



INNOVATIONSSTUDIE 2021

LEUCHTTÜRME IM RHEINISCHEN REVIER



INNOVATIONSSTUDIE 2021 LEUCHTTÜRME IM RHEINISCHEN REVIER

Herausgeber:

ZUKUNFTSAGENTUR RHEINISCHES REVIER

Karl-Heinz-Beckurts-Straße 13, 52428 Jülich

Telefon: 02461 690-180 | Telefax: 02461 690-189

www.rheinisches-revier.de

zukunftsagentur@rheinisches-revier.de

Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,
Digitalisierung und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Revierknoten Innovation und Bildung

c/o Region Aachen Zweckverband | Rotter Bruch 6, 52068 Aachen

Telefon: +49 241 927 8721-81 | Telefax: +49 241 927 8721-20

www.regionaachen.de

info@regionaachen.de



region
aachen

Durchgeführt von:

Fraunhofer IMW

04109 Leipzig

www.imw.fraunhofer.de



Görgen & Köller GmbH

50354 Hürth

www.gk-mb.com



Erschienen am: 22.06.2021

ANALYSE DER REGIONALEN INNOVATIONSPOTENZIALE UND DES INNOVATIONSTRANSFERS IM RHEINISCHEN REVIER

Dr. Friedrich Dornbusch

Dr. Benjamin Klement

Dr. Julian Kahl

Manuel Molina-Vogelsang

Fraunhofer IMW
04109 Leipzig
<https://www.imw.fraunhofer.de>

Dr. Christoph Köller

Dr. Walter Görgen

Bettina van Nahl

Josef Pinter

Görgen & Köller GmbH
50354 Hürth
<https://www.gk-mb.com/>

Datum: 30.04.2021

Inhalt

0	Executive Summary	10
1	Einleitung.....	14
1.1	Regionale Innovationssysteme	15
1.2	Design dieser Studie	17
	BESTANDSAUFNAHME DES INNOVATIONSSYSTEMS.....	20
2	Akteure und Strukturen im Innovationssystem	21
2.1	Innovationsfelder des Rheinischen Reviers	24
2.1.1	Analyse der Forschungsfelder des Rheinischen Reviers	25
2.1.2	Die zehn stärksten Innovationsfelder des Rheinischen Reviers.....	30
2.2	Stärken: Exzellente Vielfalt	44
2.2.1	Exzellente Forschungslandschaft mit internationaler Ausstrahlung.....	44
2.2.2	FuE-Einrichtungen von nationalen und internationalen Großunternehmen	49
2.2.3	Resiliente, heterogene, mittelstands-getriebene Branchenstruktur	51
2.2.4	Vielfalt an Intermediären	52
2.3	Defizite: Fragmentierte Akteurslandschaft.....	54
2.3.1	Fragmentierte Akteurslandschaft: Wirtschaftsstruktur	54
2.3.2	Räumliche Ungleichverteilung transferaffiner Unternehmen	57
2.3.3	Fragmentierte Akteurslandschaft: Intermediäre	58
3	Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft	60
3.1	Stärken: Erkenntnisorientierte Vernetzung.....	62
3.1.1	Vernetzung innerhalb der Wissenschaft.....	62
3.1.2	Allgemeine Vernetzung der Wissenschaft mit der Industrie	64
3.2	Defizite: Lokale transferorientierte Vernetzung.....	65
3.2.1	Bedarfsorientierte Vernetzung zwischen Forschung und regionaler Wirtschaft	65
3.2.2	Brancheninterne Vernetzung außerhalb Aachens und der Spitzentechnologie.....	72
3.2.3	Herausforderungen im starken Transferkanal „Startups“	73
3.2.4	Transferkanal „Personal“: Brain Drain	78
4	Politisch-strukturelle Rahmenbedingungen.....	79
4.1	Stärken: Nutzung von Innovationsförderung	80
4.2	Schwächen: Finanzierung und Koordination	84
4.2.1	Fehlende Finanzierungsangebote für Startups im Scale-up-Bereich	84
4.2.2	Gestaltung des Strukturwandels durch Bürokratie, Doppelstrukturen und Intransparenz belastet	88
4.2.3	Fehlende regionale Identität und Sichtbarkeit	90
	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN.....	91
5	Empfehlungen zur Transformation des Innovationssystems	92
5.1	Neuordnung der Akteurslandschaft	93
5.1.1	Priorisierung und Verortung von 2-3 Innovationsfeldern als Leuchttürme	93
5.1.2	Berücksichtigung regionaler Besonderheiten und Schaffung von sichtbaren Wachstumskernen in den Innovationsfeldern	95
5.1.3	Entwicklung und Transformation bestehender Unternehmen fördern.....	97
5.1.4	Ansiedlung FuE-starker Unternehmen.....	98
5.2	Vernetzung und Kooperation im Innovationsprozess unterstützen.....	100
5.2.1	Verstärktes Brokering zwischen regionaler Wirtschaft und Forschung ...	100
5.2.2	Transferkanal „Startups“: Stärkung von Scaling-Up.....	102

5.2.3	Potenziale zur überregionalen Vernetzung mit Komplementaritäten nutzen	104
5.2.4	Cross Innovation zwischen den Innovationsfeldern nutzen.....	104
5.3	Integration und Koordination für ein gemeinsames Revier	106
5.3.1	Eine verstärkte Koordination der Strukturwandel-Bemühungen	106
5.3.2	Gemeinsames Leitbild, Identität und Sichtbarkeit nach außen entwickeln	107
5.3.3	Zugang zu Förderung entbürokratisieren und unterstützen	107
5.3.4	Zusammenwirken von Innovationsförderung und anderen Politikfeldern	108
6	Erschließungspotenziale in den Innovationsfeldern	109
6.1	Innovationsfeldübergreifende Handlungsempfehlungen	110
6.2	Innovationsfeldspezifische Handlungsempfehlungen	112
6.2.1	Handlungsempfehlungen für Alternative Antriebstechnologien	112
6.2.2	Handlungsempfehlungen für Aviation	114
6.2.3	Handlungsempfehlungen für Bioökonomie	114
6.2.4	Handlungsempfehlungen für Digitale Medizin.....	115
6.2.5	Handlungsempfehlungen für Energiesystem der Zukunft	116
6.2.6	Handlungsempfehlungen für Katalyse	118
6.2.7	Handlungsempfehlungen für Nanoelektronik.....	118
6.2.8	Handlungsempfehlungen für Neue Materialien und Werkstoffe	118
6.2.9	Handlungsempfehlungen für Quanten- und Supercomputing.....	120
6.2.10	Handlungsempfehlungen für Zukunftsfähige Industrie	120
7	Empfehlungen zur Umsetzung.....	123
7.1	Organisatorische Bündelung.....	123
7.2	Gezielte Entwicklung der Innovationsfelder	125
8	Fazit	128
9	Literaturverzeichnis	132
ANHANG	138	
I. Daten	139	
II. Methoden	141	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Handlungsempfehlungen für die Transformation des Regionalen Innovationssystems im Rheinischen Revier	12
Abbildung 2: Ebenen eines Regionalen Innovationssystems.....	16
Abbildung 3: Methodisches Design dieser Studie	18
Abbildung 4: Bestandsaufnahme des Innovationssystems des Rheinischen Reviers: Übersicht der Ergebnisse aus Kapitel 2-4	20
Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Organisationen in der Akteurslandschaft des Rheinischen Reviers	24
Abbildung 6: Wissenschaftliche Exzellenz und Verwertungspotenzial der 30 stärksten Forschungsfelder des Rheinischen Reviers	30
Abbildung 7: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Alternative Antriebstechnologien	34
Abbildung 8: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Aviation	35
Abbildung 9: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Bioökonomie	36
Abbildung 10: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Digitale Medizin.....	37
Abbildung 11: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Energiesystem der Zukunft	38
Abbildung 12: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Katalyse	39
Abbildung 13: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Nanoelektronik.....	40
Abbildung 14: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Neue Materialien und Werkstoffe	41
Abbildung 15: Strukturierte Übersicht des Innovationsfelds Quanten- und Supercomputing	42
Abbildung 16: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Zukunftsfähige Industrie ...	43
Abbildung 17: Bewertung der Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier durch befragte transferaffine Unternehmen	44
Abbildung 18: Wissenschaft im Rheinischen Reviers	46
Abbildung 19: Profilorte im Revier	53
Abbildung 20: Branchenverteilung transferaffiner Unternehmen	56
Abbildung 21: Wahrnehmung der Zugehörigkeit zu Innovationsfeldern seitens transferaffiner Unternehmen	57
Abbildung 22: Regionale Vernetzung in Ko-Publikationen (2015-2019)	61
Abbildung 23: Regionale Vernetzung in Ko-Patenten (2015-2019)	62
Abbildung 24: Internationale Vernetzung in erkenntnisorientierten Ko-Publikationen (2015-2019)	63
Abbildung 25: Geförderte Projekte mit Unternehmensbeteiligung von RWTH, FZJ und FH Aachen	65
Abbildung 26: Zusammenarbeit von Unternehmen im Rheinischen Revier mit der Wissenschaft.....	68
Abbildung 27: Einschätzung über Hindernisse des Wissens- und Technologietransfers seitens befragter Wissenschaftseinrichtungen	69
Abbildung 28: Gründe für das Ausbleiben und den Abbruch von Innovationsprojekten.....	70
Abbildung 29: Einschätzung des Angebots regionaler Forschungseinrichtungen	71
Abbildung 30: Top 10 Gründungsstandorte in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zum Rheinischen Revier, 2010 bis 02/2021.....	74
Abbildung 31: Bewertung der politisch-strukturellen Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier durch transferaffine Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen	79
Abbildung 32: VC-Finanzierungsrunden im Rheinischen Revier, Nordrhein-Westfalen und Berlin nach Jahren, 2015-10/2020.....	85
Abbildung 33: VC-Finanzierungsrunden nach Dealtyp im Rheinischen Revier, 2015-10/2020	86
Abbildung 34: Empfehlungen zur Transformation des Innovationssystems des Rheinischen Reviers: Übersicht der Ergebnisse aus Kapitel 5	91

Abbildung 35: Übersicht über die Stärken und Schwächen im Regionalen Innovationssystem des Rheinischen Reviers.....	92
Abbildung 36: Handlungsempfehlungen zur Transformation des Regionalen Innovationssystems im Rheinischen Revier	93
Abbildung 37: Unterstützungsbedarfe im RR laut Vertreter*innen der lokalen Wissenschaft	99
Abbildung 38: Bewertung der Wirtschaftsstruktur des Rheinischen Reviers durch transferaffine Unternehmen.....	99
Abbildung 39: Interesse an zukünftiger Zusammenarbeit mit der Wissenschaft.....	101
Abbildung 40: Übersicht über die Fragenkomplexe der Impact Cafés	110
Abbildung 41: Zusammenarbeit von zentraler Organisation und organisatorischen Einheiten in der Gestaltung des Strukturwandels.....	124

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im Rahmen dieser Studie genutzte und analysierte Datenquellen	19
Tabelle 2: Akteurslandschaft des Rheinischen Reviers nach Akteurstypen	22
Tabelle 3: Die aktivsten Organisationen in der Akteurslandschaft	23
Tabelle 4: Indikatoren zur Messung der wissenschaftlichen Exzellenz von Forschungsfeldern	25
Tabelle 5: Indikatoren zur Messung des Verwertungspotenzials von Forschungsfeldern	25
Tabelle 6: Wissenschaftlich exzellente Forschungsfelder des Rheinischen Reviers	26
Tabelle 7: Die zehn Forschungsfelder mit dem größten Verwertungspotenzial im Rheinischen Revier.....	28
Tabelle 8: Die 50 stärksten Forschungsfelder des Rheinischen Reviers	29
Tabelle 9: Die zehn Innovationsfelder des Rheinischen Reviers	31
Tabelle 10: Übersicht über Publikations-, Patent- und Projektaktivitäten in den Innovationsfeldern des Rheinischen Reviers	32
Tabelle 11: Wissenschaftseinrichtungen des Rheinischen Reviers	45
Tabelle 12: Forschende Organisationen im RR nach Anzahl von Publikationen (2015-2019)	46
Tabelle 13: Forschungsfelder des Rheinischen Reviers mit hoher internationaler Ausstrahlung.....	47
Tabelle 14: Gesellschaftliche Resonanz der Innovationsfelder (2015-2019).....	48
Tabelle 15: Patentfamilien nach Technologiefeldern und Sektoren (2015-2019).....	51
Tabelle 16: Transferaffine Unternehmen in den Gebietskörperschaften des Rheinischen Reviers.....	57
Tabelle 17: Ko-Publikationen und Ko-Patente im Vergleich (2015-2019)	60
Tabelle 18: Räumliche Vernetzung in erkenntnisorientierten Kooperationen (2015-2019)	63
Tabelle 19: Die zehn wichtigsten internationalen Kooperationspartner in erkenntnisorientierter Vernetzung (2015-2019)	64
Tabelle 20: Räumliche Vernetzung in transferorientierten Kooperationen (2015-2019)	66
Tabelle 21: Wichtige Unternehmenspartner in transferorientierter Vernetzung (2015-2019).....	67
Tabelle 22: Startups im Rheinischen Revier (laut startups.nrw), 2010 bis 02/2021.....	75
Tabelle 23: Innovationsförderung im Revier nach Akteurstypen	81
Tabelle 24: Akteure im Rheinischen Revier mit erfolgreichster Einwerbung von Innovationsfördermitteln	82
Tabelle 25: Verteilung von Innovationsförderprojekten auf die Gebietskörperschaften des Rheinischen Reviers.....	83
Tabelle 26: Durch den Bund im RR geförderte Themen der Innovationsförderung	84
Tabelle 27: Merkmale kumulativer und kombinatorischer Wissensdynamiken	105

Abkürzungsverzeichnis

AuF	Außeruniversitäre Forschung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
EFRE	Europäischer Fonds für Regionalentwicklung
FH	Fachhochschule
FF	Forschungsfeld
FÖKAT	Förderkatalog: Datenbank des Bundes mit mehr als 110.000 abgeschlossenen und laufenden Vorhaben der Projektförderung des Bundes
FT	Forschungsthema
FZ	Forschungszentrum
IC	Impact Café
IF	Innovationsfeld
IPCEI	Important Projects of European Interests
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
IVR	Innovation Valley Rheinland
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LPS	Leistungsplansystematik: Klassifizierung der Förderprojekte im FÖKAT
MW	Mittelwert
NRW	Nordrhein-Westfalen
PATSTAT	Weltweite Patentstatistik-Datenbank des EPO
RR	Rheinisches Revier
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
T.	Topic (= Forschungsthema)
TC.	Topic Cluster (= Forschungsfeld)
ZRR	Zukunftsagentur Rheinisches Revier
Z-Score	Standardisierter Wert zur Analyse von Indikatoren
V1	Indikator 1 für Verwertungspotenzial
VP	Verwertungspotenzial
W1	Indikator 1 für wissenschaftliche Exzellenz
WE	Wissenschaftliche Exzellenz
WSP	Wirtschafts- und Strukturprogramm des Rheinischen Reviers
WTT	Wissens- und Technologietransfer
ZRR	Zukunftsagentur Rheinisches Revier

0 Executive Summary

Vor dem Hintergrund der Empfehlungen der „Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ für das Ende der Braunkohleverstromung in Deutschland beschäftigt sich die Zukunftsagentur Rheinisches Revier, insbesondere der Revierknoten „Innovation und Bildung“, mit der Verbesserung des regionalen Innovationssystems im Revier. Wird diesem zwar gemeinhin eine starke Ausstattung mit Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen (z.B. RWTH Aachen, FZ Jülich, FH Aachen, und zahlreiche außeruniversitäre Forschungsinstitute) attestiert, bleibt jedoch festzustellen, dass sich in den letzten Jahrzehnten diese nur in geringerem Maße auch in regionalem Wirtschaftswachstum ausdrückte. In wirtschaftlichen Kernindikatoren bleibt die Region hinter dem Landes- und Bundesdurchschnitt zurück. Gleichzeitig liegt es nahe, zu erwarten, dass die hervorragende Wissenschaftslandschaft gute Voraussetzungen für einen innovationsgetriebenen Strukturwandel und Transformationsprozess legen kann.

Entsprechend spielt dies bei der Entwicklung des Rheinischen Reviers zu einem „Innovation Valley Rheinland“, wie im Wirtschafts- und Strukturprogramm (WSP)¹ dargestellt, eine gewichtige Rolle. Voraussetzung ist jedoch, dass die exzellente Forschung lokaler Wissenschaftler*innen derart in die lokale Wirtschaft ausstrahlt, dass bestehende Unternehmen Impulse aus der Forschung erhalten, Gründungen aus Forschungseinrichtungen entstehen und sich auswärtige Unternehmen neu im Revier ansiedeln. Dazu müssen bestehende Strukturen im Innovationssystem Rheinisches Revier so transformiert werden, dass optimale Voraussetzungen für die Kreation, Zirkulation und Verwertung von Wissen geschaffen werden. Vor allem muss der Wissens- und Technologietransfer von Forschung zur Wirtschaft systematisch verstärkt und zielgerichtet gestaltet werden.

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, hier einen Beitrag zu leisten, indem sie wissenschaftlich fundiert und evidenzbasiert regionale Innovationsfelder mit großem Potenzial identifiziert, die Stärken und Schwächen im Innovationssystem, insbesondere mit Blick auf das Heben der identifizierten Potenziale, analysiert und Empfehlungen zur zukünftigen Verbesserung ableitet. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Bedeutung der Governance des Wissens- und Technologietransfers bei der Entwicklung neuer regionaler Entwicklungspfade gelegt. Entsprechend wurde das Regionale Innovationssystem, unter Einsatz vielfältiger quantitativer und qualitativer Methoden, zunächst einer detaillierten und rigorosen empirischen Analyse unterzogen. Neben dem Aufbau einer umfassenden Akteursdatenbank von Unternehmen, Wissenschaftseinrichtungen und Intermediären wurden im ersten Schritt die zehn stärksten Innovationsfelder (Basis sind 16 Indikatoren zur Exzellenz in der Forschung und Verwertungsnahe) identifiziert und in Expert*innengesprächen validiert.

Im nächsten Schritt wurden die Stärken und Schwächen des Innovationssystems Rheinisches Revier empirisch herausgearbeitet. Analytisch-konzeptionell folgt die Studie dabei dem Dreiklang Akteure – Interaktionen – Politisch-strukturelle Rahmenbedingungen. Hier legen wir ein eigens entwickeltes Modell zur empirischen Operationalisierung des gemeinhin recht holistischen Innovationssystemansatzes zu Grunde.

- **Exzellente Vielfalt bei fragmentierter Akteurslandschaft:** Diesem Schema folgend, bestätigt sich auf Akteurebene die Einschätzung einer exzellenten

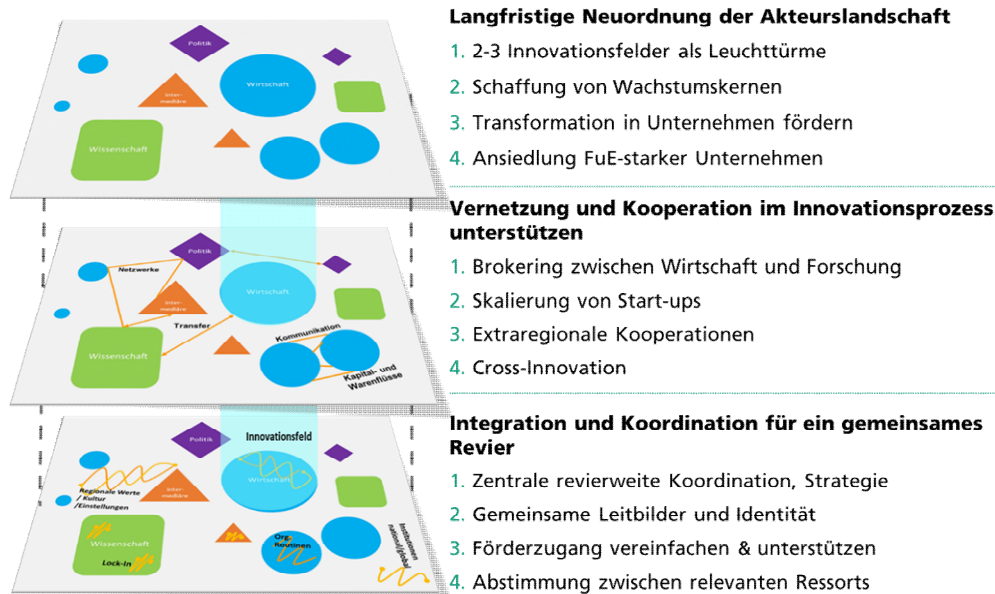
¹ Zukunftsagentur Rheinisches Revier 2019

Forschungslandschaft mit internationaler Ausstrahlung und in wesentlichen Teilen hoher Anwendungsnähe. Gespiegelt wird dies durch das Vorhandensein zahlreicher F&E-Einheiten bzw. Niederlassungen von Großunternehmen, die enge Beziehungen zu den renommierten Forschungseinrichtungen rund um Aachen und Jülich pflegen. Gleichzeitig zeichnet sich die Region durch eine große Vielfalt an unterstützenden Einrichtungen und Intermediären aus, ergänzt durch eine heterogene und mittelstandsbasierte Branchenstruktur. Auf der anderen Seite sind wesentliche Schwächen in einer fragmentierten Akteurslandschaft, vor allem mit Blick auf eine geringe Spezialisierung der Wirtschaft und die verschiedenen Akteure in der Technologie-, Innovations- und Gründungsförderung, zu nennen. Zudem weist die in wesentlichen Teilen traditionelle, energieintensive Unternehmenslandschaft eine geringe Absorptionsfähigkeit für neue Technologien aus der öffentlichen Forschung auf.

- **Starke erkenntnisorientierte Vernetzung trifft Defizite in lokaler transferorientierter Vernetzung:** Auf Ebene der Interaktionen und Beziehungen zeigen sich starke Beziehungen und Netzwerke zwischen den Wissenschaftseinrichtungen und zwischen Wissenschaft und Wirtschaft auf nationaler und internationaler Ebene. Auch einige regionale Unternehmensnetzwerke sind als gut funktionierend zu beschreiben. Die Vernetzung und der Transfer zwischen Wissenschaft und der im Revier ansässigen Wirtschaft sind hingegen – im Vergleich zu selbigen auf nationaler und internationaler Ebene – deutlich defizitär. So weisen die Ergebnisse auf einen Mangel an bedarfsorientierter Vernetzung zwischen Forschung und regionaler Industrie und in Teilen auch in der Vernetzung innerhalb von Branchen hin. Ergänzend weisen die Ergebnisse – nicht unähnlich zu anderen vergleichbaren Regionen – auf das fehlende Skalierungspotenzial für „Start-ups“ hin. Eine wichtige Herausforderung zeigt sich auch darin, dass es nur schwer gelingt, die hervorragend ausgebildeten Hochschulabsolventen in der Region zu halten.
- **Starke Fördermittelorientierung trifft schwache Finanzierung und Koordination in der Anwendung:** Ein Blick auf die kulturellen und politischen Rahmenbedingungen zeigt zunächst offenkundige Stärken in der regionalen Selbstorganisation und den Zugängen zu förderpolitischen Instrumenten der Innovationsförderung. Auch bestehen in einigen Schlüsseltechnologien bereits größere Innovationsprojekte, welche das Potenzial haben, zu Kristallisationskernen für neue Wachstumspfade zu werden. Zugleich spiegeln die Ergebnisse eine gewisse fehlende regionale Dynamik wider, welche sich auch darin ausdrückt, dass es schwer ist – nach innen und außen – eine gemeinsame regionale Identität festzumachen. Häufig werden Kirchturmdenken und eine fehlende gemeinsame Strategie beklagt. Auch die Kooperationskultur, gerade im Mittelstand, ist als ausbaufähig zu bezeichnen.

Zusammengefasst steht eine exzellent aufgestellte und vernetzte Wissenschaftslandschaft mit ausnehmenden Stärken in den vorgestellten Innovationsfeldern fundamentalen Schwächen in den funktionalen Beziehungen gegenüber. Insbesondere die Beziehungen zwischen den regionalen Akteuren entlang von Wertschöpfungsketten (Organisation bestehender Wertschöpfung) sowie entlang des Innovationsprozesses (Organisation zukünftiger Wertschöpfung) weisen Verbesserungspotenziale auf. Hier eine Brücke zu bauen, den regional ausgerichteten Wissens- und Technologietransfer zu stärken und so das Heben von Wertschöpfungspotenzialen für die Region langfristig zu verbessern, ist eine systemische Aufgabe, die ein klares Zielbild, eine gute Governance und langen Atem bei allen Beteiligten braucht. Die Studienergebnisse weisen dabei auf folgende Handlungsempfehlungen hin (vgl. auch Abbildung 1):

Abbildung 1: Handlungsempfehlungen für die Transformation des Regionalen Innovationssystems im Rheinischen Revier



Quelle: Eigene Darstellung, verändert nach Klement (2018)

Langfristige Neuordnung der Akteurslandschaft

- Zunächst empfehlen wir, dass das Rheinische Revier im Rahmen des Strukturwandels eine Neuordnung der Akteurslandschaft in dem Sinne vollzieht, dass etwa 2-3 Innovationsfelder mit erfolgsversprechenden Wertschöpfungspotenzialen als Leuchtturmprojekte des Reviers besonders gefördert werden. So können Spezialisierungsvorteile zum Tragen kommen, sowie regionale Stärken, Kompetenzen und Ressourcen auf zukünftige Wachstumsbranchen ausgerichtet werden.
- Die Förderung und Begleitung unternehmerischer Transformationsprozesse, gerade vor dem Hintergrund der Herausforderungen von Digitalisierung & Energiewende, sollte insbesondere entlang der definierten Innovationsfelder weiter ausgebaut werden. Gerade vor dem Hintergrund der mittelständisch geprägten und eher traditionellen Unternehmenslandschaft hat dies eine wesentliche Bedeutung.
- Die beschriebenen Stärken des Reviers sollten gezielt und entlang der Innovationsfelder zur Ansiedlung FuE-starker Unternehmen/Niederlassungen genutzt und die größeren FuE-starken Unternehmen mit Sitz in der Region in den bevorstehenden Transformationsprozess einbezogen werden.

Vernetzung und Kooperation im Innovationsprozess unterstützen

- Das Brokering und der Wissen- und Technologietransfer zwischen regionaler Wirtschaft und Forschung sollten gezielt verbessert werden. Vernetzungs- und Kooperationsgelegenheiten könnten den Aufbau von Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft stärken. Vornehmlich für bislang weniger innovationsaktive Unternehmen und KMU sollten spezifische Formen der Befähigung und Ansprache gefunden werden.
- Das Revier – insbesondere das Aachener Gründungsökosystem – zeichnet sich durch eine hohe Gründungsdynamik aus. Allein fehlt es an

Skalierungsmöglichkeiten für die jungen Unternehmen. Hier gilt es, die notwendigen Rahmenbedingungen zu verbessern.

- Wertschöpfungsketten lassen sich kaum in einer Region allein abbilden. Entsprechend empfiehlt es sich, um Wertschöpfung aus extraregionalen Kooperationsprojekten der Region zugutekommen zu lassen, gezielt und strategisch die überregionale Vernetzung auszubauen und die Kooperation mit benachbarten Regionen und Nachbarländern zu suchen.
- Zudem sollten die Innovationspotenziale zwischen Innovationsfeldern nicht außer Acht gelassen werden. Cross Innovation Potenziale zwischen den Innovationsfeldern sollten gezielt adressiert werden.

Integration und Koordination für ein gemeinsames Revier

- Rund um die priorisierten Innovationsfelder sollte ein regionales gemeinsames Leitbild entstehen, bzw. bestehende Leitbilder entsprechend geschärft und angepasst werden, um die Identität und Sichtbarkeit nach innen und außen zu entwickeln.
- Die bestehende Förderung sollte unbürokratischer und gezielter auf die Bedarfe der regionalen Unternehmen ausgerichtet werden. Eine eigene Serviceagentur könnte hier unterstützen. Zudem sollten Möglichkeiten zur Erweiterung der Förderkulisse, auch vor dem Hintergrund beihilferechtlicher Beschränkungen, geprüft werden.
- Wie in vielen politischen Prozessen zeigt sich auch hier deutlich, dass es einer besseren Abstimmung zwischen den verwandten beteiligten Ressorts (Raumentwicklung, Infrastruktur, Planung) zur Attraktivitätssteigerung und langfristigen Gestaltung der Transformation des Reviers bedarf.
- Abschließend weisen die hier formulierten Handlungsempfehlungen auf einen wesentlichen Punkt hin. Der vor dem Revier liegende Transformationsprozess bedarf einer zentralen revierweiten Koordinierung, Steuerung und Entwicklung einer Innovationsstrategie.

Den Autor*innen dieser Studie ist bewusst, dass die Umsetzung der Handlungsempfehlungen im Vergleich leichter zu formulieren als durchzuführen ist. Daher ist noch einmal auf die Komplexität und Langfristigkeit des vor dem Revier liegenden Transformationsprozesses zu verweisen. Darüber hinaus zeigt die Studie hierzu eine Reihe an konkreten, wissenschaftlich und empirisch fundierten Anknüpfungspunkten für konkrete Maßnahmen auf. Diese sollten zudem in einer zentral koordinierten und revierübergreifenden Innovationsstrategie eingebettet sein. Die Entwicklungs-, Förder- und Transferaktivitäten zur Umsetzung einer revierübergreifenden Innovationsstrategie erfordern eine zentrale und mit weitreichenden Kompetenzen ausgestattete Organisation, dessen Governancestruktur bottom-up getriebene Initiativen mit top-down definierten Leitplanken zusammenbringt, um bestehende Stärken strategisch zu entwickeln und regionale Wertschöpfung in zukünftigen Wachstumskernen anzulegen. Neben offenkundigen Argumenten, wie dem Schaffen von Alleinstellungsmerkmalen im internationalen Vergleich, der strategischen Allokation begrenzter Mittel, dem Nutzen von Spezialisierung- und Skalierungspotenzialen, sind hier auch die unterschiedlichen Zielvorstellungen und Bedarfe regionaler Stakeholder zu nennen. Diese zu berücksichtigen und bei der Umsetzung einer mit klaren Prioritäten versehenen Strategie mitzunehmen, wird eine wesentliche Aufgabe und Erfolgsfaktor im Transformationsprozess sein. So kann es dem Rheinischen Revier – unter Berücksichtigung von Komplementaritäten mit angrenzenden Regionen – gelingen, eine Modellregion für die ökonomische Inwertsetzung von Schlüsseltechnologien zu werden.

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der Empfehlungen der „Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ für das Ende der Braunkohleverstromung in Deutschland beschäftigt sich die Zukunftsagentur Rheinisches Revier, insbesondere der Revierknoten „Innovation und Bildung“, mit der Verbesserung des regionalen Innovationssystems im Revier. Wird diesem zwar gemeinhin eine starke Ausstattung mit Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen (z.B. RWTH Aachen, FZ Jülich, FH Aachen, und zahlreiche außeruniversitäre Forschungsinstitute) attestiert, bleibt jedoch festzustellen, dass sich in den letzten Jahrzehnten diese nur in geringem Maße auch in regionalem Wirtschaftswachstum ausdrückte. In wirtschaftlichen Kernindikatoren bleibt die Region hinter dem Landes- oder Bundesdurchschnitt zurück.

Nun liegt es nahe zu erwarten, dass die hervorragende Wissenschaftslandschaft gute Voraussetzungen für einen innovationsgetriebenen Strukturwandel und Transformationsprozess legen kann. Entsprechend spielt dies bei den Planungen zur Entwicklung des Rheinischen Reviers zu einem „Innovation Valley Rheinland“, wie im Wirtschafts- und Strukturprogramm (WSP)² dargestellt, eine gewichtige Rolle. Damit dies gelingen kann und exzellente Wissenschaft ihre regionale Wirkung entfaltet, muss die exzellente Wissenschaft lokaler Wissenschaftler*innen derart in die lokale Wirtschaft ausstrahlen, dass bestehende Unternehmen Impulse aus der Forschung erhalten, Gründungen aus Forschungseinrichtungen entstehen und sich auswärtige Unternehmen neu im Revier ansiedeln. Dies kann vor allem dadurch erreicht werden, dass das regionale Innovationssystem des Rheinischen Reviers so transformiert wird, dass optimale Voraussetzungen für die Kreation, Zirkulation und Verwertung von Wissen geschaffen werden. Daher muss vor allem der Wissens- und Technologietransfer von Forschung zur Wirtschaft systematisch verstärkt und zielgerichtet gestaltet werden.

Die vorliegende Studie will hier einen Beitrag leisten, indem sie regionale Innovationsfelder mit großem Potenzial identifiziert, die Stärken und Schwächen im Innovationssystem, insbesondere mit Blick auf das Heben der identifizierten Potenziale, analysiert und Empfehlungen zur zukünftigen Verbesserung ableitet. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Bedeutung der Governance des Wissens- und Technologietransfers bei der Entwicklung neuer regionaler Entwicklungspfade gelegt. Die Studie folgt dabei der folgenden Struktur.

In diesem Kapitel werden kurz die konzeptionellen und methodischen Grundlagen unseres Ansatzes dargelegt (vgl. Kapitel 1.1, Kapitel 1.2). Kapitel 2 analysiert die Akteure und Strukturen des Regionalen Innovationssystems, identifiziert die zehn stärksten Innovationsfelder (vgl. Kapitel 2.1), stellt seine Stärken (vgl. Kapitel 2.2) und Defizite (vgl. Kapitel 2.3) dar. Kapitel 3 beleuchtet die Interaktionen und Vernetzung im System, ebenfalls entlang von identifizierten Stärken (vgl. Kapitel 3.1) und Defiziten (vgl. Kapitel 3.2). Die Stärken politisch-struktureller Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 4.1) und ihre Defizite (vgl. Kapitel 4.2) sind Inhalt von Abschnitt 4. Kapitel 5 leitet Empfehlungen zur Transformation des Innovationssystems ab. Kapitel 6 diskutiert Hinweise zu einzelnen Innovationsfeldern. Kapitel 7 wiederum macht Empfehlungen zur organisatorischen und strukturellen Umsetzung. Abschließend fasst Abschnitt 8 knapp zusammen und zieht ein Fazit.

² Zukunftsagentur Rheinisches Revier (2019)

1.1 Regionale Innovationssysteme

Als Grundlage für die Analyse des Innovationsgeschehens, der Innovationspotenziale und des Wissens- und Technologietransfers im Rheinischen Revier wird im Rahmen dieser Studie das Konzept der Regionalen Innovationssysteme (RIS) angewandt. Hierbei handelt es sich um einen Ansatz, der seit etwas mehr als 20 Jahren in der Geographie und Regionalforschung entwickelt und genutzt wird. Das Konzept wurde ursprünglich als Variante der Nationalen Innovationssysteme entwickelt, um regionale Unterschiede im Innovationsgeschehen zu erfassen, analysieren und zu begründen. Es ist vor allem in der qualitativen Forschung beheimatet und liefert eine Fülle an Fallstudien für erfolgreiche, aber auch gescheiterte innovationsgetriebene Regionalentwicklung.³

Vor allem skandinavische Autor*innen haben im Rahmen der RIS-Forschung gewirkt und ein für dieses Konzept typisches breites Verständnis von Innovationen geprägt, welches Innovationen nicht nur im Hochtechnologiesektor verortet, sondern auch in sogenannten „Low-Tech“-Sektoren oder in Form sozialer Innovationen betrachtet. In den letzten Jahren hat sich die Forschung zu RIS stärker mit quantitativen Ansätzen aus der Evolutionären Wirtschaftsgeographie verbunden. Hierdurch entstehen neue Impulse für die Untersuchung der Transformation Regionaler Innovationssysteme. Deshalb ist dieses Konzept heutzutage besonders gut geeignet, Strukturwandelprozesse, die durch die großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (Digitalisierung, Energiewende, demographischer Wandel) angetrieben werden, zu untersuchen.⁴

Kurz gefasst basiert das Konzept der Regionalen Innovationssysteme auf der Erkenntnis, dass Innovation ein sozialer Prozess ist, welcher nicht von grenzgenialen Erfindern im stillen Kämmerlein ausgetüftelt wird, sondern auf der Interaktion zahlreicher Akteure aus verschiedenen sozioökonomischen Teilsystemen wie Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft basiert. Diese Interaktionen werden angetrieben oder behindert von Institutionen⁵, welche wir der Einfachheit halber im Folgenden „Politisch-Strukturelle Rahmenbedingungen“ nennen möchten. Die hierbei wirksamen systemischen Zusammenhänge zwischen Akteuren, Interaktionen und politisch-strukturellen Rahmenbedingungen, welche das Innovationsgeschehen einer Region beeinflussen, sind der Kern des Konzepts. Diese Zusammenhänge sind es nämlich, welche die Entstehung, Zirkulation und Verwertung von Wissen, dem Treibstoff für Innovationen, prägen und somit zu Unterschieden zwischen dem Innovationsgeschehen verschiedener Regionen führen.⁶

Im Rahmen dieser Studie werden Regionale Innovationssysteme durch eine Zerlegung auf die Ebenen Akteure, Interaktionen und politisch-strukturelle Rahmenbedingungen operationalisiert, wie Abbildung 2 zeigt. Um die systemischen Zusammenhänge zwischen Akteuren, Interaktionen und politisch-strukturellen Rahmenbedingungen in einer Region wie dem Rheinischen Revier zu verstehen, bietet es sich an, die verschiedenen Ebenen analytisch zuerst voneinander zu trennen, um Strukturen, Prozessen und Einflussfaktoren auf den verschiedenen Ebenen genauer zu beleuchten. Dadurch wird die daran anschließende Erkennung von Wechselwirkungen zwischen den Ebenen und systemischen Zusammenhängen ermöglicht und erleichtert.

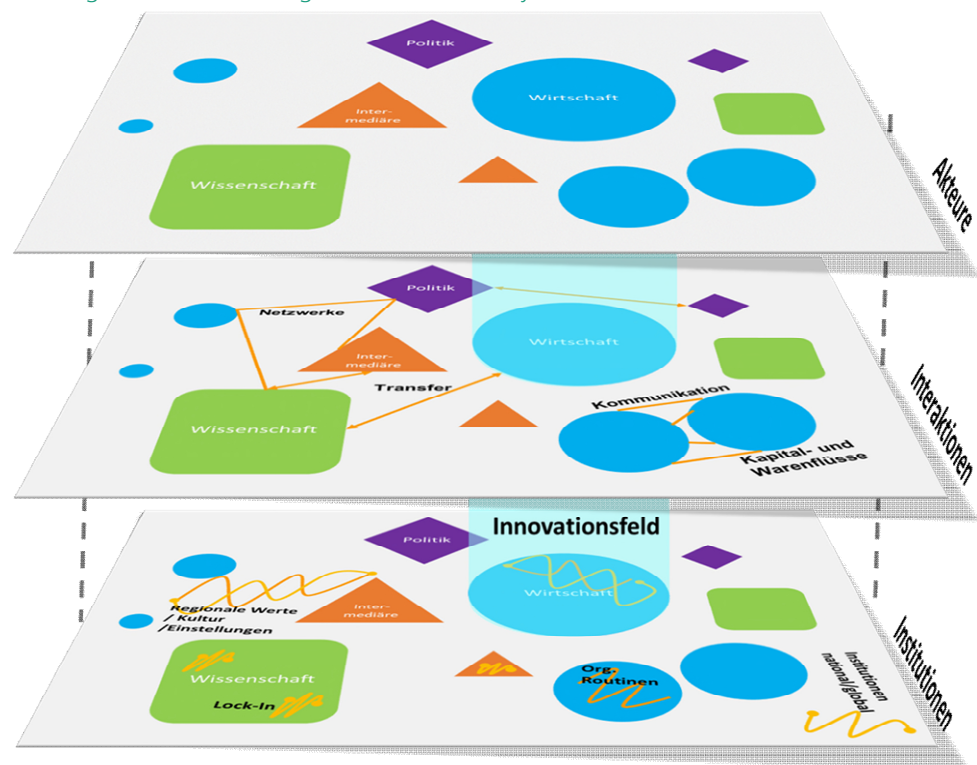
³ Doloreux & Porto Gomez 2016; Martin & Moodysson 2013

⁴ Asheim 2016; Tödtling & Trippl 2013; Coenen et al. 2017

⁵ North 1990: Institutionen sind im Verständnis der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften die Regeln formeller und informeller Art, die sozioökonomisches Handeln, Transaktionen und Interaktionen prägen.

⁶ Edquist 2005; Asheim & Coenen 2005;

Abbildung 2: Ebenen eines Regionalen Innovationssystems



Quelle: Verändert nach Klement 2018

Würde Abbildung 2 so gedreht, dass sie „von oben“ zu sehen ist, wird verdeutlicht, dass die Ebene der Akteure besonders sichtbar für Analysen und Betrachter einer Region ist. Auf dieser Ebene sind die Organisationen, Akteure und Gruppen von Akteuren (wie beispielsweise Branchen) mit ihren Merkmalen und ihrem Wissen verortet. Sie machen die vor allem quantitativ sichtbaren Strukturen einer Region aus. Diese Akteure sind durch Interaktionen, die von außen betrachtet bereits weniger sichtbar sind, miteinander verbunden. Unter Interaktionen fallen Beziehungen, Kommunikation, Netzwerke, Kooperationen, Transferprozesse sowie Kapital- und Warenflüsse, durch die Akteure miteinander in Bezug stehen. Durch ihren Charakter als soziale Prozesse sind die Kanäle des Wissens- und Technologietransfers allesamt auf dieser Ebene verortet. Schließlich wird unter politisch-strukturellen Rahmenbedingungen zusammengefasst, was vor allem den Akteuren vor Ort bewusst ist, aber für Betrachter von außen häufig verborgen bleibt. Dennoch prägen diese in besonderem Maße das Handeln und die Interaktion von Personen, auch und vor allem in Bezug auf Innovationen. Hierzu gehören informelle Rahmenbedingungen wie regionale Kultur, Werte, Normen, Vertrauen, Einstellungen (z.B. zu Kooperationen oder Innovation), aber auch formelle Rahmenbedingungen, welche z.B. politische Angebote und Regeln umfassen. Vor allem letztere sind oftmals beeinflusst durch die übergeordnete nationale und internationale Gesetzgebung (bspw. Beihilferecht). Zwischen Formalität und Informalität liegen zum Beispiel „organisatorische Routinen“, welche als „DNA“ von Organisationen und Subsystemen oder Branchen verstanden werden kann. Hierin sind die bewussten und unbewussten, geschriebenen und ungeschriebenen Prozesse und Regeln in Organisationen enthalten, die – salopp gesagt – „man hier schon immer so macht“.

