom einsparung und -substitution im Gerbprozess“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

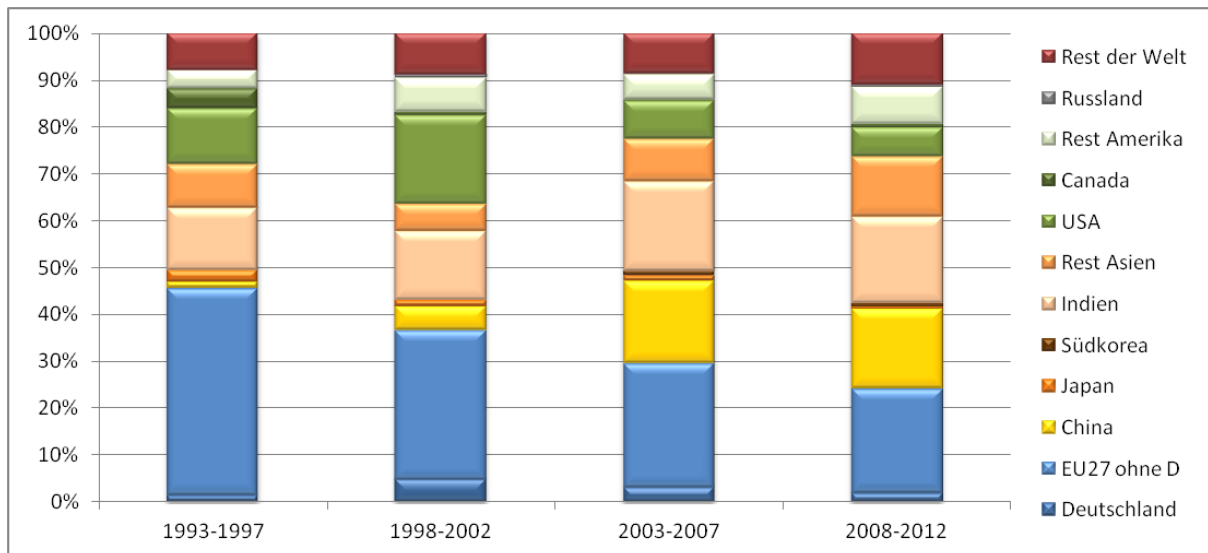


Abbildung 9.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Chrom einsparung und -substitution im Gerbprozess“ über die Zeitscheiben

Über die letzten zwanzig Jahre betrachtet ließ sich beobachten, dass vor allem China ein wachsender Anteil, im letzten Zeitabschnitt rund 17% der Publikationen zum Thema entstammte, der europäische Raum und die USA dagegen an Anteilen einbüßten. Über den gesamten Zeitraum stark vertreten waren bereits Indien und die zentral- und südamerikanischen Länder, die jeweils nochmals einen Zuwachs erfuhren. Der indische Anteil erhöhte sich über den gesamten Zeitraum um circa 5% auf 18,5%, der Anteil der nicht spezifisch aufgeführten amerikanischen Nationen um 4% auf 8% der weltweiten Publikationen. Japan, Südkorea, Russland, Kanada und Deutschland taten sich in den letzten zehn Jahren kaum mit Publikationen auf diesem Gebiet hervor.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Chromeinsparung und -substitution im Gerbprozess“.

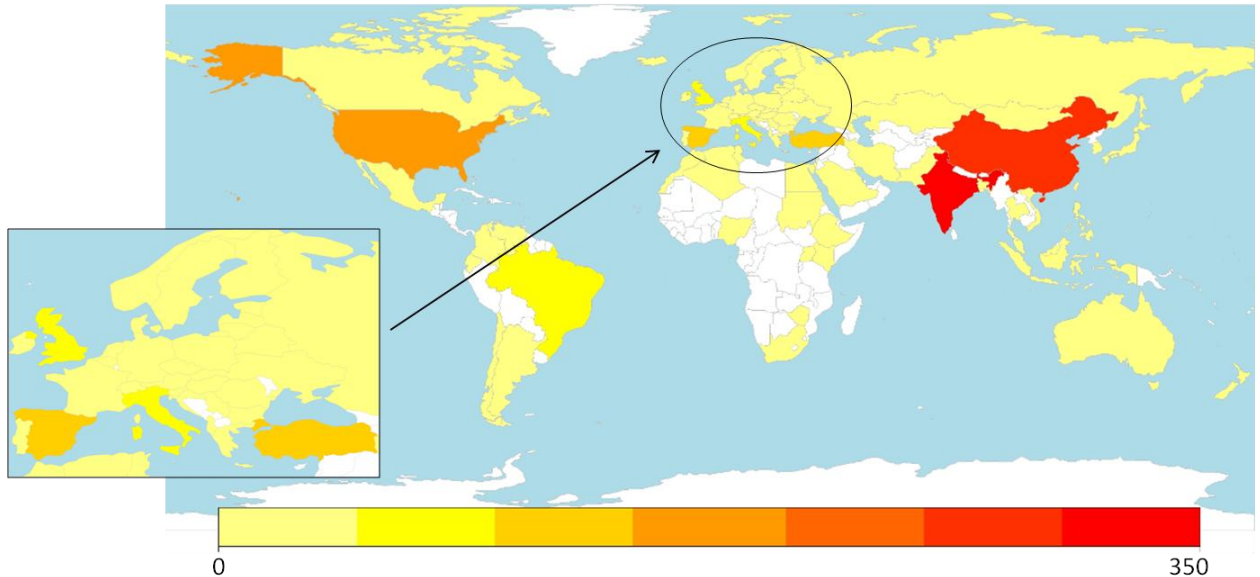


Abbildung 9.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Chromeinsparung und -substitution im Gerbprozess“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Daraus geht hervor, dass Indien die meisten Publikationen auf diesem Themengebiet veröffentlichte. Das Land kam auf den Spitzenwert von 333 Veröffentlichungen, China war Ursprung von 268 Publikationen. Darauf folgten die USA, die mit 170 wissenschaftlichen Arbeiten halb so viel wie Indien zum Thema publizierten. Im europäischen Raum hoben sich insbesondere die Türkei und Spanien durch wissenschaftliche Publikationen hervor, sie übertrafen ebenfalls den Wert von 100 Arbeiten.



Themenanalyse

Die Publikationen zum Themengebiet „Chrom einsparung und -substitution im Gerbprozess“ entstammten insbesondere der Fachdisziplin der Materialwissenschaft, in Verbindung mit der Chemie. Dabei wurden zudem Vernetzungen mit dem Ingenieurwesen und den Umweltwissenschaften verzeichnet.

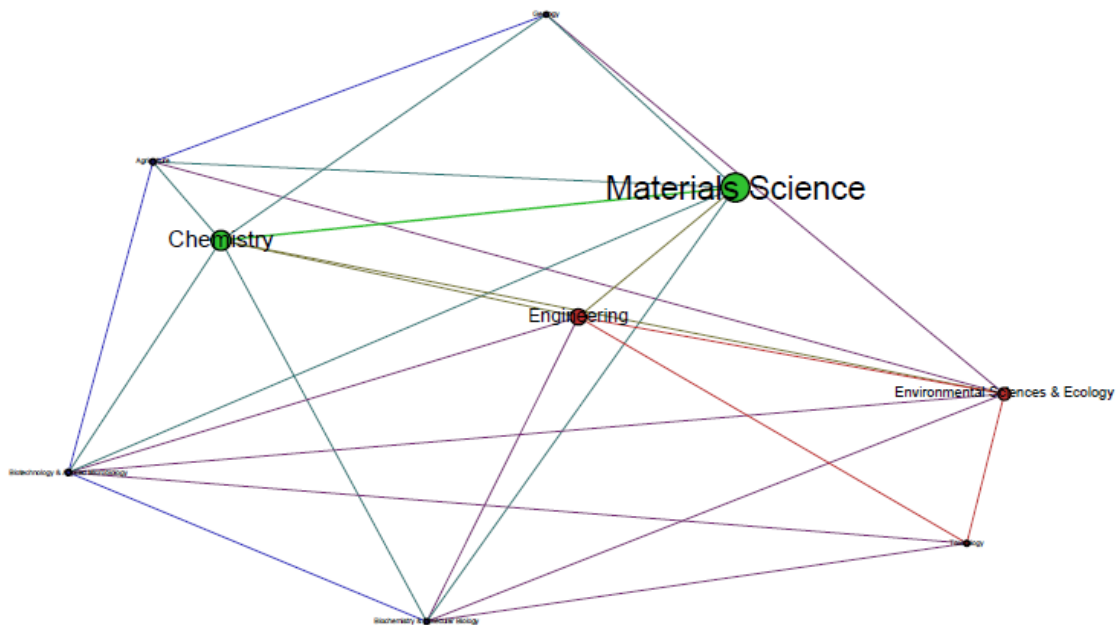


Abbildung 9.5: Themennetz zum Thema „Chrom einsparung und -substitution im Gerbprozess“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



10 Innodruck

Ziel des Verbundprojekts „Innodruck“ ist die Einsparung von Refraktärmetallen durch die Entwicklung einer Technologie zur Direktherstellung von Bauteilen in der Medizintechnik, basierend auf dem Verfahren des dreidimensionalen Siebdrucks.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Die erste Anfrage konzentriert sich auf die Zielmetalle Molybdenum, Tantalum und Wolfram. Eine weitere Suchanfrage fokussiert die Veröffentlichungen zur Technologie, dem dreidimensionalen Siebdruck, und letztere gilt der Herkunftsbranche: der Medizintechnik.

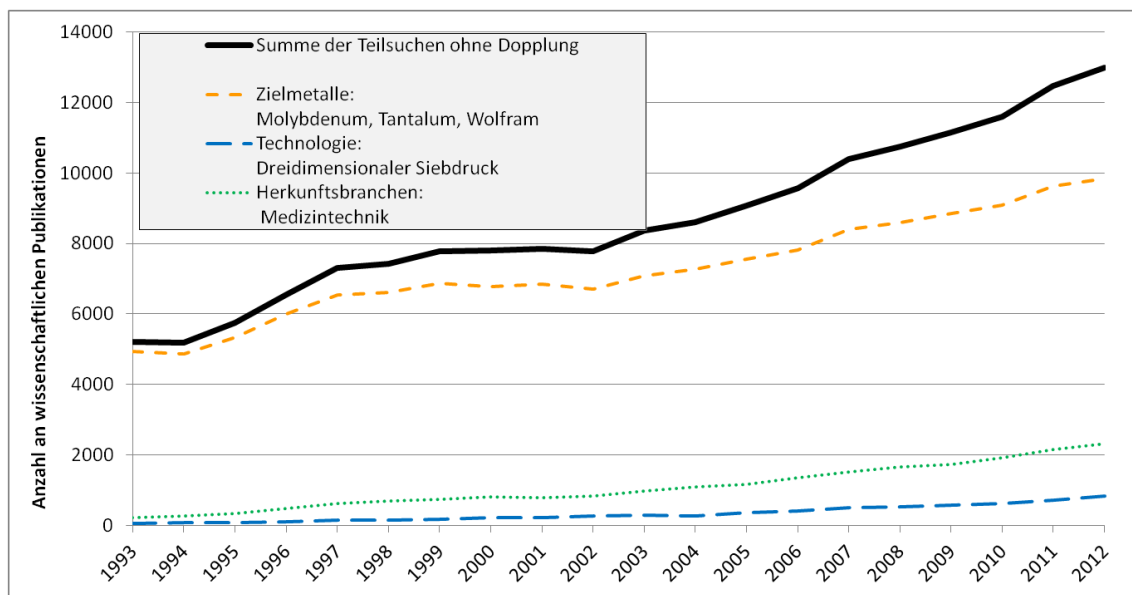


Abbildung 10.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Innodruck“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Dabei wird deutlich, dass vor allem die Zielmetalle sehr häufig Gegenstand wissenschaftlicher Publikationen waren und einen kontinuierlichen Anstieg an Erwähnungen erfuhren. Die Anzahl an Veröffentlichungen zu den drei Refraktärmetallen verdoppelte sich in den letzten zwanzig Jahren beinahe auf knapp 10000. Im Vergleich zu den Zielmetallen des Projektes erfuhren die Technologie und die Herkunftsbranche deutlich



weniger Aufmerksamkeit in Publikationen, können jedoch auch jeweils einen hohen prozentualen Anstieg vorweisen und sind mit 907 (Technologie) bzw. 2217 (Herkunftsbranche) Erwähnungen ebenfalls sehr häufig Gegenstand wissenschaftlicher Veröffentlichungen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

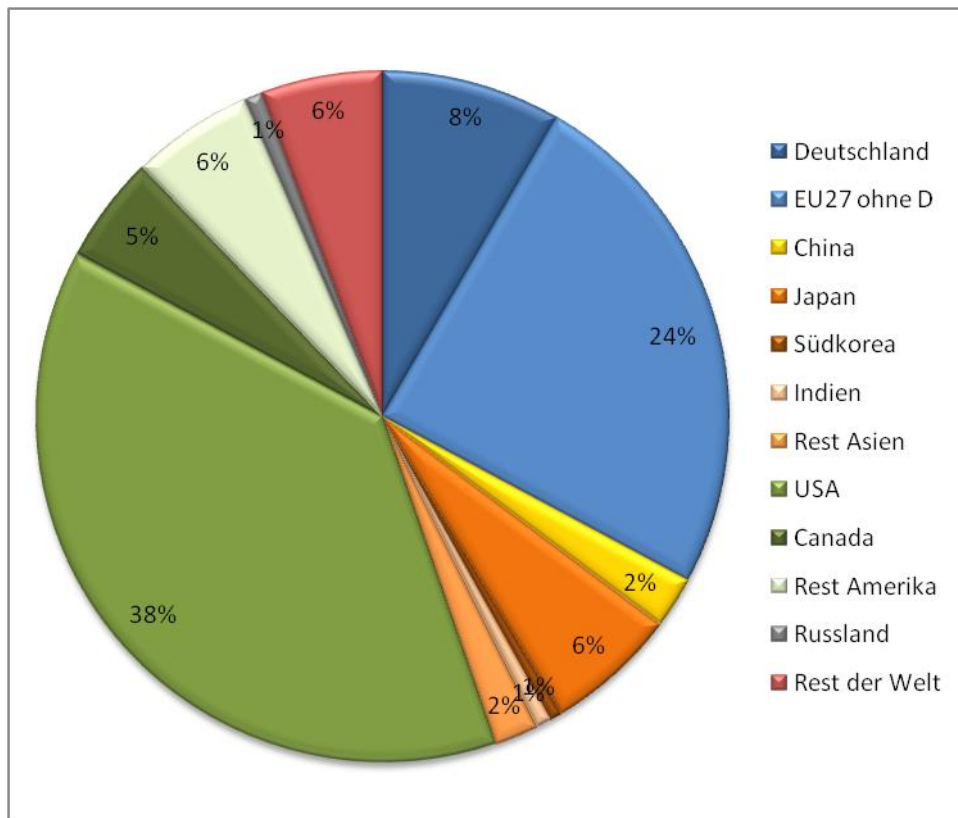


Abbildung 10.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ von 1993 – 2013

Offensichtlich ist dabei der extrem hohe Anteil an Veröffentlichungen, die aus dem amerikanischen Raum stammen. Allen voran ragen die USA mit einem Anteil von 38% hervor, zudem veröffentlichten Kanada (5%) und das restliche Amerika (6%) vergleichsweise viel auf diesem Themengebiet.



Europa entstammen 32% der Publikationen zum Thema, Deutschland stellt davon ein Viertel.

Auffällig ist der kleine Anteil an Publikationen aus dem asiatischen Raum. China weist mit 2% einen sehr niedrigen Publikationsanteil auf. Lediglich in Japan (6%) wurden relativ häufig Publikationen zum Themengebiet registriert.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

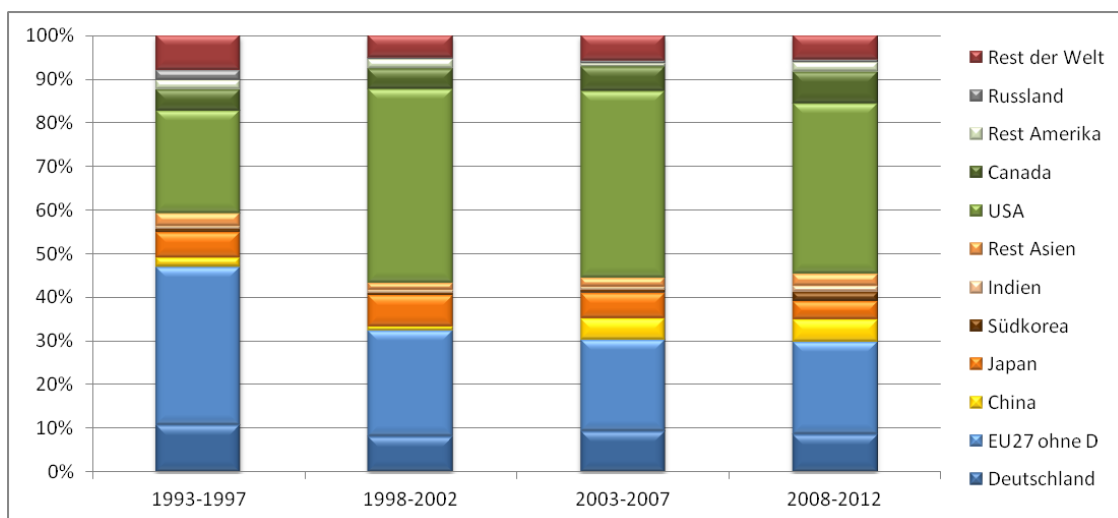


Abbildung 10.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ über die Zeitscheiben

Bei genauer Betrachtung der Grafik wird deutlich, dass sich die weltweiten Anteile an Veröffentlichungen zum Thema in den letzten fünfzehn Jahren nur minimal verändert haben. Amerika verdrängte in der zweiten Periode den europäischen Raum von der Spitzenposition und hielt trotz leichter Einbußen bis heute konstant den hohen Anteil an Publikationen, in der letzten Periode ergab sich für die USA ein Wert von 39%.

Der asiatische Raum baute seine geringen Anteile an wissenschaftlichen Publikationen zum Thema innerhalb der zwei Jahrzehnte von 12,3% auf 15,6% leicht aus, Europa verharrt seit vielen Jahren bei Anteilen um 30% der weltweiten Publikationen.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“.

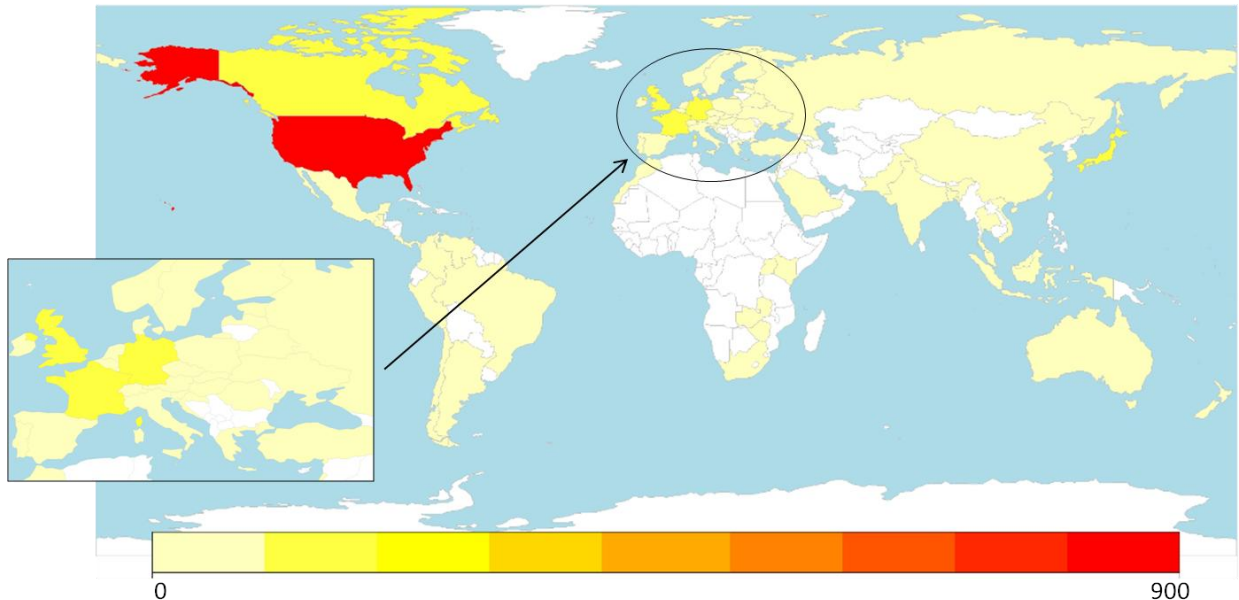


Abbildung 10.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Bei der Analyse ragen die USA heraus. 845 Publikationen, die von dort stammten, entsprechen einem sehr hohen Wert. Deutlich weniger publizierte der Rest der Welt auf diesem Themengebiet. In Asien wurde dem Thema lediglich in Japan Aufmerksamkeit geschenkt, hier wurden 136 Publikationen im benannten Zeitraum registriert. Daneben brachten lediglich Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Kanada mehr als einhundert Publikationen hervor.

Themenanalyse

Der Graph verdeutlicht, dass hinsichtlich der Publikationen auf dem Themengebiet ein großer Teil aus dem Fachbereich der Chemie in Verbindung mit Physik, Materialwissenschaften und dem Ingenieurwesen stammt. Dieser Komplex bildet den zentralen Part der Publikationen zum Thema. Zudem publizierten die biochemischen und neurowissenschaftlichen Bereiche einen erwähnenswerten Anteil.

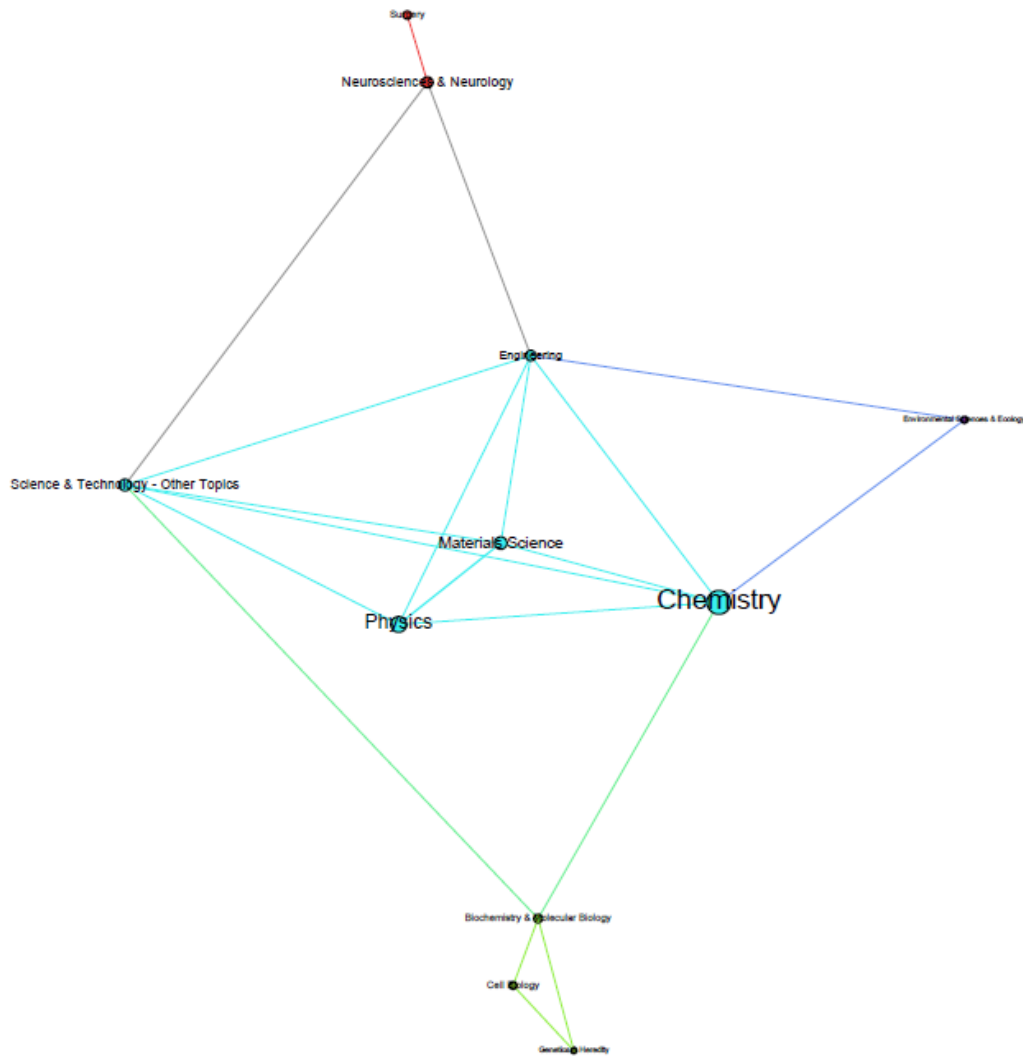


Abbildung 10.5: Themennetz zum Thema „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



11 PitchER

Das Verbundprojekt „PitchER“ hat sich zum Ziel gesetzt, durch die Entwicklung eines neuen Antriebssystems bei Windkraftanlagen, das gänzlich auf Permanentmagnete verzichtet, seltene Erden einzusparen.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Projektes „PitchER“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Die erste Suchanfrage beinhaltet die Zielmetalle: seltene Erden (u.a. Neodym, Terbium und Dysprosium) und Kupfer. Eine zweite gilt den Publikationen zur Technologie: der Transversalfluss-Reluktanzmaschine. Die letzte Suchanfrage fokussiert mit den Windenergieanlagen die Herkunftsbranche.

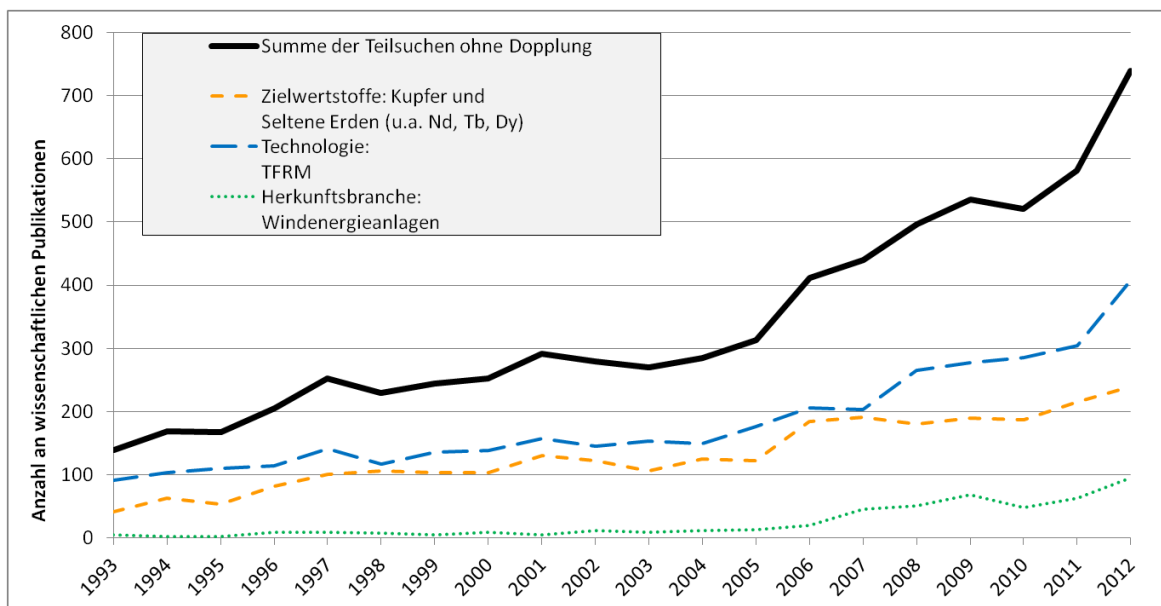


Abbildung 11.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PitchER“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Allgemein wuchs die Anzahl der Veröffentlichungen auf diesem Themengebiet, insbesondere in der letzten Dekade, sodass im Jahr 2012 mit 739 Veröffentlichungen der bisherige Spitzenwert erreicht wurde. Dabei fand die Technologie (TFRM) über den gesamten Zeitraum am häufigsten Beachtung. Zur Herkunftsbranche, den Windenergie-



gieanlagen, wurde jahrelang kaum publiziert, seit circa zehn Jahren steigt die Anzahl der Erwähnungen in wissenschaftlichen Publikationen jedoch moderat an.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

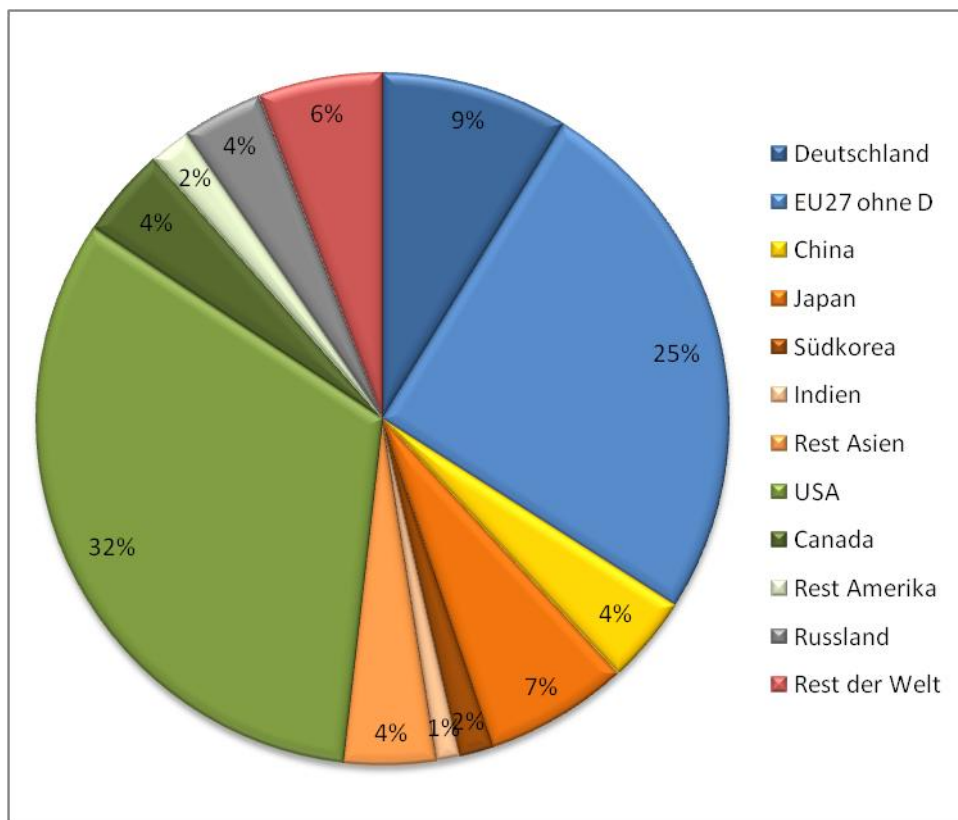


Abbildung 11.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ von 1993 – 2013

Der amerikanische Raum mit insgesamt 38%, wovon mit 32% ein beträchtlicher Anteil auf die USA entfiel, und der europäische Raum mit 34% verzeichneten die meisten Publikationen zu diesem Thema. Deutschland entstammten rund 9% aller Publikationen und damit mehr als ein Viertel aller europäischen Arbeiten.

In Asien hob sich vor allem Japan hervor, das mit 7% den höchsten Anteil an Publikationen der Regionen hat. Darauf folgte China mit 4%. Zudem stammten vergleichsweise



viele Veröffentlichungen aus Russland, das im benannten Zeitraum ebenfalls einen Anteil von 4 % aufwies.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „PitchER“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

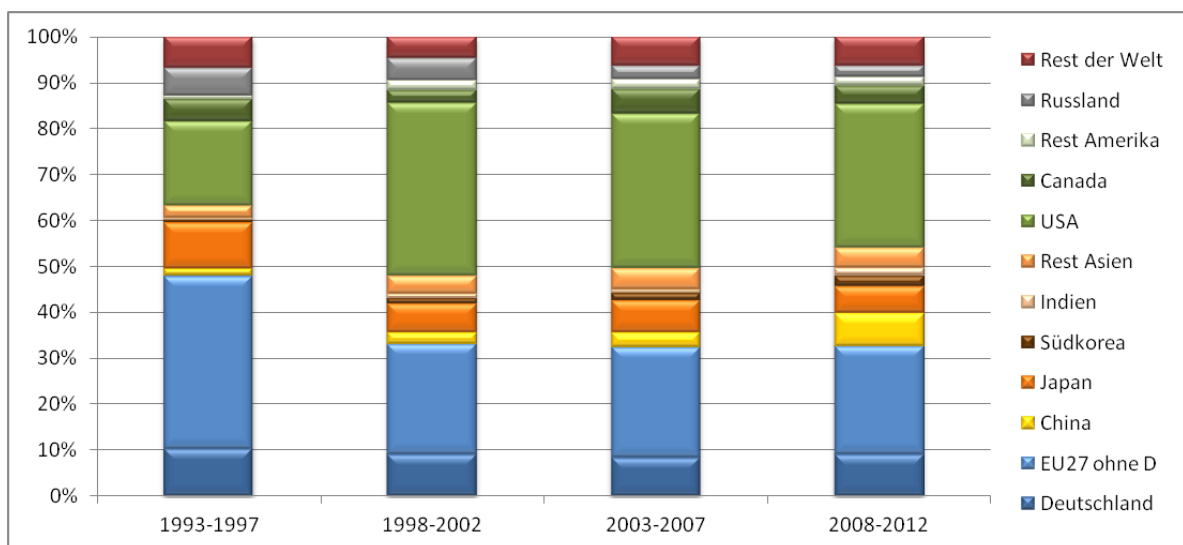


Abbildung 11.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ über die Zeitscheiben

Im direkten Vergleich der ersten und der letzten Periode fällt auf, dass vor allem der europäische Anteil an Publikationen deutlich sank. Lediglich Deutschland büßte kaum an Anteilen ein, sodass in der letzten Periode noch 8,8% der weltweiten Arbeiten von dort stammten.

China zählt zu den Nationen, deren Publikationsrate am stärksten anstieg. Während es in der ersten Periode nur rund 1,5% der weltweiten Veröffentlichungen stellte, waren es im Zeitraum zwischen 1998 und 2012 bereits über 7%. Damit ist der wachsende Anteil asiatischer Publikationen auf dem Gebiet der „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ vor allem auf China zurückzuführen, da Japan an Anteilen einbüßte.



