

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Rainer Frietsch, Patricia Helmich, Peter Neuhäusler,
Oliver Rothengatter

Bibliometrische Studie über die Westbalkanstaaten 2015

- Endbericht -

Im Rahmen eines Auftrags des
Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)
DLR Projektträger
Europa

Karlsruhe, Juli 2016

Hintergrundbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

© Juli 2016

Herausgeber:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Dieser Bericht wurde im Auftrag des BMBF erstellt. Die Aufgabenstellung wurde vom BMBF vorgegeben. Das BMBF hat das Ergebnis dieses Berichts nicht beeinflusst; der Auftragnehmer trägt allein die Verantwortung.

Inhalt

1	Executive Summary	1
2	Einleitung	3
3	Die Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen in den Westbalkanstaaten	5
3.1	Zeitschriftenbeiträge.....	5
3.2	Qualität und Sichtbarkeit der Zeitschriftenbeiträge aus Westbalkanländern	9
4	Profile	11
4.1	Profile der Länder.....	11
4.2	Ähnlichkeiten der Profile und deren Veränderung	20
5	Ko-Publikationen	24
6	Netzwerkanalyse	31
6.1	Ergebnisse	32
7	Westbalkan-Diaspora	50
7.1	Publikationsaktivität der Westbalkan-Diaspora mit Autoren aus den Herkunftsländern.....	50
7.2	Internationale Mobilität von Wissenschaftlern aus der Westbalkan-Diaspora.....	60
8	Exkurs: Patentanmeldungen der Westbalkanstaaten	65
9	Zusammenfassung und Diskussion	70
	Annex 1: Methodische Grundlagen	73
9.1	Verwendete Indikatoren im Überblick.....	73
9.2	Netzwerkanalysen.....	74
	Zitierte Literatur	76

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1:	Anzahl* der Zeitschriftenveröffentlichungen.....	5
Abbildung 2:	Anteile an den weltweiten Zeitschriftenveröffentlichungen	6
Abbildung 3:	Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen pro 1. Mio. Einwohner, 2014	7
Abbildung 4:	Anteile der Konferenzbeiträge an allen Veröffentlichungen	8
Abbildung 5:	Durchschnittliche feldspezifische Zitatraten in den Westbalkanstaaten.....	10
Abbildung 6:	Durchschnittliche feldspezifische Zitatraten in den Vergleichsländern	10
Abbildung 7:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: Deutschland	12
Abbildung 8:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: Albanien	13
Abbildung 9:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: Bosnien und Herzegowina	15
Abbildung 10:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: Kroatien.....	16
Abbildung 11:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: Montenegro	17
Abbildung 12:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: EJR Mazedonien.....	18
Abbildung 13:	Wissenschaftliche Spezialisierung in den Jahren 2005- 2014: Serbien.....	19
Abbildung 14:	Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse der wissenschaftlichen Profile der Westbalkan-* und ausgewählter Vergleichsländer, 2000-2002.....	20
Abbildung 15:	Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse der wissenschaftlichen Profile der Westbalkan-* und ausgewählter Vergleichsländer, 2006-2008.....	22
Abbildung 16:	Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse der wissenschaftlichen Profile der Westbalkan-* und ausgewählter Vergleichsländer, 2012-2014.....	23
Abbildung 17:	Anzahl der internationalen Ko-Publikationen der Westbalkanländer, 2000-2014	25

Abbildung 18:	Anzahl der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter Vergleichsländer, 2000-2014	26
Abbildung 19:	Anteil der internationalen Ko-Publikationen der Westbalkanländer an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014	27
Abbildung 20:	Anteil der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter Vergleichsländer an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014	28
Abbildung 21:	Anteil der Ko-Publikationen mit dem Westbalkan der Westbalkanländer an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014	29
Abbildung 22:	Anteil der Ko-Publikationen mit dem Westbalkan ausgewählter Vergleichsländer an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014	30
Abbildung 23:	SNA der Ko-Publikationen nach Ländergruppen	34
Abbildung 24:	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, gesamt.....	39
Abbildung 25:	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Biotechnologie.....	42
Abbildung 26:	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Informatik.....	43
Abbildung 27:	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Maschinenbau	45
Abbildung 28:	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Medizin	46
Abbildung 29:	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Lebensmittel/Ernährung	48
Abbildung 30:	Anzahl der Publikationen der einzelnen Länder und der jeweiligen Diaspora in drei Zeiträumen	51
Abbildung 31:	Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora mit dem Heimatland an allen Publikationen des Landes	52
Abbildung 32:	Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora mit dem Heimatland an allen Publikationen der Diaspora	53
Abbildung 33:	Anteil internationale Ko-Publikationen an allen Publikationen der Diaspora	54

Abbildung 34:	Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora mit dem Heimatland an allen internationalen Ko-Publikationen der Diaspora.....	55
Abbildung 35:	Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora-Autoren mit Doppelaffiliationen.....	56
Abbildung 36:	Anzahl der Wissenschaftler aus dem Westbalkan im Ausland 2000-2014.....	57
Abbildung 37:	Verteilung der Diaspora in Deutschland über die Felder 2010-2014.....	58
Abbildung 38:	Institute in Deutschland mit den meisten Diaspora-Wissenschaftlern 2010-2014.....	59
Abbildung 39:	Anteile der Westbalkan-Wissenschaftler im Heimatland, im Ausland bzw. der Rückkehrer aus dem Ausland ins Heimatland.....	62
Abbildung 40:	Feldspezifische Zitatrate der Westbalkan-Wissenschaftler im Heimatland, im Ausland bzw. der Rückkehrer aus dem Ausland ins Heimatland.....	63
Abbildung 41:	Exzellenzrate der Westbalkan-Wissenschaftler im Heimatland, im Ausland bzw. der Rückkehrer aus dem Ausland ins Heimatland.....	64
Abbildung 42:	Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen der Westbalkanländer, 1990-2013.....	66
Abbildung 43:	Technologieprofil Kroatiens, 2011-2013.....	68
Abbildung 44:	Technologieprofil Serbiens, 2011-2013.....	69
Tabelle 1:	Übersicht über verwendete Indikatoren.....	73

1 Executive Summary

Die Westbalkanstaaten unterscheiden sich deutlich in ihrer wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit ebenso wie in ihren Profilen. Serbien und Kroatien erreichen mit etwa 4.200-4.700 Veröffentlichungen in den letzten Jahren eine nennenswerte absolute Zahl sowie Anteile an den weltweiten Veröffentlichungen von etwa 0,25%. Die anderen Länder sind in ihren international sichtbaren Publikationszahlen noch deutlich beschränkt und erreichen weltweite Anteile von 0,025% und darunter. Allerdings zeigt sich in allen Ländern ein deutliches Wachstum, das oberhalb des weltweiten Wachstums über weite Strecken des Beobachtungszeitraums seit 2004 liegt. In der jüngeren Vergangenheit hat sich das Wachstum jedoch verlangsamt.

Viele der Westbalkanstaaten fokussieren auf Geistes- und Sozialwissenschaften. Dies sind neben Agrarwissenschaften und Teilen der Chemie häufig Felder, die in aufholenden bzw. Schwellenländern häufig anzutreffen sind. Einige Länder zeigen Schwerpunkte in der Medizin (Bosnien und Herzegowina, Kroatien) oder auch in der Informatik sowie Teilen der Ingenieurwissenschaften (Montenegro, EJR Mazedonien und Serbien).

Die Leistungsfähigkeit von Wissenschaftssystemen sowie deren Attraktivität für internationale Partner drückt sich unter anderem in Veröffentlichungen in internationaler Ko-Autorenschaft aus – sogenannten Ko-Publikationen. Die internationalen Ko-Publikationen der hier untersuchten Länder entsprechen jeweils ihrem Entwicklungsstand und ihrer Größe (kleine Länder kooperieren intensiver). Serbien und Kroatien erreichen Anteile von ca. 40% und EJR Mazedonien, Montenegro und Bosnien und Herzegowina von ca. 60%.

Eine mögliche Basis für den internationalen Austausch aber auch für ein mögliches wissenschaftspolitisches Handeln könnte die Diaspora von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern im Ausland sein. Allerdings erweist sich die Affinität der Diaspora für die Zusammenarbeit mit den Forschern im Heimatland auf einem Niveau zwischen 8-12% als nicht sehr intensiv. Der Anteil der Diaspora-Forscher aus allen Ländern des westlichen Balkans ist mit etwa 20% in den USA am höchsten, gefolgt von Deutschland (11%), der Schweiz (8%) und Großbritannien (6%), während sich in den Jahren 2010-2014 nur 2% der Balkan-Diaspora in Österreich aufhielt.

Was die Mobilität angeht, so zeigt sich für den Westbalkanraum insgesamt, dass ca. 15% aller Wissenschaftler zu mindestens einem Zeitpunkt einer Tätigkeit im Ausland nachgehen, wobei etwa die Hälfte nach einer gewissen Zeit wieder zurückkehrt. Es zeigen sich auch nennenswerte Anteile von Personen mit doppelter oder mehrfacher Affiliation, die also nicht gänzlich mobil sind, sondern ihre Bindung zum Heimatland beibehalten.

Es gibt derzeit kaum Anzeichen für das Herausbilden eines regionalen Wissenschaftsraums im Westbalkan oder darüber hinaus, wenngleich die Zahl der wissenschaftlichen Ko-Publikationen durchaus ansteigt. Da die meisten Länder noch kein etabliertes Wissenschaftssystem haben und sich auch noch keine wissenschaftliche Exzellenz her-

ausgebildet hat, haben die Länder noch großen Bedarf an Kooperationen mit etablierten Wissenschaftsnationen statt untereinander.

Die Analyse der Patente zeigt, dass die absolute Zahl auch in Serbien und Kroatien noch deutlich beschränkt ist und sogar noch hinter Ländern wie Bulgarien oder Rumänien zurück bleibt. Dies bedeutet, dass die technologische Leistungsfähigkeit der Unternehmen bzw. das Innovationssystem als Ganzes noch kein Niveau erreicht hat, das in der Breite eine Wettbewerbsfähigkeit auf der internationalen Ebene ermöglichen würde.

2 Einleitung

Der westliche Balkan (kurz Westbalkan) – bestehend aus den Ländern Albanien, Bosnien und Herzegowina, Kroatien, EJR Mazedonien, Montenegro und Serbien sowie dem Kosovo – bildet für Deutschland eine wichtige Gruppe von Ländern im Südosten Europas, bei denen sowohl eine wissenschaftliche wie auch wirtschaftliche Zusammenarbeit zum beiderseitigen Nutzen möglich ist.

Bibliometrie ist die systematische Analyse der bibliographischen Informationen in wissenschaftlichen Veröffentlichungen in Zeitschriften, einschließlich der Verwendung von Zitierungen. Bibliometrische Indikatoren sind ein gut etabliertes Werkzeug zur Analyse und Bewertung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit von Forschungssystemen (Länder). Im Rahmen einer Neuausrichtung seiner Fördermaßnahmen für die Kooperation mit den WBC ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) an einer Analyse der Leistungsfähigkeit und der Ausrichtung der Wissenschaftssysteme den westlichen Balkanländern interessiert. Der DLR Projektträger unterstützt die international ausgerichteten Aktivitäten des BMBF.

Das Ziel der Studie ist es, mit Hilfe von bibliometrischen Indikatoren diese Fähigkeiten sowie die Fächerprofile von Albanien, Bosnien und Herzegowina, Kroatien, Montenegro, Serbien sowie der Republik Kosovo zu analysieren. Besonderes Augenmerk wird auf Kooperationsmuster der westlichen Balkanländer untereinander gelegt, aber auch mit ausgewählten Kooperationspartnern wie Österreich, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Ungarn, das Vereinigte Königreich oder die USA. Die Diaspora – das sind Staatsangehörige, die im Ausland arbeiten – wird im Detail analysiert. Es wird die Frage untersucht, ob die Zusammenarbeit zwischen der Diaspora und dem Heimatland intensiver und von unterschiedlicher Qualität als internationale Ko-Publikationen im Allgemeinen sind. Schließlich wird der Frage nachgegangen, ob ein regionales Forschungssystem entsteht, das heißt, ob die Zusammenarbeit zwischen den Ländern des westlichen Balkans und mit direkten Nachbarländern in der jüngeren Vergangenheit schneller wächst als die Zusammenarbeit mit Ländern außerhalb der Westbalkanregion.

Für den Zweck dieser Studie werden Veröffentlichungen in der internationalen Datenbank Scopus verwendet. Scopus deckt mehr als 20.000 Fachzeitschriften weltweit mit einem breiten Spektrum wissenschaftlicher Disziplinen ab. Wir analysieren insbesondere Artikel, beziehen jedoch auch Letters, Notes und Reviews in die Analysen ein. Neben absoluten Zahlen der Publikationen und weltweiten Anteilen werden auch zitatsbasierte Maßzahlen eingesetzt, die die Sichtbarkeit der Publikationen widerspiegeln und so einen Hinweis auf deren wissenschaftlichen Wert oder die wissenschaftliche Qualität liefern. Wir verwenden die sogenannte feldspezifische Zitatrate, die Unterschiede im Zitierverhalten verschiedener Disziplinen berücksichtigt. Darüber hinaus berechnen wir den Anteil der Publikationen pro Land, die zu den 10% am höchsten zitierten Publikationen in der Welt gehören (Exzellenz Rate). Dies ist ein Maß nicht nur der wissenschaftlichen Qualität, sondern von wissenschaftlicher Exzellenz, wodurch die Wissenschaftssysteme nicht nur am Durchschnitt, sondern an der weltweiten Spitze gemessen werden. Daten werden für die Jahre 2004-2014 zusammen gestellt. Die

Länder werden anhand der Institutionen der Autorinnen und Autoren identifiziert. Wir wenden die fraktionierte Zählweise an, was bedeutet, dass jede Veröffentlichung anteilig auf Basis der genannten Affiliationen den jeweiligen Ländern zugeordnet wird.

Das Kosovo ist nicht als eigenständiges Land in Scopus registriert. In der Datenbank sind alle Publikationen des Kosovo zunächst Serbien zugeordnet. Wir identifizieren den Kosovo jedoch auf Basis der Stadt und des Namens der Institution. Sofern es möglich ist, werden die Daten für das Kosovo separat ausgewiesen, sind jedoch in den Daten für Serbien stets enthalten.

In Polanyi (1985a) werden Ko-Publikationen und Ko-Patente für den gesamten Donauraum und den Westbalkanraum untersucht. Wesentlich Erkenntnisse der Studie sind wachsende Publikationsraten, thematische Schwerpunkte der Region in den Bereichen Physik/Astronomie, Chemie, Biomedizin, Biologie, Mathematik und Geo-/Umweltwissenschaften sowie durch Kooperation entstehende Gruppenbildung, wobei von den Westbalkanländern u.a. Serbien und Kroatien in einer Gruppe zusammenfinden sowie Bosnien und Herzegowina, EJR Mazedonien, Albanien und Montenegro einer weiteren Gruppe angehören.

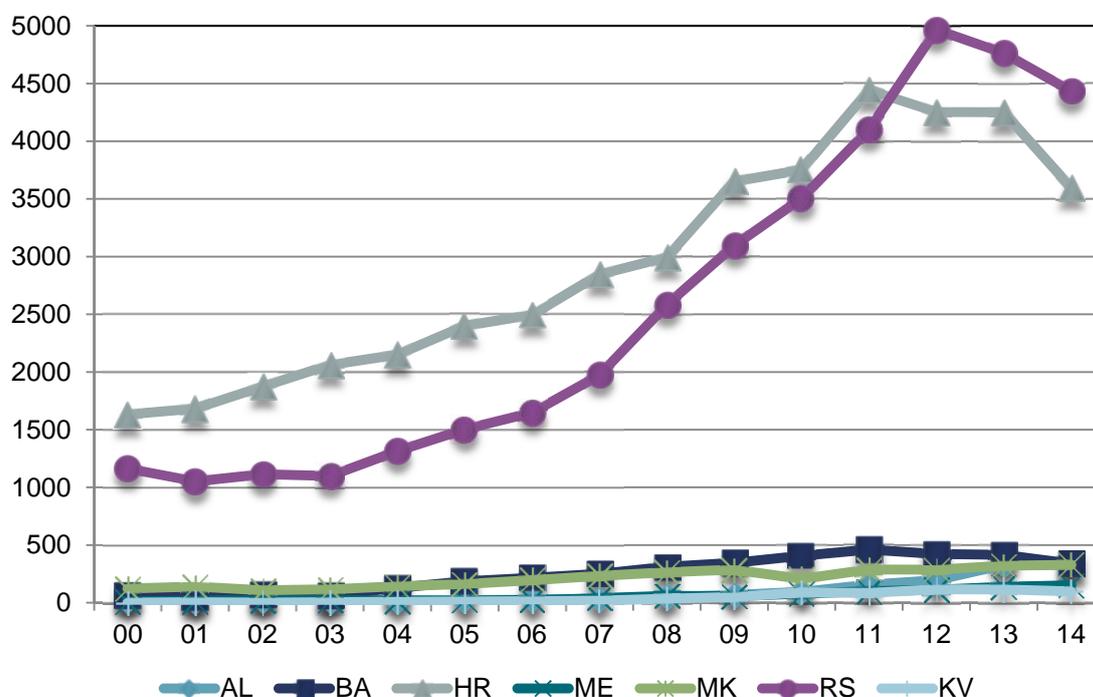
Der hier vorliegende Bericht befasst sich im folgenden Kapitel zunächst mit der absoluten Anzahl und den Anteilen der analysierten Länder an den weltweiten Veröffentlichungen. Darauf folgen die Darstellung der wissenschaftlichen Profile der Westbalkanstaaten und ein Vergleich mit ausgewählten Ländern. Kapitel 5 befasst sich mit den internationalen Ko-Publikationen des Westbalkans. Kapitel 6 nutzt die Ko-Publikationsdaten für eine Netzwerkanalyse und eine komprimierte Darstellung der Kooperationsmuster. Kapitel 7 beschäftigt sich mit den Veröffentlichungen und Kooperationen der Diaspora aus den westlichen Balkan-Staaten. Kapitel 8 nutzt eine Patentanalyse zur Darstellung der technologischen Leistungsfähigkeit der Länder und der Analyse der Technologieprofile Kroatiens und Serbiens. Das abschließende Kapitel fasst die Ergebnisse zusammen und diskutiert die Fragestellungen der Untersuchung.

3 Die Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen in den Westbalkanstaaten

3.1 Zeitschriftenbeiträge

In Abbildung 1 sind zunächst die absoluten Zahlen der Zeitschriftenbeiträge der sechs Westbalkanländer und des Kosovo dargestellt. Der Kosovo ist dabei eine Untermenge von Serbien, da er in der Datenbank nicht separat ausgewiesen wird. Wir grenzen den Kosovo über den Adresszusatz "Kosovo" mit der Länderkennung "Serbien" sowie unter Berücksichtigung der Hochschul-Standorte wie bspw. Pristina oder Mitrovica ab. Damit wird eine Erfassung von Veröffentlichungen auch vor der Unabhängigkeitserklärung des Kosovo im Jahr 2008 möglich.

Abbildung 1: Anzahl* der Zeitschriftenveröffentlichungen



* Gezählt wird nach der fraktionierten Zählweise, d.h. jede Veröffentlichung wird anteilig den jeweils genannten Ländern zugerechnet.

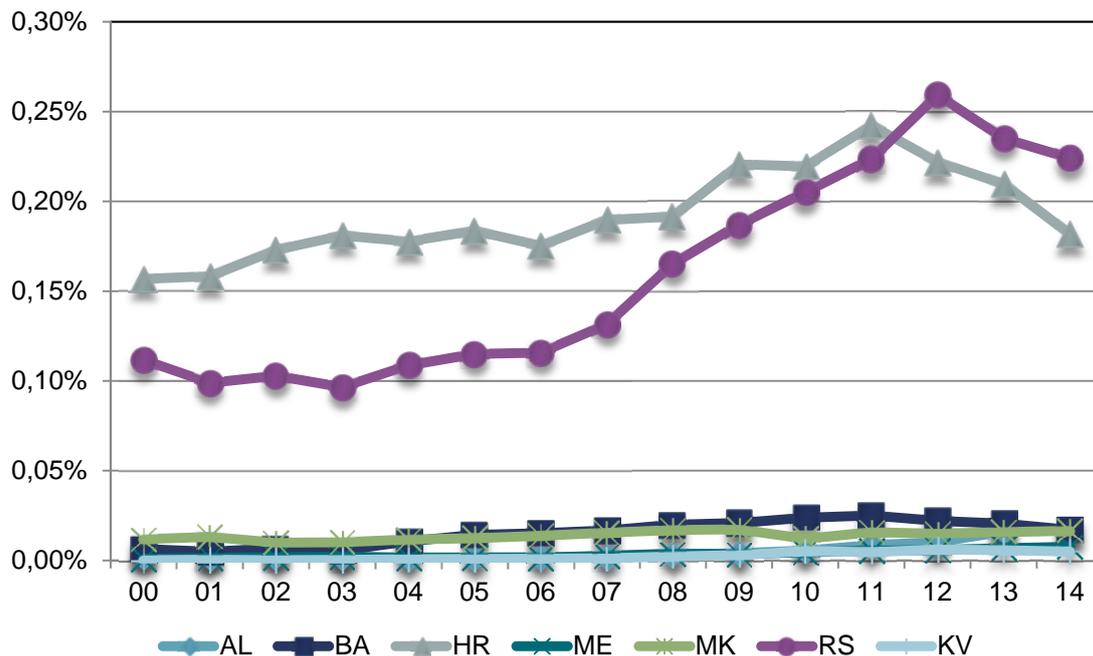
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Die Zahlen belegen für alle Länder einen Anstieg der Veröffentlichungen seit dem Jahr 2000. Allerdings bleiben die absoluten Zahlen mit Ausnahme von Serbien und Kroatien, die zwischen 4.500 und knapp 5.000 Veröffentlichungen pro Jahr vorweisen können, mit weniger als 500 Zeitschriftenbeiträgen deutlich limitiert. Insbesondere der Kosovo und auch Montenegro haben kaum messbaren wissenschaftlichen Output in internationalen Zeitschriften vorzuweisen. Zwar haben die beiden Länder - nur noch übertroffen von Albanien mit einem jahresdurchschnittlichen Wachstum (CAGR) der

Veröffentlichungen von ca. 32% - mit die höchsten Zuwachsraten, was angesichts der geringen Fallzahlen allerdings nur wenig überrascht. Weltweit sind die Veröffentlichungen zwischen 2000 und 2014 um ca. 5% jährlich angestiegen. Alle betrachteten Westbalkanländer übertreffen diesen Wert, wobei Kroatien mit ca. 5,3% das niedrigste Wachstum dieser Ländergruppe aufweist, gefolgt von EJR Mazedonien (8,7%), Bosnien und Herzegowina (10,1%) und Serbien (12,9%). Letzteres hat damit trotz seiner bereits hohen Zahl von mehr als 1.000 Beiträgen im Jahr 2000 ein sehr deutliches Wachstum erreichen können und platziert sich somit seit 2012 noch vor Kroatien, welches allerdings gemessen an der Bevölkerungszahl auch deutlich kleiner ist.

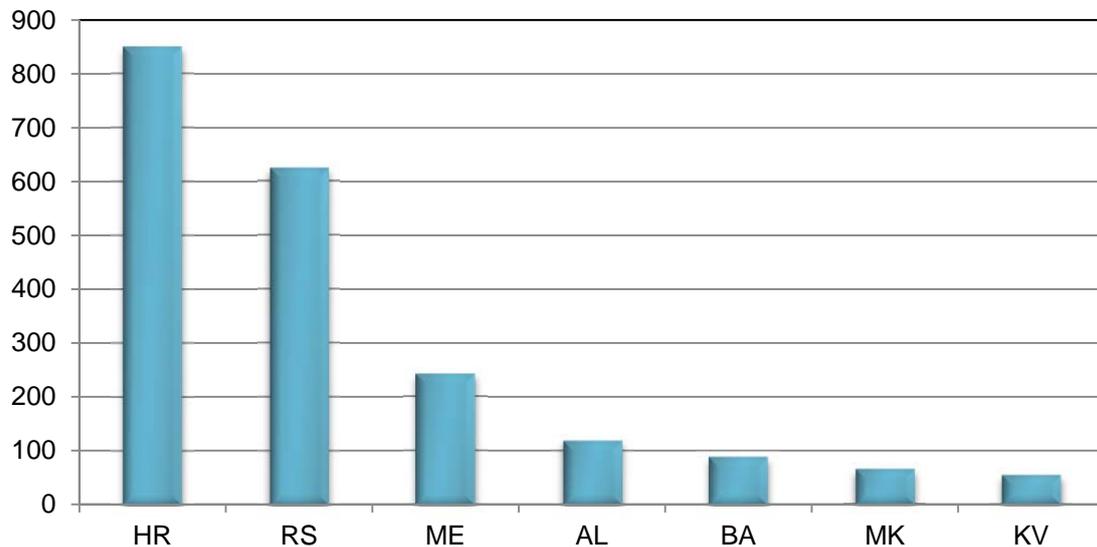
Die absoluten Zahlen bedeuten auch für alle betrachteten Länder nur einen sehr geringen Anteil an den weltweiten Zeitschriftenveröffentlichungen (siehe Abbildung 2). Serbien und Kroatien tragen zu jeweils etwas mehr als 0,2% zu den weltweiten Veröffentlichungen bei, wenngleich am aktuellen Rand die Werte deutlich zurückgegangen sind, d.h. hier war das Wachstum in den beiden Ländern niedriger als das gesamte Wachstum in der Welt. Die anderen betrachteten Länder erreichen nur jeweils ca. ein Zehntel von Serbien und Kroatien, d.h. sie tragen nur zu maximal 0,025% zum weltweiten Publikationsaufkommen bei.

Abbildung 2: Anteile an den weltweiten Zeitschriftenveröffentlichungen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

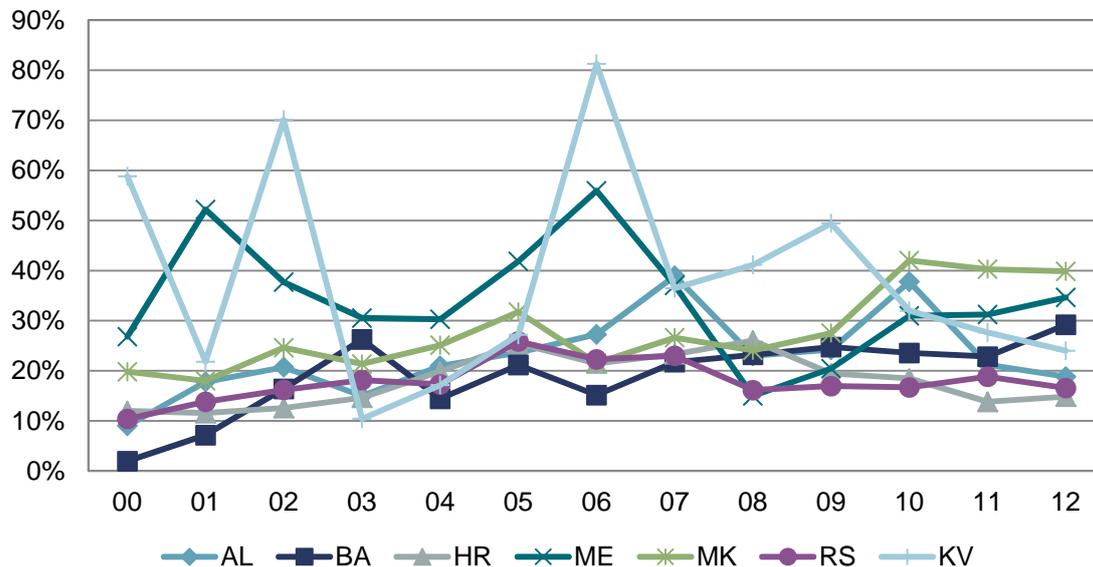
Abbildung 3: Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen pro 1. Mio. Einwohner, 2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Weltbank – World Development Indicators; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Betrachtet man die Veröffentlichungen je 1 Million Einwohner (Abbildung 3), so liegt hier Kroatien vor Serbien. Es sind also nicht absolute Größeneffekte, die diese beiden Länder an die Spitze setzen, sondern auch tatsächlich ein bestehendes Wissenschaftssystem. Montenegro steht hier mit deutlichem Abstand an dritter Stelle, während in Albanien, Bosnien und Herzegowina sowie auch EJR Mazedonien und im Kosovo mit 100 oder weniger Veröffentlichungen faktisch kein bestehendes Wissenschaftssystem existiert, bei dem "kritische Masse" erzeugt wird.

Abbildung 4: Anteile der Konferenzbeiträge an allen Veröffentlichungen (Zeitschriften- und Konferenzbeiträge)



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Beiträge auf Konferenzen sind in vor allem in den technischen Wissenschaftsfeldern von großer Bedeutung. In den Computerwissenschaften/Informatik sind bis zu 75-90% der Veröffentlichungen Konferenzbeiträge und entsprechend 10-25% Zeitschriftenbeiträge – je nach Land und Veröffentlichungsjahr. Auch in der Elektrotechnik finden sich hohe Anteile von 70% und mehr. Selbst im Maschinenbau, in der Optik oder im Bereich von Mess- und Regelungstechnik sind es mehr als die Hälfte der wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in Konferenzbänden zu finden sind. Die zur Verfügung stehenden Daten stammen ebenfalls aus Scopus. Es zeigt sich allerdings, dass die Befüllung der Datenbank mit aktuellen Daten deutlich langsamer vonstattengeht als im Fall von Zeitschriftenpublikationen, was unter anderem daran liegt, dass der Zeitpunkt der Konferenz und nicht der Zeitpunkt der Veröffentlichung des Konferenzbandes erfasst wird. Mit anderen Worten, die Zeit, die es dauert, um die Proceedings einer Konferenz zu veröffentlichen, führt zu einem größeren Zeitversatz. Daher werden hier Zahlen auch nur bis zum Jahr 2012 und nicht wie in den anderen Darstellungen bis zum Jahr 2014 diskutiert.

In Abbildung 4 sind die Anteile der Konferenzbeiträge an allen Veröffentlichungen, d.h. Zeitschriften- und Konferenzbeiträgen, dargestellt. Aufgrund der geringen Anzahl der Konferenzbeiträge sind die Zahlen großen Schwankungen unterlegen. Dennoch zeichnet sich für fast alle Länder eine steigende Tendenz der Anteile ab. Hierbei sticht vor allem Bosnien und Herzegowina heraus, dessen Konferenzbeiträge im Jahr 2012 29% aller Veröffentlichungen ausmachen, während es im Jahr 2000 lediglich 2% sind. Der

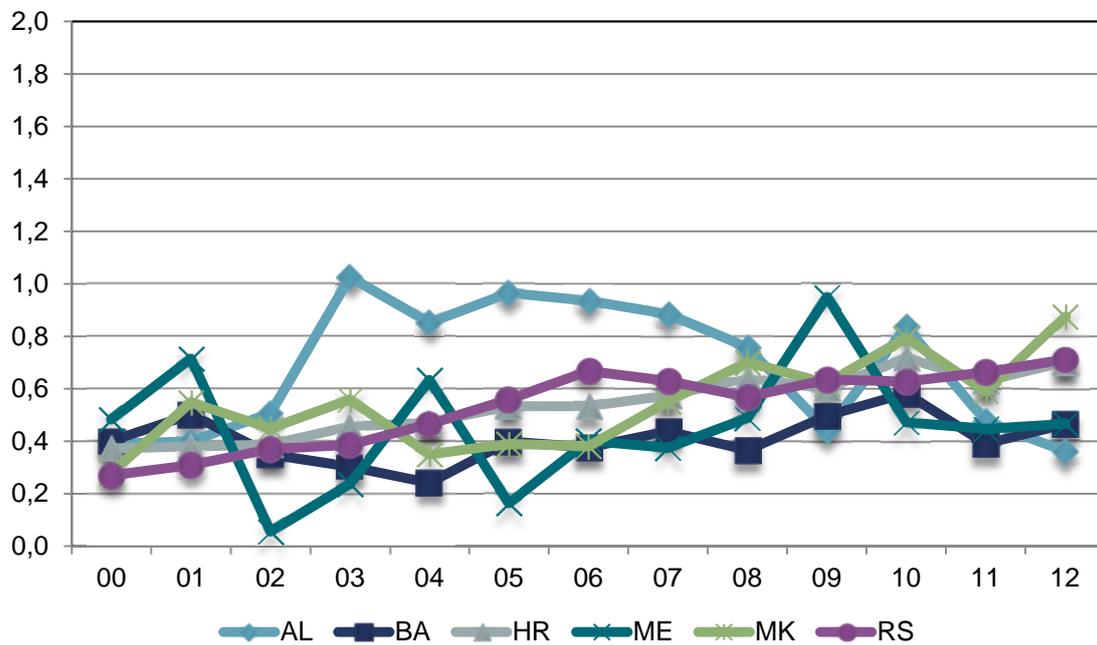
Kosovo verzeichnet als einziges Land mit 24% im Jahr 2012 einen niedrigeren Anteil als im Jahr 2000, jedoch sind gerade in den ersten Jahren des Jahrhunderts die Zahlen hier sehr niedrig, sodass es nicht möglich ist, einen verlässlichen Trend abzulesen. EJR Mazedonien veröffentlicht 2012 anteilig mit 40% am meisten Konferenzbeiträge, gefolgt von Montenegro mit 35%, Bosnien und Herzegowina, dem Kosovo mit 24% und Albanien mit 19%. Die beiden Länder mit den höchsten Publikationszahlen, Serbien und Kroatien, publizieren mit 17% und 15% anteilig am wenigsten Konferenzbeiträge und konzentrieren sich somit eher auf Veröffentlichungen in Zeitschriften.