1.2 Design dieser Studie

Das Design dieser Studie orientiert sich an den in Kapitel 1.1 vorgestellten Ebenen Regionaler Innovationssysteme. Auf allen Ebenen soll der Status-Quo im Rheinischen Revier ergründet werden, um Handlungsempfehlungen für die jeweilige Ebene zu finden. Dazu werden im Rahmen dieser Studie für alle Ebenen – auf Basis vorliegender Daten – Stärken und Schwächen identifiziert und dargestellt. Quer zu diesen Ebenen liegen die Innovationsfelder, welche im Rahmen dieser Studie identifiziert und für deren Entwicklungen als zukünftige Entwicklungspfade der Region ebenfalls Handlungsempfehlungen generiert werden. Aus der Gesamtbetrachtung der Ebenen und den quer liegenden Innovationsfeldern schließlich werden Empfehlungen zur Umsetzung einer wissensgetriebenen, systemischen Gestaltung des Strukturwandels im Rheinischen Revier abgeleitet.

Diese ganzheitliche Betrachtung des Regionalen Innovationssystems erfordert methodologisch eine gleichzeitige und gleichwertige Analyse von quantitativen und qualitativen Datenquellen sowie Analyseformen. Denn zum einen sollen reliable Aussagen über vorhandene Akteure, existierende Strukturen, deren innovative Aktivitäten und die unterliegenden Muster der Kooperation getroffen werden. Zum anderen muss die Generierung von Handlungsempfehlungen immer auch das Handlungswissen lokaler Akteure in die Analyse miteinbeziehen. Nur diese können einen Einblick in valide Motive, Hintergründe, Einflussfaktoren und Hindernisse für das Innovationsgeschehen vor Ort liefern. Deshalb werden im Rahmen dieser Studie beide methodologischen Zugänge gegenübergestellt und zueinander in Bezug gesetzt. Dabei werden beide Zugänge zum empirischen Material gleichwertig behandelt. Sie stehen nicht zwangsläufig in hierarchischen oder sequenziellen Beziehungen, sondern werden in ihrer jeweiligen themenbezogenen Leistungsfähigkeit komplementär eingesetzt.⁷

Abbildung 3 zeigt das methodische Design anhand der Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen quantitativen und qualitativen Analysen mit den Ergebnisbausteinen dieser Studie, entlang der verschiedenen Ebenen des Regionalen Innovationssystems. Die Pfeile verdeutlichen die Beiträge, welche durch Datenquellen auf Ergebnisbausteine, aber auch auf andere Datenquellen (beispielsweise durch die Identifikation von Akteuren), geleistet werden. Wie zu sehen ist, werden die meisten Ergebnisbausteine durch quantitative und qualitative Analysen gespeist. Besonders hervorzuheben ist die Erstellung einer Akteursdatenbank von Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen. Diese umfasst sämtliche Akteure im Rheinischen Revier, welche im vorliegenden Analysezeitraum (01.01.2015 – 31.12.2019) innovativ aktiv im Sinne einer wissenschaftlichen Publikation, der Anmeldung eines Patents oder der Teilnahme an einem öffentlich geförderten Innovationsprojekt waren und/oder Innovationsprozesse unterstützen. Aus dieser Akteursdatenbank speisen sich zahlreiche Analysen sowie die Identifizierung von qualitativen Interview-Partner*innen und Workshop-Teilnehmer*innen/ Teilnehmenden.

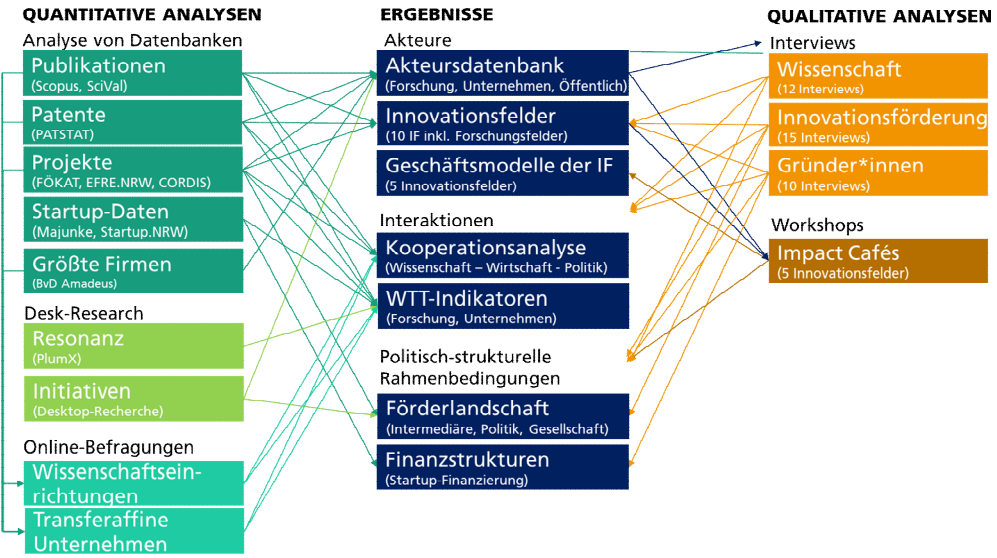
Außerdem dienten die Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken, zusammen mit einer Liste der 100 größten Unternehmen des Reviers (nach Anzahl der Mitarbeiter*innen oder Umsatz) dazu, die Stichproben für eine Online-Befragung von Unternehmen des Reviers zu generieren. Diese Unternehmen sollen hierbei als transferaffin bezeichnet werden. Durch ihre innovative Aktivität und/oder ihre Größe sind sie ein potenzieller Partner der Wissenschaft für die Verwertung ihrer Forschungsergebnisse. Eine weitere

⁷ Kelle 2007

Befragung richtete sich an jeweils eine*n Vertreter*in einer Wissenschaftseinrichtung⁸, um die Perspektive der Forschung auf den Transfer zu erfassen.

Ein weiterer wichtiger Baustein für das Design dieser Studie sind die Innovationsfelder. Diese wurden durch eine indikatorgestützte Analyse wissenschaftlicher Publikationen von Akteuren aus dem Revier identifiziert (Kapitel 2.1). Die Innovationsfelder waren nicht nur Thema der Experteninterviews, sondern wurden, im Rahmen von fünf Workshops, von der Görgen & Köller GmbH als Impact Cafés konzipiert, mit Blick auf regionale Geschäftsmodellpotenziale genauer betrachtet (vgl. Kapitel 6).

Abbildung 3: Methodisches Design dieser Studie



Quelle: Eigene Darstellung

Außerdem dienten zahlreiche Quellen dazu, Indikatoren für die Vernetzung und den Wissens- und Technologietransfer in Innovationsfeldern und dem Revier allgemein zu schaffen. Deren Ergebnisse wurden durch zusätzliche qualitative Interviews validiert. Schließlich wurden der Transferkanal „Ausgründungen“ sowie die Gründungsbedingungen und Finanzierungsstrukturen im Revier durch Startup-Datenbanken und dezidiert an Gründer*innen gerichtete Interviews einer eigenen Betrachtung unterzogen.

⁸ Hierbei handelte es sich um die jeweils identifizierbare Person, die für den Wissens- und Technologietransfer zuständig ist.

Tabelle 1: Im Rahmen dieser Studie genutzte und analysierte Datenquellen

Typ	Quellen	Anzahl	Empirisches Material	Akteure	Art des Akteurs im RR
Quantitativ	Datenbanken	GERIT	-	-	36 Forschungseinrichtungen
		SciVal	43.598	Publikationen	378 publizierende Organisationen
		Scopus/PlumX	35.187	Publikationen	378 publizierende Organisationen
		PATSTAT	2.305	Patentfamilien	209 Patentanmelder
		FÖKAT	2.734	geförderte Projekte* (Bund)	499 Zuwendungsempfänger
		EFRE.NRW	542	geförderte Projekte* (Land/EU)	225 Begünstigte
		CORDIS	491	geförderte Projekte (EU)	94 Projektteilnehmer
		Desktop-Recherche	-	-	94 Intermediäre
		Startups.NRW	-	-	235 Start-ups
		Majunke-Datenbank	62	VC-Finanzierungsrunden	46 Start-ups
Qualitativ	Befragung	Befragung	16	beantwortete Fragebögen	37 angeschriebene Wissenschaftseinrichtungen
		Befragung	53	beantwortete Fragebögen	697 angeschriebene Unternehmen
	Interviews	Interviews	12	Expert*innen	8 Wissenschaftseinrichtungen
		Interviews	15	Expert*innen	13 Organisationen der Innovationsförderlandschaft
		Interviews	10	Expert*innen	10 Startups
	IC	Workshops	5	Impact Cafés mit jeweils	13 - 18 Teilnehmer*innen

Quelle: Eigene Darstellung

* Zahl bezieht sich auf Förderbescheide

Im Rahmen dieser Studie konnte eine Vielzahl und Vielfalt von Datenquellen genutzt werden. Tabelle 1 zeigt übersichtsweise auf, welches empirische Material in den jeweiligen Datenquellen für diese Studie analysiert und wie viele Akteure dadurch identifiziert wurden. Es kann festgestellt werden, dass die gleichzeitige Nutzung dieser Datenquellen dieser Studie ermöglicht, ein sehr umfassendes Bild des Innovationsgeschehens im Rheinischen Revier und zukünftigen Entwicklungspotenzials zeichnen zu können.

Einleitung

BESTANDSAUFNAHME DES INNOVATIONSSYSTEMS

Stärken

- + Exzellente Forschungslandschaft
- + FuE-Niederlassungen von Großunternehmen
- + Resiliente, heterogene Wirtschaftsstruktur
- + Vielfalt an Intermediären
- + Exzellenzorientierte Vernetzung innerhalb der Wissenschaft
- + Allgemeine Vernetzung von Wissenschaft mit Wirtschaft
- + Nutzung von Innovationsförderung auf verschiedenen Ebenen

Schwächen

- Fragmentierte Wirtschaftsstruktur
- Räumliche Ungleichverteilung transferaffiner Unternehmen
- Fragmentierte Intermediärslandschaft
- Vernetzung von Wissenschaft mit lokaler Wirtschaft
- Brancheninterne Vernetzung in der Breite
- Herausforderungen für Start-ups
- Abwanderung von Absolventen
- Fehlende Finanzierungsangebote für Start-ups in Skalierungsphase
- Bürokratie, Doppelstrukturen und Intransparenz behindern Gestaltung des Strukturwandels
- Fehlende regionale Identität und Sichtbarkeit

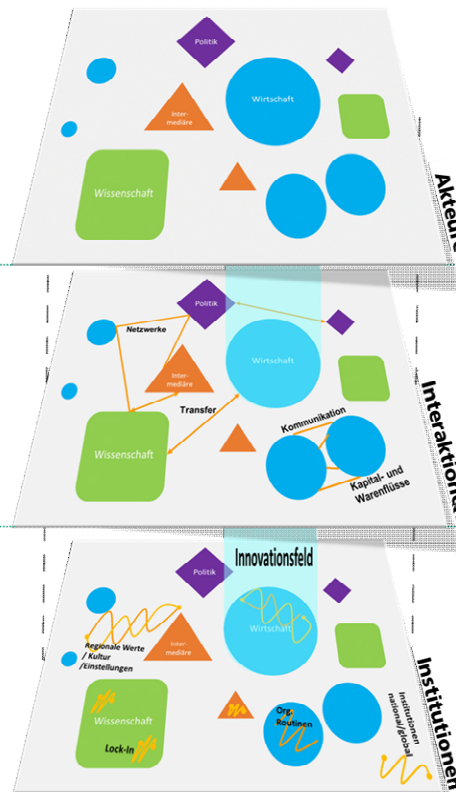


Abbildung 4: Bestandsaufnahme des Innovationssystems des Rheinischen Reviers: Übersicht der Ergebnisse aus Kapitel 2-4

Quelle: Eigene Darstellung

2 Akteure und Strukturen im Innovationssystem

Zur Analyse eines Regionalen Innovationssystems ist es zuerst erforderlich, die oberste Ebene der Akteure zu erfassen. Die Akteure und die ihnen zugehörigen Akteurstypen ermöglichen durch Hinzunahme weiterer Klassifizierungen (z.B. zur Verortung, Größe, Branche, Technologiefelder, Forschungsfelder) zudem Aussagen über die grundlegenden Strukturen des Innovationssystems. Besonders interessant vor dem Hintergrund des Strukturwandels ist hierbei die Wissensbasis⁹ des Reviers. Welches Wissen ist in den Akteuren des Rheinischen Reviers eingebettet? In welchen Forschungsfeldern sind sie aktiv und exzellent?

Diese Fragen sollen in diesem Kapitel behandelt werden. Grundlage unseres Vorgehens ist dabei zuerst die Identifizierung der forschenden, innovativ tätigen und transferaffinen Organisationen im Rheinischen Revier anhand von Publikations- Patent- und Projektdatenbanken. Außerdem wurden intermediäre Organisationen, Netzwerke und Initiativen, welche das Innovationsgeschehen beeinflussen, im Rahmen einer Desktop-Recherche erfasst. Auf die Analyse der Intermediären wird näher im Kapitel 2.2 und 2.3 eingegangen. Zuerst soll eine Übersicht über die innovativ aktiven Organisationen im Revier gegeben werden.

Obwohl die Akteurebene eines RIS die sichtbarste Ebene ist, ist die Identifizierung von Organisationen nicht trivial. Sie hängt stark von der Verfügbarkeit und Qualität vorhandener Datenbanken ab. Einzelne Datenquellen sind zudem kaum geeignet, alle relevanten Akteure zu erfassen. Deswegen wurden im Rahmen dieser Analyse die innovativen Aktivitäten von Organisationen in drei Ausprägungen erfasst: Publikationen, Patentanmeldungen und geförderte Innovationsprojekte. Hiermit werden sowohl die wissenschaftlich orientierte Wissensgenerierung, die Verwertung von Wissen durch Einrichtung von Schutzrechten sowie die unterliegenden Prozesse der innovationsnahen Zusammenarbeit erfasst.

Dazu wurden sechs Datenquellen genutzt, mit deren Hilfe jene Akteure erfasst wurden, die zwischen 2015 und 2019 derart aktiv waren. Während für die Erfassung der Publikationen die Publikationsdatenbanken Scopus und SciVal¹⁰ genutzt wurden, stammen die Anmeldungen von Patentanmeldungen in über 40 Patentämtern der Welt aus dem Produkt PATSTAT¹¹ des Europäischen Patentamts (EPO). Die geförderten Projekte konnten auf Bundes-, Landes- und EU-Ebene erfasst werden. Dazu diente auf Bundesebene der Förderkatalog FÖKAT¹² der Bundesministerien, mittels dessen vor allem das BMBF geförderte Vorhaben der Projektförderung veröffentlicht. Aber auch das BMU, BMWi, BMEL, BMVI und BMJV tragen zum Datensatz bei. Die Analyse der EFRE-unterstützten Förderung des Landes Nordrhein-Westfalen wird durch die vom Land NRW veröffentlichte Liste der geförderten Vorhaben¹³ ermöglicht. Schließlich dient die Datenbank der Plattform CORDIS¹⁴ dazu, Akteure zu erfassen, welche EU-geförderte Innovationsprojekte im Rahmen von Horizon2020 oder FP7 durchgeführt haben.

⁹ Asheim et al. 2011; Asheim & Coenen 2005

¹⁰ Scopus 2020; SciVal 2020

¹¹ Europäisches Patentamt 2020

¹² Bundesministerium für Bildung und Forschung 2020

¹³ Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2020

¹⁴ Europäische Kommission 2020

Die dort erfassten Organisationen mussten einer Namensharmonisierung unterzogen werden, einerseits innerhalb der Datenbanken und andererseits zwischen den Datenbanken. Zudem wurden Akteurssektoren und Akteurstypen gebildet, welche geeignet sind, die Akteurslandschaft im Rheinischen Revier zu erfassen. Dies wurde anhand von Desktop-Recherchen und semantischem Matching durchgeführt. Tabelle 2 zeigt im Folgenden die Häufigkeit der verschiedenen Akteurstypen im Rheinischen Revier, während Tabelle 3 die Organisationen im Rheinischen Revier darstellt, welche in allen Datenquellen präsent waren.

Tabelle 2: Akteurslandschaft des Rheinischen Reviers nach Akteurstypen

Sektor / Akteurstyp	Anzahl Organisationen	Anteil in %
Wirtschaft	802	78,5
Unternehmen	796	77,9
Verband	6	0,6
Öffentlich	136	13,3
Hospital	81	7,9
Öffentlich - Kommunal	31	3,0
Öffentlich - Regional	17	1,7
Öffentlich - Land	4	0,4
Verband	3	0,3
Wissenschaft	65	6,4
AuF	19	1,9
Hochschule	14	1,4
An-Institut	12	1,2
Verband	10	1,0
WTT	6	0,6
Öffentlich - Bund	2	0,2
Allianz	1	0,1
Hospital	1	0,1
Gesellschaft	17	1,7
Verband	17	1,7
Gesamt	1022	100,0

Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus/SciVal, PATSTAT, FÖKAT, EFRE.NRW, CORDIS

Insgesamt konnten 1022 Akteure identifiziert werden, welche zwischen 2015 publizierten, patentierten oder von Bund, Land oder EU geförderte Innovationsprojekte durchführten. Die kleinste Akteursgruppe ist die gesellschaftliche. An den hier erwähnten Innovationsprojekten und -outputs sind sie am seltensten beteiligt. Hingegen konnten 796 Unternehmen identifiziert werden. Diese können als forschungsnah und tendenziell transferaffin interpretiert werden. Wir werden im Folgenden den Begriff transferaffin für jene Unternehmen und öffentlichen Organisationen nutzen, die in Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken zu finden sind.

Die Liste der besonders aktiven Organisationen des Reviers, welche sowohl publiziert, patentiert, als auch in allen drei Förderebenen Innovationsprojekte durchgeführt haben, wird von wissenschaftlichen Einrichtungen angeführt. Mit Aixtron, Meotec, Coatema Coating Machinery und Indurad gibt es jedoch auch Unternehmen, die besonders vielseitige Aktivitäten im Regionalen Innovationssystem aufweisen. Bis auf das Forschungszentrum Jülich und Coatema Coating Machinery sind alle dieser besonders aktiven Akteure in der Städtereion Aachen anzutreffen. Diese räumliche Ungleichheit wird sich, so viel sei verraten, wie ein roter Faden durch diese Studie ziehen.

Tabelle 3: Die aktivsten Organisationen in der Akteurslandschaft

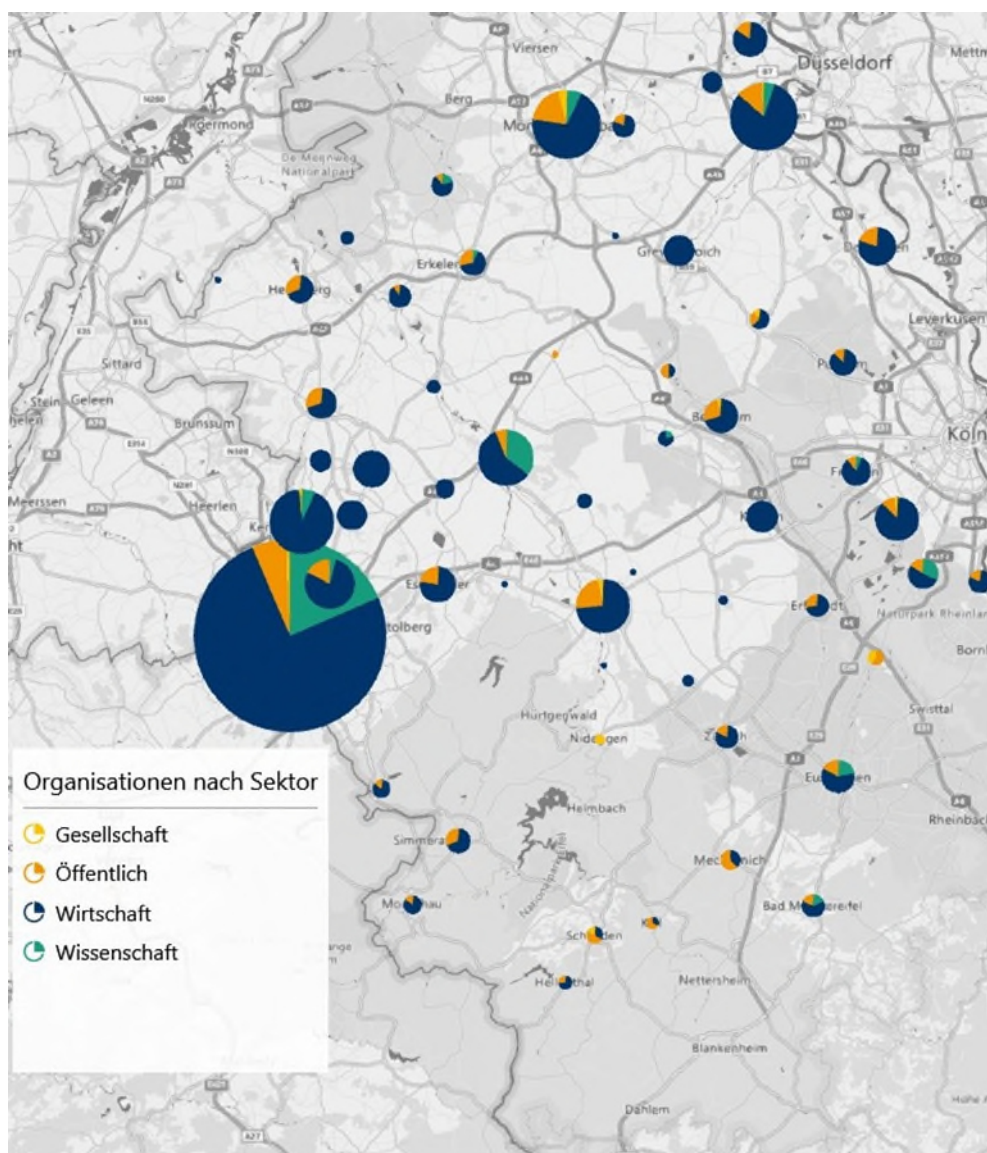
Rang	Organisation	Ort	Gebiets-körperschaft	Akteurstyp	Sektor	Anzahl Quellen	Publi-kationen	Patent-familien	geförderte Projekte			Summe
		Hauptsitz	Hauptsitz				Scopus	Patstat	FÖKAT	EFRE	CORDIS	
1	RWTH	Aachen	Städteregion Aachen	Hochschule	Wissenschaft	5	24.146	158	1.055	79	188	25.626
2	Forschungszentrum Jülich	Jülich	Düren	AuF	Wissenschaft	5	10.464	109	277	13	163	11.026
3	DWI - Leibniz-Institut für Interaktive Materialien	Aachen	Städteregion Aachen	AuF	Wissenschaft	5	448	5	22	3	8	486
4	Fachhochschule Aachen	Aachen	Städteregion Aachen	Hochschule	Wissenschaft	5	445	13	86	35	3	582
5	Access e.V.	Aachen	Städteregion Aachen	An-Institut	Wissenschaft	5	100	13	15	2	4	134
6	Aixtron SE	Herzogenrath	Städteregion Aachen	Unternehmen	Wirtschaft	5	58	60	11	2	10	141
7	Meotec GmbH & CO. KG	Aachen	Städteregion Aachen	Unternehmen	Wirtschaft	5	10	9	2	3	4	28
8	Coatema Coating Machinery GmbH	Dormagen	Rhein-Kreis Neuss	Unternehmen	Wirtschaft	5	1	2	4	4	3	14
9	Indurad GmbH	Aachen	Städteregion Aachen	Unternehmen	Wirtschaft	5	3	3	6	1	1	14

Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus, PATSTAT, FÖKAT, EFRE.NRW, CORDIS

Akteure und Strukturen im Innovationssystem

Dieses Bild wird auch in Abbildung 5 verdeutlicht. Sie stellt die räumliche Verteilung der hier erfassten Organisationen im Regionalen Innovationssystem des Rheinischen Reviers dar. Allgemein ist eine der Bevölkerungsdichte folgende Verteilung erkennbar. Größere Abweichungen entstehen jedoch im Vergleich zwischen Aachen und Mönchengladbach. Das etwas kleinere Aachen weist eine deutlich höhere Dichte an Organisationen auf. Zudem ist die Dichte von wissenschaftlichen Organisationen in Jülich deutlich zu erkennen. In den eher ländlichen Kreisen Euskirchen und Heinsberg ist ein höherer Anteil von gesellschaftlichen und öffentlichen Organisationen zu erkennen, während im Norden der Städteregion Aachen sowie den Orten im östlichen Teil des Rhein-Kreis Neuss und des Rhein-Erft-Kreis wirtschaftliche Akteure bestimmend sind. Vor dem Hintergrund des Strukturwandels ist es sicher nicht zuträglich, dass die Akteursdichte rund um die Braunkohletagebaue sehr gering erscheint. Die Frage, wie das Kernrevier vom Strukturwandel profitieren kann, beziehungsweise wie wirtschaftliche Aktivität und Urbanität ins Kernrevier gebracht werden können, ist eine der großen Herausforderungen im Strukturwandelprozess.

Abbildung 5: Räumliche Verteilung der Organisationen in der Akteurslandschaft des Rheinischen Reviers



Quelle: Eigene Darstellung nach Scopus/SciVal, PATSTAT, FÖKAT, EFRE.NRW, CORDIS

Anmerkung: Die Größe der Kreise und Kreisausschnitte wird durch die Anzahl der Organisationen bestimmt

2.1 Innovationsfelder des Rheinischen Reviers

Zuerst soll an dieser Stelle die Wissensbasis des Rheinischen Reviers analysiert und dargestellt werden. Aus Daten zu den Publikationen von Akteuren im Rheinischen Revier werden jene zehn Innovationsfelder identifiziert, in denen Akteure des RR exzellente Wissenschaft betreiben, welche gleichzeitig auch großes Potenzial hat, in neue Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren überführt zu werden. Innovationsfelder sind dabei Aggregationen von mehreren Forschungsfeldern (FF), welche ähnlich zueinander sind und ein gemeinsames Anwendungsfeld aufweisen. In diesem Abschnitt wird die Identifikation wissenschaftlich exzellenter und verwertungsnaher Forschungsfelder des Rheinischen Reviers erläutert und dargestellt. Daran anschließend werden die Innovationsfelder in Form von strukturierten Übersichten aufgezeigt.

Die Datengrundlage zur Identifikation der Innovationsfelder wird durch alle Publikationen dargestellt, welche in den Elsevier-Datenbanken Scopus und SciVal Akteuren zugeordnet sind, die im Rheinischen Revier verortet sind. Die Verortung geschieht dabei über dem in Publikationen vermerkten Ort der Organisation, zu denen Autor*innen gehören. Es spielte dabei keine Rolle, ob die Akteure aus der Wissenschaft oder Wirtschaft stammen. Insgesamt wurden zwischen 01.01.2015 und 31.12.2019 43.598 Publikationen unter Beteiligung von Akteuren aus dem Rheinischen Revier veröffentlicht.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

2.1.1 Analyse der Forschungsfelder des Rheinischen Reviers

Laut der Datenbank SciVal können diese 43.598 Publikationen zu insgesamt 1.379 Forschungsfeldern zugeordnet werden.¹⁵ Um aus diesen 1.379 Forschungsfeldern jene zu identifizieren, welche als Innovationsfelder gelten, wurde in enger Abstimmung mit der Auftraggeberin ein Set aus 16 Indikatoren (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5) entwickelt, welches anhand von jeweils acht Indikatoren wissenschaftliche Exzellenz und Verwertungspotenzial von Forschungsfeldern beurteilt.

Um sicherzugehen, dass die Forschungsfelder auch eine gewisse Größe aufweisen, wurden nur die 500 Forschungsfelder, die die meisten Publikationen aufwiesen, einer Analyse unterzogen. Dadurch sind nur Forschungsfelder enthalten, auf welche mehr als 18 Publikationen zwischen 2015 und 2019 entfallen. 12 der 16 Indikatoren wurden hierbei auf die Top 500 der Forschungsfelder angewendet, aus technischen Gründen konnten vier Indikatoren (W8, V3, V7 und V8) nur für die hinsichtlich der anderen Indikatoren besten 250 Forschungsfelder berechnet werden.¹⁶

Tabelle 4: Indikatoren zur Messung der wissenschaftlichen Exzellenz von Forschungsfeldern

Nr.	Beschreibung	Für alle 500 FF
W1	Anzahl aller Publikationen im Forschungsfeld aus dem Rheinischen Revier	Ja
W2	Anzahl von wissenschaftlichen Einrichtungen im RR die im Forschungsfeld publizieren	Ja
W3	Anteil der Publikationen im RR am weltweiten Publikationsaufkommen	Ja
W4	Feld-gewichteter Zitations-Impact der Publikationen aus dem RR	Ja
W5	Weltweite Prominenz des Forschungsfelds	Ja
W6	Wachstum der Publikationen aus dem RR 2015 bis 2019	Ja
W7	Anteil von internationalen Kooperationen an Publikationen im FF aus dem RR	Ja
W8	Abstand der Summe aller Publikationen im RR zum weltweiten Spitzenreiter (in %)	Nein

Tabelle 5: Indikatoren zur Messung des Verwertungspotenzials von Forschungsfeldern

Nr.	Beschreibung	Für alle 500 FF
V1	Anzahl der Publikationen im FF, die von Unternehmen aus dem RR getätigt wurden	Ja
V2	Anzahl von Unternehmen aus dem RR mit Publikationen im Forschungsfeld	Ja
V3	Anteil von Wissenschafts-Wirtschaft Kollaborationen im Forschungsfeld weltweit	Nein
V4	Anzahl von Publikationen aus dem RR, die durch Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft entstanden sind	Ja
V5	Anzahl der Leitmärkte der Wirtschaftsregion Aachen ¹⁷ zu denen Bezug besteht	Ja
V6	Anzahl von Publikationen aus dem RR im Forschungsfeld, welche von Patenten zitiert wurden	Ja
V7	Anzahl von Unternehmen unter den Top 100 Organisationen im FF weltweit	Nein

¹⁵ Als Forschungsfelder bezeichnen wir hierbei die von SciVal verwendeten „Topic Cluster“. Diesen Forschungsfeldern sind so genannte „Topics“ untergeordnet, welche wir wiederum als „Forschungsthemen“ bezeichnen.

¹⁶ Eine genauere Erläuterung und Begründung der Indikatoren kann im Anhang nachgeschlagen werden

¹⁷ Prognos AG 2017

Die Rohdaten aller Indikatoren wurden per Z-Transformation normalisiert, so dass sie in einer gemeinsamen Bewertung mit einbezogen werden können. Alle Indikatoren wurden gleichgewichtet und flossen damit zu gleichen Teilen in einen Gesamtwert sowie einen Wert für „Wissenschaftliche Exzellenz“ und „Verwertungspotenzial“ ein. Diese Werte sind Z-Scores: Liegt dieser Wert bei 0, weist das Forschungsfeld nur eine durchschnittliche Ausprägung auf, liegt er bei 1, liegt der Wert um eine Standardabweichung über dem Durchschnitt aus allen bewerteten Feldern.

Im Folgenden werden die jeweils zehn stärksten Forschungsfelder des Rheinischen Reviers hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Exzellenz (WE) und ihres Verwertungspotenzials (VP) vorgestellt.

Tabelle 6¹⁸ zeigt dabei die Forschungsfelder des Rheinischen Reviers mit der höchsten wissenschaftlichen Exzellenz. Erkennbar ist, dass die Anzahl der Publikationen aus dem Rheinischen Revier in jenen Forschungsfeldern am höchsten ist, in welchen Forschungseinrichtungen des Reviers zu internationalen Großprojekten beitragen, wie z.B. in der Quantenphysik und in der Fusionsforschung an Tokamak-Reaktoren. Am weitesten verbreitet im Revier ist hingegen die Forschung an Graphen und Lithium-Batterien. Mehr als 10 Forschungseinrichtungen des Reviers sind in diesen Forschungsfeldern tätig.

Tabelle 6: Wissenschaftlich exzellente Forschungsfelder des Rheinischen Reviers

Rang WE	Forschungs-feld	TC-Nr.	WE	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	Rang VP
	Bezeichnung		Z-Score	Anzahl Pub. aus dem RR	Anzahl von Wiss.-Org. aus dem RR	Anteil an weltweiten Pub.	Feld-gew. Zitations-Impact	Prominenz	Dynamik	% intern. Koop.	% zur Welt-spitze	
1	Quantenphysik	6	3,6	1802	5	3,8	3	98	22	88	29	190
2	Tokamak-Reaktor	185	2,2	756	5	4,1	2	78	4	83	33	76
3	Industrie 4.0	907	1,4	243	8	3,5	1	58	-28	10	104	10
4	Festoxid-Brennstoffzellen	316	1,3	332	7	2,3	1	93	-17	48	59	79
5	Li-Ionen-Akkumulatoren	30	1,3	661	11	0,6	2	100	61	34	9	3
6	Genomanalyse	592	1,2	22	5	0,2	9	87	36	86	3	194
7	Graphen	22	1,1	373	13	0,4	2	100	-24	66	7	9
8	Gravitationswellen	15	1,0	98	5	0,2	7	96	14	87	4	355
9	P-Ram	946	1,0	114	6	2,6	2	53	31	75	34	86
10	Neuro-Imaging	181	1,0	368	6	1,5	2	93	-11	52	30	13

Quelle: SciVal, eigene Berechnung

Die wissenschaftliche Exzellenz von Forschung aus dem Rheinischen Revier wird vor allem durch einen hohen Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen (W3), einem hohen Zitations-Impact (W4), und einer geringen Entfernung zur Weltspitze (W8) verdeutlicht. Besonders hervorzuheben sind hier neben „Quantenphysik“ und „Tokamak-Reaktor“ die Felder „Industrie 4.0“, „Festoxid-Brennstoffzellen“, „P-Ram“ und „Neuro-Imaging“. In diesen sind Organisationen aus dem Rheinischen Revier an mehr als 1% der

¹⁸ Die Benennung der Forschungsfelder in der SciVal-Datenbank enthält ursprünglich die drei charakteristischen Schlüsselbegriffe des Forschungsfeldes. Da diese Bezeichnung zu lang und für Laien wenig verständlich ist, wurde aus der tiefergehenden Analyse der enthaltenen Forschungsthemen und Publikationen eine eigene Bezeichnung gebildet. Anhand der TC-Nummer können interessierte Leser*innen und wissenschaftliche Einrichtungen mit Scopus/SciVal-Lizenz die Ergebnisse für sich nachverfolgen.

weltweiten Publikationen beteiligt. In allen FF ist der feld-gewichtete Zitations-Impact höher als 1, was bedeutet, dass Publikationen aus dem Revier im jeweiligen Forschungsfeld überdurchschnittlich häufig zitiert werden. Der Abstand zur Weltspitze wird ausgedrückt darin, wie hoch die Anzahl der Publikationen aus dem Rheinischen Revier zum Vergleich zur weltstärksten Organisation ist. Besonders sticht hier „Industrie 4.0“ hervor: Die Anzahl aller Publikationen mit Beteiligung von Forschungseinrichtungen aus dem Rheinischen Revier ist höher als die Anzahl der Publikationen des globalen Spitzenreiters (TU München).

Die Dynamik von Forschungsfeldern lässt sich in den Indikatoren W5 und W6 nachvollziehen. Die weltweite Prominenz eines Forschungsfelds wird von SciVal so berechnet¹⁹, dass sie als Indikator für Aufmerksamkeit und Bedeutung eines Felds in der globalen Forschungslandschaft zu verstehen ist²⁰. Dementsprechend erreicht das Forschungsfeld „Li-Ionen-Akkumulatoren“ den globalen Höchstwert von 100. Die Forschung zur Industrie 4.0 erreicht hier nur einen geringen Wert, da sie besonders stark in Deutschland betrieben wird. Daher rührt vermutlich auch der geringe Wert für internationale Kooperationen.

Die Spalte „Rang VP“ verdeutlicht zudem, dass erwartungsgemäß wissenschaftlich exzellente Forschungsfelder nicht zwingend ein hohes Verwertungspotenzial (VP) aufweisen. Nur „Industrie 4.0“, „Lithium-Batterien“ und „Graphen“ liegen in den Top 10 beider Dimensionen. Deswegen werden im Folgenden die Top 10 Forschungsfelder nach Verwertungspotenzial genauer dargestellt.

Tabelle 7 zeigt, in welchen Forschungsfeldern des Rheinischen Reviers besonders hohes Verwertungspotenzial besteht. Dies wird vor allem durch die Beteiligung von Unternehmen, vorzugsweise aus dem Rheinischen Revier, an der Forschung zum Thema verdeutlicht. Vor allem Energiethemen erscheinen hier dominant – sie weisen die höchste Anzahl von Publikationen von Unternehmen aus dem Rheinischen Revier auf (V1), die größte Anzahl von Unternehmen, welche im Forschungsfeld tätig sind (V2) und die höchste Anzahl von Wissenschafts-Wirtschafts-Ko-Publikationen, die mit Beteiligung von Akteuren aus dem RR durchgeführt wurden (V4). Der Vergleich von V4 und V1 verdeutlicht, wie stark Forschungseinrichtungen aus dem RR mit Unternehmen außerhalb des Reviers kooperieren, wenn V4 größer als V1 ist. Dies ist vor allem in den Feldern „Supercomputing“, „Methanspeicher“, „Industrie 4.0“ und „Graphen“ der Fall. V3 und V7 zeigen global auf, wie verwertungsnah ein Forschungsfeld ist. In V3 wird verdeutlicht, wie sehr im Forschungsfeld Unternehmen an der globalen Publikationstätigkeit beteiligt sind, während V7 aufzeigt, wie viele der Top 100 publizierenden Organisationen als Unternehmen gelten. Diese allgemeine Verwertungsnahe ist vor allem in den Feldern „Bioreaktoren“, „Methanspeicher“ und „Hybrid-Antrieb“ gegeben. Die spezifische Verwertungsnahe der Forschung aus dem Rheinischen Revier zeigt sich auch daraus, wie stark die Publikationen aus den Jahren 2015-19 bereits in Patenten zitiert wurden (V6). Im Bereich „Lithium-Batterien“ und „Graphen“ sind hier die höchsten Werte auszumachen.

Der Indikator V8 soll zudem erfassen, inwiefern Forschungsfelder zur Unternehmenslandschaft in Deutschland und den ans Revier angrenzenden Ländern Belgien und Niederlande passen. Dies ist vor allem dann gegeben, wenn unter den Top 100 publizierenden Unternehmen der Welt besonders viele aus diesen Ländern enthalten sind. Zudem wurden Unternehmen, welche aus dem Ausland stammen, aber im Rheinischen Revier bereits eine Niederlassung haben, hierbei mitgezählt, wenn sie unter den Top 100 liegen. Mit 31 Unternehmen fällt das Forschungsfeld „Industrie 4.0“ hier besonders auf, was die bereits in Tabelle 6 festgestellte deutsche Stärke in diesem Feld

¹⁹ SciVal 2021

²⁰ Die Prominenz ist der einzige Indikator in der Berechnung der wissenschaftlichen Exzellenz, der nicht an die Performance des Rheinischen Reviers gekoppelt ist, sondern für ein FF auf der ganzen Welt gleich ist.

unterstreicht. Außerdem sind deutsche, niederländische und belgische Unternehmen besonders aktiv in den Feldern Hybrid-Antrieb, Biodiesel und Supercomputing.

Tabelle 7: Die zehn Forschungsfelder mit dem größten Verwertungspotenzial im Rheinischen Revier

Rang VP	Forschungsfeld Bezeichnung	TC-Nr.	VP Z-Score	V1 Anzahl Pub. von Unternehmen aus dem RR	V2 Anzahl von pub. Unternehmen aus dem RR	V3 Globaler Anteil von Wiss.-Wirt.- Kooperation	V4 Anzahl von Wiss.-Wirt.- Kopub. mit dem RR	V5 Anzahl von Leitmärkten in Bezug zum FF	V6 Anzahl von zitierenden Patenten	V7 Globale Anzahl von Unternehmen in Top 100	V8 Anzahl von Unternehmen aus DE/BE/NL in Top 100 der Unternehmen	Rang WE
1	Mikrogrids	13	3,5	119	4	6,0	158	2	0	6	15	70
2	Energieverteilung	28	3,1	92	7	8,0	124	2	0	4	13	83
3	Li-Ionen- Akkumulatoren	30	2,6	50	5	2,9	87	2	10	0	16	5
4	Biodiesel	165	2,6	79	4	5,3	67	3	2	7	18	120
5	Hybrid-Antrieb	727	2,0	29	5	5,7	25	4	1	10	26	213
6	Supercomputing	92	1,9	26	4	9,2	51	2	3	7	18	169
7	Methanspeicher	213	1,8	10	2	23,3	34	1	1	17	7	207
8	Bioreaktoren	1124	1,8	6	6	8,0	10	2	1	26	15	23
9	Graphen	22	1,5	14	5	2,6	88	2	4	0	14	7
10	Industrie 4.0	907	1,5	5	4	6,5	27	2	1	9	31	3

Quelle: SciVal, eigene Berechnung

Auch hinsichtlich des Verwertungspotenzials ist zu bemerken, dass es einen Trade-off zwischen wissenschaftlicher Exzellenz und Verwertungspotenzial zu geben scheint. Um jene Forschungsfelder zu finden, welche diesen Trade-Off auflösen, werden sowohl wissenschaftliche Exzellenz als auch Verwertungspotenzial gleichgewichtet zusammengerechnet. Die 50 Forschungsfelder des Rheinischen Reviers, die die höchste Gesamtbewertung aufweisen, werden in Tabelle 8 gezeigt. Sie enthält zudem die Zuweisung der Forschungsfelder zu Innovationsfeldern. Die Innovationsfelder selbst werden im folgenden Abschnitt 2.1.2 näher erläutert.