Die USA hatten ihren Anteil an Publikationen in der zweiten Periode verdoppelt, nach einem leichten Rückgang stammen inzwischen noch rund 31% von dort.

Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“.

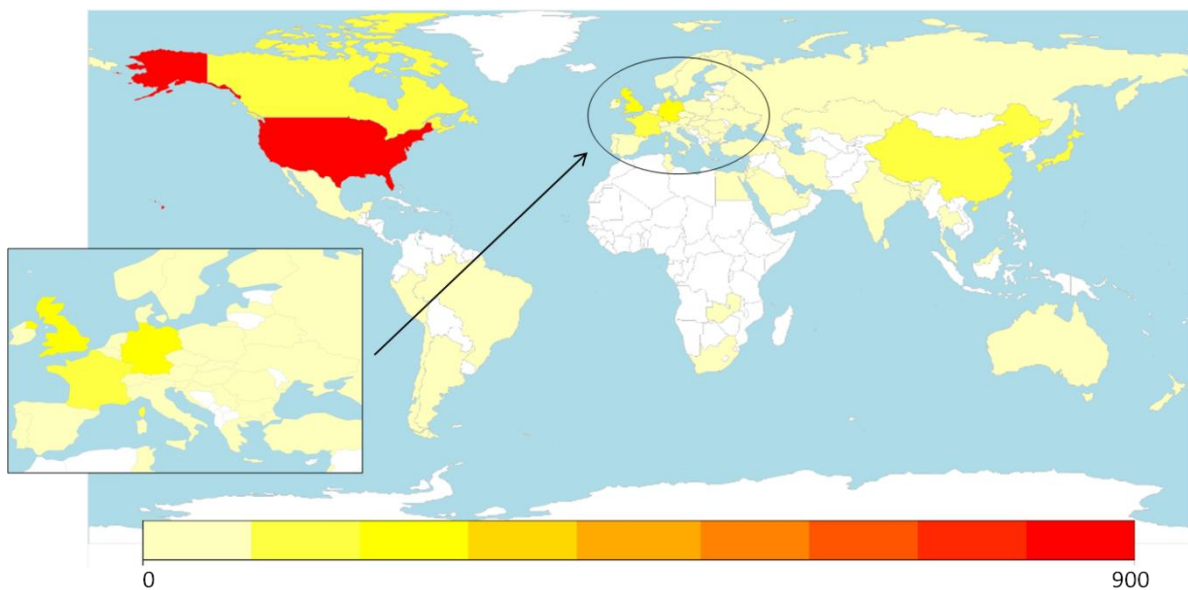


Abbildung 11.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Mit 820 wissenschaftlichen Publikationen stammt ein Großteil aus den USA. Deutschland publizierte mit 221 Arbeiten am zweitmeisten zu diesem Themengebiet. Weltweit stammten zudem zahlreiche Publikationen aus Frankreich, Großbritannien und China, doch auch Kanada wies mit 107 Publikationen einen vergleichsweise hohen Wert auf.

Themenanalyse

Bei der Analyse des Graphen zum Thema „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ fällt auf, dass kein Bereich durch eine höhere Anzahl an Publikationen hervorrage. Dabei sind unter anderem das Ingenieurwe-



sen und Physik als Bereiche benennbar, denen Veröffentlichungen zum Thema entstammen.

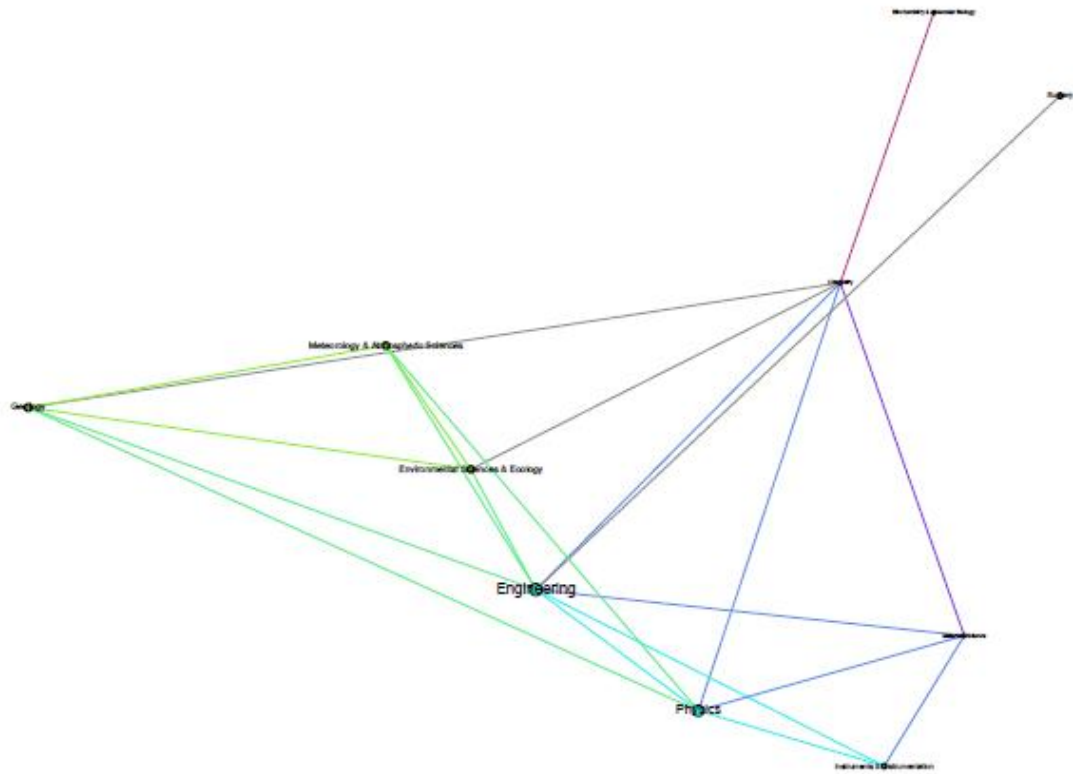


Abbildung 11.5: Themennetz zum Thema „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



12 SubITO

Gesamtziel des Verbundprojekts „SubITO“ ist die Einsparung von Indium durch die Entwicklung einer leitfähigen transparenten Polymerfolie (TCO-Folie) auf Basis von Fluor-dotierten Zinnoxid (FTO) als Alternative zu den bisher verwendeten indiumbasierten (ITO) Folien.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Projektes „SubITO“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Die erste Suchanfrage beinhaltet das Zielmetall Indium, eine zweite widmet sich der Technologie: der Substitution von ITO durch FTO. Die letzte Suchanfrage konzentriert sich auf die Elektroindustrie als Herkunftsbranche.

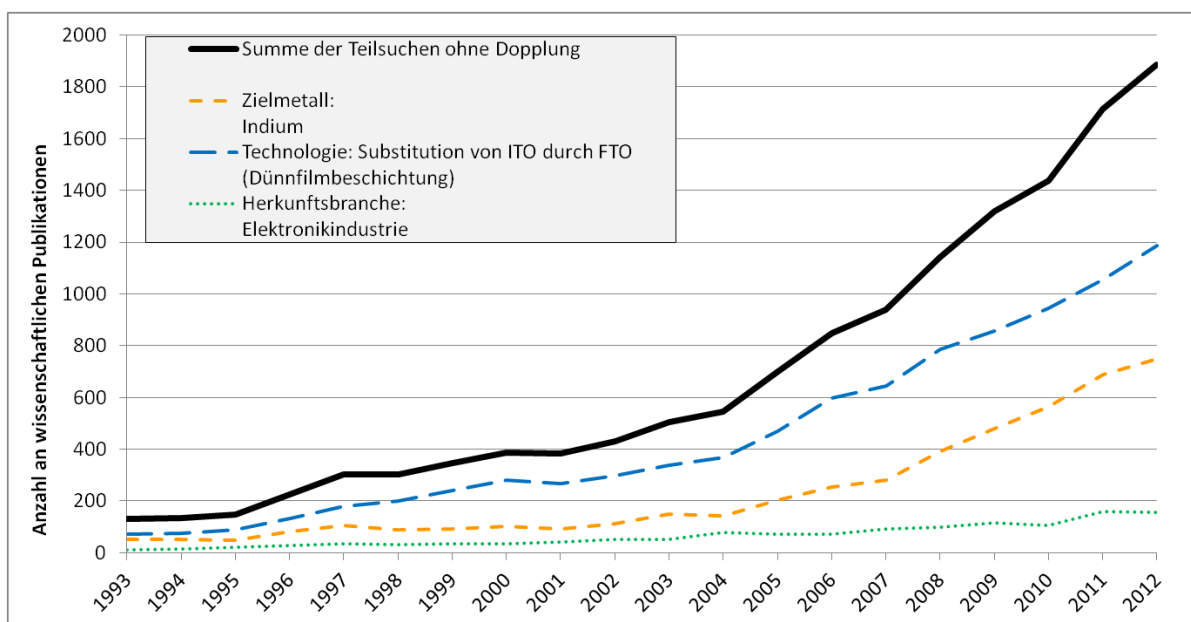


Abbildung 12.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „SubITO“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Die Anzahl der Publikationen in allen drei Bereichen stieg im betrachteten Zeitraum kontinuierlich an, vor allem zur Technologie und dem Zielmetall Indium wurde eine hohe Anzahl an Publikationen registriert. Die Technologie fand ihren Spitzenwert bei knapp 1200 Publikationen im Jahr 2012. Die Herkunftsbranche verzeichnete lediglich



einen schwachen Anstieg an Veröffentlichungen und stagnierte in den letzten drei Jahren bei Werten von 160 Publikationen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema im Zeitraum von 1993 bis 2013.

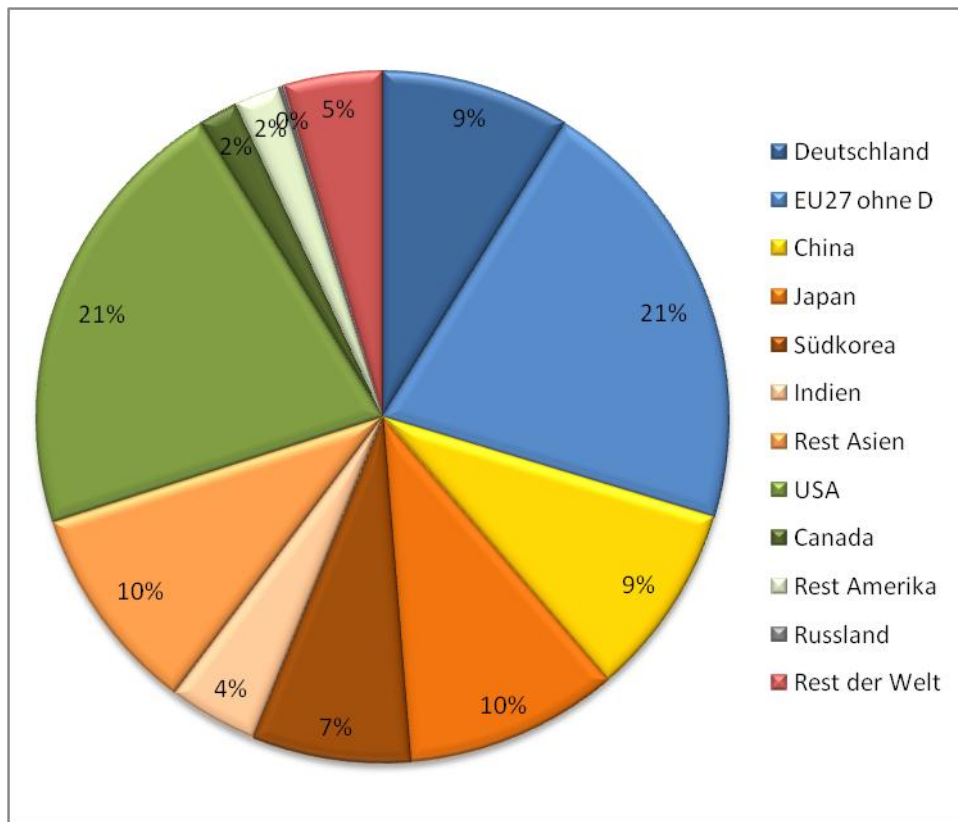


Abbildung 12.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ von 1993 – 2013

Die meisten Veröffentlichungen entstammten dem asiatischen Raum (40%), in dem alle aufgeführten Länder recht hohe Anteile aufwiesen. Neben China (9%) und Japan (10%) wurde hier in Südkorea und Indien viel auf dem Gebiet publiziert. Daneben weisen die nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Nationen, denen ein Zehntel der Veröffentlichungen entstammten, eine sehr hohe Publikationsrate auf.



Dahinter folgen Europa mit einem Anteil von insgesamt 30%, von dem Deutschland knapp ein Drittel stellt, und die USA mit 21%.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

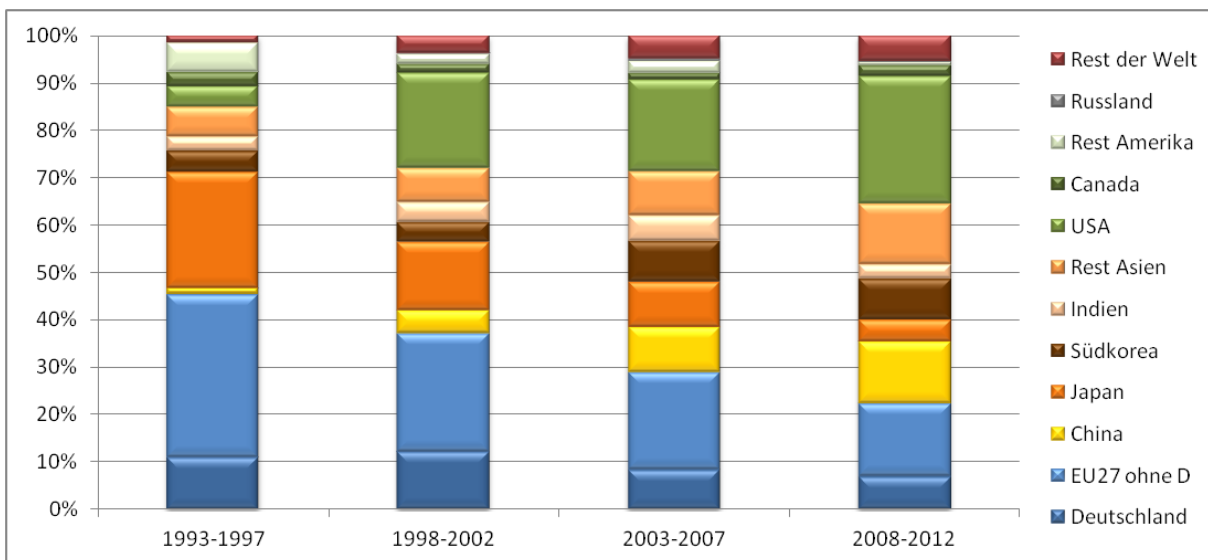


Abbildung 12.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ über die Zeitscheiben

Zu beobachten ist insbesondere, dass beinahe alle nichteuropäischen Nationen steigende Anteile an Publikationen zum Thema verzeichneten. In China, den USA, Südkorea und den nicht spezifisch aufgeführten Länder Asiens stiegen die Publikationszahlen besonders an. China verzeichnete einen Anstieg von 1,5 % auf 13 % innerhalb des benannten Zeitraums, den USA entstammten mit 27% in der letzten Periode circa 6 Mal so viele Publikationen wie noch in der ersten Zeiteinheit.

Im Gegenzug halbierten sich die europäischen Anteile beinahe. Alleine der Anteil deutscher Veröffentlichungen sank in den vergangenen zwanzig Jahren um 4%. Außerdem büßten die nicht spezifisch aufgeführten Nationen Amerikas, die in der ersten Periode noch vergleichsweise hohe 6% der Veröffentlichungen stellten, ihre Anteile fast kom-



plett ein, ebenso wie Japan, dem ehemals noch 24,4 %, in der letzten Zeiteinheit jedoch nur noch 4,6% der weltweiten Publikationen entstammten.

Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“.

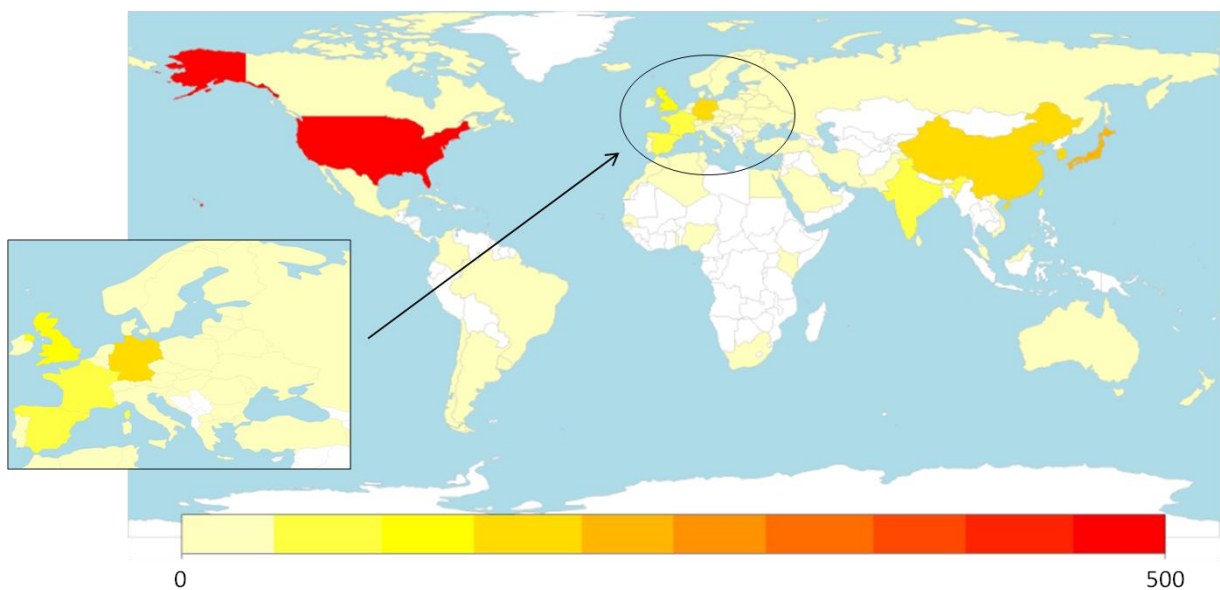


Abbildung 12.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Die rote Kennzeichnung verdeutlicht die herausragende Stellung der USA, wo mit 466 Publikationen die meisten Arbeiten registriert wurden. Darauf folgten Japan (221), China (200) und Deutschland (195). Zudem verzeichnete auch Südkorea eine hohe Publikationsrate. Insgesamt wurden dort im benannten Zeitraum 163 wissenschaftliche Arbeiten publiziert.

Themenanalyse

Der große Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ wurde in den Fachbereichen der Materialwissenschaften und der Physik veröffentlicht, die hier eng verflochten sind. Als



drittstärkste Fachdisziplin geht aus der Analyse des Graphen die Chemieindustrie hervor. Diesen drei Disziplinen entstammte der Großteil aller Publikationen.

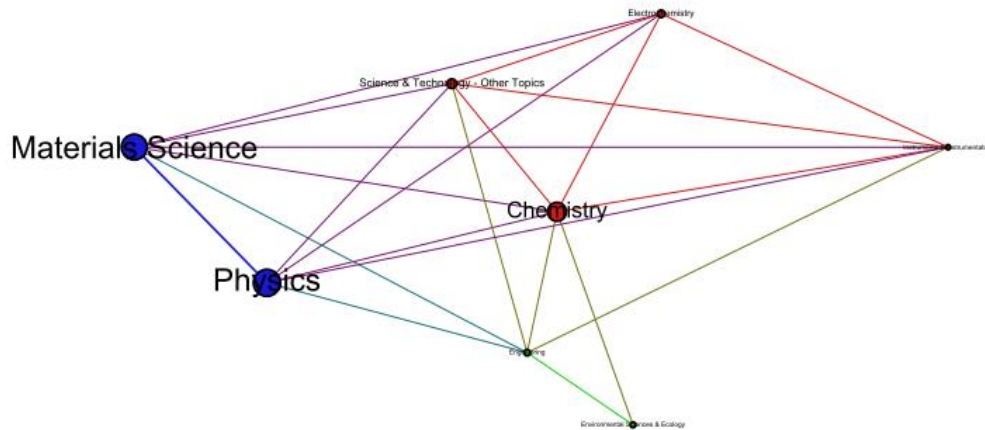


Abbildung 12.5: Themennetz zum Thema „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



13 SubMag

Ziel des Verbundprojektes „SubMag“ ist die Entwicklung eines alternativen Entschwefelungsverfahrens in der Gießereiindustrie auf Basis von Calciumoxid zur Substitution von Magnesium.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Erstere beschäftigt sich mit dem Zielmetall Magnesium, eine weitere konzentriert sich auf die Technologie, dem kalkbasierten Entschwefelungsverfahren und die dritte Suchanfrage fokussiert die Herkunftsbranche: die Gießereiindustrie.

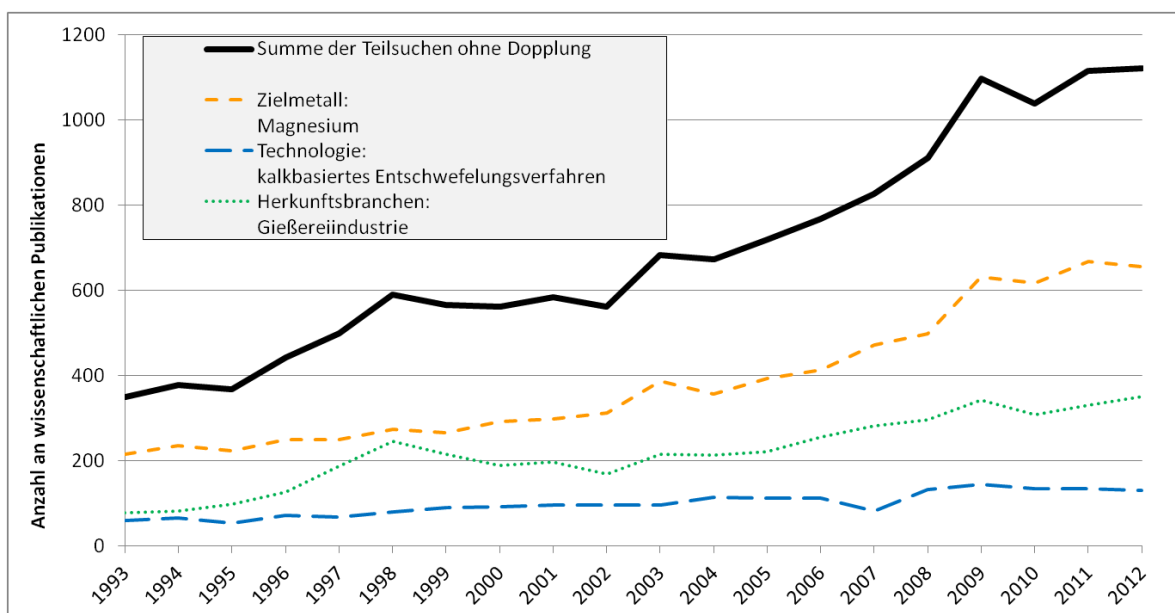


Abbildung 13.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „SubMag“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Aus den Suchanfragen ergab sich, dass das Zielmetall Magnesium mit einem Höchststand von 671 Publikationen im Jahr 2013 das meistpublizierteste Thema auf dem Gebiet war. Die Anzahl an Veröffentlichungen zur Gießereiindustrie stagnierte nach einem kurzen Anstieg im Jahr 1998 über längere Zeit, hat in den zehn Jahren jedoch wieder



moderat zugenommen. Die Technologie verzeichnete über den gesamten Zeitraum einen minimalen Anstieg, stagniert jedoch seit einigen Jahren bei Werten knapp unter 150 Publikationen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

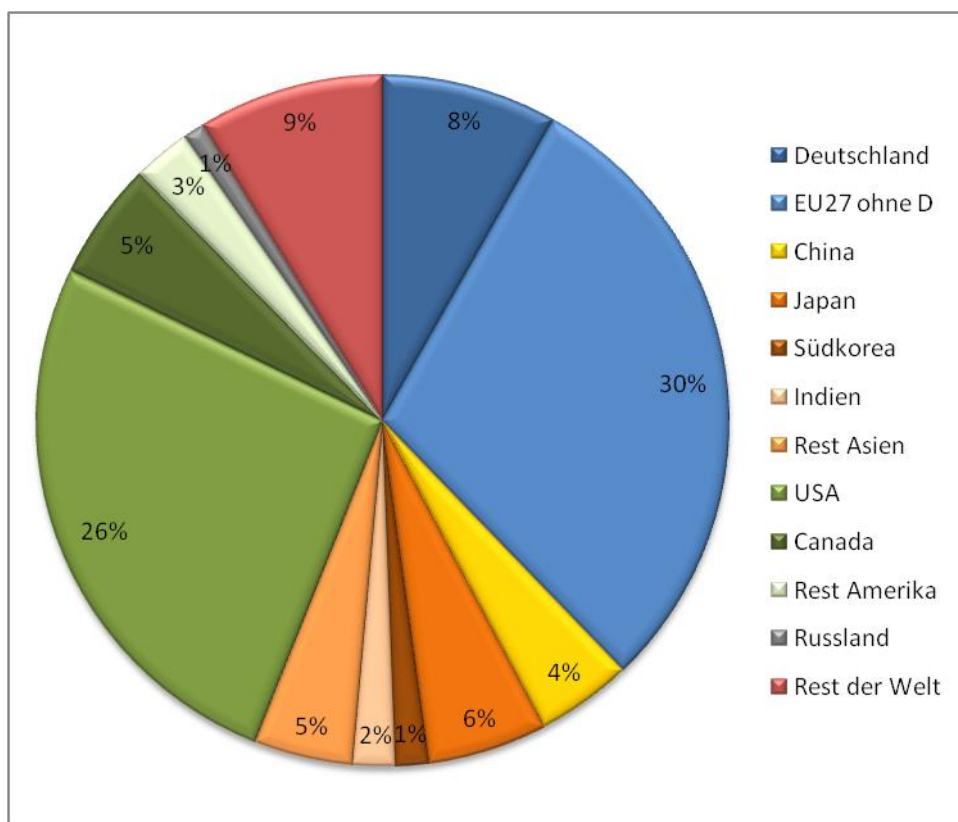


Abbildung 13.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ von 1993 – 2013

Europa stellte dabei mit 38% einen großen Teil der Publikationen, etwas mehr als ein Fünftel davon entfiel auf Deutschland. Die USA sind mit 26% die Nation mit den meisten Veröffentlichungen zum Thema, Kanada publizierte ebenfalls 5% der weltweiten Arbeiten. Dem asiatischen Kontinent entstammte weniger als ein Fünftel der weltweiten Publikationen. Auf einen relativ hohen Wert kommen alle nicht kategorisierten Natio-



nen, die 9% der Arbeiten zum Thema „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ veröffentlichten.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

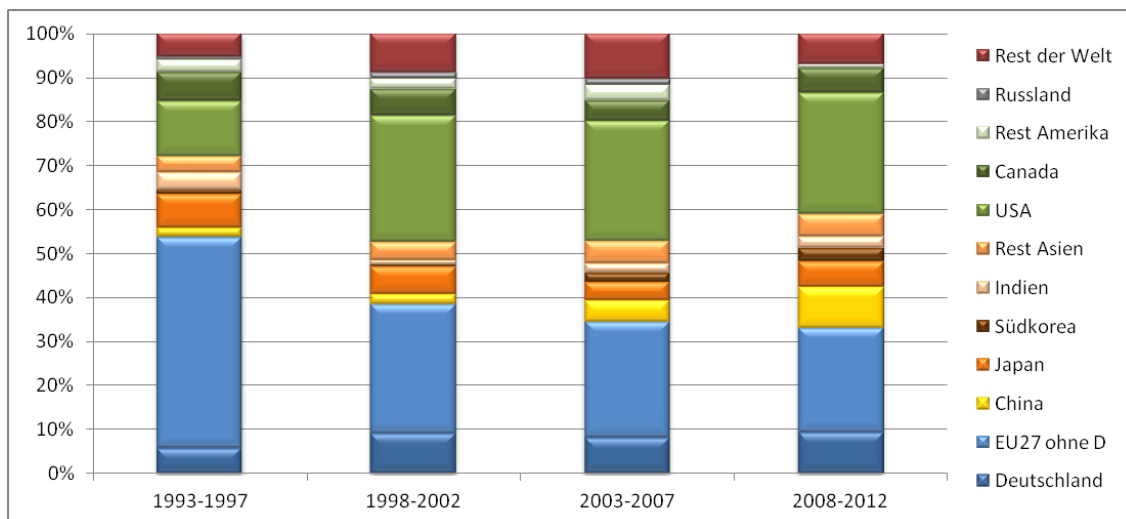


Abbildung 13.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ über die Zeitscheiben

Während Europa ehemals noch mehr als die Hälfte aller Publikationen stellte, sank der Anteil auf inzwischen 33% in der letzten Periode. Diesem europäischen Trend steht die wachsende Anzahl deutscher Publikationen entgegen, die von 1998 bis 2012 rund 9% der weltweiten Veröffentlichungen entsprachen. Der US-amerikanische und kanadische Anteil blieb über die letzten fünfzehn Jahre hinweg weitgehend konstant, die asiatischen Länder verzeichneten steigende Publikationsraten, insbesondere China, das vor 10 Jahren kaum Publikationen vorwies, in der letzten Periode bereits knapp 10% der wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem Gebiet veröffentlichte.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

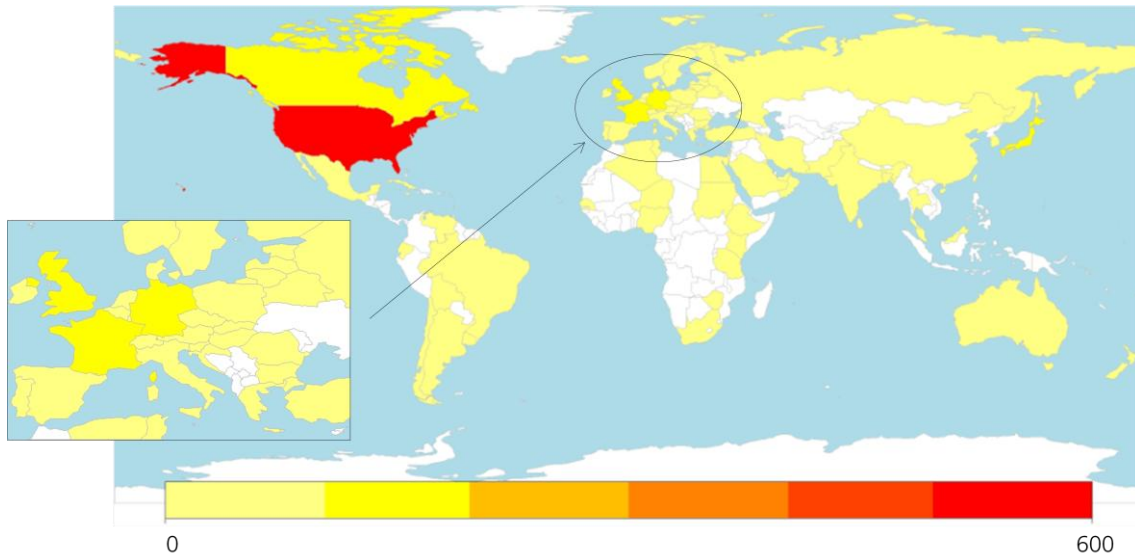


Abbildung 13.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereindustrie zur Magnesiumsubstitution“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Daraus geht die führende Stellung der USA hervor, die mit 566 Publikationen mehr als das Dreifache des deutschen Wertes (178) veröffentlichte. Über einhundert wissenschaftliche Arbeiten publizierten derweil nur noch Kanada, Frankreich und Großbritannien. China (90) brachte vergleichsweise wenige Publikationen auf diesem Gebiet hervor.

Themenanalyse

Der Grafik ist zu entnehmen, dass das Themengebiet „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereindustrie zur Magnesiumsubstitution“ von einem sehr breiten Feld an Fachdisziplinen eingenommen wurde, das zudem einen hohen Vernetzungsgrad aufwies. Im Wesentlichen führten die Publikationen dabei auf die Bereiche Umweltwissenschaften & Ökologie, Ingenieurwesen, Materialwissenschaften und Chemie zurück. Letzterer Bereich stellt dabei das Bindeglied zu den Disziplinen der Ernährungswissenschaften und Landwirtschaft dar, woher ebenfalls einige Veröffentlichungen zum Thema stammten.

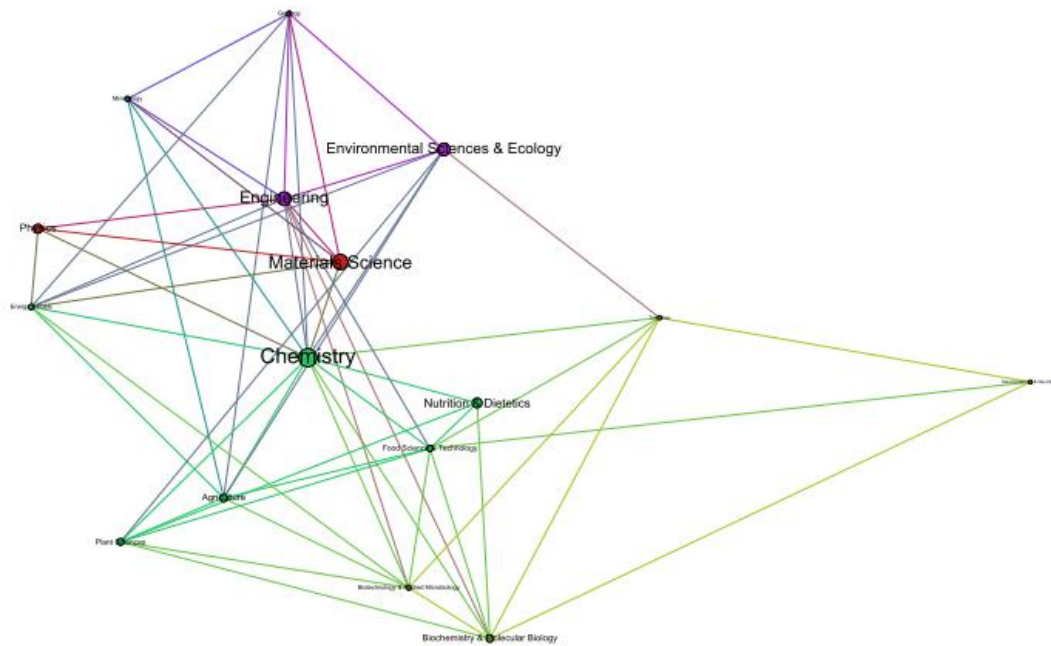


Abbildung 13.5: Themennetz zum Thema „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereindustrie zur Magnesiumsubstitution“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



14 ATR

Das Verbundprojekt „ATR“ hat eine Erhöhung der Rückgewinnungsquote von Metallen aus Rückständen thermischer Prozesse zum Ziel.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Projektes „ATR“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Die erste Suchanfrage beschäftigt sich dabei mit den verschiedenen Zielmetallen: NE-Metalle, Aluminium, Kupfer, Zink, Blei. Eine weitere konzentriert sich auf die Technologie: ein mehrstufiges Aufschluss-, Trennungs- und Rückgewinnungsverfahren. Die letzte Suchanfrage fokussiert die Herkunftsbranchen: Müllverbrennung und die Rückstände thermischer Prozesse.