3.2 Qualität und Sichtbarkeit der Zeitschriftenbeiträge aus Westbalkanländern

Zitierungen bilden in der Bibliometrie die wichtigste Grundlage zur Bewertung des wissenschaftlichen Outputs. Je häufiger eine Veröffentlichung zitiert wird, so die grundlegende Annahme, umso größer ist ihre Sichtbarkeit. In einer erweiterten Interpretation, die unterstellt, dass in erster Linie solche Veröffentlichungen zitiert werden, die für die eigenen wissenschaftlichen Arbeiten relevant sind und auf die man aufgebaut hat, fungieren Zitierungen als Qualitätsmaß. Da es jedoch sehr deutliche Unterschiede bei den Zitiergewohnheiten zwischen einzelnen Disziplinen gibt, werden in der Analyse solche Maßzahlen bevorzugt verwendet, die diese Unterschiede berücksichtigen. Die hier verwendete feldspezifische Zitatrate, ebenso wie die (feldspezifische) Exzellenzrate tun dies. Bei der feldspezifischen Zitatrate wird die durchschnittliche Anzahl der Zitierungen eines Landes in einem Feld ins Verhältnis gesetzt zur entsprechenden Anzahl der Zitierungen in dem Feld weltweit. Anschließend wird der gewichtete Durchschnitt über alle Felder je Land errechnet. Für die Berechnung der Exzellenzrate wird zunächst bestimmt, ob eine Publikation zu den 10% am höchsten zitierten Veröffentlichungen in einem Feld gehört. Anschließend wird der Anteil entsprechend zugeordneter Veröffentlichungen an allen Veröffentlichungen eines Landes errechnet.

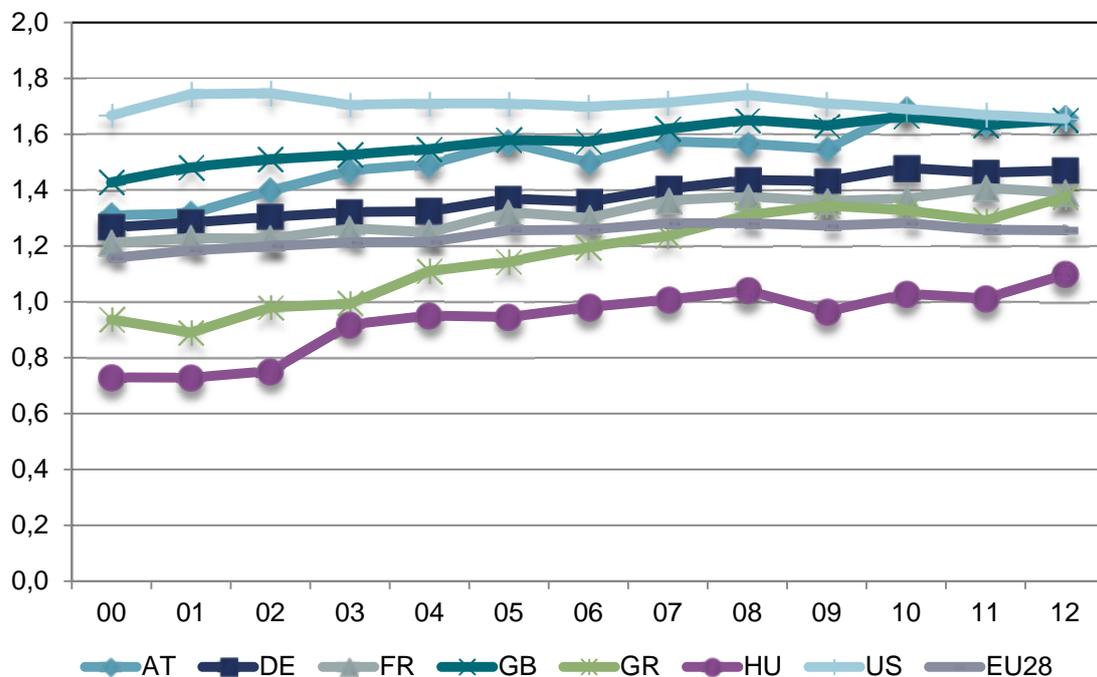
In Abbildung 5 sind die feldspezifischen Zitatraten der Länder dargestellt. Die einzelnen Länder entwickeln sich auf Grund der niedrigen Fallzahlen teilweise unstetig, es zeigen sich jedoch mit Ausnahme von Albanien in der längeren Perspektive im Wesentlichen positive Trends. Insgesamt zeigt sich aber, dass die Westbalkanländer allesamt unterhalb des weltweiten Durchschnittswerts von Eins liegen. Die Vergleichsländer (siehe Abbildung 6) liegen mit Ausnahme von Ungarn oberhalb des Weltdurchschnitts, d.h. es besteht hier für die Westbalkanländer ein deutlicher Rückstand auch gegenüber den Vergleichsländern. Die Werte der beiden Länder mit substantiellen Publikationszahlen – Serbien und Kroatien – erreichen eine stetige Entwicklung und liegen im Jahr 2012 an der Spitze hinter dem fluktuierenden EJR Mazedonien. Werte von etwa 0,7 bedeuten, dass die Veröffentlichungen der Länder im Durchschnitt 30% weniger Zitierungen erhalten als der weltweite Durchschnitt.

Abbildung 5: Durchschnittliche feldspezifische Zitratraten in den Westbalkanstaaten



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 6: Durchschnittliche feldspezifische Zitratraten in den Vergleichsländern



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

4 Profile

Wissenschaftliche Felder und Disziplinen unterscheiden sich sehr deutlich in ihrem Publikationsverhalten, weshalb die Profile der Länder zum Teil auch die Unterschiede in den Gesamtkennzahlen mit erklären können. Insofern ist es von besonderer Bedeutung, nicht nur diese Gesamtentwicklung zu betrachten, sondern auch die thematischen Schwerpunkte innerhalb der Länder und diese zu vergleichen. Neben der reinen Publikationsintensität unterscheiden sich die wissenschaftlichen Felder auch in ihrer Kooperationsneigung und in ihrem Zitierverhalten. Während die auf den Zitierungen basierenden Indikatoren zwar Feldunterschiede berücksichtigen, ist dies im Falle der Intensitäten der Kooperationsneigung nicht unmittelbar möglich. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die Profile der Länder analysiert und vergleichend nebeneinandergestellt. An verschiedenen Stellen wird auch auf die Entwicklung über die Zeit eingegangen.

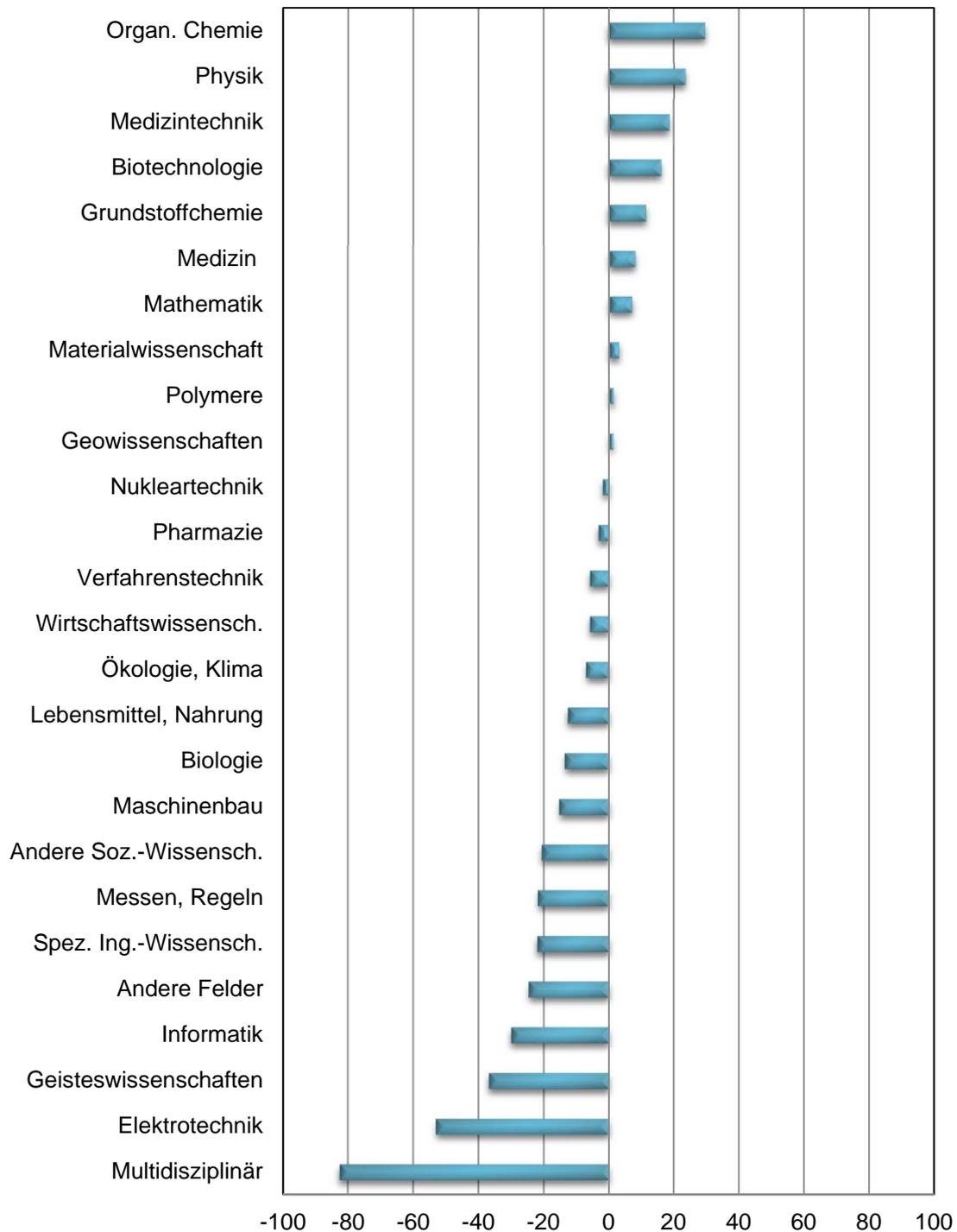
4.1 Profile der Länder

Im Folgenden werden zunächst die wissenschaftlichen Profile der einzelnen Länder anhand der sogenannten Spezialisierung analysiert, die den Anteil eines Feldes in einem Land in Relation setzt zum Anteil eines Feldes in der Welt. Nach geeigneter Transformation zeigen Werte oberhalb von null ein Gewicht eines Feldes im Profil eines Landes an, das oberhalb des weltweiten Durchschnitts dieses Feldes liegt. Werte unter null belegen entsprechend, dass das jeweilige Feld eine geringere Bedeutung in dem jeweiligen Land hat.

In Abbildung 7 ist zunächst das wissenschaftliche Profil Deutschlands als Vergleich für die Balkan-Länder dargestellt. Deutschland ist besonders auf Grundlagenfelder wie die Chemie oder die Physik spezialisiert, hat aber auch Stärken in der Biotechnologie oder der Medizintechnik. Die Medizin nimmt in Deutschland eine nur leicht überdurchschnittliche Rolle im Vergleich zur weltweiten Bedeutung ein. Zwar ist die Medizin das größte der betrachteten Wissenschaftsfelder. Sie nimmt aber im Profil zahlreicher anderer Länder sowie dann entsprechend im weltweiten Durchschnitt ein ebenfalls großes Gewicht ein, so dass Deutschland hier nur wenig oberhalb des weltweiten Wertes liegt. Zahlreiche Ingenieurwissenschaften ebenso wie die Informatik nehmen in Deutschland nur eine untergeordnete Rolle im Wissenschaftsprofil ein.

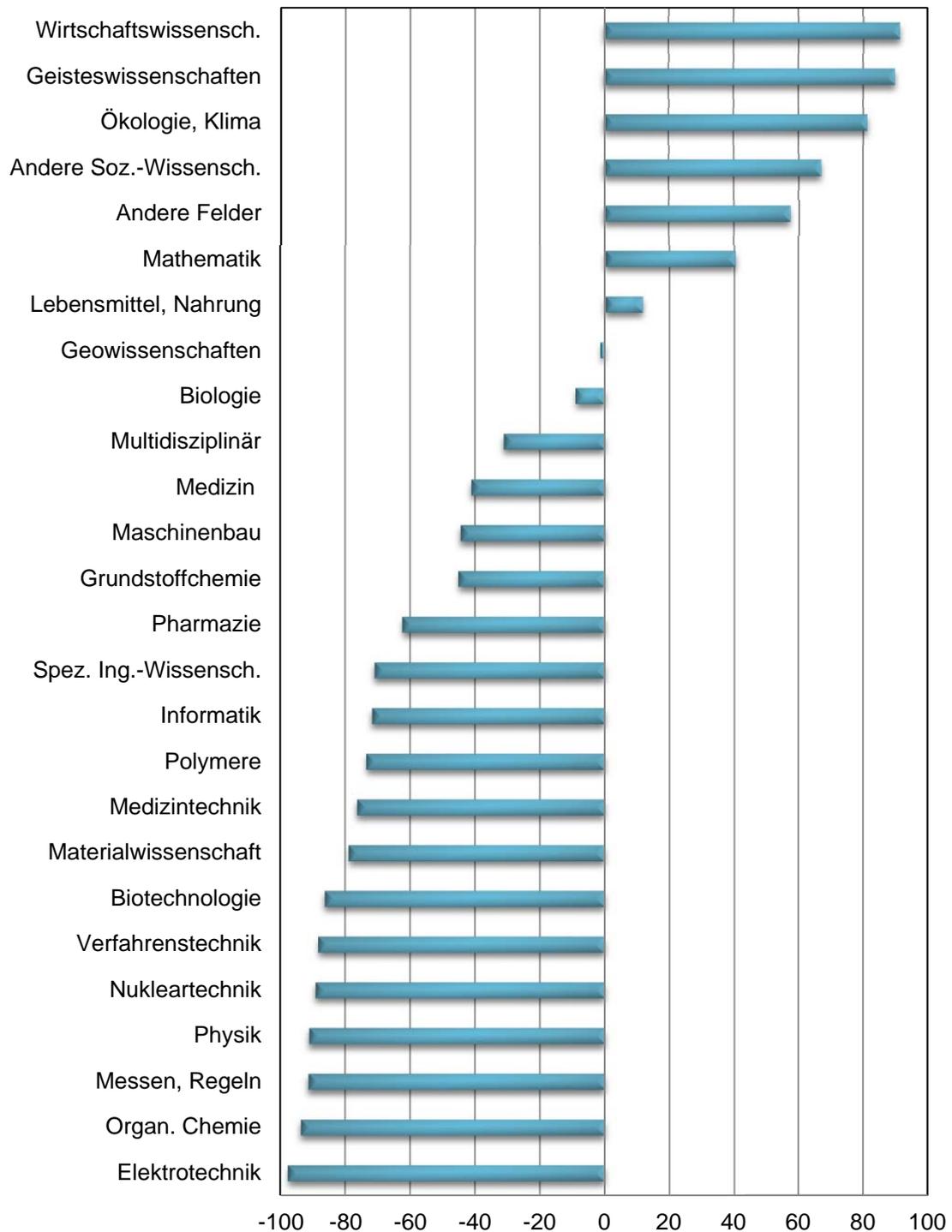
Albanien (Abbildung 8) hat im Vergleich dazu ein deutlich anderes Profil. Es ist auf Geistes- und Sozialwissenschaften spezialisiert sowie auch auf Ökologie/Klima und Mathematik. Zu den Schwächen Albaniens im wissenschaftlichen Profil gehören neben der Chemie auch die Physik, die Informatik oder die Elektrotechnik.

Abbildung 7: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014: Deutschland



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 8: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014: Albanien



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Bosnien und Herzegowina (Abbildung 9) haben nahezu einen ausschließlichen Fokus auf Medizin, sowie ein wenig Geistes- und Sozialwissenschaften. Anteile im Profil des Landes wie sie in etwa auch den weltweiten Anteilen entsprechen erreicht die Informatik, die Mathematik, aber auch der Spezialmaschinenbau oder die Nukleartechnik. Demgegenüber gehören Chemie, Biotechnologie oder Materialforschung nicht zu den Schwerpunkten in Bosnien und Herzegowina.

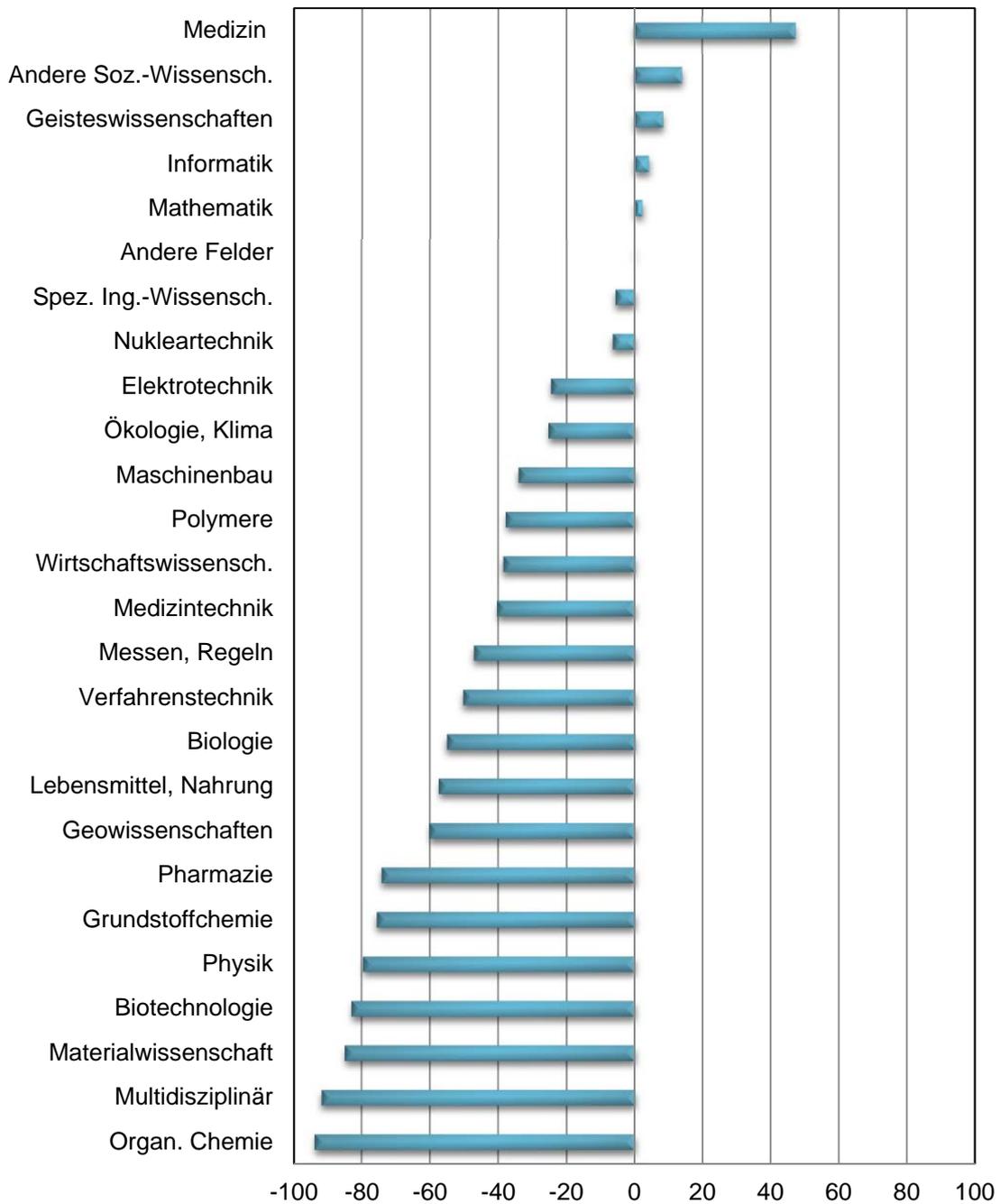
Im Fall von Kroatien (Abbildung 10) zeigen sich ebenfalls Schwerpunkte in den Bereichen Geistes- und Sozialwissenschaften sowie weniger ausgeprägt im Maschinenbau oder der Pharmazie. Elektrotechnik, Physik, Biotechnologie ebenso wenig wie Informatik oder Chemie gehören zu den Schwerpunkten im Profil des Landes. Medizin, Mathematik und Polymere nehmen aber immerhin das gleiche Gewicht in Kroatien wie in der Welt ein.

Montenegro (Abbildung 11) hat im Vergleich zu den anderen Ländern im Westbalkan ein deutlich anderes Profil. So finden sich komparative Vorteile in den Bereichen Elektrotechnik, Mathematik und Informatik. Auch in Teilen des Maschinenbaus, der Biologie oder der Polymere finden sich überdurchschnittlich viele Veröffentlichungen im Profil von Montenegro. Demgegenüber gehören Felder wie Chemie, Biotechnologie oder Pharmazie ebenso wie die Medizin nicht zu den Schwerpunkten im Wissenschaftsprofil des Landes.

EJR Mazedonien, das zuletzt knapp 330 Veröffentlichungen vorzuweisen hat, zeigt Schwerpunkte in den Bereichen Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, aber zusätzlich auch in der Grundstoffchemie. Sozialwissenschaften und Medizin sind Bereiche, die ebenfalls leicht oberhalb des weltweiten Gewichts liegen, während Biologie und Pharmazie darunter liegen, ebenso wie Polymere oder Materialforschung.

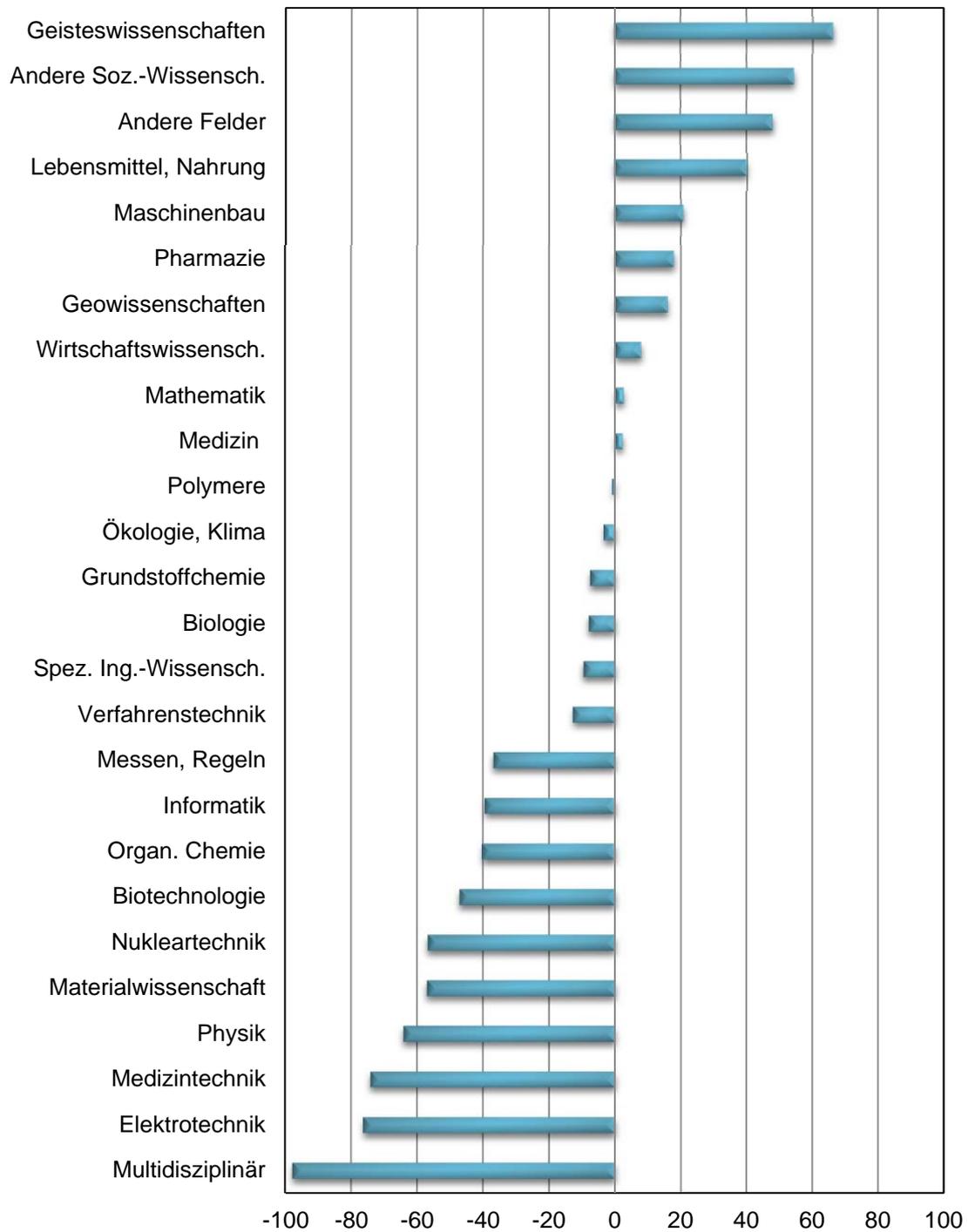
Serbien, dem im Jahr 2014 knapp 2.400 Veröffentlichungen nach der fraktionierten Zählung zugewiesen werden können, hat im Zeitraum 2005-2014 deutliche Schwerpunkte in den Ingenieurwissenschaften sowie bei Grundstoffchemie und Lebensmittel-forschung. Biologie, Pharmazie und Medizin spielen eine leicht untergeordnete Rolle im wissenschaftlichen Profil Serbiens im Vergleich zu den weltweiten Anteilen dieser Felder. In den Geistes- und Sozialwissenschaften kann Serbien hingegen keine komparativen Vorteile vorweisen.

Abbildung 9: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014: Bosnien und Herzegowina



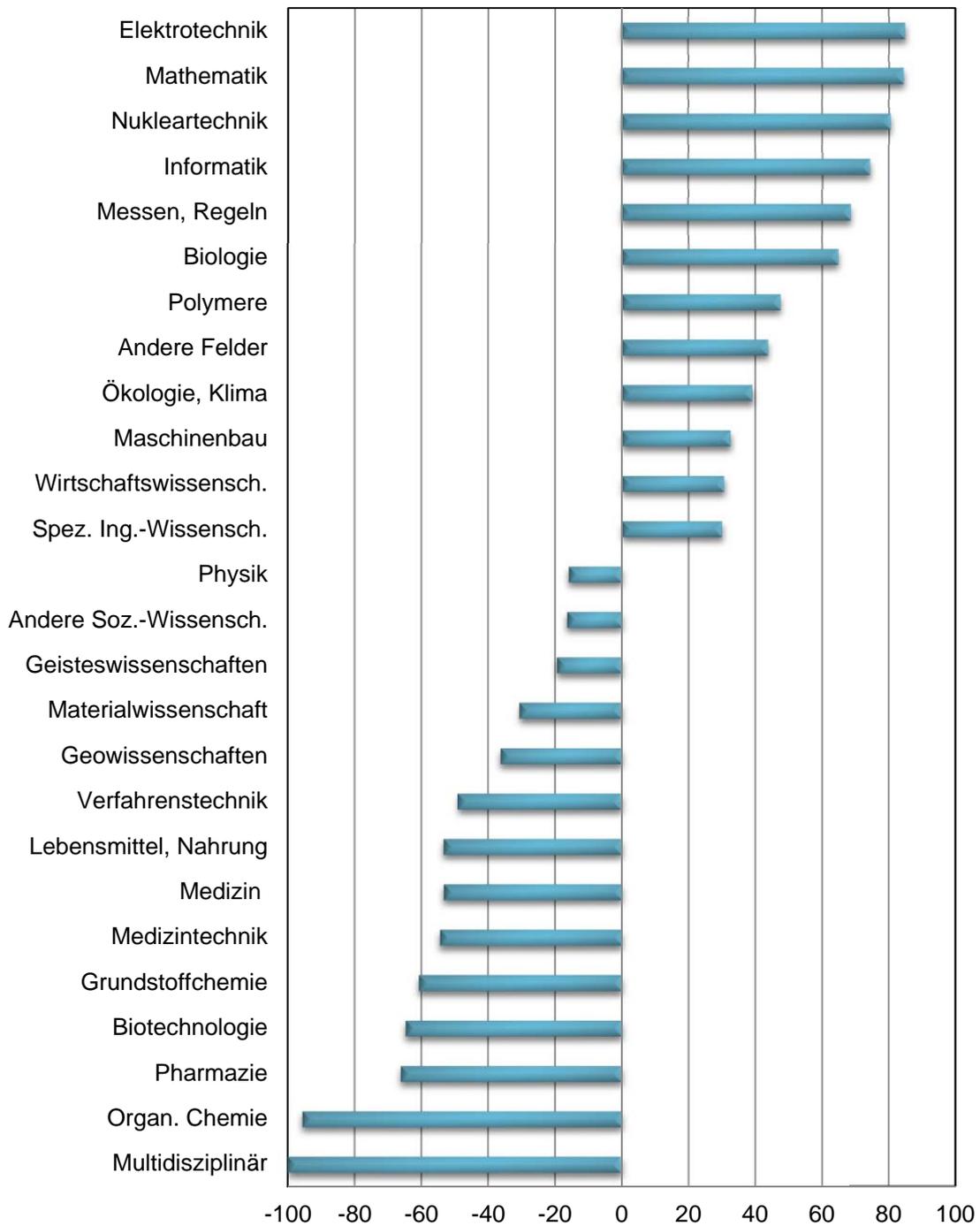
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 10: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014: Kroatien



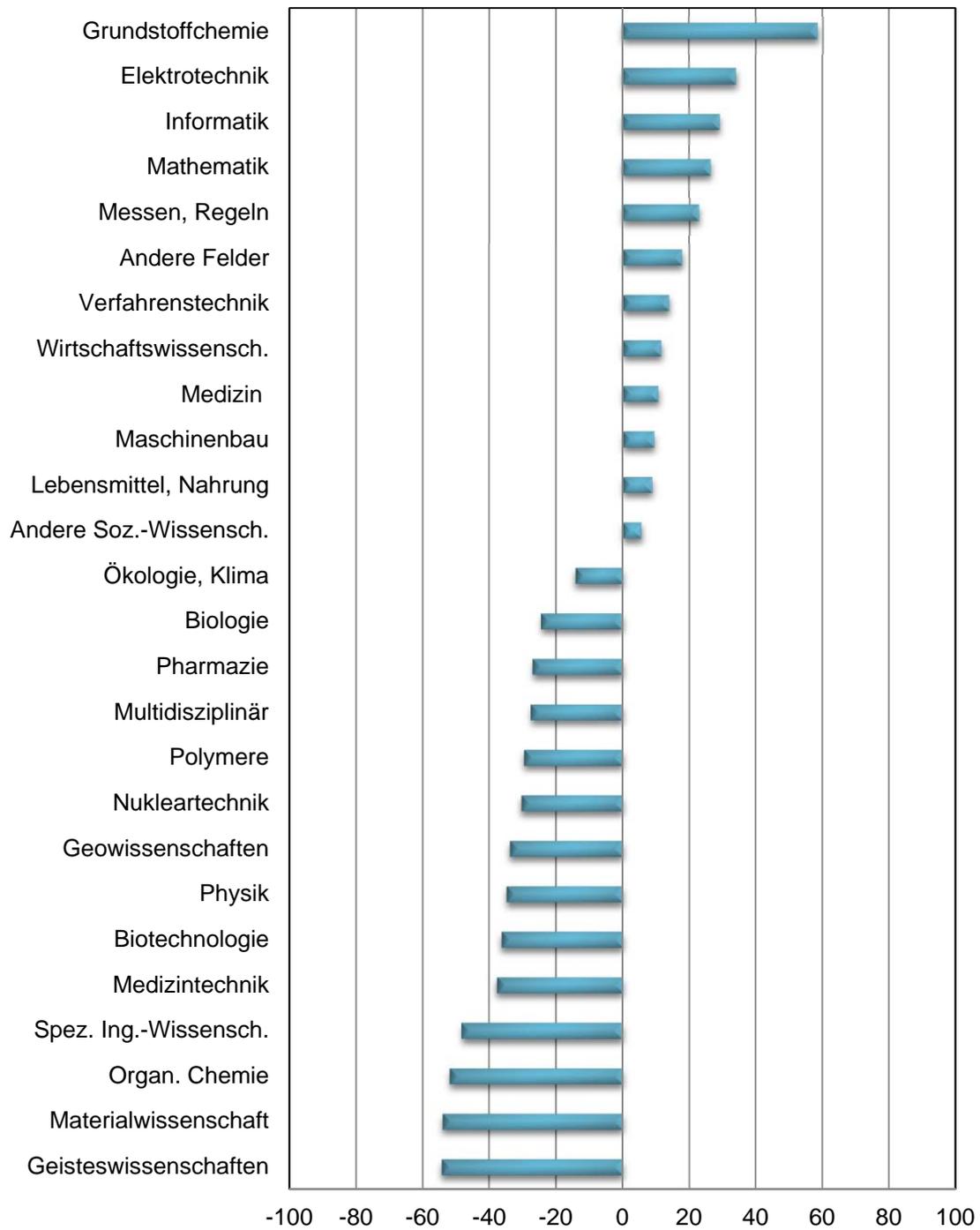
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 11: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014: Montenegro