Angeführt wird die Rangliste von den Forschungsfeldern Li-Ionen-Akkumulatoren, Mikrogrids, Energieverteilung, Quantenphysik und Industrie 4.0. Besonders geringe Unterschiede zwischen Exzellenz- und Verwertungsrang weisen dabei die Felder Li-Ionen-Akkumulatoren, Industrie 4.0, Graphen, Bioreaktoren, Neuro-Imaging und Insulintherapie auf. Hier liegen Exzellenz und Verwertungspotenzial in der Waage, während bei den Feldern Quantenphysik und Tokamak-Reaktor die wissenschaftliche Exzellenz eindeutig dominiert. Die unterschiedlichen Ausprägungen dieser beiden Dimensionen werden in Abbildung 6 zudem visualisiert, jedoch aus gestalterischen Gründen nur für die 30 stärksten Felder. Deutlich wird hierbei, dass der obere rechte Quadrant (hohes Verwertungspotenzial und hohe wissenschaftliche Exzellenz) schwer zu erreichen ist.

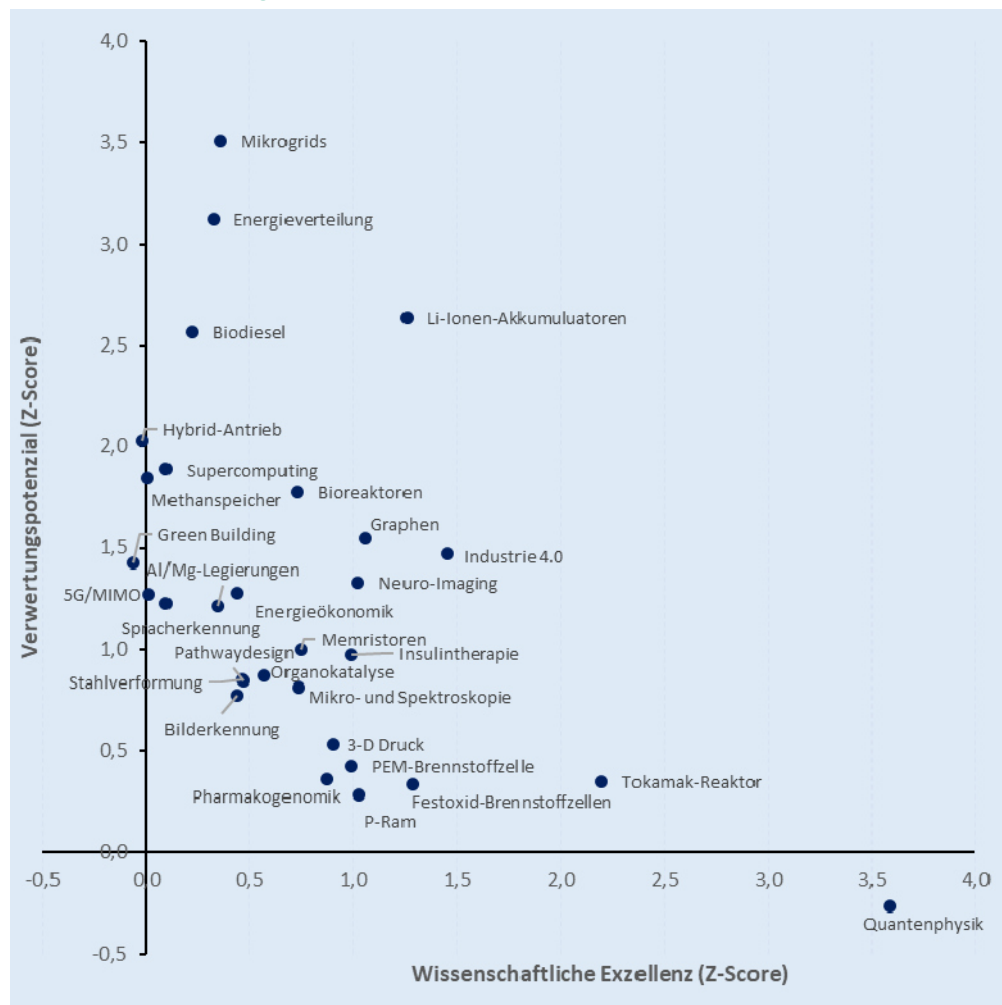
Tabelle 8: Die 50 stärksten Forschungsfelder des Rheinischen Reviers

Rang	Forschungsfeld Bezeichnung	Innovationsfeld Bezeichnung	TC-Nr.	Gesamt		Wiss. Exzellenz		Verwertungspot.	
				Z-Score		Z-Score	Rang	Z-Score	Rang
1	Li-Ionen-Akkumulatoren	Alternative Antriebstechnologien	30	1,9		1,3	5	2,6	3
2	Mikrogrids	Energiesystem der Zukunft	13	1,9		0,4	70	3,5	1
3	Energieverteilung	Energiesystem der Zukunft	28	1,7		0,3	83	3,1	2
4	Quantenphysik	Quanten- und Supercomputing	6	1,7		3,6	1	-0,3	190
5	Industrie 4.0	Zukunftsfähige Industrie	907	1,5		1,4	3	1,5	10
6	Biodiesel	Alternative Antriebstechnologien	165	1,4		0,2	120	2,6	4
7	Graphen	Neue Materialien und Werkstoffe	22	1,3		1,1	7	1,5	9
8	Tokamak-Reaktor	Neue Materialien und Werkstoffe	185	1,3		2,2	2	0,3	76
9	Bioreaktoren	Bioökonomie	1124	1,3		0,7	23	1,8	8
10	Neuro-Imaging	Digitale Medizin	181	1,2		1,0	10	1,3	13
11	Hybrid-Antrieb	Alternative Antriebstechnologien	727	1,0		0,0	213	2,0	5
12	Supercomputing	Quanten- und Supercomputing	92	1,0		0,1	169	1,9	6
13	Insulintherapie	Digitale Medizin	46	1,0		1,0	12	1,0	25
14	Methanspeicher	Energiesystem der Zukunft	213	0,9		0,0	207	1,8	7
15	Memristoren	Nanoelektronik	131	0,9		0,7	20	1,0	24
16	Energieökonomik	Energiesystem der Zukunft	81	0,9		0,4	52	1,3	15
17	Festoxid-Brennstoffzellen	Alternative Antriebstechnologien	316	0,8		1,3	4	0,3	79
18	Al/Mg-Legierungen	Neue Materialien und Werkstoffe	106	0,8		0,3	74	1,2	19
19	Mikro- und Spektroskopie	Neue Materialien und Werkstoffe	771	0,8		0,7	22	0,8	32
20	Organokatalyse	Katalyse	4	0,7		0,6	31	0,9	28
21	3-D Druck	Zukunftsfähige Industrie	609	0,7		0,9	14	0,5	51
22	PEM-Brennstoffzelle	Alternative Antriebstechnologien	229	0,7		1,0	11	0,4	64
23	Green Building	Energiesystem der Zukunft	176	0,7		-0,1	230	1,4	11
24	Spracherkennung	Zukunftsfähige Industrie	156	0,7		0,1	168	1,2	18
25	Pathwaydesign	Bioökonomie	850	0,7		0,5	45	0,8	30
26	Stahlverformung	Neue Materialien und Werkstoffe	413	0,7		0,5	47	0,8	29
27	P-Ram	Nanoelektronik	946	0,7		1,0	9	0,3	86
28	5G/MIMO	Zukunftsfähige Industrie	3	0,6		0,0	202	1,3	17
29	Pharmakogenomik	Digitale Medizin	436	0,6		0,9	16	0,4	73
30	Bildererkennung	Zukunftsfähige Industrie	0	0,6		0,4	50	0,8	34
31	Strömungsdynamik	Aviation	34	0,6		0,1	151	1,1	20
32	Zeolith	Katalyse	7	0,6		0,4	68	0,8	33
33	HEMT	Nanoelektronik	208	0,6		-0,2	274	1,3	14
34	Process Mining	Zukunftsfähige Industrie	327	0,6		0,8	19	0,4	72
35	Tomographie	Digitale Medizin	245	0,6		0,1	155	1,0	22
36	Kraft-Wärme-Kopplung	Energiesystem der Zukunft	271	0,6		0,2	119	0,9	27
37	Software-Modellierung	Zukunftsfähige Industrie	49	0,5		0,3	75	0,8	35
38	OLED	Nanoelektronik	61	0,5		0,4	69	0,7	38
39	Ultrakurzpuls-Laser	Neue Materialien und Werkstoffe	435	0,5		0,4	67	0,7	42
40	Aerosole	Aviation	42	0,5		0,6	27	0,4	66
41	Photokatalyse	Katalyse	8	0,5		0,6	29	0,4	63
42	Silikon-Photonik	Nanoelektronik	203	0,5		0,0	217	1,1	21
43	Abwasserbehandlung	Bioökonomie	206	0,5		0,8	18	0,2	107
44	Neue Verbrennungsmotoren	Aviation	256	0,5		0,4	51	0,6	50
45	Massenspektrometrie	Digitale Medizin	227	0,5		0,2	112	0,8	36
46	Quantenoptik	Quanten- und Supercomputing	57	0,5		0,4	53	0,5	52
47	Synthetische Biologie	Bioökonomie	362	0,5		0,3	77	0,6	45
48	Quantendots	Nanoelektronik	59	0,5		0,2	129	0,8	37
49	Spintronics	Nanoelektronik	105	0,5		0,7	24	0,2	93
50	Genomanalyse	Digitale Medizin	592	0,5		1,2	6	-0,3	194

Quelle: SciVal, eigene Berechnung

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Abbildung 6: Wissenschaftliche Exzellenz und Verwertungspotenzial der 30 stärksten Forschungsfelder des Rheinischen Reviers



Quelle: SciVal, eigene Berechnung

2.1.2 Die zehn stärksten Innovationsfelder des Rheinischen Reviers

Die Übersicht der stärksten Forschungsfelder (Tabelle 8) zeigt zudem, dass eine weitere Aggregation dieser Forschungsfelder nötig ist. Einige der Felder sind denselben Anwendungsfeldern zugehörig und sollten daher im Rahmen der Gestaltung des Strukturwandels gebündelt werden. Zu dieser Bündelung dient das Konzept des Innovationsfelds. Hierbei werden Forschungsfelder aufgrund von Ähnlichkeiten und Anwendungen zu Innovationsfeldern aggregiert. Vor dem Hintergrund des Strukturwandels und der potenziell hierin strukturierenden Funktion von Innovationsfeldern erhöht diese Aggregation die Entdeckung von Gemeinsamkeiten und Komplementaritäten sowie eine Aktivierung von mehr Akteuren als dies bei den relativ spezifischen Forschungsfeldern der Fall wäre.

In Absprache mit den Auftraggebern wurden die 50 stärksten Forschungsfelder zu zehn Innovationsfeldern aggregiert. Im Laufe des Projekts wurden anhand von Interviews mit Vertreter*innen von Wissenschaftseinrichtungen, Innovationspolitik und Gründungen diese Innovationsfelder validiert und getestet. Insgesamt traf die Benennung der Innovationsfelder auf Zustimmung. Hinweise der Expert*innen flossen zudem in die Beschreibung der Felder ein. Die breite Begriffsgebung eignet sich laut einhelliger

Meinung der Expert*innen sehr gut, um zahlreiche Akteure der Region hinter diesen Begriffen vereinen und aktivieren zu können.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

In den Interviews mit Expert*innen des Reviers wurde zudem die Umfassung der Innovationsfelder als sehr breit eingeschätzt, was leider die Spezialisierungen des Reviers verdeckte; deswegen wurden die im engeren Sinne zugehörigen Forschungsfelder aufgelistet. Sie sind demnach als Spezialisierungen innerhalb der Innovationsfelder zu verstehen. Es ist unbedingt zu beachten, dass die hier benannten Forschungsfelder nicht die einzigen Forschungsfelder sind, welche zu den definierten Innovationsfeldern gehören. Außerhalb der stärksten 50 finden sich sicherlich geeignete, zu den Innovationsfeldern passende Forschungsfelder, welche in diesem Bericht jedoch nicht alle aufgeführt werden können. Zudem ist die Zuweisung von allen 500 untersuchten Forschungsfeldern zu potenziellen Innovationsfeldern außerhalb des in dieser Studie leistbaren. Die zu den hier definierten Innovationsfeldern gelisteten Forschungsfelder sollten daher vor allem als engere Auswahl innerhalb der Innovationsfelder verstanden werden, welche die Ausrichtung und Beschreibung der Innovationsfelder leiten.

Diese hier über die Analyse von 16 Indikatoren erfolgte Auswertung der Forschungsfelder des Rheinischen Reviers sowie deren Aggregation ermöglicht die Bestimmung der zehn Innovationsfelder des Rheinischen Reviers, welche wissenschaftliche Exzellenz und Verwertungspotenzial in sich vereinen. Eine Übersicht über die Innovationsfelder in alphabetischer Reihenfolge und ihre Bewertung wird in Tabelle 9 gegeben. Zur Darstellung der Z-Scores wurde der Mittelwert für die dazugehörigen Forschungsfelder, gewichtet nach der Anzahl der Publikationen, in den Forschungsfeldern berechnet. Wie zu erkennen ist, decken die zehn stärksten Innovationsfelder des Rheinischen Reviers ein breites Spektrum von vor allem technischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen ab, in dem sich die technologische Ausrichtung der im Rheinischen Revier forschenden Organisationen widerspiegelt.

Tabelle 9: Die zehn Innovationsfelder des Rheinischen Reviers

Innovationsfeld	Anzahl Publikationen	Gesamt- bewertung	Wiss. Exzellenz	Verwertungs- potenzial
Z-Score (gewichteter MW)				
Alternative Antriebstechnologien	1544	1,4	1,0	1,7
Aviation	767	0,5	0,4	0,7
Bioökonomie	276	0,7	0,7	0,7
Digitale Medizin	973	0,9	0,8	1,0
Energiesystem der Zukunft	1327	1,4	0,3	2,4
Katalyse	808	0,6	0,5	0,7
Nanoelektronik	1115	0,6	0,5	0,7
Neue Materialien und Werkstoffe	1733	1,1	1,3	0,8
Quanten- und Supercomputing	2122	1,5	3,1	0,0
Zukunftsfähige Industrie	1386	0,8	0,6	1,0

Quelle: SciVal, Eigene Berechnung

Die höchste Gesamtbewertung erzielt das Feld Quanten- und Supercomputing, was vor allem an der starken wissenschaftlichen Exzellenz im Bereich Quantenphysik begründet liegt. Jedoch ist die Verwertungsnahe in diesem Innovationsfeld noch nicht besonders groß, da die Marktreife von Quantencomputeranwendungen sicherlich noch einige Jahre benötigt. Auf den darauffolgenden Rängen folgen die IF Alternative Antriebstechnologien, Energiesystem der Zukunft und Neue Materialien und Werkstoffe. Darunter weisen die erstgenannten ein besonders hohes Verwertungspotenzial auf. Die Felder Digitale Medizin, Zukunftsfähige Industrie und Bioökonomie bilden in dieser Rangfolge ein vielversprechendes Mittelfeld, in welchem sich wissenschaftliche Exzellenz und Verwertungspotenzial die Waage halten. Die (noch) kleinsten Innovationsfelder sind

in dieser Auflistung die Felder Nanoelektronik, Katalyse und Aviation, welche über sehr ähnliche Bewertungen verfügen.

Ausgehend von der Identifikation dieser Innovationsfelder können auch in den anderen uns vorliegenden Datenbanken zu Patentaktivitäten und Innovationsförderung des Bundes im Rheinischen Revier Zuordnungen zu Innovationsfeldern durchgeführt werden. Hierbei wurden die von SciVal zur Verfügung gestellten „Keyphrases“ (Schlagwörter), welche die Forschungsfelder definieren, genutzt, um per überwachtem semantischem Matching-Verfahren in PATSTAT jene Patentfamilien zu identifizieren, deren Titel und Abstrakt diese Schlüsselbegriffe enthalten. Es ist anzumerken, dass dieses Vorgehen rigide ist und tendenziell die Anzahl der Patentfamilien in den Innovationsfeldern unterschätzt, wie in Tabelle 10 eindeutig zu erkennen ist. Patentfamilien können zudem mehreren Innovationsfeldern zugeordnet werden. Außerdem wurden die Inhalte der Forschungsfelder genutzt, um je nach semantischen Übereinstimmungen in der Leistungsplansystematik (LPS) des Förderkatalogs des Bundes (FÖKAT) Projekte den verschiedenen Innovationsfeldern zuzuweisen.²¹ Es ist hierbei zu beachten, dass aufgrund der unterschiedlichen Zuweisungsverfahren kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann.

Tabelle 10: Übersicht über Publikations-, Patent- und Projektaktivitäten in den Innovationsfeldern des Rheinischen Reviers

Publikationen				Patentfamilien			Geförderte Projekte (Bund)		
Rang	Innovationsfeld	Anzahl Pub.	Anteil (%)	Innovationsfeld	Anzahl PF.	Anteil (%)	Innovationsfeld	Anzahl FKZ	Anteil (%)
1	Quanten- und Supercomputing	2.122	4,9	Alternative Antriebstechnologien	177	7,7	Energiesystem der Zukunft	452	16,5
2	Neue Materialien und Werkstoffe	1.733	4,0	Neue Materialien und Werkstoffe	92	4,0	Alternative Antriebstechnologien	322	11,8
3	Alternative Antriebstechnologien	1.544	3,5	Zukunftsfähige Industrie	37	1,6	Zukunftsfähige Industrie	276	10,1
4	Zukunftsfähige Industrie	1.386	3,2	Aviation	23	1,0	Bioökonomie	211	7,7
5	Energiesystem der Zukunft	1.327	3,0	Nanoelektronik	20	0,9	Neue Materialien und Werkstoffe	116	4,2
6	Nanoelektronik	1.115	2,6	Energiesystem der Zukunft	12	0,5	Digitale Medizin	109	4,0
7	Digitale Medizin	973	2,2	Katalyse	11	0,5	Aviation	49	1,8
8	Katalyse	808	1,9	Bioökonomie	4	0,2	Nanoelektronik	31	1,1
9	Aviation	767	1,8	Digitale Medizin	3	0,1	Quanten- und Supercomputing	2	0,1
10	Bioökonomie	276	0,6	Quanten- und Supercomputing	0	0,0	Katalyse	0	0,0
	Summe	12.051	28	Gesamt	345	15	Summe	1.568	57
	Sonstige	31.473	72	Sonstige	1.960	85	Sonstige	1.164	43
	Alle Publikationen	43.524	100	Alle Patentfamilien	2.305	100	Alle FKZ	2.735	100

Quelle: Eigene Berechnung nach SciVal, PATSTAT, Förderkatalog des Bundes (FÖKAT)

Anmerkung: FKZ = Förderbescheid (Förderkennzeichen), Patentfam. = Patentfamilien nach Ort des Anmelders im Revier

Diese Zuordnung zu Innovationsfeldern ermöglicht die in Tabelle 10 dargestellte Übersicht der Publikations-, Patent- und Projektaktivitäten von Akteuren im Rheinischen Revier in den Innovationsfeldern des Rheinischen Reviers. Jedoch kann die Rangfolge der Innovationsfelder durchaus Hinweise darauf geben, in welchen Innovationsfeldern vergleichsweise viel Aktivität im Rheinischen Revier festzustellen ist. Zudem können Patentierungs- und Projektdaten zusätzlichen Aufschluss über die Verwertungsnahe von Innovationsfeldern geben. Während Publikationen ein Indikator sind, welche vor allem die Forschung im Revier abbilden, indiziert die Anmeldung von Patenten bzw.

²¹ Siehe Anhang, II. Methoden

Patentfamilien einen stärkeren Verwertungsbezug. Die Erfassung der Projektförderung des Bundes (hierbei vor allem von BMBF und BMWi) zeigt zudem einen Einblick in die Innovationsprojekte, welche oftmals hinter der Veröffentlichung von Publikationen und Patenten stehen. Hierbei ist von einer stärkeren Beteiligung von wirtschaftlichen und öffentlichen Organisationen (Kapitel 4.1) auszugehen.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Von den identifizierten Innovationsfeldern gehören die Felder Alternative Antriebstechnologien, Neue Materialien und Werkstoffe und Zukunftsfähige Industrie zu den besten fünf Innovationsfeldern in allen drei Rangfolgen. Dies betont ihre besondere Stellung im Revier und eine relativ ausgewogene Balance zwischen wissenschaftlicher Exzellenz und Verwertungspotenzial. Im Feld Quanten- und Supercomputing hingegen wird die oben bereits angesprochene Stärke in der Forschung bei gleichzeitiger Schwäche im Verwertungsbereich erneut deutlich. Das Feld Energiesystem der Zukunft hingegen führt das Feld der Projektförderung an, während die Publikations- und Patentaktivitäten im Mittelfeld der Innovationsfelder liegen. Auffällig sind zudem die Felder Aviation und Bioökonomie, welche besonders stark in Patentaktivitäten, beziehungsweise der Einwerbung von Projektmitteln sind.

Im Folgenden werden anhand von strukturierten Übersichten die Innovationsfelder in alphabetischer Reihenfolge detailliert vorgestellt. Hierbei fließen Ergebnisse aus Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken ein. Die Analyse der zugehörigen Forschungsfelder und -themen sowie die Experteninterviews flossen in die Kurzbeschreibungen der Innovationsfelder ein. Die Übersichten zeigen zur näheren Erläuterung nicht nur die Forschungsfelder, sondern auch die zugehörigen Forschungsthemen (FT).²²

Anhand der hier aufgeführten Organisationen aus dem Rheinischen Revier mit den meisten Publikationen, Patentfamilien und geförderten Innovationsprojekten²³ wird Auskunft über im Innovationsfeld aktive Forschungseinrichtungen, Unternehmen und öffentlich-rechtlich organisierte Organisationen aus dem Revier gegeben. Die Auflistung der laut SciVal publizierenden Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlanden weist auf mögliche Kooperationspartner, Anwender oder potenzielle Interessenten für Ansiedlungen im Revier im Innovationsfeld hin. Zudem lässt sich anhand dieser Unternehmen erkennen, in welchen Branchen die Forschungsfelder der Innovationsfelder über Anwendungspotenziale verfügen. Eine genauere, detaillierte Aufführung der Aktivitäten, Potenziale, Herausforderungen und Erschließungspotenziale in den jeweiligen Innovationsfeldern findet sich in Kapitel 6.

²² Diese entstammen der „Topic“-Ebene von SciVal, welche den Forschungsfeldern („Topic Cluster“) untergeordnet ist, die Benennung der Forschungsthemen ist das Ergebnis einer Desktop-Recherche des Projektteams zu den besonders bedeutenden Publikationen und Aktivitäten im Forschungsfeld.

²³ Aufgelistet werden hier nur Organisationen die mehr als 2 Publikationen, Patentfamilien und Projekte aufweisen.

Abbildung 7: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Alternative Antriebstechnologien

Innovationsfeld

Alternative Antriebstechnologien

Neue Antriebstechnologien, die umweltschonende Mobilität ermöglichen

Bewertung			Kurzbeschreibung		
	Z-Score	Rang	Mobilität und Transport benötigen neue, umweltschonendere Alternativen für den Antrieb von Kleinstfahrzeugen, Kraftfahrzeugen, Nutzfahrzeugen, Bussen, Schienenfahrzeugen und Schiffen zur Verwirklichung eines klimaschonenden Verkehrssystems durch E- und H-Mobilität. Eng verbunden damit ist die Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte und autonomer Steuerung.		
Wissenschaftliche Exzellenz	1,4	2			
Verwertungspotenzial	1,0	3			
Gesamtbewertung	1,7	2			

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat

	Anzahl	Rang
Publikationen	1.544	3
Patentfamilien	177	1
Projekte	322	2

Dazugehörige Forschungsfelder aus den 50 stärksten des Reviers

TC	Forschungsfeld (inkl. Forschungsthemen)	Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.-Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen (im Revier vertreten, alphabetisch sortiert)	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)
		1544	1,4	1,0	1,7		8
30	Li-Ionen-Akkumulatoren LiFePo4-Batterien, Lithium-Ionen Batterien, Batteriemanagement	661	1,9	1,3	2,6	E.ON, FEV, Ford Forschungszentrum Aachen, Microstructure and Pores, Sihl	Siemens, BASF, Robert Bosch, BMW, Volkswagen, Daimler, E.ON, SGL Carbon, Ionic Liquids, Umicore, Airbus, NXP
316	Festoxid-Brennstoffzellen Festoxid-Brennstoffzelle, Keramikmembrane	332	0,8	1,3	0,3	-	Siemens, Robert Bosch, Thyssen Stahl, Schott, Sunfire, Airbus, HyGear
229	PEM-Brennstoffzelle PEMFC Brennstoffzellen, Elektrolyse, Elektrokatalyse	275	0,7	1,0	0,4	E.ON, FEV	Siemens, BASF, Robert Bosch, BMW, Volkswagen, Daimler, Thyssen Stahl, Airbus, DSM Food Specialities, AkzoNobel
165	Biodiesel Biodiesel, Verringerung von CO2-Emissionen in herkömmlichen Antrieben	185	1,4	0,2	2,6	E.ON, FEV, Ford Forschungszentrum Aachen, Pierburg	Siemens, Robert Bosch, BMW, Volkswagen, Daimler, FEV, IAV, Continental, Umicore, LaVision, Mann+Hummel, IHI Charging Systems, Shell, DAF Trucks
727	Hybrid-Antrieb Plugin-Hybrid, Automatisierung und Energiemanagement	91	1,0	0,0	2,0	A. Schulman , E.ON, FEV, Ford Forschungszentrum Aachen, FKA	Siemens, Robert Bosch, Infineon, BMW, Volkswagen, Daimler, E.ON, Evonik Industries, FEV, IAV, Schaeffler, ZF Friedrichshafen, MAN Truck & Bus, FEAAM, Brose Fahrzeugteile, Hella, SEW-Eurodrive, Rheinmetall, SKF, Paul Vahle, Punch Powertrain, Airbus, DAF Trucks

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)

Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl
1	FZ Jülich	1.062	Pierburg	86	RWTH	89
2	RWTH	679	FEV	42	FZ Jülich	40
3	FEV	95	FZ Jülich	16	Stadt Aachen	13
4	E.ON	56	SMS Group	9	Ford Forschungszentrum AC	11
5	Leibniz DWI	22	Ford	5	Stadtwerke Aachen Streetscooter	8

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Abbildung 8: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Aviation

Innovationsfeld

Aviation

Innovationen für eine neue Mobilität in der Luft

Bewertung			Kurzbeschreibung			
	Z-Score	Rang	Moderne bemannte und unbemannte Luftfahrzeuge ermöglichen eine Ausdehnung der Nutzung des Luftraums als Verkehrsraum. Dazu sind neue Antriebe, Entwicklungen im Leichtbau und Aerodynamikkonzepte, aber auch die Erhaltung einer sauberen Atmosphäre nötig.			
Wissenschaftliche Exzellenz	0,4	9				
Verwertungspotenzial	0,7	9				
Gesamtbewertung	0,5	10				

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat

	Anzahl	Rang				
Publikationen	767	9				
Patentfamilien	23	4				
Projekte	49	7				

Aviation	767	0,5	0,4	0,7	7
42 Aerosole	325	0,5	0,6	0,4 FEV, Ford Forschungszentrum Aachen	BASF, OHB-System, Lufthansa, Remote Sensing Solutions, Enviscope, Airbus, Shell
34 Strömungsdynamik	261	0,6	0,1	1,1 B&B Agema, E.ON, IVU Traffic Technologies, Philips	Siemens, Robert Bosch, BMW, Volkswagen, Daimler, MTU Aero Engines, LaVision, MAN Diesel & Turbo, IHI Charging Systems, B&B Agema, Airbus
256 Neue Verbrennungsmotoren	181	0,5	0,4	0,6 B&B-Agema, FEV, Imagine Engineering	Siemens, Bayer, BASF, Robert Bosch, Volkswagen, Daimler, MTU Aero Engines, FEV, LaVision, MAN Diesel & Turbo, B&B Agema, IFTA Systems, Airbus, Shell

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)

Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl
1	RWTH	420	FEV	8	RWTH	32
2	FZ Jülich	84	Pierburg	6	Fraunhofer ILT	5
3	FH Aachen	19	SMS Group	3	FH Aachen	4
4	B&B Agema	15	Ford	3		
5	FEV	6	Getas	3		

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Akteure und Strukturen im Innovationssystem

Abbildung 9: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Bioökonomie

Innovationsfeld						
Bioökonomie						
Erzeugung, Nutzung und Schutz erneuerbarer, biobasierter Ressourcen						
Bewertung			Kurzbeschreibung			
	Z-Score	Rang	Fossile Ressourcen werden verstärkt durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt. Im Rahmen der Bioökonomie werden durch die Erzeugung, Nutzung und den Schutz erneuerbarer, biobasierter Ressourcen Produkte und Prozesse nachhaltiger erzeugt. Durch eine Biologisierung zahlreicher Wirtschaftszweige werden nachhaltige Produkte und Prozesse, aber auch gänzlich neue Innovationen ermöglicht. Bestandteil dieses Innovationsfelds ist zudem der Schutz und Erhalt biobasierter Ressourcen, beispielsweise durch das Entstehen einer Kreislaufwirtschaft.			
Wissenschaftliche Exzellenz	0,7	5				
Verwertungspotenzial	0,7	7				
Gesamtbewertung	0,7	7				
Mit Akteuren aus dem RR entstandene..						
2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat						
	Anzahl	Rang				
Publikationen	276	10				
Patentfamilien	4	8				
Projekte	211	4				
Dazugehörige Forschungsfelder aus den 50 stärksten des Reviers						
TC	Forschungsfeld (inkl. Forschungsthemen)	Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.- Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)
		276	0,7	0,7	0,7	7
850	Pathwaydesign Metabolic Engineering, Biosensoren, Synthetische Biologie	101	0,7	0,5	0,8 -	Bayer, Boehringer Ingelheim, BASF, Merck, Roche Diagnostics, Evonik Industries, Covestro, Symrise, LifeGlimmer, BRAIN AG, C-Lecta, PhytoLab, Estimate Kunststoffteile, UCB SA, Certech, DSM Food Specialties, NIZO food research
1124	Bioreaktoren CHO-Zellen, Bioprozess- Automatisierung, Bioreaktoren, Zellkultivierung, Skalierung von Bioökonomie	57	1,3	0,7	1,8 Aquila Biolabs, Eppendorf AG Bioprocess Center, GEA Lyophil, Kuhner Shaker, M2p-labs, PS Biotech	Siemens, Bayer, BASF, Merck, Covestro, XL-Protein, PSS Polymer Standards Services, UCB SA, Certech, DSM Food Specialties, AkzoNobel, SyMO-Chem
206	Abwasserbehandlung Abwasserbehandlung, Überprüfung von Wasserqualität, Micropollutants	118	0,5	0,8	0,2 Philips	Bayer, BASF, Merck, Covestro, ECT Ökotoxikologie, Currenta, Aquafin, Shell, AkzoNobel, Triskelion, BioDetection Systems
Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)						
Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl
1	RWTH	176			RWTH	81
2	FZ Jülich	106			FZ Jülich	42
3	Fraunhofer IME	12			Fraunhofer IME	16
4	Leibniz DWI	3			Leibniz DWI	9
5					FH Aachen	7

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Abbildung 10: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Digitale Medizin

Innovationsfeld

Digitale Medizin

Transformation von Medizin und Gesundheitswirtschaft durch Digitalisierung

Bewertung

	Z-Score	Rang
Wissenschaftliche Exzellenz	0,8	4
Verwertungspotenzial	1,0	3
Gesamtbewertung	0,9	5

Kurzbeschreibung

Die Digitalisierung bietet in der Erforschung und Entwicklung von Therapeutika, Diagnosemethoden, Hilfsmitteln und Medizintechnik, aber auch in der Betreuung von Patienten zahlreiche Möglichkeiten zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung.

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat

	Anzahl	Rang
Publikationen	973	7
Patentfamilien	3	9
Projekte	109	6

TC

Forschungsfeld
(inkl. Forschungsthemen)

Dazugehörige Forschungsfelder aus den 50 stärksten des Reviers

Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.-Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen (im Revier vertreten, alphabetisch sortiert)	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)
973	0,9	0,8	1,0		9

181

Neuro-Imaging
MRT, Neurowissenschaften, Konnektom, Modellierung und Simulation des Hirns, Big Data Bildanalysen

368

1,2

1,0

1,3

E.ON, Magritek, MaRVis, Philips

Siemens, Bayer, Boehringer Ingelheim, BASF, Merck, Computer Simulation Technology GmbH, MRI.Tools GmbH, mediri, Philips, Shell, Percuros, Brain Innovation

46

Insulintherapie
Insulin, Diabetes, Stoffwechselforschung

287

1,0

1,0

1,0

Abiomed Europe, Medtronic, Philips

Bayer, Boehringer Ingelheim, Merck, Roche Diagnostics, Aventis Pharma, Elsevier

245

Tomographie
Bildgebung in der Medizin, Tomographie, Big Data

105

0,6

0,1

1,0

P3 Group, Philips

Siemens, Bayer, Boehringer Ingelheim, MRI.Tools, KETEK, MSE Micro Systems Engineering, RAPID

362

Synthetische Biologie
Datengestützte Biomedizin, Genexpression, synthetische Biologie, Krebsbehandlung, Wirkstoffabgabe

90

0,5

0,3

0,6

-

Siemens, Bayer, Boehringer Ingelheim, BASF; Roche Diagnostics, Aventis Pharma, LifeGlimmer, Alacris Theranostics, Targenomix, Insilico Biotechnology, UCB SA, NIZO food research, Edgeleap

227

Massenspektrometrie
Massenspektrometrie, Nierenschäden, Diabetes, Proteomik, Proteinanalyse

63

0,5

0,2

0,8

-

Bayer, Boehringer Ingelheim, BASF, Merck, Roche Diagnostics, BioNTech, Mosaïques Diagnostics and Therapeutics, Proteopath, OmnicScouts, Elsevier, DSM Food Specialties, AkzoNobel, ProQR

436

Pharmakogenomik
Krebsforschung, personalisierte Medizin

38

0,6

0,9

0,4

Philips

Bayer, Boehringer Ingelheim, Roche Diagnostics, SYNLAB International, Qiagen, Alacris Theranostics, Biogazelle, Philips

592

Genomanalyse
Mapping von Genomen, Genidentifizierung, Genomic Imaging

22

0,5

1,2

-0,3

-

Siemens, Bayer, Boehringer Ingelheim, Merck, SYNLAB, Aventis Pharma, HealthTwiSt, Topigs Norsvin

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)

Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl
1	RWTH	533			RWTH	34
2	FZ Jülich	157			Uniklinik Aachen	20
3	Philips	39			FZ Jülich	5
4	FH Aachen	12			FEG Textiltechnik mbH	3
5	Medtronic	11				

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Akteure und Strukturen im Innovationssystem

Abbildung 11: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Energiesystem der Zukunft

Innovationsfeld

Energiesystem der Zukunft

Technologien und Systeme, welche den Übergang zu einer nachhaltigeren Energieversorgung ermöglichen

Bewertung

	Z-Score	Rang
Wissenschaftliche Exzellenz	0,3	10
Verwertungspotenzial	2,4	1
Gesamtbewertung	1,4	3

Kurzbeschreibung

Dieses Innovationsfeld umfasst Forschung & Entwicklung in Technologien und Konzepten, welche die Transformation des Energiesystems vorantreiben und dabei die Erreichung der Klimaziele ermöglichen.

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat

	Anzahl	Rang
Publikationen	1.327	5
Patentfamilien	12	6
Projekte	452	1

TC

Forschungsfeld
(inkl. Forschungsthemen)

Dazugehörige Forschungsfelder aus den 50 stärksten des Reviers

Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.-Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen (im Revier vertreten, alphabetisch sortiert)	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)	
1327	1,4	0,3	2,4	19		
28	Energieverteilung Energieverteilung, Netztechnik, Energiespeicher	375	1,7	0,3	3,1 Amprion, E.ON, Ericsson Eurolab, FEV, FGH, Kisters, Trianel	Siemens, BMW, E.ON, RWE Power, Westnetz GmbH, Maschinenfabrik Reinhausen, Tractebel Engineering, Elia System Operator, Tennet, Alliander, Enexis
13	Mikrogrids Mikrogrids, Gleichspannungswandler	358	1,9	0,4	3,5 AixControl, E.ON, FEV, Otto Junker	Siemens, Robert Bosch, Infineon, BMW, Volkswagen, Daimler, E.ON, Semikron Elektronik, Hella, Philips, Airbus, NXP, Tennet
81	Energieökonomik Energieökonomik, Wasserstoffwirtschaft, Energiewende, Akzeptanz von Elektromobilität	210	0,9	0,4	1,3 E.ON, FGH, Ford Forschungszentrum Aachen, nova-Institut für politische und ökologische Innovation, P3 Group	Siemens, BMW, Volkswagen, Daimler, E.ON, TÜV Rheinland, BridgingIT, Solvay, Tractebel Engineering, Umicore, Airbus, Shell, Tennet, ECORYS, Alliander, Enexis
271	Kraft-Wärme-Kopplung Kraft-Wärme-Kopplung, Integrierte Energiesysteme, Wärmenutzung	138	0,6	0,2	0,9 E.ON, FEV, SMS Group	Siemens, Robert Bosch, Volkswagen, Daimler, E.ON, FEV, Airbus, Royal HaskoningDHV
213	Methanspeicher Schiefergestein, Methanspeicher, Porosität, Pyrolyse, Schiefergas	125	0,9	0,0	1,8 Microstructures and Pores, Schlumberger	BASF, E.ON, RWE Power, Microstructures and Pores, Shell, Fugro
176	Green Building Klimaanlagen, Wärmemanagement in Wohnungen, Zero Energy Building, Green Building	121	0,7	-0,1	1,4 Devolo, Denso Automotive Deutschland, E.ON, HIMA Paul Hildebrandt,	Siemens, BASF, Robert Bosch, Volkswagen, Daimler, E.ON, Covestro, TÜV Rheinland, Philips, Airbus, Royal HaskoningDHV, bba binnenmilieu

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)

Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl
1	RWTH	1.149	Beko Technologies	3	RWTH	200
2	E.ON	369	SMS Group	3	FZ Jülich	74
3	FZ Jülich	159			FH Aachen	16
4	FH Aachen	10			Devolo	9
5	MaP	7			ACCESS	7

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Abbildung 12: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Katalyse

Innovationsfeld

Katalyse

Beschleunigung chemischer und biologischer Prozesse durch möglichst geringe Aktivierungsenergie

Bewertung

	Z-Score	Rang
Wissenschaftliche Exzellenz	0,5	7
Verwertungspotenzial	0,7	6
Gesamtbewertung	0,6	8

Kurzbeschreibung

Forschung und Entwicklung im Bereich Katalyse ist bedeutsam, um „Grüne Chemie“ zu ermöglichen. Mithilfe von neuen Katalysatoren und katalytischen Prozessen können Energie- und Ressourceneinsatz verringert werden und chemische sowie biologische Prozesse beschleunigt werden.