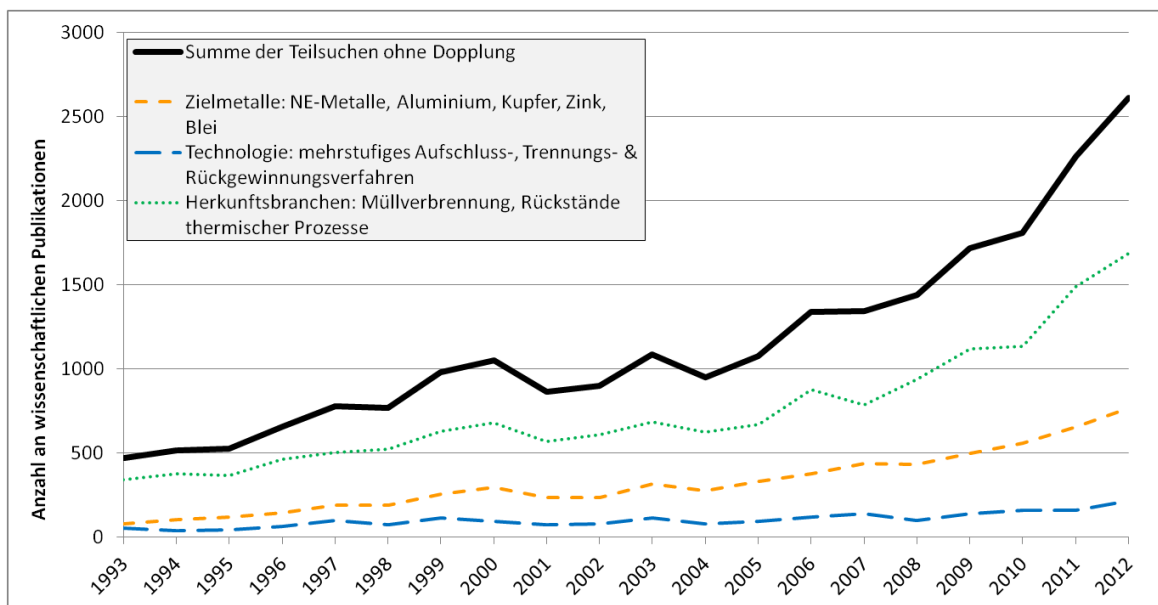


Abbildung 14.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ATR“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Vor allem die Herkunftsbranchen stellen immer häufiger das Thema wissenschaftlicher Publikationen dar und erfuhren in den letzten Jahren einen starken Anstieg an Erwähnungen. Deren Kurve bestimmt auch im Wesentlichen den Gesamtgraphen, der trotz leichter Schwankungen ebenfalls ein kontinuierliches Wachstum erfährt. Im Jahr 2012 erreichte die Anzahl der Publikationen auf dem Themengebiet einen Höchststand von 2612 Arbeiten. Auch die Anzahl an Veröffentlichungen auf dem Gebiet der genannten



Zielmetalle erfuhren ein deutliches Wachstum und verzehnfachte sich in den vergangenen zwanzig Jahren.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

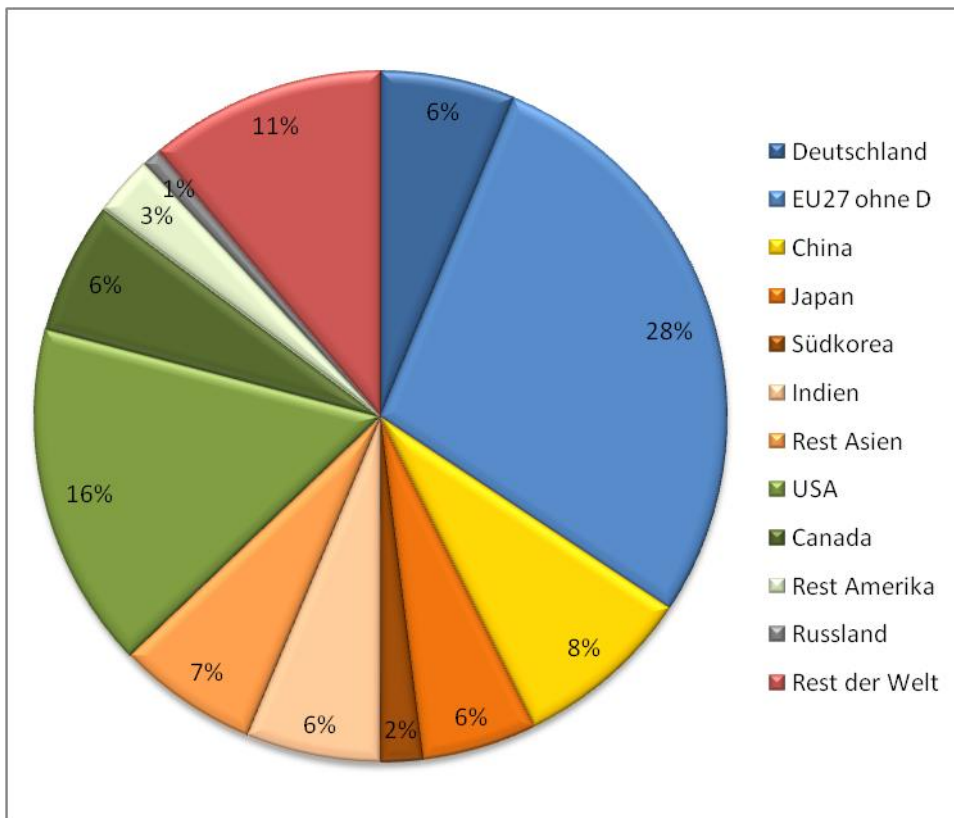


Abbildung 14.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ von 1993 – 2013

Asien stellte dabei 29% der Veröffentlichungen, wobei ungefähr gleich hohe Anteile auf China, Japan, Indien und die nicht spezifisch aufgeführten Länder entfielen. Europa entstammte der höchste Anteil an Publikationen zum Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“, insgesamt 34%, im amerikanischen Raum wurde rund ein Viertel der Arbeiten publiziert. Zudem sind die hier nicht kategorisierten Staaten nicht zu übergehen, da sie mit 11% ebenfalls einen vergleichsweise hohen Anteil stellten.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „ATR“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

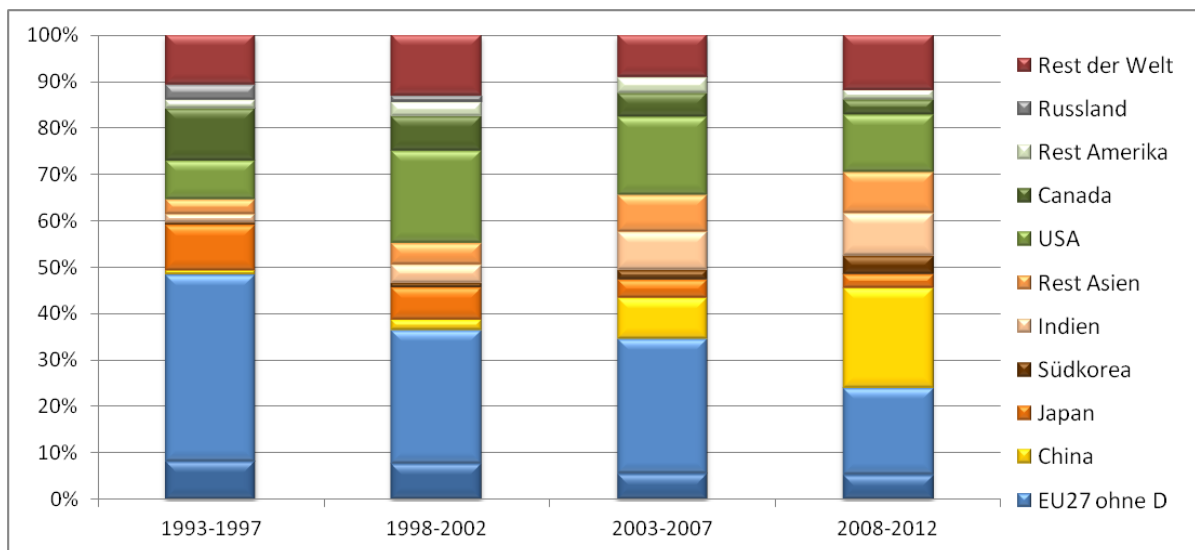


Abbildung 14.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ über die Zeitscheiben

Bei genauer Betrachtung der asiatischen Anteile fällt ins Auge, dass China seinen Anteil an Publikationen exorbitant steigerte und in der letzten Periode mit 21,6% mehr als ein Fünftel aller Publikationen stellte, während Japan als einziges Land einbüßte. Der europäische Anteil an wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema halbierte sich im Laufe der vergangenen zwanzig Jahre von 48,1% auf 23,8% und auch der kanadische Anteil an Publikationen sank, ebenso wie der US-amerikanische, in den letzten Jahren kontinuierlich aufgrund der überproportional wachsenden Anzahl an asiatischen Veröffentlichungen.

Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“.

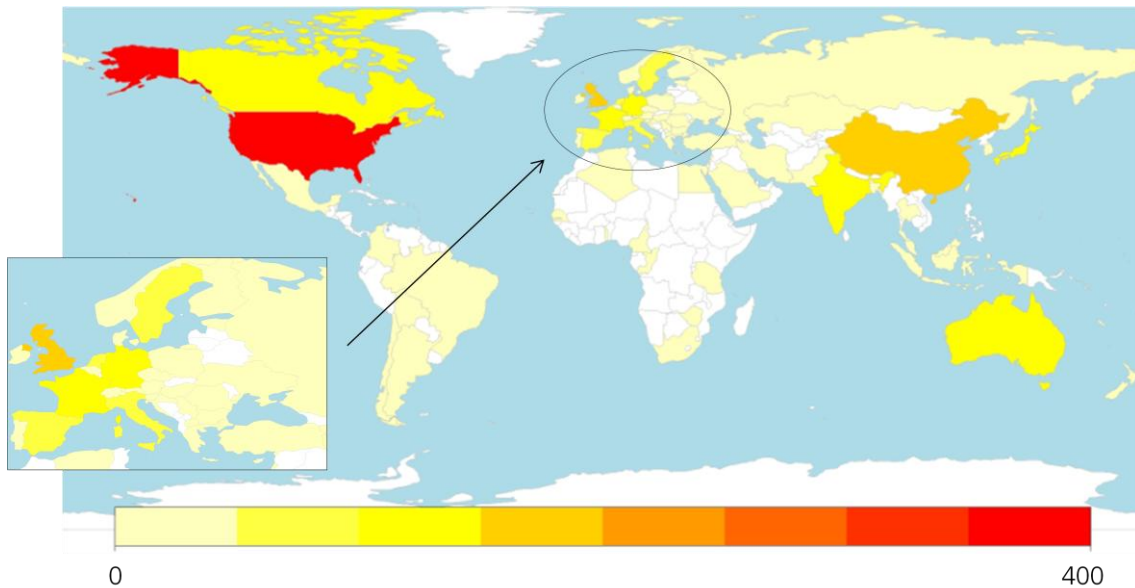


Abbildung 14.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Daraus ist zu entnehmen, dass sich neben den USA mit 355 Publikationen vor allem Großbritannien und China (183) mit mehr als 150 Veröffentlichungen im Zeitraum von 1993 bis 2013 hervortaten.

Danach sind neben einer Hand voll europäischer Staaten vor allem Australien, Indien, Japan und Kanada als Ursprung von mehr als einhundert Publikationen auf diesem Themengebiet zu benennen.

Themenanalyse

Betrachtet man die Publikationen zum Thema „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ bezüglich der Fachdisziplinen, in denen sie veröffentlicht wurden, so fällt auf, dass zwei Netzwerke sich besonders mit dem Thema auseinandersetzten. Zum einen wurden viele Publikationen im Bereich des Ingenieurwesens und der Umweltwissenschaften & Ökologie veröffentlicht, ein anderer großer Teil kann der Chemie und den Materialwissenschaften zugeordnet werden. Einige wissenschaftliche Arbeiten wurden zudem auf dem Gebiet der Energie & Rohstoffe verzeichnet.

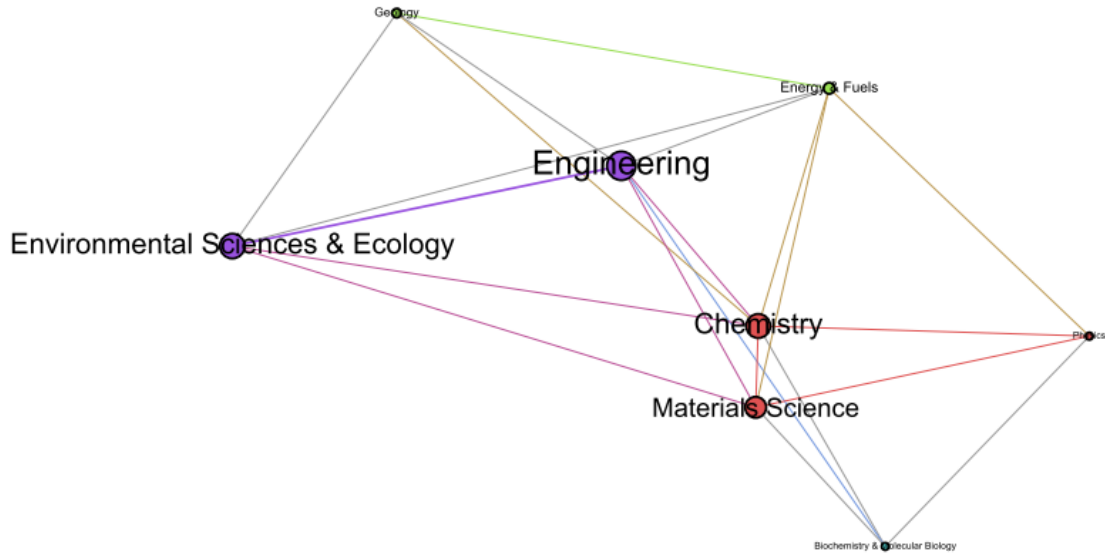


Abbildung 14.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



15 Kraftwerksasche

Das Gesamtziel des Verbundprojekts „Kraftwerksasche“ besteht aus der Gewinnung von Wertstoffen aus Braunkohleaschen und der Abschätzung des Potentials durch die Erfassung der in Deutschland verfügbaren Kraftwerksaschenmengen und der vorhandenen Deponien.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei beschäftigt sich erstere mit den Zielmetallen: NE-Metallen, Silizium und seltene Erden. Eine weitere Suchanfrage gilt der Technologie der Feinstkornsortierung der chemischen/biotechnischen Laugungsprozesse und letztere konzentriert sich auf die Herkunftsbranche: Braunkohlekraftwerksasche.

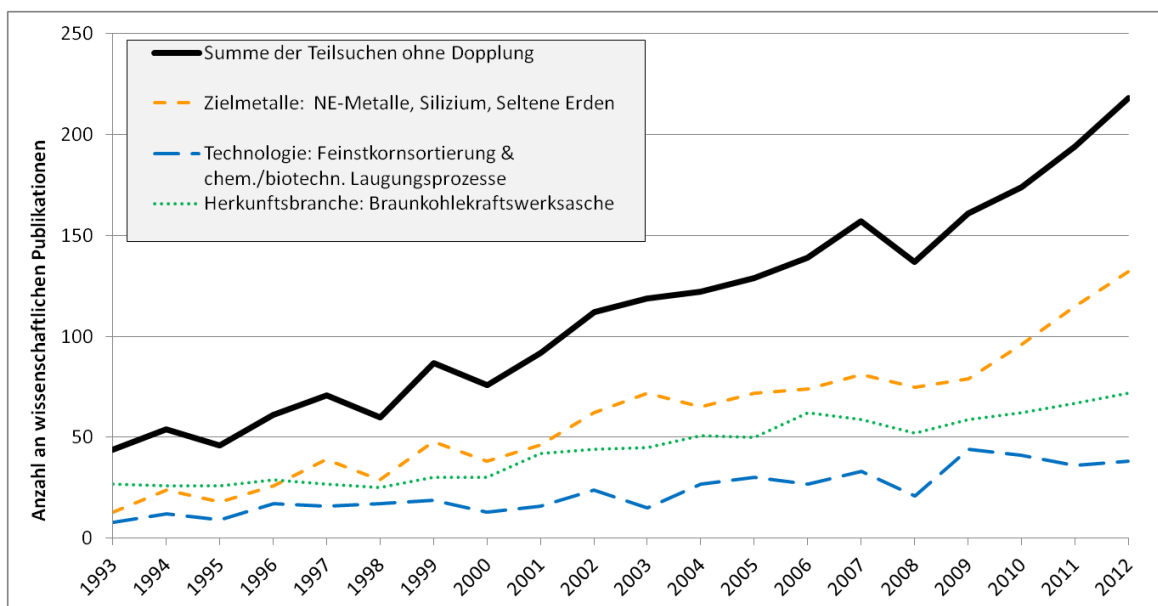


Abbildung 15.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Kraftwerksasche“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Insgesamt verzeichnet das Themengebiet immer noch eine recht niedrige Anzahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen, auch wenn sich die Publikationsrate in den letzten zwanzig Jahren mehr als vervierfacht hat. Die meisten Publikationen widmeten sich den Zielmetallen, dieses Themengebiet wies auch den stärksten Anstieg auf. Zur



Technologie und der Herkunftsbranche wurden trotz einer leichten Steigerung auch im Jahr 2012 weniger als 100 Arbeiten publiziert.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

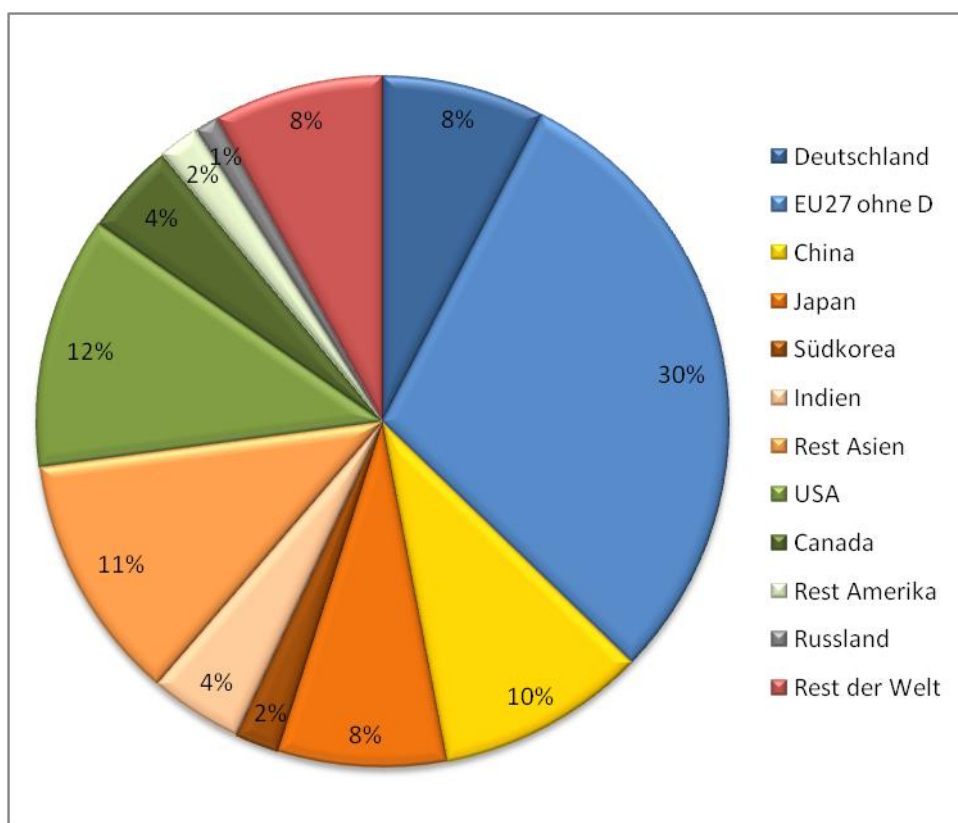


Abbildung 15.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ von 1993 – 2013

Daraus wird ersichtlich, dass Europa und Asien gemeinsam beinahe Dreiviertel der Arbeiten veröffentlichten. China und Japan publizierten 10% bzw. 8% der weltweiten Arbeiten und auch die nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Länder stellten im beschriebenen Zeitraum einen Anteil von 11%. Auffallend niedrig ist der Anteil der US-amerikanischen Publikationen von nur 12%.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

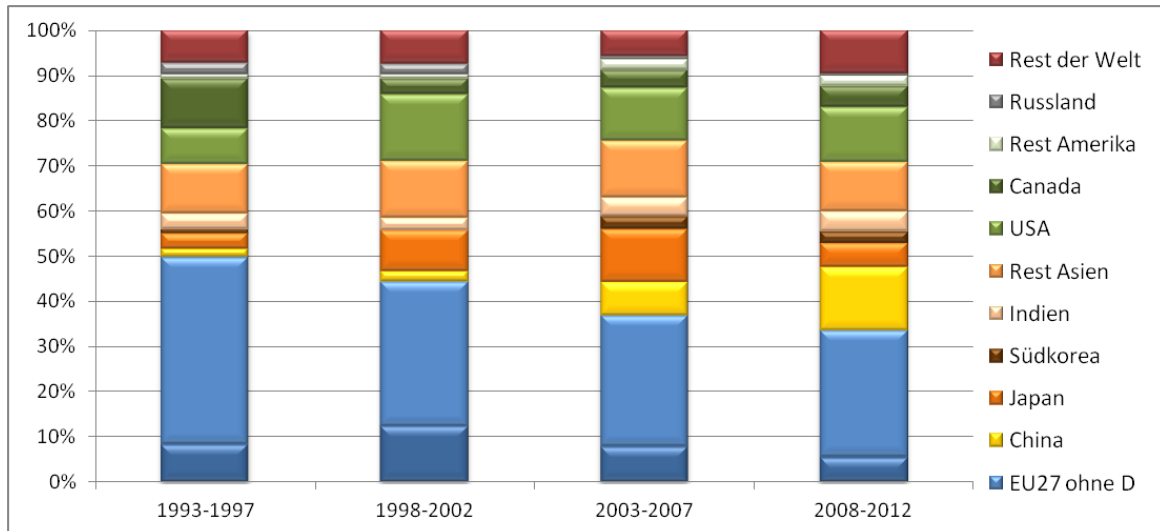


Abbildung 15.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ über die Zeitscheiben

Das starke Wachstum Chinas, das seinen Anteil auf 14% ausbaute, schlägt sich insbesondere in den europäischen Anteilen nieder. In der ersten Periode stammte noch die Hälfte der weltweiten Publikationen aus Europa, nach einem konstanten Rückgang über die letzten zwanzig Jahre hinweg verblieben in der letzten Periode lediglich 33%. Auch der deutsche Anteil ging zurück.

Relativ konstant blieben in den letzten Jahren die Anteile der Veröffentlichungen zum Thema in den USA, die in der letzten Periode rund 12,1% der weltweiten Publikationen stellten, Kanada und den nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Staaten.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

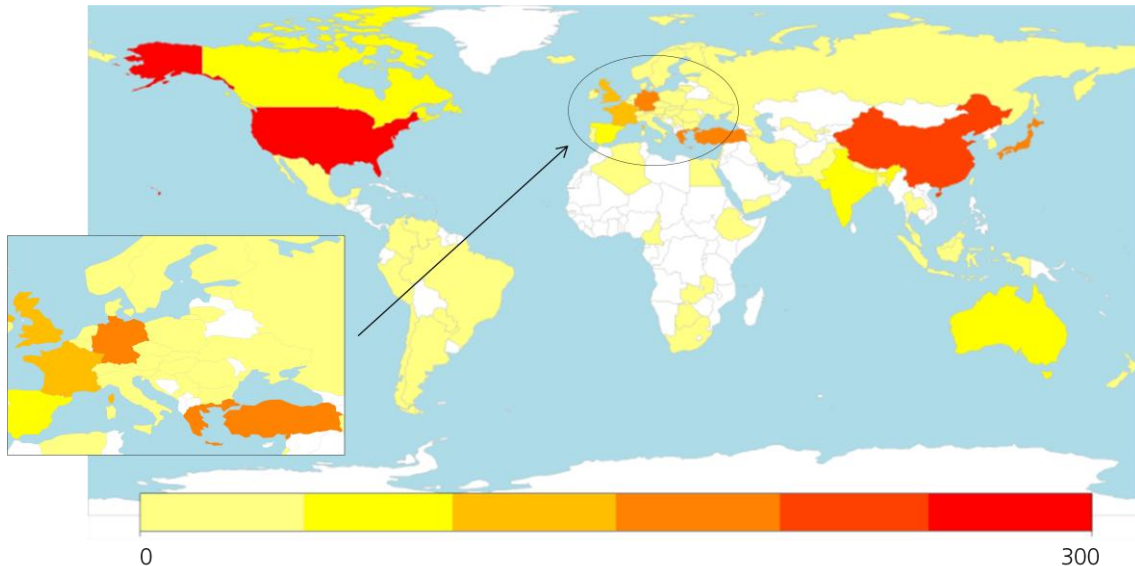


Abbildung 15.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Dabei wird deutlich, dass den USA (259) und China (215) die meisten Publikationen entstammten. Danach folgten mit Deutschland, Japan und auch Griechenland und der Türkei vier Länder, in denen zwischen 150 und 200 Publikationen verzeichnet wurden. Frankreich und Großbritannien brachten ebenfalls mehr als einhundert wissenschaftliche Arbeiten zum Thema hervor und sorgten damit für eine hohe Anzahl an europäischen Veröffentlichungen.

Themenanalyse

Hinsichtlich der Anzahl an Publikationen auf dem Themengebiet „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ stellten sich als dominantes Netzwerk die Bereiche Energie & Rohstoffe, Ingenieurwissenschaften und Umweltwissenschaften & Ökologie heraus. Einen hohen Vernetzungsgrad mit diesen Disziplinen weist dabei der Bereich der Chemie und Materialwissenschaften auf, in dem ebenfalls zu diesem Thema publiziert wurde.

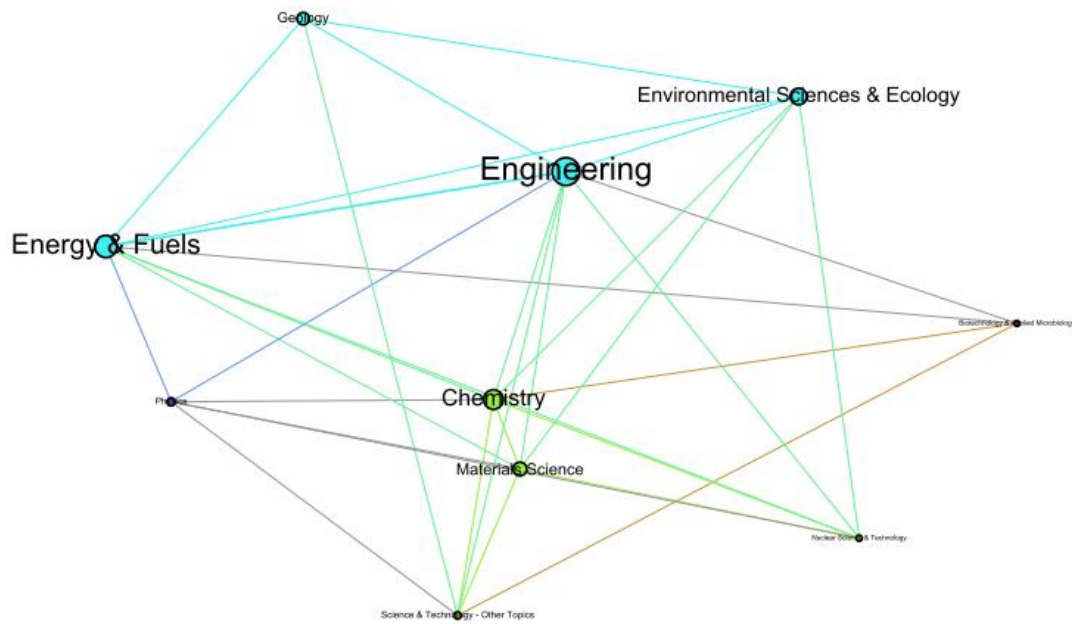


Abbildung 15.5: Themennetz zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



16 PhytoGerm

Das Verbundprojekt „PhytoGerm“ verfolgt das Ziel, Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung zu gewinnen.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Die erste widmet sich dem Zielmineral Germanium, eine weitere konzentriert sich auf die Technologie des Phytominings. Die dritte Suchanfrage beinhaltet die Herkunftsbranche: Biomasseanlagen.

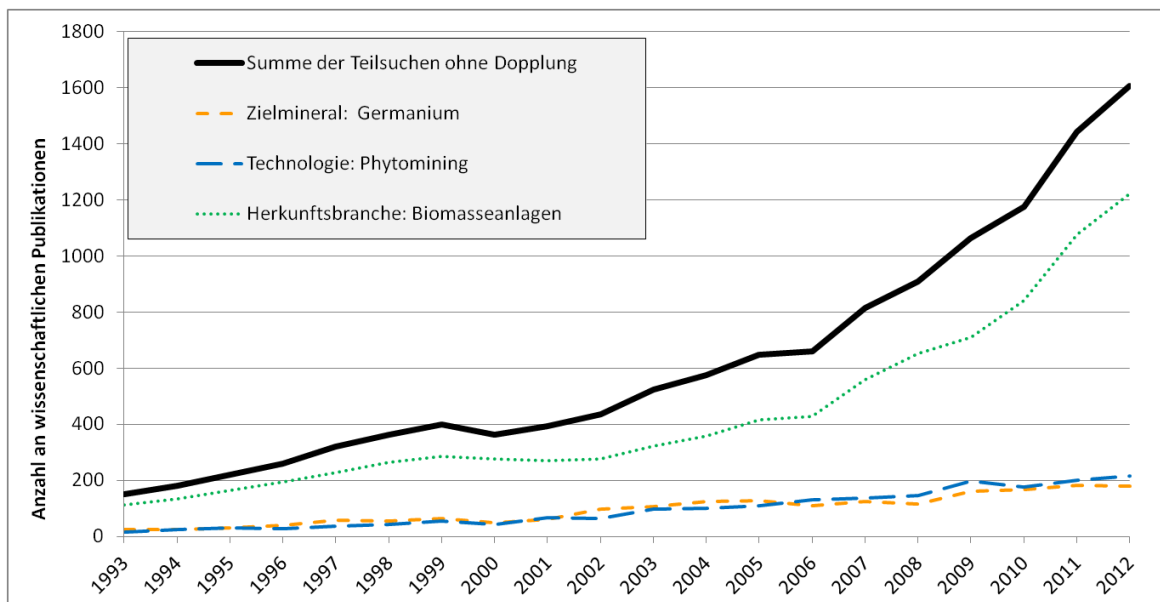


Abbildung 16.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PhytoGerm“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Die Gesamtkurve des Themengebiets weist eine exorbitante Steigung auf, die Anzahl an Publikationen zum Thema stieg demnach in den zwanzig Jahren stark an und erreichte im Jahr 2012 einen Wert von 1606. Dies ist vor allem auf den starken Anstieg der Veröffentlichungen zur Herkunftsbranche, den Biomasseanlagen, zurückzuführen. Die Anzahl an Publikationen zu Germanium und der Technologie des Phytominings entwickelte sich über den gesamten Zeitraum beinahe im Gleichschritt, blieb aber trotz eines leichten Anstiegs mit jeweils 200 Veröffentlichungen im Jahr 2012 relativ niedrig.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

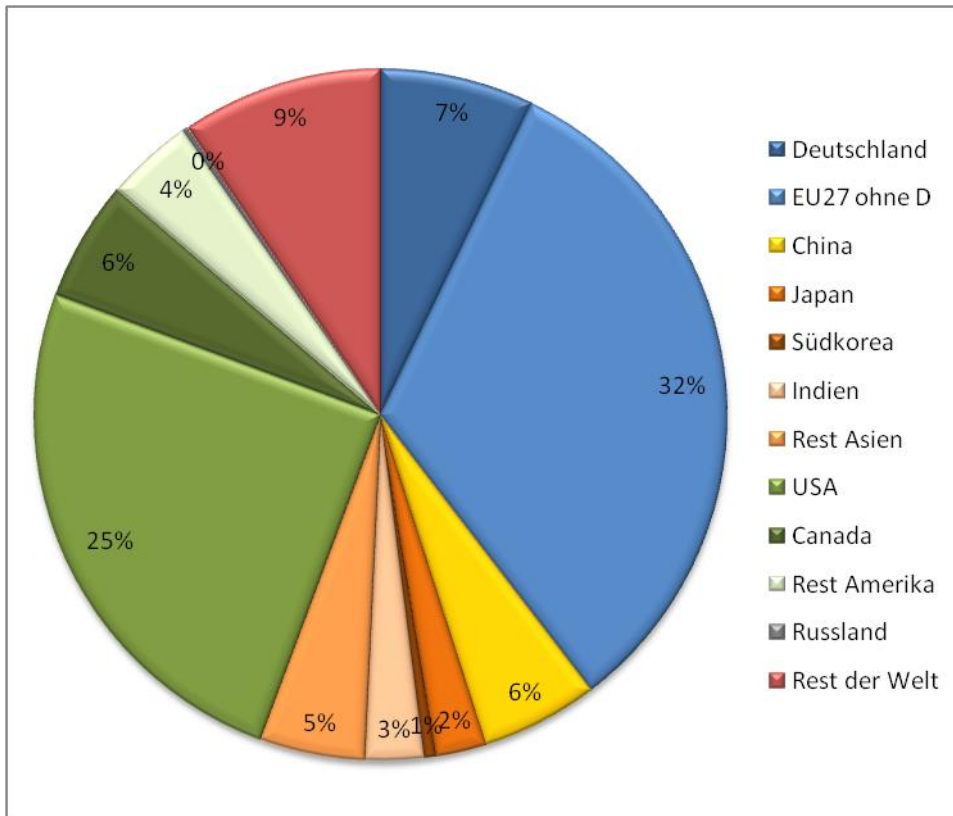


Abbildung 16.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ von 1993 – 2013

Dabei wird deutlich, dass der größte Teil, genau genommen 39%, der wissenschaftlichen Arbeiten dem europäischen Raum entstammten. Danach folgte der amerikanische Raum mit 35%. Die USA veröffentlichte alleine bereits ein Viertel der weltweiten Arbeiten, Kanada wies mit 6% den gleichen Anteil wie China auf.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ wur-



den vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

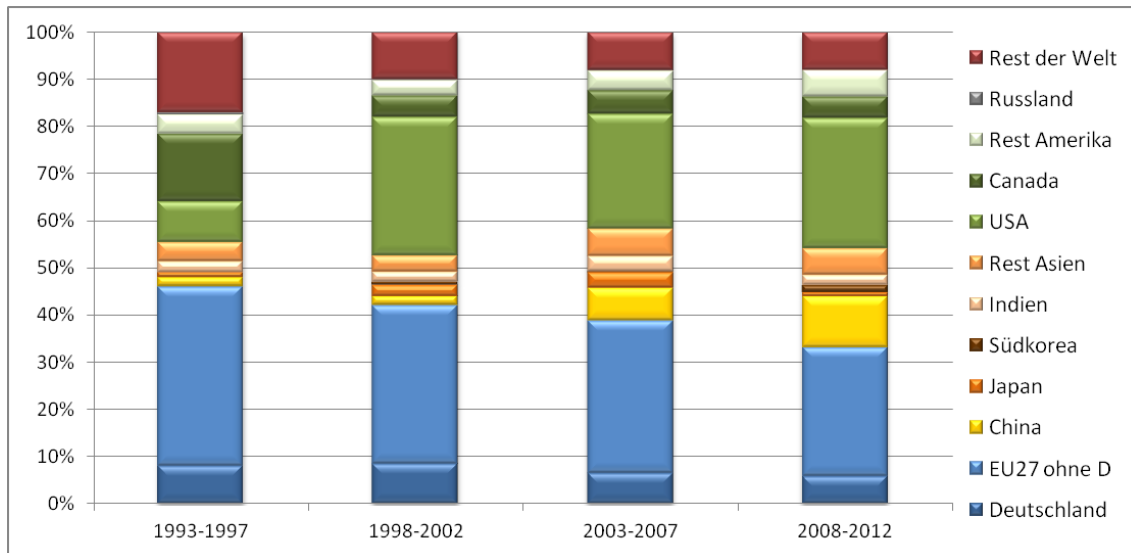


Abbildung 16.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ über die Zeitscheiben

Aus der Grafik geht deutlich hervor, welche Regionen ihre wissenschaftlichen Aktivitäten auf diesem Themengebiet in den letzten zwanzig Jahren ausbauten. Dazu zählen die asiatischen Länder, allen voran China, sowie die USA. Hier stieg der Anteil an den weltweiten Publikationen besonders an. Im Gegenzug sank vor allem der Anteil an europäischen und kanadischen Publikationen. Diese Regionen stellten zusammen ehemals 60% der Publikationen, im letzten Zeitabschnitt belief sich der Anteil auf unter 38%. Die nicht kategorisierten Nationen kamen in der ersten Periode auf einen Anteil von knapp 18%, der sich über die letzten zwanzig Jahre jedoch halbierte.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“.