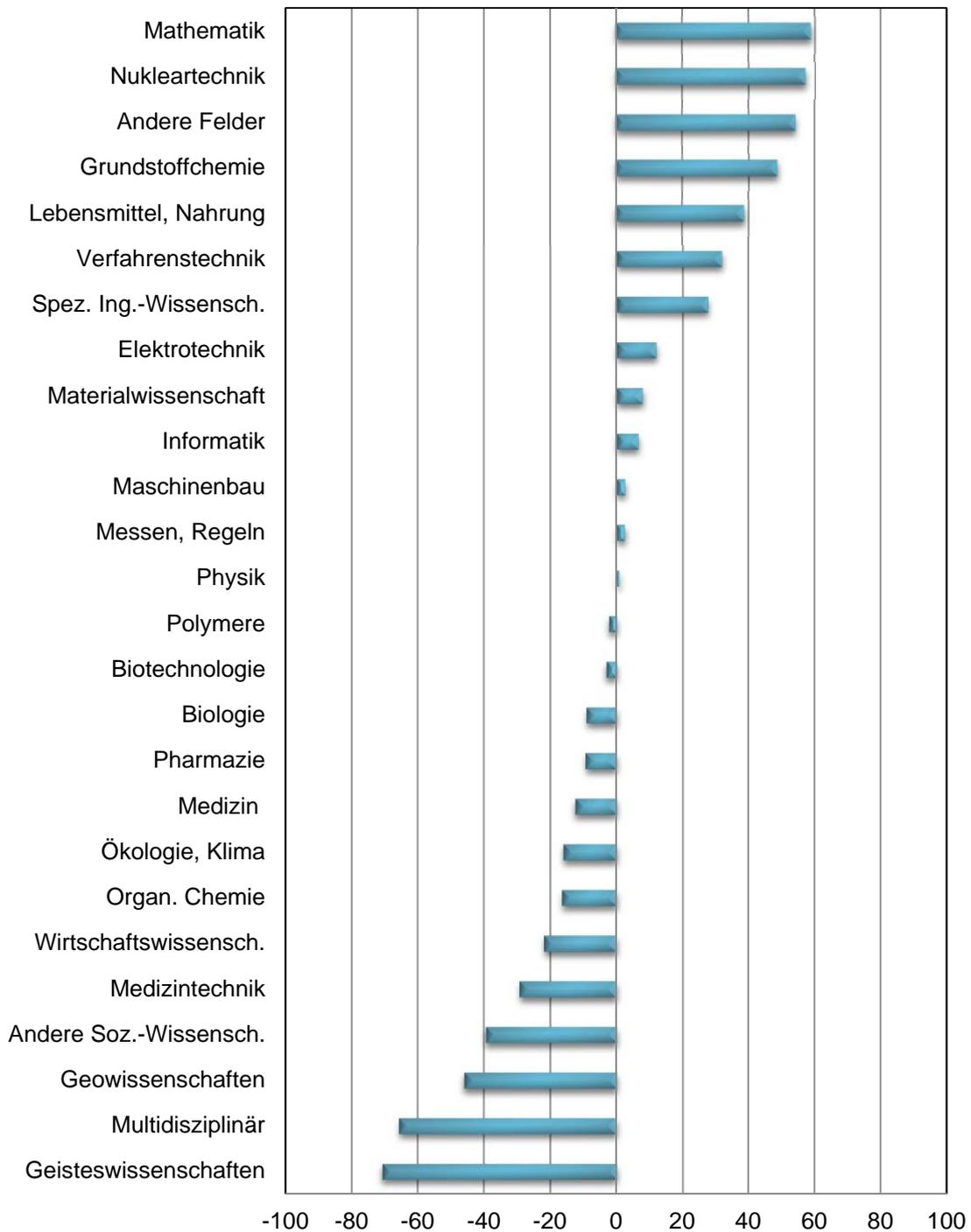
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 12: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014:
EJR Mazedonien



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 13: Wissenschaftliche Spezialisierung (RLA) in den Jahren 2005-2014: Serbien

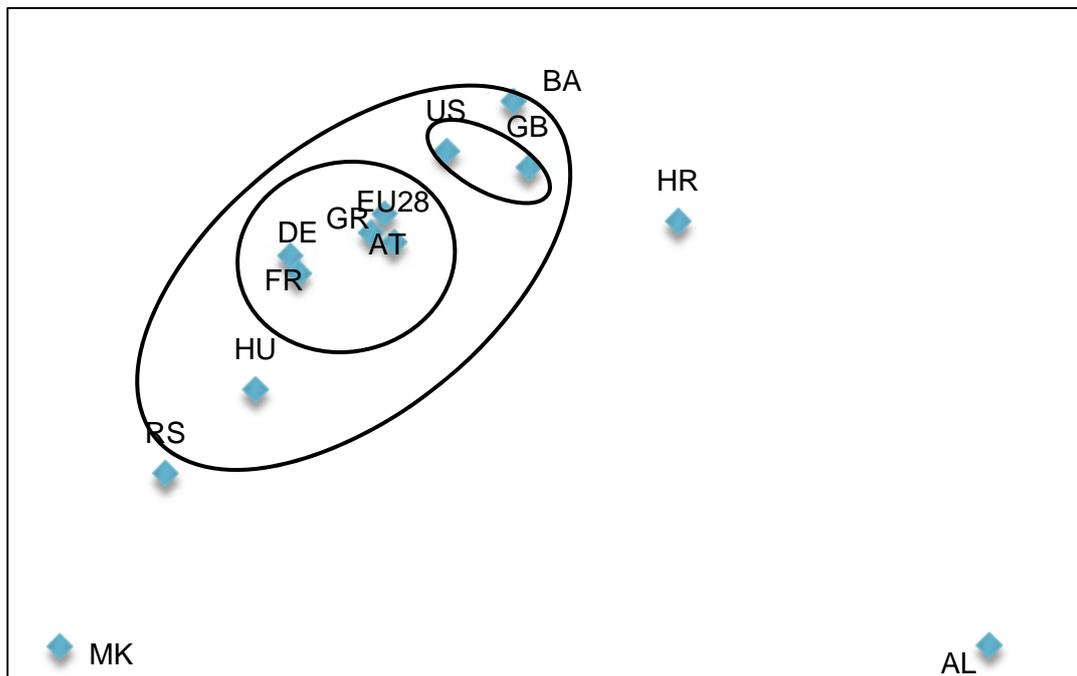


Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

4.2 Ähnlichkeiten der Profile und deren Veränderung

Vergleicht man die wissenschaftlichen Profile der Westbalkanländer und der Vergleichsländer anhand einer Multidimensionalen Skalierung – hier werden die Ähnlichkeiten der Vektoren der Profile berechnet und in einem zweidimensionalen Raum dargestellt – dann zeigt sich, dass die Westbalkanstaaten – ausgenommen ist hier Montenegro, da es von den Profilen aller anderer Länder so deutlich abweicht, dass es die Darstellung zu sehr verzerrt – deutlich andere Profile aufweisen als die (westlichen) Vergleichsländer. In Abbildung 14 ist zunächst die Kartierung für die Jahre 2000-2002 dargestellt. Die Kreise bilden die Ergebnisse einer Clusteranalyse ab, die ebenfalls die Ähnlichkeiten der Profilvektoren für eine Gruppierung der Länder verwendet. Während sich Deutschland, Frankreich, Griechenland, Österreich sowie die gesamte EU recht ähnlich sind und auch eine gewisse Nähe zum Cluster bestehend aus USA und Großbritannien aufweisen, liegen die Länder des Westbalkans deutlich abseits. Bosnien und Herzegowina ähnelt dabei noch am ehesten dem US-britischen Cluster, während Länder wie Albanien oder EJR Mazedonien deutlich abseits liegen.

Abbildung 14: Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse der wissenschaftlichen Profile der Westbalkan-* und ausgewählter Vergleichsländer, 2000-2002



* Westbalkan ist in dieser Darstellung ohne Montenegro, das ein so deutlich anderes Profil als alle anderen Länder hat, dass es extrem abweicht und damit in der Darstellung die anderen Länder zu sehr zusammen schiebt

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

In den Jahren 2006-2008 zeigt sich weiterhin ein west-europäisches Cluster, zu dem Ungarn nun größere Ähnlichkeit aufweist. Auf einer höheren Ebene gesellt sich zu West-Europa und den USA/Großbritannien dann auch Kroatien. Albanien, Bosnien und Herzegowina sowie auch EJR Mazedonien bleiben aber außen vor. Auch Serbien liegt deutlich außerhalb und hält gleichzeitig Abstand zu den anderen Westbalkanländern.

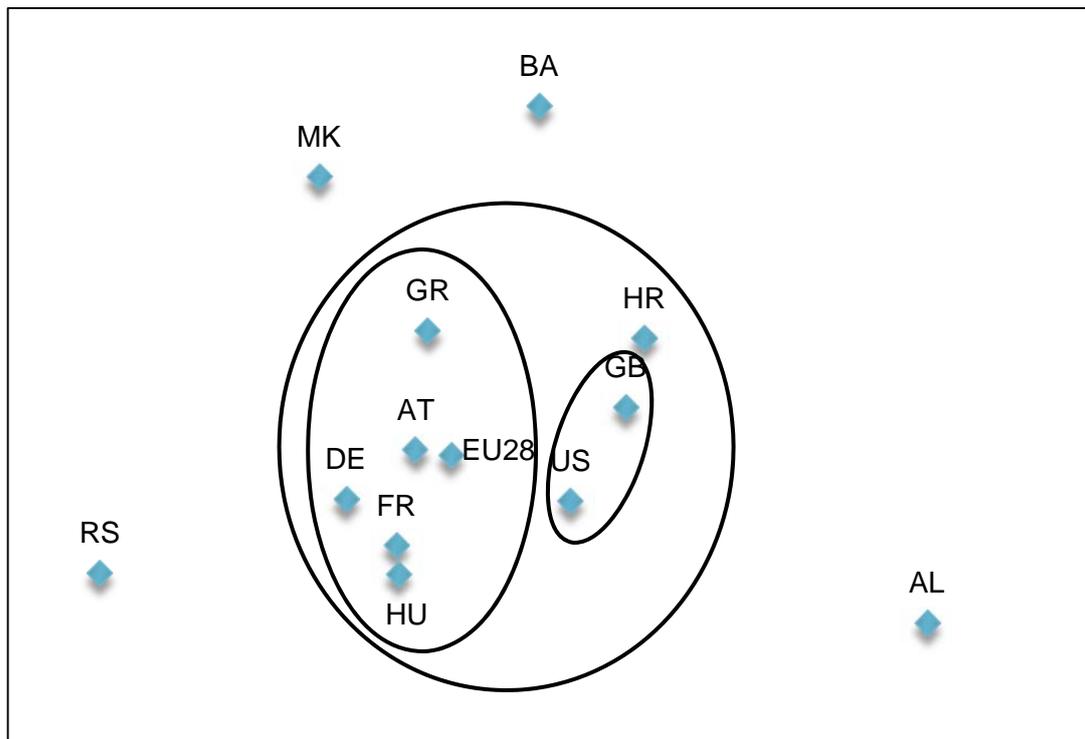
Im letzten Beobachtungszeitraum von 2012-2014 setzt sich Kroatien wieder ein wenig ab vom US-britischen Cluster, zu dem sich nun aber Bosnien und Herzegowina nähert. West-Europa bleibt auch weiterhin als Gruppe sichtbar und Ungarn ist zwar noch in der Nähe verortet, wird aber nicht länger durch das Clusterverfahren auf den frühen Stufen zugeordnet. Erst auf einer späteren Ähnlichkeitsstufe werden die Länder gruppiert. Es bleiben jedoch Serbien, Kroatien und Albanien außen vor.

Die Erklärungen für die unterschiedliche Verortung kann aus den Profilen des vergangenen Abschnitts abgeleitet werden. Das europäische Cluster definiert sich durch Schwerpunkte in der Chemie und der Physik, einem durchschnittlichen Gewicht der Medizin, sowie Schwächen in Geistes- und Sozialwissenschaften sowie in den Ingenieurwissenschaften. Das amerikanisch-britische Cluster findet sich auf Grund der Stärken in der Medizin und den Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen, sowie auf Grund von relativ geringer Bedeutung der Ingenieurwissenschaften, was denn auch die Nähe zu Europa mit erklärt. Bosnien und Herzegowina wird auf Grund des Schwerpunkts in der Medizin in die Nähe des amerikanisch-britischen Profils gerückt. Kroatien wird wegen seiner Schwerpunkte in den Geistes- und Sozialwissenschaften sowie in der Pharmazie und auf Grund der relativen Schwächen in einigen Ingenieurwissenschaften ebenfalls in der Nähe dieses Clusters verortet. Im Fall von Serbien sind es die durchschnittlichen Werte bei Informatik und Medizin sowie die ausgeprägten Stärken in Mathematik und Lebensmittelforschung und die relativen Schwächen in den Sozialwissenschaften, die es von den anderen Ländern absondern. Albanien liegt außerhalb der Cluster und entfernt von den anderen Ländern, weil es als einziges Land einen ausgeprägten Schwerpunkt bei den Geistes- und Sozialwissenschaften gepaart mit Mathematik und Ökologie/Klima aufweist. Dabei hat Albanien im Gegensatz zu den meisten anderen Ländern – mit Ausnahme des nicht abgebildeten Montenegro – zusätzlich unterdurchschnittliche Anteile in der Medizin. EJR Mazedonien schließlich ist deswegen abgesetzt von den anderen Ländern, weil deutliche Schwerpunkte in Elektrotechnik und Informatik hat, was sich so in keinem anderen Land findet.

Die Analyse von Danksagungen in Publikationen lässt Rückschlüsse auf die Nutzung von Förderprogrammen zu. Hierbei ist vor allem die Fragestellung interessant, ob EU-Förderprogramme in den thematischen Schwerpunkten in Anspruch genommen werden. Ein Zusammenhang zwischen den thematischen Schwerpunkten und der Nutzung von EU-Förderprogrammen lässt sich jedoch nicht herstellen. Zwar finden sich in allen Schwerpunkten der Länder Publikationen, welche in Verbindung mit einem EU-Programm entstanden sind, diese machen aber lediglich einen geringen Anteil der

Veröffentlichungen aus (ca. 1% bis 5% im Zeitraum 2010-2014)¹. Am häufigsten werden EU-Förderprogramme in den Bereichen Physik (6%), Messen/Regeln (5%), Multidisziplinäre (5%) und Biotechnologie (4%) genutzt, welche aber keine ausgeprägten Schwerpunkte der Westbalkanländer darstellen. In Bereichen wie Mathematik (1%), den Geistes- und Sozialwissenschaften (1%) und auch der Medizin (1%) stehen Veröffentlichungen eher selten in Verbindung mit EU-Programmen.

Abbildung 15: Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse der wissenschaftlichen Profile der Westbalkan-* und ausgewählter Vergleichsländer, 2006-2008



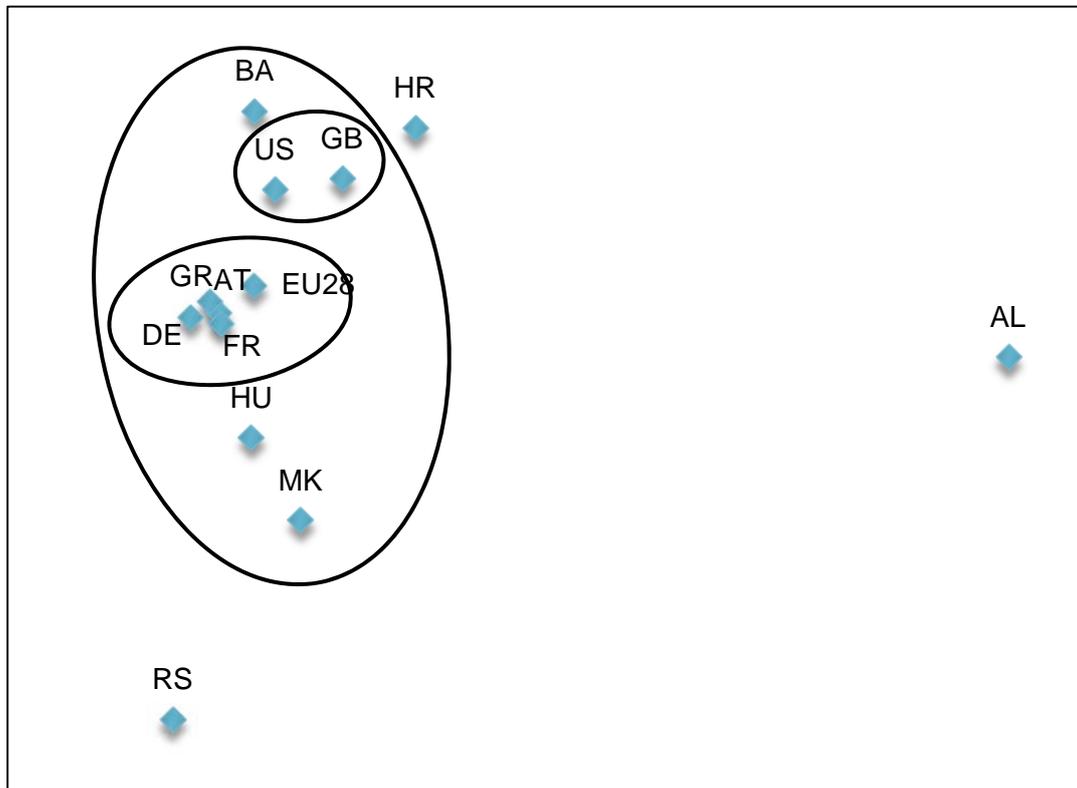
* Westbalkan ist in dieser Darstellung ohne Montenegro, das ein so deutlich anderes Profil als alle anderen Länder hat, dass es extrem abweicht und damit in der Darstellung die anderen Länder zu sehr zusammen schiebt

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Insgesamt sind die Profile der Westbalkanländer, ebenso wie ihre Wissenschaftssysteme insgesamt, noch nicht derart gefestigt und ausgeprägt, dass sich stabile Profile und klare inhaltliche Ansatzpunkte für thematische Überschneidungen finden lassen.

¹ Allgemein wird im Durchschnitt in knapp der Hälfte der Publikationen ein Förderprogramm in den Danksagungen erwähnt.

Abbildung 16: Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse der wissenschaftlichen Profile der Westbalkan-* und ausgewählter Vergleichsländer, 2012-2014



* Westbalkan ist in dieser Darstellung ohne Montenegro, das ein so deutlich anderes Profil als alle anderen Länder hat, dass es extrem abweicht und damit in der Darstellung die anderen Länder zu sehr zusammen schiebt

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

5 Ko-Publikationen

Ko-Publikationen sind ein Mittel, um Forschungsk Kooperationen ganzer Wissenschaftssysteme (Länder) oder einzelner Einrichtungen zu analysieren. Man nimmt dabei an, dass bei Ko-Publikationen jede genannte Einrichtung bzw. jedes genannte Land einen Beitrag zu der Publikation geleistet hat. Ko-Publikationen werden als Maß für die Kooperationsneigung und die Vernetzung einer Einrichtung oder eines Landes interpretiert. Zugleich spiegeln sie auch die Attraktivität einer Einrichtung oder eines Landes für wissenschaftliche Partner wider. Aufgrund der Komplexität wissenschaftlicher Fragestellungen und dem Bedarf nach Zugang zu Forschungsinfrastrukturen und Forschungsobjekten sind heutzutage Kooperationen über Institutionengrenzen und Ländergrenzen hinweg essentiell. Das Bündeln von Kompetenzen und Wissen zur Bearbeitung der Fragestellungen ist dabei nicht nur effizienter, sondern in vielen Fällen auch unumgänglich, um neue Erkenntnisse zu erarbeiten. Aus diesen Gründen werden in diesem Kapitel die Ko-Publikationen der Länder betrachtet. Während bei der Ermittlung und Berechnung der Indikatoren, die in den vorangegangenen Kapiteln berichtet wurden, Publikationen durch die fraktionierte Zählweise anteilig den Ländern zugerechnet werden, wird bei der Analyse der Ko-Publikationen auf die Whole-count-Zählweise zurückgegriffen, d.h. es wird die absolute Anzahl der Ko-Publikationen eines Landes gezählt und nicht der auf die beteiligten Akteure normierte "Anteil an einer Publikation" eines Landes. Die so gezählten Ko-Publikationen werden mit der Gesamtzahl der Publikationen der jeweiligen Untersuchungseinheit ins Verhältnis gesetzt, um ihren Anteil zu berechnen. Die Gesamtpublikationszahl wird zu diesem Zweck ebenfalls in der Whole-count-Zählweise erhoben. Durch dieses Vorgehen lassen sich dann Aussagen zum Anteil der Publikationen eines Landes machen, die in Zusammenarbeit mit einer Autorin oder eines Autors aus Land y zustande gekommen sind. Unter Verwendung der fraktionierten Zählweise wäre diese einfache Interpretation der Ergebnisse nicht möglich.

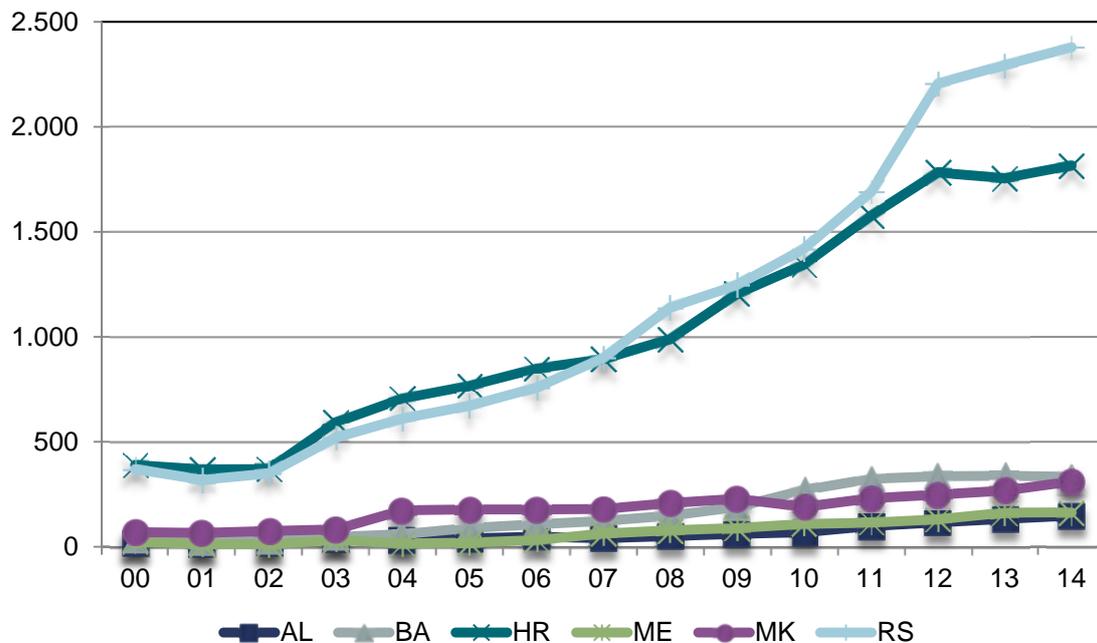
Bei den Ko-Publikationszahlen wird zwischen internationalen und nationalen Ko-Publikationen unterschieden. Internationale Ko-Publikationen sind definiert als Publikationen, die mindestens einen Kooperationspartner aus dem Ausland haben. Sie umfassen gegebenenfalls auch nationale Kooperationen, sofern zusätzlich auch ein internationaler Partner involviert ist. Hingegen sind rein nationale Ko-Publikationen als Publikationen mit mindestens zwei Kooperationspartnern desselben Landes definiert, die jedoch nicht der gleichen Organisation angehören. Ko-Publikationen, bei denen auch ausländische Partner involviert sind, sind hierin nicht enthalten.

Wir werden uns in diesem Kapitel ausschließlich auf die internationalen Ko-Publikationen fokussieren und dabei ein besonderes Augenmerk auf die Kooperationen innerhalb des Westbalkanraums legen, d.h. Publikationen, an denen mindestens zwei verschiedene Länder aus dem Westbalkanraum beteiligt sind.

In Abbildung 17 ist die Anzahl der internationalen Ko-Publikationen der einzelnen Westbalkanstaaten dargestellt. Serbien mit knapp 2.400 Ko-Publikationen und Kroatien mit ca. 1.800 Ko-Publikationen im Jahr 2014 weisen die höchsten Ko-Publikationszahlen auf. Bosnien und Herzegowina sowie EJR Mazedonien publizieren etwas mehr

als 300 Arbeiten gemeinsam mit anderen Ländern, während Albanien und Montenegro nur ca. 150 Ko-Publikationen verzeichnen.

Abbildung 17: Anzahl der internationalen Ko-Publikationen der Westbalkanländer, 2000-2014

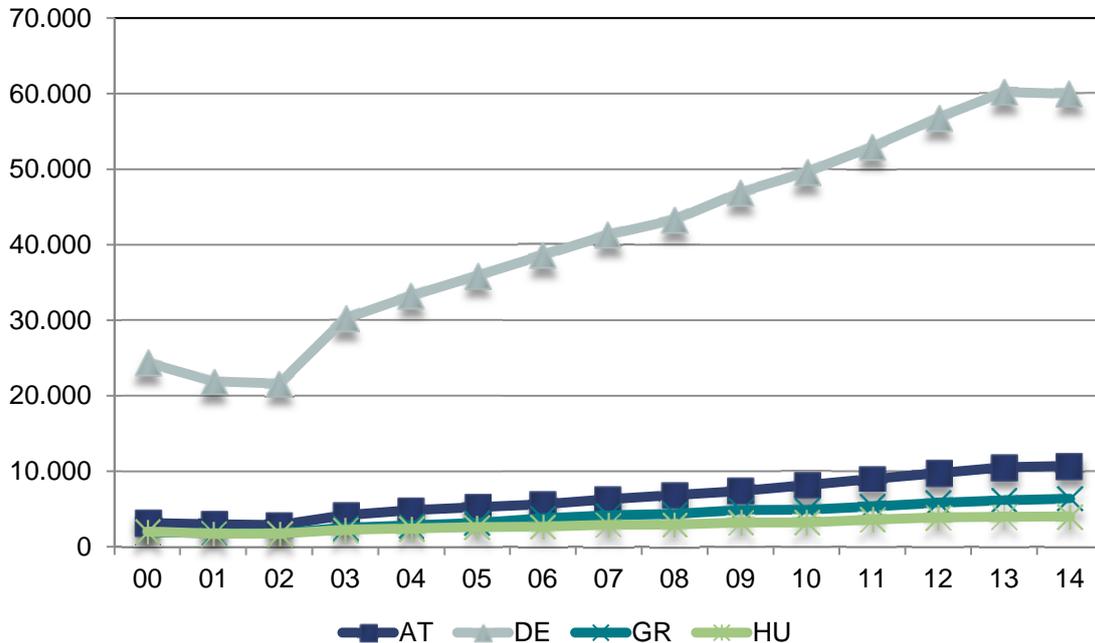


Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 18 zeigt die Anzahl der Ko-Publikationen einiger ausgewählter Vergleichsländer. Ungarn kooperiert 2014 in ca. 4.000, Griechenland in knapp 6.400, Österreich in knapp 11.000 und Deutschland in fast 60.000 wissenschaftlichen Arbeiten. Für die Vergleichsländer sind die Ko-Publikationszahlen seit 2002 kontinuierlich gestiegen. Deutschland verzeichnet im Jahr 2014 zwar einen leichten Rückgang, jedoch kann dies auch der Datenbank geschuldet sein, in welcher zum Zeitpunkt der Datenerhebung evtl. noch nicht alle Veröffentlichungen eingetragen waren. Auch die Westbalkanländer zeigen abgesehen von kleineren Ausreißern eine kontinuierliche Steigerung der Ko-Publikationszahlen. Dabei zeigen sie sich größtenteils weitaus dynamischer als die Vergleichsländer. Während diese ihre Ko-Publikationszahlen seit 2000 verdoppeln (Deutschland, Ungarn) bzw. verdreifachen (Österreich, Griechenland), kann z.B. Bosnien und Herzegowina seine Zahlen verzehnfachen. Auch Montenegro, Albanien und Serbien verzeichnen 2014 ca. siebenmal so hohe Ko-Publikationszahlen wie im Jahr 2000. EJR Mazedonien und Kroatien sind mit einer vier- bis fünffachen Zunahme der Zahlen über die Jahre hinweg die Länder mit der niedrigsten Steigerung der Kooperationen.

Abbildung 18: Anzahl der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter Vergleichsländer, 2000-2014



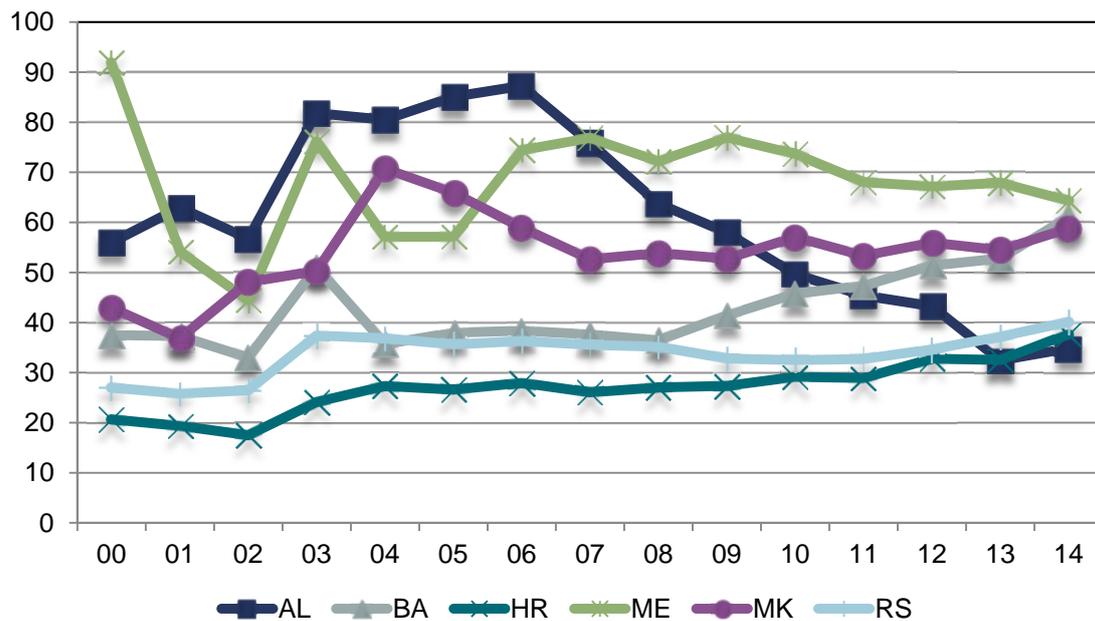
Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Während die Entwicklung der Anzahl der internationalen Ko-Publikationen für die Westbalkanländer dynamischer ist als bei den Vergleichsländern, so sind die Ko-Publikationsanteile der Westbalkanländer auf die Gesamtpublikationszahlen gerechnet großen Schwankungen unterworfen (Abbildung 19). Deutschland, Österreich, Griechenland, Ungarn und die EU28-Länder dagegen verzeichnen über die Jahre gesehen eine überwiegend kontinuierliche Steigerung der Ko-Publikationsanteile und erhöhen diese zwischen 2000 und 2014 jeweils um ca. die Hälfte (Abbildung 20). Dabei zeigt Österreich als kleinstes Land mit 64% im Jahr 2014 den höchsten Ko-Publikationsanteil. Deutschland, Ungarn und Griechenland kooperieren 2014 in etwa 50% ihrer Publikationen, die EU28-Länder in ca. 40% aller Publikationen. Albanien, Montenegro und EJR Mazedonien zeigen über die Jahre eine sehr unstete Entwicklung der Kooperationsanteile, was zum Teil durch allgemein geringe Publikationszahlen erklärt werden kann. Während für Albanien und Montenegro die Anteile in den letzten Jahren überwiegend gesunken sind, zeigt EJR Mazedonien als einziges dieser drei Länder höhere Anteile der Kooperationen im Vergleich zum Anfang der 2000er Jahre und es scheint sich ein wieder ansteigender Trend zu entwickeln. Im Gegensatz zu den beschriebenen Ländern, welche im Zeitraum zwischen 2004 und 2008 sehr hohe Kooperationsanteile zwischen 50% und 90% aufweisen, halten Serbien und Bosnien und Herzegowina ihre Ko-Publikationsanteile überwiegend konstant unter 40% sowie Kroatien unter 30%. Seit 2008 zeigen sich für Bosnien und Herzegowina (von 36% auf 61%) und Kro-

atien (von 27% auf 38%) überwiegend zunehmende Anteile, und auch für Serbien lässt sich seit 2010 ein steigender Trend (von 33% auf 40%) beobachten. Serbien kann somit seit 2000 seine Anteile um die Hälfte erhöhen, die anderen beiden Länder verzeichnen hier eine Steigerung von über 60% (Bosnien und Herzegowina) und über 80% (Kroatien) der Kooperationsanteile.