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, FöKat

	Anzahl	Rang
Publikationen	808	8
Patentfamilien	11	7
Projekte	0	10

TC	Forschungsfeld (inkl. Forschungsthemen)	Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.- Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen (im Revier vertreten, alphabetisch sortiert)	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)
		808	0,6	0,5	0,7		9
4	Organokatalyse Organokatalyse, Photokatalyse, Mikroreaktor, Sulfoxaflo,	385	0,7	0,6	0,9	Bayer, Magritek	Bayer, Boehringer Ingelheim, BASF, Merck, Aventis Pharma, Evonik Industries, Atotech, Umicore, UCB SA, DSM Food Specialties
7	Zeolithe Wasserstoff, Biogas, Syngas, Abgasreinigung, Hydrierung, Zeolithe	231	0,6	0,4	0,8	Covestro, E.ON, FEV, Ford Forschungszentrum Aachen, Magritek,	Siemens, Bayer, BASF, Daimler, Evonik Industries, Thyssen Stahl, Umicore, hte, Shell, DSM Food Specialties, Syngaschem, HyGear
8	Photokatalyse Perovskit-Solarzellen, Photokatalyse, Water-Splitting zur Wasserstoff-	192	0,5	0,6	0,4	Aixtron, Covestro, 3M	Siemens, BASF, Robert Bosch, Merck, Evonik Industries, InnovationLab, Aixtron, trinamiX, Philips, Airbus

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)

Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl
1	RWTH	599	FEV		5	
2	FZ Jülich	214	RWTH		3	
3	Leibniz DWI	12	Arlanxeo Deutschland		3	
4	Aixtron	6				
5	HS Niederrhein	6				

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Abbildung 13: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Nanoelektronik

Innovationsfeld							
Nanoelektronik							
Elektronische Komponenten im Nanometerbereich							
Bewertung			Kurzbeschreibung				
	Z-Score	Rang	Dieses Innovationsfeld umfasst Technologien, die an der Verkleinerung von elektrischen Komponenten bei gleichzeitiger Leistungs- und Effizienzsteigerung mitwirken. Die Digitalisierung zahlreicher Lebensbereiche stellt hohe Ansprüche an die Entwicklung neuer Schaltkreise und in der Halbleitertechnologie. Da im Nanometerbereich physikalische Grenzbereiche erreicht werden, sind völlig neue Ansätze (wie z.B. neuromorphe Hardware) vonnöten.				
Wissenschaftliche Exzellenz	0,5	8					
Verwertungspotenzial	0,7	8					
Gesamtbewertung	0,6	9					
Mit Akteuren aus dem RR entstandene..							
2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat							
	Anzahl	Rang					
Publikationen	1.115	6					
Patentfamilien	20	5					
Projekte	31	8					
Dazugehörige Forschungsfelder aus den 50 stärksten des Reviers							
TC	Forschungsfeld (inkl. Forschungsthemen)	Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.- Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen (im Revier vertreten, alphabetisch sortiert)	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)
		771	0,6	0,6	0,7		2
105	Spintronics Magnetische Speichermedien, Ferromagnetismus,	280	0,5	0,7	0,2	-	Siemens, BASF, Infineon, Surface Concept, Philips, Airbus, NXP, Turing Machines
131	Memristors Memristive Bauelemente, Nanotechnologie, Künstliche Synapsen	279	0,9	0,7	1,0	-	BASF, Robert Bosch, Infineon, Volkswagen, Sentech Instruments, Philips, NXP, ASML, ASM International
61	OLED OLED, Organische Photovoltaik	153	0,5	0,4	0,7	Aixtron, FLUIDON, OLEDworks, Philips	Siemens, BASF, Merck, Osram, InnovationLab, Aixtron, Cynora, BELECTRIC Solar & Battery, Heliateg, Novald, SciCLus, trinamiX, Philips, NXP, DSM Food Specialties, Simbeyond
59	Quantendots Direct Bandgap, GeSn-Heterostrukturen, LEDs	121	0,5	0,2	0,8	Aixtron	Carl Zeiss SMT, Osram, Menlo Systems, Aixtron, VI Systems, JCMwave, Nanoplus Nanosystems and Technologies, AIM Infrarot-Module, Sentech, Siltronic, Innolume, nextnano, Philips, Airbus
946	P-Ram Phase-change Memory Nanophotonik	114	0,7	1,0	0,3	-	Carl Zeiss SMT, Schott, Nanoplus Nanosystems and Technologies, Heraeus, WITec, art Photonics, LISA Laser Products, Accurion, Vistec Semiconductor Systems, Philips, NXP, Lionex, ASM International
208	HEMT Nano-LED, HEMT, HFET	98	0,6	-0,2	1,3	Aixtron, Philips	Siemens, Robert Bosch, Infineon, Osram, Aixtron, SENTech, Freiburger Compund Materials, EpiGaN, Philips, Airbus, NXP
203	Silikon-Photonik Photonische Kristalle, Silikon-Photonik	70	0,5	0,0	1,1	-	Robert Bosch, Carl Zeiss SMT, ADVA Optical Networking, Coriant, Menlo Systems, Rohde & Schwarz, Vertilas, Innolume, Micram Microelectronic, Vanguard Photonics, Jobst Technologies, Vistec Semiconductor Systems, Airbus, NXP, ASML, Lionex, Bright Photonics, SMART Photonics, nanoPHAB
Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)							
Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl	
1	FZ Jülich	757	FZ Jülich	6	RWTH	17	
2	RWTH	453	RWTH	3			
3	Aixtron	40					
4	AMO GmbH	27					
5	Leibniz DWI	20					

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Abbildung 14: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Neue Materialien und Werkstoffe

Innovationsfeld

Neue Materialien und Werkstoffe

Neue Materialien, Werkstoffe und Technologien der Oberflächenbearbeitung, die neue Anwendungen in der Industrie ermöglichen

Bewertung

Z-Score

Rang

Wissenschaftliche Exzellenz

1,3

2

Verwertungspotenzial

0,8

5

Gesamtbewertung

1,1

4

Kurzbeschreibung

Durch neue Materialien und Prozesse der Oberflächenbearbeitung und –verformung können neue Produkte, Anwendungen und Geschäftsfelder für das verarbeitende Gewerbe, besonders in der metallverarbeitenden Industrie, erschlossen werden. Viele Entwicklungen in diesem Innovationsfeld spielen sich im Mikro- und Nanometerbereich ab.

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat

Anzahl

Rang

Publikationen

1.733

2

Patentfamilien

92

2

Projekte

116

5

TC

Forschungsfeld
(inkl. Forschungsthemen)

Anzahl
Pub.

Gesamt
Z-Score

Wiss.
Exzell.
Z-Score

Verw.-
Pot.
Z-Score

Publizierende
Unternehmen
(im Revier vertreten,
alphabetisch sortiert)

Publizierende Unternehmen aus
Deutschland, Belgien und
Niederlande in den Top 100
Unternehmen der Welt
(sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)

185

Tokamak-Reaktor
Plasma-Oberflächen-
Interaktion, Simulation und
Modellierung, Tokamak-
Reaktortechnik

756

1,3

2,2

0,3

-

Siemens, Carl Zeiss SMT, Osram Licht
AG, Airbus, Shell, Heemskerk
Innovative Technology

22

Graphen
Graphen, Nanotechnologie,
Nanoröhren

373

1,3

1,1

1,5

E.ON, Evonik
Industries, Aixtron,
Philips, Protemics

Siemens, BASF, Robert Bosch,
Infineon, Osram Licht, Aixtron, Specs
GmbH, Berliner Nanotest und Design
GmbH, Philips, Airbus, 3M

106

Al/Mg-Legierungen
Magnesiumlegierung,
Aluminiumlegierung,
Magnesium-basierte
Biomaterialien,
Mikrostrukturen

203

0,8

0,3

1,2

Ford
Forschungszentrum
Aachen, GTT
Technologies,
Incaal, Magma
Giessereitechnologie,
Meotec, Norsk
Hydro, Otto Junker

Siemens, BASF, BMW, Volkswagen,
Daimler, SMS, Henkel, Magma
Giessereitechnologie, Meotec,
Vesuvius, Airbus, AkzoNobel

413

Stahlverformung
Leichtbau, Duktilität, Stahl,
Hot Stamping,
Stahlverformung,
Dualphasenstahl

168

0,7

0,5

0,8

Ford
Forschungszentrum
Aachen, MAGMA
Giessereitechnologie,
Otto Junker,
Schwartz , SMS
Group

Robert Bosch, BMW, Volkswagen,
Daimler, Thyssen Stahl, SMS,
Salzgitter AG, MAN Truck & Bus,
Dillinger, Benteler, DYNAmore,
SAMTECH, Philips, Airbus, Shell

435

Ultrakurzpuls laser
Ultrakurzpuls laser,
Laserschneiden,
Laserbohren, Laser
Machining

130

0,5

0,4

0,7

4Jet Microtech,
edgewave

Robert Bosch, Volkswagen, Daimler,
Carl Zeiss SMT, Osram, Trumpf,
JenLab, art Photonics, Micro Resist,
Nanoscribe, eXcorLab, Philips, Airbus

771

Mikro- und Spektroskopie
Elektronenmikroskopie,
Spektroskopie,
Elektronentomographie

103

0,8

0,7

0,8

-

Siemens, BASF, Robert Bosch, Carl
Zeiss SMT, Osram Licht, PNSensor,
Scienion, Surface Concept GmbH,
NanoMEGAS, Shell, NXP, DSM Food

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektaktivität (>2 Einträge)

Rang

Publikationen

Anzahl

Patentfamilien

Anzahl

Projekte

Anzahl

1

FZ jülich

1.008

SMS Group

29

RWTH

35

2

RWTH

676

FZ Jülich

10

Leibniz DWI

9

3

Fraunhofer ILT

98

Hydro Aluminium Rol. Prod.

8

Fraunhofer ILT

8

4

AMO GmbH

75

Meotec & Company

6

FZ Jülich

7

5

Fraunhofer IPT

17

Fraunhofer ILT

5

HS Niederrhein

3

AIXTRON

3

ACCESS e.V.

3

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Abbildung 15: Strukturierte Übersicht des Innovationsfelds Quanten- und Supercomputing

Innovationsfeld							
Quanten- und Supercomputing							
Neue Formen des Computings, die hochanspruchsvolle Rechenleistungen ermöglichen							
Bewertung				Kurzbeschreibung			
		Z-Score	Rang	Hochkomplexe und datenintensive Probleme in einer Vielzahl von Anwendungen lassen sich nur durch Hochleistungsrechner und neue Entwicklungen im Quantencomputing bewältigen. Dieses Innovationsfeld ist stark grundlagenorientiert; Forschung & Entwicklung in diesem Feld kann zahlreichen Branchen zugute kommen.			
Wissenschaftliche Exzellenz		3,1	1				
Verwertungspotenzial		0,0	10				
Gesamtbewertung		1,5	1				
Mit Akteuren aus dem RR entstandene..							
2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat							
		Anzahl	Rang				
Publikationen		2.122	1				
Patentfamilien		0	10				
Projekte		2	9				
TC	Forschungsfeld (inkl. Forschungsthemen)	Anzahl Pub.	Gesamt Z-Score	Wiss. Exzell. Z-Score	Verw.-Pot. Z-Score	Publizierende Unternehmen (im Revier vertreten, alphabetisch sortiert)	Publizierende Unternehmen aus Deutschland, Belgien und Niederlande in den Top 100 Unternehmen der Welt (sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)
		2122	1,5	3,1	0,0	6	
6	Quantenphysik Higgs-Boson-Teilchen, Quantenchromodynamik, Charmonium,	1802	1,7	3,6	-0,3	IVU Traffic Technologies, Nvidia	Siemens, Robert Bosch, Menlo Systems, TÜV Rheinland, EvoLogics, KETEK, TÜV Nord, Dausinger and Giesen GmbH, IVU Traffic
92	Supercomputing Supercomputer, Nutzung von GPUs	184	1,0	0,1	1,9	E.ON, Nvidia, Schlumberger, Silexica	Siemens, Robert Bosch, Infineon, E.ON, Silexica, Philips, Airbus, Shell, NXP, Techolution, Ericsson
57	Quantenoptik Quantenoptik, Quantencomputer, Quantentheorie, Qubits, Quantenfehlerkorrektur, Quantenmechanik	136	0,5	0,4	0,5	Philips	Siemens, Robert Bosch, Deutsche Telekom, OHB-System AG, ADVA Optical Networking, Coriant, Toptica Photonics, Tesat-Spacecom, Parmenides, qutools, Philips, Airbus, Lionex, nanoPHAB
Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)							
Rang	Publikationen	Anzahl	Patentfamilien	Anzahl	Projekte	Anzahl	
1	RWTH	1.362					
2	FZ Jülich	803					
3	Silexica	15					
4	E.ON	5					

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Abbildung 16: Strukturierte Übersicht für das Innovationsfeld Zukunftsfähige Industrie

Innovationsfeld

Zukunftsfähige Industrie

Technologien, die das Potenzial haben, Produktionsprozesse zu digitalisieren

Bewertung

Z-Score

Rang

Wissenschaftliche Exzellenz

0,6

6

Verwertungspotenzial

1,0

4

Gesamtbewertung

0,8

6

Kurzbeschreibung

Dieses Innovationsfeld umfasst ein Bündel an Forschungsfeldern, welche sich mit der Transformation der Produktion durch neue Fertigungsprozesse und Digitalisierung befassen.

Mit Akteuren aus dem RR entstandene..

2015 - 2019, Quellen: Eigene Analyse nach SciVal, Patstat, Fökat

Anzahl

Rang

Publikationen

1.386

4

Patentfamilien

37

3

Projekte

276

3

TC

Forschungsfeld
(inkl. Forschungsthemen)

Anzahl
Pub.

Gesamt
Z-Score

Wiss.
Exzell.
Z-Score

Verw.-
Pot.
Z-Score

Publizierende
Unternehmen
(im Revier vertreten,
alphabetisch sortiert)

Publizierende Unternehmen aus
Deutschland, Belgien und
Niederlande in den Top 100
Unternehmen der Welt
(sortiert nach Größe je Land, lt. SciVal)

1386

0,8

0,6

1,0

16

3

5G/MIMO
Beamforming,
Beamsteering, MIMO,
Cognitive Radio,

290

0,6

0,0

1,3

Devolo AG, E.ON,
Ericsson Eurolab

Siemens, BMW, Deutsche Telekom,
ADVA Optical Networking, Rohde &
Schwarz, Nomor Research, DoCoMo
Euro-Labs, Airrays, Airbus, NXP

0

Bildererkennung
Deep Learning,
Convolutional Neural
Networks,
Objekterkennung, Hand-

290

0,6

0,4

0,8

Amazon
Development Center
Aachen, E.ON,
InnoRiId

Siemens, Robert Bosch, BMW,
Volkswagen, Daimler, MVTec
Software, Philips, Airbus, HERE Global

907

Industrie 4.0
Cyber-Physische Systeme,
OPC (Industrielle
Kommunikation, Industrie
4.0

243

1,5

1,4

1,5

E.ON, Ericsson
Eurolab, Ford
Forschungszentrum
Aachen, SurgiTAIX

Siemens, Bayer, BASF, Robert Bosch,
Infineon, BMW, Volkswagen, Merck,
Daimler, E.ON, SAP, OHB-System,
Trumpf, Thyssen Stahl, SMS,
Schaeffler, ZF Friedrichshafen, KUKA,
Festo, MAN Truck & Bus, Balluff,
Airbus, NXP

609

3-D Druck
3D-Druck, Aditives
Manufacturing

191

0,7

0,9

0,5

Aconity,
ModuleWorks

Siemens, Robert Bosch, BMW,
Volkswagen, Daimler, MTU Aero
Engines, KUKA, Laborelec, Materialise
NV, Airbus

49

Software-Modellierung
Agile Softwareentwicklung,
System-Modellierung, UML

152

0,5

0,3

0,8

FEV, HIMA Paul
Hildebrandt, Kisters
AG

Siemens, Robert Bosch, Infineon,
BMW, Volkswagen, Daimler,
Deutsche Telekom, SAP, FEV, itemis
AG, Qaware, CQSE, Automotive
Safety Technologies GmbH, Insiders
Technologies GmbH, Verified Systems
International GmbH, Itestra, Philips,
Airbus, ASML

327

Process Mining
Process Mining, Business
Process Modeling, Petri
Nets, Business Process
Model

111

0,6

0,8

0,4

E.ON, Philips

Siemens, Robert Bosch, BMW,
Volkswagen, Daimler, E.ON, Deutsche
Telekom, SAP, Allianz, IDS Scheer,
CAS Software, Philips, Airbus, NXP,
ASML, KPMG

156

Spracherkennung
Automatische
Spracherkennung,
Maschinenübersetzung,
Sprachmodelle,
Lärmerkennung, Neurale
Netzwerke

109

0,7

0,1

1,2

Amazon
Development Center
Aachen, Ebay
Research Center
Aachen, HEAD
Acoustics

Siemens, Robert Bosch, BMW,
Daimler, AudEERING, HEAD Acoustics,
Philips, Airbus, NXP

Top 5 Organisationen im Rheinischen Revier nach Publikations-, Patent- und Projektstätigkeit (>2 Einträge)

Rang

Publikationen

Anzahl

Patentfamilien

Anzahl

Projekte

Anzahl

1

RWTH

1.191

Fraunhofer ILT

6

RWTH

67

2

Fraunhofer ILT

88

FZ Jülich

5

Fraunhofer IPT

33

3

Fraunhofer IPT

58

Masterwork Machinery

4

Fraunhofer ILT

27

4

FH Aachen

25

RWTH

3

FIR e.V.

7

5

FZ Jülich

25

ModuleWorks

7

Quelle: Eigene Analyse nach SciVal, EPO-PATSTAT2019b, FÖKAT

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

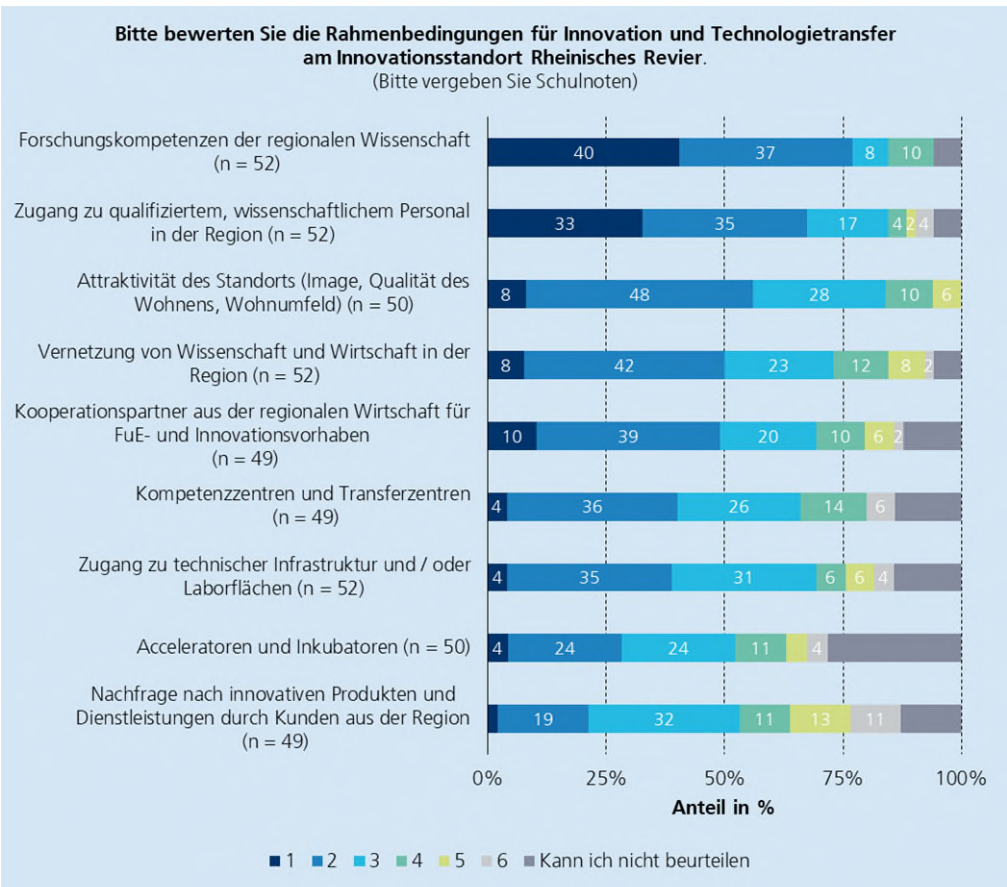
2.2 Stärken: Exzellente Vielfalt

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass eine Stärke der Akteurslandschaft im Rheinischen Revier die Vielzahl von Akteuren ist, welche zudem über einen gewissen Exzellenzanspruch verfügen. Damit bestätigt sich die Vermutung, dass das Rheinische Revier den Typus eines „organisatorisch dichten, diversifiziertem“ regionalen Innovationssystems²⁴ aufweist.

2.2.1 Exzellente Forschungslandschaft mit internationaler Ausstrahlung

Exzellente Forschung und anwendungsorientierte Entwicklung leisten wichtige Beiträge zu Wohlstand, Beschäftigung sowie zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung. Der erfolgreiche Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden in die praktische Anwendung in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik bildet die Grundlage für Innovationen mit wirtschaftlicher oder sozialer Wirkung. Die Analysen im Rahmen dieser Studie zeigen, dass das Rheinische Revier über exzellente Forschung verfügt, welche internationale Ausstrahlung besitzt.

Abbildung 17: Bewertung der Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier durch befragte transferaffine Unternehmen



Quelle: Eigene Befragung unter transferaffinen Unternehmen (Januar 2021)

Die Forschungslandschaft wird in den durchgeführten Interviews und Befragungen durchweg als besonders positiv herauszustellendes Merkmal des Rheinischen Reviers wahrgenommen. Über 75% der im Rahmen dieser Studie befragten transferaffinen

²⁴ Isaksen et al. 2018

Unternehmen vergeben den Forschungskompetenzen der Forschungseinrichtungen im Revier die Noten sehr gut/gut (siehe Abbildung 17). Dadurch entsteht außerdem ein gut bewerteter Zugang zu hoch qualifiziertem Personal. Die regionale Forschungslandschaft kann daher als Standortvorteil des Reviers gesehen werden. Die Analyse der Forschungsfelder in Kapitel 2.1 zeigt auf, dass im Revier eine starke synthetische Wissensbasis ausgebildet wurde. Mit diesem Begriff wird vor allem Wissen der Ingenieurwissenschaften bezeichnet, welches auf Technologieentwicklung ausgerichtet ist. Kern dieser Wissensbasis ist es, Wege zu finden, Naturphänomene nutzbar für menschliche Probleme zu machen.²⁵ Diese weitgehend technische Ausrichtung der anwesenden Hochschulen, sowie der Status der RWTH als Exzellenzuniversität, prägt die Region und eignet sich grundsätzlich ausgezeichnet für Wissens- und Technologietransfer in Industrieunternehmen.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Tabelle 11: Wissenschaftseinrichtungen des Rheinischen Reviers

Akteurstyp	Anzahl
An-Institut	16
AuF	15
Hochschule	13
Landesforschung	2
Bundesforschung	2
Allianz	1
Gesamt	49

Quellen: DFG 2021: GERIT – Datenbank, eigene Analysen von Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken

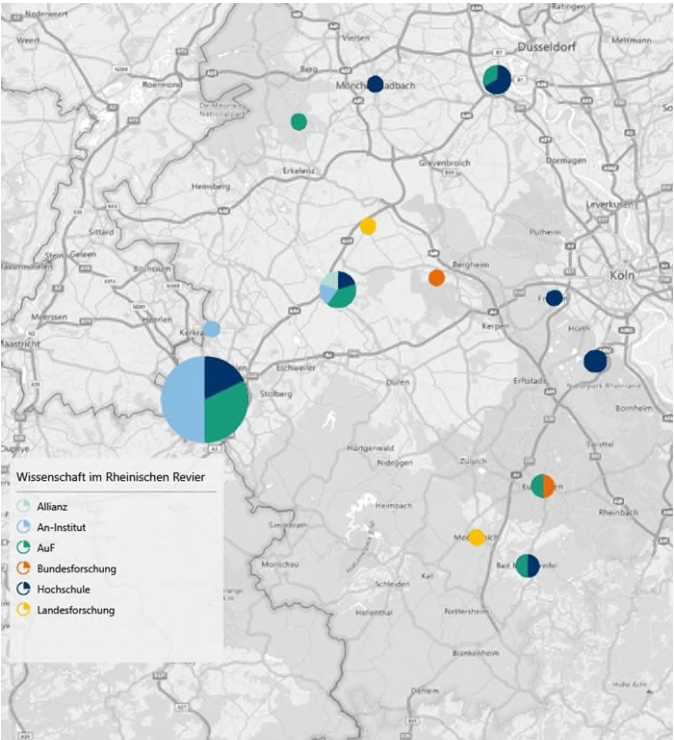
Außerdem kann eine gewisse Vielfalt in der Forschungslandschaft attestiert werden. Das Revier verfügt über Universitäten und Fachhochschulen mit jeweils angegliederten An-Instituten, öffentlich und privat-finanzierte außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (AuF) im grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsbereich sowie Einrichtungen der Bundes- und Landesforschung. Insgesamt konnten im Rahmen dieser Studie 49 Wissenschaftseinrichtungen erfasst werden (siehe Tabelle 11).

Wie die Karte der Wissenschaftseinrichtungen im Rheinischen Revier darstellt (Abbildung 18), sind diese vor allem in der Städteregion Aachen verortet. Diese räumliche Ungleichverteilung ist in mehreren Auswertungen dieser Studie nachzuvollziehen. Jedoch sollte nicht übersehen werden, dass auch in den restlichen Gebietskörperschaften Forschung und Bildung stattfindet, sowohl in Hochschulen als auch in Forschungseinrichtungen.

Doch nicht nur in den klassischen Forschungseinrichtungen der Wissenschaft wird Forschung betrieben. Eine Analyse der Publikationsdatenbank Scopus zeigt, dass unter den 20 meistpublizierenden Organisationen des Rheinischen Reviers auch privatwirtschaftliche Unternehmen und Krankenhäuser zu finden sind. Jedoch wird auch hier deutlich, dass die Forschungsaktivitäten im Rheinischen Revier vor allem in der Städteregion Aachen und dem Kreis Düren verortet sind, da die beiden großen Forschungseinrichtungen deutlich mehr Publikationen aufweisen als Akteure im Rest des Reviers. Ein Vergleich der Karte und der 20 publikationsstärksten Akteure lässt zudem den Schluss zu, dass einige der Akteure im Rhein-Erft-Kreis und dem Kreis Euskirchen entweder von geringer Größe sind oder nur ein geringes Publikationsaufkommen aufweisen, u.a. weil sie stärker auf die Ausbildung von Hochqualifizierten ausgerichtet sind.

²⁵ Asheim 2007; Klement 2018

Abbildung 18: Wissenschaft im Rheinischen Reviers



Quellen: DFG 2021: GERit – Datenbank, eigene Analysen von Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken
Die Größe und Zusammensetzung der Kreise ergibt sich aus der Anzahl der verschiedenen Akteurstypen

Tabelle 12: Forschende Organisationen im RR nach Anzahl von Publikationen (2015-2019)

Rang	Name	Akteurstyp	Ort	Gebietskörperschaft	Publikationen
1	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	Hochschule	Aachen	Städteregion Aachen	23.832
2	Forschungszentrum Jülich	AuF	Jülich	Düren	10.464
3	Jülich Aachen Research Alliance (JARA)	Allianz	Aachen/Jülich	Städteregion Aachen / Düren	807
4	Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME	AuF	Aachen	Städteregion Aachen	660
5	E.ON (E.ON Energy Research Center)	Unternehmen	Aachen	Städteregion Aachen	448
6	DWI - Leibniz-Institut für interaktive Materialien e.V.	AuF	Aachen	Städteregion Aachen	448
7	Fachhochschule Aachen	Hochschule	Aachen	Städteregion Aachen	445
8	Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT	AuF	Aachen	Städteregion Aachen	416
9	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT	AuF	Aachen	Städteregion Aachen	352
10	AMO GmbH	AuF	Aachen	Städteregion Aachen	163
11	FEV Group	Unternehmen	Aachen	Städteregion Aachen	139
12	Grünenthal GmbH	Unternehmen	Aachen	Städteregion Aachen	125
13	Lukaskrankenhaus GmbH	Hospital	Neuss	Rhein-Kreis Neuss	110
14	Access E.V.	An-Institut	Aachen	Städteregion Aachen	100
15	HS Niederrhein - Campus Mönchengladbach	Hochschule	Mönchengladbach	Mönchengladbach	98
16	Philips Research	Unternehmen	Aachen	Städteregion Aachen	88
17	Kliniken Maria Hilf	Hospital	Mönchengladbach	Mönchengladbach	88
18	AIXTRON SE	Unternehmen	Herzogenrath	Städteregion Aachen	87
19	Ford Research and Innovation Center Aachen	Unternehmen	Aachen	Städteregion Aachen	75
20	AVL Emission Test Systems GmbH	Unternehmen	Neuss	Rhein-Kreis Neuss	70

Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

Um die internationale Ausstrahlung der Forschung im Rheinischen Revier zu verdeutlichen, zeigt Tabelle 13 zudem jene Forschungsfelder des Rheinischen Reviers auf, welche über besonders hohe Werte in dafür geeigneten Indikatoren für wissenschaftliche Exzellenz verfügen. Ein gesondert kalkulierter Z-Score-Wert für die internationale Ausstrahlung, der nur auf diesen Indikatoren basiert, ist geeignet diese

Forschungsfelder zu identifizieren. Der Anteil des RR an allen Publikationen, die von 2015-2019 veröffentlicht werden, ist dabei in den Feldern Tokamak-Reaktor, Quantenphysik und Industrie 4.0 am höchsten. Sehr hohe feld-gewichtete Zitations-Impacts werden dort erreicht, wo die Veröffentlichungen, welche unter Beteiligung von Forschungseinrichtungen aus dem Revier entstanden, weit mehr als im jeweiligen Feld üblich zitiert wurden. Dies ist in den Forschungsfeldern Genomanalyse, Gravitationswellen und Nanomedizin der Fall. Große Unterschiede gibt es in der Internationalität von Kooperationen im Forschungsfeld. Während in zahlreichen Feldern, wie beispielsweise Quantenchemie, Quantenphysik oder magnetische Nanoteilchen, zu mehr als 80% der Publikationen als internationale Kooperation gelten können, sind besonders industrierelevante Forschungsfelder (Industrie 4.0, Spritzguss) eher auf nationale Kooperationen ausgerichtet. Aus industriepolitischer Perspektive ist dies nicht zwingend negativ zu interpretieren, da diese Forschung vermutlich allen deutschen Unternehmen zugutekommt.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Tabelle 13: Forschungsfelder des Rheinischen Reviers mit hoher internationaler Ausstrahlung

Rang	Forschungsfeld	TC-Nr.	Pub. aus dem RR	Internationale Ausstrahlung	W3	W4	W7	W8
	Bezeichnung		Anzahl	Z-Score	Anteil an weltweiten Publikationen	Feld-gewichteter Zitations-Impact	Anteil (%) von internationalen Kooperationen	Anzahl der RR-Publikationen als % der Weltspitze
1	Quantenphysik	6	1802	2,9	3,8	2,9	87,6	29
2	Tokamak-Reaktor	185	756	2,8	4,1	1,9	83,3	33
3	Industrie 4.0	907	243	2,4	3,5	1,2	10,3	104
4	Genomanalyse	592	22	2,3	0,2	8,8	86,4	3
5	P-Ram	946	114	2,0	2,6	2,2	74,6	34
6	Neutronenstreuung	1117	89	1,8	3,0	0,9	61,8	46
7	Gravitationswellen	15	98	1,7	0,2	6,7	86,7	4
8	Mikro- und Spektroskopie	771	103	1,7	2,1	0,9	68,0	61
9	Quantenspinketten	1101	62	1,7	2,3	1,2	69,4	48
10	Festoxid-Brennstoffzellen	316	332	1,5	2,3	1,2	47,9	59
11	Bioreaktoren	1124	57	1,4	1,6	1,3	19,3	92
12	Chemokininrezeptoren	1119	60	1,3	1,5	1,3	60,0	61
13	Spritzguss (Kunststoff)	1275	78	1,2	2,8	0,3	9,0	70
14	Wälzlager	1463	30	1,1	1,7	0,9	43,3	61
15	Geräuschanalyse	654	95	1,1	1,1	1,2	34,7	79
16	Magnetische Nanoteilchen	501	45	1,1	0,5	3,5	88,9	15
17	Neuro-Imaging	181	368	1,0	1,5	2,2	51,9	32
18	Quantenchemie	754	31	1,0	1,3	1,1	96,8	20
19	Nanomedizin	473	25	1,0	0,3	4,5	80,0	6
20	Insulintherapie	46	287	1,0	0,7	3,5	52,3	30

Quelle: Eigene Berechnung nach SciVal

Die oben gezeigten Indikatoren beschränken sich jedoch auf die Ausstrahlung der Forschungsfelder in der Wissenschaft. Mit Hilfe etablierter Indikatoren der Leistungsmessung im Wissenschaftssystem kann jedoch der praktische Nutzen außerhalb des Wissenschaftssystems oft nur sehr schwer eingeschätzt werden. Daher stützen wir uns in der Analyse der Publikationen des Rheinischen Reviers zusätzlich auf alternative Metriken. PlumX Metrics bietet Einblicke in die Art und Weise, wie Publikationen gesellschaftliche Resonanz erfahren.²⁶

Die Ergebnisse der Resonanzanalyse für die untersuchten Innovationsfelder im Rheinischen Revier sind in Tabelle 14 abgetragen. Zwischen 2015 und 2019 haben Akteure des Rheinischen Reviers über 33.000 Publikationen veröffentlicht, davon lassen sich ca. 30% den untersuchten Innovationsfeldern zuordnen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Resonanzindikatoren aufgrund unterschiedlicher Praktiken innovationsfeldspezifisch unterscheiden. Dennoch fällt auf, dass die

²⁶ PLUMX Analytics 2020

Resonanzindikatoren in den Innovationsfeldern Bioökonomie, Digitale Medizin und Zukunftsfähige Industrie besonders herausstechen.

Nutzungszahlen (Zugriffe und Downloads) liefern neben Zitationen weitere Evidenz für die Resonanz von Publikationen des Rheinischen Reviers. Die Nutzungszahlen liegen im Durchschnitt bei 137 pro Artikel, wobei die Nutzungszahlen in den Innovationsfeldern Digitale Medizin und Bioökonomie am höchsten sind und in den anderen Innovationsfeldern deutlich niedriger liegen.

Tabelle 14: Gesellschaftliche Resonanz der Innovationsfelder (2015-2019)

		Mittelwerte über alle Publikationen				
Innovationsfeld	Publikationen mit Resonanzdaten	Nutzung (Usage)	Erfassung (Capture)	Zitate (Citations)	Soziale Medien (Social Media)	Berichterstattung (Mention)
Alternative Antriebstechnik	1.361	26	30	16	4	1
Aviation	695	56	19	13	7	2
Bioökonomie	227	120	45	21	11	2
Digitale Medizin	614	260	48	22	24	4
Energiesystem der Zukunft	1.123	106	27	13	8	1
Katalyse	714	39	30	23	6	1
Nanoelektronik	981	20	24	18	6	3
Neue Materialien und Werkstoffe	1.435	17	20	15	9	9
Quanten- und Supercomputing	1.264	32	19	19	17	21
Zukunftsfähige Industrie	1.688	139	27	11	14	4
Sonstige	23.695	163	29	12	15	3
Gesamt	33.797	137	28	14	14	3

Quelle: PlumX Metrics; eigene Berechnungen

Erfassungen (z.B. Lesezeichen, Leser, Exporte von bibliografischen Angaben) können ein Indikator für zukünftige Zitationen sein. Im Durchschnitt werden 28 Publikationen erfasst, wobei auch hier deutliche Unterschiede erkennbar sind. Traditionell messen Zitationszahlen die Wissenszirkulation im Wissenschaftssystem. Daher berücksichtigen wir neben traditionellen Zitationszahlen weitere Daten, z.B. Referenzen von Publikationen in Patenten oder politischen Strategiedokumenten, um die weitere Nutzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen besser abschätzen zu können.

Die Zitationszahlen liegen im Durchschnitt bei 14 pro Artikel. Innovationsfelder mit (relativ) höheren Nutzungs- und Erfassungszahlen werden im Mittel häufiger zitiert. Der Großteil entfällt auf Zitationen in referenzierten Fachzeitschriften. Darüber hinaus werden Publikationen in über 600 Patentfamilien referenziert. Insbesondere in den Innovationsfeldern Alternative Antriebstechnik (45 Patentfamilien), Zukunftsfähige Industrie (40 Patentfamilien), Nanoelektronik (30 Patentfamilien) und Digitale Medizin

(28 Patentfamilien) kann ein Bezug zwischen wissenschaftlicher Forschung und Technologieentwicklung nachgewiesen werden.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Neben der Nutzung von Publikationen in Wissenschaft und Wirtschaft helfen Daten aus den Sozialen Medien und der medialen Berichterstattung, den gesellschaftlichen Wert der exzellenten Forschung im Rheinischen Revier abzuschätzen. Publikation des Rheinischen Reviers aus den Innovationsfeldern Digitale Medizin, Quanten- und Supercomputing sowie Bioökonomie werden in den Sozialen Medien am häufigsten thematisiert. Auffallend ist, dass lediglich Publikationen aus dem Rheinischen Revier im Innovationsfeld Quanten- und Supercomputing mediale Aufmerksamkeit erfahren.

2.2.2 FuE-Einrichtungen von nationalen und internationalen Großunternehmen

Insbesondere Niederlassungen von Großunternehmen und deren Funktionen sind schwierig zu erfassen durch traditionelle Innovationsindikatoren, da deren räumliche Zuordnung nicht immer gleich gegeben ist.²⁷ Die Verschneidung verschiedener Datenquellen zu Forschung und Innovation in dieser Studie ermöglichte es jedoch, ca. 50 forschende Niederlassungen von Unternehmen zu finden, welche nicht im Revier ihren Hauptsitz haben, aber im Revier Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten durchführen. Die Zahl und Qualität der Niederlassungen zeigen an, dass der Zugriff auf die Kompetenzen der Region für eine Vielzahl von Unternehmen attraktiv erscheint.

In der Innovationsforschung wird allgemein zwischen zwei Gründen für eine Ansiedlung von FuE-Zentren außerhalb der Heimatregion oder des Heimatlandes eines Unternehmens unterschieden:²⁸ Strategien zum Wissenserwerb sollen den Zugang zu Humankapital, Wissen oder Infrastrukturen begünstigen, die im Heimatland oder der Heimatregion fehlen oder nur in geringer Qualität verfügbar sind.²⁹ Strategien der Wissensverwertung hingegen sollen die Entwicklung bzw. Anpassung von Produkten und Prozessen für ausländische Märkte oder Kunden unterstützen, z.B. in Bezug auf Preis, Qualität, Design, Funktionalität oder staatliche Regulierung.³⁰

Bereits Tabelle 12 zeigt besonders aktive Forschungs- und Entwicklungszentren nationaler und internationaler Großunternehmen, welche nicht im Revier ihren Hauptsitz haben. Neben den dort bereits dargestellten FuE-Niederlassungen von E.ON³¹, Philips, Ford und AVL Emission Test Systems finden sich auch forschende Niederlassungen von Ericsson, SMS, Johnson & Johnson (Janssen-Cilag), 3M, Schlumberger, Denso Automotive, Parker Hannifin, Medtronic, Eppendorf oder Magritek im Revier. In einigen Fällen sind diese mit Verwaltungsfunktionen, z.B. als Deutschland- oder Europa-Zentrale verknüpft. Selbst IT-Unternehmen aus dem Silicon Valley, namentlich Amazon, Ebay und Nvidia, unterhalten FuE-Dependancen im Revier. Besonders die Region Aachen und der Rhein-Kreis Neuss sind erfolgreich in der Ansiedlung von Niederlassungen auswärtiger, forschender Unternehmen. Die Qualität und die Passfähigkeit der genannten, angesiedelten Unternehmen zu den Forschungsstärken der örtlichen Forschung zeigt auf, dass besonders in der Region Aachen die Motivation für Ansiedlungen vor allem

²⁷ So werden beispielsweise Mitarbeiter oder Patentanmeldungen unter Umständen der Zentrale und nicht der Niederlassung zugeordnet.

²⁸ Dunning & Narula 1995; Kuemmerle 1997

²⁹ Archibugi & Michie 1995

³⁰ Freeman 1995; Cantwell 1995

³¹ Wir werten an dieser Stelle das E.ON Research Energy Center als FuE-Einrichtung von E.ON im Revier. Durch ihr innovatives Modell als öffentlich-private Partnerschaft in Form eines Joint Ventures zugunsten des gemeinnützigen Zwecks der Forschung ist es schwierig, eine trennscharfe Zuordnung vorzunehmen.

einer Strategie des Wissenserwerbs unterliegt, also wissensgetrieben ist. Eine Strategie der Wissensverwertung ist vor allem an Standorten mit guter Erreichbarkeit und Zugang zum deutschen/europäischen Markt zu erwarten. Derartige Ansiedlungen verfügen vorwiegend über Verwaltungsfunktionen und zeigen sich primär im Umland von Düsseldorf und Köln (z.B. 3M, AVL, Janssen-Cilag, .

Auch Unternehmen, deren Standorte im Rheinischen Revier nicht dezidiert auf Forschung und Entwicklung ausgerichtet sind, publizieren, patentieren oder nehmen an Innovationsprojekten teil. Wir konnten u.a. RWE Power, Bayer, Norsk Hydro (Hydro Aluminium) oder Evonik identifizieren. Dies kann Zeichen einer Aufwertung und Sicherung des Standorts sein, da hierdurch neue Rollen in einer Unternehmensgruppe eingenommen werden können.

Mithilfe der Publikations- und Patentanalyse konnten wir zudem auch für Akteure mit Hauptsitz im RR die FuE-Beziehungen zwischen Firmenzentrale und Niederlassungen in Form von Ko-Publikationen und Ko-Patenten nachweisen. Hier wird die Rolle des Reviers in internationalen Innovationsnetzwerken deutlich. Die FEV Group GmbH mit Sitz in Aachen kooperiert demnach in Publikationen intensiv mit Niederlassungen in USA und Indien. Gemeinsame Patente konnten im Untersuchungszeitraum nicht nachgewiesen werden, wenngleich Patentanmeldungen über die Niederlassung FEV North America Inc. für den Zeitraum 2013-2018 nachweisbar sind. Die AVL List GmbH mit Sitz in Graz, Österreich betreibt zwei Niederlassung im RR. Die AVL Emission Test Systems GmbH mit Sitz in Neuss kooperiert in Publikationen intensiv mit der Zentrale, aber auch mit Niederlassungen in Kroatien und Indien. Auch hier konnten wir keine Ko-Patente identifizieren, obwohl die Niederlassung eigenständig insgesamt 14 Patentfamilien angemeldet hat. Im Falle der SMS Group GmbH mit Sitz in Düsseldorf und Niederlassung (bald: Hauptsitz) in Mönchengladbach konnten wir 31 nationale Ko-Patente, aber keine Ko-Publikationen nachweisen. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Saurer AG aus Basel, Schweiz mit Niederlassung in Übach-Palenberg. So wurden für die Saurer Spinning Solutions GmbH & Co. KG insgesamt nationale 15 Ko-Patente mit den Niederlassungen in Remscheid und Fellbach identifiziert. Mit Blick auf internationale Ko-Patente mit Beteiligung aus dem RR ist exemplarisch die Mitutoyo Corporation aus Kawasaki, Japan anzuführen, die insgesamt 6 Ko-Patente mit der Niederlassung in Neuss angemeldet hat.