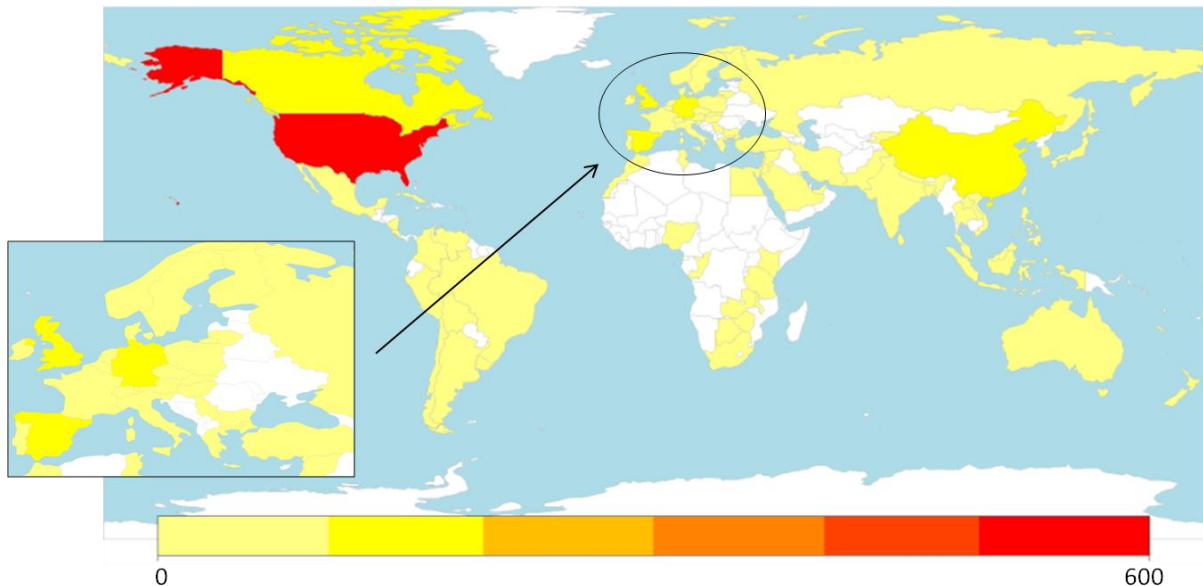


Abbildung 16.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Mit deutlichem Abstand brachten die USA die meisten Publikationen hervor, genau 543 Arbeiten hatten dort im benannten Zeitraum ihren Ursprung. Die weiteren 122 Publikationen, die aus Kanada stammten, machten die nordamerikanische Dominanz in diesem Themengebiet komplett. Daneben veröffentlichten auch China und die europäischen Nationen, jedoch jeweils nur einen kleinen Anteil im Vergleich mit den US-amerikanischen Arbeiten.

Themenanalyse

Das Netzwerk, bestehend aus den Bereichen Landwirtschaft, Energie & Rohstoffe und Biotechnologie & angewandte Mikrobiologie, stellte eine bedeutende Achse hinsichtlich der Publikationen im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ dar. Zudem entstammte ein nennenswerter Anteil an Publikationen den Fachbereichen des Ingenieurwesens und der Umweltwissenschaften & Ökologie.

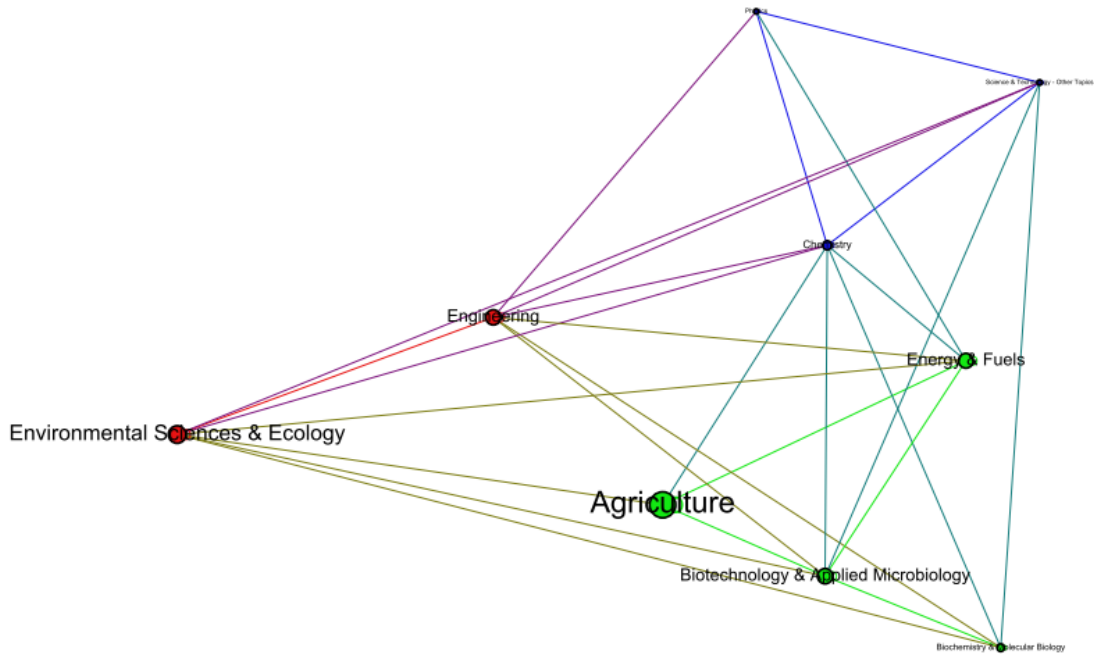


Abbildung 16.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



17 Rotschlamm

Das Verbundprojekt „Rotschlamm“ setzt sich die Entwicklung eines Prozesses zur Behandlung von Rotschlamm zum Ziel, um daraus besondere Aluminiumhydroxide, Gallium und andere Metalle zurückzugewinnen.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Die erste Anfrage konzentriert sich auf die Gruppe der Zielwertstoffe: Aluminium, Eisen, Gallium und mineralische Baustoffe. Eine weitere Suchanfrage gilt der Technologie: der Extrahierung von Metallen aus Rotschlammdeponien durch Drucklaugungsverfahren. Letztere beschäftigt sich mit der Aluminiumherstellung als Herkunftsbranche.

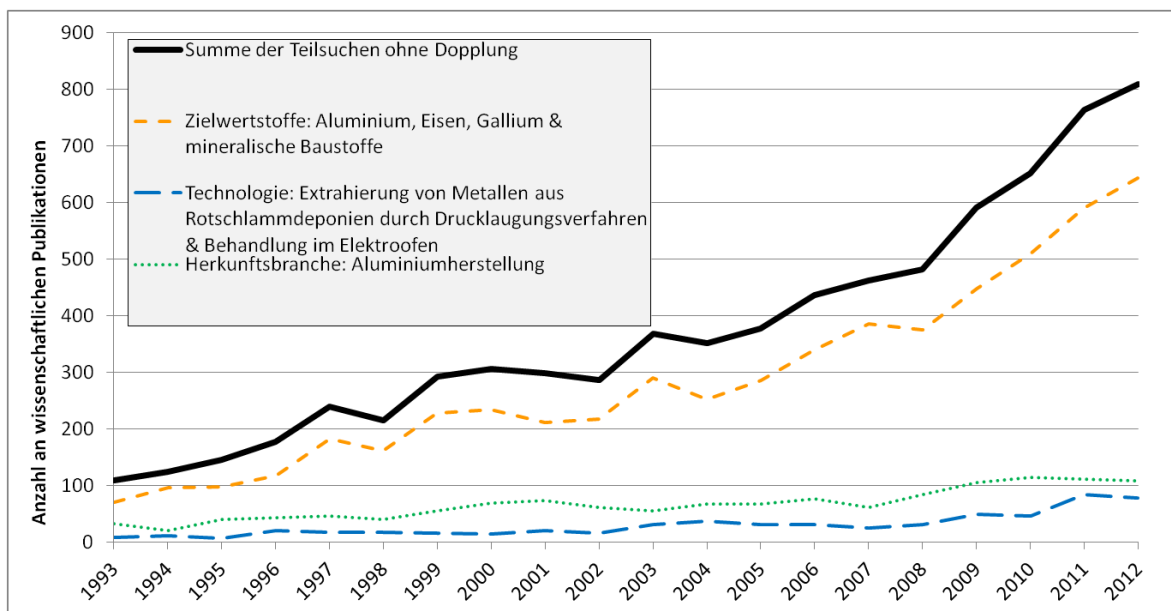


Abbildung 17.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Rotschlamm“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Aus der Grafik geht hervor, dass die Zielwertstoffe am häufigsten Gegenstand von wissenschaftlichen Veröffentlichungen waren und über die letzten zwanzig Jahre hinweg konstant an Bedeutung gewannen. Mit 660 Publikationen wurde im Jahr 2013 ein vorläufiger Höchststand erreicht. Die Herkunftsbranche und die Technologie fanden auch



in jüngeren Jahren nicht viel Erwähnung, verzeichneten aber einen moderaten Anstieg der Publikationswerte.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Publikationen in verschiedenen Ländern von 1993 bis 2013 dargestellt.

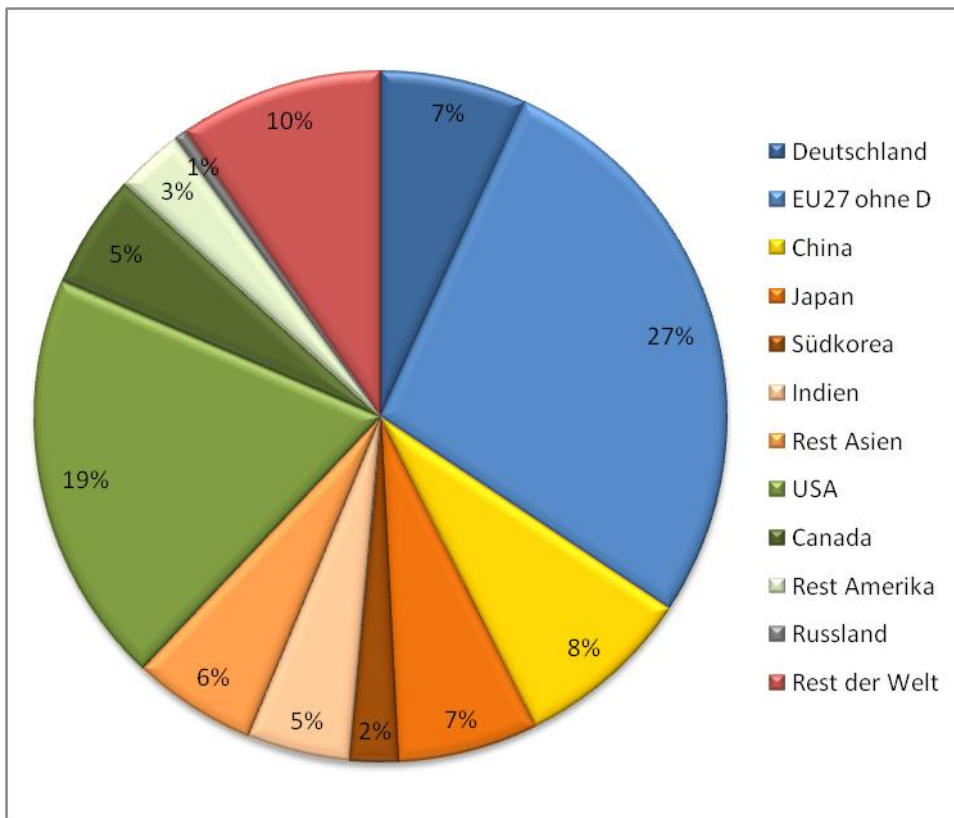


Abbildung 17.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ von 1993 – 2013

Dabei entsteht ein recht ausgewogenes Bild. Aus dem asiatischen (28%) und dem amerikanischen (27%) Raum stammten ungefähr gleich viele Publikationen, insbesondere den USA entstammt mit 19% fast ein Fünftel der weltweiten Veröffentlichungen. Europa kam auf einen Anteil von insgesamt 34%, stellte damit mehr als ein Drittel der Arbeiten zum Thema, Deutschland zeigt sich davon für circa ein Viertel verantwortlich.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

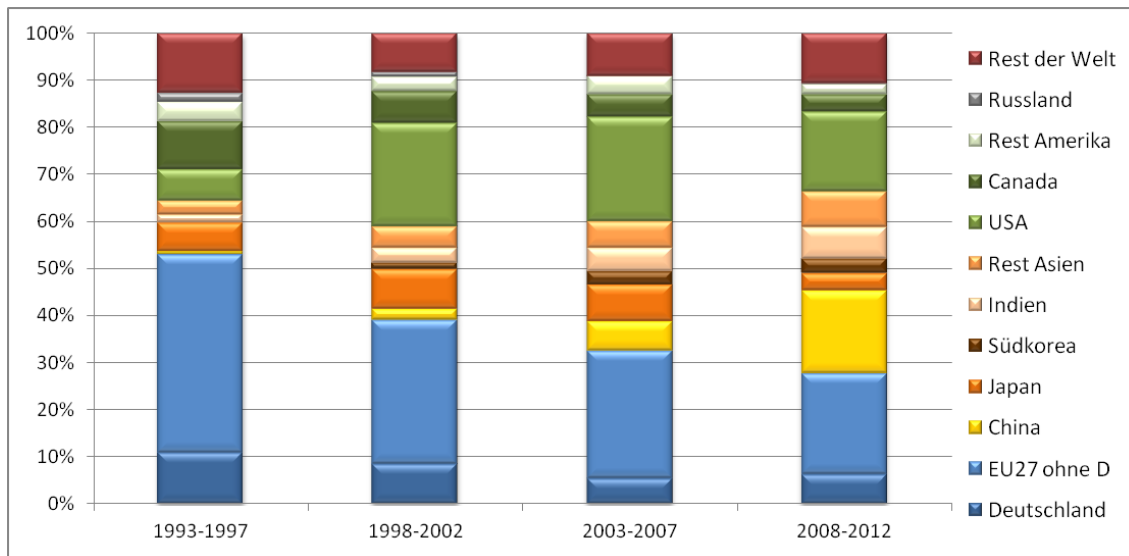


Abbildung 17.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ über die Zeitscheiben

Der Grafik ist zu entnehmen, dass das Thema sich in Asien wachsender Aufmerksamkeit erfreut. Nachdem in der ersten Periode kaum Publikationen zu verzeichnen waren, stieg der Anteil Chinas und auch Indiens an weltweiten Veröffentlichungen überproportional stark an, sodass die beiden Nationen in der letzten Periode einen Anteil von 17,6% (China) und 6,6% (Indien) publizierten.

Den entgegengesetzten Trend beobachtet man in Europa, dessen Anteile an den weltweiten Veröffentlichungen trotz steigender absoluter Publikationswerte im Laufe der letzten zwanzig Jahre beinahe um 25% sanken. Auch Deutschland verzeichnete rückläufige Anteile, ebenso wie Kanada und die USA, wo seit einem sprunghaften Anstieg in der zweiten Periode keine steigenden Publikationsanteile mehr registriert wurden.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die folgende Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlamm“.

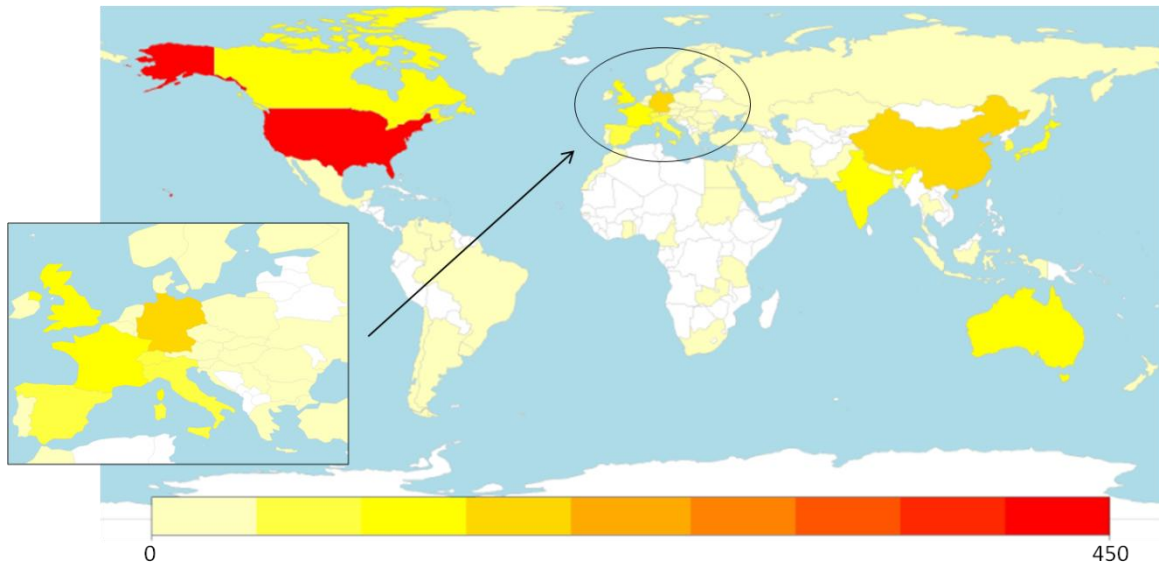


Abbildung 17.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlamm“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Den USA entstammte mit 442 Publikationen eine hohe Anzahl, danach folgten China, Japan und Deutschland, die jeweils zwischen 150 und 200 wissenschaftliche Arbeiten veröffentlichten. Desweiteren sind auch Kanada, Australien, Indien, Frankreich und Großbritannien nicht zu vernachlässigen, da auch diese Nationen eine Publikationsrate aufwiesen, deren Wert über 100 lag.

Themenanalyse

Das Themengebiet „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlamm“ wurde insbesondere in drei Bereichen häufig Inhalt von Publikationen: im Bereich der Chemie, der Ingenieurwissenschaften und der Umweltwissenschaften & Ökologie, wie die Grafik verdeutlicht. Daneben wurden auch in den Fachdisziplinen der Materialwissenschaften und der Biochemie & Molekularbiologie erhöhte Publikationsraten registriert.

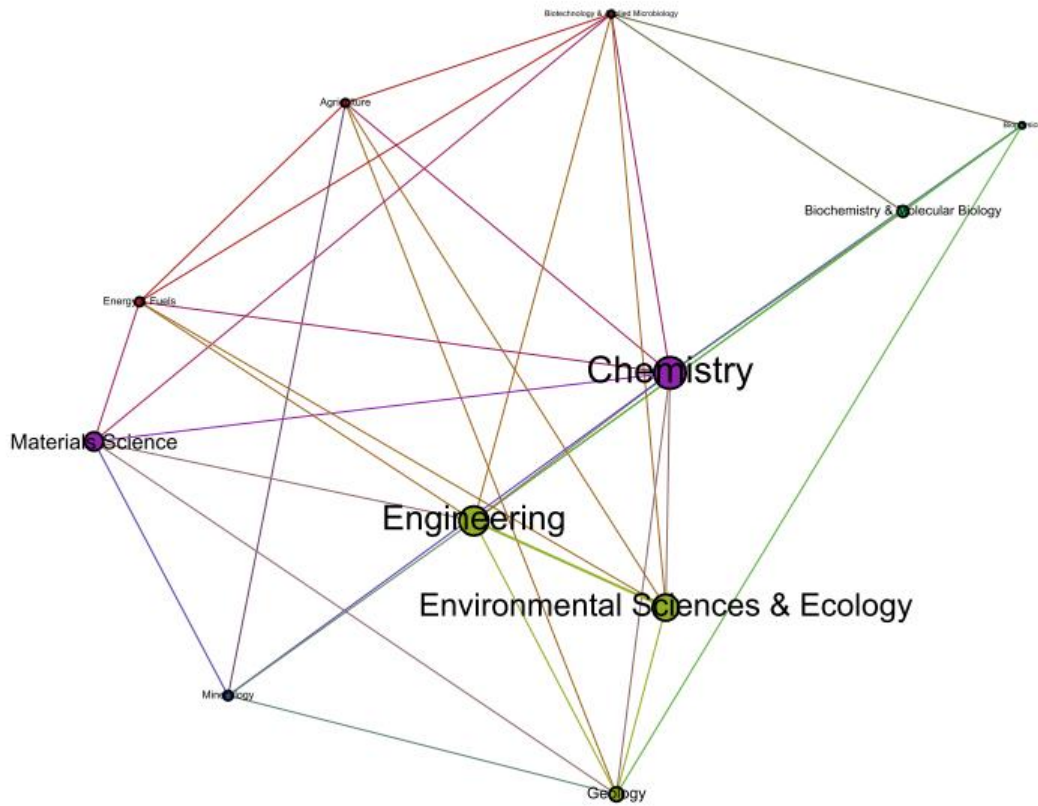


Abbildung 17.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



18 ZwiPhos

Das Verbundprojekt „ZwiPhos“ verfolgt das Ziel einer Konzepterstellung für die Lagerung von Klärschlammmonoverbrennungsaschen zur späteren Rückgewinnung von Phosphor.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Lagerung“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei konzentriert sich die erste auf den Zielwertstoff Phosphor, eine weitere Suchanfrage gilt den Veröffentlichungen zur Technologie: einem Konzept zur separaten Lagerung von Klärschlammaschen. Die dritte Anfrage fokussiert die Herkunftsbranche: die Rückstände bei der Monoverbrennung kommunaler Klärschlämme.

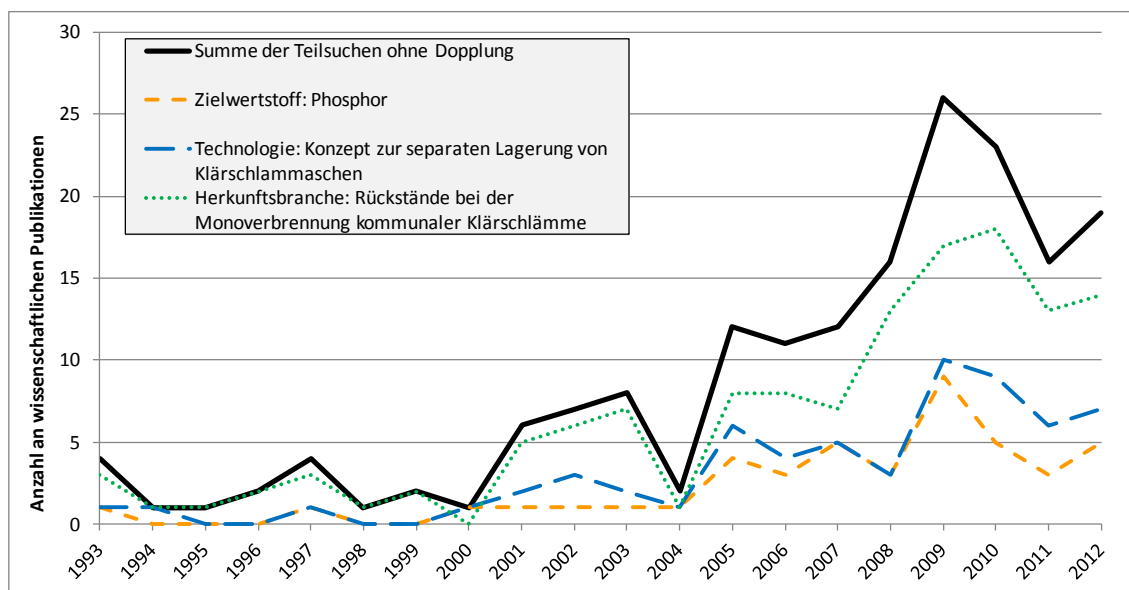


Abbildung 18.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ZwiPhos“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Aus den Untersuchungen geht hervor, dass zu diesem Themengebiet allgemein nur sehr wenige wissenschaftliche Arbeiten publiziert wurden. Im Jahr 2009 wurden mit insgesamt 29 Arbeiten die meisten Publikationen registriert. Dies entspricht einem sehr kleinen Wert im Vergleich zu den Publikationsraten anderer Projekte. Der Graph unterliegt starken Schwankungen, insgesamt ist jedoch eine positive Entwicklung zu be-



obachten. Am häufigsten war die Herkunftsbranche Gegenstand wissenschaftlicher Veröffentlichungen, die Unterschiede zwischen den einzelnen Suchanfragen sind jedoch minimal.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die weltweite Verteilung wissenschaftlicher Publikationen im Zeitraum zwischen 1993 und 2003.

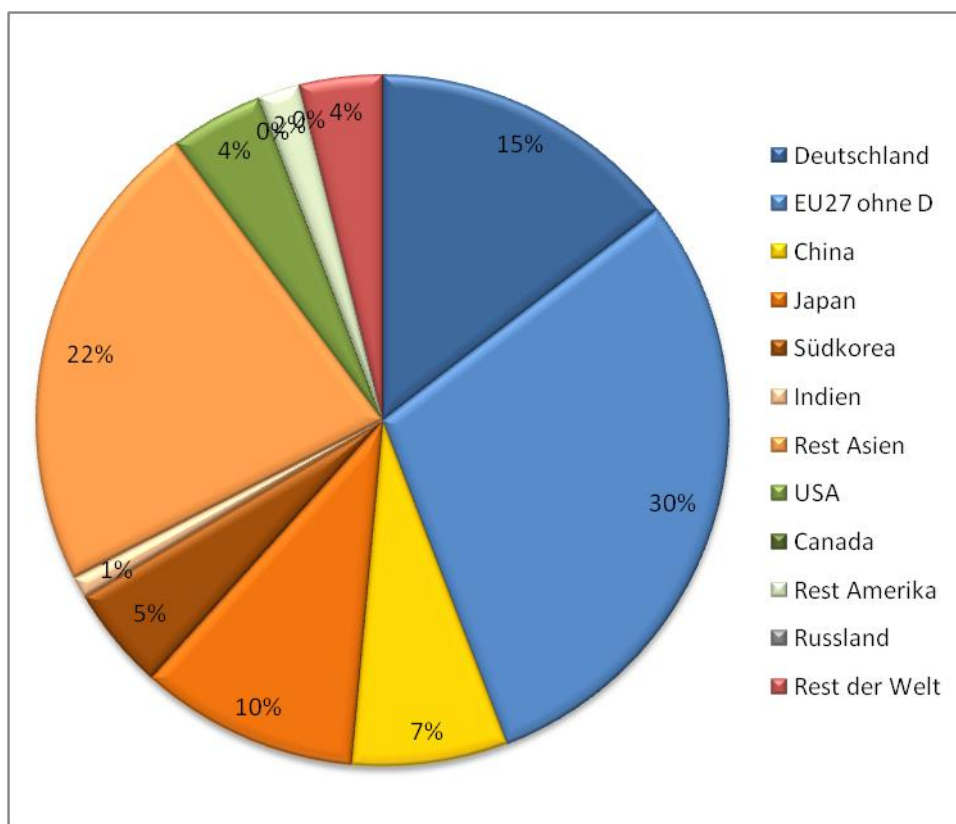


Abbildung 18.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ von 1993 – 2013

Daraus geht hervor, dass Europa mit 45% einen sehr großen Anteil der Publikationen stellt. Allein ein Drittel davon geht auf Deutschland zurück. Ebenfalls 45% der Veröffentlichungen wurde im asiatischen Raum publiziert, 10% in Japan, 7% in China und 22% in den nicht spezifisch aufgeführten Ländern in Asien. In anderen Nationen, darunter den USA (4%), wurden kaum wissenschaftliche Publikationen zu diesem Themengebiet registriert.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

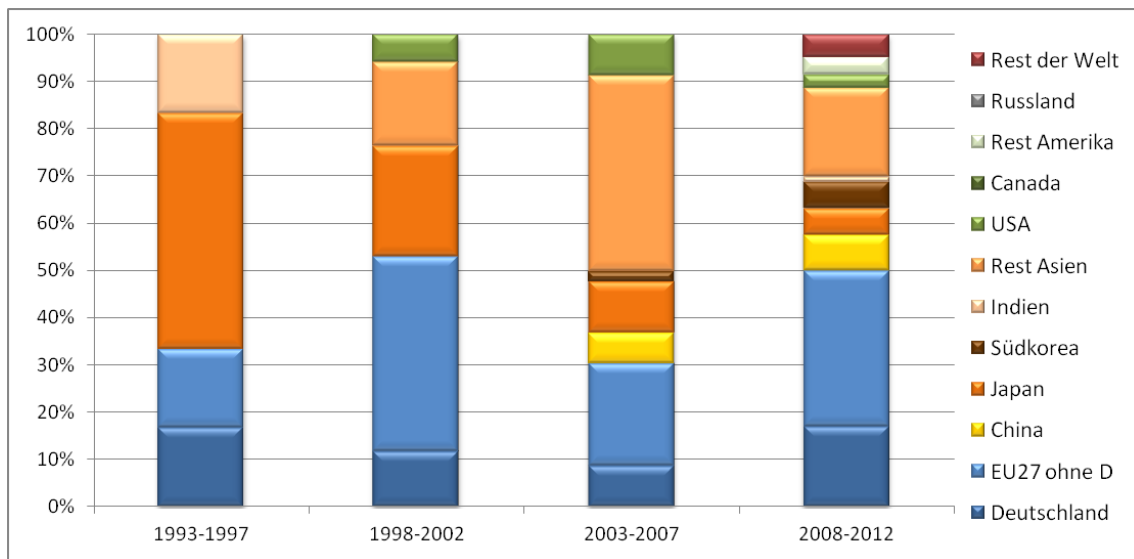


Abbildung 18.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ über die Zeitscheiben

Der Grafik ist zu entnehmen, dass in der ersten Dekade der Untersuchungen nur fünf Regionen überhaupt zu diesem Themengebiet publizierten, darunter Deutschland und das restliche Europa, Indien, die USA, Japan und die nicht spezifisch aufgeführten Länder Asiens. Dieses Bild hat sich bis heute verändert. Inzwischen wurden unter anderem auch in China und Südkorea wissenschaftliche Arbeiten zu dem Thema veröffentlicht. Europa entstammte nach relativ großen Schwankungen zuletzt wieder die Hälfte aller Publikationen, der Anteil Japans schrumpfte hingegen kontinuierlich auf einen Bruchteil von 5,6%.