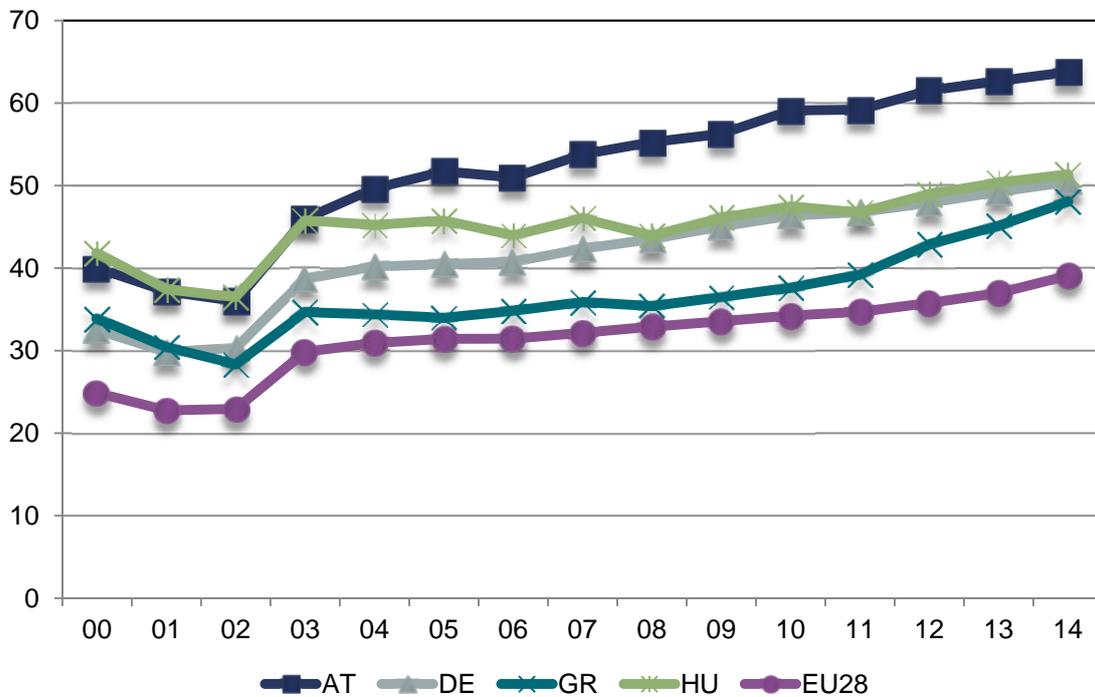
Abbildung 19: Anteil der internationalen Ko-Publikationen der Westbalkanländer an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 20: Anteil der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter Vergleichsländer an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



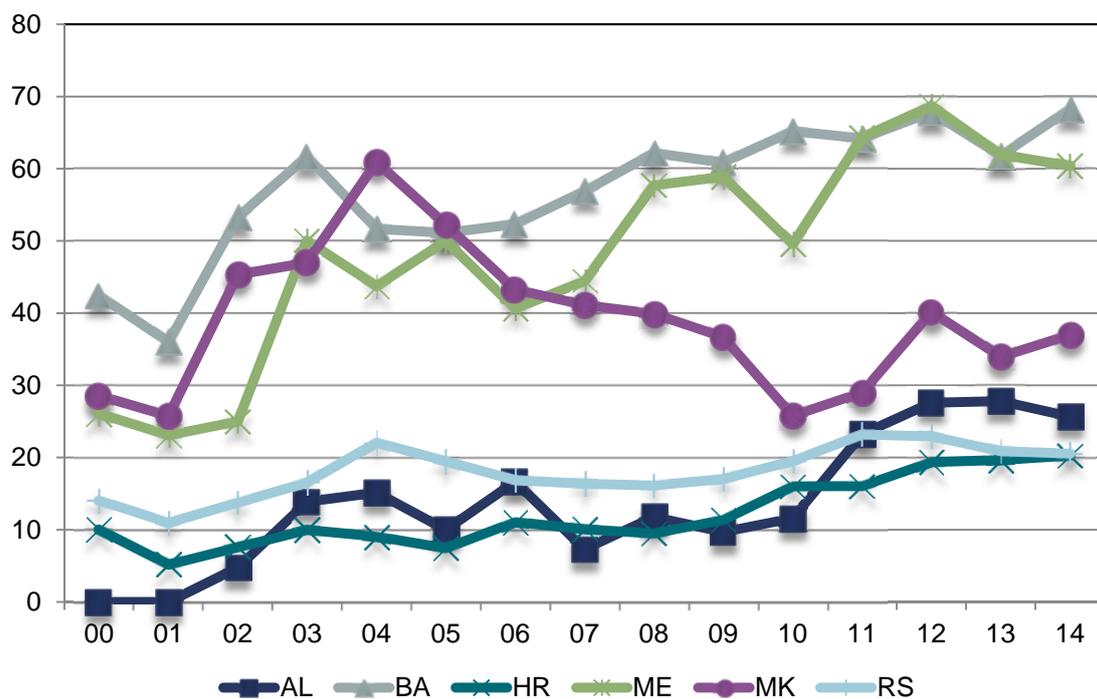
Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Abbildung 21 werden die Ko-Publikationen der Westbalkanländer mit einem ebenfalls aus dem Westbalkan stammenden Partner betrachtet. Auch hier zeigen sich innerhalb des Westbalkanraums für die Ko-Publikationsbeziehungen große Schwankungen, über die Jahre betrachtet ist die Tendenz der Kooperationen innerhalb des Westbalkans für die meisten Länder jedoch eher steigend. Die Westbalkanländer lassen sich bei den Westbalkan-internen Ko-Publikationen ebenfalls in zwei Gruppen aufteilen. Montenegro und zunächst auch EJR Mazedonien zeigen analog zu den gesamten Ko-Publikationszahlen hohe Kooperationsaktivitäten innerhalb des Westbalkans, Serbien und Kroatien dagegen weisen auch hier eher niedrige Anteile vor. Während Bosnien und Herzegowina insgesamt Ko-Publikationsanteile von überwiegend unter 50% erreicht, entfallen diese jedoch zu einem großen Teil auf die Länder der Westbalkanregion (knapp 70% im Jahr 2014). Für Albanien lässt sich im Vergleich mit den gesamten Ko-Publikationszahlen ein sehr gegensätzlicher Trend beobachten. Während es in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums insgesamt sehr hohe Ko-Publikationsanteile zeigt, so kooperiert es nur zu sehr kleinen Anteilen mit Ländern der Region. Seit 2006 fallen die Anteile der gesamten Ko-Publikationen jedoch drastisch ab, trotzdem kommt es seit 2010 zu einem Anstieg der Kooperationen mit anderen Westbalkanländern.

EJR Mazedonien senkt als einziges Land seinen Anteil der Kooperationen mit anderen Westbalkanländern drastisch. Auch bei den gesamten Ko-Publikationszahlen zeichnet es sich durch einen abnehmenden Trend aus, der jedoch nicht so ausgeprägt ist wie bei den regionalen Ko-Publikationen. Betrachtet man die Anteile der regionalen Ko-Publikationen in den letzten Jahren, so wird deutlich, dass vor allem Bosnien und Herzegowina sowie Montenegro sich in ihren internationalen Kooperationen überwiegend an der Westbalkanregion orientieren.

Abbildung 21: Anteil der Ko-Publikationen mit dem Westbalkan der Westbalkanländer an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



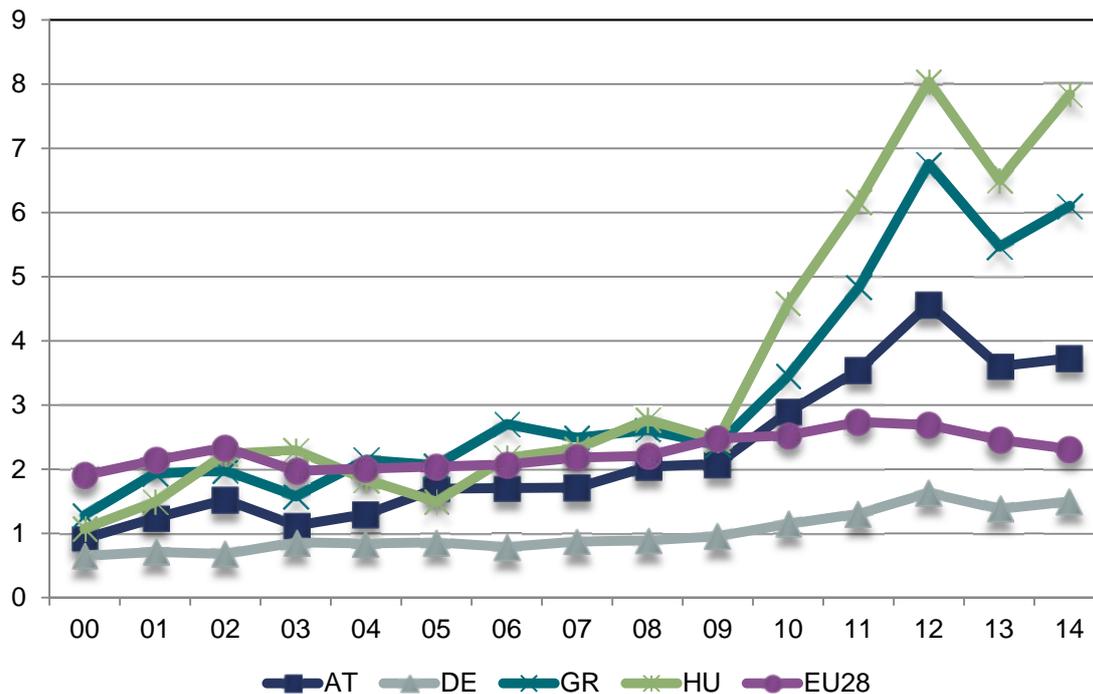
Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die in Abbildung 22 dargestellten Vergleichsländer zeigen deutlich geringere Ko-Publikationsanteile mit den Westbalkanländern. Bis 2009 sind bei allen Ländern an weniger als 3% der internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes Wissenschaftler aus dem Westbalkanraum beteiligt. Während die EU28-Länder ihren Anteil der Kooperationen mit dem Westbalkan weiterhin konstant bei unter 3% halten und auch Deutschland seinen Anteil lediglich von knapp 1% auf 1,5% anhebt, lässt sich für Österreich, Griechenland und Ungarn ein plötzlicher Wandel beobachten. Alle drei Länder steigern ihren Ko-Publikationsanteil mit dem Westbalkan von ca. 2% im Jahr 2009 auf fast 4% (Österreich), 6% (Griechenland) bzw. fast 8% (Ungarn) im Jahr 2014.

Ungarn ist somit von den betrachteten Ländern das Land, welches am häufigsten mit dem Westbalkan kooperiert. Eine weitere interessante Beobachtung ist der Rückgang der Ko-Publikationszahlen im Jahr 2013, welcher sich bei allen Ländern zeigt.

Abbildung 22: Anteil der Ko-Publikationen mit dem Westbalkan ausgewählter Vergleichsländer an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Im folgenden Kapitel 6 werden anhand einer Netzwerkanalyse die internen Kooperationen des Westbalkanraums, aber auch die externen Kooperationen des Westbalkans mit anderen Ländern weitergehend analysiert, um so das spezifische Kooperationsverhalten näher zu beleuchten und enge Verbindungen zwischen den einzelnen Ländern sowie auch zentraler Akteure im Netzwerk zu ermitteln.

6 Netzwerkanalyse

Die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung ist ein zentraler Faktor der wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit eines Landes. Zum einen dient sie dem Austausch von Wissen über Landesgrenzen hinweg und führt zu technologischen Spill-Overs. Zum anderen wird der Zugang zu internationalen Märkten und Ressourcen erleichtert.

Die ökonomische Literatur unterscheidet prinzipiell zwei unterschiedliche Motivationen für Unternehmen, zumindest Teile ihrer FuE-Aktivitäten ins Ausland zu verlagern: Dies ist erstens der Zugang zu internationalen Märkten und zweitens der Zugriff auf Ressourcen, die im eigenen Land nicht ohne weiteres verfügbar sind (Belitz et al. 2006; Cantwell/Janne 1999; Dalton/Serapio 1999; Patel/Vega 1999; UNCTAD 2005). Marktzugang impliziert dabei eine Kommerzialisierungsstrategie inklusive marktspezifischer FuE im Ausland und Anpassung von Produkten für den jeweiligen nationalen Markt. Zugriff auf Ressourcen impliziert, dass entweder besondere Preis- oder Verwaltungsvorschriften im Gastland existieren oder Unternehmen einzigartige Kenntnisse, Kompetenzen oder Infrastrukturen vorfinden, die sich in die eigene Innovationskette implementieren lassen.

Jedoch sind nicht ausschließlich Unternehmen international aktiv, sondern auch Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Klassischerweise tritt hier das Motiv des Marktzugangs in den Hintergrund, während der Zugriff auf Ressourcen das dominierende Motiv darstellt. Die Internationalisierung der Wissenschaft wird häufig auf Basis bibliometrischer Daten, das heißt, auf Basis von Informationen aus wissenschaftlichen Publikationen, analysiert (Ahlgren et al. 2012; Moed et al. 2004; van Raan 1988). Speziell die Untersuchung internationaler Ko-Publikationen erlaubt eine detaillierte Beurteilung der internationalen Wissensflüsse in der Wissenschaft, da bei jeder Zusammenarbeit davon ausgegangen werden kann, dass Wissen ausgetauscht wird. Zumeist handelt es sich hierbei um implizites oder Erfahrungswissen (Polanyi 1985b), das später "explizit" in Form einer Publikation festgehalten wird (Grupp 1997). Außerdem können Analysen von Ko-Publikationen Hinweise auf die Offenheit und die Attraktivität der nationalen Wissenschaftssysteme liefern (Frietsch/Wang 2007; Jeffrey/Butcher 2005; Mattsson et al. 2008; Meyer/Bhattacharya 2004; Schmoch/Qu 2009; Schmoch/Schubert 2008). Auch wenn Faktoren wie Mehrfachaffiliationen von Wissenschaftlern hier zu Verzerrungen führen können, lassen sich am Gesamtbild generelle Trends ablesen.

Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die Ko-Publikationstrends der Volkswirtschaften der Westbalkanstaaten mit Hilfe einer Sozialen Netzwerkanalyse (SNA) näher beleuchtet. Soziale Netzwerkanalysen sind in der Lage, komplexe Beziehungsmuster zwischen den einzelnen Akteuren eines Netzwerks zu analysieren. Sie ermöglicht differenzierte Aussagen über die Stärke von Kooperationsbeziehungen über so genannte "strong" bzw. "weak ties" (Granovetter 2004; Granovetter 1973). Dies ist insofern interessant, als sich laut der sozialen Netzwerktheorie die Wahrscheinlichkeit der Kooperation mit einem dritten Partner erhöht, wenn einer der beiden Kooperationspartner be-

reits eine Zusammenarbeit mit diesem unterhält (Rapoport 1957). Zweitens wird durch die Netzwerkanalyse deutlich, ob sich die Kooperationsbeziehungen der Westbalkanländer, insgesamt und in ausgewählten Wissenschaftsfeldern, auf ein Land oder mehrere "Kernkooperationspartner" konzentrieren oder ob differenzierte Kooperationsbeziehungen bestehen. Hierdurch entsteht ein Gesamtbild der internationalen Kooperationsstrukturen, durch das auch Gruppierungen von Akteuren innerhalb des gesamten Netzwerks identifiziert werden können.

6.1 Ergebnisse

Neben den deskriptiven Statistiken der Ko-Publikationen, die in Abschnitt 5 bereits diskutiert wurden, werden in diesem Kapitel auf Basis der Ko-Publikationen mehrere soziale Netzwerkanalysen dargestellt und interpretiert. Die SNA wurden für die Ko-Publikationen der Länder untereinander insgesamt und in verschiedenen Wissenschaftsfeldern durchgeführt. Vergleiche über die Zeit wurden über verschiedene Jahresscheiben operationalisiert, die die Darstellung einer zeitlichen Entwicklung ermöglichen.

In einem ersten Schritt der Analyse wird der Westbalkan als Aggregat behandelt, um die internationalen Ko-Publikationstrends zu beleuchten. Hier stehen die externen Kooperationspartner der Länder des Westbalkanraums im Vordergrund. Es stellt sich an dieser Stelle besonders die Frage, mit welchen weltweiten Partnern maßgeblich kooperiert wird. Dies ist besonders für die EU-28, Deutschland und die USA, aber auch für Österreich und Ungarn sowie weitere (nicht west-) balkanesische Länder von großem Interesse. Neben der Beantwortung dieser Fragestellung, hat die Aggregation der Westbalkanländer für diese Analyse auch technische Gründe: die Vermischung der Länder mit sehr großen Ko-Publikationszahlen, wie beispielsweise den USA, mit Westbalkanländern mit vergleichsweise kleinen Ko-Publikationszahlen führt im Netzwerk dazu, dass die Trends der Westbalkanländer untereinander von den internationalen Trends überlagert werden und nicht mehr interpretierbar sind. Daher werden in einer zweiten Reihe von Netzwerkanalysen ausschließlich der Westbalkanraum und dessen Beziehungen untereinander untersucht. Insgesamt gesehen sollen mit Hilfe der Netzwerkanalyse mehrere Fragen beantwortet werden:

- Hat sich die Rolle einzelner Länder im Westbalkanraum über die Zeit verändert? Gibt es eine solche Veränderung insgesamt oder ist sie spezifisch für bestimmte Wissenschaftsdisziplinen?
- Gibt es Gruppen von Ländern, die besonders häufig untereinander kooperieren? Beeinflussen räumliche, kulturelle und sprachliche Nähe die Kooperationsintensität zwischen verschiedenen Ländern?
- Können bestimmte Länder als zentral für das gesamte Netzwerk angesehen werden?

In Abbildung 23 sind zunächst die Netzwerkanalysen nach Ländergruppen in zwei Zeitscheiben dargestellt, die die internationalen Kooperationsstrukturen des Westbalkanraums beleuchten sollen. Neben den gesamten Ko-Publikationen sind in den weiteren Abbildungen auch die Ko-Publikationen nach Wissenschaftsdisziplinen enthalten,

die im Folgenden diskutiert werden. Der Westbalkanraum ist in den Netzwerken stets im Zentrum abgebildet. Die Größe der Knoten sowie die Größe der Beschriftung indizieren den durchschnittlichen gewichteten Knotengrad, also die mit den Ko-Publikationen gewichtete Anzahl der Verbindungen zu verschiedenen Ländern. Da in den aggregierten Publikationsnetzwerken alle Länder und Ländergruppen Ko-Publikationen mit allen anderen Länder/Ländergruppen aufweisen, entspricht dieses Maß in diesem Fall der Anzahl der Ko-Publikationen des jeweiligen Landes.

Die Dicke der Linien (Kanten) zeigt die Stärke der Verbindung, in diesem Fall die Anzahl der Ko-Publikationen, zwischen den einzelnen Ländern an. Die Knotengröße und Kantendicke sind in fast allen Abbildungen über die Wissenschaftsdisziplinen gleich skaliert, also untereinander vergleichbar. Einzig die Gesamtzahlen und die Zahlen für das Feld Medizin sind aus Gründen der Lesbarkeit zehnfach verkleinert dargestellt. Die Tabelle unter den einzelnen Grafiken zeigt zusätzlich den Anteil der internationalen Ko-Publikationen mit dem jeweiligen Partnerland an allen internationalen Ko-Publikationen des Westbalkans.

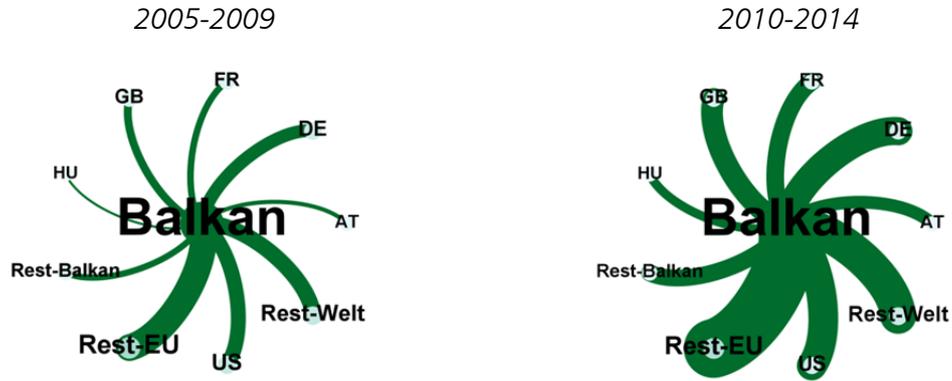
Bei den Trends aller Ko-Publikationen der Westbalkanländer wird bereits sehr gut deutlich, dass die Anzahl der Ko-Publikationen zwischen den Zeiträumen 2005-2009 und 2010-2014 deutlich ansteigt, was sich an der zunehmenden Dicke der Linien ablesen lässt. Auch wenn die Publikationszahlen insgesamt steigen, was Teile dieses Effekts erklärt, lässt sich trotz allem ein Trend zu einer höheren Anzahl von Ko-Publikationen des Westbalkans erkennen. Es wird über die Zeit hinweg also verstärkt international kooperiert. Was sich über die Zeit nur sehr geringfügig ändert, ist hingegen die Intensität der Kooperation mit den jeweiligen Partnern, was sich an der Dicke der Linien sowie in der Tabelle ablesen lässt. Die meisten Kooperationen kommen nach wie vor mit der EU zustande, wobei sich der Anteil der Ko-Publikationen mit den EU-Ländern, welche nicht einzeln aufgeführt sind, von 25% 2005-2009 auf 23% 2010-2014 leicht verringert hat. Auch der Anteil der Kooperationen mit den restlichen Ländern weltweit (14%), den USA (12%) und Deutschland (11%) ist leicht gesunken, dennoch belegen diese Länder weiterhin die vorderen Plätze bei der Wahl der Kooperationspartner des Westbalkans. Die Kooperation mit Asien (10%), Großbritannien (9%), Frankreich (7%), den restlichen Balkan-Ländern (7%), Österreich (5%) und Ungarn (4%) ist dagegen leicht angestiegen.

Auch für alle einzelnen untersuchten Wissenschaftsfelder lässt sich ein Anstieg der Ko-Publikationszahlen über die Zeit erkennen, wobei der Trend in den Feldern "Informatik" und "Maschinenbau", welches gleichzeitig die Felder mit den niedrigsten Ko-Publikationszahlen sind, am stärksten ausgeprägt ist.

Innerhalb der Biotechnologie zeichnet sich ein den Gesamtzahlen sehr ähnlicher Trend ab. Jedoch entfällt hier im Gegensatz zu den gesamten Ko-Publikationen ein größerer Anteil auf die USA mit 14% und auf Deutschland mit 13% im Zeitraum 2010-14, während der Anteil der Ko-Publikationen mit den restlichen Ländern weltweit nur bei knapp 13% liegt. Für Deutschland und Österreich sinken die Anteile etwas im zweiten Zeitraum, die Ko-Publikationsanteile mit den restlichen Ländern weltweit, Asien und Ungarn steigen leicht an.

Abbildung 23: SNA der Ko-Publikationen nach Ländergruppen

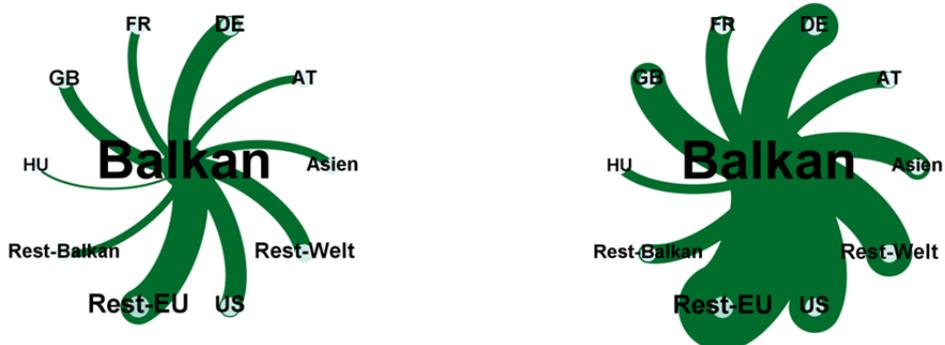
Gesamt*



Asien	AT	DE	FR	GB
8%	4%	12%	6%	7%
HU	BLK	EU	US	Welt
2%	6%	25%	14%	15%

Asien	AT	DE	FR	GB
10%	5%	11%	7%	9%
HU	Blk	EU	US	Welt
4%	7%	23%	12%	14%

Biotechnologie



Asien	AT	DE	FR	GB
6%	6%	14%	6%	10%
HU	Blk	EU	US	Welt
2%	5%	24%	15%	12%

Asien	AT	DE	FR	GB
7%	5%	13%	6%	10%
HU	Blk	EU	US	Welt
3%	5%	24%	14%	13%

Informatik (ICT)



Asien	AT	DE	FR	GB
14%	2%	6%	5%	9%
HU	Blk	EU	US	Welt
0%	7%	21%	15%	22%



Asien	AT	DE	FR	GB
16%	2%	8%	5%	7%
HU	Blk	EU	US	Welt
2%	4%	26%	13%	17%

Maschinenbau



Asien	AT	DE	FR	GB
5%	3%	7%	4%	7%
HU	Blk	EU	US	Welt
4%	4%	35%	11%	19%



Asien	AT	DE	FR	GB
9%	4%	9%	5%	5%
HU	Blk	EU	US	Welt
2%	6%	34%	9%	16%

Medizin*



Asien	AT	DE	FR	GB
6%	4%	11%	6%	10%
HU	Blk	EU	US	Welt
2%	5%	24%	16%	15%



Asien	AT	DE	FR	GB
7%	4%	12%	6%	10%
HU	Blk	EU	US	Welt
3%	6%	25%	13%	14%

Lebensmittel, Ernährung



Asien	AT	DE	FR	GB
6%	6%	14%	6%	10%
HU	Blk	EU	US	Welt
2%	5%	24%	15%	12%



Asien	AT	DE	FR	GB
7%	5%	13%	6%	10%
HU	Blk	EU	US	Welt
4%	7%	29%	9%	13%

Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad und Farbe = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X. * Skalierung im Vergleich zu Einzelfeldern zehnfach verkleinert.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Für den ICT-Bereich zeigt sich, dass deutlich weniger internationale Ko-Publikationen in Fachzeitschriften entstehen als beispielsweise in der Biotechnologie. Dies ist direkt an der Dicke der Linien erkennbar. Dies hängt aber auch damit zusammen, dass die wissenschaftliche Kommunikation im ICT-Bereich deutlich stärker durch Konferenzbeiträge geprägt ist. Da Konferenzbeiträge ein so starkes Gewicht einnehmen, werden im Umkehrschluss natürlicherweise auch weniger Zeitschriftenartikel verfasst und veröffentlicht. Interessant sind hier wiederum auch die Anteile der Ko-Publikationen mit den jeweiligen internationalen Partnern. Im Zeitraum zwischen 2005 und 2009 wird im Ver-

gleich zu den gesamten Ko-Publikationen (12%) deutlich weniger stark mit deutschen Partnern publiziert (6%), dafür aber deutlich stärker mit asiatischen Ländern (14%). Auch auf die restlichen Länder weltweit entfällt mit 21% im Vergleich zu 15% bei den gesamten Ko-Publikationen ein überdurchschnittlicher Anteil. Im zweiten Zeitraum sinkt der Anteil der Ko-Publikationen mit den restlichen Ländern weltweit wieder etwas (17%), dafür erstarben die Ko-Publikations-Aktivitäten mit den EU-Ländern (26%), Asien (16%), welches damit einen wichtigeren Kooperationspartner darstellt als die USA, welches ebenfalls absinkt, und mit Deutschland (8%), welches aber als Publikationspartner immer noch unter dem Durchschnitt bleibt. Auch die Zusammenarbeit mit Großbritannien und den restlichen Balkan-Ländern fällt leicht ab.

Ein ähnliches Phänomen zeigt sich für den Maschinenbau. Auch hier gibt es insgesamt deutlich weniger Ko-Publikationen als beispielsweise in der Medizin oder der Lebensmittel- und Ernährungsforschung, was in Teilen auch über der Zahl der Publikationen insgesamt vermittelt ist. Besonders fällt hier der überdurchschnittliche Anteil der Kooperationen mit den restlichen EU-Ländern (34%) auf, welcher im Zeitraum zwischen 2010 und 2014 etwa 11 Prozentpunkte mehr beträgt als für die gesamten Kooperationen und sich über die Jahre konstant hält. Auch der Anteil der Ko-Publikationen mit den restlichen Ländern weltweit liegt etwas über dem Durchschnitt, während sich für die übrigen Länder unterdurchschnittliche Anteile zeigen.

In der Medizin wiederum können insgesamt die höchsten Ko-Publikationszahlen verzeichnet werden, was jedoch auch durch die hohe Zahl der Publikationen insgesamt erklärt werden kann. Trotz allem zeigt sich auch hier über die Zeit hinweg ein starker Anstieg der Ko-Publikationen. Bei Betrachtung der Anteile der Kooperationen auf die einzelnen Länder zeichnet sich hier generell ein ähnlicher Trend wie bei den gesamten Ko-Publikationszahlen ab. Dabei verzeichnen die restlichen EU-Länder, die USA, Deutschland und Großbritannien leicht überdurchschnittliche Anteile, während die Anteile Asiens, der restlichen Balkan-Länder, Frankreichs, Österreichs und Ungarn etwas unter dem Durchschnitt liegen. Mit den USA ergeben sich über die Jahre etwas weniger Kooperationen, für Asien, die restlichen Westbalkanländer und Ungarn steigen die Anteile geringfügig an.

Für den Bereich der Lebensmittel- und Ernährungsforschung zeigen sich die restlichen EU-Länder als überdurchschnittlich wichtiger Partner mit 29% im Zeitraum zwischen 2010 und 2014 im Vergleich mit den gesamten Ko-Publikationszahlen (23%). Auch Österreich liegt hier als Kooperationspartner leicht über dem Durchschnitt, jedoch nur mit einem Unterschied von ca. einem Prozentpunkt. Die restlichen Länder weltweit, die USA, Asien, Großbritannien und Frankreich fallen in diesem Bereich als Kooperationspartner etwas weniger ins Gewicht als über die gesamten Ko-Publikationen gesehen. Über die Jahre gehen die Anteile für die EU-Länder, die USA und die restlichen Balkan-Länder etwas zurück, während die Anteile der Ko-Publikationen mit Asien, Großbritannien, Frankreich und Österreich leicht ansteigen.

Insgesamt und in allen untersuchten Disziplinen zeigen sich die EU-28 Staaten als wichtigster Kooperationspartner für die Westbalkanstaaten mit einem Ko-Publikationsanteil in Summe von ca. 58% für die gesamten Ko-Publikationen und Anteilen zwischen 43% und 63% in den einzelnen Disziplinen. Innerhalb der EU ist Deutschland der stärkste Kooperationspartner, lediglich im Bereich ICT im Zeitraum zwischen 2005 und 2009 fällt Deutschland hinter Großbritannien zurück. Die restlichen Anteile entfallen mit 12% bis 14% auf die USA, 6% bis 7% auf die restlichen Balkan-Staaten und 14% bis 15% auf die restlichen Länder weltweit für die gesamten Ko-Publikationen.