Die Funktionen und Gründe für Niederlassungen im Revier zu ergründen, würde den Umfang dieser Studie sprengen, jedoch teilte uns ein Vertreter einer FuE- Niederlassung mit, dass das Revier vom Mutterunternehmen als sehr leistungsstark wahrgenommen wird. Hätte es früher vor allem Anpassungsleistungen an den hiesigen Markt in der Niederlassung gegeben, so seien im Lauf der Jahre mehr und mehr eigenständige Kompetenzen am Standort entstanden, welche von der Nähe zu den Universitäten und Forschungseinrichtungen profitieren und sich als wettbewerbsfähig im Kontext des gesamten Unternehmens behaupten können. Eine Analyse der Standortfaktoren von wissensintensiven Industrieunternehmen im Mittleren Niederrhein zeigte deutlich, dass die Nähe zur Hochschule als Partner für FuE-Projekte sowie die Qualifikation lokaler Arbeitskräfte ein entscheidender Standortfaktor für diese Branche ist.³² Die Fülle an Niederlassungen von internationalen Hochtechnologieunternehmen signalisiert, dass diese Standortvorteile von Großunternehmen wahrgenommen werden. Das Interesse an den Kompetenzen der Region sollte in Zukunft stärker vermarktet und genutzt werden für die Ansprache und Attraktion von Investitionen in die Region.

³² Byrski et al. 2019

2.2.3 Resiliente, heterogene, mittelstands-getriebene Branchenstruktur

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

In den Interviews mit Expert*innen der Innovationsförderlandschaft und Wissenschaft wurde von mehreren Befragten deutlich ausgedrückt, dass die Wirtschaftsstruktur eine Heterogenität aufweist, welche in bestimmten Situationen Vorteile aufweist. So sei eine Wirtschaft, die sich auf relativ viele Branchen verteilt, sehr krisenfest. Dieser Eindruck deckt sich mit Erkenntnissen der Regionalforschung: eine sogenannte „unverwandte Vielfalt“³³ innerhalb der regionalen Branchenstruktur führt dazu, dass branchenspezifische Krisen nicht auf andere übergreifen, welche eng mit ihnen verbunden sind. Zudem habe, so wird vermutet, diese Heterogenität den Vorteil, dass viele Innovationsfelder andockfähig an die Geschäftsfelder einiger Unternehmen der Region sein werden.

Die Analyse der Patentfamilien nach Technologiefeldern³⁴ gibt Aufschluss über die Vielfalt der technologischen Entwicklungsschwerpunkte im RR. Die zehn der insgesamt 35 Technologiefelder mit der höchsten Patentaktivität sind in Tabelle 15 abgetragen. Rund 61% der Patentfamilien des Reviers lassen sich diesen zehn Technologiefeldern zuordnen. Die Patentdaten deuten auf ein breites Technologiespektrum im RR hin, wobei regionale Schwerpunkte am ehesten im Maschinenbau erkennbar sind.

Tabelle 15: Patentfamilien nach Technologiefeldern und Sektoren (2015-2019)

Rang	Technologiefeld	Sektor	Anzahl Patentfamilien
1	Motoren, Pumpen, Turbinen	Maschinenbau	408
2	Werkzeugmaschinen	Maschinenbau	283
3	Messtechnik	Instrumente	278
4	Maschinenelemente	Maschinenbau	241
5	Materialien, Hüttenwesen	Chemie	221
6	Elektrische Maschinen und Geräte, elektrische Energie	Elektrotechnik	180
7	Chemische Verfahrenstechnik	Chemie	177
8	Textil- und Papiermaschinen	Maschinenbau	159
9	Umwelttechnik	Chemie	153
10	Transport	Maschinenbau	150
	Andere Technologiefelder		1.455
Gesamt			2.305

Quelle: EPO-PATSTAT2019b; eigene Berechnungen

Viele Technologiefelder lassen sich dem Maschinenbau zuordnen und bilden damit einen sektoralen Schwerpunkt im Revier. Die höchste Patentaktivität, 17,7% des Gesamt-Patentaufkommens, weist das Technologiefeld Motoren, Pumpen, Turbinen auf. Im Vergleich mit den Patentanmeldungen nach Technologiefeldern in Deutschland insgesamt im Jahr 2019^{35 36} ist der Anteil dieses Technologiefelds mehr als dreimal so hoch wie in Deutschland gesamt (5,1%). Insbesondere Städteregion Aachen (233 Patentfamilien) und der Rhein-Kreis Neuss (156 Patentfamilien) sind im regionalen Vergleich in diesem Feld besonders aktiv. Es folgen die Felder Werkzeugmaschinen mit einem Entwicklungsschwerpunkt in Mönchengladbach (165 Patentfamilien) und Messtechnik in der Städteregion Aachen (173 Patentfamilien). Auch hier beträgt der Anteil dieses Technologiefelds mehr als das Dreifache als in Deutschland insgesamt

³³ Content & Frenken 2016; Strambach & Klement 2016

³⁴ Schmoch 2008

³⁵ Deutsches Patent- und Markenamt 2021

³⁶ Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass in der PATSTAT-Datenbank Patentfamilien betrachtet wurden und diese von uns verwendete Datenbank nicht nur das deutsche Patentamt DPMA abdeckt, sondern die Patentämter von über 40 Ländern der Welt.

(3,6%). Die geringsten Patentaktivitäten haben hingegen die Technologiefelder Datenverarbeitungsverfahren für betriebswirtschaftliche Zwecke (10 Patentfamilien), Mikro- und Nanotechnologie (10 Patentfamilien) sowie grundlegende Verfahren der Kommunikationstechnik (5 Patentfamilien) aufzuweisen.

2.2.4 Vielfalt an Intermediären

Dynamische Innovationsstandorte sind durch innovationsförderliche Rahmenbedingungen sowie durch flankierende Innovationspolitiken und Intermediäre gekennzeichnet. Das Rheinische Revier verfügt über eine differenzierte Innovationsförderlandschaft mit zahlreichen Innovations-Promotoren, darunter regionale Wirtschafts- und Technologiefördergesellschaften, Clusterinitiativen, Forschungscluster, regionale Netzwerke und innovationsbezogene Infrastrukturen.

Das Rheinische Revier umfasst Teile der Kammerbezirke der Industrie- und Handelskammern Aachen (Städteregion Aachen, Düren, Heinsberg, Euskirchen), Köln (Rhein-Erft-Kreis) und des Mittleren Niederrheins (Rhein-Kreis-Neuss, Mönchengladbach). Lokale Wirtschaftsförderungen in den sieben Kreisen des Rheinischen Reviers zählen zu den wesentlichen intermediären Einrichtungen.

Neben klassischen Instrumenten der Wirtschaftsförderung, wie etwa der Gewerbeflächen- und Infrastrukturpolitik und verschiedenen Beratungs- und Informationsangeboten, befinden sich bereits zahlreiche regionale Handlungsansätze zur Gestaltung des Strukturwandels in der Umsetzung. Besonders hervorzuheben sind die bereits umfangreichen Planungen und Erfahrungen zur Realisierung eines innovationsbasierten Strukturwandels im Kammerbezirk der IHK Aachen. Bereits in den 1980er Jahren wurde mit dem Leitbild der Technologieregion Aachen eine innovationsbasierte Wirtschaftsförderstrategie lanciert, die darauf ausgerichtet wurde, zur Bewältigung des regionalen Strukturwandels beizutragen. Mit der Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer (AGIT) wurde etwa eines der ersten Technologiezentren in Westdeutschland gegründet. Im Kern dieser Innovationsförderstrategie stand die RWTH Aachen³⁷. Mit inzwischen 14 Technologie- und Gründerzentren im Kammerbezirk der IHK Aachen sticht das umfangreiche Angebot an innovationsbezogenen Infrastrukturen heraus, welche zum Teil explizit zur Gestaltung des wirtschaftlichen Strukturwandels ins Leben gerufen wurden³⁸. So wurde das Gründer- und Servicezentrum Hückelhoven bereits im Jahr 1991 im Kreis Heinsberg ins Leben gerufen, um mit der Förderung von Existenzgründungen den Strukturwandel aktiv zu gestalten. Dieselbe Zielstellung wurde mit der Gründung des Carolus Magnus Centrum (CMC) im Jahr 1995 in Übach-Palenberg nach der Rekultivierung und Sanierung eines ehemaligen Zechengeländes verfolgt. Auch der Gewerbepark Baesweiler, das DLZ Zentrum für industrieorientierte Dienstleistungen Stolberg GmbH sowie der TPH Technologie Park Herzogenrath wurden im Zuge von Zechenschließungen bzw. zur aktiven Gestaltung des Strukturwandels gegründet. Zu den weiteren in der Region befindlichen Technologie- und Gründerzentren zählen das TZJ Technologiezentrum Jülich, welches 1992 in unmittelbarer Nähe zu der Jülicher Großforschungseinrichtung gegründet wurde, sowie das TZA Technologiezentrum Aachen und das MTZ Medizintechnisches Zentrum.

Über die Aachener Region hinaus werden auch in den übrigen Teilregionen des Rheinischen Reviers Ansätze zum innovationsbasierten Strukturwandel verfolgt. Zur aktiven Gestaltung der Tagebaufolgelandschaft Garzweiler und ihrer Umgebung gründeten die Stadt Mönchengladbach, die Städte Erkelenz und Jüchen sowie die

³⁷ Blöcker et al. 2009; Huggins & Thomalla 1995

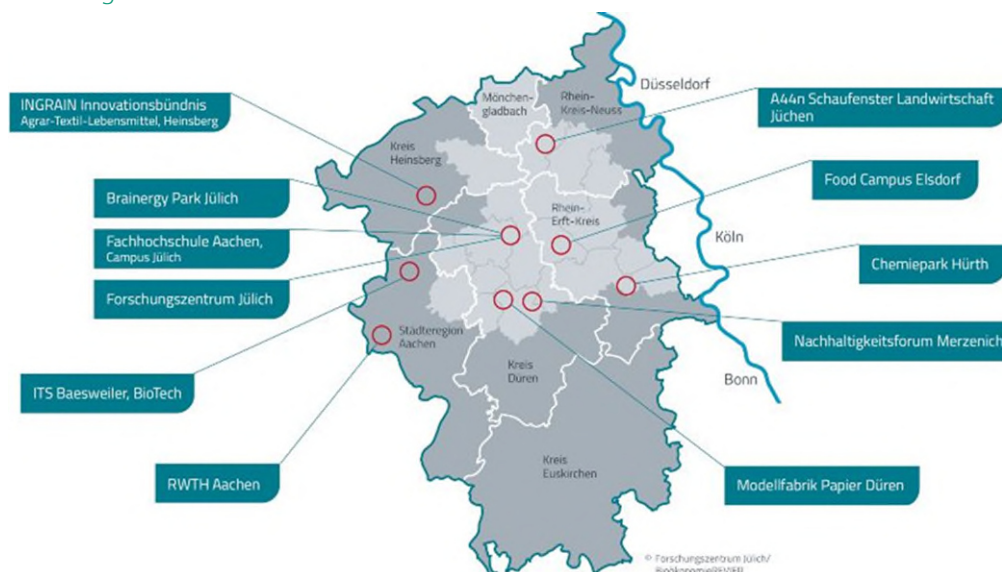
³⁸ Industrie- und Handelskammer Aachen 2020a

Gemeinde Titz etwa den Zweckverband Garzweiler im Jahr 2017. Beratende Mitglieder des Zweckverbands sind die RWE Power AG und die Region Köln-Bonn e.V. Ein weiteres Beispiel eines lokalen innovationsorientierten Handlungsansatzes zur Gestaltung des Strukturwandels stellt das Förderangebot des Rhein-Kreis-Neuss dar, in welchem Innovationsaktivitäten der ansässigen Wirtschaft durch ein eigenes Innovations- und Investitionsförderprogramm (INNO.RKN) unterstützt werden.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Besonders positiv hervorzuheben sind erste Initiativen zur thematischen, regionalwirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Vernetzung in dem gesamten Gebiet des Rheinischen Reviers. Koordiniert durch das Forschungszentrum Jülich werden Potenziale aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft im Rahmen der Modellregion „BioökonomieREVIER Rheinland“ seit 2017 gebündelt, um die Grundlagen für die Transformation vom Braunkohleabbau hin zu einer biobasierten Wertschöpfung zu schaffen. Nach einer initialen Projektphase zur Konzeption, Koordination und Kommunikation in dem Zeitraum von 2019 bis 2021, schließt eine Projektphase an, in der ab 2021 15 Innovationslabore verteilt über verschiedene Standorte im Rheinischen Revier an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Landwirtschaft entstehen sollen. Unterstützung findet diese Initiative durch die Bundesregierung im Rahmen des Sofortprogramms für den Strukturwandel sowie durch das Bundesmodellvorhaben Unternehmen Revier und das Bundeswirtschaftsministerium (BioREVIER Rheinland). Neben flankierenden Kommunikationsmaßnahmen sollen die Innovationslabore als Keimzellen des Strukturwandels vielfältige Themen aufgreifen, von der Digitalisierung und Automatisierung von Bioindustrie-Prozessen hin zum Einsatz von Robotik in der Agrarwirtschaft und neuen Ansätzen des Abwasser-Recyclings. Dabei kommen verschiedene Unterstützungsansätze zum Einsatz. Zur Förderung von Gründungsvorhaben wird etwa in den genannten Themenfeldern ein Accelerator-Programm ins Leben gerufen, welches gemeinsam von der Koordinierungsstelle BioökonomieREVIER sowie einer Managementberatung getragen wird. Ferner sollen im Rahmen eines Verortungskonzeptes bestehende Kompetenzen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Landwirtschaft im Rheinischen Revier gestärkt und zu Profilorten weiterentwickelt werden. Die aktuellen Planungen lassen Schwerpunkte im Kreis Düren, Kreis Heinsberg, dem Rhein-Kreis-Neuss sowie dem Rhein-Erft-Kreis erkennen. Insgesamt lässt diese Initiative signifikante Impulse für den Strukturwandel auch außerhalb der Städteregion Aachen und den angrenzenden Kreisen erwarten.

Abbildung 19: Profilorte im Revier



Quelle: bioökonomieREVIER (2021)

Darüber hinaus sind einzelne Teilregionen des Rheinischen Reviers in unterschiedlichen Konstellationen mit den angrenzenden Metropolräumen Düsseldorf, Köln und dem Ruhrgebiet verbunden. Dies illustriert das strategische Bündnis „Kompetenzregion Wasserstoff Düssel.Rhein.Wupper“, welches durch die Kommunen Duisburg, Düsseldorf, Wuppertal sowie dem Rhein-Kreis-Neuss gemeinsam mit den Stadtwerken Düsseldorf und den Wuppertaler Stadtwerken sowie dem Unternehmen Air Liquide initiiert wurde. Ende 2020 wurde dieses regionale Bündnis im Rahmen des NRW-Wettbewerbs „Modellkommune/-region Wasserstoffmobilität NRW“ als erste landesweite Initiative ausgezeichnet. Inzwischen haben sich mehr als 50 assoziierte Partner dem Bündnis angeschlossen. Neben Großunternehmen wie Thyssenkrupp Steel Europe, Henkel, Toyota Deutschland und Hyundai Motor Deutschland zählen zu den Partnern auch Startups wie etwa e.GO REX.

2.3 Defizite: Fragmentierte Akteurslandschaft

Die Defizite der Akteursebene des Regionalen Innovationssystems im Rheinischen Revier lassen sich vor allem durch den Begriff „Fragmentierung“ erfassen. Es gibt zwar eine Vielzahl von Akteuren und Organisationen, die relevant für das Innovationsgeschehen sind, jedoch gibt es kaum eine Spezialisierung in bestimmten Feldern. In der Folge bleibt das Potenzial für Agglomerations- und Spezialisierungsvorteile noch nicht vollumfänglich erschlossen.

2.3.1 Fragmentierte Akteurslandschaft: Wirtschaftsstruktur

Die Analyse der Wirtschaftsstruktur stand nicht im Zentrum dieser Analyse, wurde sie doch bereits in anderen Studien durchgeführt. Im Folgenden sollen diese kurz dargestellt werden.³⁹ Laut IAB ist der beschäftigungsstärkste Wirtschaftszweig der Bereich „Öffentlicher Dienst“⁴⁰, gefolgt von „Handel, Verkehr, Lagerei“. Im Vergleich zu NRW sind „Unternehmensorientierte Dienstleistungen“⁴¹ unterrepräsentiert, jedoch nicht im bundesdeutschen Vergleich. Die Branchenanalyse des RWI zeigt dazu ergänzend – auf Branchengruppen aggregiert – kaum Spezialisierungsmerkmale für das Revier. So sind laut Standortkoeffizienten nur in den Branchen „Bergbau, Energie- und Wasserversorgung, Energiewirtschaft“ (1,66) sowie die „Herstellung von Vorleistungsgütern“ (1,44) und „Handel; Instandhaltung, Reparatur von Kfz“⁴² (1,2) eine Spezialisierung zu erkennen. Leider sind gerade die beiden ersten Branchen vom Braunkohleausstieg besonders betroffen. Die wissensintensiven Industriebranchen der Metall- und Elektroindustrie⁴³ sowie der Bereich „Information und Kommunikation“ sind unterrepräsentiert. Genau jene sind es allerdings, welche allgemein als transferaffin gelten können und in denen die Zusammenarbeit mit Hochschulen üblich ist. In feiner

³⁹ IAB Nordrhein-Westfalen 2020; Prognos AG 2018; RWI 2018

⁴⁰ Dieser enthält die Branchen Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung und Unterricht, Gesundheits- und Sozialwesen

⁴¹ Enthält die Branchen „Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen sowie von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen.“

⁴² Existierende Studien unterschlagen gerne das Semikolon zwischen Handel und Instandhaltung – es handelt sich hier um den Handel im Allgemeinen sowie die Instandhaltung und Reparatur von Kfz, nicht nur den Handel von Kfz

⁴³ Hierzu zählen metallerzeugenden Branchen, die Herstellung von EDV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen, Herstellung elektrischer Komponenten, Maschinenbau, Bau von Kfz, Kfz-Teilen und sonstigen Fahrzeugen

Auflösung lässt die Prognos AG in seiner Studie für die Wirtschaftsregion Aachen⁴⁴ erkennen, dass es abgesehen vom Bereich „Forschung und Entwicklung“, welche die Wissenschaftseinrichtungen enthält nur eine Spezialisierung in den schrumpfenden Wirtschaftszweigen „Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus“, „Herstellung von Textilien“, „Herstellung von Druckerzeugnissen“ und „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“ ist. Eine hohe Beschäftigungsdynamik zeigte sich zwischen 2008 und 2019 vor allem in der IT-Branche und den technischen, wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen, welche jedoch nur leicht überdurchschnittlich am Standort vertreten sind (Lokationskoeffizient: 1,2).

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Traditionell gewachsen ist im Revier hingegen eine Gruppe an energieintensiven Branchen, welche sich ursprünglich aufgrund der hervorragenden Ausstattung des Reviers mit Energie und Rohstoffen (wie z.B. das Wasser der Rur für die Papierindustrie) im Revier ansiedelte. Sie bietet ca. 32.000 Personen, also 3,8 % aller Beschäftigten im Rheinischen Revier (5,8% in den Tagebaukreisen) einen Arbeitsplatz⁴⁵. Dazu gehört vor allem die Erzeugung und Bearbeitung von Aluminium sowie die Herstellung von Kunststoffen und Kunststoffverpackungen, Backwaren, Papier/Karton/Pappe, Chemikalien. Der Braunkohleausstieg bedeutet für diese Branchen einen enormen Transformationsdruck hinsichtlich ihrer Energieeffizienz. Da das Rheinische Revier besonders stark in den Innovationsfeldern Energiesystem der Zukunft und Zukunftsfähige Industrie aufgestellt ist, bieten sich hier natürliche Potenziale für Wissens- und Technologietransfer an, welche noch nicht gehoben erscheinen (siehe auch Kapitel 5.1).

Diese energieintensiven Branchen sind laut Brancheneinteilung der EU⁴⁶ allerdings als wenig wissensintensiv einzuordnen und zeichnen sich üblicherweise nicht durch hohe Interaktion mit Forschungseinrichtungen aus. Dies zeigt sich auch darin, dass laut RWI die FuE-Intensität der Aufwendungen und des Personals unter den Unternehmen des Rheinischen Reviers unterhalb des bundesdeutschen Durchschnitts liegen. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass die so genannte absorptive Kapazität⁴⁷ relativ gering ist. Dies impliziert, dass Wissen, Technologien und Fachkräfte, welche in der Wissenschaft generiert werden, weniger gut von Unternehmen aufgenommen und genutzt werden können.

Dass die Wirtschaftsstruktur des Rheinischen Reviers wenig transferaffin erscheint, zeigt außerdem folgender Umstand: Nur 20 der 50 größten Unternehmen des Rheinischen Reviers⁴⁸ tauchen überhaupt in unserer Datenbank auf, welche ein breites Spektrum von Publikations-, Patentierungs- und Projektaktivitäten erfasst. Zwar gibt es (siehe auch Kapitel 2) sehr aktive und umtriebige Unternehmen im Innovationssystem, doch erscheinen diese weniger prägend für das Revier. Eine Analyse der von uns identifizierten transferaffinen Unternehmen⁴⁹ zeigt zudem, dass – gerade im Vergleich mit der Wirtschaftsstruktur des Rheinischen Reviers – wissensintensive unternehmensorientierte Dienstleistungen wie Ingenieurbüros, IT-Unternehmen sowie Maschinenbauer

⁴⁴ Prognos AG 2021; Zu beachten ist, dass die Studie nicht die Wirtschaftsstruktur des gesamten Reviers betrachtet, sondern nur die Gebietskörperschaften Städteregion Aachen, Kreis Heinsberg, Kreis Düren, Kreis Euskirchen.

⁴⁵ IAB Nordrhein-Westfalen 2020

⁴⁶ Eurostat 2021

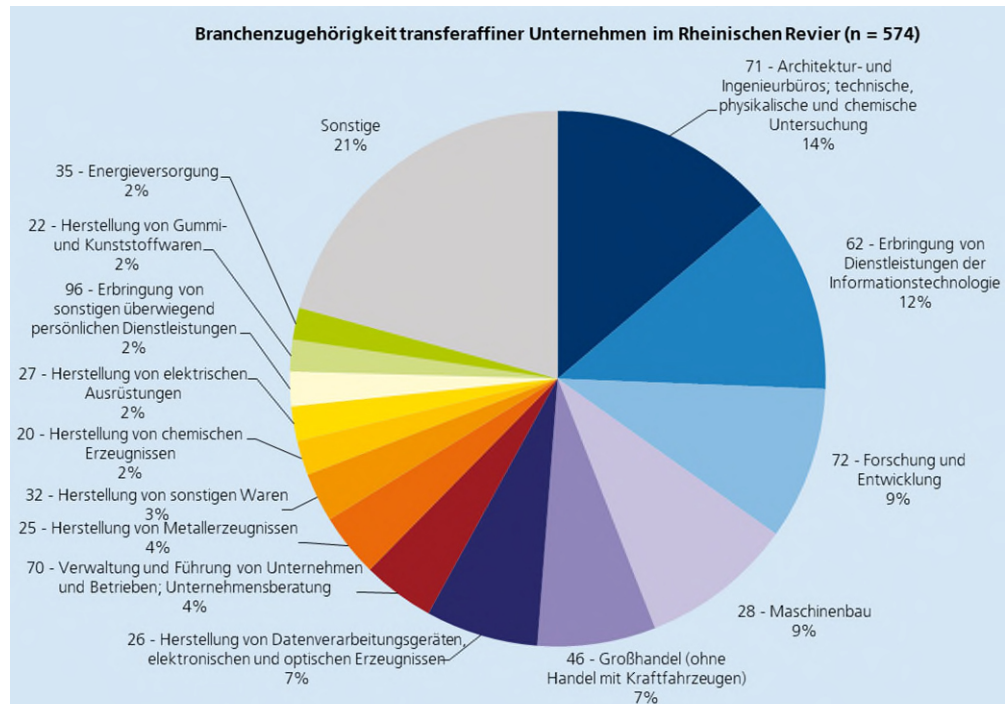
⁴⁷ Cohen & Levinthal 1990

⁴⁸ Dazu wurden jeweils die Top 25 Unternehmen im Rheinischen Revier nach Mitarbeiterzahl oder Umsatz aus der Unternehmensdatenbank Amadeus gezogen und mit unserer Akteursdatenbank verglichen.

⁴⁹ Für 574 Unternehmen konnte durch Zugriff auf die Unternehmensdatenbank BvD Amadeus die Branchenzugehörigkeit ermittelt werden

überrepräsentiert sind (siehe Abbildung 20). Die oben erwähnte Spezialisierung des Reviers spiegelt sich demnach kaum in den Unternehmen wider, welche in Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken sichtbar sind. Hier zeigt sich eindrücklich die geringere Forschungsaffinität der lokalen Wirtschaft und die geringere Passfähigkeit zwischen lokaler Wissenschaft und Forschung.

Abbildung 20: Branchenverteilung transferaffiner Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung nach BvD Amadeus

Branchenzugehörigkeit: NACE Rev.2-Code („2-Steller-Ebene“) der Haupttätigkeit

Die im Vergleich zu anderen Regionen geringe Spezialisierung der Wirtschaftsstruktur des Reviers⁵⁰ ist zwar vorteilhaft in Krisen (siehe außerdem Kapitel 2.2.3), impliziert jedoch auch, dass es der lokalen Wirtschaft schwerfallen dürfte, eine gemeinsame Sprache in der Gestaltung von Forschungsthemen zu finden. In dem Regionalen Innovationssystem Baden-Württembergs, welches prägend für die Innovationssystem-Forschung war⁵¹, ist beispielsweise die Ausrichtung der lokalen Wissenschaft auf die Bedürfnisse der zahlreichen Unternehmen in den bestimmenden Branchen des Automobilbaus von Vorteil für alle Beteiligten durch die Gewinnung von Studierenden und Drittmitteln. Eine stärkere Ausrichtung der Forschungseinrichtungen des Rheinischen Reviers auf die lokale Wirtschaft müsste hingegen viele Branchen miteinbeziehen. Dies bietet allerdings auch die Chance, dass relativ viele Fachbereiche und Einrichtungen anschlussfähig an die heterogene, lokale Wirtschaft sind.

Wie die Befragung transferaffiner Unternehmen im Rahmen dieser Studie zeigt, stellt dies auch ein Problem in der Definition und Kommunikation von Innovationsfeldern in der Gestaltung des Strukturwandels dar. Zwar führt das IF Zukunftsfähige Industrie diese Liste an, jedoch fühlten sich ganze 29% der 45 befragten Unternehmen keinem der zehn identifizierten Innovationsfelder zugehörig. Angesichts einer derartigen Streuung ist die Definition und Priorisierung von Innovationsfeldern eine Herausforderung. Dies kann zwar auch dadurch begründet liegen, dass die Innovationsfelder aus Platzgründen nur

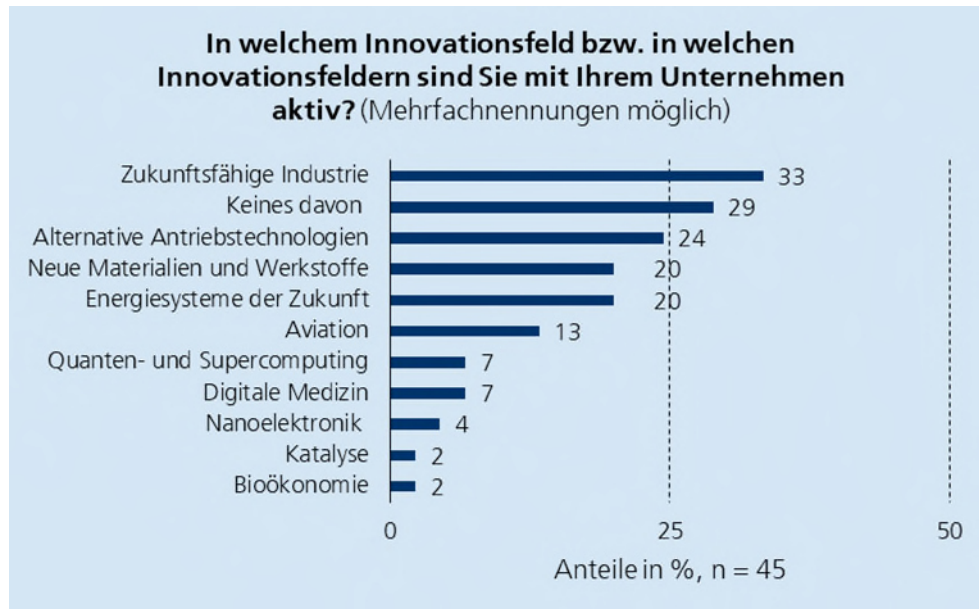
⁵⁰ Brenner 2006; Prognos AG 2019

⁵¹ Cooke & Morgan 1994

durch ihren Namen und einen kurzen Untertitel (siehe strukturierte Übersichten im Kapitel 2.1.2) erläutert wurden. Dies bedeutet jedoch, dass die Vermittlung und Erklärung der Innovationsfelder mit einem gewissen Aufwand verbunden sein werden.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Abbildung 21: Wahrnehmung der Zugehörigkeit zu Innovationsfeldern seitens transferaffiner Unternehmen



Quelle: Eigene Befragung transferaffiner Unternehmen

2.3.2 Räumliche Ungleichverteilung transferaffiner Unternehmen

Die räumliche Verteilung transferaffiner Unternehmen im Rheinischen Revier ist, wie bereits die Kartendarstellung in Abbildung 5 zeigt, sehr ungleich. Tabelle 16 geht auf die räumliche Verteilung der transferaffinen Unternehmen genauer ein.

Tabelle 16: Transferaffine Unternehmen in den Gebietskörperschaften des Rheinischen Reviers

Gebietskörperschaft	Anzahl	%	Einwohner (2019)	Unternehmen je 100T Einwohner
Städteregion Aachen	821	58,7	557.026	147,4
Rhein-Kreis Neuss	165	11,8	451.007	36,6
Rhein-Erft-Kreis	132	9,4	470.089	28,1
Düren	109	7,8	263.722	41,3
Mönchengladbach	67	4,8	261.454	25,6
Heinsberg	66	4,7	255.555	25,8
Euskirchen	39	2,8	193.656	20,1
Gesamt	1.399	100,0	2.452.509	57,0

Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus/SciVal, PATSTAT, FÖKAT, EFRE.NRW, CORDIS

Mehr als die Hälfte der transferaffinen Unternehmen liegt in der Städteregion Aachen, gefolgt vom Rhein-Kreis Neuss. Eine hohe Dichte von transferaffinen Unternehmen liegt zudem im Kreis Düren vor. Besonders auffällig ist die geringe Dichte an publizierenden, patentierenden und geförderten Unternehmen in der Stadt Mönchengladbach, welche bezüglich der Transferaffinität jedoch mit dem ländlichen Kreis Heinsberg vergleichbar erscheint. Diese räumliche Verteilung stellt eine innovationsgetriebene Gestaltung des Strukturwandels vor eine weitere Herausforderung. Während die Potenziale für Wissens-

und Technologietransfer in der Städteregion am einfachsten zu heben sind, liegen die Tagebaukreise (Rhein-Kreis Neuss, Rhein-Erft-Kreis und Kreis Düren) eher im Mittelfeld hinsichtlich der transferaffinen Unternehmensdichte. Circa 400 Unternehmen aus den Tagebaukreisen sind bereits erfahren in der Durchführung von Publikationen, Patentanmeldungen und geförderten Innovationsprojekten. Gerade in diesen Kreisen müsste ein innovationgetriebener Strukturwandel ansetzen, um die vom Braunkohleausstieg betroffenen Unternehmen und Beschäftigten zu erreichen.

2.3.3 Fragmentierte Akteurslandschaft: Intermediäre

Wie in 3.2 aufgeführt, werden die Aufgaben der regionalen Wirtschafts- und Innovationsförderung im Rheinischen Revier in drei Kammerbezirken sowie von den lokalen Wirtschaftsförderinstitutionen und intermediären Technologiefördergesellschaften der sieben Kreise umgesetzt. Übereinstimmenden Aussagen der Interviewten zufolge, erfolgt die Ausrichtung von Aktivitäten entlang einzelner Teilregionen, aber nicht im ganzen Revier. Besonders deutlich wird dies in den gewachsenen Strukturen der Kammerbezirke bzw. Wirtschaftsregionen, darunter der Kammerbezirk Aachen und die Region Mittlerer Niederrhein, wie auch in metropolnahen Kreisen.

- Im Rahmen des Regionalmanagements ist der Region Aachen Zweckverband verantwortlich für die Initiierung und Realisierung regionaler und grenzüberschreitender Netzwerke, Projekte und Initiativen sowie die Interessenvertretung der Region Aachen (Städteregion Aachen, Kreis Euskirchen, Kreis Düren, Kreis Heinsberg) in der überregionalen Zusammenarbeit, auf Landes-, Bundes- und Europäischer Ebene. Die Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer mbH (AGIT) unterstützt die regionale Wirtschaft am Hauptstandort auf dem Campus Melaten in Aachen sowie in den Kreisen Düren und Euskirchen durch Maßnahmen der Technologieförderung in Abstimmung mit den Wirtschaftsförderinstitutionen der Teilregionen der Städteregion Aachen. Intensive Verflechtungen bestehen darüber hinaus zwischen den beiden Wissenschaftseinrichtungen der RWTH Aachen sowie dem Forschungszentrum Jülich im Kreis Düren. In der Jülich Aachen Research Alliance (JARA) bündeln die RWTH Aachen University und das Forschungszentrum Jülich ihre Kompetenzen in fünf Forschungssektionen, einem JARA-Center sowie vier JARA-Instituten.
- In der Region Mittlerer Niederrhein koordiniert die entsprechende Regionalagentur regionalwirksame Strategien der Städte Mönchengladbach und Krefeld sowie des Rhein-Kreis Neuss mit acht kreisangehörigen Städten und Gemeinden und des Kreis Viersen mit neun kreisangehörigen Städten und Gemeinden. Zur weiteren Stärkung des Wirtschaftsraumes Niederrhein hat die Wirtschaftsförderung Mönchengladbach gemeinsam mit der IHK Mittlerer Niederrhein, der Stadt Krefeld, der Wirtschaftsförderung für den Kreis Viersen, dem Rhein-Kreis Neuss und der Stadt Neuss die Standort Niederrhein GmbH gegründet. Ergänzende Beratungsangebote der Innovationsförderung, Digitalisierung und Hochschultransfer bietet die IHK Mittlerer Niederrhein für mittelständische Unternehmen im Rahmen der NRW.Innovationspartner Initiative des MWIDE an. Die „Innovationspartner Niederrhein“, ein Bündnis von Industrie- und Handelskammern, Hochschulen und Wirtschaftsförderungen der Wirtschaftsregion Niederrhein, unterstützen KMU bei der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen hin zu marktreifen Produkten.
- Auch zeigt sich in metropolnahen, eher ländlich geprägten Kreisen des Rheinischen Reviers, eine hohe Verflechtung mit angrenzenden Metropolräumen. Den starken Pendlerverflechtungen entsprechend bestehen

intensive Verbindungen zwischen dem Rhein-Kreis Neuss und der Landeshauptstadt Düsseldorf sowie zwischen dem Rhein-Erft-Kreis und Köln⁵². In Teilen spiegeln sich diese Verflechtungen auch in Ansätzen der Innovations- und Gründungsförderung wider. So ist der Rhein-Kreis-Neuss etwa Gesellschafter beim digiHUB Düsseldorf.

Akteure und Strukturen im
Innovationssystem

Insgesamt ist eine Orientierung der Stakeholder der Technologie-, Innovations- und Gründungsförderung entlang der historisch gewachsenen Strukturen der Wirtschaftsregionen und Kammerbezirke erkennbar. Ein gemeinschaftliches Vorgehen im Rahmen des Regionalmanagements und der forschungs- und innovationsbezogenen Zusammenarbeit erfolgt etwa in der Städteregion Aachen, Düren, Euskirchen und Heinsberg. So sind in der Technologie- und Innovationsförderung die regionale Ausrichtung von Aktivitäten der AGIT sowie des JARA hervorzuheben. Ergänzt werden diese Aktivitäten durch etablierte Angebote der GründerRegion. Eine vergleichbar intensive Abstimmung besteht indes nicht mit den übrigen Stakeholdern des Rheinischen Reviers (d.h. Mönchengladbach, Rhein-Kreis Neuss, Rhein-Erft-Kreis). Positiv hervorzuheben sind erste Initiativen zur thematischen, regionalwirtschaftlichen und zivilgesellschaftlichen Vernetzung in dem gesamten Gebiet des Rheinischen Reviers im Rahmen der Modellregion „BioökonomieREVIER Rheinland“. Das zugrundeliegende Verortungskonzept lässt dabei bereits räumliche Schwerpunkte auch außerhalb der Wirtschaftsregion Aachen erkennen, welches signifikante Impulse für den Strukturwandel und eine intensiviertere Vernetzung im Rheinischen Revier in Aussicht stellt.

Durch die Zukunftsagentur Rheinisches Revier werden bereits Anstrengungen zur Gesamtkoordination der Wirtschafts- und Innovationsförderung zwischen den Teilregionen des Rheinischen Reviers unternommen. Interviews mit Akteur*innen der Innovations- und Wirtschaftsförderung bestätigen diesen Befund. Aus Sicht der Interviewten hat diese eine Fragmentierung von Zuständigkeiten und Aktivitäten zur Folge. Es mangelt aus der Perspektive der Gesprächspartner vor allem an koordinierenden Strukturen zur strategischen und thematisch-inhaltlichen Ausrichtung. Dass mit der Zukunftsagentur Rheinisches Revier von der Landesregierung eine zentrale Steuerungsinstanz für den Strukturwandel im Revier beauftragt wurde, die von den Gebietskörperschaften sowie den Wirtschaftskammern und Gewerkschaften im Revier getragen wird, trifft damit auf einen erheblichen Bedarf und wurde in Interviews begrüßt. Angesichts der Komplexität der Aufgabe und vor dem Hintergrund, dass sich die Zukunftsagentur noch im Aufbau befindet, ist wenig verwunderlich, dass Akteur*innen im Rheinischen Revier über Herausforderungen in der Gesamtkoordination und strategischen Ausrichtung auch nach deren Gründung berichten. Die Interviewten und Workshop-Teilnehmer*innen berichteten oftmals, dass im Revier noch wenige Kenntnisse über die Aktivitäten und das Wissen der Akteur*innen in allen Teilbereichen des Reviers vorliegen. Der Aufbau persönlicher Netzwerke werde zudem pandemiebedingt erschwert. Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Innovationsförderaktivitäten selbst innerhalb sowie über das Rheinische Revier hinaus aktuell in nur sehr geringem Umfang strategisch koordiniert und vernetzt werden.

⁵² Schmidt et al. 2018

3 Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

Die zweite Ebene regionaler Innovationssysteme offenbart sich erst durch eine eingehende Analyse der Vernetzung zwischen den Organisationen im System. Zusammenarbeit in Forschung, Entwicklung und Innovation und der Transfer von Wissen kann auf viele Arten gestaltet sein. Einige, vor allem informelle Formen der Zusammenarbeit zeigen sich nur in Befragungen und qualitativen Fallstudien. Diese können jedoch nicht auf der Systemebene aggregiert werden. Für eine Analyse eines gesamten RIS bieten sich daher quantitative Daten an, welche stärker die formellen Formen der Zusammenarbeit erfassen. Dazu sollen an dieser Stelle Startup-Datenbanken, aber auch die sichtbaren Kooperationen dienen, welche in Publikations- und Patentdatenbanken erscheinen.

Um diese Datenbasis zu strukturieren, unterscheiden wir zwischen drei Formen der Kooperation im Regionalen Innovationssystem: erkenntnisorientiert, transferorientiert und umsetzungsorientiert. Während in erkenntnisorientierten Kooperationen nur Wissenschaftseinrichtungen zusammenarbeiten, beziehen sich umsetzungsorientierte Kooperationen auf Beziehungen zwischen zwei Unternehmen. Vor allem im Rahmen des Strukturwandels interessant sind jedoch die transferorientierten Kooperationen, in welchen Organisationen aus der Wirtschaft und Wissenschaft zusammenfinden und Innovationsprojekte vorantreiben.