Auffallend klein blieb der Anteil der USA und der gesamten amerikanischen Region, die gemeinsam zu keinem Zeitpunkt mehr als 10% der wissenschaftlichen Publikationen stellten.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

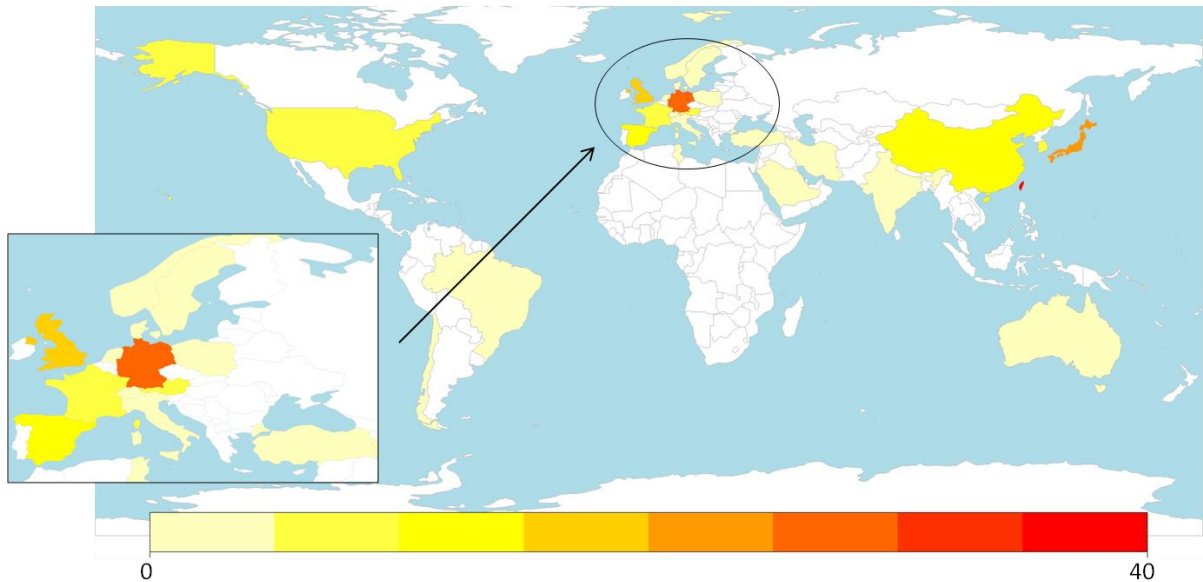


Abbildung 18.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Allgemein fällt auf, dass die Publikationswerte über den benannten Zeitraum sehr niedrig waren beziehungsweise in vielen Ländern gar nichts zum Thema publiziert wurde. Die meisten Publikationen stammten aus Taiwan, knapp gefolgt von Deutschland, das 30 Publikationen hervorbrachte. Großbritannien, Frankreich, Spanien und Österreich sorgten derweil mit Publikationsraten zwischen jeweils 5 und 25 Veröffentlichungen dafür, dass Europa insgesamt einen großen Anteil an Publikationen verzeichnete.

Themenanalyse

Das Themengebiet umfasste nur relativ wenige Bereiche, in denen Publikationen registriert wurden. Die meisten Veröffentlichungen stammten dabei aus der Fachdisziplin Optik, da hier Publikationen zur Rückgewinnung von Phosphor aus Fluoreszenzlampen angesiedelt sind.



Nennenswert sind zudem die Bereiche Ingenieurs- und Umweltwissenschaften und Ökologie.

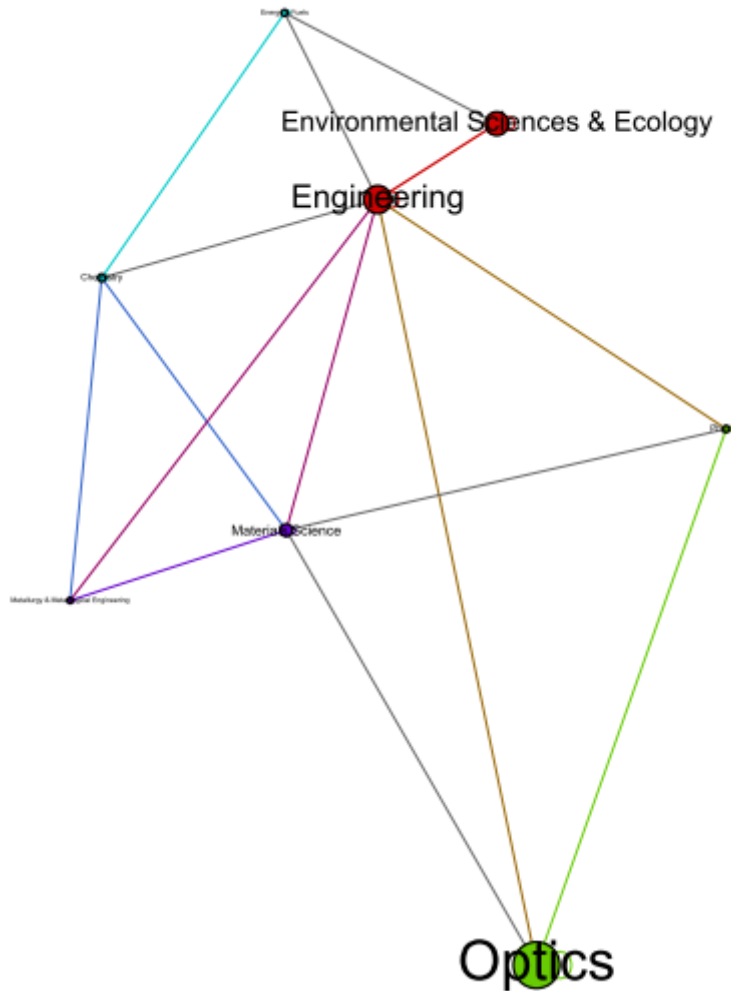


Abbildung 18.5: Themennetz zum Thema „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



19 UrbanNickel

Das Verbundprojekt „UrbanNickel“ hat das Ziel, Nickel aus deponierten Neutralisations- schlämmen der Edelstahlindustrie zurückzugewinnen und wiederzuverwerten.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Rück- gewinnung und Wiederverwertung aus deponierten Neutralisations- schlämmen“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Die erste Suchanfrage gilt dem Zielmetall Nickel, eine weitere konzentriert sich auf die Technologie der selektiven Laugung/ Fällung/ Rest- schlammbehandlung und die dritte Anfrage widmet sich den Veröffentlichungen zur Herkunftsbranche: der Edelstahlindustrie, Edelstahlverhüttung und Chemieindustrie.

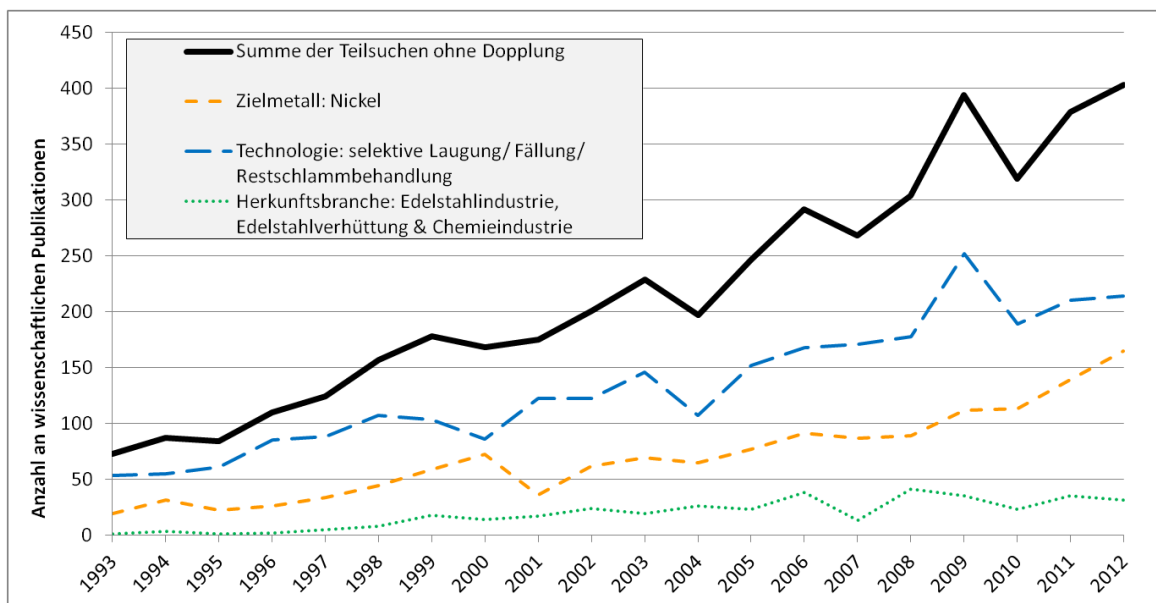


Abbildung 19.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „UrbanNickel“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Allgemein verzeichnet die Technologie die meisten Publikationen. Zudem entwickelt sich die Publikationsrate bis auf zwei Ausschläge in den Jahren 2004 und 2009 konstant positiv. Auch das Zielmetall Nickel wurde in den letzten zehn Jahren immer häufiger Gegenstand wissenschaftlicher Publikationen und erreichte im Jahr 2013 einen vorläufigen Höchstwert von 180 Veröffentlichungen. Die Herkunftsbranche, die Edelstahlindustrie, wurde am seltensten Inhalt wissenschaftlicher Publikationen.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die weltweite Verteilung wissenschaftlicher Publikationen im Zeitraum zwischen 1993 und 2003.

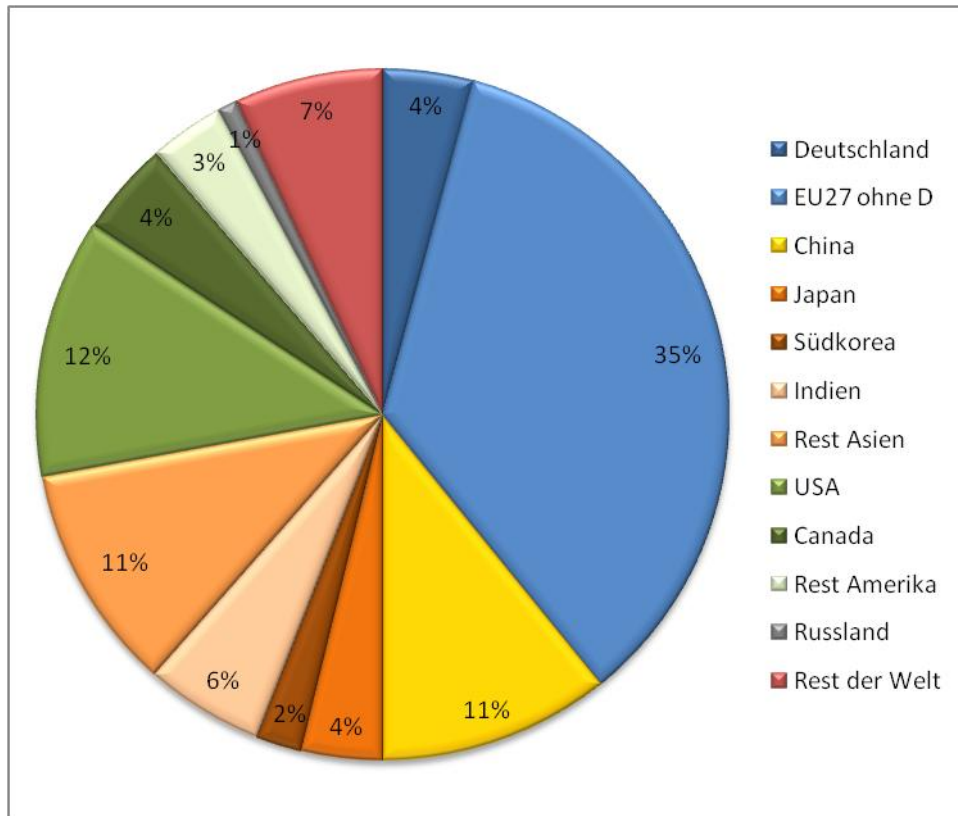


Abbildung 19.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlammern“ von 1993 – 2013

Die europäischen Nationen veröffentlichten 39% der weltweiten Arbeiten zu benanntem Thema, auf Deutschland entfiel dabei mit 4% nur ein vergleichsweise kleiner Bruchteil.

Die USA (12%) und China (11%) publizierten auf diesem Gebiet ungefähr gleich viele Arbeiten, daneben sind auch auf Indien (6%), Kanada und Japan (je 4%) und die nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Länder (11%) einige Publikationen zurückzuführen.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlamm“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

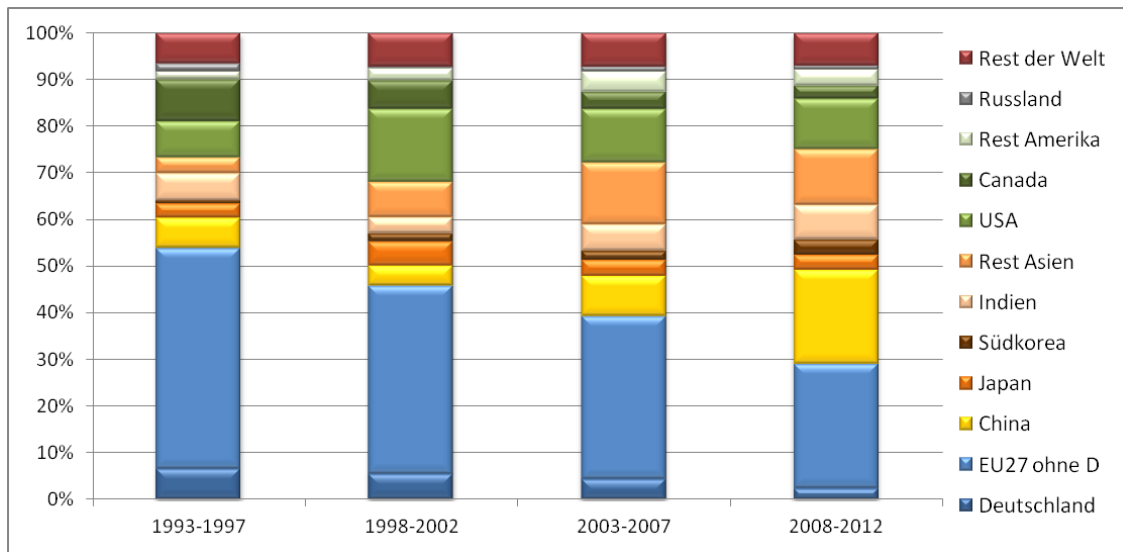


Abbildung 19.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlamm“ über die Zeitscheiben

Eine stark positive Entwicklung zeichnet sich über den gesamten Zeitraum in China, Indien und den nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Länder ab. Allein der Anteil Chinas steigerte sich in den letzten fünfzehn Jahren von 4,3% auf 20%. Der Anteil der USA blieb in der letzten Dekade recht konstant bei Werten um 10%. An Anteilen verloren hat vor allem Europa samt Deutschland. Nachdem in der ersten Periode noch mehr als 50% der Publikationen aus Europa stammten, waren es im Zeitraum von 2008 bis 2012 nur noch 29,1%. Deutschland publizierte in der letzten Zeiteinheit nur noch 2,4% der weltweiten Arbeiten zu dem Thema.

Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlamm“.

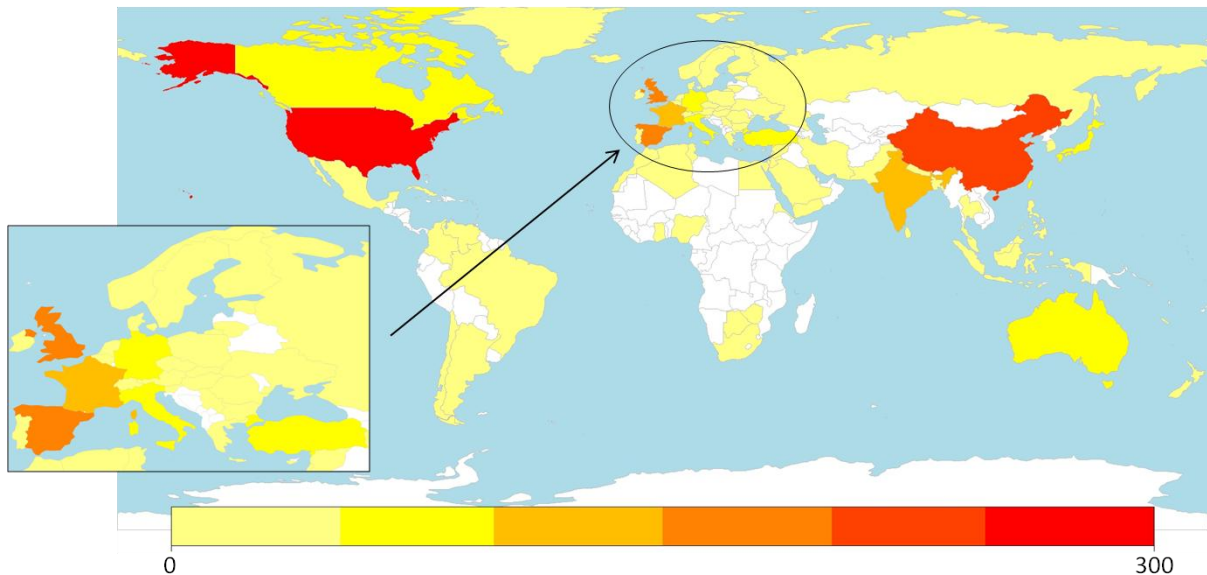


Abbildung 19.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlämmen“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Die Publikationen verteilten sich dabei auf eine Hand voll Nationen, darunter den USA, die mit 261 wissenschaftlichen Arbeiten am meisten publizierten. An zweiter Stelle folgte China mit 233 Publikationen. Zudem wurden auch in Spanien, Großbritannien, Frankreich und Indien mehr als zweihundert Publikationen verzeichnet.

Themenanalyse

Ein Blick auf die Grafik verdeutlicht, dass zu diesem Thema nur in einem recht eingeschränkten Bereich an Fachdisziplinen publiziert wurde. Dieser Bereich zeichnete sich jeder durch eine starke Vernetzung aus. Der Schwerpunkt lag dabei in den Fachdisziplinen der Umweltwissenschaften und der Ökologie sowie dem Ingenieurwesen. Hier wurden die meisten wissenschaftlichen Arbeiten veröffentlicht. Daneben stammten einige Publikationen aus dem Bereich der Chemie und dem Netzwerk aus Landwirtschaft, Biotechnologie und Energie & Rohstoffen.

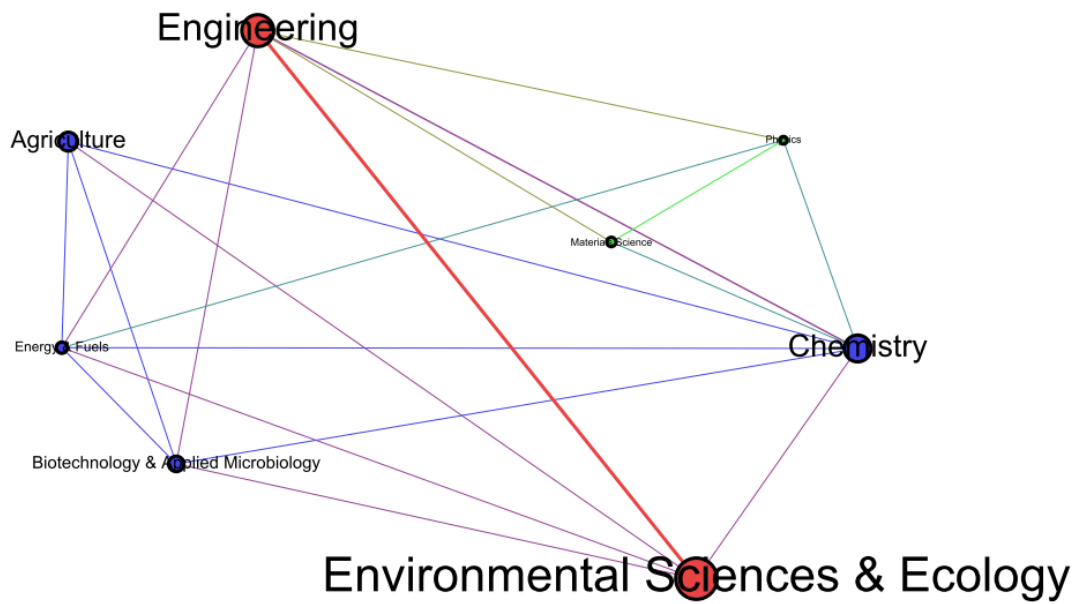


Abbildung 19.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung und Wiederverwertung von Nickel aus deponierten Neutralisationsschlämmen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



20 REStrateGIS

Ziel des Verbundprojekts „REStrateGIS“ ist die Konzeption und Entwicklung eines bundesweiten Ressourcenkatasters für Hüttenhalden durch Einsatz von Geoinformationstechnologien, um Wertstoffaufkommen in deutschen Halden aufzuzeigen.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Erstellung eines bundesweiten Ressourcenkatasters für Hüttenhalden“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei konzentriert sich die erste auf die Zielmetalle, wozu verschiedene strategische Metalle zählen. Eine weitere beschäftigt sich mit der Technologie, darunter verschiedenen Geoinformationstechnologien, und die Hüttenhalden als Herkunftsbranche sind Inhalt der letzten Suchanfrage.

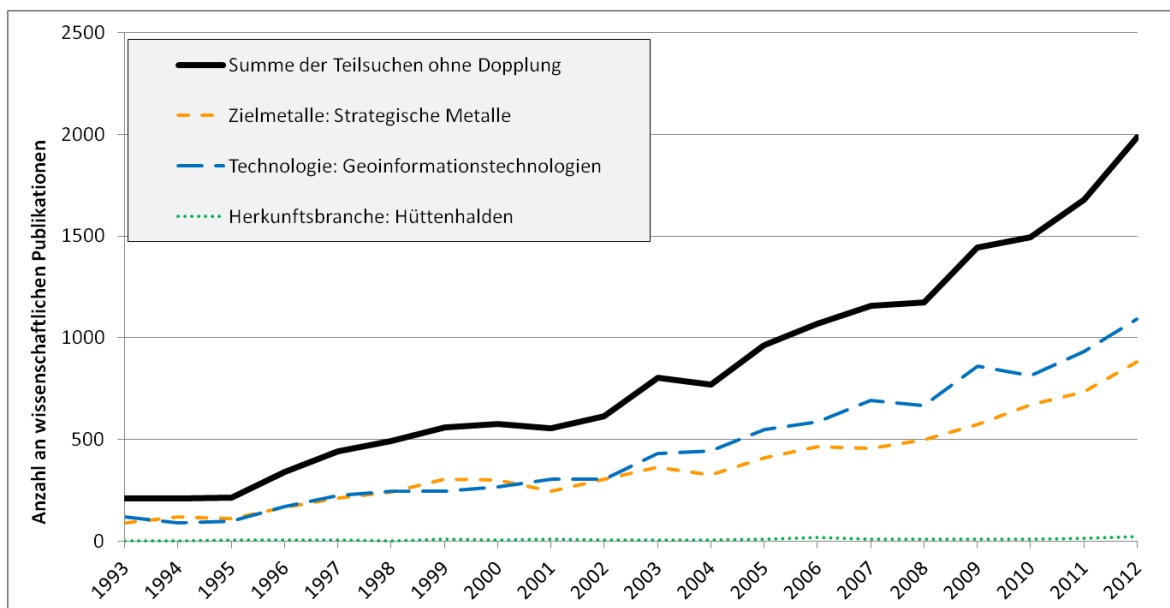


Abbildung 20.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „REStrateGIS“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Insgesamt verzeichnet das Themengebiet eine recht hohe Anzahl an Publikationen, im Jahr 2013 wurden nach fast durchgehend positiver Entwicklung knapp 2000 Veröffentlichungen registriert. Diese Beobachtung ist vor allem auf die steigenden Publikationsraten zu den Zielmetallen und der Technologie zurückzuführen. Die Herkunftsbranche wurde hingegen auch in jüngerer Zeit kaum Inhalt wissenschaftlicher Arbeiten.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die weltweite Verteilung wissenschaftlicher Publikationen im Zeitraum zwischen 1993 und 2003.

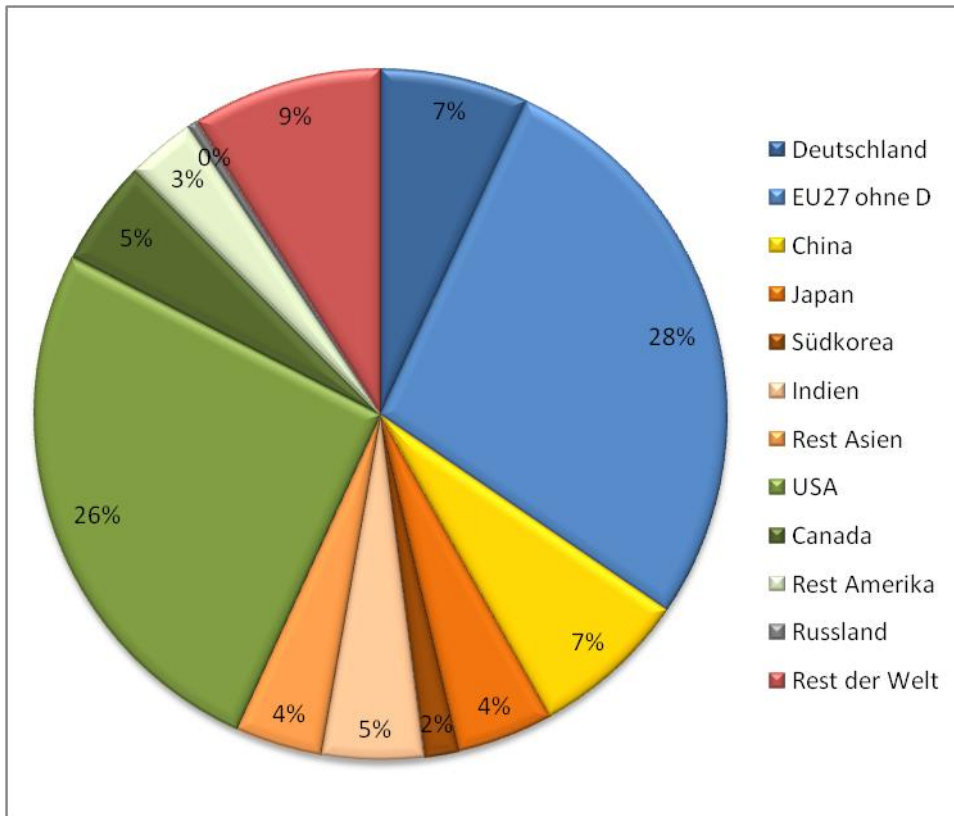


Abbildung 20.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Erstellung eines bundesweiten Ressourcenkatalogs für Hüttenhalden“ von 1993 – 2013

Den USA waren mehr als ein Viertel der Veröffentlichungen zuzuschreiben, Kanada kam auf einen Wert von 5%. Europäische Publikationen beschäftigten sich ebenfalls recht häufig mit dem Thema, 35% stammten aus Europa, davon war ein Viertel auf Deutschland zurückzuführen.

Den geringsten Anteil stellte der asiatische Raum, gemeinsam wurden dort rund 22% der weltweiten Arbeiten publiziert. China veröffentlichte mit 7% im benannten Zeitraum den gleichen Anteil wie Deutschland.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Erstellung eines bundesweiten Ressourcenkatalogs für Hüttenhalden“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

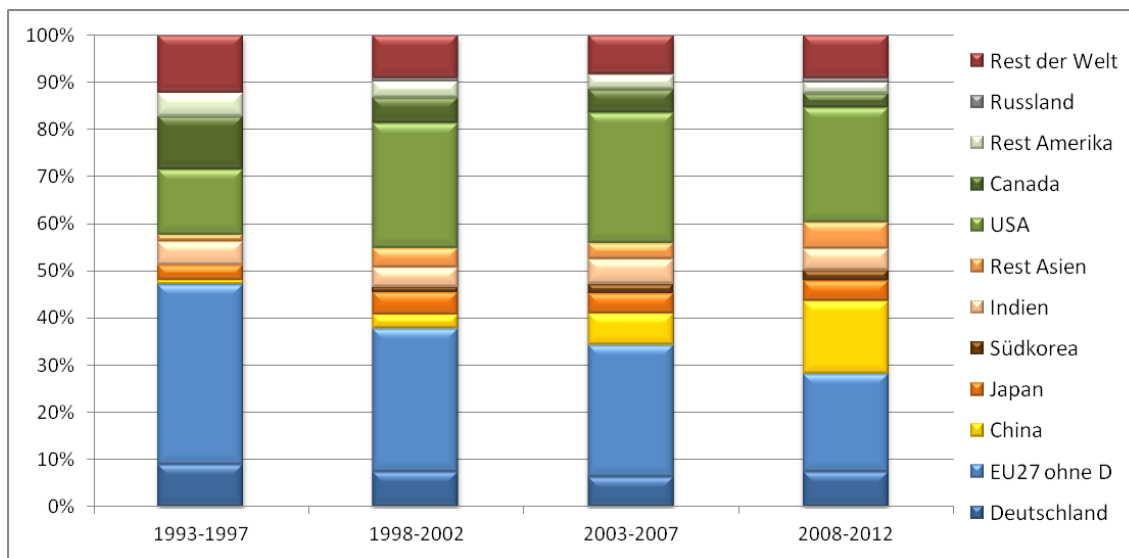


Abbildung 20.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „bundesweites Ressourcenkatalog für Hüttenhalden“ von über die Zeitscheiben

Ein deutliches Wachstum verzeichnete vor allem China, dessen Anteil an den weltweiten Publikationen sich in den letzten fünf Jahren fast verfünffachte und in der letzten Periode bei 15,4% lag. Daneben verzeichneten über den gesamten Zeitraum lediglich die nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Staaten und die USA eine positive Entwicklung. Die Vereinigten Staaten büßten in der letzten Periode zwar an Anteilen ein und stellten zuletzt nur noch 24,4% der weltweiten Publikationen, doch durch den außerordentlich starken Anstieg in der zweiten Phase sind die Anteile der USA immer noch hoch.

Die europäischen Nationen verzeichneten insgesamt eine konstant negative Entwicklung, ihr Anteil sank in den vergangenen zwanzig Jahren von 47,2% auf 28,3%. Aus Deutschland stammten im Zeitraum von 2008 bis 2012 noch 7,3% der weltweiten Publikationen.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

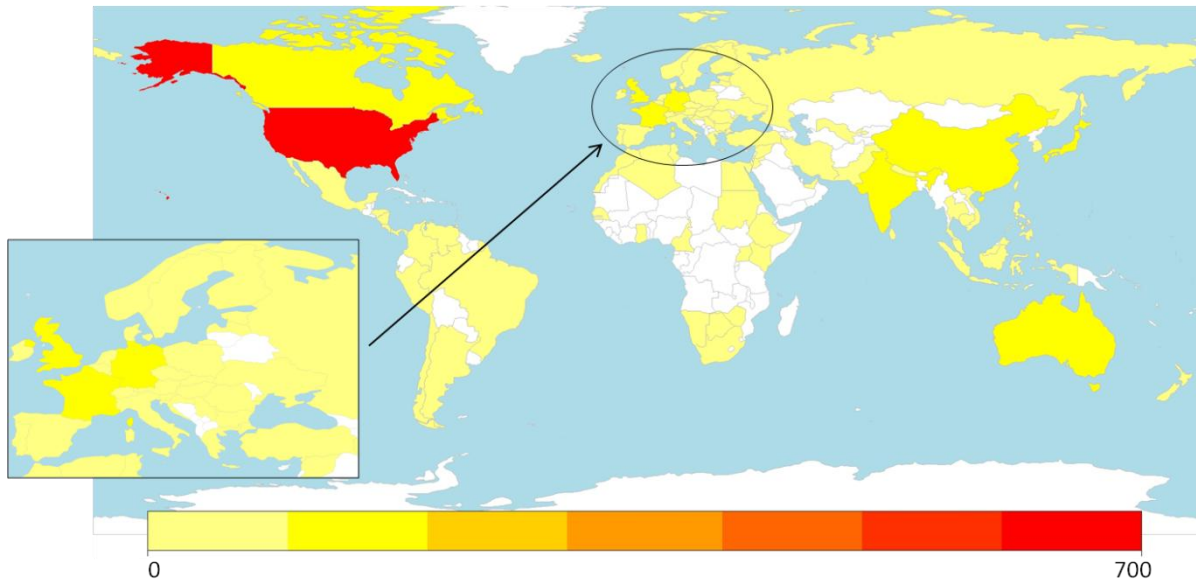


Abbildung 20.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Erstellung eines bundesweiten Ressourcenkatasters für Hüttenhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Ein großer Teil der Publikationen aus der restlichen Welt stammt demnach aus Australien, wo mehr als 100 wissenschaftliche Arbeiten zum Thema veröffentlicht wurden. Ebenso stammten unter anderem aus Kanada (116), Deutschland (162), Frankreich und Großbritannien sowie im asiatischen Raum aus Indien (112), Japan (105) und China (172) ähnlich viele Publikationen. Mit deutlichem Abstand verzeichneten jedoch die USA mit 601 Veröffentlichungen die höchste Publikationsrate im benannten Zeitraum.

Themenanalyse

Aus der Grafik geht auf den ersten Blick bereits die hohe Vernetzung der verschiedenen Bereiche hervor. Bedeutend waren hinsichtlich der Publikationen auf diesem Themengebiet vor allem die Umweltwissenschaften & Ökologie, die Ingenieurwissenschaften sowie die Chemie. Bereits deutlich seltener stammten die Veröffentlichungen aus den Bereichen Geologie, Materialwissenschaften, Landwirtschaft und Energie & Rohstoffe.

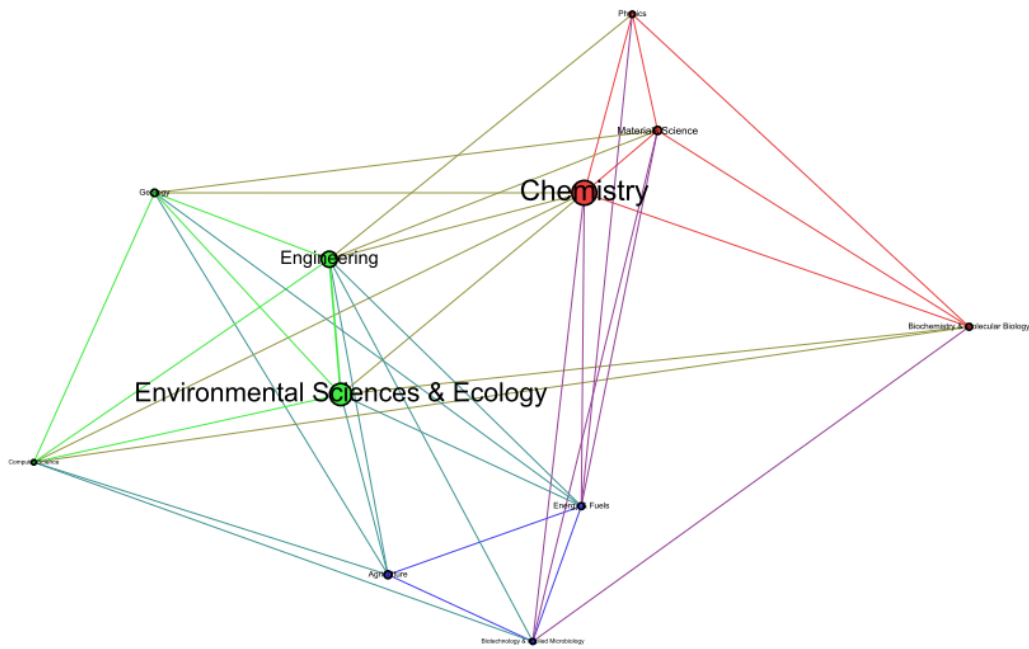


Abbildung 20.5: Themennetz zum Thema „Erstellung eines bundesweiten Ressourcenkatasters für Hüttenhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



21 ROBEHA

Das Verbundprojekt „ROBEHA“ strebt die Identifizierung des Rohstoffpotentials aus Bergbau- und Hüttenhalden am Beispiel des Westharzes und die vollständige Verwertung der metallhaltigen Rohstoffe und der mineralischen Reststoffe bei gleichzeitiger Verbesserung der Umweltqualität an.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Die erste Suchanfrage beschäftigt sich mit den Zielmetallen, die hier verschiedensten Metallen aus den Bergbauhalden entsprechen. Eine weitere fokussiert die Publikationen zum Verfahren, also der Methodenentwicklung zur Identifikation des Rohstoffpotentials von Bergbau- und Hüttenhalden. Die Herkunftsbranche, die Bergbau- und Hüttenhalden, ist Inhalt der dritten Suchanfrage.