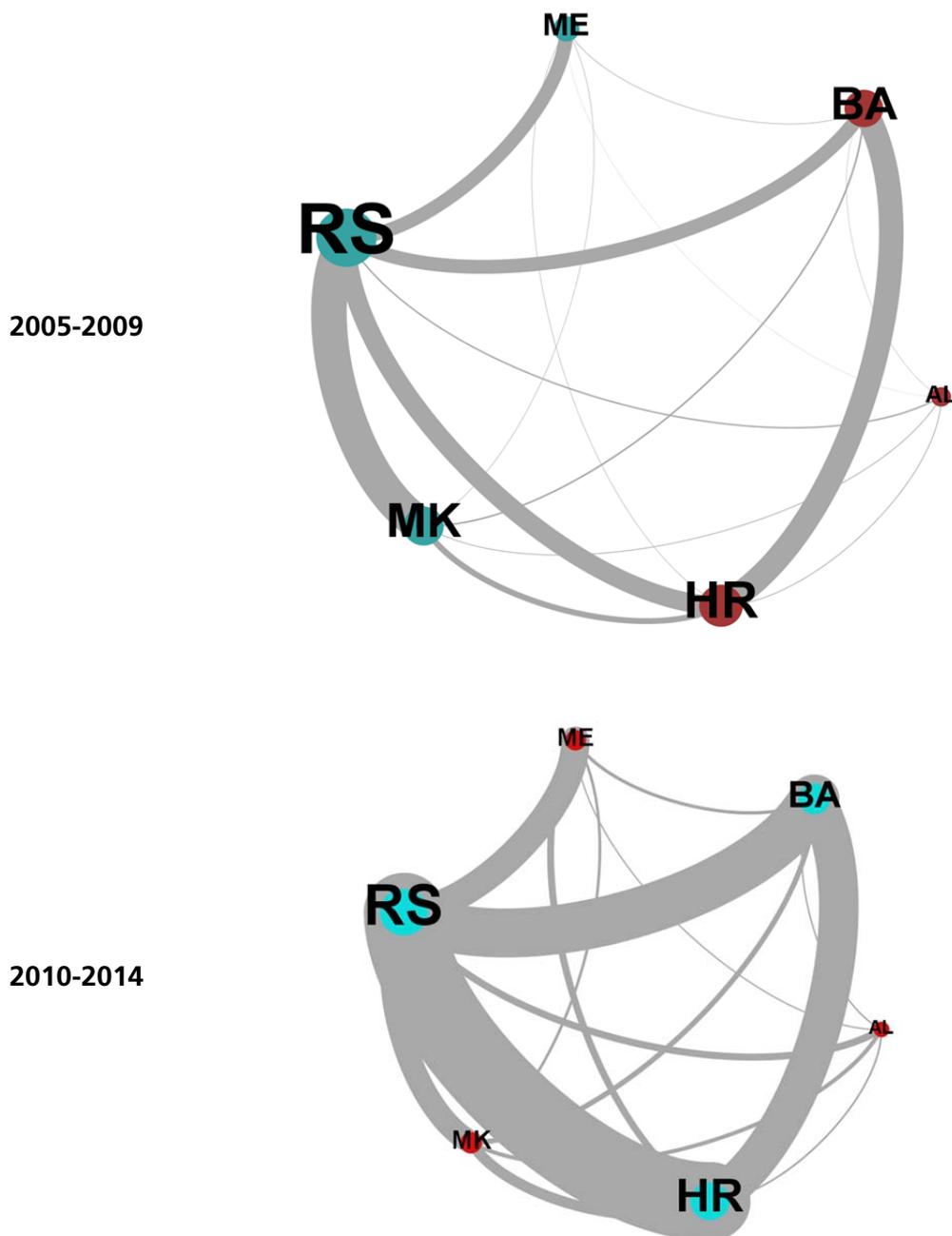
In den folgenden Abbildungen sind die Netzwerkanalysen der Ko-Publikationsstrukturen nach einzelnen Ländern innerhalb des Westbalkans dargestellt. In diesen Grafiken indizieren die Größe der Knoten sowie die Größe der Beschriftung den durchschnittlichen gewichteten Knotengrad. Die Farbe der Knoten weist auf stark miteinander verbundene Gruppen von Akteuren gemessen über die Maßzahl der Modularität hin. Die Modularität ist ein Maß zur Identifikation von Gruppen oder "Gemeinden" innerhalb eines Netzwerks. Eine Gruppe wird dann als solche identifiziert, wenn deren Mitglieder stärkere Beziehungen zueinander als zu den Mitgliedern anderer Gruppen haben (Fortunato/Castellano 2009). Gleiche Farbe steht dabei für gleiche Gruppenzugehörigkeit. Die Dicke der Linien (Kanten) zeigt wiederum die Stärke der Verbindung, in diesem Fall die Anzahl der Ko-Publikationen, zwischen den einzelnen Ländern an. Auch in diesen Netzwerken sind Knotengröße und Kantendicke in allen Abbildungen über die Wissenschaftsdisziplinen gleich skaliert und damit untereinander vergleichbar.

In Abbildung 24 ist zunächst das Netzwerk der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer insgesamt abgebildet. Die stärksten Kooperationsbeziehungen im Zeitraum 2005 bis 2009 sind zwischen Serbien und EJR Mazedonien sowie Kroatien und Bosnien und Herzegowina zu erkennen. Auch Serbien und Kroatien, Serbien und Bosnien und Herzegowina sowie Serbien und Montenegro weisen hohe Ko-Publikationszahlen auf. Albanien publiziert vor allem gemeinsam mit Serbien, jedoch sind diese Zahlen sehr gering. Mit den restlichen Ländern ist Albanien nur geringfügig vernetzt. Somit zeigt sich Serbien als bevorzugter Publikationspartner Montenegros, EJR Mazedoniens und Albanien, während Kroatien und Bosnien und Herzegowina stärker untereinander kooperieren, jedoch ebenfalls mit Serbien gut vernetzt sind. Interessant ist hierbei, dass Serbien bevorzugt mit EJR Mazedonien ko-publiziert. In Bezug auf die Modularität, also der Identifikation von Gruppen, die untereinander stärkere Verbindungen aufweisen als mit Ländern außerhalb der Gruppe, können zwei Gruppen identifiziert werden. Dies ist zum einen die Gruppe um Serbien, Montenegro und EJR Mazedonien und zum anderen die Gruppe um Bosnien und Herzegowina, Kroatien und auch Albanien. Die Kooperationsintensität zwischen den Ländern lässt sich mit der geographischen Nähe zwischen den Ländern erklären.

Im aktuelleren Zeitraum 2010 bis 2014 kann Serbien seine Position als zentraler Akteur im Netzwerk weiter ausbauen. Es verstärkt vor allem die Beziehungen zu Kroatien und Bosnien und Herzegowina und positioniert sich damit als wichtigster Partner beider Länder. Gleichzeitig stellen die genannten Kooperationen die stärksten Verbindungen im Netzwerk dar, noch vor der Partnerschaftsbeziehung zwischen Kroatien und Bosni-

en und Herzegowina. Auch zwischen Serbien und Montenegro sowie Serbien und EJR Mazedonien zeigen sich weiterhin vergleichsweise hohe Ko-Publikationszahlen, jedoch verzeichnet EJR Mazedonien, ehemals wichtigster Kooperationspartner Serbiens, nach

Abbildung 24: SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, gesamt



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Albanien die niedrigste Anzahl an Ko-Publikationen mit Serbien. Somit entsteht ein völlig anderes Bild der Gruppenbildung innerhalb des Westbalkans, welche sich nun eher über die Größe der Länder charakterisiert. Dabei bilden Serbien, Bosnien und Herzegowina und Kroatien eine Gruppe und Montenegro, EJR Mazedonien und Albanien eine zweite Gruppe. Obgleich Bosnien und Herzegowina sehr niedrige Gesamtpublikationszahlen vorweist (547 Publikationen nach der Whole-count-Methode im Jahr 2014), und sich damit in der Hinsicht auf dem gleichen Niveau wie Montenegro und EJR Mazedonien bewegt, besitzt es durch seine hohen Kooperationsaktivitäten mit anderen Westbalkanländern (über 40% aller Publikationen im Jahr 2014) auf die Anzahl der Ko-Publikationen innerhalb des Westbalkanraums gerechnet, nach Serbien und Kroatien die dritthöchste Anzahl an Ko-Publikationen innerhalb der Gruppe der betrachteten Länder. Insgesamt haben sich die Kooperationsbeziehungen zwischen allen Ländern im zweiten Zeitraum verstärkt.

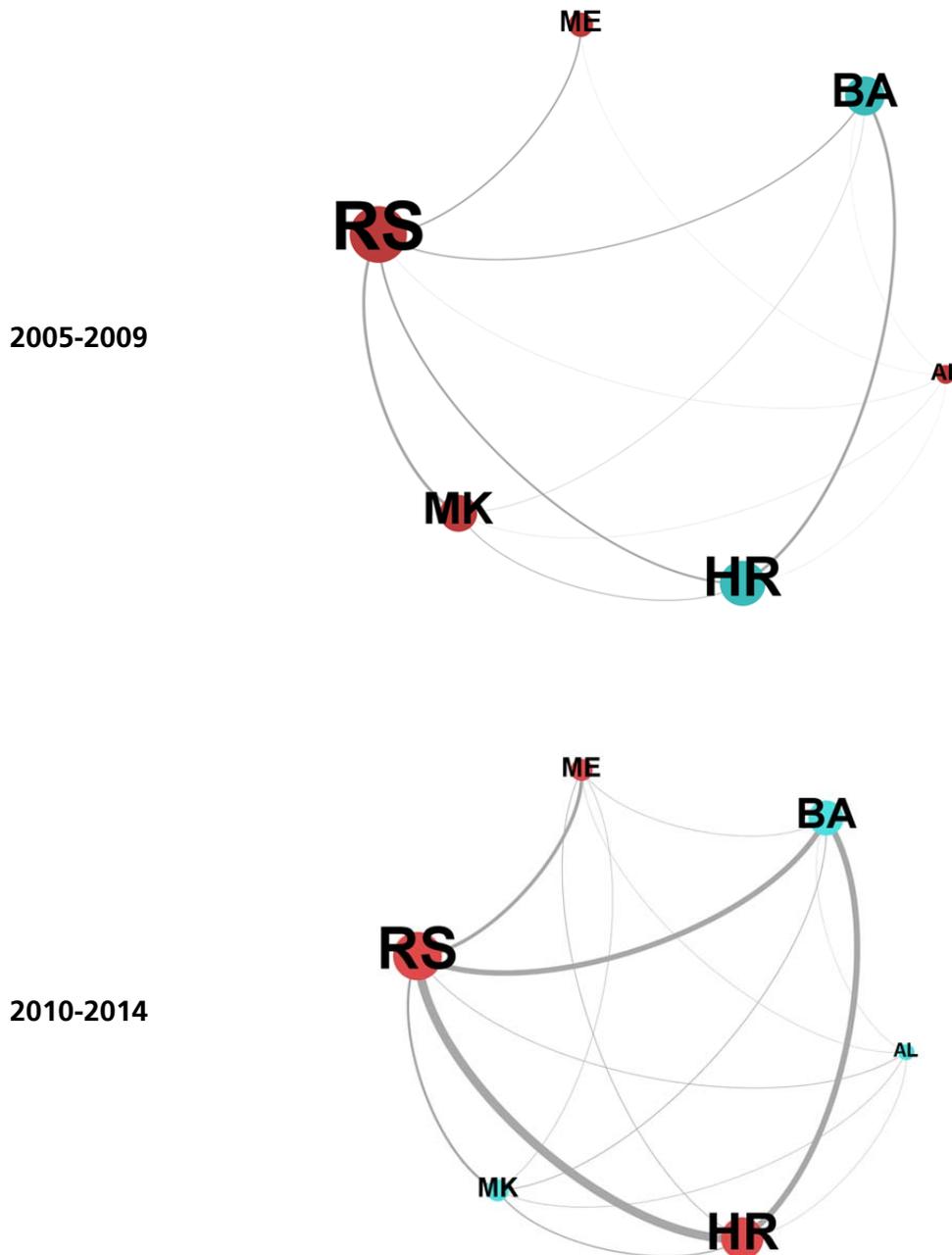
Abbildung 25 zeigt das Netzwerk der Ko-Publikationen des Westbalkanraums innerhalb der Biotechnologie. Auch hier hat sich die Anzahl der Ko-Publikationen zwischen den beiden Untersuchungszeiträumen vergrößert. Insgesamt zeigen sich in diesem Bereich ähnliche Trends wie für die gesamten Ko-Publikationen. Im Zeitraum zwischen 2005 und 2009 weisen Kroatien und Bosnien und Herzegowina sowie Serbien und EJR Mazedonien die stärksten Kooperationsbeziehungen auf. Auch mit Kroatien, Montenegro sowie Bosnien und Herzegowina unterhält Serbien vergleichsweise starke Kooperationsverbindungen. Auffällig ist hier, dass Montenegro ausschließlich gemeinsam mit Serbien und Albanien ko-publiziert, wobei es zwischen Montenegro und Albanien lediglich eine Ko-Publikation in diesem Zeitraum gibt, während es zu den restlichen Ländern gar keine Verbindungen pflegt. Die Gruppenbildung ändert sich im Vergleich mit den Gesamtzahlen kaum, es finden sich ebenfalls zwei Gruppen, welche sich vor allem über räumliche Nähe charakterisieren. Lediglich Albanien wird anders als bei den Gesamtzahlen der Gruppe um Serbien, EJR Mazedonien und Montenegro zugeordnet, jedoch kann der Zuordnung Albanien aufgrund der niedrigen Ko-Publikationszahlen nur wenig Aussagekraft beigemessen werden.

Im Zeitraum 2010 bis 2014 verstärkt Serbien seine zentrale Position und erhöht die Anzahl der Kooperationen mit Kroatien deutlich, während EJR Mazedonien als Ko-Publikationspartner für Serbien in den Hintergrund tritt. Zwischen Bosnien und Herzegowina und Kroatien sowie Serbien als auch zwischen Montenegro und Serbien zeigen sich vergleichsweise starke Verbindungen. Während sich Montenegro im früheren Zeitraum fast ausschließlich auf Serbien als Kooperationspartner fokussiert hat, etabliert es nun auch Beziehungen zu allen anderen Ländern, vor allem zu Kroatien. Trotzdem ist seine Verbindung zu Serbien weiterhin am stärksten. In diesem Zeitraum entwickelt sich für den Bereich der Biotechnologie eine Gruppierung der Länder, welche sich von den Gruppen bei den gesamten Ko-Publikationen unterscheidet. Auch hier bilden Serbien und Kroatien, welche die wichtigste Kooperationsbeziehung besitzen, eine Gruppe, welcher auch Montenegro zugeordnet wird. Bosnien und Herzegowina dagegen schließt sich in diesem Fall mit EJR Mazedonien und Albanien zusammen. Auch hier zeigt sich mit dem Zusammenschluss der beiden publikationsstärksten Länder, Serbien

und Kroatien, eine Gruppenbildung, welche eher durch die Größe der Länder charakterisiert ist, während Montenegro sich wohl eher aufgrund seiner geographischen Nähe zu Serbien dieser Gruppe anschließt.

Im Bereich ICT (Abbildung 26) fällt erneut auf, dass die Anzahl der Ko-Publikationen niedriger als in anderen Feldern, wie beispielsweise der Medizin, der Lebensmittel/Ernährung oder Biotechnologie. Dies ist auch innerhalb des Westbalkanraums der Fall und lässt sich, wie oben bereits beschrieben, besonders über die Affinität des ICT Feldes zu Konferenzbeiträgen anstatt Zeitschriftenartikeln erklären. Trotz allem lässt sich auch hier über die Untersuchungszeiträume hinweg ein Zuwachs an Publikationen innerhalb des Feldes erkennen. Eine Besonderheit des ICT-Feldes ist, dass im Vergleich zu anderen Feldern Kroatien relativ niedrige Ko-Publikationszahlen mit den anderen Westbalkanländern aufweist. Da Kroatien allgemein im Bereich "ICT" im Vergleich zu anderen Disziplinen keineswegs unterdurchschnittliche Ko-Publikationen verzeichnet, liegt die Vermutung nahe, dass sich Kroatiens Kooperationen in diesem Feld eher außerhalb des Balkans etabliert haben. Serbien positioniert sich auch hier über beide Zeiträume hinweg als zentraler Akteur, vor allem über Verbindungen zu EJR Mazedonien, Bosnien und Herzegowina und Montenegro. EJR Mazedonien ist im ersten Zeitraum der wichtigste Partner Serbiens, um im Zeitraum von 2010 bis 2014 als Kooperationspartner Serbiens in den Hintergrund zu treten. Albanien kooperiert im Zeitraum zwischen 2005 und 2009 mit keinem der anderen Westbalkanländer, was sich dadurch erklären lässt, dass Albanien insgesamt in dieser Zeit im Bereich "ICT" kaum publiziert. Auch Montenegro besitzt im ersten Zeitraum lediglich Verbindungen zu Serbien, EJR Mazedonien und Kroatien. Zwischen 2010 und 2014 erhöhen Serbien und Bosnien und Herzegowina die Anzahl ihrer Kooperationen massiv und stellen damit in diesem Zeitraum eindeutig die wichtigste Partnerbeziehung dar. Die Beziehungen zwischen Montenegro und EJR Mazedonien reißen in diesen Jahren ab, dafür kooperiert Albanien in Einzelfällen mit EJR Mazedonien. Die Gruppenbildung ist in beiden Zeiträumen nahezu identisch. Serbien schließt sich mit seinen über die Jahre gesehen wichtigsten Kooperationspartnern, EJR Mazedonien sowie Bosnien und Herzegowina, zusammen, Montenegro und Kroatien bilden eine zweite Gruppe. Im zweiten Zeitraum kommt Albanien hinzu, das sich der Gruppe um EJR Mazedonien anschließt, welches Albaniens einziges Kooperationsland darstellt.

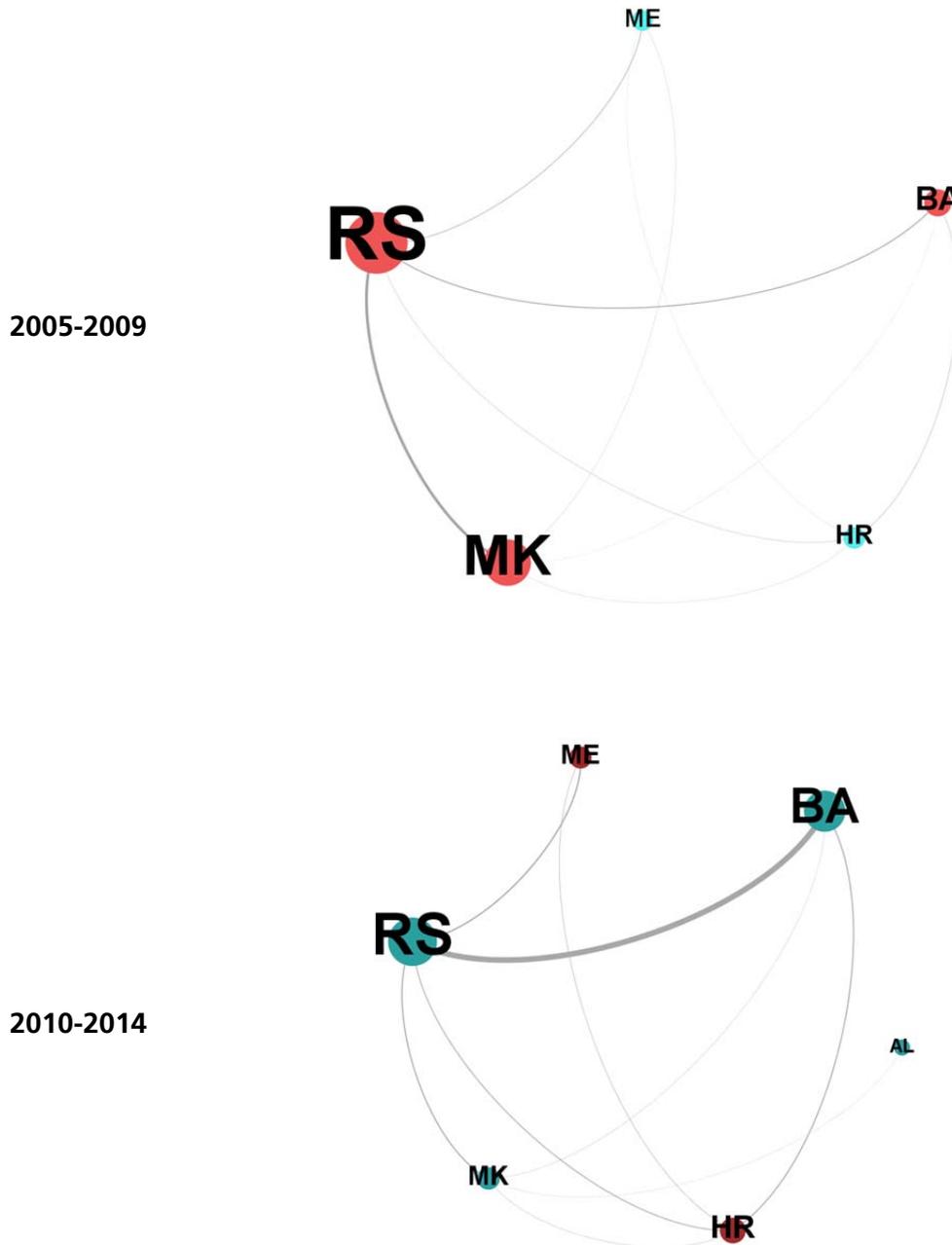
Abbildung 25: SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Biotechnologie



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 26: SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Informatik (ICT)



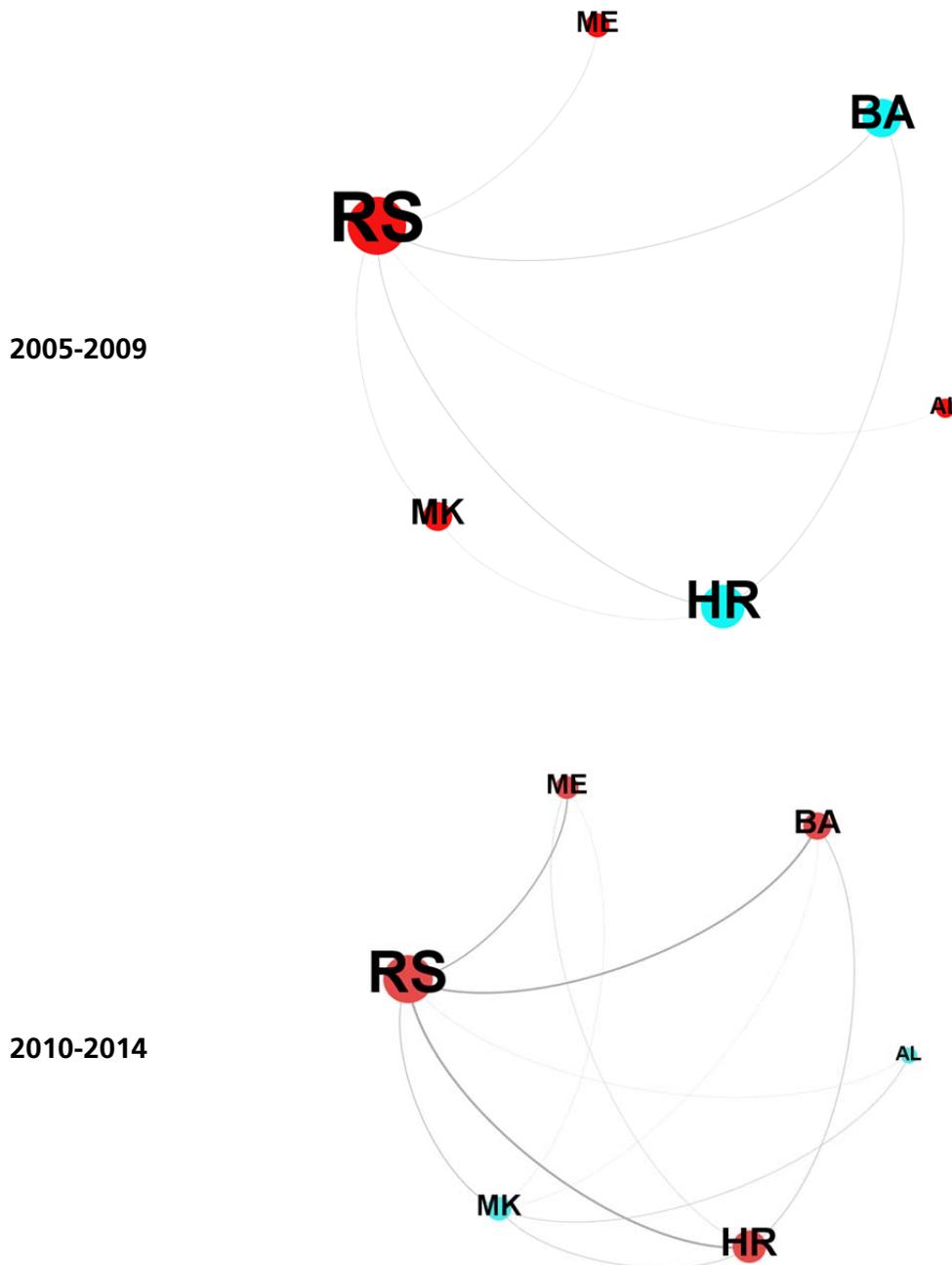
Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Im Maschinenbau (Abbildung 27) zeigen sich noch niedrigere Ko-Publikationszahlen als im ICT-Bereich. In diesem Bereich ist Serbien im Zeitraum 2005 bis 2009 nicht nur zentraler Akteur, sondern fast das einzige Bindeglied im Netzwerk zwischen allen Ländern. Während Serbien Kooperationsbeziehungen zu allen Westbalkanstaaten unterhält, kooperiert ansonsten lediglich noch Kroatien mit Bosnien und Herzegowina sowie mit EJR Mazedonien. Zwischen 2005 und 2009 entfallen die höchsten Anteile der Kooperationen auf die Verbindungen zwischen Serbien und Bosnien und Herzegowina sowie Serbien und Kroatien. Zwischen Bosnien und Herzegowina und Kroatien findet man allerdings auch vergleichsweise hohe Ko-Publikationsaktivitäten, sodass diese aufgrund der einzigen relevanten Verbindung, welche nicht Serbien enthält, eine Gruppe bilden. Die zweite Gruppe setzt sich aus Serbien und den restlichen Ländern zusammen, welche größtenteils ausschließlich Verbindungen zu Serbien besitzen. Im zweiten Zeitraum orientieren sich Bosnien und Herzegowina und Kroatien viel stärker an Serbien hinsichtlich ihrer Kooperationen und vernachlässigen die Verbindung untereinander. Auch Montenegro baut seine Beziehungen zu Serbien aus, sodass diese vier Länder eine Gruppe bilden. Albanien findet im zweiten Zeitraum einen neuen Kooperationspartner in EJR Mazedonien, welches gleichzeitig sein stärkster Kooperationspartner ist. Diese beiden Länder bilden eine zweite Gruppe. Interessant ist hier auch, dass sich neben dem Verstärken der bestehenden Kooperationen auch weitere neue, wenn auch schwächere Verbindungen gebildet haben, wie z.B. zwischen Montenegro und Kroatien sowie EJR Mazedonien und zwischen Bosnien und Herzegowina und EJR Mazedonien.

Die stärkste Ko-Publikationsaktivität innerhalb der untersuchten Disziplinen findet sich eindeutig in der Medizin (Abbildung 28). Dies ist jedoch nicht verwunderlich, da in der Medizin auch eine vergleichsweise hohe Anzahl von Publikationen generell zu verzeichnen ist. Der Bereich der Medizin folgt über die Jahre größtenteils den durchschnittlichen Trends. So stellt zwischen 2005 und 2009 die Kooperationsaktivität zwischen Serbien und EJR Mazedonien die stärkste Verbindung im Netzwerk dar, ebenso findet sich eine aktive Ko-Publikationsbeziehung zwischen Bosnien und Herzegowina und Kroatien. Auch mit Kroatien, Bosnien und Herzegowina und Montenegro kann Serbien relativ hohe Ko-Publikationszahlen vorweisen. Die Gruppeneinteilung charakterisiert sich durch geographische Nähe, so bilden Bosnien und Herzegowina und Kroatien eine Gruppe sowie Serbien, EJR Mazedonien, Montenegro und Albanien eine zweite Gruppe. Im zweiten Untersuchungsraum baut Serbien dagegen seine Beziehungen zu Bosnien und Herzegowina und Kroatien sowie auch zu Montenegro aus, während sich der Anteil der Kooperationen zu EJR Mazedonien drastisch verringert. Dennoch sind sich Kroatien und Bosnien und Herzegowina weiterhin gegenseitig jeweils der wichtigste Kooperationspartner. Somit verändert sich die Gruppierung der Länder über die Jahre gesehen nicht.

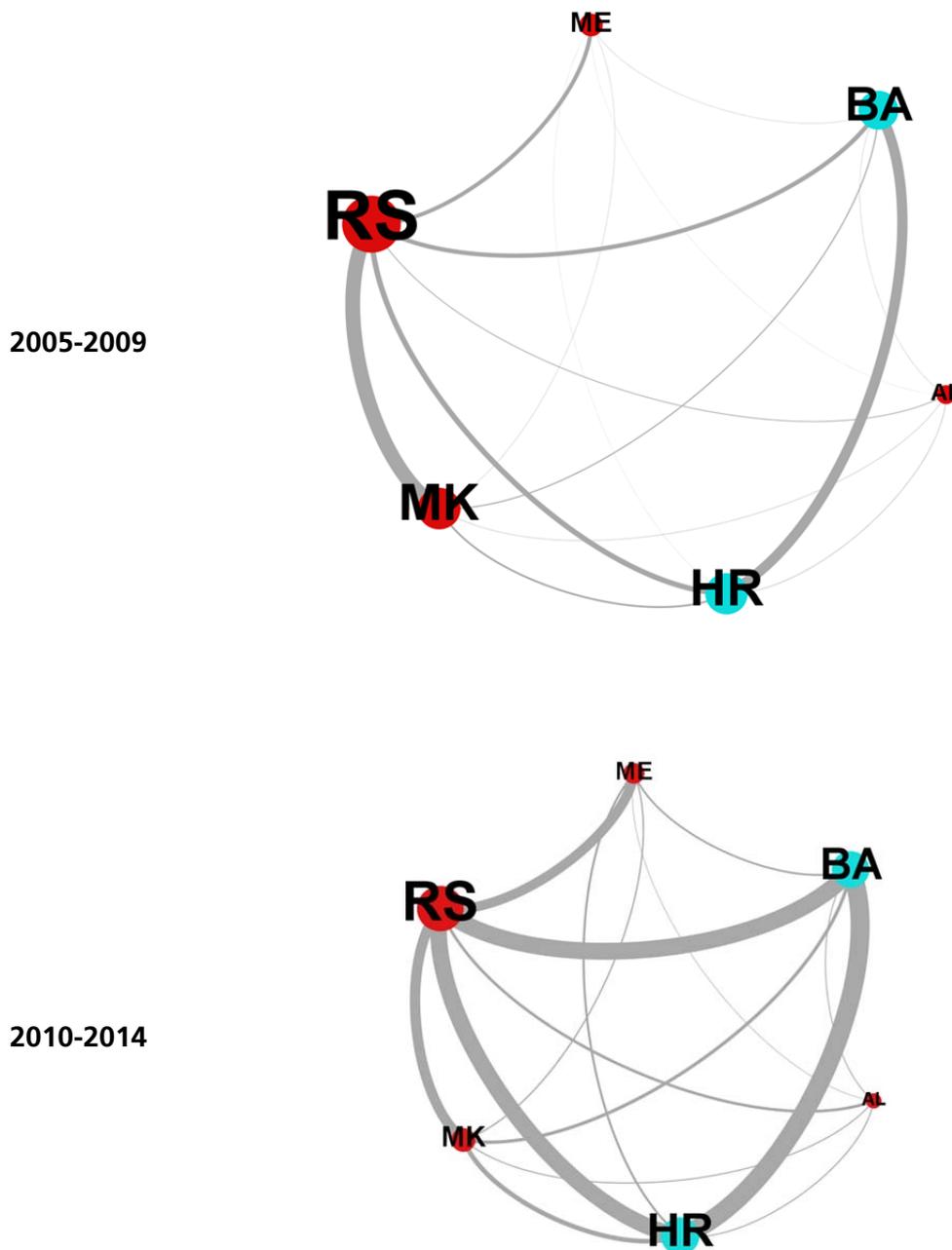
Abbildung 27: SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Maschinenbau



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 28: SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Medizin



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

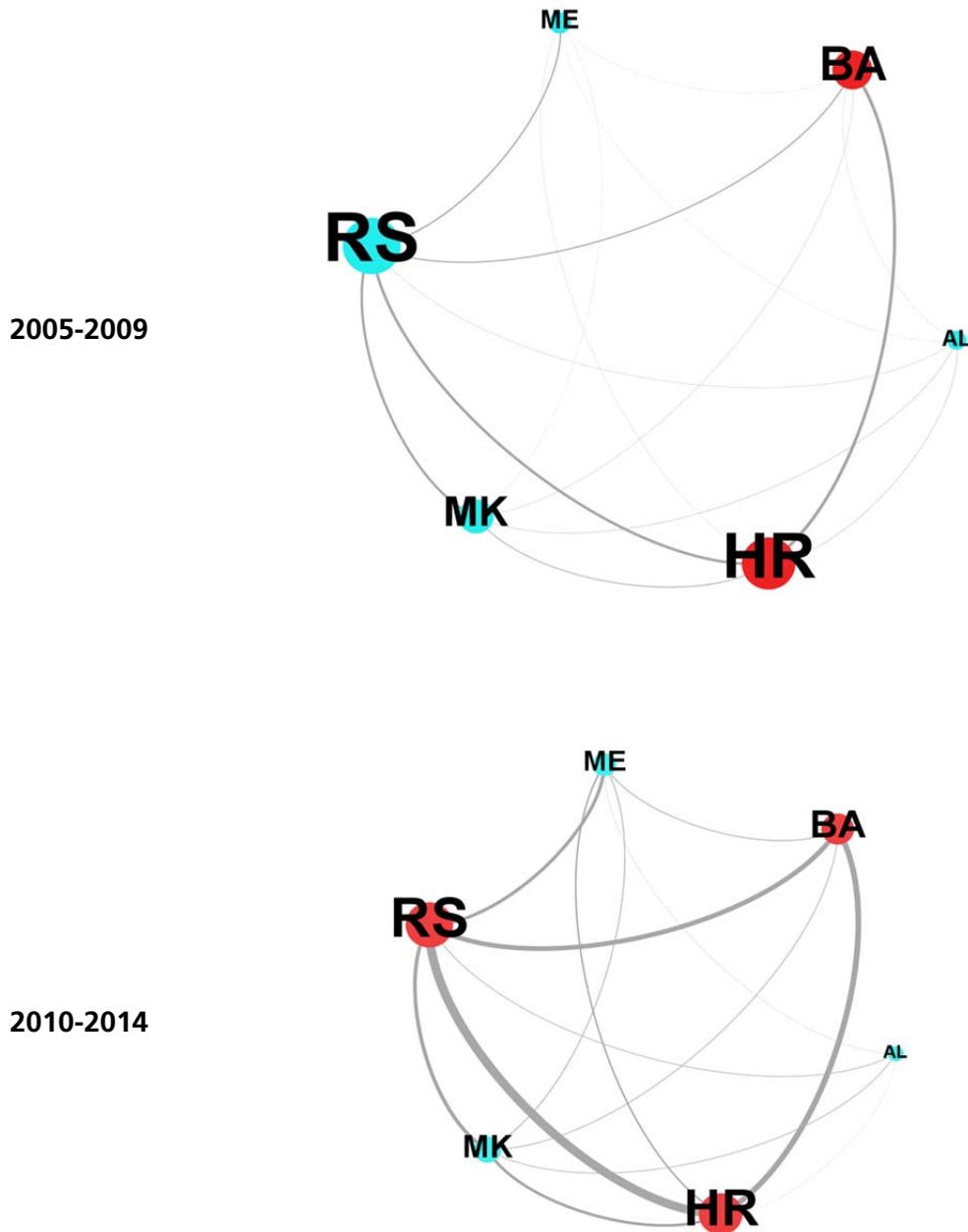
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 29 zeigt das Netzwerk der letzten in dieser Studie betrachteten Disziplin, nämlich den Bereich der Lebensmittel- und Ernährungsforschung. Zwischen 2005 und 2009 zeigt sich das für diesen Zeitraum typische Bild: Die stärksten Verbindungen bestehen zwischen Bosnien und Herzegowina und Kroatien, zwischen Serbien und Kroatien und zwischen Serbien und EJR Mazedonien. Weitere relevante Beziehungen existieren zwischen Serbien und Montenegro, zwischen Serbien und Bosnien und Herzegowina und auch zwischen EJR Mazedonien und Kroatien. Somit lassen sich Bosnien und Herzegowina mit Kroatien und Serbien mit den übrigen Ländern zusammen gruppieren. Im Zeitraum zwischen 2010 und 2014 baut Serbien seine Beziehungen zu Kroatien und Bosnien und Herzegowina aus, auch die Verbindung zwischen Bosnien und Herzegowina und Kroatien wird in dieser Zeit verstärkt. Der Anteil der Kooperationen zwischen Serbien und Montenegro ändert sich nur geringfügig, die Ko-Publikationen zwischen EJR Mazedonien und Serbien nehmen anteilmäßig ab. Somit orientiert sich Serbien im aktuellen Untersuchungsraum stärker zu Bosnien Herzegowina und Kroatien und bildet mit den beiden Ländern eine Gruppe, während die restlichen Länder eine zweite Gruppe darstellen. Bei der Gruppenbildung steht also im Gegensatz zum ersten Zeitraum, die Größe der Länder im Vordergrund.