Tabelle 17: Ko-Publikationen und Ko-Patente im Vergleich (2015-2019)

	Summe		Erkenntnisorientiert (Wissenschaft-Wissenschaft)		Transferorientiert (Wissenschaft-Wirtschaft)		Umsetzungsorientiert (Wirtschaft - Wirtschaft)	
	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente
National	8.916	193	7.410	35	1.431	46	75	112
Intraregional	4.378	28	3.330	15	1.035	10	13	3
Rheinschiene ⁵³	3.598	64	3.141	1	444	9	13	54
International	17.095	89	14.713	8	2.292	34	90	47
Euregio ⁵⁴	602	0	531	0	62	0	0	0
Summe	26.011	282	22.123	43	3.723	80	165	159

Quelle: EPO-PATSTAT2019b; Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

Die Daten in Tabelle 17 zeigen, dass Akteure des RR in über 26.000 Ko-Publikationen und 282 Ko-Patenten mit regionalen, nationalen und internationalen Partnern kooperieren. Einen Schwerpunkt bilden dabei erkenntnisorientierte Kooperationen mit rund 85% der Ko-Publikationen, gefolgt von 14% transferorientierten Kooperationen. Unternehmen publizieren traditionell weniger, sodass wir nur sehr wenige umsetzungsorientierte Ko-Publikationen nachweisen können. Exzellente Forschung ist national und international vernetzt. Akteure des RR kooperieren in 66% der Ko-

⁵³ Bonn, Düsseldorf, Köln, Leverkusen

⁵⁴ Maastricht, Liege, Leuven, Hasselt

Publikationen mit internationalen Partnern. Erkenntnisorientierte Ko-Publikationen mit den USA, UK, Frankreich, Niederlande und China sind besonders hervorzuheben. Transferorientierte Ko-Publikationen und umsetzungsorientierte Ko-Publikationen mit internationalen Partnern spielen eine geringe Rolle. Die erkenntnisorientierte Kooperation mit Partnern aus der Euregio liegen auf einem niedrigen Niveau und konzentrieren sich stark auf die Städteregion Aachen.

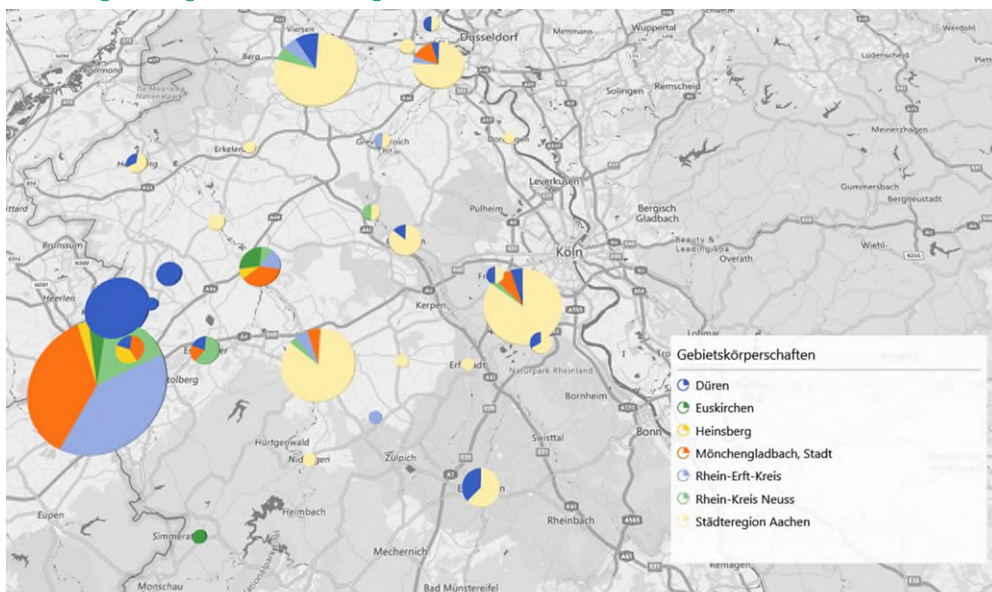
Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

Im bundesweiten Vergleich ist festzuhalten, dass Akteure des RR tendenziell stärker in nationalen Kooperationsnetzwerken aktiv sind. Ko-Publikationen mit Akteuren aus dem RR, wie auch mit Partnern aus der Rheinschiene, sind besonders ausgeprägt. Im nationalen Kontext zählen die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (981 Ko-Publikationen), Universität zu Köln (955 Ko-Publikationen), Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (945 Ko-Publikationen), Universität Heidelberg (693 Ko-Publikationen) und die Technische Universität München (613 Ko-Publikationen) zu den wichtigen Kooperationspartnern.

Die regionale Vernetzung in Ko-Publikationen ist in Abbildung 22 abgetragen. Ein Schwerpunkt der interregionalen Vernetzung bildet die enge Zusammenarbeit der Akteure des RR mit der Städteregion Aachen. Besonders intensiv kooperieren die Städteregion Aachen und der Kreis Düren, insbesondere das FZ Jülich und die RWTH weisen besonders viele Ko-Publikationen auf. Dennoch fällt auf, dass die regionale Vernetzung nicht sehr stark ausgeprägt ist.

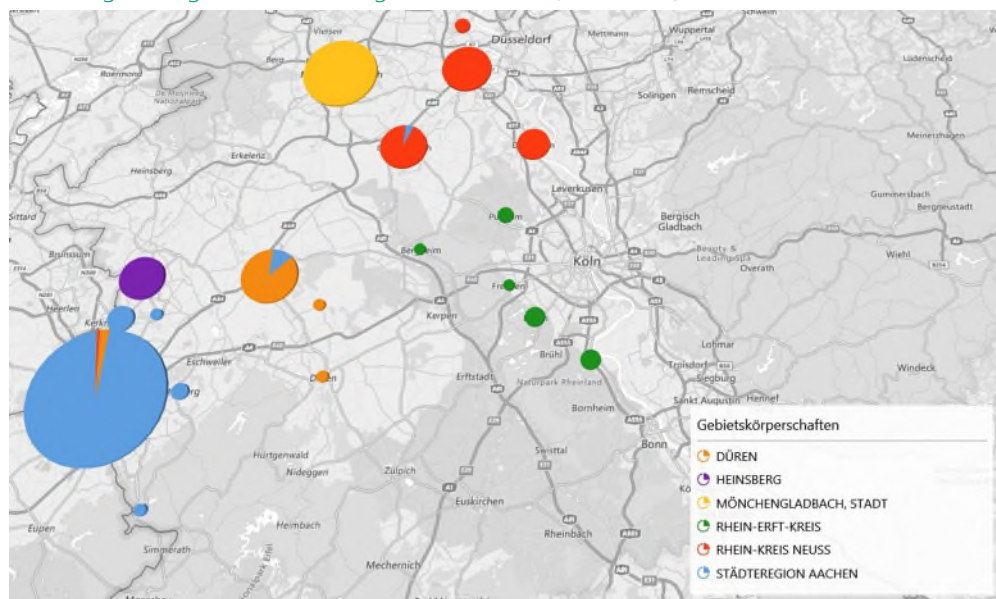
Im Vergleich zu Ko-Publikationen werden sehr wenige Ko-Patente angemeldet. Die schwache regionale Vernetzung ist in Abbildung 23 abgetragen. Insgesamt fällt eine starke lokale Konzentration auf und bis auf wenige Ausnahmen bilden intraregionale Ko-Patente die Ausnahme.

Abbildung 22: Regionale Vernetzung in Ko-Publikationen (2015-2019)



Quelle: Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

Abbildung 23: Regionale Vernetzung in Ko-Patenten (2015-2019)



Quelle: Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

3.1 Stärken: Erkenntnisorientierte Vernetzung

Dem Rheinischen Revier ist Kooperation und Netzwerken nicht fremd, vor allem im Rahmen exzellenzorientierter Forschung und Initiativen sind zahlreiche Verbindungen in der Region, insbesondere innerhalb der Städteregion Aachen und entlang der Achse Aachen – Jülich, festzustellen.

3.1.1 Vernetzung innerhalb der Wissenschaft

Wie die interviewten Wissenschaftsvertreter*innen erklärten, hat die wissenschaftliche Vernetzung der Region in den letzten Jahren stark zugenommen. Hätte es früher deutliche Vorbehalte gegenüber Kooperationen selbst innerhalb von Fachbereichen derselben Disziplin gegeben, konnten diese in den letzten 10-15 Jahren durch die kreative Setzung von Anreizen für Kooperationen und organisatorische Neuentwicklung abgebaut werden. Die zahlreichen Maßnahmen zur Organisationsentwicklung und eine konsequente Betonung und Förderung von Interdisziplinarität im Rahmen der Exzellenzinitiative hätten zudem die Vernetzung innerhalb von Organisationen erhöht und dadurch auch zu einer allgemeinen Steigerung der Kooperationsaffinität geführt.

In einem weiteren Schritt seien daraufhin gezielt die Kooperationsbeziehungen zwischen den Wissenschaftseinrichtungen verstärkt worden. Gemeinsame Berufungen, personelle Verflechtungen, Arbeitskraftmobilität von Wissenschaftler*innen zwischen den regionalen Forschungseinrichtungen sowie das Schmieden von Allianzen (wie beispielsweise der JARA zwischen dem Forschungszentrum Jülich und der RWTH) und Netzwerken förderten auch die Kooperationsintensität vor Ort.

Die Daten in Tabelle 19 zeigen, dass dementsprechend die lokale und regionale Vernetzung zwischen der Städteregion Aachen und dem Kreis Düren bereits gut entwickelt ist, allerdings deutlich weniger Ko-Publikationen hervorbringt als die Zusammenarbeit mit überregionalen Partnern. Die Jülich Aachen Research Alliance (JARA) bildet einen formalisierten Rahmen für die Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftsstandorten und stärkt die regionale Vernetzung. Gebietskörperschaften mit einer geringen Dichte an lokalen FuE-Einrichtungen arbeiten intensiver in

transferorientierten Ko-Publikationen mit wissenschaftlichen Partnern aus dem In- und Ausland zusammen. Im Vergleich entstehen wenige erkenntnisorientierte Ko-Patente in der regionalen Zusammenarbeit. Vielmehr arbeitet die Wissenschaft auch hier stärker mit nationalen und internationalen Hochschulen und Forschungseinrichtungen zusammen.

Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

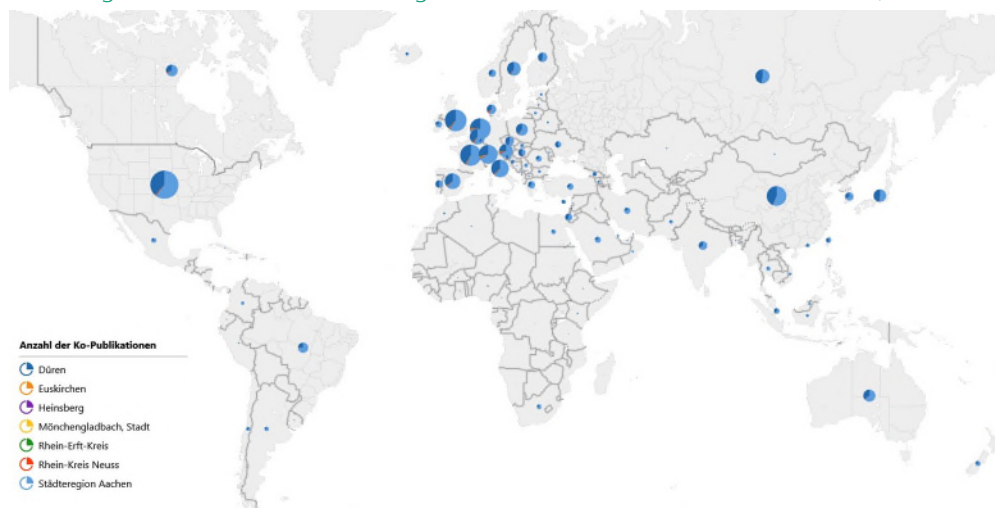
Tabelle 18: Räumliche Vernetzung in erkenntnisorientierten Kooperationen (2015-2019)

Gebiets-körperschaft	Düren		Euskirchen		Heinsberg		Mönchen-gladbach		Rhein-Erft-Kreis		Rhein-Kreis Neuss		Städteregion Aachen	
	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente
Düren			3						1		1		2.138	3
Euskirchen	3												2	
Heinsberg														
Mönchen-gladbach													3	
Rhein-Erft-Kreis	1												2	
Rhein-Kreis Neuss	1													
Städteregion Aachen	2.138	3	2				3		2				1.295	13
Extraregional	8.118	12	45				3		27		3		14.066	26
Summe	8.874	13	48	0	0	0	3	0	27	0	3	0	15.317	33

Quelle: EPO-PATSTAT2019b; Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

Die internationale Vernetzung bildet den Schwerpunkt in erkenntnisorientierten Kooperationen. Abbildung 24 zeigt, dass die Städteregion Aachen und der Kreis Düren besonders intensiv mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen aus dem Ausland kooperieren. Die ausgeprägte internationale Vernetzung der Städteregion Aachen und dem Kreis Düren ist auf die hohe Dichte an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Aachen und Jülich zurückzuführen.

Abbildung 24: Internationale Vernetzung in erkenntnisorientierten Ko-Publikationen (2015-2019)



Quelle: Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

Abbildung 24 zeigt die intensive, internationale Vernetzung mit wissenschaftlichen Partnern in Europa, aber auch die USA (25% der Ko-Publikationen) und China (12% der Ko-Publikationen) sind wichtige Kooperationspartner für die Wissenschaft des RR. In

rund 65% der erkenntnisorientierten Ko-Publikationen kooperieren Hochschulen und Forschungseinrichtungen aus dem RR mit wissenschaftlichen Partnern aus Großbritannien, Frankreich, Niederlande, Schweiz und Italien. Die wichtigsten wissenschaftlichen Kooperationspartner sind in Tabelle 19 abgetragen.

Tabelle 19: Die zehn wichtigsten internationalen Kooperationspartner in erkenntnisorientierter Vernetzung (2015-2019)

Rang	Wissenschaftlicher Partner	Land	Ko-Publikationen
1	Maastricht University	Niederlande	474
2	Universität Zürich	Schweiz	395
3	Lomonosov Moscow State University	Russland	380
4	EPFL Lausanne	Schweiz	350
5	Massachusetts Institute of Technology	USA	345
6	Imperial College London	Großbritannien	329
7	CERN	Schweiz	293
8	University of Maryland, College Park	USA	290
9	Tsinghua University	China	285
10	ETH Zürich	Schweiz	273
Summe			2.009

Quelle: Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

3.1.2 Allgemeine Vernetzung der Wissenschaft mit der Industrie

Generell kann den wissenschaftlichen Einrichtungen des Reviers eine Industrienähe attestiert werden, die man in dieser Form nicht immer an deutschen Hochschulen auffindet. Der RWTH Campus, an dem sich Unternehmen an der Universität immatrikulieren können, um in unterschiedlich intensiver Art und Weise an der Forschung der RWTH teilzuhaben und mitzugestalten, wird von 400 Unternehmen genutzt. Einschränkend sei hier angemerkt, dass diese Form der Zusammenarbeit durch das von uns gewählte Vorgehen nur dann erfasst werden kann, wenn sie in Publikationen, Patentanmeldungen oder geförderten Projekten mündet. Aus Geheimhaltungsgründen lässt sich hier nicht vollständig erfassen, welche Unternehmen dieses Angebot letztlich nutzen.

In Interviews mit Gründer*innen wurde uns verdeutlicht, dass die Zusammenarbeit mit Großunternehmen, auch wenn sie nicht aus dem Revier sind, vorteilhaft für Ausgründungen ist. Sie geben den Gründenden die Chance, einen Einblick in State-of-the-Art-Technologien führender Unternehmen zu erhalten und dabei Bedarfe für neue Produkte oder Dienstleistungen zu erkennen. Zudem können die einstigen Projektpartner zu den ersten Kunden gehören, wenn das Projekt erfolgreich war. Diese Querverbindung zwischen Transferkanälen verdeutlicht, dass es im Wissens- und Technologietransfer nicht immer ein „Entweder-oder“ geben muss, sondern eine allgemeine Verbesserung der Transferorientierung sich auf mehrere Arten für die Region auszahlen kann.

Abbildung 25: Geförderte Projekte mit Unternehmensbeteiligung von RWTH, FZJ und FH Aachen

	RWTH Aachen		Forschungszentrum Jülich		Fachhochschule Aachen	
Anzahl an Verbundprojekten		728		213		50
Anzahl an Verbundprojekten mit regionalen Unternehmen		175		20		16
Anzahl an regionalen Unternehmenspartnern		154		16		20
Engste regionale Kooperationspartner	FEV Europe GmbH	9	GTT	3	indurad GmbH	2
	Stadtwerke Aachen AG	8	FEV Europe GmbH	3	Ford-Werke GmbH	2
	Ford-Werke GmbH	8	Ford-Werke GmbH	2	FEV Europe GmbH	2
	StreetScooter GmbH	7	GAMS Software GmbH	2	Xgraphic	2
	AixControl	7				
	SurgiTAIX AG	5				
	Devollo AG	5				
	AIXTRON SE	4				
	e.GO Mobile AG	4				
	Ericsson GmbH	4				

Quelle: FÖKAT

Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

Im Rahmen dieser Studie wurden zudem einige Hochtechnologie-Unternehmen identifiziert, welche sehr intensiv mit den örtlichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten. Exemplarisch soll dafür Abbildung 25 dienen, um die Kooperationspartner von drei ausgewählten Forschungseinrichtungen genauer darzustellen. Es handelt sich hierbei nur um die im FÖKAT durch Bundesministerien eingetragenen Verbundprojekte.⁵⁵

Hierzu gehören – auch in anderen Analysen dieser Studie – beispielsweise der Forschungs- und Entwicklungsdienstleister FEV Group und der Anlagenbauer für die Halbleiterindustrie AIXTRON SE. Diese engen Beziehungen sind jedoch oftmals auch in der Historie der Unternehmen begründet. Beide Unternehmen sind Ausgründungen der RWTH. Seit ihrer Gründung im Jahr 1978, bzw. 1983 gibt es starke personelle Verflechtungen und Kooperationen mit örtlichen Forschungseinrichtungen. Neuere Ausgründungen wie StreetScooter oder e.Go Mobile sind ebenfalls in dieser Auflistung zu finden. Zudem ist das Ford Forschungszentrum ein enger Partner der hier gelisteten Forschungseinrichtungen.

3.2 Defizite: Lokale transferorientierte Vernetzung

Während die exzellenzorientierte Forschung und allgemeine Vernetzung mit Industrieunternehmen, besonders im Hochtechnologiesektor im RIS des Rheinischen Reviers gut ausgeprägt ist, muss attestiert werden, dass die transferorientierte Vernetzung zwischen der Wissenschaft und der lokalen Wirtschaft noch ausbaufähig ist. Zudem zeigen auch die Transferkanäle „Ausgründungen“ und „Personalmobilität“ einige Hindernisse auf, um uneingeschränkt für eine erfolgreiche Meisterung des Strukturwandels zu sorgen.

3.2.1 Bedarfsorientierte Vernetzung zwischen Forschung und regionaler Wirtschaft

Die Darstellung transferorientierter Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in räumlicher Aufschlüsselung (Tabelle 20) gibt einen Aufschluss über die Beziehungen zwischen lokaler Wissenschaft und lokaler Wirtschaft. Sie werden hierbei mithilfe von Ko-Publikationen und Ko-Patenten gemessen.

⁵⁵ Verbundprojekte sind alle geförderten Projekte, in welchen mehrere Zuwendungsempfänger zusammenarbeiten.

Tabelle 20: Räumliche Vernetzung in transferorientierten Kooperationen (2015-2019)

	Düren		Euskirchen		Heinsberg		Mönchen- gladbach		Rhein-Erft- Kreis		Rhein-Kreis Neuss		Städteregion Aachen	
	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente	Publikationen	Patente
Düren	34	2			1		4		3		1		209	
Euskirchen													3	
Heinsberg	1				1								3	
Mönchen-	4						1		3		3		39	
Rhein-Erft- Kreis	3						3				2		43	
Rhein-Kreis Neuss	1						3		2				21	1
Städteregion Aachen	209		3		3		39		43		21	1	750	7
Extraregional	621	7	22		15		106		61	1	189	1	2.839	69
Gesamt	680	7	23	0	17	0	115	0	71	1	190	1	3.234	72

Quelle: EPO-PATSTAT2019b; Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

Sie zeigt, dass besonders in der Städteregion Aachen die räumliche Nähe zu Wissenschaftseinrichtungen, aber auch geringere Ausrichtung an Bedarfe von Unternehmen außerhalb der näheren Umgebung offenbar einen deutlichen Einfluss auf die Beteiligung von Unternehmen an wissenschaftlicher Forschung hat. Mit Blick auf die regionale Vernetzung im RR spielt die Kooperation mit der Wissenschaft in der Städteregion Aachen eine wichtige Rolle, insbesondere die RWTH aber auch die FH Aachen sind in zahlreichen transferorientierten Kooperationen mit Partnern aus der Region aktiv. Daher können für die Städteregion Aachen die meisten transferorientierten Kooperationen nachgewiesen werden. Zu den fünf quantitativ wichtigsten regionalen Unternehmenspartnern der Wissenschaft in der Städteregion Aachen zählen die FEV Group GmbH, AIXTRON SE, Sana-Krankenhaus Hürth GmbH und die fka GmbH. Für den Kreis Düren zählen die GTT Gesellschaft für Technische Thermochemie und -physik mbH, MaTeck Material-Technologie & Kristalle GmbH, Multiscale Consulting und die LemnaTec GmbH zu den fünf wichtigsten regionalen Unternehmenspartnern.

Auffällig ist hierbei zudem die überregionale Vernetzung der Kooperationen, welche insgesamt – wie in Tabelle 17 ebenfalls deutlich wird, sehr stark ist. Rund 90% der transferorientierten Ko-Publikationen und über 96% der transferorientierten Ko-Patente beteiligen überregionale Partner. Dies zeigt auf, dass in allen Gebietskörperschaften das Ausmaß von Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft mit den wissenschaftlichen Zentren (Städteregion Aachen, Düren) schwächer ausgeprägt ist als die Kooperation mit Partnern außerhalb des Reviers. Dies ist ein Hinweis auf die tendenziell ausbaufähige Passfähigkeit zwischen Forschung und lokaler Wirtschaft.

Tabelle 21: Wichtige Unternehmenspartner in transferorientierter Vernetzung (2015-2019)

Partner	Sektor	Land	Ko-Publikationen	Ko-Patente
Siemens AG	Elektrotechnik	DE , AT, US, AU, FR	80	7
Bayer AG	Chemie / Pharma	DE , US	58	
Koninklijke Philips N.V.	Elektrotechnik	NL	56	
Robert Bosch GmbH	Transport	DE	55	
BASF SE	Chemie	DE , US	45	
IBM Inc.	IT	CH , US, DE	42	1
Ford Motor Company	Transport	DE , US	37	
Boehringer Ingelheim GmbH	Chemie / Pharma	DE , US, NO, UK	30	
BMW AG	Transport	DE	28	
Novartis AG	Chemie / Pharma	CH , DE, US, IT	25	
Thyssenkrupp AG	Chemie	DE	18	4
Dow Agrosciences	Chemie	US	6	19
Henkel AG & Co. KGaA	Chemie	DE	7	9
Gesamt			3.723	80

Quelle: EPO-PATSTAT2019b; Elsevier Scopus / SciVal; eigene Berechnungen

In fett: Land des Hauptsitzes des Kooperationspartners, die Nennung anderer Länder weist auf die Verbindung mit ausländischen Niederlassungen hin.

Als Sektor werden die Technologiebereiche der zugehörigen Patentanmeldungen laut erster Klassifikationsebene nach Schmoch (2008) verstanden, nicht die Branchen der Unternehmen.

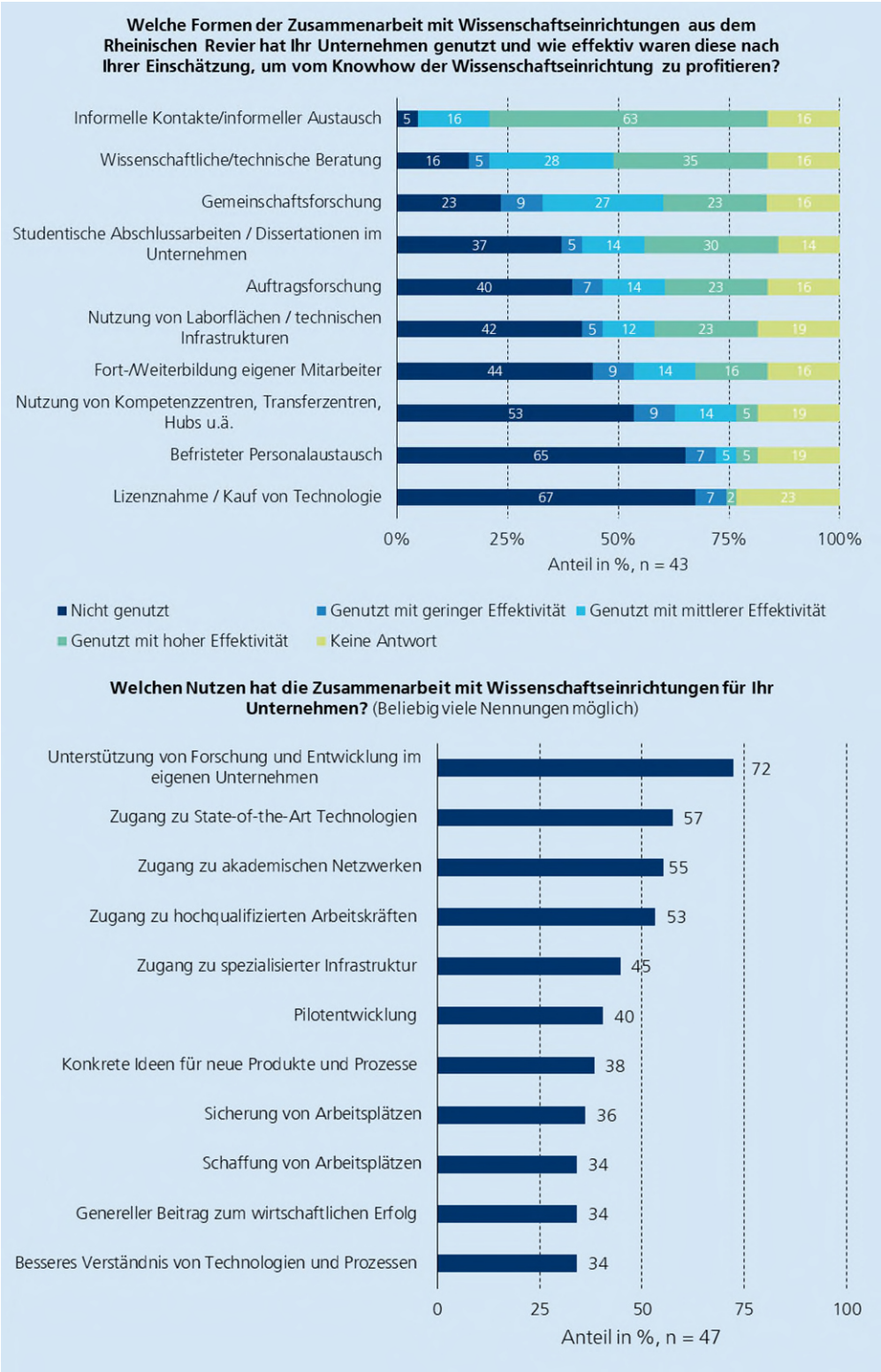
Zu bemerken ist, dass besonders intensiv mit Partnern außerhalb des RR kooperiert wird. Die wichtigsten überregionalen Kooperationspartner sind in Tabelle 21 abgetragen. Ein näherer Blick in die Daten ließ regionale Schwerpunkte erkennen. Die Gebietskörperschaften Euskirchen, Heinsberg, Stadt Mönchengladbach, Rhein-Erft-Kreis und Rhein-Kreis Neuss kooperieren in transferorientierten Ko-Publikationen insbesondere mit inländischen Partnern aus der Wissenschaft. Die Wissenschaft aus der Städteregion Aachen kooperiert im nationalen Kontext in transferorientierten Ko-Publikationen schwerpunktmäßig mit Unternehmen aus München (Siemens AG, BMW AG, MTU Aero Engines GmbH), Leverkusen (Bayer AG, Covestro AG), Gerlingen (Robert-Bosch GmbH) und Ludwigshafen (BASF SE). Im internationalen Kontext sind Unternehmen aus den USA (Pfizer Inc., Amgen Inc., Intel Corp., Ford Motor Company), Niederlande (Koninklijke Philips N.V.), Schweiz (Novartis AG, F. Hoffmann-La Roche AG, IBM Schweiz AG) und Großbritannien (Astra Zeneca) wichtige Partner der Wissenschaft in der Städteregion Aachen. Der Kreis Düren ist vor allem durch das Forschungszentrum Jülich stärker international vernetzt und arbeitet in transferorientierten Ko-Publikationen eng mit Unternehmen aus den USA (General Atomics, Nvidia, Aerodyne Research Inc., Northwest Research Associates, Inc.), Niederlande (Koninklijke Philips N.V., Royal Dutch Shell PLC, NXP Semiconductors) und der Schweiz (F. Hoffmann-La Roche AG, Novartis AG, IBM Schweiz AG) zusammen. Im nationalen Kontext sind Unternehmen aus München (Siemens AG, BMW AG), Ludwigshafen (BASF SE), Leverkusen (Bayer AG) und Gerlingen (Robert-Bosch GmbH) hervorzuheben.

Die mit diesen traditionellen Indikatoren erfassten Vernetzungsmuster bestätigen sich auch in der Befragung transferaffiner Unternehmen. Hierbei konnten wir einen tieferen Einblick in die Formen der Zusammenarbeit und deren Nutzen erlangen (Abbildung 27). Es wäre zu erwarten, dass die Antworten der bereits transferaffinen Unternehmen, welche sich von dieser Befragung angesprochen fühlten, die lokale Zusammenarbeit

Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

stark überschätzen. Jedoch zeigte die Auswertung der Befragung, dass informellere Formen der Zusammenarbeit wie Austausch und Beratung stark überwiegen. 40%, bzw. 67% der hier Befragten haben hingegen formelle Formen, wie beispielsweise die Auftragsforschung oder die Lizenznahme von Technologien, noch nicht genutzt in der Zusammenarbeit mit der lokalen Wissenschaft.

Abbildung 26: Zusammenarbeit von Unternehmen im Rheinischen Revier mit der Wissenschaft



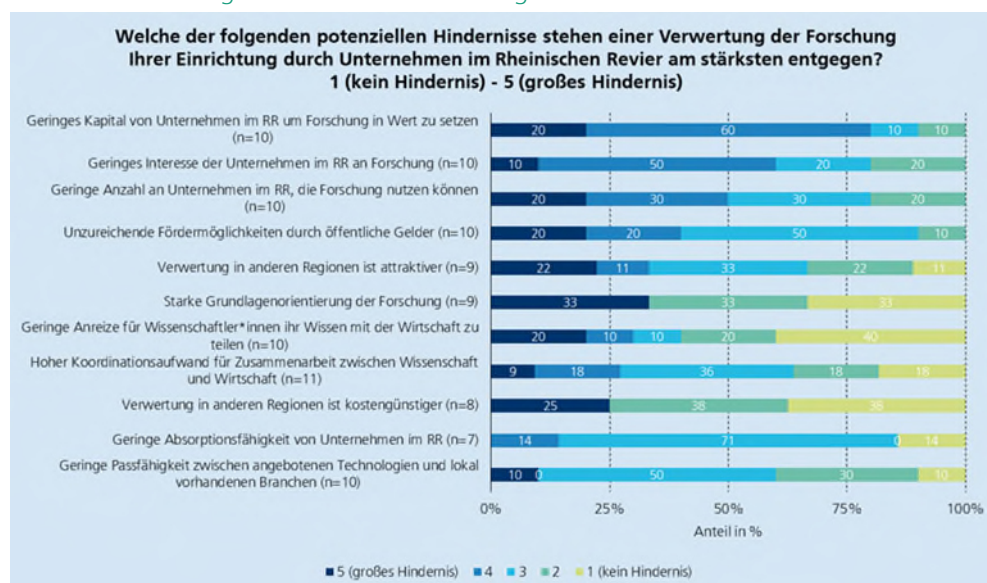
Quelle: Eigene Befragung transferaffinen Unternehmen im Rheinischen Revier

Dabei ist der Nutzen der Zusammenarbeit mit lokaler Wissenschaft bekannt und scheinbar auch bereits aus informeller Zusammenarbeit zu erlangen. Besonders wertvoll erscheint die Wissenschaft als Treiber für Forschung und Entwicklung im eigenen Unternehmen und Vermittler von aktuellen Technologien, akademischen Netzwerken und Arbeitskräften. Die Wissenschaft nimmt also in bestehenden Beziehungen eine Antennenfunktion ein, die geschätzt wird. Jedoch ist auch kritisch anzumerken, dass die Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen eher selten als Folge dieser Zusammenarbeit vermerkt wird.

Woraus entsteht dieser durch quantitative Analysen feststellbare Umstand, dass die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft über die Reviergrenzen so viel häufiger und leichter erscheint als die intraregionale Vernetzung? In der großen Mehrheit der qualitativen Interviews mit Expert*innen wurde allgemein ein Mismatch zwischen der exzellenten, international sichtbaren Forschungslandschaft und der für das Revier charakteristischen, von kleineren und mittleren Unternehmen geprägten, oftmals in Altindustrien tätigen und traditionsverwurzelten Wirtschaft (siehe dazu auch Kapitel 2.3) festgestellt. Sowohl Vertreter*innen von Wissenschaftseinrichtungen als auch Vertreter*innen der Innovationsförderlandschaft attestierten, dass die lokalen KMU schlecht als Verwertungspartner zu erreichen und zu gewinnen sind. Gleichzeitig fühlten sich viele Interviewte und befragte Wirtschaftsvertreter*innen wenig beachtet und mitgenommen. Schließlich wird auf beiden Seiten ein erhöhter Koordinationsaufwand wahrgenommen, der Unterstützungsbefehl aufweist.

Die Hindernisse beginnen mit der geringen Größe lokaler Unternehmen, welche mit geringer Verfügbarkeit von Kapital und Humankapital einhergehen. Auch wenn die Beteiligung an unserer quantitativen Befragung der Wissenschaftseinrichtungen als sehr gering betrachtet werden kann und keinesfalls als repräsentativ gelten mag, so verdeutlicht diese Perspektive jedoch das Bild aus den qualitativen Interviews. Unter den größten Hindernissen für die lokale Verwertung von Forschung erscheint die geringe Kapitalausstattung lokaler Unternehmen, welche die Investition in Forschungsprojekte oder -ergebnisse erschwert.

Abbildung 27: Einschätzung über Hindernisse des Wissens- und Technologietransfers seitens befragter Wissenschaftseinrichtungen



Quelle: Eigene Darstellung nach Befragung von Wissenschaftseinrichtungen des Reviers

Auch aus Perspektive der befragten transferaffinen Unternehmen und den Impact Cafés (siehe Kapitel 6.2) behindert vor allem eine geringe Ausstattung mit Kapital und qualifizierten Mitarbeiter*innen die Durchführung von Innovationsprojekten. Unter diesen Umständen ist ein zusätzlicher Aufwand, welcher durch die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen entstehen, schlecht zu stemmen. Gleichzeitig sind sie dadurch selbst für anwendungsorientierte Wissenschaftler*innen keine attraktiven Partner, da deren Anreizsysteme ebenfalls auf die Einwerbung von Drittmitteln ausgerichtet ist. Dieses Kapital sei mit Projekten mit wenigen Großunternehmen auf einfachere Weise einzuwerben als in sehr vielen kleinen, mühsam beantragten Projekten mit KMU.

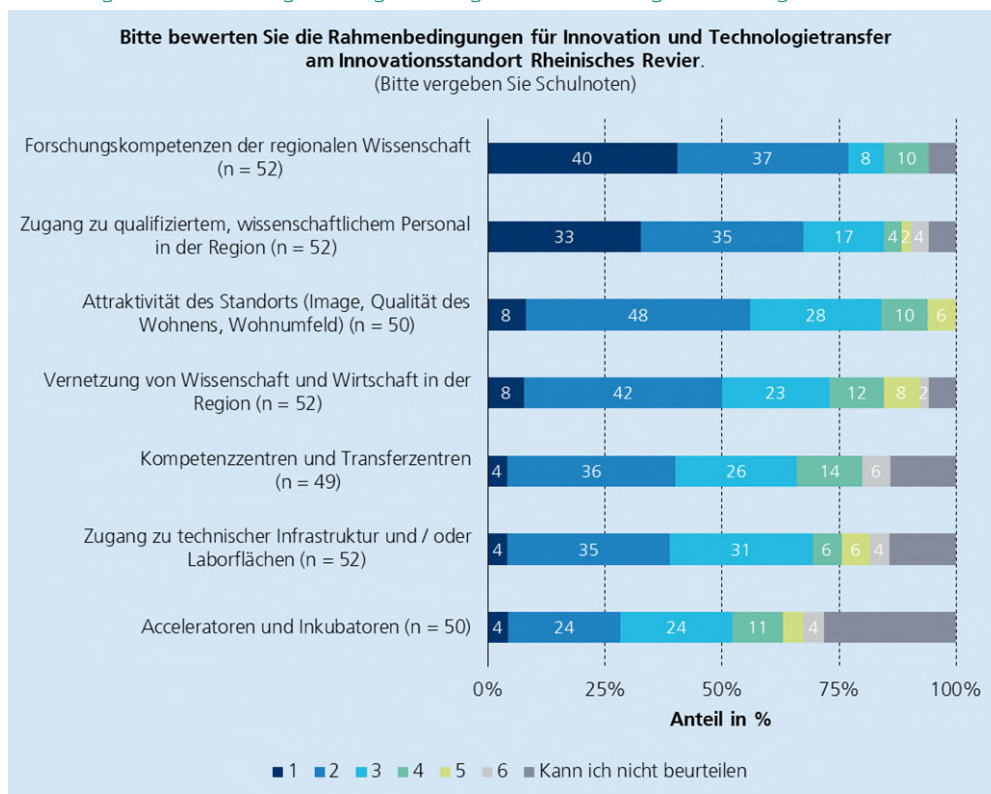
Abbildung 28: Gründe für das Ausbleiben und den Abbruch von Innovationsprojekten



Quelle: Eigene Befragung transferaffiner Unternehmen im Rheinischen Revier

Aus Sicht der befragten Unternehmen wird sowohl die Qualität als auch die praktische Relevanz der lokalen Forschung als positiv eingeschätzt (Abbildung 29). Dies mindert die Vermutung, dass das Profil der lokalen Forschung nicht gut zu den vorhandenen Unternehmen passe. Jedoch wird darauf hingewiesen, dass die Teilnehmer*innen einer derartigen Befragung von transferaffinen und den größten Unternehmen der Region diese Punkte tendenziell überschätzen dürfte, weil vor allem ein Rücklauf unter forschungsnahen Unternehmen zu erwarten ist. Am schlechtesten werden das Preis-Leistungs-Verhältnis und der Koordinationsaufwand für die Zusammenarbeit bewertet. Zwölf Prozent der Befragten sind zudem sehr unzufrieden mit der Transparenz des Leistungsangebots der regionalen Forschungseinrichtungen. Beide Punkte erschweren das Entstehen von Kontakten und Kooperationen zwischen Unternehmen und Wissenschaft aus der Region.

Abbildung 29: Einschätzung des Angebots regionaler Forschungseinrichtungen



Quelle: Eigene Befragung transferaffiner Unternehmen (Januar 2021)

Ein eher kontroverser Punkt erwächst den Interviews und Befragungen darin, dass die Offenheit lokaler KMU für neues Wissen, Innovation und Technologien als gering eingeschätzt wird. Wissenschaftler*innen würden die lokalen Firmen nur unter hohen Investments in Kommunikations- und Vernetzungsmaßnahmen erreichen können, wenn überhaupt. Die Entscheidungen über Projekte hingen oftmals an wenigen Schlüsselpersonen, die erreicht und überzeugt werden müssten. Gerade lokale Familienunternehmen werden als geschlossene Systeme wahrgenommen, die von außen kaum zu erreichen, noch weniger zu aktivieren seien. Auf Netzwerkveranstaltungen seien stets dieselben Unternehmen vertreten, während sich einige Unternehmen nach außen abschotteten.

Aus Sicht der KMU hingegen wird im Rahmen von Interviews und Befragungen angemerkt, dass die Wissenschaft nicht an der Erreichung von Unternehmen und Märkten ausgerichtet sei, sondern eher interessiert am Weitertreiben der eigenen Forschung sei. Eine Stimme vermeldete gar, dass aktuelle Technologiemarkte nicht ausreichend im Blick von Wissenschaftler*innen stünden. Das Vorgehen von Wissenschaft sei selten problemgetrieben, sondern vor allem technologiegetrieben. Zudem würde die Kenntnis der Märkte hinter denen der Unternehmen deutlich zurückbleiben. So würden – wie es ein Befragter nannte – „Pseudoinnovationen“ generiert, die es bereits am Markt gäbe. Zudem sei die Wissenschaft in der Vermarktung der eigenen Forschung noch zu schwerfällig, man wünscht sich eine marketingorientiertere Sprache, die im Markt etablierte Begriffe nutzt und nicht in einer eigenständigen Fachsprache agiert. Selbst einige befragte Wissenschaftsvertreter*innen bestätigen einige dieser Eindrücke. Die Erfüllung von Exzellenaufträgen erfordere eine starke Innensicht und Organisationsentwicklung. Zudem seien die Anreizsysteme in der Wissenschaft generell auf reputationssteigernde Publikationen ausgerichtet, und weniger auf die Zusammenarbeit mit Unternehmen. Einige dieser Hindernisse sind sicherlich nicht als Besonderheiten des Rheinischen Reviers zu interpretieren. Es gibt allgemeine Hindernisse, welche im ganzen Nationalen Innovationssystem wirksam sind

Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

und dort auch seit Jahren diskutiert werden.⁵⁶ Sicherlich liegt die Wahrheit über die Gründe für die ausbleibende Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der Mitte beider Perspektiven.