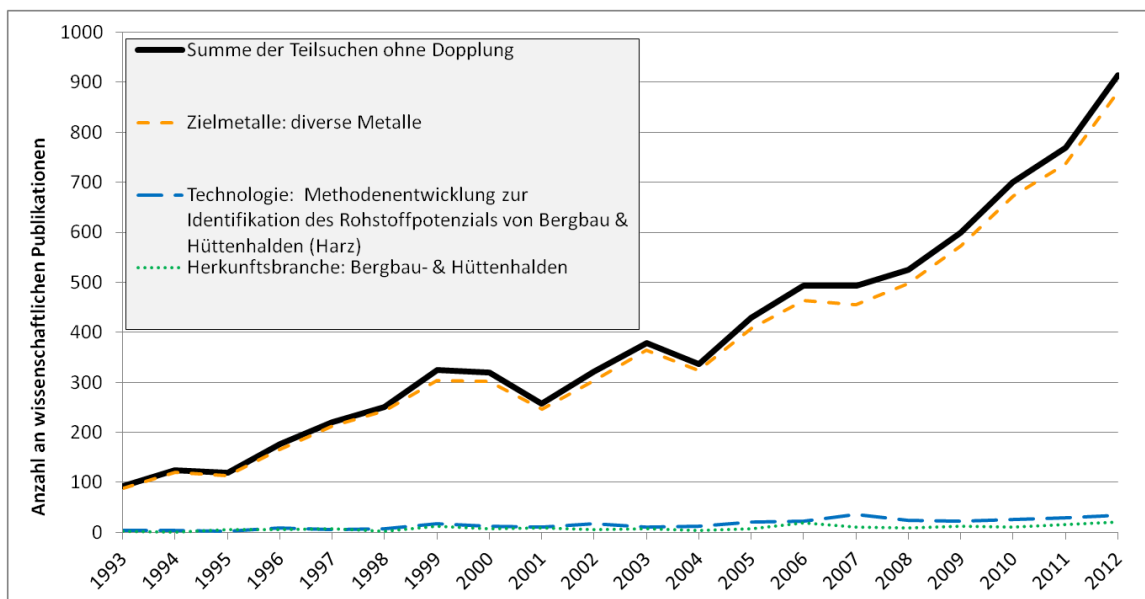


Abbildung 21.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ROBEHA“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Die einzelnen Suchanfragen ergaben sehr unterschiedliche Ergebnisse. Während zur Technologie und der Herkunftsbranche kaum Publikationen registriert wurden, hatten im Jahre 2013 938 wissenschaftliche Veröffentlichungen die benannten Zielmetalle



zum Inhalt. Damit bestimmt der Graph der Zielmetalle auch maßgeblich den Graphen der Summe aller Suchanfragen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

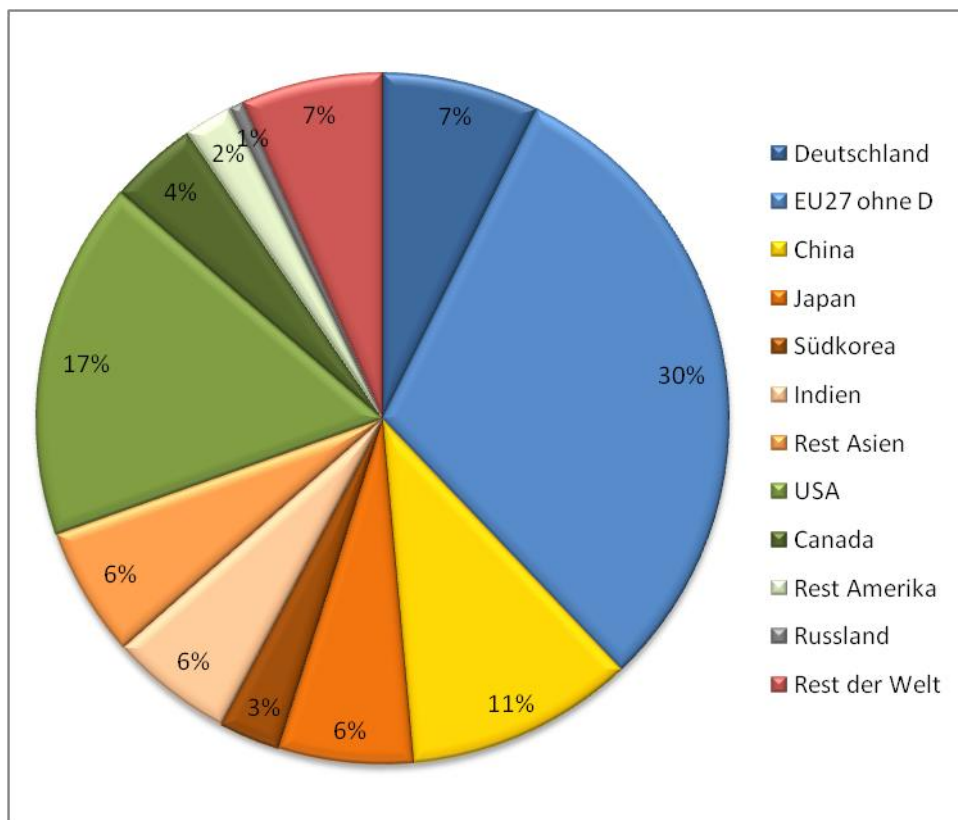


Abbildung 21.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westtharzes“ von 1993 – 2013

Ein Großteil der Veröffentlichungen, rund 37%, stammt dabei aus Europa, Deutschland allein kam auf 7%. Daneben publizierte Asien zahlreich. Vorreiter war dort China mit 11%, danach folgten Japan, Indien und die hier nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Länder mit jeweils 6%.

Etwas weniger Publikationen entstammten dem amerikanischen Raum, wo die USA mit 17% einen beträchtlichen Anteil stellten, Kanada (4%) und die restlichen Nationen (2%) nur wenig zum Thema publizierten.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

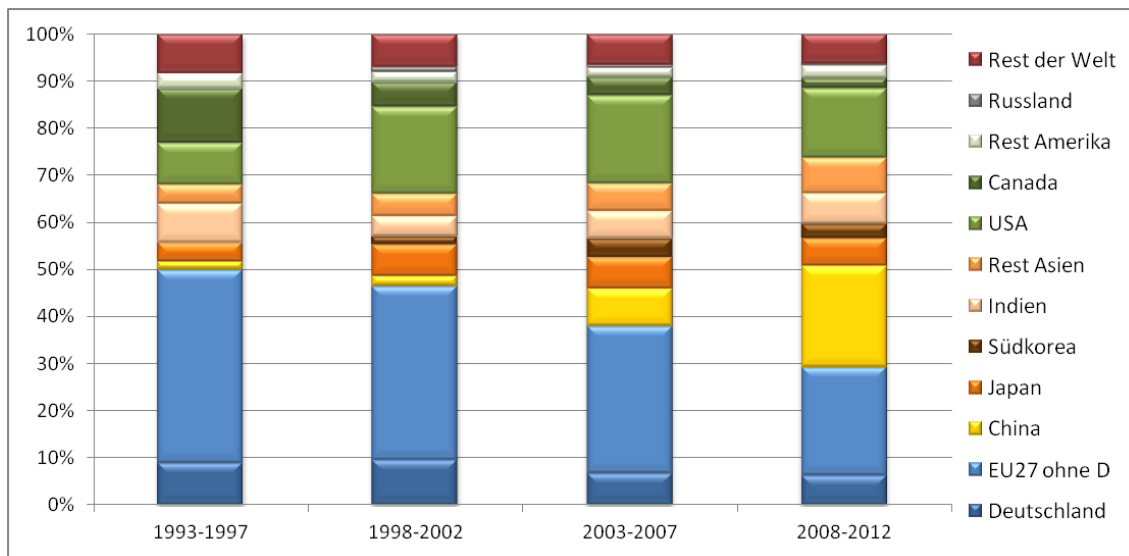


Abbildung 21.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ über die Zeitscheiben

Deutlich sichtbar geht aus dem Diagramm ein starker Rückgang der europäischen Publikationsanteile hervor. In den vergangenen zwanzig Jahren reduzierte sich deren Anteil von 50% auf rund 29%. Auch die USA und Kanada publizierten im Zeitraum von 2008 – 2012 mit knapp 17% im weltweiten Vergleich weniger als noch in den Perioden zuvor. Die Lücke schließen China und die anderen asiatischen Staaten. China erweiterte seinen Anteil an Publikationen zum Thema allein von der dritten zur vierten Periode von 8% auf 21,5%.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

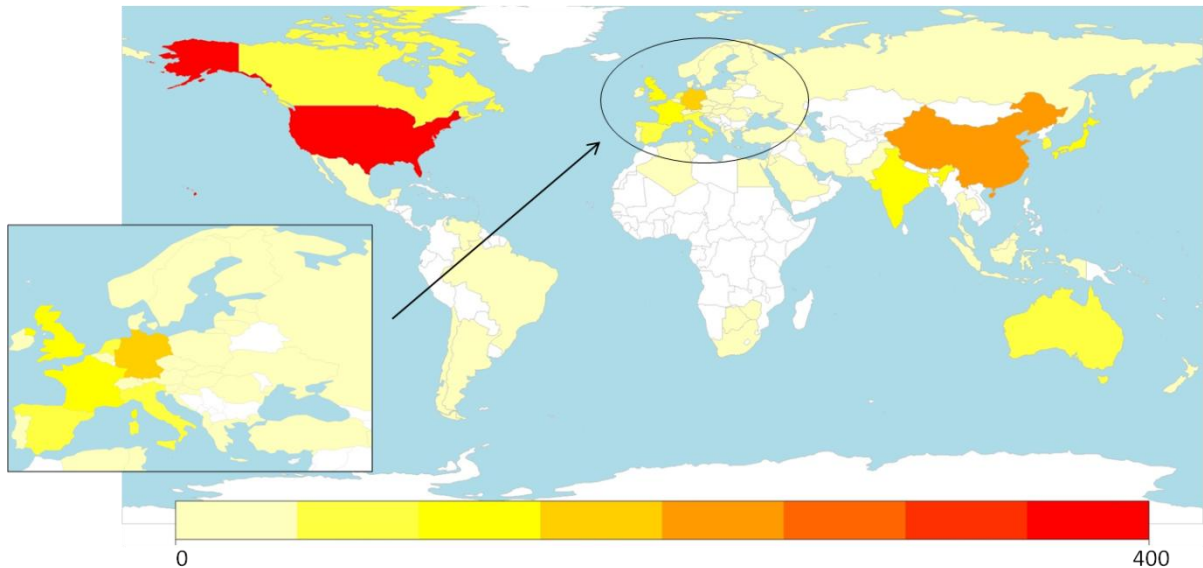


Abbildung 21.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ im Zeitraum von 1993 – 2013

369 Publikationen stammten dabei allein aus den USA, was dem höchsten Wert entspricht, China war Ursprung von 235 Veröffentlichungen. Danach folgte Deutschland, das im benannten Zeitraum genau 162 wissenschaftliche Arbeiten zum Thema publizierte. Auffällig ist hier, dass die Publikationen sich auf wenige Ballungsräume verteilten. Neben Nordamerika, Mittel- und Westeuropa und dem asiatischen Dreieck mit China, Indien und Japan verzeichnete weltweit keine Nation mehr als einhundert Publikationen zum Thema.

Themenanalyse

Aus dem Graphen wird ersichtlich, dass die Chemie hinsichtlich der Publikationen zum Thema eine zentrale Rolle einnahm. Hier wurden die meisten Veröffentlichungen verzeichnet, zudem wies der Bereich einen hohen Vernetzungsgrad auf und diente als Brückenkopf zwischen den verschiedenen Netzwerken. Weiter sind die Disziplinen Ingenieurwesen und Umweltwissenschaften & Ökologie auf diesem Themengebiet erwähnenswert.

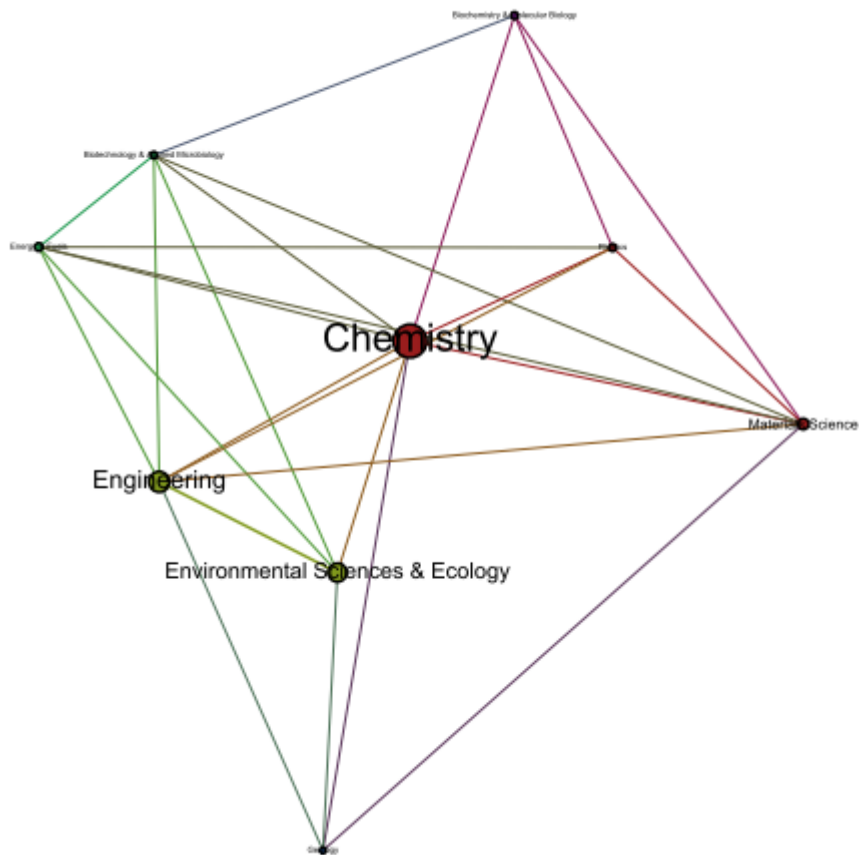


Abbildung 21.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ im Zeitraum von 1993–2013 (Filter)



22 SMSB

Das Verbundprojekt „SMSB“ hat sich zum Ziel gesetzt, die Rohstoffvorkommen in sächsischen Bergbauhalden zu untersuchen und Verfahren zur Gewinnung strategischer Metalle und Mineralien zu entwickeln.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Erstere widmet sich den Zielmetallen: Lithium, Zink, Silber, Indium, Zinn und Wolfram. Eine weitere Suchanfrage konzentriert sich auf die Technologie: ein Recyclingverfahren zur Rohstoffgewinnung aus Bergbauhalden. Die Herkunftsbranche, Bergbauhalden, stellen die dritte Suchanfrage dar.

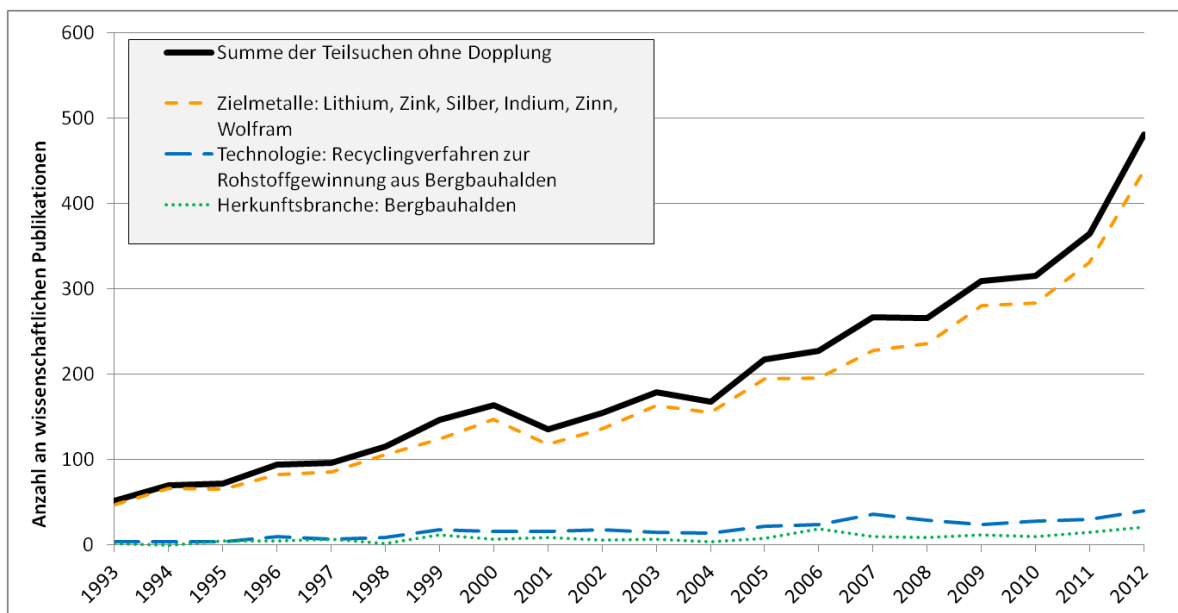


Abbildung 22.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „SMSB“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Die Ergebnisse brachten hervor, dass zur Technologie und zur Herkunftsbranche trotz einer minimalen positiven Entwicklung bisher nur sehr wenige wissenschaftliche Arbeiten publiziert wurden. Lediglich die Publikationsraten von Arbeiten zu den benannten Zielmetallen stiegen kontinuierlich an und entwickelten sich insbesondere seit dem Jahr 2010 sehr positiv.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

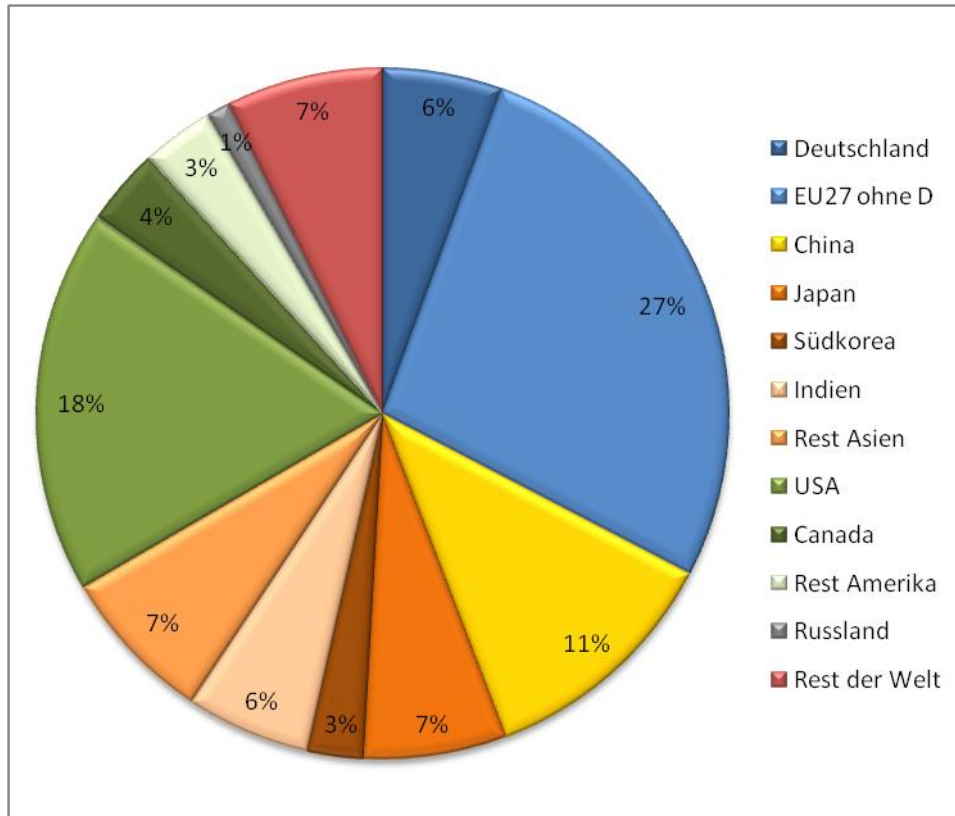


Abbildung 22.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ von 1993 – 2013

Ein Drittel der wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem Themengebiet wurde in Asien veröffentlicht. China stellte mit 11% die meisten Publikationen in Fernost, daneben publizierten Indien und Japan zahlreich zu diesem Thema. Ebenfalls ein Drittel der weltweiten Arbeiten wurde in Europa veröffentlicht, davon entfallen 6% auf Deutschland. Der amerikanische Raum stellte ein Viertel der Publikationen, die meisten entstammten dabei den USA (18%).

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ wurden vier Zeit-



scheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

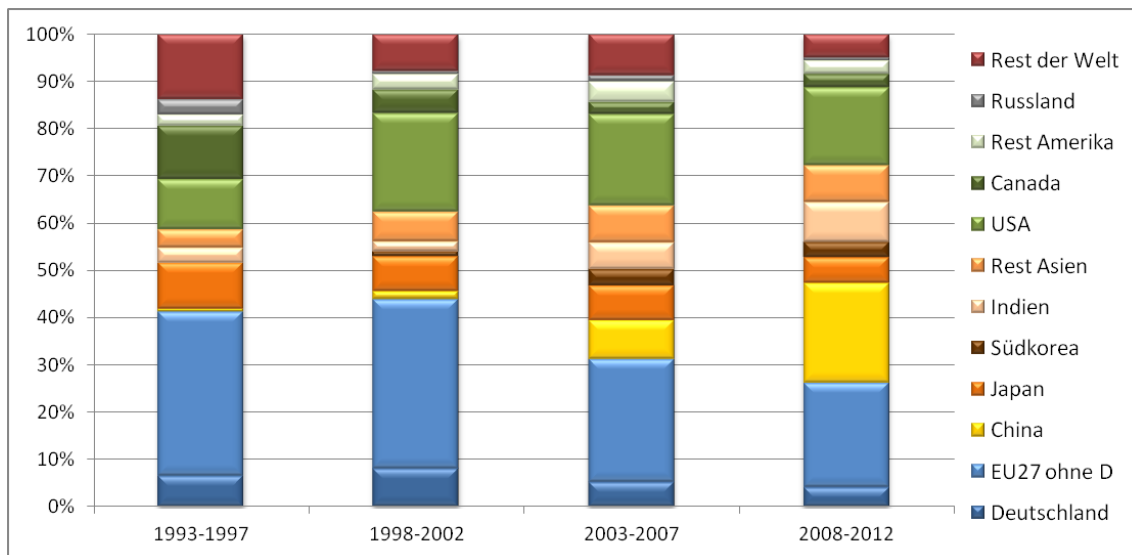


Abbildung 22.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ über die Zeitscheiben

Mit Ausnahme von Japan verzeichneten alle asiatischen Länder steigende Publikationsanteile auf diesem Gebiet. China ragt dabei durch sein überproportionales Wachstum in den letzten zehn Jahren hervor, nachdem es zuvor kaum durch wissenschaftliche Veröffentlichungen zu diesem Thema auffiel. Im direkten Vergleich veröffentlichte Europa im Zeitraum von 2003 – 2007 noch rund vier Mal so viele Arbeiten wie China, in der letzten Periode von 2008 – 2012 waren nicht einmal mehr 1,5 Mal so viele Arbeiten.

Nachdem die USA ihren Anteil an Publikationen in der zweiten Periode deutlich ausgebaut hatten, ließ sich eine leicht negative Entwicklung beobachten, sodass der nordamerikanische Raum, auch aufgrund der niedrigen kanadischen Publikationsrate, im letzten Zeitraum zum ersten Mal nicht mehr über ein Fünftel der Publikationen stellte. Die Publikationsrate des restlichen amerikanischen Raumes blieb konstant niedrig, die nicht kategorisierten Nationen publizierten zuletzt sogar deutlich weniger Anteile als noch vor zwanzig Jahren.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik veranschaulicht farblich die absolute Anzahl an Publikationen der einzelnen Nationen zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“.

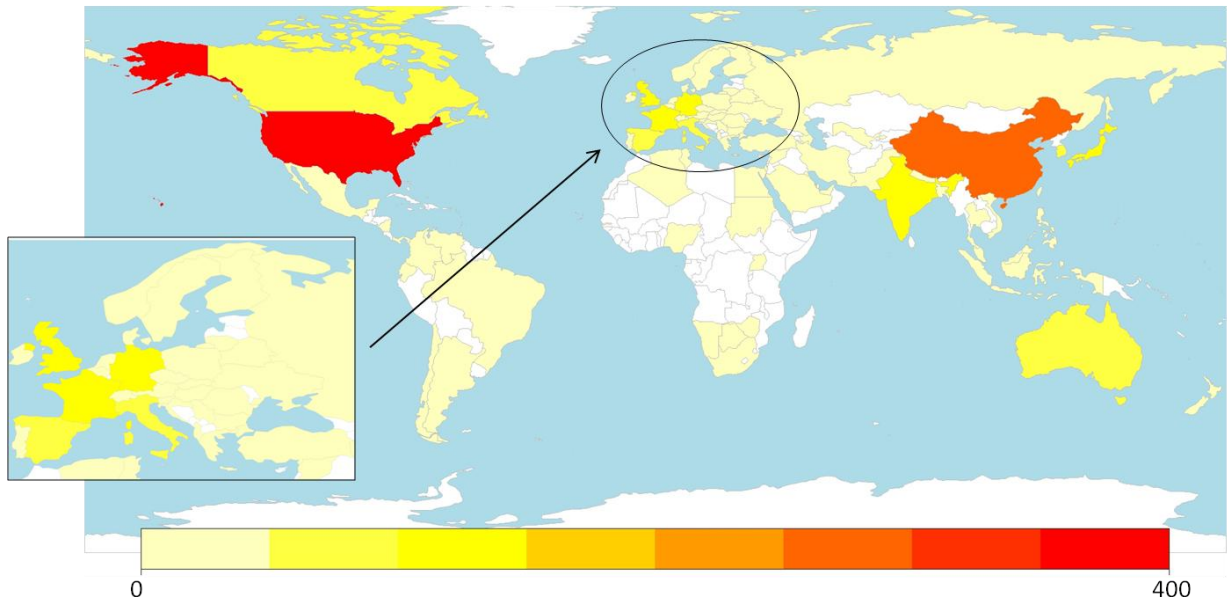


Abbildung 22.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Die USA hoben sich als Ursprung der meisten Publikationen hervor, insgesamt wurden dort im benannten Zeitraum 392 Veröffentlichungen registriert. Danach folgte mit China ein weiteres Land, das mehr als 200 Publikationen hervorbrachte (252). Die weiteren Publikationen entfielen daneben vor allem auf die europäischen G8-Staaten und Spanien, Indien, Japan und Australien.

Themenanalyse

Aus der Grafik geht hervor, dass der Bereich Chemie die Publikationen zum Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ dominierte und mit allen Fachdisziplinen, die allgemein zu diesem Thema publizierten, Verbindungen hielt. Daneben wurden zudem in den Fachbereichen Ingenieurwesen und Umweltwissenschaften & Ökologie publiziert. Ein kleiner, aber nennenswerter Anteil entfiel auf die Materialwissenschaften und den Energie- und Rohstoffbereich.

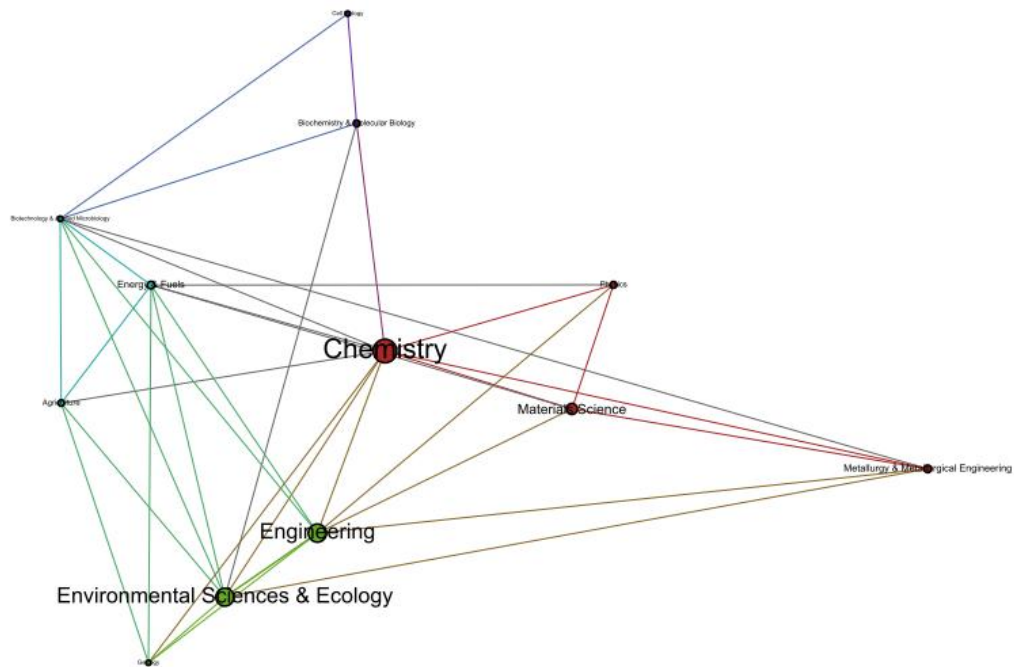


Abbildung 22.5: Themennetz zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



23 Grenzflächen

Ziel des Verbundprojekts „Grenzflächen“ ist die Verbesserung der Wiederverwertung verschiedener Komponenten in Verbundbaustoffen durch ihren Aufschluss mittels mikrowelleninduziertem Grenzflächenversagen.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen im Themenfeld des Projektes „Grenzflächen“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Eine Suchanfrage gilt den Zielwertstoffen, die verschiedene Baustoffe der Bauindustrie umfassen. Eine weitere beschäftigt sich mit der Technologie: dem mikrowelleninduzierten Grenzflächenversagen. Die letzte Suchanfrage konzentriert sich auf die Herkunftsbranche: Baustellenabfälle, Bauschutt und Gebäudesanierung.

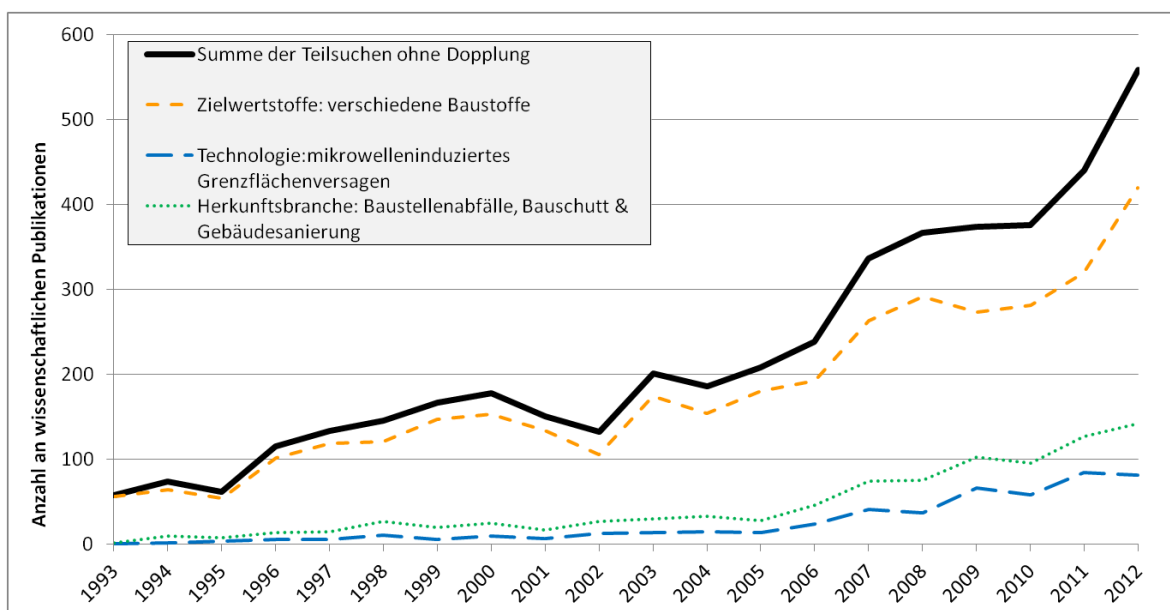


Abbildung 23.1: Publikationsentwicklung der Projekthalte zu „Grenzflächen“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Aus der Analyse geht hervor, dass das Themengebiet zunehmend Aufmerksamkeit auf sich zieht. Die Technologie und die Herkunftsbranche verzeichneten trotz des Anstiegs in den letzten Jahren jedoch immer noch wenige Publikationen. Hauptinhalt der Veröffentlichungen auf diesem Gebiet waren die Zielwertstoffe, die im Jahr 2012 zum ersten Mal Inhalt von mehr als 400 Veröffentlichungen wurden.



Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen auf die verschiedenen Nationen im Zeitraum von 1993 bis 2013.