In Summe der Netzwerkanalysen lassen sich zusammenfassend somit folgende generelle Trends erkennen:

1. Über die Zeit hinweg kommt es insgesamt sowie in allen untersuchten Disziplinen zu einer Ausweitung der Ko-Publikationsaktivitäten. Die meist stärkste Verbindung findet sich im ersten Untersuchungszeitraum zwischen Serbien und EJR Mazedonien, eine weitere wichtige Verbindung sind die Kooperationen zwischen Bosnien und Herzegowina und Kroatien. Auch zu Kroatien, Bosnien und Herzegowina und Montenegro hält Serbien relativ starke Kooperationsbeziehungen und ist somit ein zentraler Akteur im Netzwerk. Im zweiten Untersuchungszeitraum orientiert sich Serbien sehr viel stärker an Kroatien und Bosnien und Herzegowina, sodass die Kooperationen mit EJR Mazedonien anteilig meist zurückgehen. Auch Kroatien und Bosnien und Herzegowina bauen ihre Beziehungen weiter aus und stellen somit weiterhin eine wichtige Verbindung im Netzwerk dar. Auch in diesem Zeitraum ist Serbien ein zentraler Akteur.
2. Die Gruppenbildung zwischen den Ländern ist im ersten Zeitraum über die Gesamtzahlen und die einzelnen Disziplinen gesehen sehr konstant und charakterisiert sich über räumliche Nähe. So bilden Serbien, Montenegro und EJR Mazedonien eine Gruppe und Kroatien, Bosnien und Herzegowina eine zweite Gruppe. Albanien orientiert sich meistens hin zu den geographisch näher liegenden Ländern um Serbien, teilweise auch zu Kroatien und Bosnien und Herzegowina. Aufgrund der geringen Ko-Publikationszahlen ist die Zuordnung Albanien jedoch nicht besonders aussagekräftig.

Abbildung 29: SNA der Ko-Publikationen innerhalb der Westbalkanländer, Lebensmittel/Ernährung



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

3. Im zweiten Untersuchungszeitraum lässt sich eine größere Variation der Gruppenbildung über die einzelnen Disziplinen beobachten. Insgesamt zeichnet sich dieser Zeitraum vor allem durch die stärkere Orientierung Serbiens hin zu Kroatien und auch Bosnien und Herzegowina aus. Es scheinen sich stärkere Beziehungen zwischen den publikationsstärkeren Ländern zu bilden. So entsteht auf die gesamten Ko-Publikationszahlen gesehen eine Gruppe, welche Serbien, Kroatien und Bosnien und Herzegowina beinhaltet, sowie eine zweite Gruppe bestehend aus den restlichen Ländern. Im Bereich der Lebensmittel und Ernährung zeigt sich der gleiche Trend wie bei den Gesamtzahlen, während im Maschinenbau ebenfalls Serbien, Kroatien und Bosnien und Herzegowina eine Gruppe bilden, jedoch auch Montenegro sich dieser Gruppe anschließt. Ähnlich wie im Maschinenbau sieht die Gruppierung für die Biotechnologie aus, hier schließen sich Serbien, Kroatien und Montenegro zusammen, jedoch findet sich in dieser Disziplin Bosnien und Herzegowina mit EJR Mazedonien und Albanien zu einer Gruppe zusammen. Diese Trennung von Kroatien und Bosnien und Herzegowina ist über alle Disziplinen gesehen eher untypisch, da beide über die Jahre hinweg starke Kooperationsaktivitäten verbinden. In der publikationsstärksten Disziplin, der Medizin, findet kein Wandel der Gruppenbildung statt, hier erhalten sich die Gruppen um Kroatien und Bosnien und Herzegowina sowie um Serbien und die restlichen Länder aus dem ersten Zeitraum.
4. Für den Bereich ICT findet man ein zu den restlichen Disziplinen unterschiedliches Bild der Kooperationsaktivitäten. Dieses ist vor allem durch die niedrigen Ko-Publikationszahlen Kroatiens geprägt. Dadurch entfällt ein sehr hoher Anteil der Ko-Publikationen auf Serbien und EJR Mazedonien im ersten Zeitraum und Serbien und Bosnien und Herzegowina im zweiten Zeitraum. Durch die schwache Verbindung zwischen Kroatien und Bosnien und Herzegowina orientiert sich letzteres stärker an Serbien hinsichtlich der Kooperationen. Somit ergibt sich über beide Zeiträume eine Gruppe zwischen Serbien, EJR Mazedonien und Bosnien und Herzegowina. Eine zweite Gruppe besteht aus Montenegro und Kroatien sowie zusätzlich Albanien im zweiten Zeitraum.

7 Westbalkan-Diaspora

7.1 Publikationsaktivität der Westbalkan-Diaspora mit Autoren aus den Herkunftsländern

In diesem Kapitel untersuchen wir, wie stark die Ko-Publikationsrate von ausgewanderten Wissenschaftler/-innen der Westbalkanstaaten mit Autoren bzw. Institutionen in ihren Herkunftsländern ausgeprägt ist. Dadurch soll festgestellt werden, ob ein sogenannter "binding effect", d.h. eine Anbindung ausgewanderter Wissenschaftler/-innen an ihr Heimatland in Form von Ko-Publikationen heimischer Autoren oder Institutionen, beobachtet werden kann.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung haben wir zunächst ein Set von Wissenschaftlern aus dem Westbalkanraum mit Hilfe der bibliometrischen Datenbanken identifiziert. Alle Wissenschaftler, welche in mindestens einem Jahr eine Affiliation zu einem Land in der Westbalkanregion besitzen, werden dem entsprechenden Westbalkanland zugeordnet. Als Diaspora gelten wiederum alle Wissenschaftler, welche aus einem Westbalkanland stammen und zu einem späteren Zeitpunkt mindestens eine ausländische Affiliation annehmen, wobei diese auch in einem anderen Westbalkanland liegen kann. Hierbei werden sowohl die Wissenschaftler der Diaspora zugehörig betrachtet, welche ihre Heimataffiliation aufgeben und die ausländische als einzige Affiliation annehmen, als auch die, welche die ausländische Affiliation lediglich zusätzlich zu ihrer Heimataffiliation besitzen.

Anhand des identifizierten Sets der Diaspora-Wissenschaftler lassen sich nun Analysen hinsichtlich der Ko-Publikationsaktivitäten der Diaspora durchführen. Dabei betrachten wir einerseits alle Westbalkanländer einzeln und andererseits den Westbalkanraum als Gruppe. Bei der Analyse der Ko-Autoren der Ko-Publikationen der Diaspora der einzelnen Länder muss der Ko-Autor also aus dem jeweiligen Heimatland des Diaspora-Autors stammen während bei der Analyse der Länder als Gesamttraum der Ko-Autor lediglich eine Affiliation zum Westbalkanraum haben muss, d.h. aus jedem beliebigen Westbalkanland stammen kann.

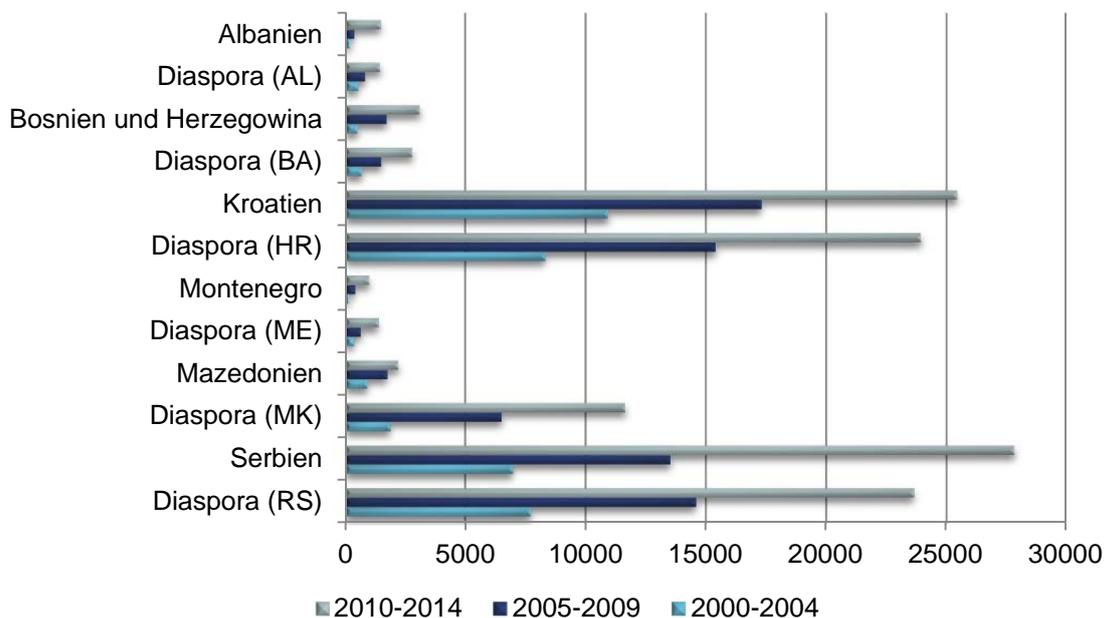
Die Westbalkan-Diaspora verteilt sich vor allem auf die USA (20%), Deutschland (11%), die Schweiz (8%) und Großbritannien (6%), während sich in den Jahren 2010-2014 nur 2% der Diaspora in Österreich aufhielt.

In Abbildung 30 ist die Anzahl der Publikationen für die jeweiligen Länder sowie deren Diaspora über drei Zeiträume abgebildet.

Kroatien und Serbien veröffentlichen deutlich mehr Publikationen als die restlichen Länder, das Gleiche trifft auch auf die kroatische und serbische Diaspora zu. Während Serbien mit knapp 28.000 Publikationen im Zeitraum zwischen 2010 und 2014 Kroatien mit knapp 25.500 Publikationen übertrifft, verzeichnet die kroatische Diaspora knapp 24.000 Veröffentlichungen im selben Zeitraum, wohingegen die serbische Diaspora gut 23.500 Publikationen veröffentlicht. Generell lässt sich in den letzten Jahren für fast alle Länder eine höhere Anzahl an Publikationen der Wissenschaftler im Heimatland

als in der entsprechenden Diaspora beobachten. Lediglich für die beiden kleinsten Länder, Montenegro und EJR Mazedonien, gilt, dass Wissenschaftler, die im Ausland leben, mehr publizieren als die im Heimatland ansässigen Wissenschaftler. Hierbei sticht vor allem EJR Mazedonien heraus, da die mazedonische Diaspora die Anzahl ihrer Veröffentlichungen über die Jahre deutlich stärker gesteigert hat als die Wissenschaftler mit mazedonischer Affiliation. So verzeichnet die mazedonische Diaspora mit über 11.500 Publikationen mehr als fünfmal so viele Veröffentlichungen als die Wissenschaftler im Heimatland. Länder wie Albanien, Montenegro und auch Bosnien und Herzegowina dagegen verzeichnen Anfang der 2000er Jahre eine höhere Anzahl von Publikationen im Heimatland als in der Diaspora, ein Bild, welches sich aber durch die stärker ansteigenden Veröffentlichungen im Heimatland wendet, sodass mit Ausnahme von Montenegro in allen diesen Ländern mehr Veröffentlichungen im Heimatland zu beobachten sind. Kroatien und in den letzten Jahren auch Bosnien und Herzegowina zeigen dagegen ebenfalls eine leicht steigende Tendenz der Veröffentlichungen der Diaspora im Gegensatz zum Heimatland. Jedoch publizieren beide Länder weiterhin mehr im Land selbst als in der Diaspora.

Abbildung 30: Anzahl der Publikationen der einzelnen Länder und der jeweiligen Diaspora in drei Zeiträumen



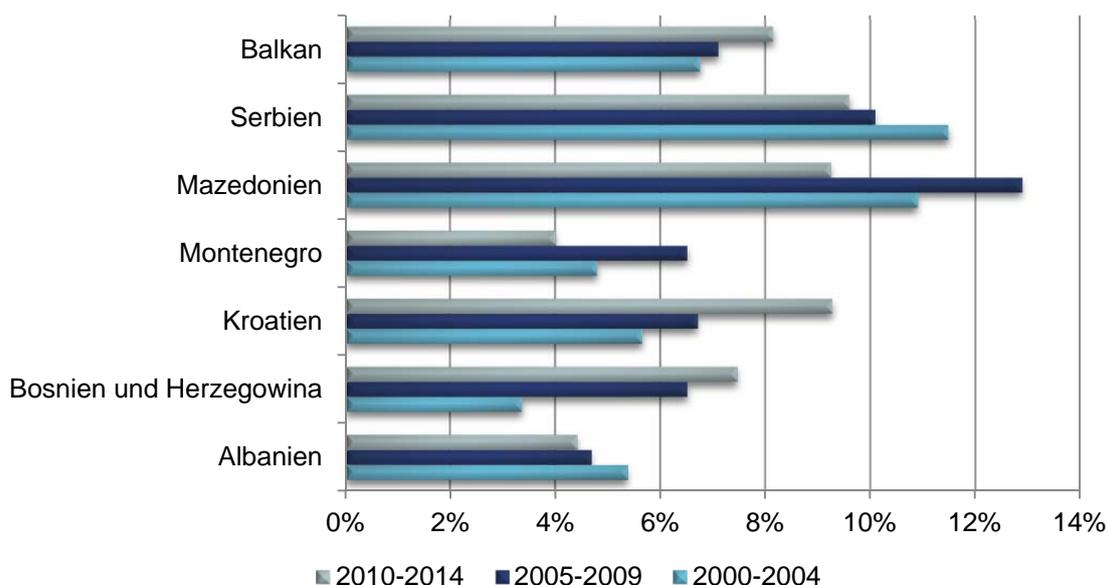
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Abbildung 31 und Abbildung 32 sind die Anteile der Ko-Publikationen zwischen der jeweiligen Diaspora der einzelnen Länder sowie des Gesamt-Westbalkanraums mit dem jeweiligen Heimatland dargestellt. Für den Westbalkanraum gesamt gilt, dass die Ko-Publikationen zwischen den im Balkan ansässigen Wissenschaftlern und der Diaspora etwas stärker angestiegen sind als die Publikationen, so sind im Zeitraum 2010-2014

ca. 8% aller Publikationen des Westbalkanraums und ca. 10% aller Publikationen der Westbalkan-Diaspora Ko-Publikationen zwischen Westbalkan und Diaspora.

Bei Betrachtung der einzelnen Länder in Abbildung 31 fällt auf, dass lediglich Kroatien und Bosnien und Herzegowina den Anteil der Ko-Publikationen mit der Diaspora im Verhältnis zur Publikationsgesamtanzahl steigern konnten. In Serbien und Albanien ist der Anteil zwischen 2000 und 2014 stets gesunken, und auch EJR Mazedonien und Montenegro verzeichnen nach einer Steigerung des Anteils zwischen 2005 und 2009 geringere Zahlen in den letzten Jahren im Vergleich zum Anfang der 2000er Jahre. Serbien, EJR Mazedonien und Kroatien zeigen mit mehr als 9% die höchste Ko-Publikationsaktivität mit der jeweiligen Diaspora, während sich Bosnien und Herzegowina mit 7,5% in der Mitte bewegt und Albanien und Montenegro mit ca. 4% die niedrigsten Anteile vorweisen.

Abbildung 31: Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora mit dem Heimatland an allen Publikationen des Landes

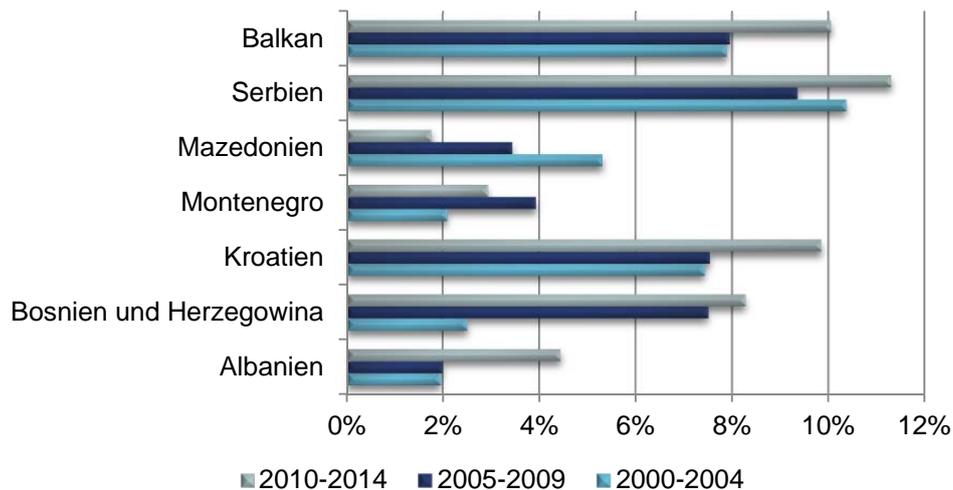


Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Während die Anteile der Ko-Publikationen mit der Diaspora für die Mehrheit der einzelnen Länder abgenommen haben, nimmt der Anteil dieser Ko-Publikationen im Verhältnis zu den Publikationen der jeweiligen Diaspora für fast alle Länder zu (Abbildung 32). Lediglich die mazedonische Diaspora verzeichnet einen Rückgang des Anteils von 5,3% zwischen 2000 und 2004 auf 1,8% in den Jahren 2010 bis 2014. Für Serbien mit 11,3%, Kroatien mit 9,9% und Bosnien und Herzegowina mit 8,3% lassen sich die höchsten Anteile beobachten, während Albanien mit 4,4%, Montenegro mit 2,9% und EJR Mazedonien mit 1,8% die niedrigsten Anteile haben. Für fast alle Länder gilt, dass der Anteil der Ko-Publikationen gemessen an der Anzahl der Publikationen der Diaspora etwas höher ist als der Anteil gemessen an der Anzahl der Publikationen des Hei-

matlandes. Hingegen verzeichnen Montenegro mit einem Unterschied von 1 Prozentpunkt und EJR Mazedonien mit einem Unterschied von 7 Prozentpunkten einen kleineren Anteil der Ko-Publikationen gemessen an den Publikationen der Diaspora als an den Publikationen des Heimatlandes.

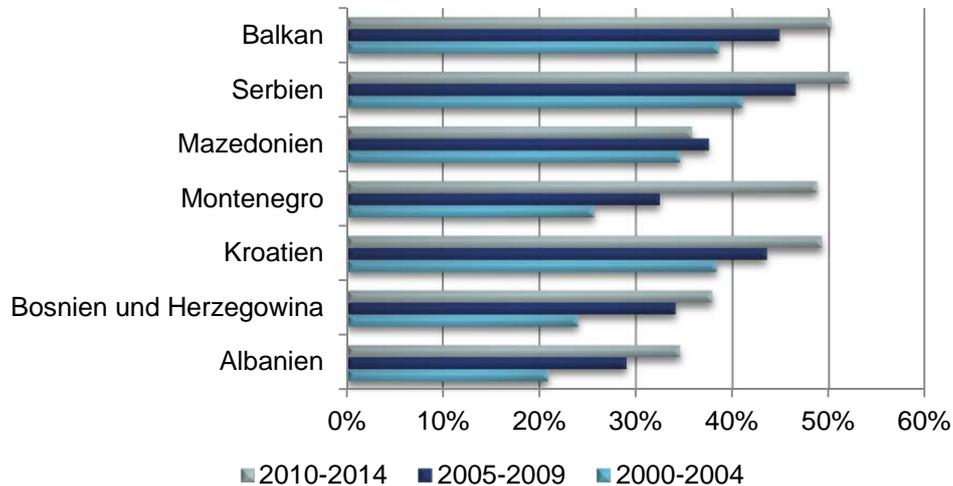
Abbildung 32: Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora mit dem Heimatland an allen Publikationen der Diaspora



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Abbildung 33 sind die Anteile der internationalen Ko-Publikationen der Diaspora an allen Publikationen der Diaspora dargestellt. Die Anzahl der Ko-Publikationen ist überwiegend stärker gestiegen als die Anzahl der Publikationen. Für den Balkan gesamt als auch für Kroatien, Serbien und Montenegro liegt der Ko-Publikationsanteil bei ca. 50%, für Albanien, EJR Mazedonien sowie Bosnien und Herzegowina bei 35-38% im Zeitraum zwischen 2010 und 2014.

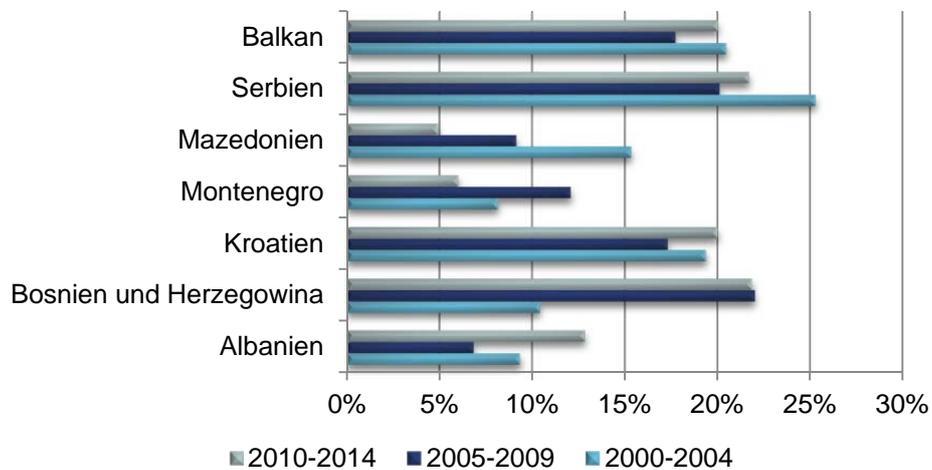
Abbildung 33: Anteil internationale Ko-Publikationen an allen Publikationen der Diaspora



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Von allen internationalen Ko-Publikationen sind 20% aller Westbalkan-Diaspora Publikationen in Kooperation mit im Westbalkanraum ansässigen Wissenschaftlern entstanden (Abbildung 34). Auch die kroatische Diaspora kooperiert in 20% der Publikationen mit dem Heimatland. Die serbische und bosnisch-herzegowinische Diaspora kooperieren in 22% der Fälle mit ihrem jeweiligen Ursprungsland, während die albanische Diaspora in 13% und die montenegrinische Diaspora sowie die mazedonische Diaspora in 6% aller internationalen Ko-Publikationen mit mindestens einem Partner aus dem Heimatland zusammen publizieren. Für die Westbalkan-Diaspora gesamt und die kroatische Diaspora haben sich die Anteile im Hinblick auf die frühen 2000er Jahre nur geringfügig verändert. Die Anteile für die serbische, mazedonische und montenegrinische Diaspora sind gesunken während die bosnisch-herzegowinische und die albanische Diaspora ihre Anteile gesteigert haben. Vergleicht man die Kooperationsaktivitäten der Westbalkan-Diaspora mit ihrem Heimatland mit den Kooperationsaktivitäten der Diaspora mit anderen Ländern im Zeitraum zwischen 2010 und 2014, zeigt sich ein vergleichbarer Anteil für Ko-Publikationen mit Frankreich (23%), ein kleinerer Anteil für Ko-Publikationen mit Österreich (11%) und Ungarn (7%) und ein größerer Anteil für Ko-Publikationen mit Deutschland (45%), Großbritannien (33%), den USA (61%) und den übrigen EU-Ländern (74%, ohne die vorher genannten Länder sowie ohne Balkan).

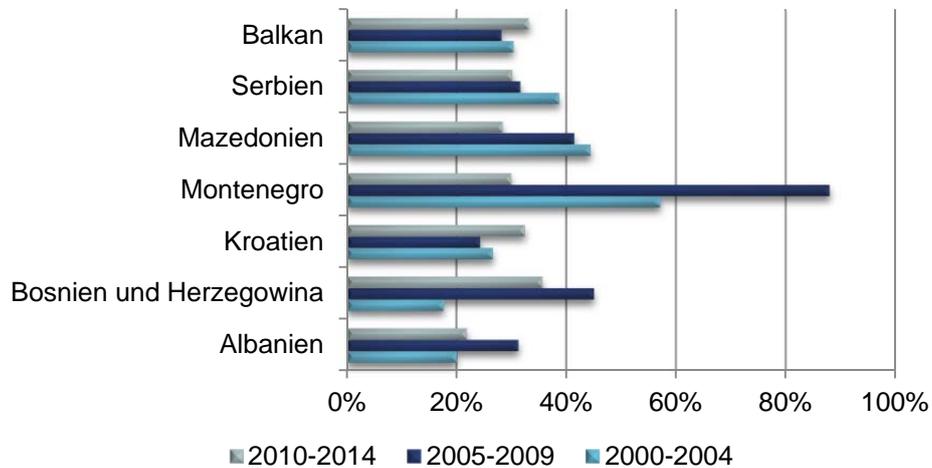
Abbildung 34: Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora mit dem Heimatland an allen internationalen Ko-Publikationen der Diaspora



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In manchen Fällen kommt es vor, dass Wissenschaftler aus dem Westbalkanraum zwar eine ausländische Affiliation annehmen, die Affiliation im Heimatland jedoch nicht aufgeben, sondern parallel beibehalten. Diese Wissenschaftler werden nach unserer Definition jedoch trotzdem zur Diaspora gezählt, da sie sich mindestens teilweise im Ausland wissenschaftlich orientieren und dort kooperieren. Gleichzeitig ist durch die Doppelaffiliation natürlich eine stärkere Bindung an das Heimatland vorhanden, was mögliche Kooperationen zwischen der Diaspora und dem Heimatland begünstigt. In Abbildung 35 sind die Anteile der Kooperationen zwischen Diaspora und Heimatland dargestellt, für welche der Diaspora-Autor gleichzeitig eine Affiliation zum Heimatland besitzt. Die Diaspora des Westbalkanraums gesamt zeigt hier recht konstante Anteile um 30%, d.h. ca. ein Drittel aller Ko-Publikationen zwischen Diaspora und Heimatland haben einen Autor, der sowohl eine Affiliation zur Diaspora als auch zum Heimatland besitzt, weshalb hier die Vermutung nahe liegt, dass die Kooperation durch die Doppelaffiliation zustande gekommen ist. Für die einzelnen Länder zeigen sich größere Schwankungen für die Anteile der Doppelaffiliationen der Diaspora-Autoren der Ko-Publikationen, was zum Teil daran liegen könnte, dass hier auch Affiliationen zu anderen Balkan-Ländern als Auslandsaffiliationen gewertet werden, während zwei Balkan-Affiliationen für die Betrachtung des Westbalkanraums gesamt nicht doppelt gewertet werden.

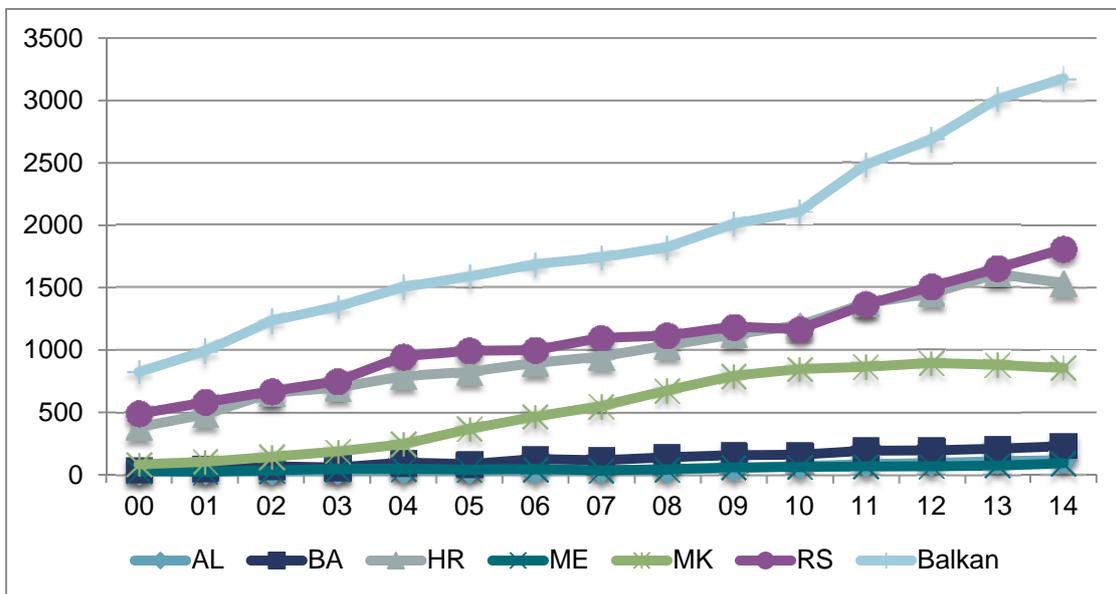
Abbildung 35: Anteile der Ko-Publikationen der Diaspora-Autoren mit Doppelaffiliationen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In der serbischen und der mazedonischen Diaspora sind die Anteile der Doppelaffiliationen in den Ko-Publikationen gesunken, es gibt also zunehmend mehr Ko-Publikationen, welche ohne die Existenz einer verbindenden Doppelaffiliation eines Autors entstanden sind. Auch Ko-Publikationen der montenegrinischen Diaspora mit Montenegro verzeichnen weniger Doppelaffiliationen in den letzten Jahren im Vergleich zum Anfang der 2000er Jahre. Dennoch fällt hier besonders auf, dass zwischen 2005 und 2009 der Anteil der Doppelaffiliationen deutlich angestiegen ist. So ist an der Mehrheit (88%) der Ko-Publikationen zwischen Diaspora und Heimatland mindestens ein Autor beteiligt, welcher gleichzeitig eine Affiliation im Heimatland als auch im Ausland besitzt. Für die kroatische, der bosnisch-herzegowinische und die albanische Diaspora ist der Anteil der Ko-Publikationen mit einem Autor mit einer Doppelaffiliation seit 2000 gewachsen, wobei auch Bosnien und Herzegowina und Albanien einen Höhepunkt der Doppelaffiliationen im Zeitraum zwischen 2005 und 2009 verzeichnen können. Für fast alle Länder gilt, dass im Zeitraum von 2010-2014 in ca. ein Drittel der Ko-Publikationen ein Autor mit Doppelaffiliation in Ausland und Heimatland involviert ist, in Albanien ist es lediglich gut ein Fünftel.