3.2.2 Brancheninterne Vernetzung außerhalb Aachens und der Spitzentechnologie

Cluster- und Netzwerkinitiativen zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industriepartnern sind wesentliche Instrumente zur Stärkung regionaler Kompetenzen und des Transfers neuen Wissens in die gewerbliche Wirtschaft⁵⁷. In einer Erfassung und Analyse von Cluster- und Netzwerkinitiativen stellt sich heraus, dass der überwiegende Teil der Cluster- und Netzwerkinitiativen des Rheinischen Reviers in Aachen verortet ist. Damit bestehen zentrale Kanäle und Keimzellen des Innovationstransfers, um die exzellenten Forschungsanstrengungen der regionalen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen in die regionale Wirtschaft zu überführen. Zwar haben sich auch in den übrigen Teilregionen des Rheinischen Reviers Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu branchenbezogenen Netzwerken zusammengeschlossen, deren Anzahl ist allerdings wesentlich geringer.

- Hervorzuheben sind dabei zahlreiche Aachener branchenbezogene Netzwerke, wie etwa in den Informations- und Kommunikationstechnologien (REGionalerINDustrieclub Informatik REGINA e.V.), Life Sciences (MedLife e.V.), Kunststoffbranche (Interessengemeinschaft innovativer Aachener Unternehmen der Kunststoffbranche INTRA e.V.), Verkehr (AixTRA e.V.) und Automotive (competence center automotive region aachen/euregio maas-rhein car e.V.) als Katalysatoren von Innovationspartnerschaften.
- Vernetzungsaktivitäten und Erweiterungsprojekte der RWTH, insbesondere RWTH Melaten sowie Campus West, begünstigen darüber hinaus den Technologietransfer in die regionale Wirtschaft. Im Rahmen des Campus-Vorhabens der RWTH sind insgesamt 16 Forschungscluster in räumlicher Nähe zu den Großforschungsinstituten geplant. Im Mittelpunkt der Forschungscluster stehen interdisziplinäre Forschungsanstrengungen im Verbund mit der Wirtschaft. Neben sieben bereits in der Realisierung befindlichen Clustern (darunter Biomedizintechnik, Photonik, nachhaltige Energie, Schwerlastantriebe, Produktionstechnik, Bauen), sollen die Themenbereiche Recycling, Mobilität, Verfahrenstechnik und Georessourcen zukünftig abgedeckt werden. Eine koordinierende Rolle zwischen Forschungs- und Industriepartnern wird vom INC Invention Center übernommen.
- Darüber hinaus befinden sich mit den Zukunftsclustern „Wasserstoff“ sowie „NeuroSys“ zwei von deutschlandweit insgesamt sieben großmaßstäblichen Clusterinitiativen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in Aachen, die ab 2021 mit Fördermitteln in Höhe von bis zu fünf Millionen Euro jährlich unterstützt werden können⁵⁸. Beide Cluster verbinden exzellente Forschungskompetenzen der RWTH Aachen mit zahlreichen Partnern aus der Region. So bündelt das Zukunftscluster „Wasserstoff“ Kompetenzen von 24 Instituten der RWTH Aachen und des Forschungszentrums Jülich sowie von 47 Industriepartnern und 16 weiteren Organisationen. In dem Zukunftscluster „NeuroSys“ wirken die RWTH und das Forschungszentrum Jülich gemeinsam mit Unternehmen (z. B. AixACCT Systems GmbH, AIXTRON SE, AppTek GmbH, ELMOS Semiconductor) und Start-ups (z. B.

⁵⁶ Albrecht & Lequy 2018

⁵⁷ Sölvell et al. 2003

⁵⁸ Bundesministerium für Bildung und Forschung 2021

AiXscale Photonics UG, Black Semiconductor GmbH, Clinomic GmbH, Gremse-IT GmbH) an der Erforschung und Anwendung neuromorphe Hardware für autonome Systeme der künstlichen Intelligenz. Beide Zukunftscluster sind mit erheblichen Potenzialen für den erfolgreichen Transfer von Forschungsergebnissen in die regionale Wirtschaft und die Gestaltung eines innovationsbasierten Strukturwandels verbunden.

Vernetzung zwischen Wirtschaft,
Wissenschaft, Politik und
Gesellschaft

Insgesamt sind die Cluster- und Netzwerkinitiativen im Rheinischen Revier deutlich auf die Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie die hochschulnahen Spin-off-Unternehmen der Städteregion Aachen ausgerichtet. In den übrigen Teilregionen des Rheinischen Reviers bestehen hingegen erkennbar weniger clusterorientierte Initiativen. Eine mögliche Ursache könnte in dem regional vergleichsweise stark ausgeprägtem Hochtechnologiesektor sowie der vergleichsweise hohen Anzahl von technologieintensiven Gründungen und Spin-offs in der Städteregion Aachen liegen⁵⁹. Für clusterorientierte Initiativen sind gerade diese wachstumsträchtigen Unternehmen in der Regel Voraussetzung. Mit den intensivierten Aktivitäten der RWTH Aachen und der FH Aachen im Technologietransfer ist sowohl eine weitere Stärkung der Technologieverwertung als auch eine zunehmende überregionale Beachtung zu erwarten.

3.2.3 Herausforderungen im starken Transferkanal „Startups“

Gründungen sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung von Wohlstand und Beschäftigung. Aufgrund ihres hohen Wachstumspotenzials und ihren Beiträgen zur Verbreitung neuen Wissens sind technologieintensive Gründungen dabei von besonderer Bedeutung für die Stimulierung des Innovationsgeschehens und der regionalwirtschaftlichen Entwicklung. Im Vergleich zum Gesamtgründungsaufkommen stellen sie eine kleine Unternehmensgruppe dar, welche als Teilmenge der Hightech-Industrie (technologieintensive Gründungen im verarbeitenden Gewerbe), den Hightech-Dienstleistungen (technologieorientierte Gründungen des Dienstleistungssektors) sowie wissensintensiven Dienstleistungen definiert ist. Bei der Darstellung der Gründungsdynamik technologieintensiver Unternehmen im Rheinischen Revier ist zunächst auf Restriktionen in der Datenverfügbarkeit hinzuweisen. So lassen sich etwa der amtlichen Gewerbeanzeigenstatistik keine (aktuellen) Informationen zur Wissens- und Technologieintensität der Unternehmensgründungen im gesamten Rheinischen Revier entnehmen. Vor diesem Hintergrund werden zunächst Ergebnisse aktueller Studien zum Gründungsgeschehen im Rheinischen Revier zusammengefasst und im Anschluss eine alternative Datenquelle zur Beschreibung der regionalen Gründungsdynamik eingesetzt.

- In einer Studie der IHK Aachen werden zumindest für den Kammerbezirk Aachen Informationen zum Gründungsgeschehen technologieintensiver Unternehmen erfasst⁶⁰. In der Wirtschaftsregion Aachen entfielen die mit Abstand meisten technologieintensiven Gründungen in dem Fünfjahreszeitraum von 2015 bis 2019 auf die Städteregion Aachen. Insgesamt stieg die Anzahl der technologieintensiven Unternehmensgründungen im Kammerbezirk Aachen gegenüber dem Zeitraum von 2011 bis 2014 um 30 Prozent an. Zumindest für die Wirtschaftsregion Aachen ist damit eine dynamische Entwicklung erkennbar, die maßgeblich auf Gründungsvorhaben in der Stadt Aachen zurückzuführen ist. So zeigt die IHK-Studie, dass 48 Prozent der technologieintensiven Gründungen zwischen 2015 bis 2019 auf die Stadt Aachen entfielen, 18 Prozent

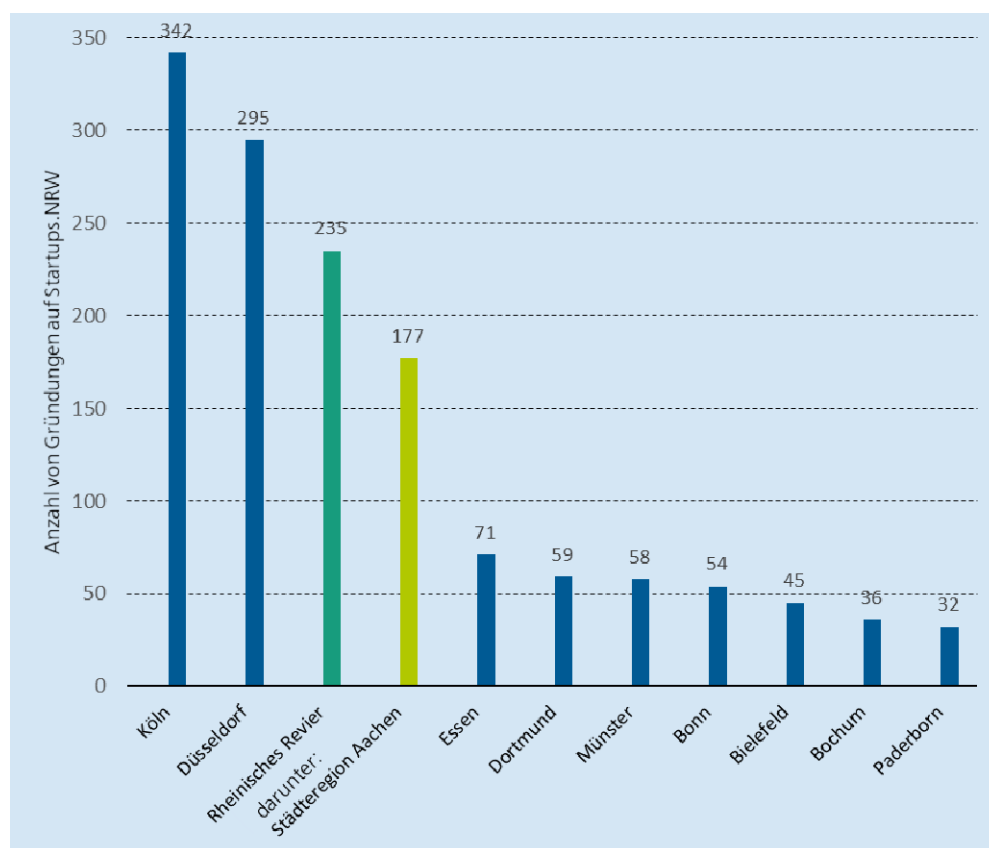
⁵⁹ Industrie- und Handelskammer Aachen 2020b

⁶⁰ ebd.

auf die Städteregion Aachen (exklusive der Stadt Aachen), gefolgt von 13 Prozent im Kreis Düren, ca. 12 Prozent im Kreis Heinsberg und 9 Prozent im Kreis Euskirchen. Bei der Herkunft der technologieintensiven Gründungen zeigt sich, dass mit 60 Prozent mehr als die Hälfte der jungen Unternehmen aus der RWTH Aachen und FH Aachen hervorgingen. Damit spielen Spin-offs der ansässigen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen eine maßgebliche Rolle für das regionale Gründungsgeschehen in der Wirtschaftsregion.

- Zum Vergleich des technologieintensiven Gründungsgeschehens in den übrigen Kreisen des Rheinischen Reviers kann die Hightech-Gründungsquote herangezogen werden. Dabei zeigt sich ein deutlich höherer Anteil von Hightech-Gründungen in der Städteregion Aachen (10,7 Prozent) im Vergleich zum Rheinischen Revier (7,4 Prozent) sowie der Gesamtwirtschaft (7,1 Prozent). Im Rhein-Kreis Neuss (6,7 Prozent), wie auch im Rhein-Erft-Kreis (6,1 Prozent) und in Mönchengladbach (5,0 Prozent) lag der Anteil von Hightech-Gründungen merklich unter dem Bundes- und Revierdurchschnitt⁶¹.

Abbildung 30: Top 10 Gründungsstandorte in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zum Rheinischen Revier, 2010 bis 02/2021



Kein Anspruch auf Vollständigkeit

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Innoloft GmbH/startups.nrw

Zur weiteren Bestimmung des Startup-Gründungsgeschehens im Rheinischen Revier wird in Abbildung 30 auf einen alternativen Datensatz des Informationsdienstleisters Innoloft GmbH (startups.nrw) zurückgegriffen, der auf Selbsteinträgen der Gründenden basiert. Insgesamt enthält der Datensatz Angaben zu 1.454 Startups in den Jahren 2010 bis

⁶¹ Schmidt et al. 2018

Anfang 2021 in Nordrhein-Westfalen. Als Gründungs-Hotspots mit den landesweit meisten Gründungen erweisen sich Köln (342 Gründungen) und Düsseldorf (295 Gründungen). Wird das Rheinische Revier als eine räumliche Einheit betrachtet, so folgt es als dritt wichtigster Gründungsstandort in Nordrhein-Westfalen. Mit 177 Gründungen im Betrachtungszeitraum rangiert die Städteregion Aachen auf dem anschließenden Platz. Auf das Rheinische Revier bzw. auf die Städteregion entfallen damit 16,2 Prozent bzw. 12,2 Prozent des Gründungsgeschehens im Betrachtungszeitraum. Insgesamt zählt die Städteregion Aachen damit zu einem der landesweit wichtigsten Gründungsstandorte, insbesondere auch im Vergleich zu den einwohnerreicheren Rheinmetropolen.

Vernetzung zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

Der Blick auf das Rheinische Revier (Tabelle 22) zeigt, dass die Städteregion Aachen das Gründungsgeschehen im Revier deutlich prägt. So entfielen mit 177 Gründungen rund drei Viertel der Startups auf die Städteregion Aachen. Mit großem Abstand folgen der Rhein-Kreis-Neuss (17 Gründungen) und der Rhein-Erft-Kreis (15 Gründungen).

Tabelle 22: Startups im Rheinischen Revier (laut startups.nrw), 2010 bis 02/2021

	Städteregion Aachen	Rhein-Kreis Neuss	Rhein-Erft-Kreis	Düren	Euskirchen	Heinsberg	Mönchengladbach	Gesamt (RR)
2010	9	2		1				12
2011	2							2
2012	3	1	1			1		6
2013	5				1			6
2014	9		2					11
2015	12		1				1	14
2016	17	1		3			2	23
2017	20	3	1	1		2		27
2018	30	2	2	2			1	37
2019	36	5	5	1		2		51
2020	23	2		1		1		27
2021	1						1	2
(ohne Jahr)	10	1	3	1			2	17
Gesamt (RR)	177	17	15	11	6	6	3	235
NRW								1.454

Kein Anspruch auf Vollständigkeit

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von startups.nrw

Der ab dem Jahr 2011 einsetzende positive Trend der Gründungsaktivität, ist in 2020 deutlich abgeschwächt. Als mögliche Ursache können die pandemieinduzierte Unsicherheit der Gründungsinteressierten sowie die sich im Zuge der Pandemie ergebende Rezession angeführt werden, welche sich auf die Gründungsplanung auswirkt. So wurde bereits im Rahmen einer deutschlandweiten Befragung festgestellt, dass vier von zehn Gründungsplänen verschoben wurden⁶².

In Interviews mit Gründer*innen und Akteur*innen der Innovations- und Gründungsförderung wird die zentrale Rolle Aachens für das technologieorientierte Gründungsgeschehen im Rheinischen Revier bestätigt. So ist das Gründungsgeschehen im Rheinischen Revier den Interviewten zufolge durch eine starke Konzentration auf die Stadt Aachen und ihre Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen gekennzeichnet. Damit prägen der Ansicht der Interviewten nach Spin-offs aus Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen das Startup-Gründungsgeschehen wesentlich. Als Ursachen für die hohe Bedeutung der RWTH Aachen und der FH Aachen für das regionale Gründungsgeschehen wird sowohl auf die exzellenten Forschungsanstrengungen und -infrastrukturen wie auch auf die Verfügbarkeit hochqualifizierten Humankapitals verwiesen. Die Interviewten berichten von intensiven Verflechtungen zwischen Spin-offs und Mutterinstituten bzw. Forschungseinrichtungen. Besonders vorteilhaft erweisen sich diese Kooperationen in der Frühentwicklungsphase junger Unternehmen, da sie ihnen Möglichkeiten zur Technologieentwicklung bieten. Insgesamt wird ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Gründungsstandorten in dem hohen Anteil

⁶² Metzger 2020a

von technologieintensiven Gründungen gesehen. Gerade mit Spezialisierungen in solchen „Deep-Tech“ Sektoren könne das Rheinische Revier sich deutschlandweit und international abgrenzen und zukünftig weiter positionieren.

Wie in den vorausgegangenen Analysen aufgezeigt, wird das technologieintensive Gründungsgeschehen im Rheinischen Revier außerhalb der Städteregion Aachen als vergleichsweise wenig dynamisch wahrgenommen. Weitere Keimzellen des Gründungsgeschehens im Rheinischen Revier werden beispielsweise auch im Rhein-Kreis Neuss, dem Rhein-Erft-Kreis und Mönchengladbach gesehen. So dient etwa die Gründung des Wissenscampus e.V. in Mönchengladbach zur weiteren Schärfung des Gründungsangebots. Die Gründungsdynamik liegt allerdings nach Ansicht der Interviewten auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Aachener Gründungsökosystem

Leistungsfähige Gründungsökosysteme schaffen die Voraussetzung für eine hohe Gründungsdynamik. Übereinstimmenden Aussagen der Interviewten zufolge, tragen die bereits bestehenden Unterstützungsangebote im regionalen Gründungsökosystem wesentlich zur Gründungsdynamik bei. Positiv hervorgehoben werden dabei die Angebote der GründerRegion Aachen. Im Rahmen der Initiative unterstützen über 40 Partner, zu denen u.a. die Wirtschaftskammern, die Städteregion Aachen, die Kreise Düren, Euskirchen und Heinsberg, die AGIT, die Hochschulen sowie weitere Einrichtungen aus dem Bereich der Wirtschafts- und Existenzgründungsförderung zählen, Gründungsvorhaben gemeinsam. Die Aktivitäten der GründerRegion Aachen sind auf die Förderung von technologiegetriebenen Unternehmensideen ausgerichtet, wobei der Gründungswettbewerb AC² - Gründung, Wachstum, Innovation sowie die Wachstumsinitiative und der Innovationspreis Region Aachen zu den zentralen Aktivitäten der Initiative gehören. In Interviews mit Gründenden zeigt sich, dass diese Angebote einen hohen Bekanntheitsgrad erreichen und positiv wahrgenommen werden.

20 Jahre nach dem Startpunkt der Initiative GründerRegion Aachen hat sich die RWTH Aachen als eine von sechs landesweiten Initiativen im Rahmen des „Exzellenz Start-up Center.NRW“ darüber hinaus im Jahr 2019 zum Ziel gesetzt, Europas führenden Tech-Inkubator aufzubauen und unternehmerisches Handeln als zentralen Bestandteil der RWTH-Kultur zu etablieren. Mit Initiativen, wie etwa dem RWTH Incubation Program, wird das Angebot für Gründende systematisch weiterentwickelt. Neben Räumlichkeiten für Start-ups (Collective Incubator, digitalHUB Aachen) werden vielfältige Unterstützungsangebote (Mentoring, Kontakte zu Industriepartnern) für Gründungskohorten („Batches“) im Rahmen eines Accelerator-Programms vorgehalten. In Interviews mit Teilnehmenden des Gründungsprogramms wird der hohe Nutzen für die Entwicklung von Geschäftsmodellen, die Kontaktaufnahme mit Industriepartnern und das Peer-to-Peer-Learning im Rahmen der Gründungskohorten herausgestellt. Mit Projekten wie „Match Box“ und „Founded@FHAachen“, einer Prototypenwerkstatt und einem Co-Working-Space, wird auch die Gründungsförderung der FH Aachen fortentwickelt. In Interviews mit Gründenden wird der digitalHUB Aachen e.V. als ein weiterer wichtiger Bestandteil des Gründungsökosystems herausgestellt. Der digitalHUB Aachen e.V. wurde nach erfolgreicher Bewerbung im Rahmen der Landesinitiative „Digitale Wirtschaft NRW“ im Jahr 2016 ins Leben gerufen und durch den Co-Working-Space (digitalCHURCH) flankiert.

Insgesamt unterstreichen die Interviewergebnisse die positive Entwicklung des Aachener Gründungsökosystem in den letzten Jahren und das breite Unterstützungsangebot in frühen Gründungsphasen (Preseed-Phase). Der Ansicht der Interviewten nach ist das Gründungsökosystem vor allem auf frühe Phasen der Gründungsförderung ausgerichtet. Zwar wurde aus Sicht der Gesprächspartner*innen bereits eine effektive Unterstützungslandschaft für wissens- und technologieintensive Gründungen

entwickelt, übereinstimmenden Aussagen der Interviewten zufolge mangelt es jedoch an Finanzierungs- und Unterstützungsangeboten im Anschluss an initiale Gründungsphasen (d.h. Preseed). Hervorzuheben ist dabei, dass diese Problematik in vielen Regionen Deutschlands zu beobachten ist und kein Spezifikum des Rheinischen Reviers darstellt. Darüber hinaus fehle es den Interviewten zufolge an regional konzentrierten Erfahrungswissen in Form von erfahreneren Gründer*innen mit Skalierungswissen. Vor allem in reifen Gründungsökosystemen spielen solche Serial Entrepreneurs als Mentoren, Business Angels und Financiers eine wichtige Rolle in der Vermittlung impliziten Wissens. Gerade in den frühen Phasen der Technologie- und Unternehmensentwicklung ist dieses oftmals von entscheidender Bedeutung. Auch übernehmen solche Erfolgsbeispiele eine Orientierungsfunktion und ermutigen Gründungsinteressierte zum Schritt in die Selbstständigkeit.

Vernetzung zwischen Wirtschaft,
Wissenschaft, Politik und
Gesellschaft

Besonderer Förderbedarf wurde in der spezifischen Förderung von gründenden Frauen gesehen. Die im Revier, besonders in der Region Aachen, existierende Startup-Szene sei sehr stark männlich dominiert. Es gebe daher zu wenige weibliche Ko-Gründer*innen und Mentor*innen, welche die geschlechtsspezifischen Herausforderungen von Gründer*innen⁶³ kennen und sie bei einer Gründung unterstützen können.

Als weiteren wichtigen Baustein im Gründungsökosystem mangelt es den Interviewten zufolge an Kommerzialisierungspartnern. Dabei wird vor allem auf Großunternehmen verwiesen, die als Erstkunden eine wichtige Rolle für die Validierung von Geschäftsmodellen übernehmen und durch erste Geschäftsaufträge wesentliche Schritte des Unternehmenswachstums ermöglichen. Zudem wird auch auf eine mangelnde kritische Masse von Start-ups im eigenen Innovationsfeld verwiesen. Damit fehlt es einerseits an Technologiepartnern, aber auch an einer überregionalen Sichtbarkeit des Standortes in den betreffenden Innovationsfeldern. Zudem heben die Interviewten die Herausforderungen des Fachkräftemangels hervor. So berichten Interviewpartner*innen insbesondere von Schwierigkeiten bei der Rekrutierung von IT-Fachkräften und Mitgründenden. Dies kann zumindest in Teilen auf den seit langem existierenden attraktiven Beschäftigungsmöglichkeiten für Hochqualifizierte und insbesondere für Absolventen in den MINT-Fächern zurückgeführt werden. Dies erschwere der Ansicht der Interviewten zufolge die Personalrekrutierung. Aus Sicht der Interviewten mangelt es zudem an dem für den Markthochlauf und die Skalierung von Geschäftsmodellen erforderlichen betriebswirtschaftlichem und Marketing-Know-How, welches technische Kompetenzen ergänzt. Vereinzelt berichten Gründer*innen von Sitzverlagerungen ihres jungen Unternehmens. Als Grund für die Verlagerung wird vor allem auf weiche Standortfaktoren, wie etwa das kulturelle und Wohnumfeld, verwiesen. Darüber hinaus werden vereinzelt bessere Möglichkeiten zur Aufnahme von Finanzmitteln und zum Aufbau des Gründungsteams in etablierten Gründungs-Hotspots wie Düsseldorf, Köln, Berlin und München gesehen.

Dass im Rheinischen Revier wie auch landesweit nur wenige Start-ups eine signifikante Größe hinsichtlich des Umsatz und der Beschäftigung erreichen⁶⁴, führen die Gesprächspartner*innen nicht zuletzt auf diese Herausforderungen, wie auch auf Finanzierungslücken (siehe auch Kapitel 4.2) im Gründungsökosystem, zurück. Damit entgehen der Region die vor allem in der Skalierungsphase wirksam werdenden Arbeitsmarkteffekte, die kritische Impulse für den Strukturwandel liefern können.

⁶³ Maria Cardella et al. 2020; Orser et al. 2012

⁶⁴ Startup Genome 2020

3.2.4 Transferkanal „Personal“: Brain Drain

Ein wichtiger und nicht zu unterschätzender Mechanismus für die Zirkulation von Wissen in Regionalen Innovationssystemen ist der „Transfer über Köpfe“. Das in den Wissenschaftseinrichtungen generierte Wissen ist vor allem als stilles, implizites Wissen in den Wissenschaftler*innen und Absolvent*innen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen gespeichert. Verlassen diese die Hochschule oder die Forschung, stehen sie prinzipiell dem lokalen Arbeitsmarkt zur Verfügung, wodurch in den vorhandenen Unternehmen Forschung und Innovation gefördert werden.

In der Praxis berichteten aber zahlreiche Interviewte, dass es in der Region zu einer starken Abwanderung kommt. Insbesondere befragte Gründer*innen bestätigten, dass wenige ihrer ehemaligen Mitstudierenden noch in der Region leben würden und dort tätig seien. Nach einem Studium in der Region wäre zum einen die Lust auf neue Regionen hoch, zum anderen würden in anderen Regionen höhere Gehälter gezahlt. Die vorhandene Wirtschaftsstruktur sei dabei nicht besonders attraktiv für Absolvent*innen. Hingegen wären viele hochqualifizierte Absolvent*innen unter den Großunternehmen Süddeutschlands begehrt, welche höhere Löhne und passende Einsatzgebiete bieten würden.

Leider sind keine Studien über die Absolvent*innenmobilität bekannt, welche die räumliche Verteilung der Absolvent*innen beinhaltet. Es bleibt daher nur ein experimenteller Blick in die Daten der Plattform LinkedIn.⁶⁵ Hiernach wären beispielsweise von den 5,705 auf der Plattform angemeldeten Absolventen der RWTH des Jahres 2011 noch ca. 26 % in Aachen und der Umgebung wohnhaft. Es folgt mit 22% Köln und Umgebung. Insgesamt 10% der hier verzeichneten Alumni wohnen 10 Jahre nach ihrem Abschluss derzeit in München oder Frankfurt. Im Vergleich dazu leben 54,7% der Absolventen der LMU München in der Region. Diese Erfassung ist sicher nicht repräsentativ, da sie nur LinkedIn-Absolvent*innen erfasst und die Datenqualität der Plattformdaten nicht überprüfbar ist, jedoch gibt sie in Anbetracht fehlender quantitativer Analysen in diesem Feld einen ersten Anhaltspunkt.

Dabei habe die Region auch zahlreiche Vorteile für Beschäftigte, wie die meisten Interviewpartner*innen, welche auch in der Region leben, ausführten. Die niedrigeren Lebenshaltungskosten, vor allem für Wohnraum, ermöglichten einen hohen Lebensstandard, und die Nähe zu mehreren Großstädten lassen verschiedene Lebensmodellen als Familie zu.

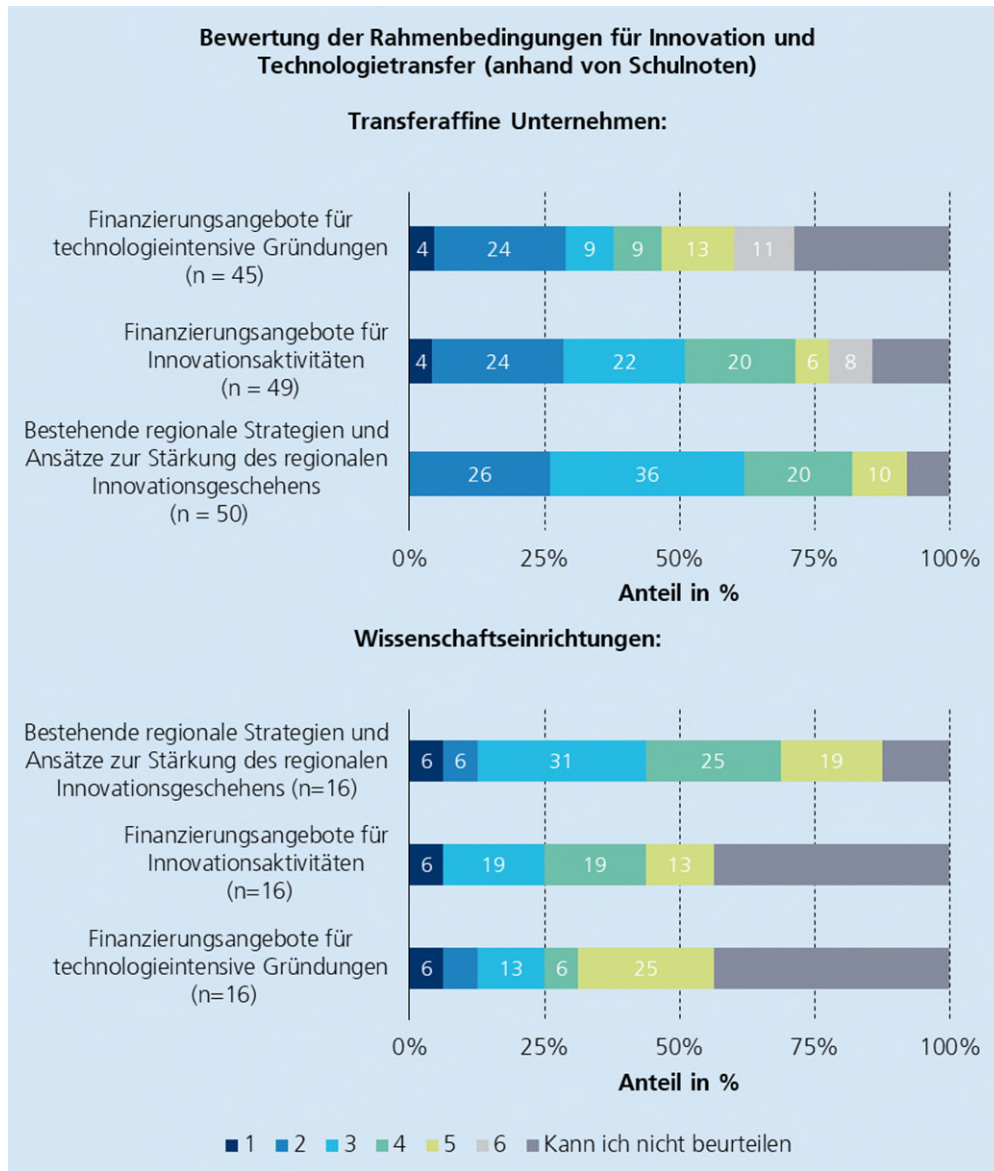
Ein wichtiger weiterer Punkt ist in Anbetracht des Strukturwandels die Kompetenzen von gering und mittel qualifizierten Beschäftigten. Mehrere Interviewpartner*innen waren in Sorge, dass im Rahmen des Strukturwandels Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarfe entstehen, welche durch eine Exzellenzorientierung nicht abgedeckt würden. Besonders für die vom Strukturwandel betroffenen Beschäftigten sollten passende Angebote geschaffen werden. Zudem sei es auch in den Zukunftsfeldern nötig, an die Ausbildung von Fachkräften zu denken. Eine Möglichkeit, die Innovationsfelder zu stärken, seien daher begleitende Ausbildungs-, Qualifizierungsinitiativen, welche die benötigten Kompetenzen auch abseits der Wissenschaft vermitteln. So könnte einer Abwanderung auch jener Fachkräfte entgegengewirkt werden.

⁶⁵ LinkedIn 2021

4 Politisch-strukturelle Rahmenbedingungen

Die dritte Ebene von Regionalen Innovationssystemen umfasst jene Institutionen, die das Innovationsgeschehen in der Region beeinflussen. Institutionen umfassen sowohl die formellen politisch-strukturellen Rahmenbedingungen wie beispielsweise die Innovationsförderlandschaft, sowie informelle Faktoren wie die (Innovations-)Kultur, Einstellungen, Machtstrukturen und Routinen. In ihren unterschiedlichen Ausprägungen können sie die Innovationsaktivität stark begünstigen oder einschränken.

Abbildung 31: Bewertung der politisch-strukturellen Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier durch transferaffine Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen



Quelle: Eigene Befragung von Wissenschaftseinrichtungen und transferaffinen Unternehmen (Januar 2021)

Wie Abbildung 29 durch Darstellung der Befragungsergebnisse unter Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen des Reviers verdeutlicht, besteht auf dieser Ebene des Regionalen Innovationssystems besonderer Handlungsbedarf. Es werden selten Höchstnoten vergeben. Besonders die Ausgestaltung der Strategien und Ansätze zur Stärkung des regionalen Innovationsgeschehens wird von beiden befragten Seiten

bemängelt. In diesem Abschnitt soll daher genauer darauf eingegangen werden, welche Defizite (aber auch Stärken) in der Finanzierungs- und Förderlandschaft des Rheinischen Reviers vorliegen.

4.1 Stärken: Nutzung von Innovationsförderung

Wie sich in diesem Kapitel zeigt, ist eine der Stärken auf Ebene der politisch-strukturellen Rahmenbedingungen im Rheinischen Revier die Nutzung formell ausgestalteter Förderprogramme auf verschiedenen Ebenen. Zudem zeigt auch die formelle Gestaltung von Plänen und Ideen für die Gestaltung des Strukturwandels die erfolgsversprechenden Potenziale eines innovationsgetriebenen Strukturwandels im Rheinischen Revier auf.

Zu den Stärken des Rheinischen Reviers gehört die Einwerbung von Fördermitteln zur Durchführung von Forschungs- und Innovationsprojekten. Die RWTH Aachen liegt seit Jahren an der Spitze der deutschen Hochschulen nach Einwerbung von Drittmitteln. Im Durchschnitt warb ein/e Professor*in der RWTH 955.700 € im Jahr 2019 ein.⁶⁶ Insgesamt waren es laut Angaben der RWTH 324 Millionen Euro aus öffentlichen und privaten Quellen – leider werden diese Angaben nicht weiter aufgeschlüsselt. Das Forschungszentrum Jülich vermeldet 316 Millionen Euro, welche allerdings auch Projektträgerschaften für Bund und Land enthalten. Die Fachhochschule Aachen hat – wie andere Fachhochschulen auch – mit 15 Millionen Euro ein deutlich geringeres Drittmittelaufkommen, was jedoch mit ca. 62.500 Euro pro Professor*in fast doppelt so hoch wie im Bundesschnitt für Fachhochschulen liegt.

Um jedoch vergleichbare, detaillierte Daten über die Einwerbung von öffentlichen Fördermitteln aller Akteure im Rheinischen Revier zu erhalten, greifen wir auf öffentliche Datenbanken zurück. Im Rahmen dieser Studie wurden Projektdatenbanken analysiert, welche die Ebenen der Bundesförderung (FÖKAT), der Landesförderung durch Co-Finanzierung des EFRE (EFRE.NRW) sowie der Forschungsförderung der EU (CORDIS) darstellen.⁶⁷ In die Analyse wurden alle Projekte mit einbezogen, deren Laufzeit in Teilen oder komplett im Zeitraum vom 01.01.2015 – 31.12.2019 liegt. Damit wurde die komplette Fördersumme oder Anzahl von Akteuren dem Rheinischen Revier zugerechnet, auch wenn beispielsweise das geförderte Projekt erst im November 2019 begann. Im Rahmen dieser Analyse interessiert vor allem die Einwerbung der öffentlichen Innovationsfördermittel sowie die Beteiligung verschiedener Akteure und Akteurstypen, deren räumliche Verteilung sowie die geförderten Themen. Zudem ist zu beachten, dass nur jene Projekte der Datenbanken ausgewertet wurden, welche dem Zweck der Innovationsförderung oder wirtschaftlichen Entwicklung dienen. Reine Infrastrukturprojekte oder Förderung im Rahmen des Qualitätspakt Lehre, welche im FÖKAT festgehalten werden, wurden von der Analyse ausgenommen. Dies war zwar im FÖKAT aufgrund einer guten Kategorisierung möglich, während die CORDIS und EFRE.NRW-Datenbank in ihrer veröffentlichten Form belassen wurde.

Insgesamt kann gesagt werden, dass der Zugriff auf Innovationsfördermittel durch Organisationen im Rheinischen Revier funktioniert. Die Einwerbung von Projektmitteln für Forschung, Entwicklung und Innovation glückt auf den Ebenen des Bundes, Landes und der EU, vor allem der örtlichen Wissenschaft, in beeindruckendem Maße. Wie Tabelle 23 zeigt, wurden insgesamt 2,2 Mrd. € durch Akteure aus dem Rheinischen Revier eingeworben. Die Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AuF) führen die Rangfolge nach eingeworbener Fördersumme an. Knapp 73% der Fördersummen entfallen auf sie. Erfreulich ist, dass eine große Zahl von Unternehmen in

⁶⁶ DESTATIS 2020

⁶⁷ BMBF 2020; MWIDE 2020; Europäische Kommission 2020

geförderte Projekte eingebunden ist, jedoch ist zu bemerken, dass ihre Anteile an den gezahlten Fördersummen deutlich geringer ausfallen als die der Wissenschaft. Öffentliche und gesellschaftliche Akteure (Verbände) spielen zwar eine größere Rolle in der Innovationsförderung als in Publikationen und Patentanmeldungen, jedoch ist die Beteiligung immer noch mit einem Anteil von 0,5% der eingeworbenen Fördersummen relativ gering. Die von ihnen besonders stark genutzte Förderung ist die Förderung über das EFRE-Programm mit einer Ko-Finanzierung aus Landes- und EU-Mitteln, während andere Akteurstypen vor allem durch Bundesmittel gefördert werden. Die EU-Forschungsförderung kommt am stärksten den AuF zugute, was hierbei vor allem an der Einbindung des FZ Jülich in europäische Großforschung liegt.

Politisch-strukturelle
Rahmenbedingungen

Tabelle 23: Innovationsförderung im Revier nach Akteurstypen

Akteurstyp	Anzahl von geförderten Projekten					Eingeworbene Fördersumme in Mio. €				
	FÖKAT	EFRE	CORDIS	Gesamt	%	FÖKAT	EFRE	CORDIS	Gesamt	%
Hochschulen	1.208	160	218	1.586	42,1	717,1	119,2	121,6	957,9	45,2
AuF	485	72	189	746	19,8	371,2	67,0	166,0	604,2	28,5
Unternehmen	827	244	128	1.199	31,8	232,9	89,7	48,7	371,3	17,5
Öffentlich - Kommunal	49	41	1	91	2,4	23,1	67,0	0,2	90,2	4,3
An-Institut	122	8	9	139	3,7	64,9	3,9	4,8	73,6	3,5
Verband	26	8	3	37	1,0	8,7	2,8	0,1	11,7	0,6
Öffentlich - Regional	16	9	2	27	0,7	6,0	4,1	0,5	10,5	0,5
Hospital	2			2	0,1	0,2			0,2	0,0
Gesamt	2.735	542	488	3.765	100,0	1424,0	353,6	342,0	2.119,6	100,0
Anteil	72,6	14,4	13,0	100,0		67,2	16,7	16,1	100,0	

Quelle: Eigene Analyse nach FÖKAT, EFRE.NRW und CORDIS

Anmerkung: Das Universitätsklinikum der RWTH Aachen wird dem Akteurstyp „Hochschulen“ zugeschrieben

Die Darstellung (Tabelle 24) der jeweils zehn erfolgreichsten Organisationen des Rheinischen Reviers in der Einwerbung von Innovationsfördermitteln in allen drei Datenquellen zeigt, dass sich die starke Konzentration auf bestimmte Akteurstypen durch die starke Konzentration auf einzelne Akteure ergibt. RWTH und FZ Jülich vereinigen 64% (FÖKAT), 30% (EFRE.NRW), bzw. 74% (CORDIS) der ins Rheinische Revier fließenden Innovationsfördermittel auf sich. Auf allen Förderebenen fließen jeweils mehr als 68% der Fördermittel an die zehn erfolgreichsten Begünstigten. Die EU-Forschungsförderung ist dabei am stärksten konzentriert. Zusammen mit den Erkenntnissen aus den anderen Ebenen des Regionalen Innovationssystems ergibt sich ein deutliches Bild, dass die Exzellenz im Revier in der Wissenschaft sehr ausgeprägt ist. Vereinzelt treten auch Unternehmen, wie beispielsweise die FEV Group oder AIXTRON bei der Fördermitteleinwerbung in Erscheinung.