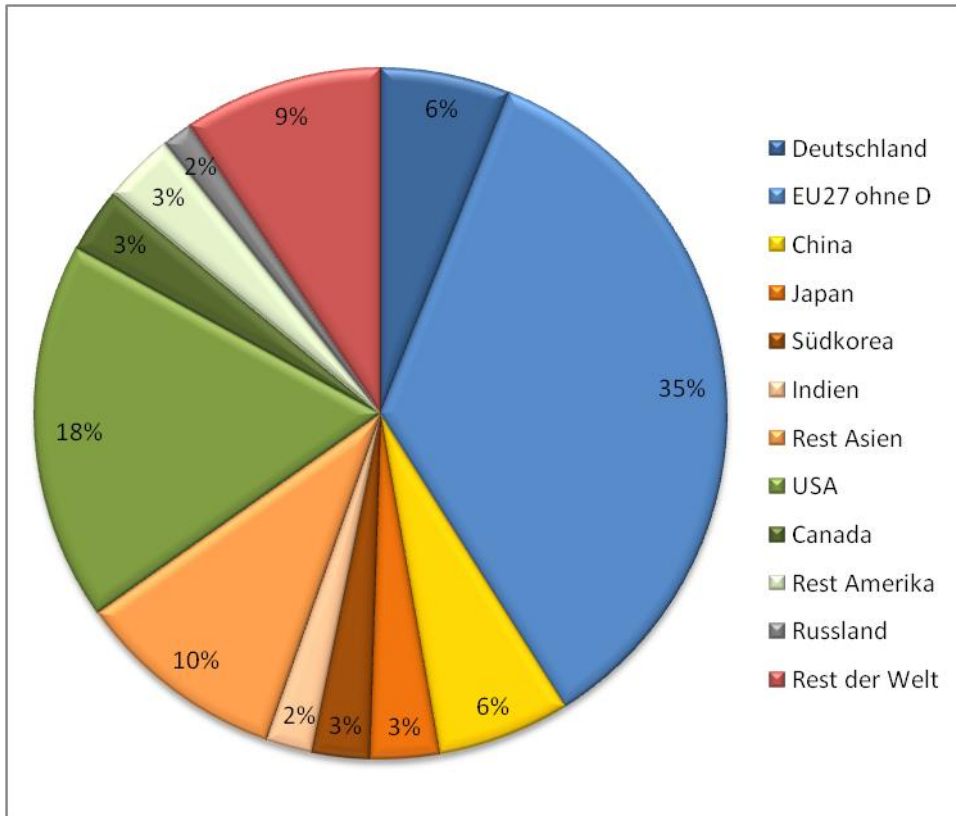


Abbildung 23.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ von 1993 – 2013

Europa verzeichnete in dieser Zeit die meisten Publikationen, inklusive Deutschland stammten rund 41% aller wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Thema von dort. Auf Deutschland entfällt dabei ein vergleichsweise geringer Anteil von circa einem Siebtel der europäischen Publikationen.

Daneben publizierten die USA 18% der weltweiten Arbeiten, China stellte mit 6% nur einen vergleichsweise geringen Anteil, wie auch Japan, Südkorea und Indien. 9% der weltweiten Veröffentlichungen stammen aus den nicht kategorisierten Ländern.



Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Um die Entwicklung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ abzubilden, wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

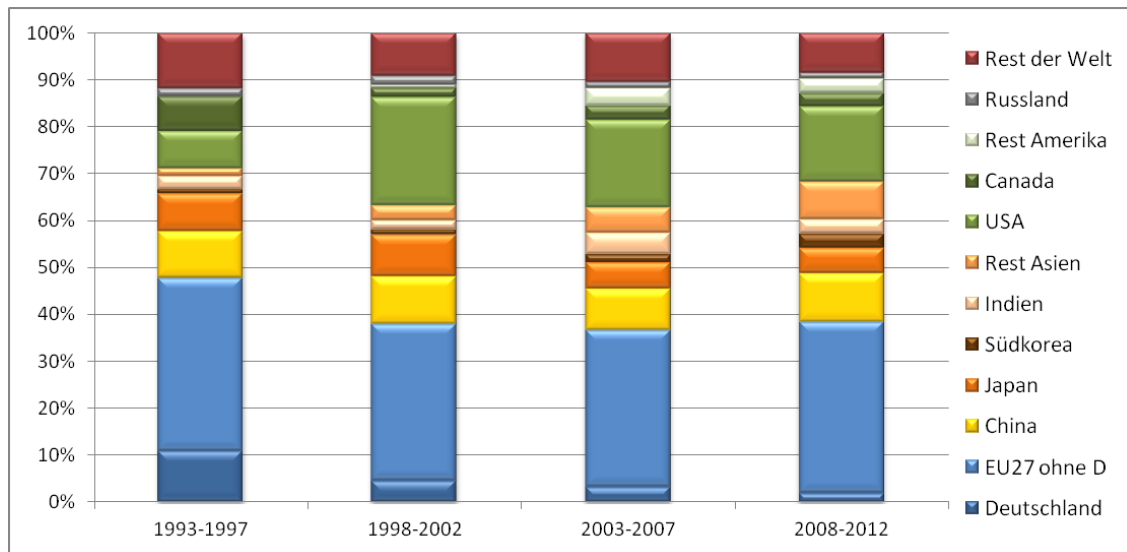


Abbildung 23.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ über die Zeitscheiben

Dabei wird deutlich, dass sich im Vergleich zu anderen Projekten die Anteile der einzelnen Regionen recht konstant hielten. Die Anteile Europas nahmen, nachdem sie in der zweiten Periode deutlich gesunken waren, im Zeitraum von 2008 – 2012 sogar wieder leicht zu und kamen auf einen Wert von 38,4%. Auffällig ist, dass der deutsche Anteil dabei immer weiter zurückgeht. In der ersten Periode stammte noch mehr als ein Fünftel der europäischen Veröffentlichungen aus Deutschland, in der letzten Periode nur noch 5%.

Der chinesische Anteil der weltweiten Publikationen blieb über die gesamten zwanzig Jahre sehr konstant und betrug im vierten Zeitraum 10,4%. Ein starkes Wachstum an Publikationen im asiatischen Raum wurde in den nicht spezifisch aufgeführten asiatischen Nationen registriert. Die USA verzeichneten dagegen in den letzten fünfzehn Jahren leicht sinkende Anteile und stellten in der letzten Periode nur noch einen Anteil von rund 16%.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik verdeutlicht farblich die Anzahl an Publikationen weltweit zum Thema „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ im Zeitraum von 1993 bis 2013.

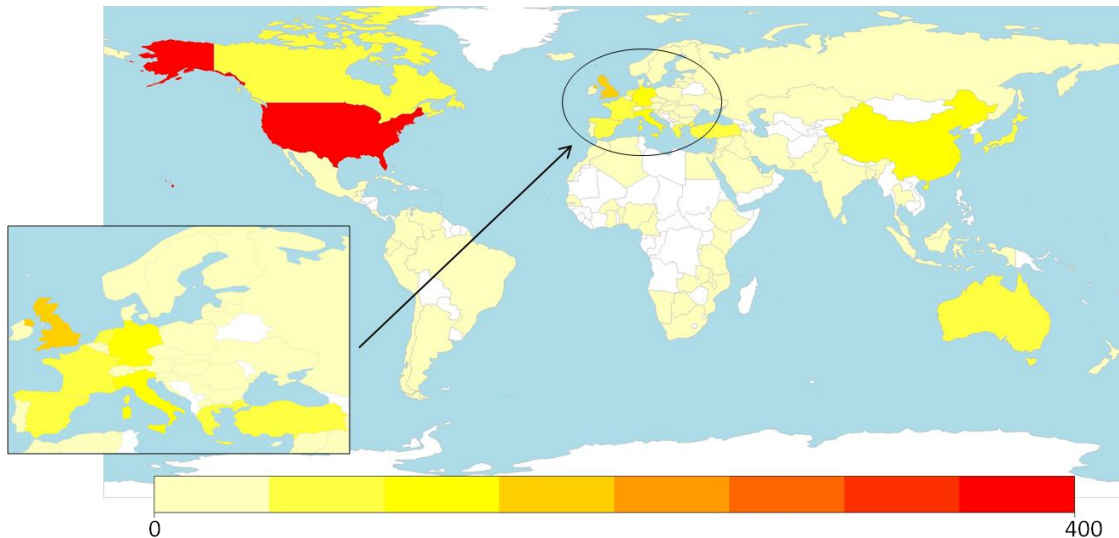


Abbildung 23.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Neben den USA, die mit 389 Arbeiten Ursprung sehr vieler Publikationen waren, veröffentlichte Großbritannien zahlreich auf diesem Gebiet. China (136) und Deutschland (133) publizierten fast gleich viel zu dem Thema.

Themenanalyse

Der größte Anteil an Publikationen zum Themengebiet „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ ging auf die Fachdisziplinen Ingenieurwesen, Umweltwissenschaften & Ökologie, Bau- und Gebäudetechnik und Materialwissenschaften zurück. Zwischen diesen Bereichen herrschte ein hoher Vernetzungsgrad.

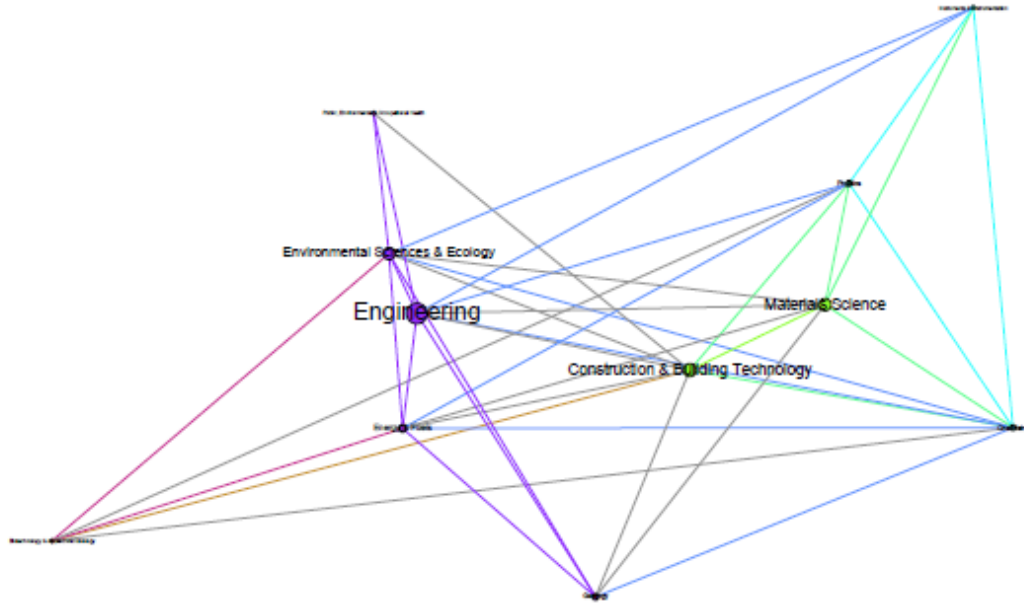


Abbildung 23.5: Themennetz zum Thema „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



24 PRRIG

Das Verbundprojekt PRRIG untersucht techno-ökonomische Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand.

Publikationsentwicklung

Zur Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Veröffentlichungen zum Thema „Techno-ökonomische Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ wurden drei Suchanfragen analysiert. Dabei beschäftigt sich erstere mit den Zielwertstoffen, darunter verschiedenen Baustoffen wie Aluminium, Kupfer, Zink, Blei, Eisen und Stahl. Eine zweite Suchanfrage gilt dem angewandten Verfahren, sprich der Analyse der Rohstoffpotentiale beim Gebäuderückbau (Urban Mining), und die letzte konzentriert sich auf die Herkunftsbranche, nämlich Baustellenabfälle, Bauschutt und Gebäudesanierung.

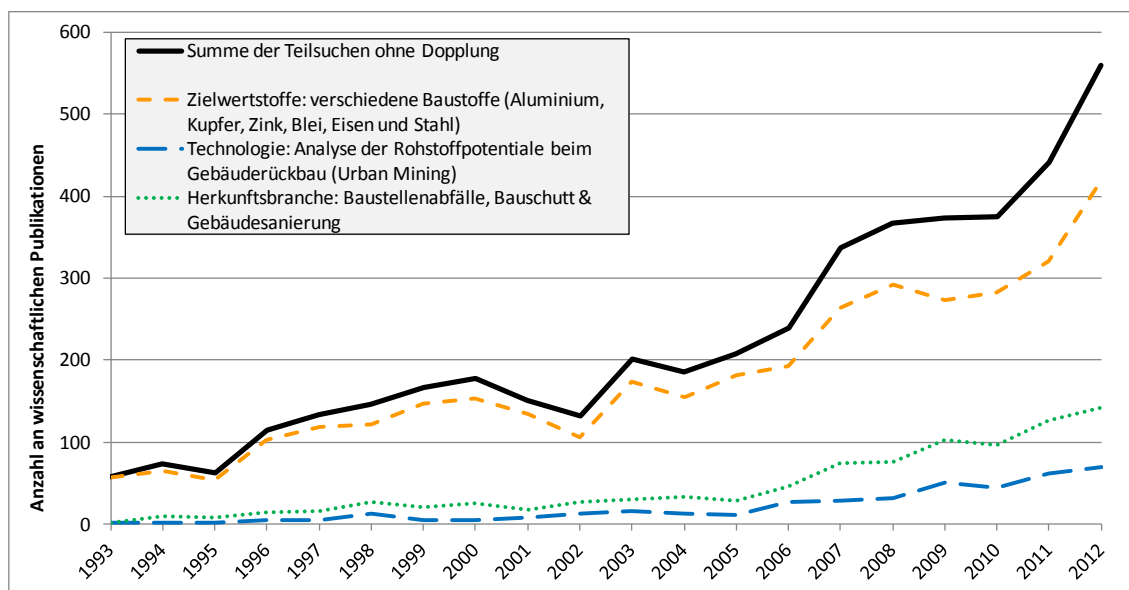


Abbildung 24.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PRRIG“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Insgesamt unterlag die Anzahl an Publikationen einigen Schwankungen, entwickelte sich über den gesamten Zeitraum betrachtet jedoch sehr positiv und erreichte im Jahr 2012 einen vorläufigen Höchststand von 512 Veröffentlichungen. Dabei wurde vor allem zu den Zielwertstoffen eine hohe Anzahl an Publikationen registriert. Das Vorge-



hen und die Herkunftsbranche waren über lange Zeit kaum Inhalt wissenschaftlicher Arbeiten, seit 2005 ist jedoch auch hier ein stärkerer Anstieg zu vernehmen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

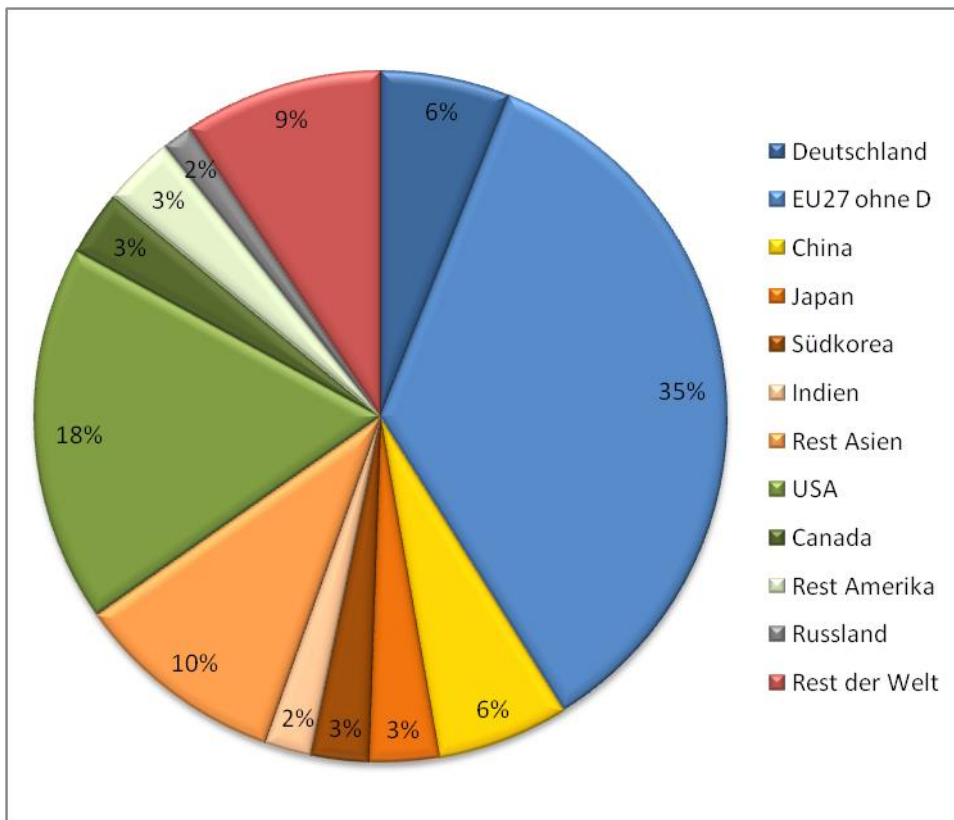


Abbildung 24.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ von 1993 – 2013

Europa publizierte mit insgesamt 41% über den gesamten Zeitraum die meisten Arbeiten, 6% der weltweiten Veröffentlichungen stammen dabei allein aus Deutschland. Der amerikanische (26%) und der asiatische (24%) Raum liegen ungefähr gleichauf, in Amerika stammt der Großteil der Publikationen aus den USA, die einen Anteil von 18% aller weltweiten wissenschaftlichen Arbeiten zum Thema publizierten.



Aus Russland stammen 2% der Arbeiten, die nicht kategorisierten Nationen veröffentlichten rund 9%.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

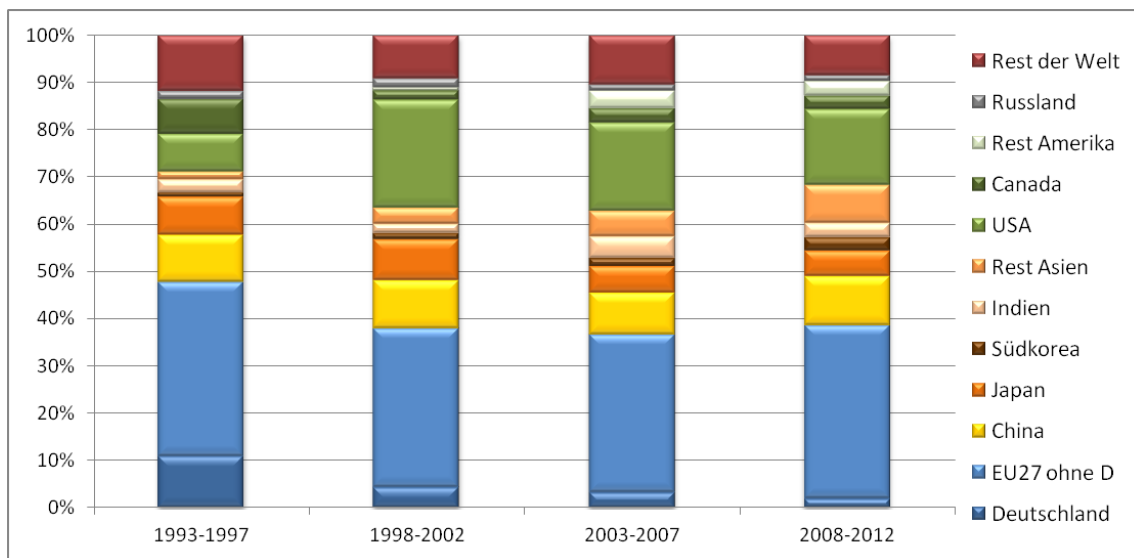


Abbildung 24.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ über die Zeitscheiben

Aus der Analyse geht hervor, dass insbesondere Deutschland über die letzten Jahre an Anteilen verlor. Während es in der ersten Periode noch Ursprung von 10,8% aller Publikationen war, stammten im letzten Zeitabschnitt nur noch 1,9% von dort. Die Anteile der restlichen EU-Länder blieben relativ konstant und stiegen im letzten Zeitabschnitt sogar noch einmal leicht auf 36,6% an. Der chinesische Anteil verzeichnete ebenfalls ein minimales Wachstum auf einen Anteil 10,4% in der letzten Periode, daneben entwickelte sich vor allem die Anzahl der Publikationen in den nicht spezifisch aufgeführten Ländern außerordentlich positiv. Den amerikanischen Nationen entstammten nach dem zwischenzeitlichen Höhepunkt in der zweiten Periode, bedingt durch den sprunghaften Anstieg US-amerikanischer Publikationen, wieder weniger



Veröffentlichungen, sodass der Anteil seit der zweiten Periode von 25,4% auf 22% zurückging.

Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Die Grafik verdeutlicht farblich die Anzahl an Publikationen weltweit zum Thema „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ im Zeitraum von 1993 bis 2013.

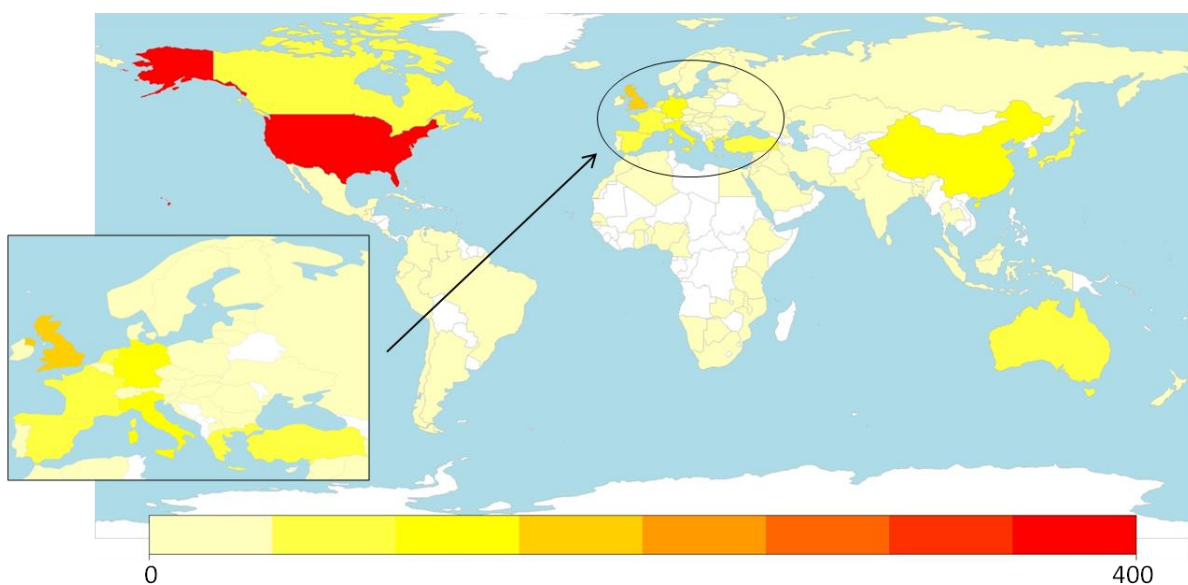


Abbildung 24.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Nach den USA (388) verzeichnete dabei Großbritannien die meisten Publikationen. Daneben wurden lediglich in China (136), Deutschland (133) und Italien mehr als einhundert Veröffentlichungen zum Thema registriert.

Themenanalyse

Aus der Grafik geht hervor, dass die meisten Publikationen zum Thema „Techno-ökonomische Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften stammten. Desweiteren schenken auch die Fachdisziplinen Materialwissenschaften, Umweltwissenschaften & Ökologie und Bau- und Gebäudetechnik dem Themengebiet erhöhte Aufmerksamkeit. Dabei ist ein hoher Vernet-



zungsgrad zwischen den genannten Bereich, jedoch auch zu weiteren Fachdisziplinen erkennbar, die jedoch nicht stark ins Gewicht fielen.

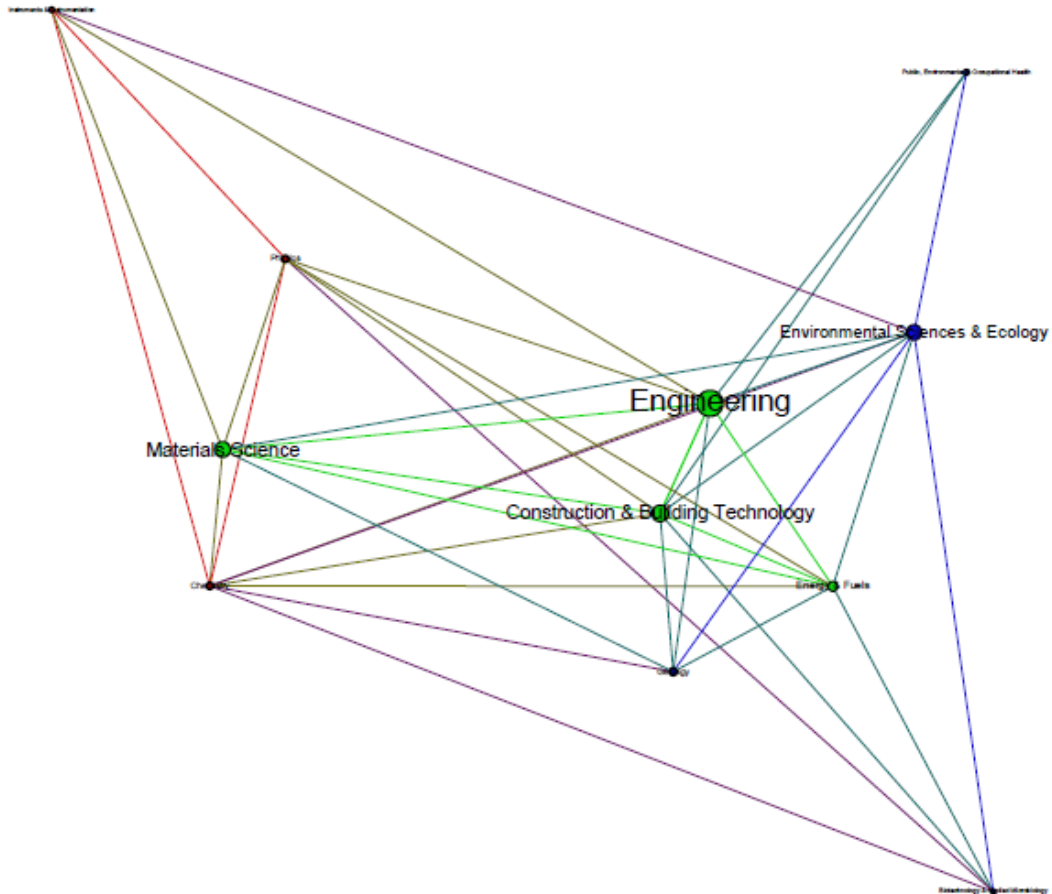


Abbildung 24.5: Themennetz zum Thema „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



25 ResourceApp

Ziel des Verbundprojekts „ResourceApp“ ist die Entwicklung eines mobilen Systems zur Erfassung und Erschließung von Ressourceneffizienzpotentialen beim Rückbau von Infrastruktur und Produkten.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen auf dem Gebiet des Projektes „ResourceApp“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Die erste Suchanfrage beinhaltet die Zielwertstoffe, darunter Aluminium, Eisen, Kupfer, Zink, Glas, Metalllegierungen, Holz, mineralische Rohstoffe und Kunststoffe. Eine weitere konzentriert sich auf die Technologie: einem mobilen System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau. Die dritte Suchanfrage fokussiert die Herkunftsbranche: den Rückbau von Infrastrukturen und Produkten.

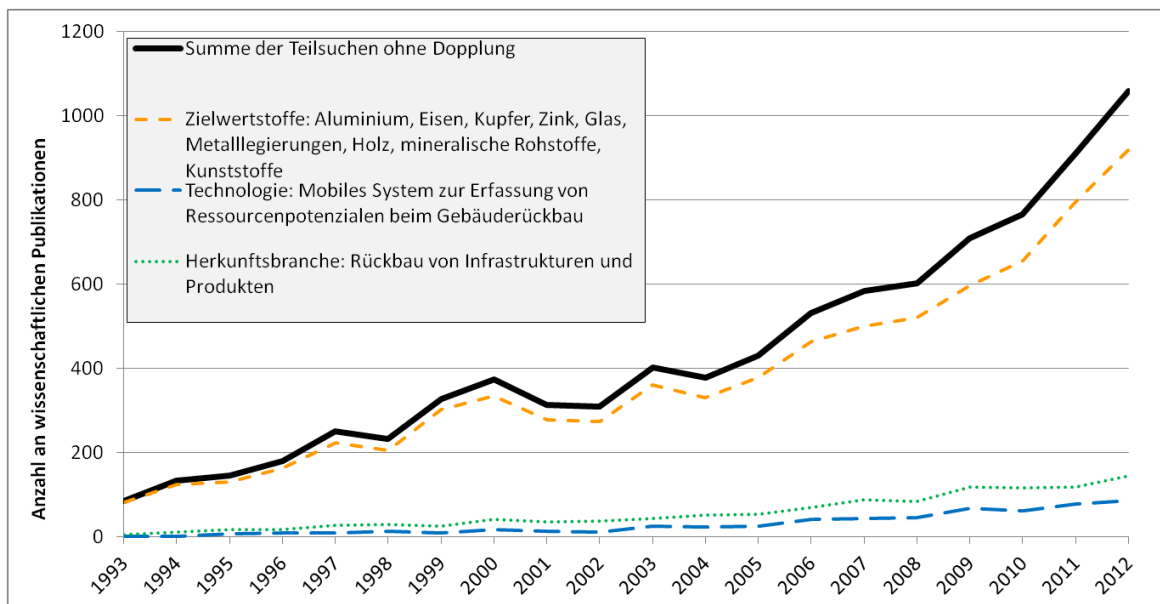


Abbildung 25.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ResourceApp“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Zu beobachten ist, dass die benannten Zielwertstoffe mit Abstand am häufigsten Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen wurden. Nach einem kontinuierlichen Anstieg der Anzahl an Publikationen, besonders seit 2004, erreichten sie im Jahr 2013 einen vorläufigen Höchststand von 951 Publikationen. Die Herkunftsbranche und die Techno-



logie verzeichneten dagegen trotz einer leicht positiven Entwicklung über die zwanzig Jahre hinweg auch im letzten Jahr jeweils weniger als 200 Publikationen.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

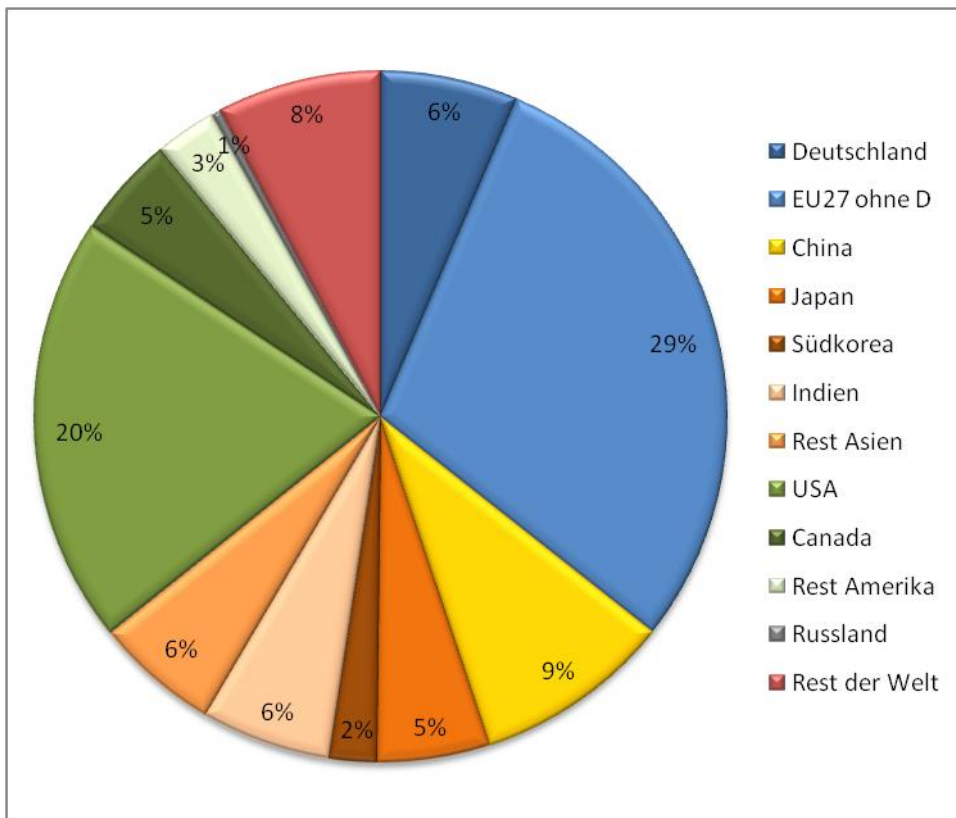


Abbildung 25.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ von 1993 – 2013

Ein Fünftel der weltweiten Arbeiten wurde in den USA publiziert, mitsamt Kanada (5%) und den restlichen amerikanischen Nationen (3%) stellte Amerika über den gesamten Zeitraum 28% der Publikationen. Der gleiche Anteil an wissenschaftlichen Arbeiten entstammte dem asiatischen Raum, Japan (5%) und China (9%) und Indien (6%) publizierten hier zahlreich zum Thema.



Am meisten Aufmerksamkeit schenken jedoch europäische Publikationen dem Themengebiet, mit insgesamt 35% stammte mehr als ein Drittel der Veröffentlichungen aus europäischen Staaten, aus Deutschland stammten rund 6%.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Zur Darstellung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

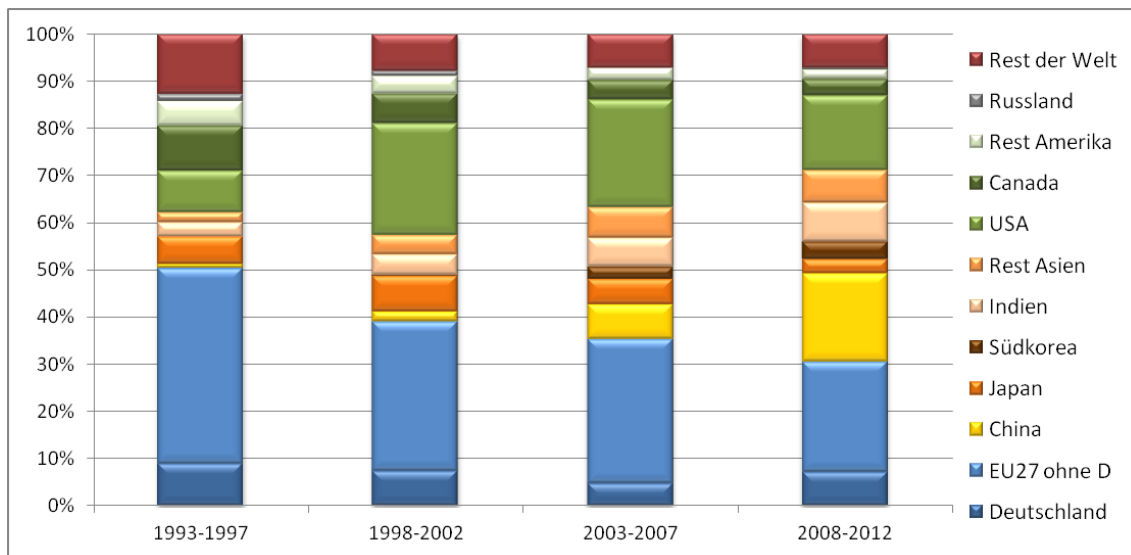


Abbildung 25.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ über die Zeitscheiben

Der europäische Anteil an allen weltweiten Publikationen zum Thema ging über den benannten Zeitraum um 20% auf 30,5% zurück. Der Anteil an deutschen Publikationen sank ebenfalls, jedoch in geringerem Ausmaß auf 7,2% in der letzten Periode.