Abbildung 36: Anzahl der Wissenschaftler aus dem Westbalkan im Ausland 2000-2014



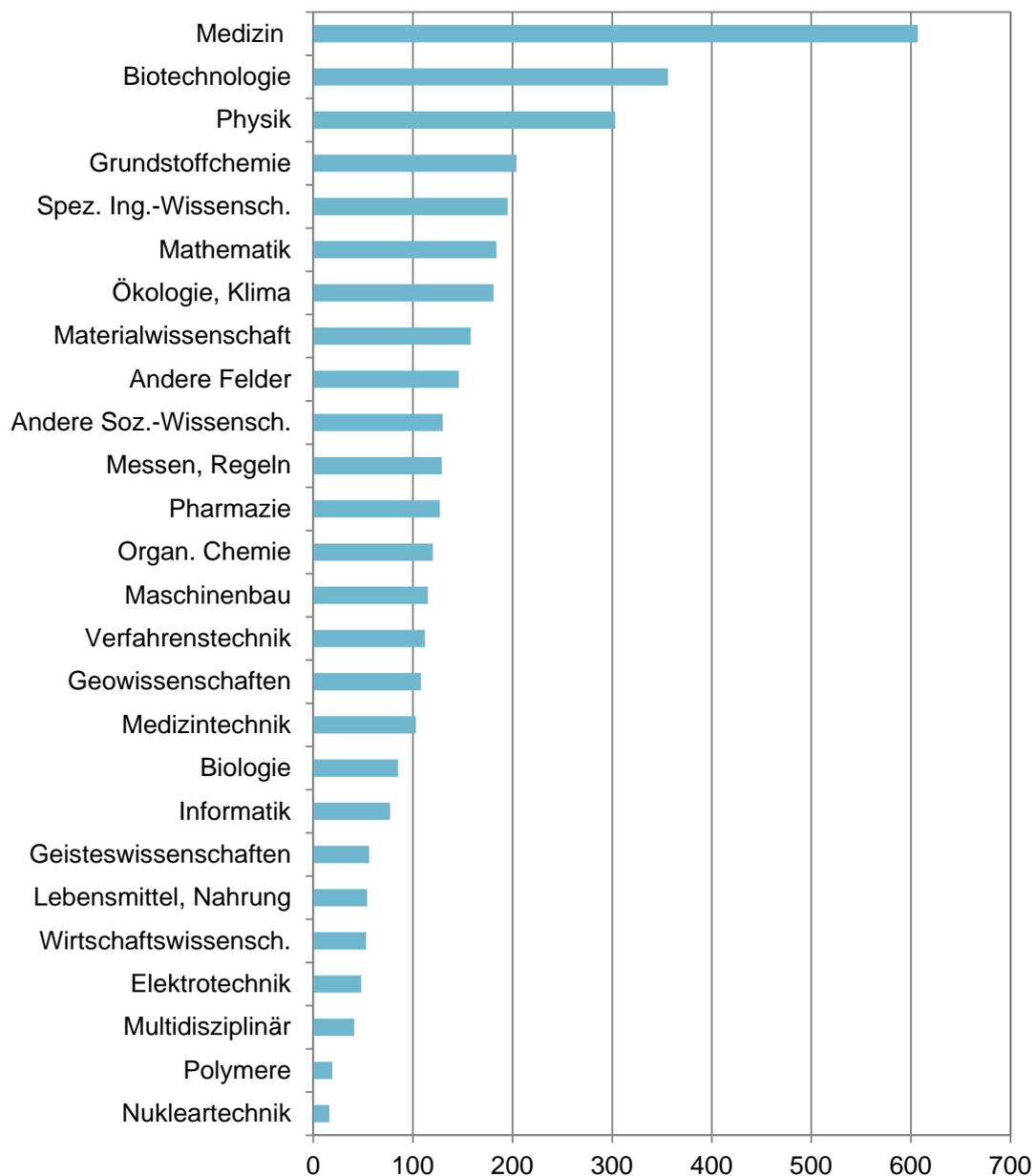
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Nachdem wir bisher die Publikationen der Diaspora untersucht haben, betrachten wir im Folgenden die Verteilung der Diaspora-Wissenschaftler. In Abbildung 34 ist die Größe der Diaspora anhand der Anzahl der Wissenschaftler aus dem Westbalkan im Ausland über die Jahre hinweg dargestellt. Auf den Gesamtbalkanraum gesehen, ist die Zahl der Diaspora-Wissenschaftler stets angestiegen und ist mit knapp 3200 Autoren im Jahr 2014 fast viermal so hoch wie im Jahr 2000. Auch die Zahlen für die einzelnen Länder sind tendenziell angestiegen, hierbei sticht vor allem EJR Mazedonien hervor, dessen Diaspora sich mit ca. 850 Wissenschaftlern im Jahr 2014 verzehnfacht hat seit dem Jahr 2000. Albanien, Bosnien und Herzegowina sowie Montenegro Diaspora sind mit weniger als 300 Wissenschaftlern im Ausland im Jahr 2014 am kleinsten. Serbiens und Kroatiens Diaspora zeigen über die Jahre hinweg eine sehr ähnliche Entwicklung, wobei sich im Jahr 2014 ca. 1500 kroatische und ca. 1800 serbische Wissenschaftler im Ausland aufhalten. Die Summe der Diaspora der einzelnen Länder lässt sich nicht mit der Anzahl der Diaspora-Autoren für den Gesamt-Westbalkanraum gleichsetzen, da einerseits einige Autoren Affiliationen zu mehreren Westbalkanländern besitzen können und andererseits bei der Diaspora der einzelnen Länder auch die Autoren berücksichtigt werden, welche sich im Ausland innerhalb des Westbalkans aufhalten, während für die Diaspora des Gesamt-Westbalkanraums lediglich das Ausland außerhalb des Westbalkans betrachtet wird.

Wie bereits erwähnt, halten sich ca. 11% der Westbalkan-Diaspora in Deutschland auf. In Abbildung 37 und Abbildung 38 betrachten wir die Verteilung der in Deutschland ansässigen Diaspora auf die einzelnen Disziplinen sowie auf die verschiedenen Institute, wobei hier nur die Institute mit den meisten Diaspora-Autoren abgebildet sind. Gut 600 der knapp 1600 Diaspora-Wissenschaftler publizieren in Deutschland im Bereich

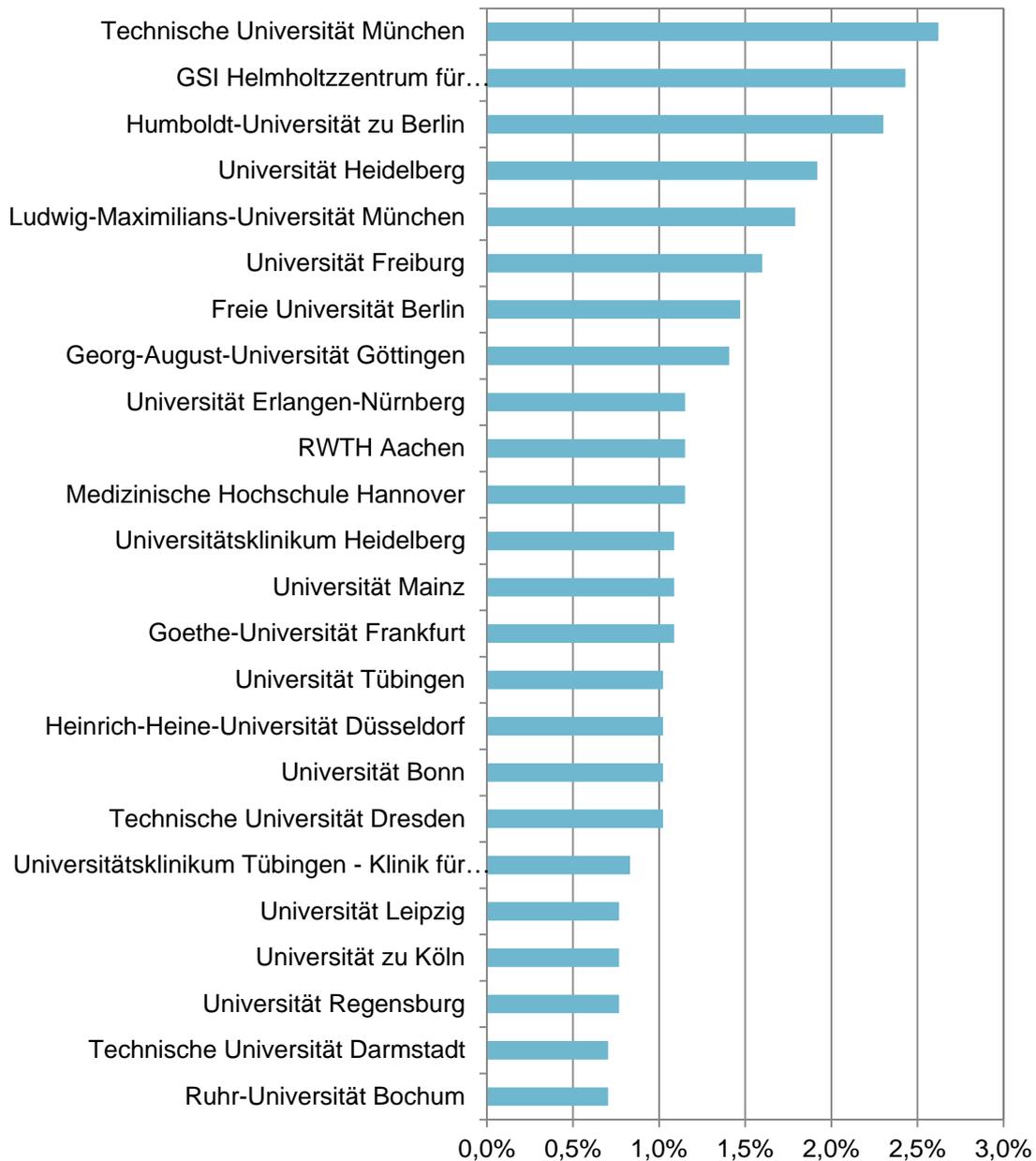
Medizin, ca. 360 in der Biotechnologie und etwa 300 in der Physik. Weitere Felder, in denen vergleichsweise viele Diaspora-Wissenschaftler in Deutschland forschen, sind Grundstoffchemie, Spezielle Ingenieurwissenschaften, Mathematik sowie Ökologie, Klima. Viele der Autoren publizieren dabei in verschiedenen Disziplinen. An der Humboldt-Universität zu Berlin finden sich die meisten Diaspora-Autoren (über 3%), desweiteren besitzen ca. 3% der Wissenschaftler eine Affiliation an der Technischen Universität München, ca. 2,5% am GSI Helmholtz Zentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt und ca. 2% an der Universität Heidelberg.

Abbildung 37: Verteilung der Diaspora in Deutschland über die Felder 2010-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 38: Institute in Deutschland mit den meisten Diaspora-Wissenschaftlern 2010-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich keine intensive Zusammenarbeit zwischen der Diaspora der einzelnen Länder und dem jeweiligen Heimatland erkennen lässt. Auch kristallisiert sich hierbei auf den gesamten Westbalkanraum gesehen bisher kein steigender Trend heraus. Die Diaspora zieht in ihren internationalen Kooperationen offenbar trotz ihrer Ansiedelung in wissenschaftlich etablierten Nationen eher Nutzen aus Ko-Publikationen mit weiteren großen Wissenschaftsnationen wie den USA, Deutschland oder Großbritannien, statt eine wissenschaftliche Verbindung zum Hei-

matland herzustellen. Diese Vermutung wird weiterhin dadurch unterstützt, dass in ca. einem Drittel der Ko-Publikationen ein Autor mit Doppelaffiliation im Ausland und im Heimatland involviert ist, obgleich der Anteil der Autoren mit Doppelaffiliation vergleichsweise gering ist, wie aus dem folgenden Abschnitt zur Mobilität ersichtlich wird. Die Länder, deren Diaspora am häufigsten mit dem Heimatland kooperiert, sind Serbien, Kroatien sowie Bosnien und Herzegowina. Die Diaspora der Länder Montenegro und EJR Mazedonien orientiert sich dagegen nur in wenigen Fällen zurück ins Heimatland, was auch daran liegt, dass sich im Heimatland noch kein wettbewerbsfähiges und solides Wissenschaftssystem etabliert hat. Die Anknüpfungspunkte für die Diaspora sind also eher gering.

7.2 Internationale Mobilität von Wissenschaftlern aus der Westbalkan-Diaspora

Ein anderer interessanter Aspekt des sogenannten "binding effects" der Diaspora an die Heimatländer ist die Mobilität der Diaspora. Daher wird im Folgenden untersucht, ob Wissenschaftler, welche ihr Heimatland verlassen und ins Ausland abwandern, sich im Zielland dauerhaft integrieren oder nach einer gewissen Zeit wieder ins Heimatland zurückkehren. Dazu werden in einem ersten Schritt alle Autoren eines bestimmten Jahres aus den Westbalkanstaaten identifiziert. Dabei wird davon ausgegangen, dass jemand, der eine Affiliation im Westbalkan besitzt, auch tatsächlich aus dem entsprechenden Westbalkanland stammt. In einem zweiten Schritt wird dann überprüft, welche dieser Autoren in den Folgejahren einen anderen Affiliations-Ländercode auf Publikationen angibt. Dies sind dann die "mobilen" Wissenschaftler, die aus den Westbalkanstaaten in ein anderes Land migriert sind. Hierdurch wird also der Anteil der Wissenschaftler der Westbalkan-Diaspora bestimmt, der ins Ausland abgewandert ist. Dabei wird zwischen Wissenschaftlern, welche ihre Heimataffiliation aufgeben und eine neue ausländische Affiliation annehmen, sowie Wissenschaftlern, welche parallel zur ihrer Heimataffiliation eine zweite ausländische Affiliation besitzen (Doppelaffiliation), unterschieden. In einem dritten Schritt wird überprüft, ob die mobilen Wissenschaftler in den späteren Jahren erneut eine Affiliation aus ihrem Herkunftsland auf ihren Publikationen angeben. Diese gelten als Rückkehrer.

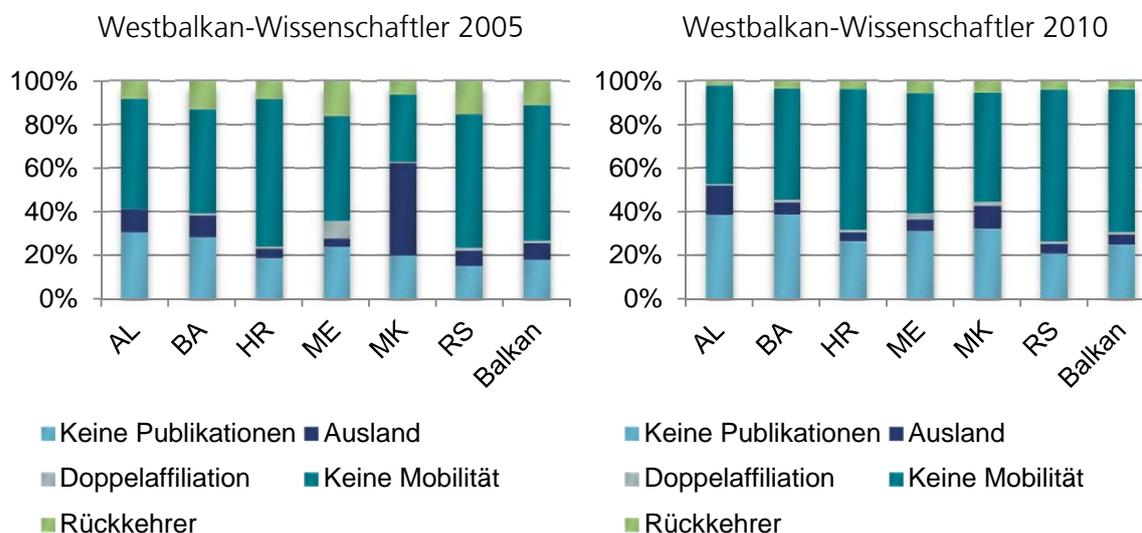
Nach unserer Definition der Westbalkan-Wissenschaftler kann jeweils nur ein bestimmtes Set an Wissenschaftlern betrachtet werden, welche auf Basis eines bestimmten Jahres als aus dem Westbalkanraum stammend identifiziert wurden. Die folgenden Analysen wurden auf jeweils zwei Sets durchgeführt, im ersten werden all die Autoren betrachtet, welche im Jahr 2005 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben, und im zweiten all die Autoren, welche im Jahr 2010 eine Affiliation im Westbalkan besitzen.

In Abbildung 39 sind die jeweiligen Anteile der Wissenschaftler der einzelnen Mobilitätstypen an der Gesamtanzahl der Autoren, für welche 2005 bzw. 2010 die Nationalität aus dem jeweiligen Land identifiziert wurde, angegeben.

Über 15% (Serbien) bis 31% (Albanien) der Wissenschaftler aus dem Set von 2005 können keine Aussagen getroffen werden, da sie nach diesem Jahr keine weiteren

Arbeiten veröffentlicht haben. Im Set von 2010 sind diese Anteile etwas höher, was sich dadurch erklären lässt, dass danach lediglich vier weitere Jahre betrachtet werden (2011 bis 2014), in denen der Wissenschaftler wieder hätte aktiv werden können. Beim Set von 2005 dagegen werden neun weitere Jahre einbezogen (2006 bis 2014). Für beide Sets gilt für fast alle Länder, dass der Anteil derjenigen, welche ihr Heimatland nicht verlassen haben, am höchsten ist (45-70%). Lediglich EJR Mazedonien verzeichnet im Set von 2005 mit 42% einen höheren Anteil der Wissenschaftler, die sich im Ausland aufhalten, als der Wissenschaftler, die im Heimatland geblieben sind (31% - über die Differenz von 27% kann keine Aussage getroffen werden, da sie in den Folgejahren keine weiteren Veröffentlichungen mehr aufweisen.). Auch für die Wissenschaftler im Heimatland sind die Anteile überwiegend etwas größer im Set von 2010, da auch hier wiederum aufgrund des kürzeren betrachteten Zeitraums die Wissenschaftler weniger Gelegenheit haben, sich ins Ausland zu begeben. Der Anteil derjenigen, welche das Heimatland verlassen (Ausland, Doppelaffiliation, Rückkehrer) ist in Summe deutlich geringer als der Anteil derjenigen, die im Heimatland bleiben, mit Ausnahme von EJR Mazedonien im Set von 2005. Wissenschaftler, welche eine Doppelaffiliation annehmen, machen davon einen sehr geringen Anteil aus. Insgesamt hat etwa die Hälfte aller mazedonischen, ein Viertel aller montenegrinischen, serbischen sowie bosnisch-herzegowinischen, ein Fünftel der albanischen und ein Achtel der kroatischen Wissenschaftler aus dem Set von 2005 bei mindestens einer Gelegenheit eine Tätigkeit im Ausland aufgenommen. Dabei haben Serbien und Kroatien die höchste Rückkehrrate ihrer Wissenschaftler. In beiden Ländern kehren über 60% der Wissenschaftler, die sich vorübergehend im Ausland aufgehalten haben, wieder zurück. Von montenegrinischen, bosnisch-herzegowinischen und albanischen Wissenschaftlern, welche ins Ausland abgewandert sind, nimmt ca. die Hälfte zu einem späteren Zeitpunkt wieder eine Affiliation aus ihrem Heimatland an. EJR Mazedonien, welches die höchste Abwanderungsrate besitzt, verliert gleichzeitig die meisten Wissenschaftler dauerhaft an andere Länder, da diese lediglich in 12% der Fälle ins Heimatland zurückkehren. Im Set von 2010 können dagegen 30% der abgewanderten mazedonischen Wissenschaftler als Rückkehrer identifiziert werden, hingegen sind es hier nur 12% der albanischen Wissenschaftler, welche nach einem Auslandsaufenthalt wieder eine albanische Affiliation annehmen. Insgesamt hat über beide Sets gesehen EJR Mazedonien die höchste und Kroatien die niedrigste Abwanderungsrate. Von den abgewanderten Wissenschaftlern kehren am häufigsten serbische, kroatische und auch montenegrinische Wissenschaftler zurück ins Heimatland, albanische und mazedonische bleiben am ehesten dauerhaft im Ausland.

Abbildung 39: Anteile der Westbalkan-Wissenschaftler im Heimatland, im Ausland bzw. der Rückkehrer aus dem Ausland ins Heimatland

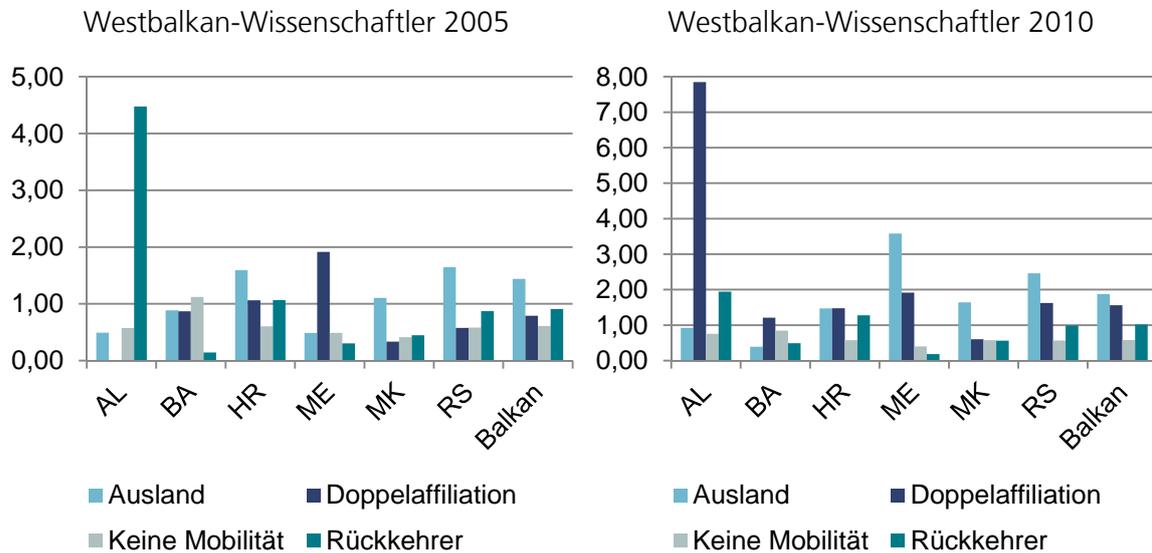


Erläuterungen: Im linken Diagramm wurden die späteren Affiliationen aller Wissenschaftler, welche 2005 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben, im rechten Diagramm aller Wissenschaftler, welche 2010 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben, untersucht. Die jeweiligen Bezeichnungen geben den Aufenthaltsort der Wissenschaftler in ihrem jeweiligen letzten Publikationsjahr und deren Bewegungen in den vorherigen Jahren an.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Im folgenden Abschnitt soll die Qualität des wissenschaftlichen Outputs der Autorinnen und Autoren im Heimatland und im Ausland näher beleuchtet werden, um so eventuelle Unterschiede in der Qualität der Publikationen durch einen Auslandsaufenthalt festzustellen. In Abbildung 40 ist die Feldspezifische Zittrate (FZ) für alle Mobilitätstypen in beiden Sets dargestellt. Während die Zahlen für die einzelnen Länder teils sehr schwanken, was auch den niedrigen Publikationszahlen geschuldet ist, lässt sich über den Balkan insgesamt gesehen eine klare Tendenz ablesen. So liegt die FZ mit 1,44 im Set von 2005 und 1,88 im Set von 2010 für Wissenschaftler, welche sich im Ausland aufhalten, am höchsten. Im Set von 2005 belegen die Rückkehrer mit einer FZ von 0,91 den zweiten Platz, gefolgt von den Wissenschaftlern mit Doppelaffiliation mit 0,79. Die Sichtbarkeit der Publikationen der im Heimatland gebliebenen Autoren ist mit einer FZ von 0,61 am niedrigsten. Im Set von 2010 heben sich die Raten noch deutlicher voneinander ab, so ergibt sich hier eine FZ von 1,56 für Publikationen von Wissenschaftlern mit Doppelaffiliationen, während Rückkehrer eine FZ von 1,02 erreichen. Auch in diesem Set zeigen die Wissenschaftler, welche keinen Auslandsaufenthalt vorweisen können, die niedrigsten Zitratraten ihrer Publikationen (0,58).

Abbildung 40: Feldspezifische Zitatraten der Westbalkan-Wissenschaftler im Heimatland, im Ausland bzw. der Rückkehrer aus dem Ausland ins Heimatland



Erläuterungen: Die Feldspezifische Zitatraten aller Publikationen der Wissenschaftler des jeweiligen Mobilitätstyps wird im linken Diagramm für Wissenschaftler, welche 2005 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben und im rechten Diagramm für Wissenschaftler, welche 2010 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben, berechnet. Die jeweiligen Bezeichnungen geben den Aufenthaltsort der Wissenschaftler in ihrem jeweiligen letzten Publikationsjahr und deren Bewegungen in den vorherigen Jahren an.

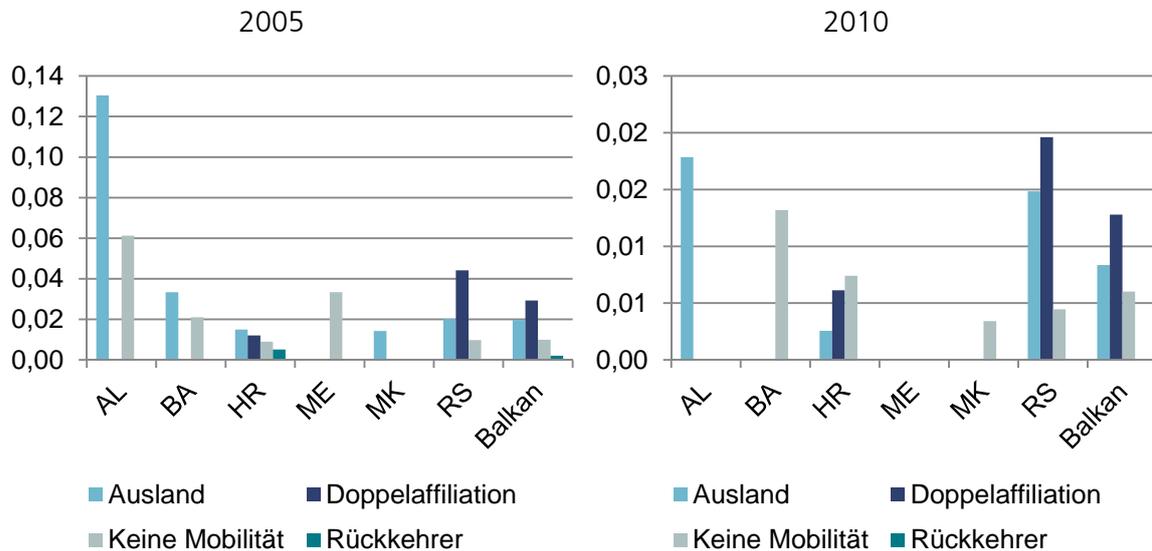
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Abbildung 41 ist die Exzellenzrate (ER) für die einzelnen Mobilitätstypen angegeben. Dabei fällt auf, dass Rückkehrer kaum bis gar keine Exzellenzpublikationen verzeichnen können. Dagegen erreichen Publikationen der Wissenschaftler, welche eine Doppelaffiliation besitzen, die höchste Exzellenzrate, mit 0,03 im Set von 2005 und über 0,01 im Set von 2010. Analog zur Feldspezifischen Zitatraten weisen jedoch auch hier Wissenschaftler, welche sich ausschließlich im Heimatland aufgehalten haben, die niedrigste Exzellenzrate mit 0,01 im Set von 2005 und mit unter 0,01 im Set von 2010 auf. Auffällig im Set von 2010 ist, dass Kroatiens Wissenschaftler, welche keinen Auslandsaufenthalt absolviert haben, entgegen dem Trend die höchste Exzellenzrate erzielen.

Insgesamt zeigt sich für den Westbalkanraum, dass ca. 15% aller Wissenschaftler zu mindestens einem Zeitpunkt einer Tätigkeit im Ausland nachgehen, während mehr als die Hälfte aller Wissenschaftler ihr Heimatland nicht verlassen. Von den abgewanderten Wissenschaftlern kehrt ca. die Hälfte nach einer gewissen Zeit wieder zurück ins Heimatland. Es lässt sich eine Steigerung der Qualität der Veröffentlichungen der Wissenschaftler beobachten, die eine ausländische Affiliation annehmen. Auch die Rückkehrer erzielen teilweise eine erhöhte Sichtbarkeit ihrer Publikationen im Gegensatz zu den Wissenschaftlern ohne Auslandserfahrung. Somit ergibt sich möglicherweise ein bisher noch nicht intensiv genug genutztes Potenzial für die Wissenschaftler aus dem

Westbalkanraum durch Kooperationen mit der sich im Ausland befindlichen Diaspora als auch durch aus dem Ausland rückkehrende Wissenschaftler.

Abbildung 41: Exzellenzrate der Westbalkan-Wissenschaftler im Heimatland, im Ausland bzw. der Rückkehrer aus dem Ausland ins Heimatland



Erläuterungen: Die Exzellenzrate aller Publikationen der Wissenschaftler des jeweiligen Mobilitätstyps wird im linken Diagramm für Wissenschaftler, welche 2005 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben und im rechten Diagramm für Wissenschaftler, welche 2010 eine Affiliation im Westbalkan angegeben haben, berechnet. Die jeweiligen Bezeichnungen geben den Aufenthaltsort der Wissenschaftler in ihrem jeweiligen letzten Publikationsjahr und deren Bewegungen in den vorherigen Jahren an.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

8 Exkurs: Patentanmeldungen der Westbalkanstaaten

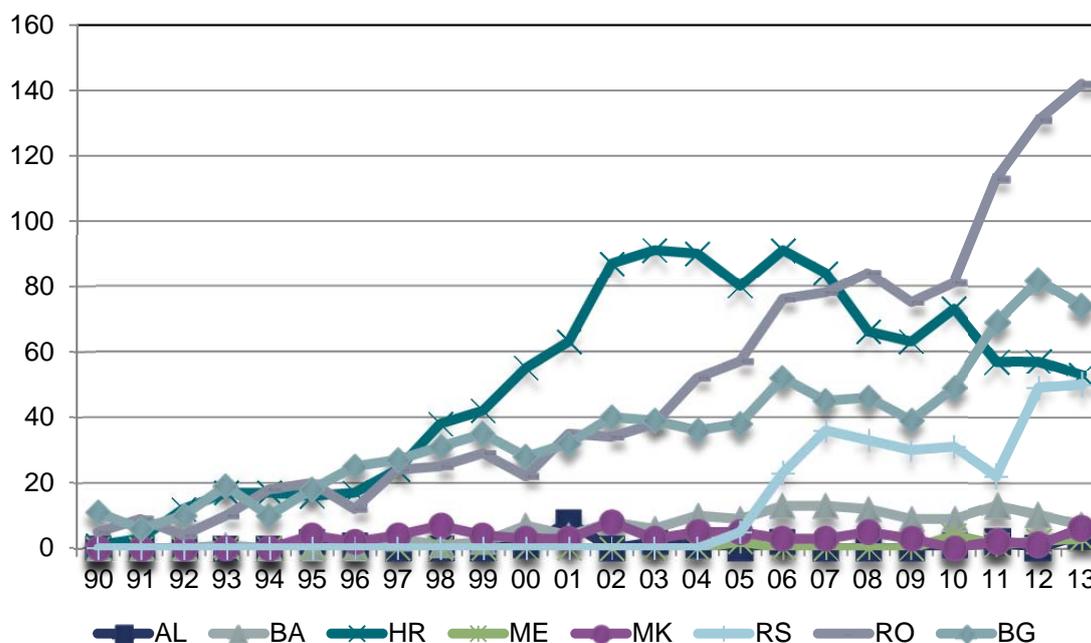
Während wissenschaftliche Zeitschriftenveröffentlichungen eine Möglichkeit darstellen, um die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit insbesondere der öffentlichen Forschungseinrichtungen eines Landes zu bewerten, dienen Patente in erster Linie der Bewertung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften – und hier insbesondere die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, die für 90% und mehr der Patentanmeldungen in den innovationsorientierten Volkswirtschaften verantwortlich sind.

In diesem zusätzlichen Kapitel werden die Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene (Frietsch/Schmoch 2010) – dies sind Patentfamilien mit Anmeldungen am Europäischen Patentamt oder über das internationale PCT-Verfahren bei der World Intellectual Property Organization (WIPO). Diese Patentanmeldungen sind für internationale Vergleiche und zur vergleichenden Bewertung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften besser geeignet als bspw. nationale Anmeldungen, weil sie einerseits allen Ländern ähnliche Chancen einräumen indem sie den "Heimvorteil" neutralisieren. Andererseits gibt es zahlreiche Länder – darunter sogar so entwickelte Länder wie die Schweiz – die faktisch einen so kleinen Heimatmarkt haben, dass er für ausländische Unternehmen und selbst für inländische Patentanmelder nur wenig attraktiv ist, so dass viele Patente direkt mit dem Ziel internationaler Märkte angemeldet werden.

Diese Analyse wird unter anderem an dieser Stelle auch angeführt, um die Unterschiedlichkeit der wissenschaftlichen und der technologischen Kompetenzen aufzuzeigen. Daneben ist die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit häufig unter anderem zwar von beiden Kompetenzen abhängig. Dies gilt aber im Allgemeinen nur für entwickelte und innovationsorientierte Volkswirtschaften, während andere Länder bspw. auch durch Kostenvorteile/Preiswettbewerb oder durch andere komparative Vorteile wie geografische Nähe oder Rohstoffvorkommen wirtschaftliche erfolgreich sein können. Wenn also ein spezifisches Bild der wirtschaftlichen Stärken eines Landes vorhanden ist, dann muss sich dies nicht notwendigerweise unmittelbar in den technologischen und häufig noch weniger in den wissenschaftlichen Schwerpunkten des Landes widerspiegeln. Auch im Fall Deutschlands sind die wissenschaftlichen Schwerpunkte bspw. in den Bereichen Chemie und Physik und die geringen relativen Gewichte der Veröffentlichungen in den Ingenieurwissenschaften die wirtschaftlichen Stärken des Landes ab. Auch die technologischen Stärken, die im Fall Deutschlands deutlicher zu den wirtschaftlichen Stärken passen, müssen nicht in allen Fällen zu den wissenschaftlichen und manchmal auf den ersten Blick auch nicht zu den wirtschaftlichen Schwerpunkten passen. Insofern ist die hier vorgestellte Patentanalyse auch ein Weg, um die Analyse der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu ergänzen.

In Abbildung 42 ist die Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen der Westbalkanstaaten sowie zweier Vergleichsländer aus dem osteuropäischen Raum, nämlich Rumänien und Bulgarien, abgetragen. Zum Vergleich sei angemerkt, dass Deutschland pro Jahr knapp 30.000 solcher Patente anmeldet und beispielsweise Österreich etwa 2.400. Damit wird deutlich, welche geringe Zahl an Patentanmeldungen mit dem Ziel internationaler Märkte und damit einer erhöhten technologischen Wettbewerbsfähigkeit bisher aus dem westlichen Balkan stammt. Von kroatischen Erfindern wurden zuletzt knapp 60 Patente im Jahr 2013 angemeldet – zwischenzeitlich waren es mal über 90 pro Jahr. Eine ähnliche Zahl stammt auch aus Serbien, während die übrigen Länder um die 10 Patente oder weniger pro Jahr erfinden und international anmelden. Selbst Länder wie Bulgarien und Rumänien, die bisher kaum eine Industriestruktur in der Breite etablieren konnten, haben höhere Anmeldezahlen und weisen zuletzt eine höhere Dynamik auf als die Staaten des Westbalkans.

Abbildung 42: Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen der Westbalkanländer, 1990-2013



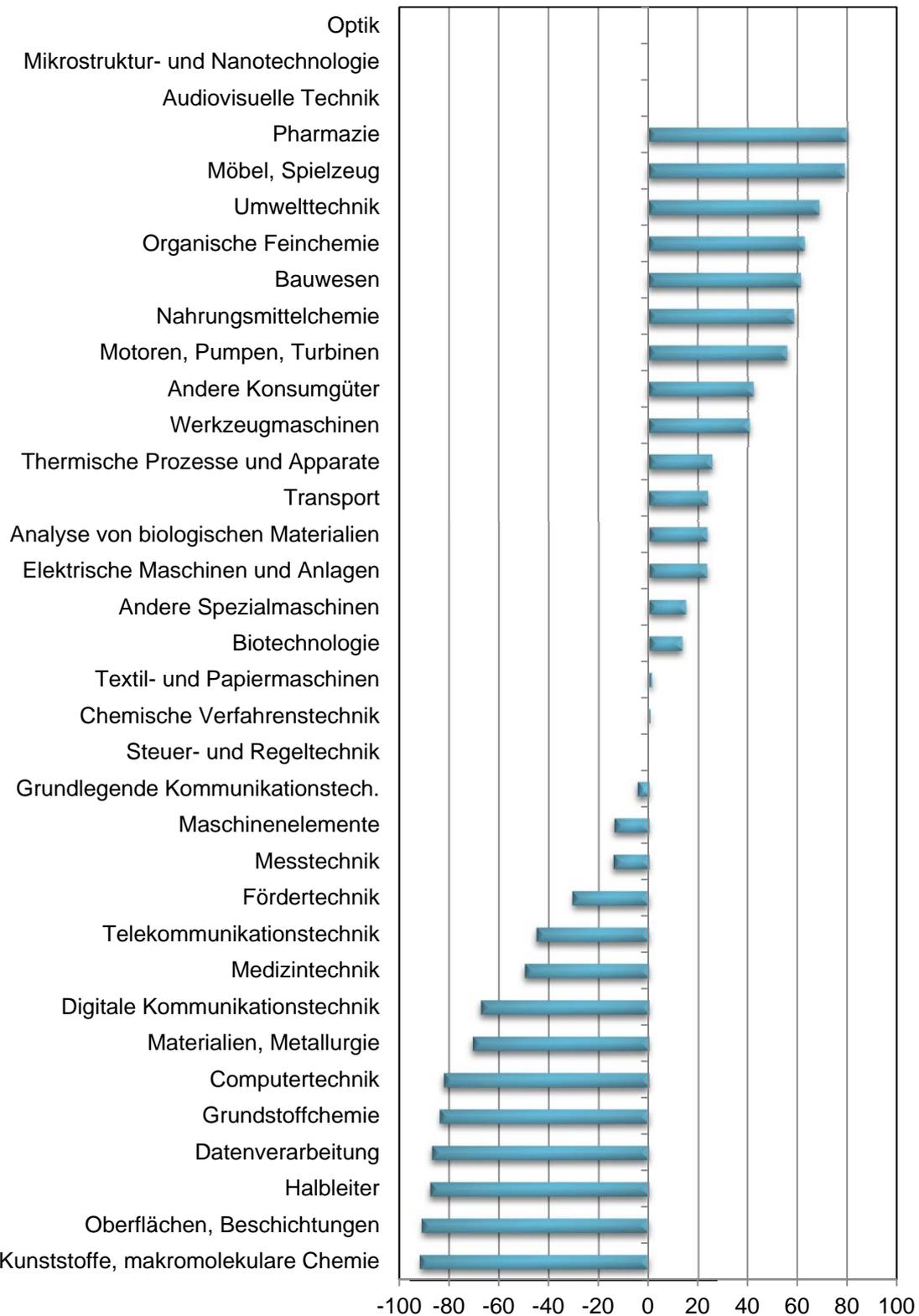
Quelle: EPO – PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Insofern ist eine Analyse der technologischen Profile der Länder des westlichen Balkans kaum möglich. Für Kroatien und Serbien wird durch Summierung über mehrere Jahre eine solche Analyse zumindest im Ansatz möglich. Dennoch finden sich in einigen Technologiefeldern auch in einem kumulierten Zeitraum von 3 Jahren keine Patentanmeldungen. Im Fall von Kroatien betrifft dies die Nanotechnologie, die Optik oder audio-visuelle Technologien. Im Fall Serbiens sind es sogar noch mehr Technologiefelder, darunter beispielsweise Werkzeugmaschinen, Optik oder Polymere.

Kroatiens technologisches Profil weist Schwerpunkte in den Bereichen Pharma/Arzneimittel, bei Umwelttechnologien und Motoren/Pumpen sowie bei organischer und Lebensmittelchemie auf. Komparative Nachteile bestehen hingegen bei Informations- und Kommunikationstechnologien, Halbleitern, aber auch bei Beschichtungen oder Polymeren.

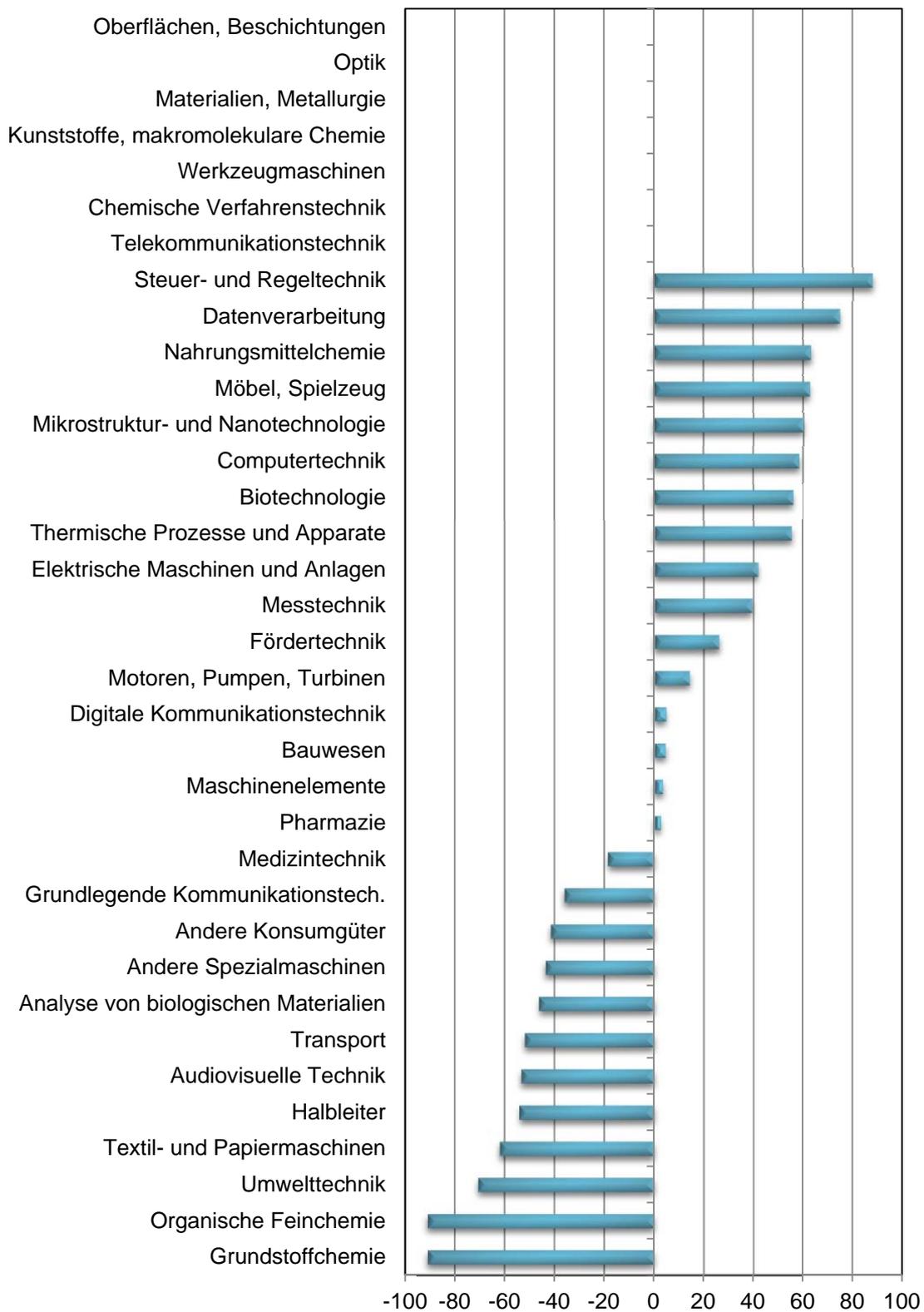
Serbiens Profil hingegen weist Stärken bei einzelnen Informationstechnologien auf, ebenso wie in der Lebensmittelchemie oder der Biotechnologie. Schwächen finden sich hingegen bei Teilen der Chemie, Kommunikationstechnologien oder bei Transport.

Abbildung 43: Technologieprofil (Patente) Kroatiens, 2011-2013



Quelle: EPO – PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 44: Technologieprofil (Patente) Serbiens, 2011-2013



Quelle: EPO – PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

9 Zusammenfassung und Diskussion

Die absolute Zahl der Publikationen der westlichen Balkanländer ist nach wie vor eher beschränkt. Sie reicht von etwa 4.700 bis 4.200 pro Jahr im Fall von Serbien und Kroatien bis zu 120 bis 150 in den Fällen von Montenegro und dem Kosovo. Dies bedeutet einen maximalen Anteil von 0,25% an den weltweiten Veröffentlichungen für Serbien und auch Kroatien. Die übrigen Länder erreichen lediglich Anteile Unterhalb von 0,025%. Zum Vergleich: Österreich erreicht einen Anteil von etwa 0,5% und Deutschland von etwa 4,2%. Trotz der beschränkten Anzahl ist allerdings ein starkes Wachstum in den meisten betrachteten Ländern oberhalb des weltweiten Wachstums zu finden. Die zitationsbasierten Indikatoren für alle Länder des westlichen Balkans befinden sich noch unter dem weltweiten Durchschnitt, was bedeutet, dass ihre wissenschaftliche Reputation und Sichtbarkeit noch nicht auf weltweitem Niveau angekommen sind. Dies führt auch dazu, dass sie sich als Partner in internationalen Forschungszusammenarbeiten noch nicht explizit aufdrängen. Vielmehr ist es so, dass die sich entwickelnden Wissenschaftsnationen im Westbalkan noch sehr stark auf Input von außen, insbesondere von etablierten Wissenschaftsnationen angewiesen sind. Dies sind eine Chance und gleichzeitig auch ein Ansatzpunkt für Deutschland, um die Zusammenarbeit anzustoßen und zu intensivieren. Allerdings sind die Themen und Disziplinen nicht nur angesichts der beschränkten absoluten Anzahl der Veröffentlichungen sehr eng, sondern, weil sich in der Zeit auch noch keine explizite und vor allem stetige Spezialisierung der Länder herausgebildet hat. Es gibt in einzelnen Ländern zwar sichtbare Schwerpunkte, u.a. auch bei naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen, bei denen ein Zusammenarbeit sicherlich besonders interessant ist, während beispielsweise in den Geistes- und Sozialwissenschaften häufig eine nationale Ausrichtung der Forschungsgegenstände vorherrscht und eine internationale Kooperation sich daher nicht in allen Fällen aufdrängt. Beispielsweise haben Albanien, Kroatien sowie Bosnien und Herzegowina einen starken Fokus auf Sozial- und Geisteswissenschaften. Während in Kroatien zusätzlich Pharmazie und Maschinenbau eine erhebliche Rolle spielen, konzentriert sich das wissenschaftliche Portfolio in Bosnien und Herzegowina zusätzlich auf die Medizin. Montenegro, EJR Mazedonien und Serbien sind auf Informatik sowie Teile der Ingenieurwissenschaften spezialisiert.

Die Anteile der internationalen Ko-Publikationen sind auf einem Niveau von etwa 60% für die in absoluten Zahlen weniger publizierenden Länder EJR Mazedonien, Montenegro und Bosnien und Herzegowina – ein ähnliches Niveau wie in vielen anderen Ländern dieser Größe. Die aktiveren Länder Kroatien und Serbien erreichen ein Niveau von 40%, das ebenfalls zu den meisten anderen Ländern dieses Aktivitätsniveaus ähnlich ist. Albanien ist jedoch eine Ausnahme und zeigt auch die größten Veränderungen in Bezug auf die internationalen Ko-Publikationen, da es von einem Niveau von ca. 90% im Jahr 2006 schnell auf ein Niveau von unter 40% im Jahr 2014 fällt. Bosnien und Herzegowina zeigt eine hohe Interaktionsrate mit anderen Ländern im Westbalkan. Kroatische und serbische Autoren publizieren hingegen nur etwa 20% ihrer Veröffentlichungen in Zusammenarbeit mit Autorinnen und Autoren aus anderen Westbalkanländern. Die Netzwerkanalyse zeigt innerhalb des westlichen Balkans eine Gruppenbil-

derung, was die Zusammenarbeit untereinander angeht. So bilden Serbien, Montenegro und EJR Mazedonien eine Gruppe und Kroatien, Bosnien und Herzegowina eine zweite Gruppe. Albanien orientiert sich meistens hin zu den geographisch näher liegenden Ländern um Serbien, teilweise auch zu Kroatien und Bosnien und Herzegowina. Damit sind – wie in den meisten anderen Ländern auch – geografische und vor allem sprachliche und kulturelle Überschneidungen ein wesentlicher Faktor, der eine Zusammenarbeit begünstigt. Dies ist gleichzeitig auch ein weiterer Ansatzpunkt für eine Zusammenarbeit Deutschlands mit den Ländern im westlichen Balkan. Während einzelne Länder häufig nicht die "kritische Masse" erreichen, um ein gemeinsames Forschungsprogramm tragfähig zu machen, können Länder-übergreifende Kooperationen eher eine solche kritische Masse erreichen. Dabei kann die Perspektive entlang der in der Netzwerkanalyse identifizierten beiden Gruppen den Zugang erleichtern. Der Vorteil der beiden Gruppen ist, dass jeweils ein wissenschaftlich größeres bzw. aktiveres Land – Serbien in der einen und Kroatien in der anderen Gruppe bereits über ein stabiles System verfügen und sich die kleineren Länder jeweils zu diesen Gruppen zuordnen lassen.

Die Analyse der Diaspora zeigt, dass die Affinität für die Zusammenarbeit mit den Forschern im Heimatland auf einem Niveau zwischen 8-10% nicht sehr intensiv ist. Der Anteil der Diaspora-Forscher aus allen Ländern des westlichen Balkans ist mit etwa 20% in den USA am höchsten, gefolgt von Deutschland (11%), der Schweiz (8%) und Großbritannien (6%), während sich in den Jahren 2010-2014 nur 2% der Balkan-Diaspora in Österreich aufhielt. Was die Mobilität angeht, so zeigt sich für den Westbalkanraum insgesamt, dass ca. 15% aller Wissenschaftler zu mindestens einem Zeitpunkt einer Tätigkeit im Ausland nachgehen, wobei etwa die Hälfte nach einer gewissen Zeit wieder zurückkehrt. Gerade diese Rückkehrer sowie auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit einer Doppelaaffiliation – also einer institutionellen Anbindung im Heimatland und im Ausland – erscheinen für die Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen Deutschland und den Ländern des westlichen Balkans prädestiniert. Auch wenn die Anteile auch eher gering sind und sich die Diaspora in ihrer wissenschaftlichen Zusammenarbeit häufiger außerhalb des ursprünglichen Heimatlandes bzw. der Westbalkanregion orientiert, finden sich dennoch nennenswerte Anteile, von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die eine intensive Zusammenarbeit mit der Heimat pflegen. Der Grund für die geringe Kooperationsneigung ist unter anderem jedoch auch darin zu sehen, dass die Wissenschaftssysteme in den Ländern des westlichen Balkans sich noch nicht herausgebildet haben und es insbesondere noch keine ausgeprägte wissenschaftliche Exzellenz oder doch wenigstens international wettbewerbsfähige Qualität herausgebildet hat. Es finden sich also wenige Anknüpfungspunkte. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die ins Ausland gehen und dort eine Anstellung finden, stehen wie alle anderen auch unter Erfolgsdruck. Wissenschaftliche Erfolge lassen sich aber besser und wahrscheinlicher mit komplementären und qualitativ hochwertigen Partnern erreichen als mit weniger erfahrenen Kolleginnen und Kollegen.

Ein Ansatzpunkt für die Aufwertung der Wissenschaftssysteme im Westbalkan können Doppelaaffiliationen sein. Denn es lässt sich eine Steigerung der Qualität der Veröffent-

lichungen der Wissenschaftler beobachten, die eine ausländische Affiliation annehmen. Auch die Rückkehrer erzielen teilweise eine erhöhte Sichtbarkeit ihrer Publikationen im Gegensatz zu den Wissenschaftlern ohne Auslandserfahrung.

Die Entstehung eines eigenen Forschungsraums in der Westbalkanregion ist derzeit noch nicht sichtbar. Die Gründe dafür sind, auf der einen Seite, eine noch deutlich begrenzte Gesamtzahl des wissenschaftlichen Forschungsoutputs in den meisten Ländern. Auf der anderen Seite, was noch wichtiger ist, werden die Kooperationen untereinander immer noch sehr begrenzt durch die geringe wissenschaftliche Qualität und Reputation der Wissenschaftssysteme. Wenn sich entwickelnde Wissenschaftsnationen international zusammenarbeiten, brauchen sie im Allgemeinen Input aus etablierten Wissenschaftsnationen statt ihre Erfahrungen mit anderen wissenschaftlichen Schwellenländern zu teilen. Die Diaspora zeigt keine ausgeprägte Zusammenarbeit mit den Herkunftsländern. Doch aus der Perspektive einer etablierten Wissenschaftsnation wie Deutschland, mit einem offenen und auf Zusammenarbeit ausgerichteten Forschungssystem kann die Diaspora dennoch eine Option für eine Intensivierung der Zusammenarbeit mit jedem einzelnen Balkanland oder sogar mit einem Netzwerk von Institutionen in unterschiedlichen Ländern sein.

Annex 1: Methodische Grundlagen

9.1 Verwendete Indikatoren im Überblick

Folgende Tabelle bietet einen Überblick über die verwendeten Indikatoren.

Tabelle 1: Übersicht über verwendete Indikatoren

Indikator:	Formel:
ZB Zeitschriftenspezifische Betrachtung	$ZB_k = 100 \tan \left(\ln \left(\frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{Cit}(p_{ki})}{P_k} \right) \right)$ <p> ZB_k: ZB für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> p_{ki}: Publikation <i>i</i> in Land <i>k</i> Cit(p_{ki}): Anzahl Zitierungen für Publikation p_{ki} JCS_j(p_{ki}): JCS der Zeitschrift <i>j</i> von Publikation p_{ki} </p>
IA Internationale Ausrichtung	$IA_k = 100 \tan \left(\ln \left(\frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{JCS}_j(p_{ki})}{P_k} \right) \right)$ <p> IA_k: IA für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> p_{ki}: Publikation <i>i</i> in Land <i>k</i> Cit(w): Anzahl durchschnittliche Zitierungen gesamt (Zitatrate Welt) JCS_j(p_{ki}): JCS der Zeitschrift <i>j</i> von Publikation p_{ki} </p>
FZ Feldspezifische Zitatrate	$FZ_k = \frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{Cit}(p_{ki})}{P_k}$ <p> FZ_k: Feldspezifische Zitatrate für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> p_{ki}: Publikation <i>i</i> in Land <i>k</i> Cit(p_{ki}): Anzahl Zitierungen für Publikation p_{ki} FCS_x(p_{ki}): FCS des Feldes <i>x</i> von Publikation p_{ki} </p>

Indikator:	Formel:
ER Excellence Rate	$ER_k = \frac{E_k}{P_k}$ <p>ER_k: Excellence Rate für Land k P_k: Anzahl Publikationen in Land k E_k: Anzahl Publikationen in Land k, die zu den top 10% zitierten Publikationen weltweit gehören</p>

9.2 Netzwerkanalysen

Ein soziales Netzwerk besteht zunächst aus einer bestimmten Anzahl von Akteuren, wobei es sich hierbei um beliebige Einheiten wie Personen, Organisationen oder Länder handeln kann, sowie eine oder mehrere Arten von Beziehungen zwischen diesen Akteuren (Brandes 2001). Die Akteure sowie ihre Beziehungen untereinander bilden das soziale Netzwerk. Im Jargon der SNA werden die Akteure innerhalb des Netzwerks als "Knoten" ("nodes") bezeichnet, während ihre Beziehungen untereinander als "Kanten" ("edges") beschrieben werden.² Innerhalb der vorliegenden Analyse sind die Akteure innerhalb des sozialen Netzwerks einzelne Länder oder Ländergruppen, während die internationalen Ko-Publikationen zwischen den Ländern auf den Kanten abgetragen sind. Eine internationale Ko-Publikation ist hierbei definiert als Publikation bei der a) mehr als ein einzelner Autor benannt ist und b) mindestens zwei der genannten Autoren aus unterschiedlichen Ländern stammen.

Es werden im Wesentlichen zwei SNA-spezifische Indikatoren für die Analyse verwendet werden. Der erste dieser Indikatoren ist der durchschnittliche gewichtete Knotengrad (average weighted degree), der ein relativ einfaches Zentralitätsmaß darstellt. Zentralitätsmaße sind essentiell für die Analyse sozialer Netzwerke, da sie Auskunft über die Position oder die Wichtigkeit eines bestimmten Akteurs für das gesamte Netzwerk liefern (Bavelas 1948; Freeman 1979; Sabidussi 1966). Der Knotengrad ist dabei nichts anderes, als die Anzahl der unterschiedlichen Verbindungen (Kanten), die ein Knoten besitzt. Beim durchschnittlichen gewichteten Knotengrad wird diese Anzahl der unterschiedlichen Verbindungen mit einem Gewicht versehen, das der Anzahl der Ko-Publikationen mit dem jeweiligen Partnerland entspricht.

Die zweite verwendete Maßzahl innerhalb der Netzwerkanalyse ist die "Modularität", mit deren Hilfe Gruppen oder "Gemeinden" – das heißt Sets stark miteinander verbundener Akteure – innerhalb eines Netzwerks entdeckt werden können (Fortunato/Castellano 2009). Gemessen über die Anzahl gemeinsamer Verbindungen der Akteure untereinander, haben die einzelnen Knoten (oder Gruppenmitglieder) innerhalb einer Gemeinde stärkere Beziehungen zueinander als zu den Mitgliedern anderer Gruppen (Fortunato/Castellano 2009). Die Modularität einer Gruppe kann Werte zwi-

² Eine Übersicht über Methoden und Anwendungen von sozialen Netzwerkanalysen findet sich in Wasserman/Faust (1994) oder Scott (1991).

schen -1 und 1 annehmen, und misst die Dichte der Verbindungen innerhalb einer Gruppe im Vergleich zu Verbindungen zwischen den Gruppen (Blondel et al. 2008; Newman 2006; Newman/Girvan 2004). Im Fall gewichteter Netzwerke – hier wird die Anzahl der Ko-Publikationen als Gewichtung verwendet – ist die Modularität formal definiert als (Newman 2004):

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[A_{i,j} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j)$$

wobei $A_{i,j}$ das Gewicht der Verbindung zwischen i und j , $k_i = \sum_j A_{i,j}$ die Summe der Gewichte der Verbindungen die zum Knoten i gehören und c_i die Gruppe, zu der Knotenpunkt i zugeordnet ist darstellen. Die δ Funktion ist 1 wenn ($u = v$) und 0 wenn ($u \neq v$) und $m = \frac{1}{2} \sum_{i,j} A_{i,j}$.

Da die exakte Optimierung der Modularität ein sehr rechenintensives Problem darstellt, wurde die Annäherung der Modularität von Blondel et al. (2008) für die Analyse verwendet.

Zitierte Literatur

- Ahlgren, P./Persson, O./Tijssen, R. (2012): Geographical distance in bibliometric relations within epistemic communities, *Scientometrics*, DOI: 10.1007/s11192-012-0819-1.
- Bavelas, A. (1948): A mathematical model for group structure, *Human Organizations*, 7, 16-30.
- Belitz, H./Edler, J./Grenzmann, C. (2006): Internationalisation of Industrial R&D. In: Schmoch, U./Rammer, C./Legler, H. (Hrsg.): *National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies*. Dordrecht: Springer.
- Blondel, V.D./Guillaume, J.L./Lambiotte, R./Lefebvre, E. (2008): Fast unfolding of communities in large networks, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008.
- Brandes, U. (2001): A faster algorithm for betweenness centrality, *Journal of Mathematical Sociology*, 25, 163-177.
- Cantwell, J./Janne, O. (1999): Technological Globalisation and Innovation Centres: the Role of Corporate Technological Leadership and Locational Hierarchy, *Research Policy*, 28, 119-144.
- Dalton, D.H./Serapio, M.G. (1999): *Globalizing Industrial Research and Development*. U.S. Department of Commerce, Technology Administration. Washington: Office of Technology Policy.
- Fortunato, S./Castellano, C. (2009): Community structure in graphs. In: Meyers, R.A. (Hrsg.): *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, Vol.1. Berlin, Germany: Springer, eprint arXiv:0712.2716.
- Freeman, L.C. (1979): Centrality in social networks: Conceptual clarification, *Social Networks*, 1, 215-239.
- Frietsch, R./Schmoch, U. (2010): Transnational Patents and International Markets, *Scientometrics*, 82, 185-200.
- Frietsch, R./Wang, J. (2007): *Intellectual Property Rights and Innovation Activities in China: Evidence from Patents and Publications* (= Discussion Paper "Innovation Systems and Policy Analysis" Nr. 13). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Granovetter, M.S. (2004): The Impact of Social Structures on Economic Development, *Journal of Economic Perspectives*, 19, 33-50.
- Granovetter, M.S. (1973): The Strength of Weak Ties, *American Journal of Sociology*, 78, 1360-1380.
- Grupp, H. (1997): *Messung und Erklärung des Technischen Wandels - Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*. Berlin: Springer-Verlag.
- Jeffrey, P./Butcher, J. (2005): The use of bibliometric indicators to explore industry - academia collaboration trends over time in the field of membrane use for water treatment, *Technovation*, 25, 1273-1280.

- Lampert, D./Brugner, P./Büsel, K./Dall, E./Degelsegger, J. S./Wagner, I./Zupan, I./Piroi, F. (2015): *Co-publication and co-patenting analysis among countries in the Danube Region* (D 4.16), Wien: ZSI - Zentrum für Soziale Innovation
- Mattsson, P./Laget, P./Nilsson, A./Sundberg, C.-J. (2008): Intra-EU vs. Extra-EU scientific co-publication patterns in EU, *Scientometrics*, 75, 555-574.
- Meyer, M./Bhattacharya, S. (2004): Commonalities and differences between scholarly and technical collaboration: An exploration of co-invention and co-authorship analyses, *Scientometrics*, 61, 443-456.
- Moed, H.F./Glänzel, W./Schmoch, U. (Hrsg.) (2004): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publications and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Newman, M.E.J. (2004): Analysis of weighted networks, *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 70, 056131.
- Newman, M.E.J. (2006): Modularity and community structure in networks, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 8577-8582.
- Newman, M.E.J./Girvan, M. (2004): Finding and evaluating community structure in networks, *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 69, 026113.
- Patel, P./Vega, M. (1999): Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages, *Research Policy*, 28, 145-155.
- Polanyi, M. (1985): *Implizites Wissen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Rapoport, A. (1957): Contributions to the Theory of Random and Biased Nets, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 19, 257-277.
- Sabidussi, G. (1966): The centrality index of a graph, *Psychometrika*, 31, 581-603.
- Schmoch, U./Qu, W. (2009): *Performance and Structures of the German Science System in an International Comparison* (= Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2009), Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.). Berlin.
- Schmoch, U./Schubert, T. (2008): Are international Co-Publications an Indicator for Quality of Scientific Research?, *Scientometrics*, 74, 377.
- Scott, J. (1991): *Social Network Analysis: A Handbook*: Sage Publications.
- UNCTAD (Hrsg.) (2005): *World Investment Report 2005: Transnational Companies and the Internationalisation of R&D*. Geneva: UNCTAD.
- van Raan, A. (Hrsg.) (1988): *Handbook of quantitative studies of science and technology*. Amsterdam: North-Holland.
- Wasserman, S./Faust, K. (1994): *Social Network Analysis: Methods and Applications*: Cambridge University Press.