Asien verzeichnete mit Ausnahme von Japan wiederum durchweg positive Entwicklungen mit China als Vorreiter, das seinen Anteil an Publikationen allein in den letzten zehn Jahren nahezu verdreifachte. Auch Indien, das über den gesamten Zeitraum einen Anstieg von knapp 3% auf 8,2% verzeichnete, und Südkorea steigerten ihre Anteile an den weltweiten Publikationen. Ein negativer Trend ist in den amerikanischen Ländern zu beobachten, in denen alle Regionen an Anteilen verloren. Die USA verzeichnete in der zweiten Periode von 1998 bis 2002 zwar einen sprunghaften Anstieg,



doch stiegen seitdem die Publikationsraten im Vergleich zu anderen Nationen nur noch unterproportional, sodass in der letzten Periode nur noch 15,9% der weltweiten Publikationen aus den Vereinigten Staaten stammten.

Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

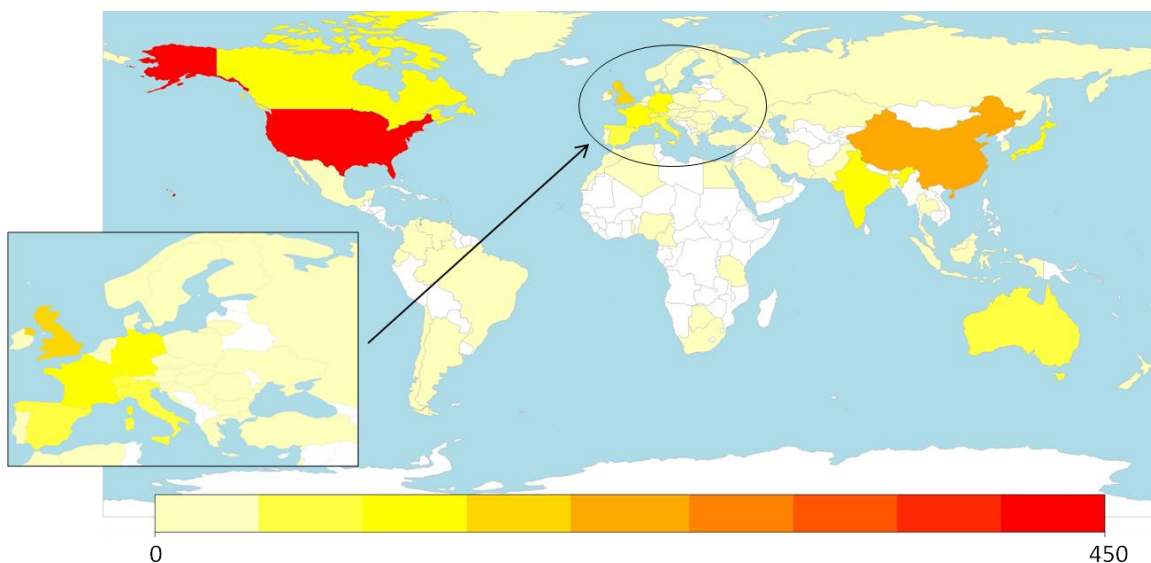


Abbildung 25.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Daraus lässt sich beobachten, dass den USA sehr viele Publikationen zu dem Thema entstammten, genau 444 Arbeiten. Damit stellte das Land mehr als das Doppelte von China (205), das auf den zweithöchsten Wert bezüglich der Publikationsrate kam.

Die mittel- und westeuropäischen Nationen publizierten ebenfalls zahlreich auf diesem Themengebiet, allen voran Großbritannien, das mehr als 150 wissenschaftliche Arbeiten veröffentlichte.

Themenanalyse

Wie die Grafik veranschaulicht, publizierten die Fachbereiche Chemie, Ingenieur- und Umweltwissenschaften & Ökologie am meisten auf dem Themengebiet „Mobiles Sys-



tem zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“. Daneben existierten nur wenige andere Bereiche, z.B. Geologie und Materialwissenschaften, die auf dem Gebiet publizierten und deren Anzahl an Veröffentlichungen fiel dabei kaum ins Gewicht.

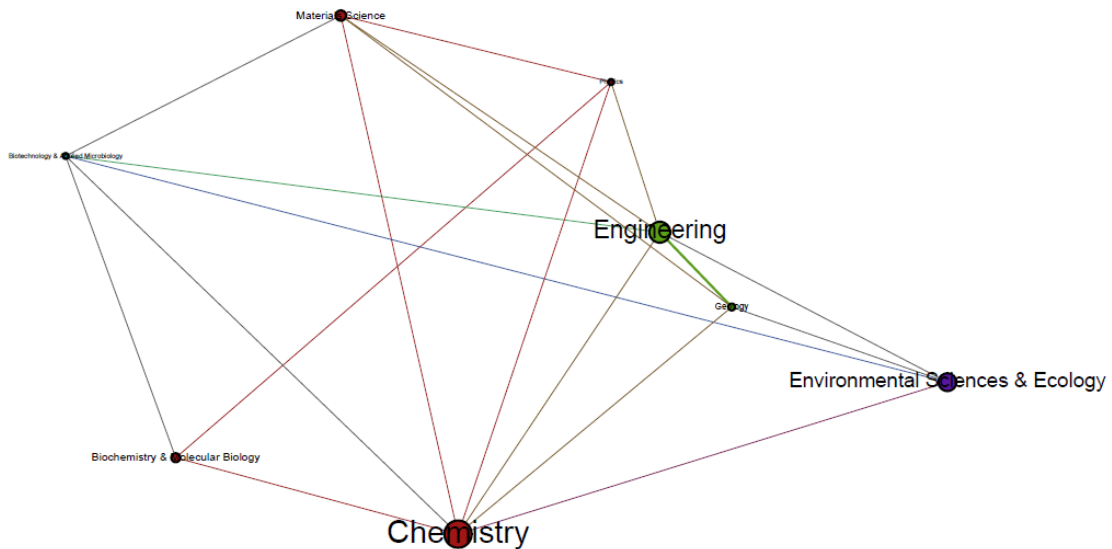


Abbildung 25.5: Themennetz zum Thema „Mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



26 ESSENZ

Ziel des Verbundprojekts „ESSENZ“ ist die Entwicklung eines Sets von Ressourceneffizienzindikatoren, das branchenübergreifend wirksam, wissenschaftlich konsistent und praktisch umsetzbar ist, um Produkte und Verfahren bezüglich Ressourceneffizienz vergleichen und Optimierungspotentiale quantifizieren zu können.

Publikationsentwicklung

Zur Analyse der Anzahl der Veröffentlichungen im Themenfeld des Projektes „ESSENZ“ wurden drei Bereiche gesondert betrachtet. Eine Suchanfrage gilt den Zielwertstoffen, darunter Metalle, fossile Brennstoffe und nachwachsende Rohstoffe, eine zweite Suchanfrage widmet sich der Technologie: einer integrierten Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz. Die letzte Suchanfrage konzentriert sich auf die Herkunftsbranchen, wobei alle Branchen übergreifend erfasst wurden.

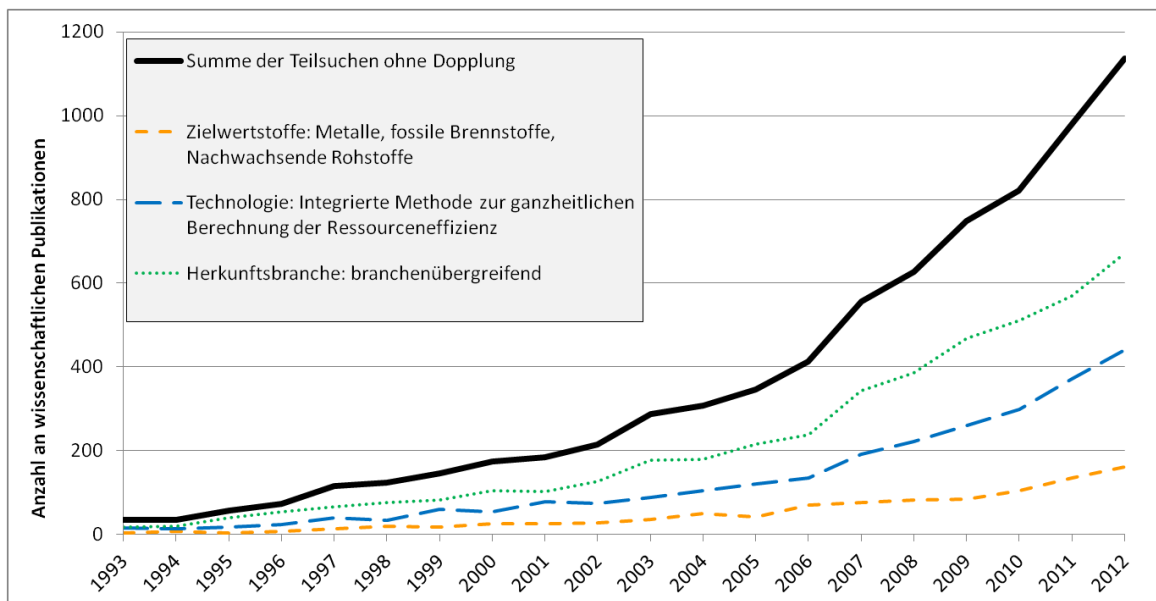


Abbildung 26.1: Publikationsentwicklung der Projekthalte zu „ESSENZ“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.

Vor zwanzig Jahren verzeichnete das Themengebiet kaum Publikationen, doch dies hat sich geändert. Durch stetiges Wachstum wurden im Jahr 2012 insgesamt bereits 1136 wissenschaftliche Arbeiten dazu veröffentlicht. Den größten Teil stellen dabei die



Publikationen zu den Herkunftsbranchen, am wenigsten wurde zu den benannten Zielwertstoffen veröffentlicht.

Ländervergleich der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Das Kreisdiagramm veranschaulicht die prozentuale Verteilung der Publikationen zum Thema.

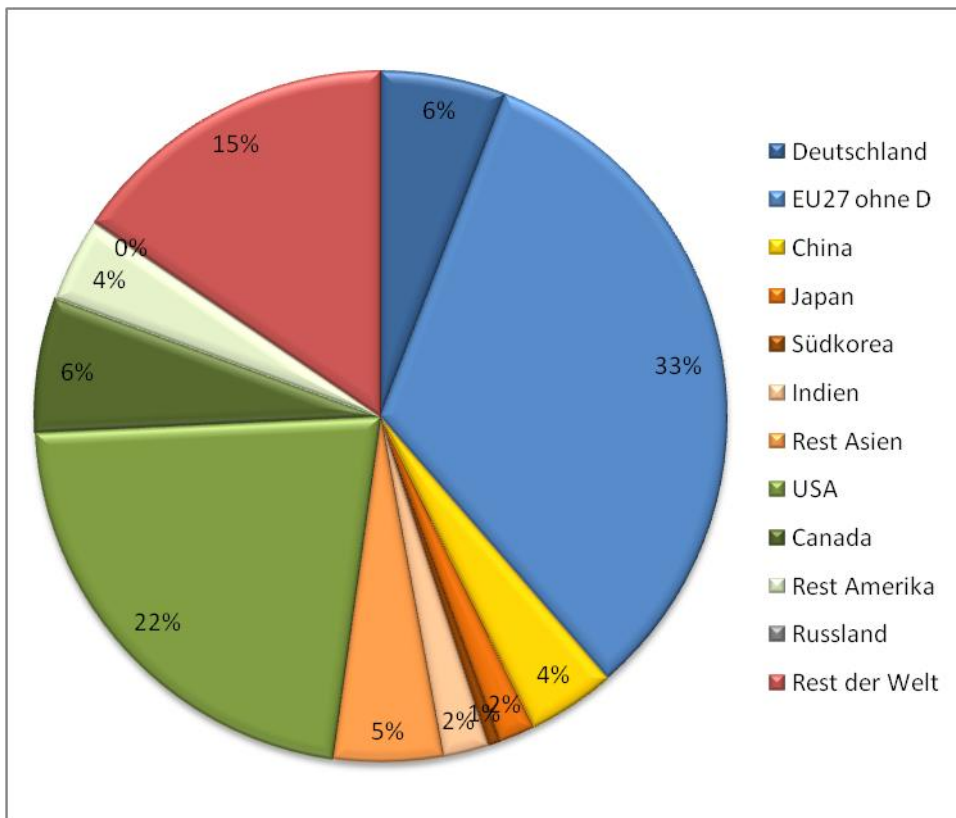


Abbildung 26.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ von 1993 – 2013

Auffallend wenig (insgesamt 14%) wurde auf diesem Themengebiet im asiatischen Raum publiziert, sogar China stellte lediglich 4% der wissenschaftlichen Arbeiten.

Die USA hingegen veröffentlichten zahlreiche Arbeiten, genau genommen 22%, und auch Kanada (6%) und die nicht spezifisch aufgeführten Nationen Amerikas (4%) schenken dem Themengebiet viel Aufmerksamkeit. 6% der weltweiten Publikationen stammten aus Deutschland, der hohe Anteil von einem Drittel aus den anderen euro-



päischen Ländern. 15% der Veröffentlichungen entfielen zudem auf die nicht kategorisierten Länder.

Zeitliche Entwicklung nach Ländern

Um die Entwicklung der Dynamik der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Themengebiet „Integrierte Methode der ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ abzubilden, wurden vier Zeitscheiben gebildet. Diese erstrecken sich von 1993 – 1997, 1998 – 2002, 2003 – 2007 und 2008 – 2012.

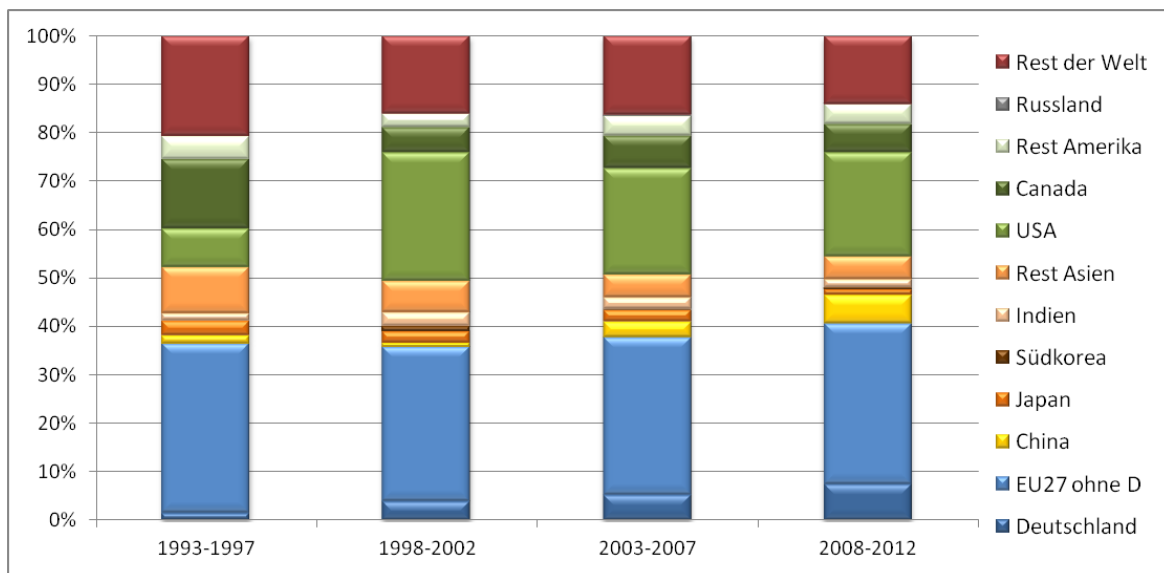


Abbildung 26.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ über die Zeitscheiben

Europa gelang es, innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte seinen Anteil an den weltweiten Publikationen um rund 4% auf 40,7% leicht zu steigern, was auch auf Deutschland zurückzuführen ist, das seinen Anteil von 1,6% in der ersten Periode auf 7,4% ausbaute. Der asiatische Anteil an Veröffentlichungen sank trotz der erhöhten Publikationsrate Chinas minimal um knapp 2%.

In der zweiten Periode wurde eine Verschiebung der Anteile in Nordamerika registriert. Während die Publikationsrate der USA exorbitant anstieg, sanken die Anteile an kanadischen Publikationen deutlich. Danach reduzierten sich die Anteile der USA zwar wieder leicht, hielten sich in den letzten zehn Jahren jedoch konstant bei Werten um 21,5%. Die nicht kategorisierten Nationen steigerten ihre Publikationsrate nur unterproportional, sodass deren Anteil um rund 4,5% auf 14% sank.



Geographische Verteilung wissenschaftlicher Veröffentlichungen

Der Grafik sind die absoluten Publikationswerte im Zeitraum von 1993 bis 2013 in farblicher Abstufung zu entnehmen.

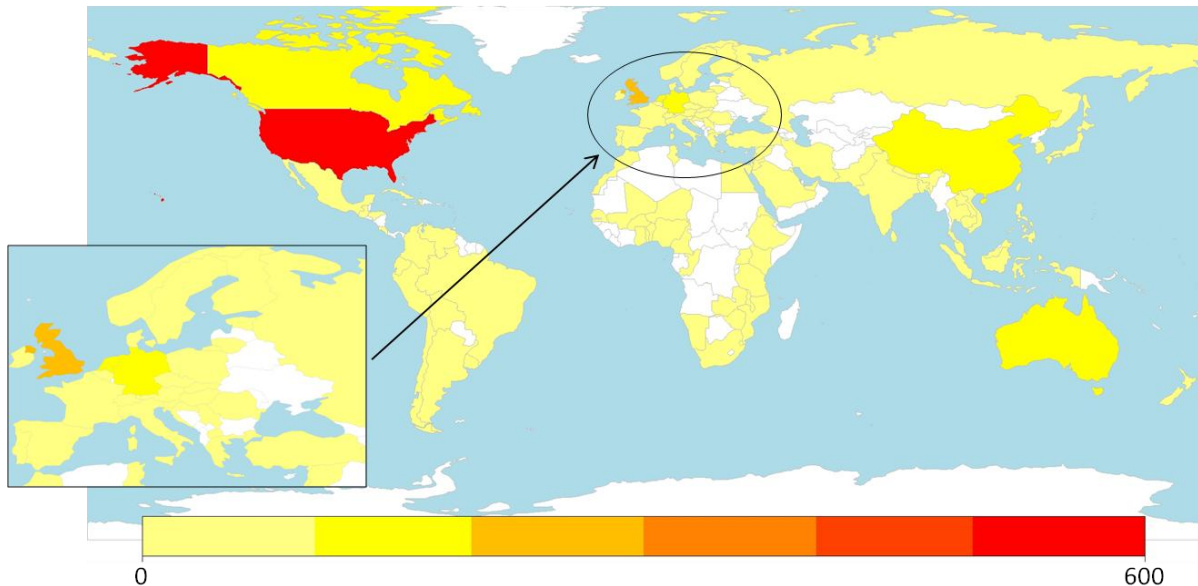


Abbildung 26.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ im Zeitraum von 1993 – 2013

Dabei sticht ins Auge, dass die USA die meisten Publikationen zum Thema herausbrachten, insgesamt 544 Arbeiten. Über zweihundert wissenschaftliche Arbeiten stammten zudem aus Großbritannien. Daneben hoben sich China, Australien, Deutschland, die Niederlande und Kanada mit Veröffentlichungen zum Thema hervor. Diese Nationen publizierten jeweils zwischen 100 und 200 Arbeiten im benannten Zeitraum.



Themenanalyse

Aus dem Graphen wird ersichtlich, dass der Bereich der Umweltwissenschaften und der Ökologie sich am meisten mit dem Thema auseinandersetzte und dazu publizierte. In enger Verbindung wurde auch in den Fachdisziplinen Ingenieurwesen und Betriebswirtschaftslehre zu diesem Themengebiet publiziert, einige Veröffentlichungen stammen zudem aus dem Bereich der Landwirtschaft.

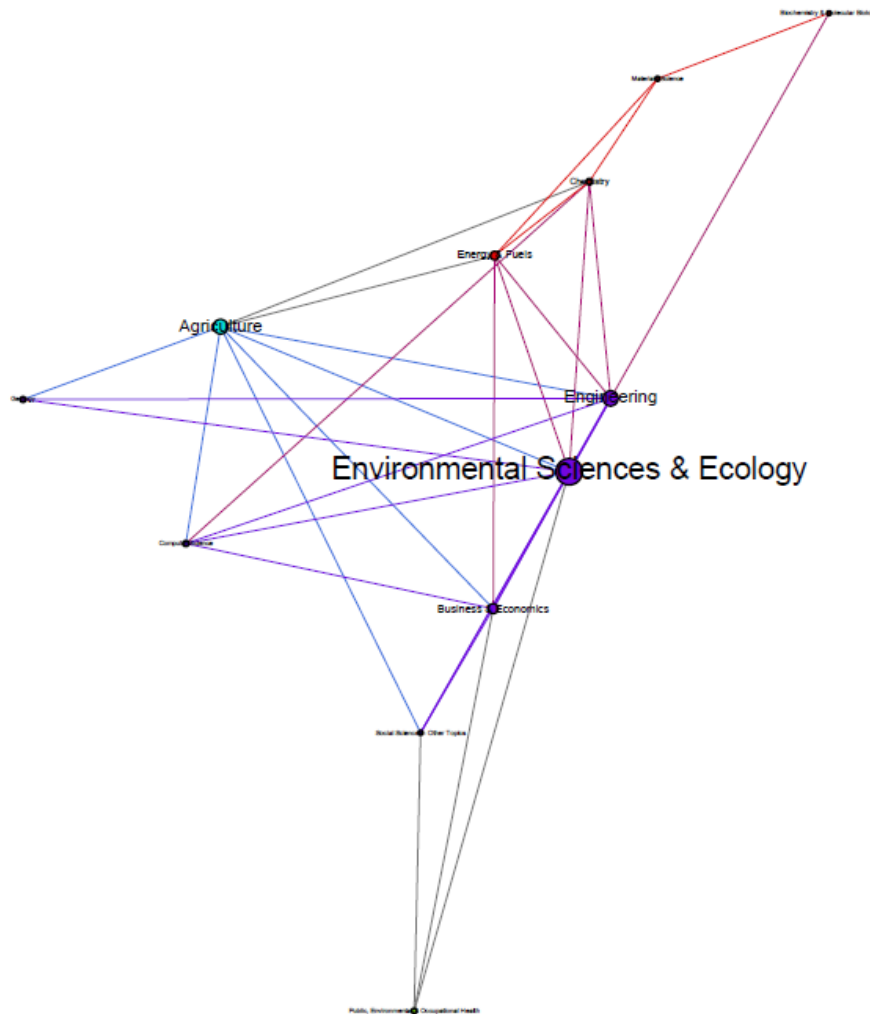


Abbildung 26.5: Themennetz zum Thema „Integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)



27 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Bo2W“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 6

Abbildung 2.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ von 1993-2013..... 7

Abbildung 2.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ über die Zeitscheiben..... 8

Abbildung 2.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 - 2013..... 9

Abbildung 2.5: Themennetz zum Thema „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 10

Abbildung 3.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „InAccess“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 11

Abbildung 3.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ von 1993 – 2013..... 12

Abbildung 3.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ über die Zeitscheiben..... 13

Abbildung 3.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ im Zeitraum von 1993 – 2013..... 14

Abbildung 3.5: Themennetz zum Thema „Recyclingprozessentwicklung für LCD-Bildschirmgeräte“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 15

Abbildung 4.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PhotoRec“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 16

Abbildung 4.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ von 1993 – 2013..... 17

Abbildung 4.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ über die Zeitscheiben 18

Abbildung 4.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ im Zeitraum von 1993 – 2013..... 19



Abbildung 4.5: Themennetz zum Thema „Recyclingprozesse für Dünnschicht-Photovoltaikmodule“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	20
Abbildung 5.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „r ³ -Bece“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	21
Abbildung 5.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ von 1993-2013.....	22
Abbildung 5.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ über die Zeitscheiben	23
Abbildung 5.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	24
Abbildung 5.5: Themennetz zum Thema „Zinn- und Kupferrückgewinnung aus Stripperlösungen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	25
Abbildung 6.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „UPgrade“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	26
Abbildung 6.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten“ von 1993– 2013.....	27
Abbildung 6.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten“ über die Zeitscheiben.....	28
Abbildung 6.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	29
Abbildung 6.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Spurenmetallen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)	30
Abbildung 7.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „CaF ₂ “ (weltweit) Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen. (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI).....	31
Abbildung 7.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ von 1993 – 2013 (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI).....	32
Abbildung 7.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ über die Zeitscheiben (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI).....	33



Abbildung 7.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ im Zeitraum von 1993 – 2013 34

Abbildung 7.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Calciumfluorid“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 35

Abbildung 8.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „NickelRück“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 36

Abbildung 8.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatisierung“ von 1993 – 2013 37

Abbildung 8.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatisierung“ über die Zeitscheiben..... 38

Abbildung 8.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Nickelrückgewinnung aus Prozesswasser der Phosphatisierung“ im Zeitraum von 1993 – 2013 39

Abbildung 8.5: Themennetz zum Thema „Recycling strategischer Metalle in internationalen Netzwerken“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 40

Abbildung 9.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „EcoTan“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 41

Abbildung 9.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Chromeinsparung und -substitution im Gerbprozess“ von 1993 – 2013..... 42

Abbildung 9.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Chromeinsparung und -substitution im Gerbprozess“ über die Zeitscheiben..... 43

Abbildung 9.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Chromeinsparung und -substitution im Gerbprozess“ im Zeitraum von 1993 – 2013..... 44

Abbildung 9.5: Themennetz zum Thema „Chromeinsparung und -substitution im Gerbprozess“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 45

Abbildung 10.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Innodruck“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 46

Abbildung 10.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ von 1993 – 2013 47

Abbildung 10.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ über die Zeitscheiben 48



Abbildung 10.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ im Zeitraum von 1993 – 2013 49

Abbildung 10.5: Themennetz zum Thema „Einsparung von Refraktärmetallen in der Medizintechnik“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter) 50

Abbildung 11.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PitchER“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 51

Abbildung 11.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ von 1993 – 2013..... 52

Abbildung 11.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ über die Zeitscheiben..... 53

Abbildung 11.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 54

Abbildung 11.5: Themennetz zum Thema „Einsparung seltener Erden durch magnetlose Antriebssysteme in Windkraftanlagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 55

Abbildung 12.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „SubITO“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 56

Abbildung 12.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ von 1993 – 2013..... 57

Abbildung 12.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ über die Zeitscheiben..... 58

Abbildung 12.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ im Zeitraum von 1993 – 2013..... 59

Abbildung 12.5: Themennetz zum Thema „Substitution von ITO durch FTO bei der Herstellung von TCO-Folien“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 60

Abbildung 13.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „SubMag“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 61

Abbildung 13.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ von 1993 – 2013 62



Abbildung 13.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ über die Zeitscheiben	63
Abbildung 13.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	64
Abbildung 13.5: Themennetz zum Thema „Alternatives Entschwefelungsverfahren in der Gießereiindustrie zur Magnesiumsubstitution“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	65
Abbildung 14.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ATR“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	66
Abbildung 14.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ von 1993 – 2013.....	67
Abbildung 14.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ über die Zeitscheiben.....	68
Abbildung 14.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	69
Abbildung 14.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Metallen aus Müllverbrennungsrückständen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	70
Abbildung 15.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Kraftwerksasche“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	71
Abbildung 15.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ von 1993 – 2013.....	72
Abbildung 15.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ über die Zeitscheiben	73
Abbildung 15.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	74
Abbildung 15.5: Themennetz zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus Kraftwerksasche“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	75
Abbildung 16.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PhytoGerm“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	76



Abbildung 16.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ von 1993 – 2013.....	77
Abbildung 16.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ über die Zeitscheiben.....	78
Abbildung 16.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	79
Abbildung 16.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Germanium aus Reststoffen der Biomassenverwertung“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)	80
Abbildung 17.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Rotschlamm“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	81
Abbildung 17.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ von 1993 – 2013.....	82
Abbildung 17.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ über die Zeitscheiben	83
Abbildung 17.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ im Zeitraum von 1993 – 2013	84
Abbildung 17.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Rotschlämmen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	85
Abbildung 18.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „TönsLM“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 18.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Siedlungsabfall- und Schlackendeponien“ von 1993 – 2013.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 18.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Siedlungsabfall- und Schlackendeponien“ über die Zeitscheiben.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 18.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Siedlungsabfall- und Schlackendeponien“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 18.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Siedlungsabfall- und Schlackendeponien“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.



Abbildung 19.1: Publikationsentwicklung der Projekthinhalte zu „VeMRec“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 19.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „optimiertes Metallrecycling aus Müllverbrennungsasche“ von 1993 – 2013**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 19.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „optimiertes Metallrecycling aus Müllverbrennungsasche“ über die Zeitscheiben**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 19.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „optimiertes Metallrecycling aus Müllverbrennungsasche“ im Zeitraum von 1993 – 2013**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 19.5: Themennetz zum Thema „optimiertes Metallrecycling aus Müllverbrennungsaschen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 20.1: Publikationsentwicklung der Projekthinhalte zu „ZwiPhos“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 86

Abbildung 20.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ von 1993 – 2013..... 87

Abbildung 20.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ über die Zeitscheiben 88

Abbildung 20.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ im Zeitraum von 1993 – 2013..... 89

Abbildung 20.5: Themennetz zum Thema „Zwischenlagerung von Klärschlammaschen zur späteren Phosphorrückgewinnung“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)..... 90

Abbildung 21.1: Publikationsentwicklung der Projekthinhalte zu „UrbanNickel“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen..... 91

Abbildung 21.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung und Wiederverwertung aus deponierten Neutralisationsschlämmen“ von 1993 – 2013..... 92

Abbildung 21.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung und Wiederverwertung aus deponierten Neutralisationsschlämmen“ über die Zeitscheiben..... 93

Abbildung 21.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung und Wiederverwertung aus deponierten Neutralisationsschlämmen“ im Zeitraum von 1993 – 2013..... 94



Abbildung 21.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung und Wiederverwertung aus deponierten Neutralisationsschlammern“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	95
Abbildung 22.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „REStrateGIS“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	96
Abbildung 22.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Erstellung eines bundesweiten Ressourcenkatasters für Hüttenhalden“ von 1993 – 2013.....	97
Abbildung 22.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „bundesweites Ressourcenkataster für Hüttenhalden“ von über die Zeitscheiben.....	98
Abbildung 22.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „bundesweites Ressourcenkataster für Hüttenhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	99
Abbildung 22.5: Themennetz zum Thema „bundesweites Ressourcenkataster für Hüttenhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	100
Abbildung 23.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ROBEHA“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	101
Abbildung 23.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ von 1993 – 2013.....	102
Abbildung 23.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ über die Zeitscheiben.....	103
Abbildung 23.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	104
Abbildung 23.5: Themennetz zum Thema „Rückgewinnung von Wertstoffen aus Halden des Westharzes“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....	105
Abbildung 24.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „SMSB“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	106
Abbildung 24.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ von 1993 – 2013.....	107
Abbildung 24.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ über die Zeitscheiben.....	108



<i>Abbildung 24.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....</i>	<i>109</i>
<i>Abbildung 24.5: Themennetz zum Thema „Gewinnung von Wertstoffen aus sächsischen Bergbauhalden“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....</i>	<i>110</i>
<i>Abbildung 25.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „Grenzflächen“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....</i>	<i>111</i>
<i>Abbildung 25.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ von 1993 – 2013.....</i>	<i>112</i>
<i>Abbildung 25.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ über die Zeitscheiben.....</i>	<i>113</i>
<i>Abbildung 25.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....</i>	<i>114</i>
<i>Abbildung 25.5: Themennetz zum Thema „Aufschluss von Verbundbaustoffen durch mikrowelleninduziertes Grenzflächenversagen“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....</i>	<i>115</i>
<i>Abbildung 26.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „PRRIG“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....</i>	<i>116</i>
<i>Abbildung 26.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ von 1993 – 2013.....</i>	<i>117</i>
<i>Abbildung 26.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ über die Zeitscheiben</i>	<i>118</i>
<i>Abbildung 26.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....</i>	<i>119</i>
<i>Abbildung 26.5: Themennetz zum Thema „Potentiale zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäudebestand“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter).....</i>	<i>120</i>
<i>Abbildung 27.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ResourceApp“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....</i>	<i>121</i>



Abbildung 27.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ von 1993 – 2013.....	122
Abbildung 27.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ über die Zeitscheiben	123
Abbildung 27.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ im Zeitraum von 1993 – 2013.....	124
Abbildung 27.5: Themennetz zum Thema „mobiles System zur Erfassung von Ressourcenpotentialen beim Gebäuderückbau“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)	125
Abbildung 28.1: Publikationsentwicklung der Projektinhalte zu „ESSENZ“ (weltweit) (Quelle: ISI Web of Science, analysiert vom Fraunhofer ISI). Die genauen Suchstrings samt deren Verknüpfungen sind nicht explizit ausgewiesen.....	126
Abbildung 28.2: Prozentuale Verteilung wissenschaftlicher Publikationen weltweit im Themenfeld „integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ von 1993 – 2013.....	127
Abbildung 28.3: Prozentuale Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen weltweit im Themenfeld „integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ über die Zeitscheiben.....	128
Abbildung 28.4: Absolute Anzahl an Publikationen weltweit im Themenfeld „integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ im Zeitraum von 1993 – 2013	129
Abbildung 28.5: Themennetz zum Thema „integrierte Methode zur ganzheitlichen Berechnung von Ressourceneffizienz“ im Zeitraum von 1993 – 2013 (Filter)	130