Tabelle 24: Akteure im Rheinischen Revier mit erfolgreichster Einwerbung von Innovationsfördermitteln

Im FÖKAT eingetragene durch den Bund geförderte Innovationsprojekte				
Begünstigte	Ort	Projekte	Fördersumme	Anteil
		Anzahl	in Mio. €	in %
RWTH Aachen	Aachen	1.055	642,7	45,1
Forschungszentrum Jülich	Jülich	277	264,9	18,6
Fraunhofer-Gesellschaft	München	174	92,9	6,5
Fachhochschule Aachen	Aachen	86	35,0	2,5
Universitätsklinikum RWTH	Aachen	48	34,1	2,4
AIXTRON SE	Herzogenrath	11	18,9	1,3
FIR e.V.	Aachen	39	18,2	1,3
FiW e.V.	Aachen	25	15,9	1,1
Stadt Aachen	Aachen	19	13,3	0,9
ACCESS e.V.	Aachen	15	12,5	0,9
Top 10 Begünstigte		1.749	1148,4	80,6
Sonstige		987	275,6	19,4
Gesamt		2.735	1424,0	100,0
In EFRE. NRW eingetragene durch NRW/EU geförderte Innovationsprojekte				
Begünstigte	Ort	Projekte	Fördersumme	Anteil
		Anzahl	in Mio. €	in %
RWTH Aachen	Aachen	78	74,5	21,1
Stadt Mönchengladbach	Mönchengladbach	6	33,3	9,4
Fraunhofer-Gesellschaft	München	50	33,1	9,4
Forschungszentrum Jülich	Jülich	13	29,2	8,3
FH Aachen	Aachen	35	19,7	5,6
Stadt Aachen	Aachen	8	15,3	4,3
Universitätsklinikum RWTH	Aachen	33	14,3	4,0
Stadt Stolberg	Stolberg (Rhld.)	6	7,5	2,1
Kunsterz 2.0. Marketing	Aachen	1	4,7	1,3
WEP GmbH	Hückelhoven / Wassenberg	3	4,0	1,1
Top 10 Begünstigte		233	240,3	68,0
Sonstige		310	113,3	32,0
Gesamt		543	353,6	100,0
In CORDIS eingetragene durch die EU geförderte Innovationsprojekte				
Begünstigte	Ort	Projekte	Fördersumme	Anteil
		Anzahl	in Mio. €	in %
Forschungszentrum Jülich	Jülich	163	147,8	43,2
RWTH Aachen	Aachen	188	107,3	31,4
Universitätsklinikum Aachen	Aachen	31	13,3	3,9
AMO GmbH	Aachen	18	9,3	2,7
DWI	Aachen	8	8,8	2,6
FEV Europe GmbH	Aachen	14	8,3	2,4
AIXTRON SE	Herzogenrath	10	4,5	1,3
Oculavis GmbH	Aachen	4	3,0	0,9
Access e.V.	Aachen	4	2,2	0,6
Owi Science For Fuels GmbH	Herzogenrath	3	2,1	0,6
Top 10 Begünstigte		407	306,5	89,6
Sonstige		84	35,5	10,4
Gesamt		491	342,0	100,0

Quelle: Eigene Analyse nach FÖKAT, EFRE.NRW, CORDIS

Anmerkung: Die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft werden in den drei Datenquellen in unterschiedlicher Auflösung erfasst und sind beispielsweise in CORDIS gar nicht dem Revier zuzuordnen. Daher wurde hier auf die Darstellung der einzelnen Institute verzichtet.

Es ist angesichts dieser Konzentration auf einzelne Akteure und Akteurstypen nicht verwunderlich, dass sich diese auf Ebene der Gebietskörperschaften noch verschärft. 90% der Förderprojekte und eingeworbenen Fördermittel für FuEul fließen in die Städtereion Aachen und den Kreis Düren. Dies bedeutet eine klar überdurchschnittliche Fördermittel-Intensität je Kopf in diesen Gebietskörperschaften. Besonders wenig nehmen hingegen Akteure des Kreis Euskirchen an der öffentlichen Innovationsförderung teil. Nur 0,4% der Fördermittel für Innovationsförderung fließen in diesen Kreis, obwohl 7,9 der Bevölkerung des Rheinischen Reviers dort beheimatet sind. In den restlichen Tagebaukreisen Rhein-Kreis Neuss und Rhein-Erft-Kreis liegt die Fördermittel-Intensität im unteren mittleren Bereich. Auffällig ist zudem die überdurchschnittlich starke Förderung der Stadt Mönchengladbach durch die EFRE-Förderung.

Politisch-strukturelle
Rahmenbedingungen

Tabelle 25: Verteilung von Innovationsförderprojekten auf die Gebietskörperschaften des Rheinischen Reviers

Gebiets- körperschaft	Geförderte Projekte					Eingeworbene Fördersumme					
	FöKAT	EFRE	CORDIS	Gesamt	% Anteil	FöKAT	EFRE	CORDIS	Gesamt	% Anteil	pro Kopf
Städtereion Aachen	2.098	406	323	2.827	75,0	1058,5	244,2	185,1	1.487,8	70,2	2.671
Düren	393	41	166	600	15,9	304,0	40,2	149,5	493,7	23,3	1.872
Mönchen- gladbach	56	22	1	79	2,1	12,7	36,5	0,6	49,8	2,3	190
Rhein-Kreis Neuss	70	28	11	109	2,9	24,3	10,0	3,5	37,8	1,8	84
Rhein-Erft- Kreis	70	15	7	92	2,4	17,3	5,5	3,3	26,1	1,2	56
Heinsberg	27	22	1	50	1,3	4,3	11,6	0,0	16,0	0,8	63
Euskirchen	21	8		29	0,8	3,0	5,5		8,6	0,4	44
Gesamt	2.735	542	490	3.767	100,0	1424,0	353,6	342,0	2.119,6	100,0	864
Anteil	72,6	14,4	13,0	100,0		37,8	9,4	9,1	56,3		

Quelle: Eigene Analyse nach FÖKAT, EFRE.NRW, CORDIS

Diese Darstellung der Innovationsförderung im Rheinischen Revier (Tabelle 25) verdeutlicht, dass außerhalb der fördererfahrenen Organisationen des Reviers, welche vor allem in der Wissenschaft zu verorten sind, vermutlich großer Bedarf besteht, Förderfähigkeit erst herzustellen. Viele Unternehmen oder Einrichtungen berichten, dass sie zu wenig Erfahrung und zu wenig Kapazitäten hätten, um die aufwändige Beantragung, Umsetzung, Durchführung und Verwaltung von geförderten Forschungsprojekten darzustellen. Es wäre auch volkswirtschaftlich wenig sinnvoll, eigentlich wertschöpfenden Unternehmen weitere Verwaltungstätigkeiten aufzuzwingen. Dementsprechend wird es im weiteren Verlauf des Strukturwandels vonnöten sein, durch Koordinationsdienstleistungen diese Verwaltungslasten abzunehmen und/oder durch Informations- und Qualifikationsleistungen den Aufwand zumindest zu verringern.

Einen guten Einblick in die Ausrichtung der Förderung gibt außerdem die Darstellung der Bundesförderung im FÖKAT nach der den Projekten zugewiesenen Themenfeldern der Leistungsplansystematik. Diese sind eng mit Förderlinien der verschiedenen Bundesministerien verbunden. Wie zu sehen ist, wird das Feld angeführt von Energiethemen, gefolgt von Fahrzeug- und Verkehrstechnologien sowie der Bioökonomie. Mit dem Bereich „Strukturelle Querschnittsaktivitäten“ werden unter anderem Projekte im Bereich des Wissens- und Technologietransfers versehen. Bemerkenswert ist hier der Fokus, welcher in anderen Bereichen (z.B. Branchenstruktur) nicht so deutlich hervortritt. 70% der geförderten Projekte entfallen auf die zehn am stärksten geförderten Themenfelder. Im Vergleich mit den in dieser Studie identifizierten

Forschungs- und Innovationsfeldern fällt auf, dass die am stärksten geförderten Themenfelder deutlich zu einigen Innovationsfeldern zuzuordnen sind.

Tabelle 26: Durch den Bund im RR geförderte Themen der Innovationsförderung

Felder der Leistungsplansystematik (2-Steller)	Fördersumme Mio. €	Anteil in %
Erneuerbare Energien	185,3	13,0
Rationelle Energieumwandlung	168,6	11,8
Fahrzeug- und Verkehrstechnologien	120,0	8,4
Bioökonomie	106,0	7,4
Strukturelle Querschnittsaktivitäten	104,8	7,4
Gesundheitsforschung und Gesundheitswirtschaft	81,4	5,7
Elektronik und Elektroniksysteme	66,3	4,7
Optische Technologien	57,9	4,1
Werkstofftechnologien	57,7	4,1
Großgeräte der Grundlagenforschung	56,2	3,9
Top 10 Leistungsplanfelder	1004,3	70,5
Sonstige	419,7	29,5
Gesamt	1424,0	100,0

Quelle: Eigene Analyse nach FÖKAT

Die reichen Erfahrungen in der Ausarbeitung und Beantragung von Förderprojekten in einer Vielfalt von Themen zeigt sich auch in der bisherigen Mitarbeit an der Gestaltung des Strukturwandels. Aus der Region entstanden zahlreiche Initiativen und Projekte, welche im Rahmen des SofortprogrammPlus oder im Starterpaket Kernrevier zur Förderung eingereicht wurden.⁶⁸ Auch die rege Beteiligung in der Ausarbeitung eines vergleichsweise detaillierten, extensiven Wirtschafts- und Strukturprogramms zeigt, dass es der Region nicht an Ideen und Initiativen mangelt. Mit den dort entwickelten Zukunftsfeldern Energie und Industrie, Ressourcen und Agribusiness, Innovation und Bildung, Raum und Infrastruktur wurden zudem die für die Gestaltung des Strukturwandels besonders wichtigen Handlungsbedarfe bereits identifiziert. Durch die in dieser Studie identifizierten Innovationsfelder Energiesystem der Zukunft, Bioökonomie und Zukunftsfähige Industrie und die aufgezeigte deutlichen räumlichen Disparitäten im Revier sind diese Zukunftsfelder passend zu den Herausforderungen des Reviers ausgewählt.

4.2 Schwächen: Finanzierung und Koordination

Während die Fördermittellorientierung eine Stärke des Reviers darstellt, konnten auch Schwächen hinsichtlich der politisch-strukturellen Rahmenbedingungen im Revier festgestellt werden. Hierzu gehören zum einen die Finanzierungsangebote für wachsende Startups, bürokratische Hürden sowie eine fehlende gemeinsame regionale Identität.

4.2.1 Fehlende Finanzierungsangebote für Startups im Scale-up-Bereich

Ein Defizit des Rheinischen Reviers besteht im regionalen Finanzierungsökosystem. Besonders hervorzuheben sind dabei die vergleichsweise geringe Verfügbarkeit privaten Risikokapitals sowie Angebotslücken bei privaten Risikokapitalgesellschaften, erfahrenen

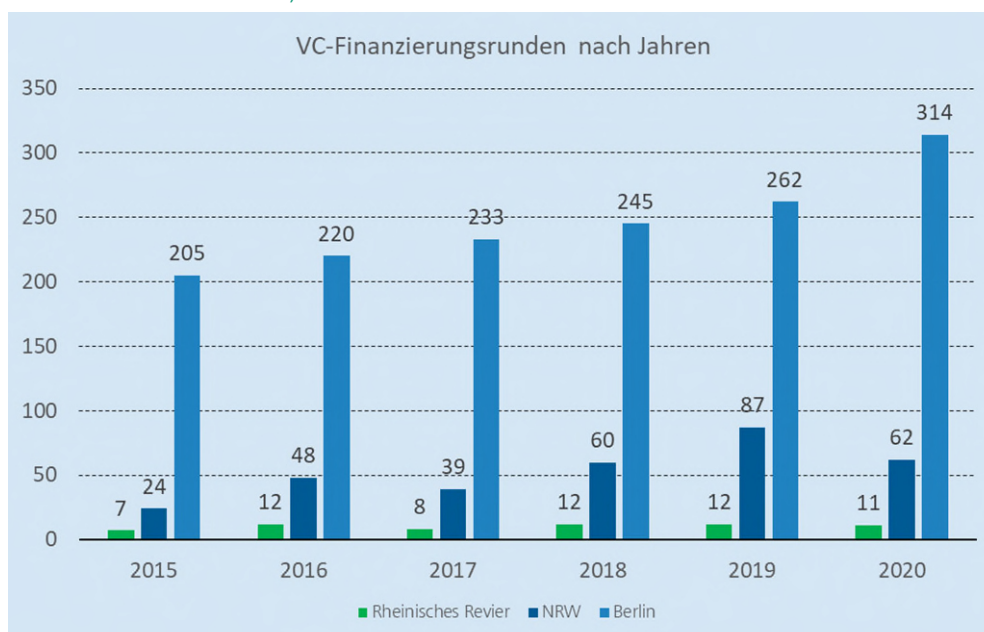
⁶⁸ Zukunftsagentur Rheinisches Revier 2021

Unternehmen und Business Angels. Als erfahrene Manager und Unternehmer sind gerade Business Angels, die ihr privates Kapital, Skalierungs-Know-how und Kontaktnetzwerke in junge Unternehmen einbringen, entscheidend für die Entstehung von regionalen Kreisläufen im Gründungsökosystem. Woran es nicht mangelt, sind hingegen Initiativen, Unterstützungsangebote, Förderangebote, Netzwerke und fördernde Akteure. Es ist jedoch festzustellen, dass nur noch wenige der befragten Akteur*innen im Revier von sich behaupten würden, einen Überblick über all jene Angebote behalten zu haben. Es bedarf, ähnlich wie bezüglich der Akteurslandschaft einer Strukturierung und Gestaltung, um die Region auf einen Entwicklungspfad zu führen, der den Strukturwandel meistert.

Politisch-strukturelle
Rahmenbedingungen

Besonders entscheidend für einen effektiven Innovationstransfer ist die Verfügbarkeit eines geeigneten Kapitalangebots und der Zugang zu Venture Capital (VC) zur Finanzierung risikoreicher Innovations- und Gründungsprojekte⁶⁹. Im Folgenden wird daher die aktuelle Finanzierungssituation im Rheinischen Revier sowie das VC-Kapitalangebot des zurückliegenden Fünfjahreszeitraum dargestellt.

Abbildung 32: VC-Finanzierungsrunden im Rheinischen Revier, Nordrhein-Westfalen und Berlin nach Jahren, 2015-10/2020



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis „Deal News“ Transaktionsdatenbank Majunke, Stand 10/2020

¹Kein Anspruch auf Vollständigkeit; Anzahl der Finanzierungsrunden in NRW und Berlin auf Basis von EY (2021), EY (2019); EY (2017); EY (2016)

²Nicht enthalten sind 9 Exits in den Jahren 2015 bis 2020

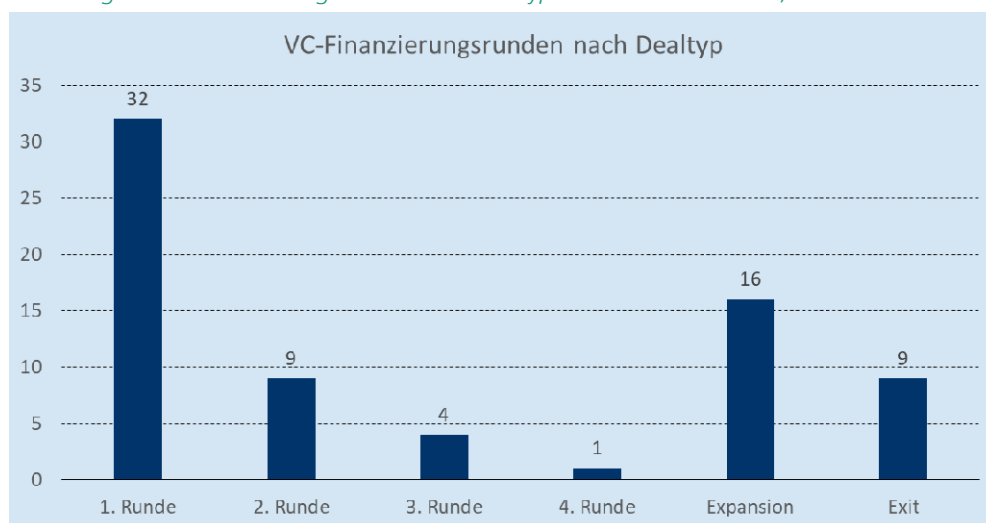
In den Jahren 2015 bis 10/2020 entfielen insgesamt 62 VC-Finanzierungsrunden auf Start-ups im Rheinischen Revier, wie Abbildung 32 zeigt. Damit zählt das Rheinische Revier zu einem Hot-Spot des Finanzierungsgeschehens in Nordrhein-Westfalen. So konnten Start-ups des Rheinischen Reviers landesweit rund ein Fünftel aller Transaktionen einwerben. Ein deutlicher Abstand hinsichtlich der Anzahl der Finanzierungsrunden zeigt sich allerdings im Vergleich zu Berlin, dem bundesweit führenden Gründungs- und Finanzierungssystem.

Innerhalb des Rheinischen Reviers ist die Stadt Aachen der Schwerpunkt des Finanzierungsgeschehens. So entfielen 66,1 Prozent der Finanzierungsrunden in dem

⁶⁹ Kahl & Scheuplein 2016

hier betrachteten Zeitraum auf die Stadt Aachen, gefolgt von Herzogenrath (8,1 Prozent), Baesweiler (3,2 Prozent) und Düren (3,2 Prozent). Dass das Finanzierungsgeschehen im Rheinischen Revier durch Aachen geprägt wird, zeigt sich in der vergleichsweise hohen Beteiligung von universitären und außeruniversitären Spin-offs unter den Transaktionen. So waren in über der Hälfte (58%) der erfassten Finanzierungsrunden Spin-offs vertreten. Im Hinblick auf die Innovationsfelder zeigen sich ferner Schwerpunkte in den Innovationsfeldern Zukunftsfähige Industrie mit 25,6 Prozent der Finanzierungsrunden, gefolgt von Alternative Antriebstechnologien mit 17,7%. Auf die Innovationsfelder Energiesystem der Zukunft und Digitale Medizin entfielen jeweils ca. 10 Prozent der Transaktionen im Rheinischen Revier.

Abbildung 33: VC-Finanzierungsrunden nach Dealtyp im Rheinischen Revier, 2015-10/2020



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis „Deal News“ Transaktionsdatenbank Majunke, Stand 10/2020

¹Kein Anspruch auf Vollständigkeit

²Nicht enthalten sind 9 Exits in den Jahren 2015 bis 2020

Die mit Abstand meisten Finanzierungsrunden im Rheinischen Revier lassen sich der Frühphasenfinanzierung zuordnen. Bei ca. der Hälfte der Transaktionen handelte es sich um Erstfinanzierungen von jungen Unternehmen. In späteren Phasen der Start-up-Finanzierung nimmt die Anzahl der Investitionsfälle beständig ab. Der Bereich der Expansionsfinanzierung, in der reifere Start-up-Unternehmen Finanzmittel zum Ausbau von Produktionskapazitäten und Vertriebskanälen nutzen, ist hingegen mit 16 Finanzierungsrunden stärker ausgeprägt⁷⁰. Gegenüber dem Finanzierungsgeschehen in Berlin ist allerdings auch dies als vergleichsweise gering einzuschätzen. So erfolgten in Berlin allein im Jahr 2015 24 Expansionsfinanzierungsrunden. Zu betonen ist darüber hinaus, dass in der nicht-konsekutiven Expansionsfinanzierung das Investitionsrisiko oft bereits erheblich reduziert ist. Dass mehr Expansionsfinanzierungen als VC-Investitionen in der zweiten, dritten und vierten Runde berichtet werden, ist auch vor diesem Hintergrund einzuordnen⁷¹.

⁷⁰ Hinsichtlich der Finanzierungsrunden ist zu berücksichtigen, dass mit der vorliegenden Datenbasis keine eindeutige Zuordnung zu den Finanzierungsphasen erfolgen kann. So beziehen sich die Finanzierungsrunden auf die numerische Anzahl der Finanzierungsrunden, die die jeweiligen Startups erhalten haben. Finanzierungsrunden sind dabei nicht inhaltlich definiert – d.h. sie nehmen keinen Bezug auf den Technologie- und Innovationsgehalt – und beruhen allein auf der Anzahl der bereits realisierten VC-Finanzierungen des jeweiligen Unternehmens. Dabei werden Runden 1 bis 4 sowie die Expansionsfinanzierung unterschieden. Die Expansionsfinanzierung ist unabhängig von den zuvor realisierten Runden definiert.

⁷¹ Kahl & Scheuplein 2016

Die nähere Betrachtung der an den Transaktionen im Rheinischen Revier beteiligten Investoren zeigt, dass halb-öffentliche Kapitalgeber, wie etwa der High-Tech Gründerfonds und vor allem die regionale Beteiligungsgesellschaft der Aachener Sparkasse S-UBG (Seed Fonds, TechVision) als Impulsgeber wesentlich für die Finanzierung von Start-ups sind. In etwa der Hälfte (48,4 Prozent) der VC-Transaktionen werden Finanzierungsrunden von zumindest einem (halb)öffentlichem Kapitalgeber flankiert. VC-Finanzierungen werden in der Regel mit der Veräußerung der Beteiligungen an den Portfoliounternehmen, einem sogenannten Exit, abgeschlossen. In dem Beobachtungszeitraum fanden 9 Exits von Start-ups des Rheinischen Reviers statt.

Insgesamt ist die VC-Aktivität im Rheinischen Revier damit durch eine starke räumliche Konzentration in der Städteregion Aachen gekennzeichnet, wobei Schwerpunkte in der Frühphasenfinanzierung unter Beteiligung öffentlichen Kapitals liegen. Während das Rheinische Revier damit landesweit zu den Hot-Spots des Finanzierungsgeschehens zählt, ist der große Abstand über alle Finanzierungssegmente hinweg zum deutschlandweit führendem Gründungs hotspot Berlin zu betonen. Zu berücksichtigen ist bei diesem Vergleich, wie im Folgenden deutlich wird, dass das Rheinische Revier insbesondere durch mehrheitlich technologieintensive Gründungsvorhaben („Deep-Tech“) gekennzeichnet ist, welche gegenüber Software- und IT-Firmen, die das Berliner Gründungsgeschehen prägen, höhere Entwicklungsrisiken und Kapitalbedarfe aufweisen.

Valley of Death und Angebotslücken im Scaling-up

Die Ausrichtung des Gründungsökosystems auf frühe Finanzierungsphasen wird in leitfadengestützten Interviews mit Gründer*innen und Akteuren der Gründungs- und Innovationsförderung bestätigt. Gründer*innen verweisen dabei auf eine differenzierte und effektive Unterstützungslandschaft in der Vorgründungsphase (Preseed). Als im Revier deutlich schwächer ausgeprägt werden die Seedphase sowie die anschließenden Finanzierungsphasen gesehen. Den Interviewpartner*innen zufolge sind die Angebote der RWTH Aachen (RWTH Innovation, Gründerzentrum, RWTH Incubation Program), der FH Aachen, des digitalHUB wie auch der zahlreichen Technologie- und Gründerzentren Ankerpunkte des Gründungsökosystems in der Preseed-Phase. In der Preseed-Phase spielen darüber hinaus aus Sicht der Gründenden das NRW-Gründerstipendium und EXIST-Stipendien eine wichtige Rolle. Dass die RWTH in dem Zeitraum von 2015 bis 2019 bei EXIST-Förderungen neben TU Berlin und TU München zu den Top 3 Hochschulen bundesweit zählte, unterstreicht das hohe Gründungspotenzial in der Region⁷². Positiv hervorgehoben werden in den Interviews auch die Beratungs- und Vermittlungsangebote der GründerRegion zu einschlägigen Frühphaseninvestoren. Unter den Finanzierungsangeboten in der Seed-Phase werden vor allem das Beteiligungskapital der S-UBG und des High-Tech-Gründerfonds hervorgehoben. So finanziert die S-UBG Startups aus der Region mit dem TechVision Fonds mit einem Fondsvolumen in Höhe von 40 Millionen Euro.

In späteren Phasen der Start-up-Finanzierung verweisen die Interviewpartner auf Angebotslücken. So fehlt es aus Sicht der Interviewten an privatwirtschaftlichen Risikokapitalinvestoren und Venture Capital Unternehmen und damit an für leistungsfähige Gründungsökosysteme charakteristischen Akteuren, die bis in die Skalierungsphase aktiv sind. Dabei berichten Gründende mehrheitlich von Schwierigkeiten bei der Kapitalakquisition, die im Anschluss an die initiale Frühphasenfinanzierung zum Markthochlauf notwendig ist. Wiederholt wird in den Interviews auf die Valley of Death-Problematik verwiesen. Das „Valley of Death“

⁷² Industrie- und Handelskammer Aachen 2020b

beschreibt eine frühe Gründungsphase, in der zwar bereits Kosten anfallen, jedoch mangels Kunden noch keine Umsätze erwirtschaftet werden oder zum Teil sogar Machbarkeitsnachweise („Proof-of-Concept“, Prototypen) von Produkten oder Geschäftsmodellen ausstehen. Während Gründer*innen diese Phase insbesondere in der Softwarebranche durch ressourcenschonendes Wirtschaften überbrücken können (durch sog. „Bootstrapping“)⁷³, ist dies für Gründungsvorhaben mit anspruchsvoller, kapitalintensiver und risikoreicher Technologieentwicklung, die mit langen Entwicklungszyklen verbunden ist, erheblich erschwert. Typischerweise rücken Startups erst in den Fokus privater Venture Capital Unternehmen, nachdem ein Produkt-Market-Fit⁷⁴ erreicht und damit das Valley of Death größtenteils überwunden ist. Gleichzeitig bestehen nur wenige öffentliche Förderprogramme zur Finanzierung der Prototypenentwicklung oder Machbarkeitsstudien. Entsprechend berichten die interviewten Gründenden, die mehrheitlich technologieintensive Gründungsvorhaben verfolgen („Deep-Tech“), übereinstimmend von einer wesentlichen Herausforderung, die sich aus den langen Entwicklungszyklen und dem hohen Kapitalbedarf zur Entwicklung des ersten Prototyps bzw. Produkts ergibt. Insbesondere die für das Rheinische Revier charakteristischen Spin-off-Unternehmen werden häufig ohne serienreife Produkte, allein auf Basis von Demonstratoren oder Forschungsergebnissen, gegründet. Insoweit stellt die festgestellte Deep-Tech-Spezialisierung im Rheinischen Revier besondere Anforderungen an die Finanzierung, wobei das Valley of Death nicht nur tiefer (d.h. kapitalintensiver), sondern auch länger (d.h. Entwicklungszyklen) auszufallen scheint.

Weiterhin zeigt sich eine erkennbare Angebotslücke in Wachstumssegmenten der Venture Capital Finanzierung. Damit bleiben regionalwirtschaftliche Effekte, die vor allem in Skalierungsphase entstehen, aus. Diese Herausforderung betrifft allerdings nicht nur das Rheinische Revier, sondern wurde für ganz Nordrhein-Westfalen diagnostiziert⁷⁵.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Venture Capital-Finanzierungen im Rheinischen Revier in erster Linie in der Städteregion Aachen erfolgen, wobei Schwerpunkte in der Frühphasenfinanzierung unter Beteiligung öffentlichen Kapitals liegen. Gleichzeitig werden aber auch Angebotslücken im Anschluss an die initialen Finanzierungsphasen und vor allem im „Scale-up-Segment“ erkennbar. Es zeigt sich zusätzlich, dass die regionalwirtschaftliche Spezialisierung in Hochtechnologiesektoren mit langen Entwicklungszyklen und vergleichsweise hohem Kapitalbedarf, spezifische Anforderungen an die Unternehmensfinanzierung stellt.

4.2.2 Gestaltung des Strukturwandels durch Bürokratie, Doppelstrukturen und Intransparenz belastet

Allgemein kritisierten Vertreter*innen aus Wissenschaft, Unternehmen und Innovationsförderung an der praktischen Umsetzbarkeit von Förderprogrammen und -maßnahmen. Es fehlte nicht an starken Meinungen, die in Interviews, Impact Cafés und Befragungen geäußert wurden. Unternehmen, so schrieb ein*e Umfrageteilnehmer*in, würden von der allgemeinen „Leitzkultur“ in der deutschen Innovationspolitik und -förderung abgeschreckt. Teilnahme an Förderprogrammen und Kooperationsprojekten seien dadurch schnell unrentabel, da die zusätzlichen Verwaltungsaufwände gerade für KMU nicht leistbar seien. Aber auch in Großunternehmen lösen die Untiefen der Projektadministration Unverständnis aus, wenn

⁷³ Metzger 2020b

⁷⁴ Ries 2011: Wird erreicht, wenn ein Start-up die Probleme des Zielkunden empirisch nachweisbar (zum Beispiel durch Prototypen), vollständig und besser aus Kundensicht als potenzielle Wettbewerber löst

⁷⁵ Startup Genome 2020

beispielsweise Stundenzettel in Papierform verlangt würden, während unternehmensinterne Prozesse längst digitalisiert seien. Angesichts der bürokratischen Hürden müssten Unternehmen erst befähigt werden, an Förderung teilzunehmen, auf jeden Fall sollten diese Hürden soweit wie möglich abgebaut werden. Aber auch die Wissenschaftsvertreter*innen wünschten sich langfristige Planungssicherheit und ein Ende permanenten Antragswesens. Mit rein an Projekte gebundenem Geld könne nicht flexibel reagiert werden, dazu sei eine bessere Versorgung mit Grundfinanzierung nötig. Zudem seien bei hohen Investitionen die Eigenanteilsvorgaben für einige Antragssteller zu hoch angesetzt. Zudem seien vor allem im Infrastrukturbereich baurechtliche Laufzeiten und Abläufe nicht kompatibel mit Projektlaufzeiten. Ausnahmslos wünschten sich die Befragten, dass im Rahmen des Strukturwandels Bürokratie abgebaut werde.

Politisch-strukturelle
Rahmenbedingungen

In Bezug auf die bis jetzt erfolgte Gestaltung des Strukturwandels und entworfenen Förderung zeigten sich viele Expert*innen besorgt, dass bürokratische Prozesse und Strukturen die Oberhand gewinnen und über Ziele und Beteiligte bestimmen. Der Eindruck entstünde, dass die bis jetzt in Aussicht gestellte Förderung die Bedarfe der existierenden Unternehmen und Beschäftigten, welche vom Strukturwandel betroffen sind, nicht ausreichend treffe.

Insbesondere die Abläufe im Rahmen des SofortprogrammPlus wurden stark kritisiert. Ernüchtert stellte ein Experte fest: „Von sofort kann ja keine Rede mehr sein“ – zu viel Zeit sei seit der Vergabe der ersten „Sterne“ schon ins Land gegangen. Zudem seien die Fördervorgaben, Förderquoten, Förderthemen, Art förderfähiger Ausgaben, die Rolle entscheidender Akteure oder Bewertungskriterien nicht transparent genug dargestellt. Dies senkte das Vertrauen der Beteiligten in die Vergabe von Mitteln. Durch die lange Dauer der Prozesse habe es bereits Absagen von potenziellen Investoren gegeben und startbereite Projekte würden auf Eis liegen. Einige Expert*innen befürchten, dass sich diese Abläufe in zukünftigen Ausschreibungen wiederholen könnten.

Allgemein räumten einige, auch fördererfahrene Expert*innen ein, dass es Ihnen schwerfalle, die Förderlandschaft und Akteurslandschaft des Reviers zu durchblicken. Es gebe offenbar Doppel- und Parallelstrukturen, deren Existenz ineffizient sei und nicht durchschaubar wäre. Die Zuständigkeiten seien unklar verteilt, die (zukünftige) Rolle der Zukunftsagentur Rheinisches Revier unklar. Unter diesen Umständen sei es erschwert, konstruktive Beiträge und Initiativen im Rahmen des Strukturwandels auf den Weg zu bringen oder zu treiben.

Insgesamt fällt durch die Analyse der intermediären Akteure sowie durch die Aussagen aus Experteninterviews auf, dass die Innovationsförderaktivitäten innerhalb des Reviers nicht miteinander vernetzt und unkoordiniert erscheinen. Man kann so beispielsweise drei Wasserstoffregionen und zwei Lufttaxiinitiativen im Revier verorten. Zudem gibt es bereits eine reiche Landschaft an Intermediären der Innovations- und Wirtschaftsförderung. Hierbei können allerdings eine mangelnde Koordination und gemeinsame strategische Ausrichtung attestiert werden. Sicherlich ist die Fülle an bottom-up getriebenen Initiativen wünschenswert und beweist die Kreativität und Stärken der Region in einer Vielfalt von Themen. Jedoch ist es insbesondere im globalen Wettbewerb um Fachkräfte, Start-ups und Investitionen auch nötig, klare Linien und Schwerpunkte auszugeben, zu realisieren und glaubwürdig kommunizieren zu können. Ansonsten besteht im Strukturwandel die Gefahr, dass es nicht zur Verwertung von begonnenen Entwicklungspfaden kommt.⁷⁶

⁷⁶ Isaksen et al. 2018

4.2.3 Fehlende regionale Identität und Sichtbarkeit

Gegenüber den anderen Braunkohleregionen hat das Rheinische Revier den Vorteil, dass es sich nur in einem Bundesland befindet. Jedoch ist diese Region gleich drei historisch gewachsenen Wirtschaftsregionen (Niederrhein, Region Köln/Bonn, Region Aachen)⁷⁷ zugehörig, deren gemeinsame Grenze mitten im Braunkohleabbaugebiet liegt. Tatsächlich verlaufen sowohl nach Berechnung von funktionalen Zusammenhängen (z.B. durch Pendelbeziehungen) sowie administrativen Regionszuschnitten (Raumordnungsregionen, Arbeitsmarktregionen) Grenzen mitten durch das Revier, welche drei Teilräume schaffen.⁷⁸ Diese sind nicht sichtbar, aber nach Aussage der Expert*innen fühlbar. Vergleichbar mit Wasserscheiden richte sich die Orientierung der Akteure entweder nach Aachen, Köln oder Düsseldorf aus. Die Distanzen zwischen diesen Städten seien nicht hoch, und doch wüssten beispielsweise Aachener selten davon, welche Akteure im Kölner Umland aktiv wären.

Da die Akteursdichte im Rheinischen Revier auch noch relativ hoch ist, erschwert das die Orientierung und Vernetzung der Akteure in der Region. Zudem erzeugt die polyzentrische Struktur Doppelstrukturen und unterschiedliche territoriale Verantwortlichkeiten (siehe Kapitel 2.3.3). Die existierenden Organisationen sind in erster Linie der Entwicklung ihrer eigenen Jurisdiktion verpflichtet, wodurch eine Zusammenarbeit behindert wird. Viele Befragte berichteten von einem „Kirchturmdenken“, besonders in den Kommunen des Reviers. Dadurch entstünde eine Vielzahl von Initiativen, die nicht miteinander abgestimmt oder vernetzt seien. Zudem würde es an kommunalen Grenzen – abgesehen von jenen mit interkommunaler Zusammenarbeit – schnell zu Konflikten, z.B. bei Erweiterungs- oder Planungsvorhaben, kommen. Einzelne Kommunen seien zudem in der Administration und Genehmigung von Großprojekten überfordert, was zu unnötiger Verlangsamung führe.

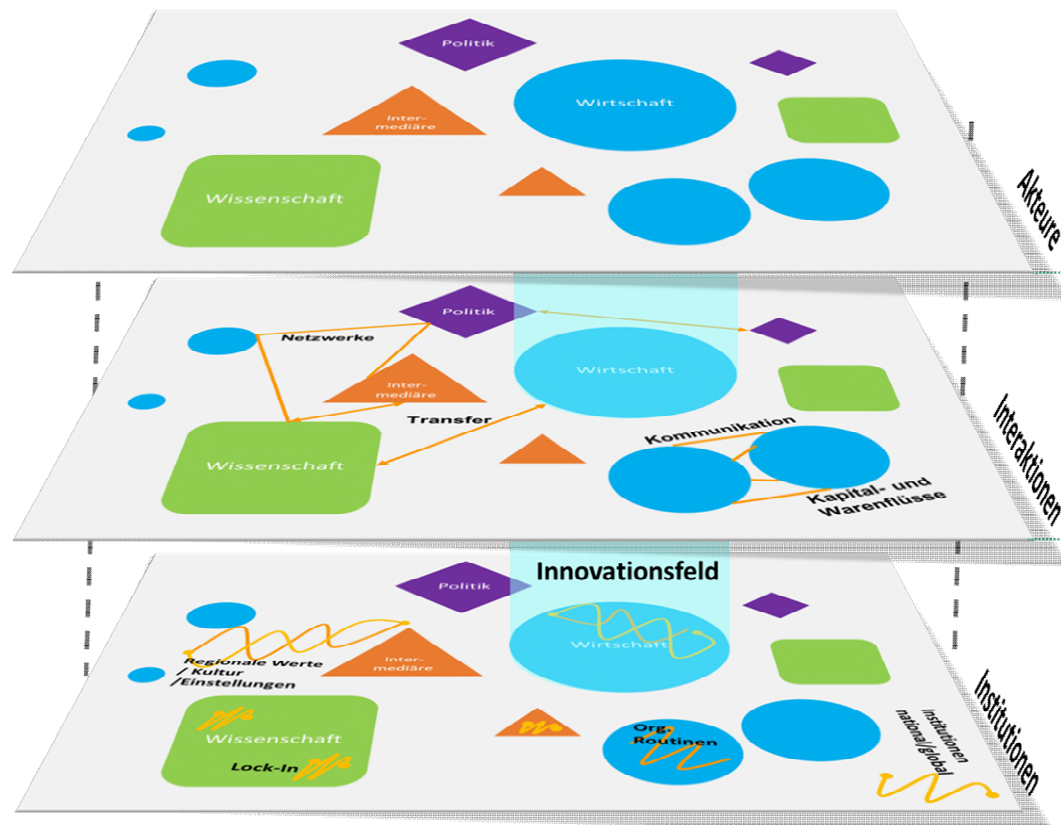
Viele befragte Expert*innen berichteten, dass die Identität im Revier noch nicht besonders ausgeprägt sei. Im Prinzip bringt erst der Prozess des Braunkohleausstiegs eine gemeinsame Identitätszuschreibung mit sich, die so nicht zwingend vorlag. Diese gemeinsame Herausforderung könne jedoch dazu führen, dass eine gemeinsame Identität auch zu Zusammenarbeit führe. Dazu müsse aber der Strukturwandel in den Köpfen von Bürgern, Unternehmern und Bürgermeister*innen verankert und präsent sein. Dies sei oftmals noch nicht der Fall.

Eine gering ausgeprägte regionale Identität mache sich auch darin bemerkbar, dass die Kooperationskultur insgesamt nicht besonders gut eingeschätzt wird. Es würde noch an Offenheit und Akzeptanz, aber auch an einer gemeinsamen Vertrauensbasis mangeln, welche Zusammenarbeit erst ermöglicht. Wenn die regionale Identität selbst für die Menschen vor Ort kaum spürbar sei, kann sie natürlich auch schwerlich eine Außenwirkung entfalten. Gegenüber Ansiedlungen oder Start-ups wird dadurch die Region offenbar noch nicht als Ganzes vermarktet. Dafür gebe es laut den Interviewten noch keine Strukturen, so dass potenzielle Investoren vor allem mit den einzelnen Vermarktern und Wirtschaftsförderungen in Kontakt treten müssten. Die im November 2020 neu geschaffene Außenwirtschaftsförderungsgesellschaft des Landes, NRW.Global Business GmbH, kann hierbei die Ansiedlungsbemühungen des Reviers unterstützen durch die Entwicklung und Umsetzung von Vermarktungsstrategien.

⁷⁷ <https://www.nrwinvest.com/de/standort-nrw/wirtschaftsregionen/>

⁷⁸ Kopp & Schwengler 2012 (Arbeitsmarktregionen in Deutschland)

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN



Neuordnung der Akteurslandschaft

1. Priorisierung und Verortung von 2-3 Innovationsfeldern als Leuchttürme
2. Berücksichtigung regionaler Besonderheiten und Schaffung von sichtbaren Wachstumskernen
3. Entwicklung und Transformation bestehender Unternehmen
4. Ansiedlung FuE-starker Unternehmen

Vernetzung und Kooperation im Innovationsprozess unterstützen

1. Verstärktes Brokering zwischen regionaler Wirtschaft und Forschung.
2. Transferkanal „Startups“: Stärkung von Scaling-Up
3. Potenziale zur überregionalen Vernetzung mit Komplementaritäten nutzen
4. Cross Innovation zwischen den Innovationsfeldern nutzen

Integration und Koordination für ein gemeinsames Revier

1. Eine verstärkte Koordination der Strukturwandel-Bemühungen
2. Gemeinsames Leitbild, Identität und Sichtbarkeit nach außen entwickeln
3. Zugang zu Förderung entbürokratisieren und unterstützen
4. Zusammenwirken von Innovationsförderung und anderen Politikfeldern

Abbildung 34: Empfehlungen zur Transformation des Innovationssystems des Rheinischen Reviers: Übersicht der Ergebnisse aus Kapitel 5

Quelle: Eigene Darstellung

5 Empfehlungen zur Transformation des Innovationssystems

Die Bestandsaufnahme des Regionalen Innovationssystems in den Kapiteln 2, 3 und 4 ermöglicht die Feststellung von Stärken und Schwächen auf den verschiedenen Ebenen des Innovationssystems des Rheinischen Revier: Akteure, Interaktionen und politisch-strukturelle Rahmenbedingungen. Diese werden in Abbildung 35 zusammenfassend dargestellt. Die Abbildung basiert dabei auf der grundlegenden Operationalisierung des Konzepts der Regionalen Innovationssysteme für diese Studie (vgl. Kapitel 1.2).

Dabei ist zu erkennen, dass vor allem in der Akteursausstattung des Reviers Stärken liegen, die vor allem im Forschungsbereich und in der Dichte von innovationsunterstützenden Intermediären begründet sind. Diese werden jedoch begleitet von Schwächen in der lokalen Wirtschaftsstruktur, die von räumlicher Ungleichheit und weniger wissensintensiven, dafür energieintensiven Branchen geprägt sind. Auf der Ebene der Interaktionen sind vor allem Stärken in der exzellenzorientierten Vernetzung zu finden: Innerhalb der Wissenschaft und zusammen mit Unternehmen auf der ganzen Welt bestehen enge Kooperationen. Dies wird begleitet von Defiziten auf Seiten der lokalen Vernetzung, hier liegt durchaus Potenzial zur Vertiefung von Beziehungen mit und innerhalb der lokalen Wirtschaft. Im Wettbewerb um wachsende Start-ups und hochqualifizierte Absolvent*innen zeigen sich einige Herausforderungen für das Innovationssystem. Auf der Ebene der politisch-strukturellen Rahmenbedingungen zeigt sich, dass von außen betrachtet der Zugriff auf Mittel der Innovationsförderung funktioniert, jedoch stark ungleich verteilt ist. Einige Unternehmen im Revier haben Probleme, auf Finanzierung und Förderung zuzugreifen. Schließlich führt die fragmentierte Akteurslandschaft und fehlende regionsweite Identität zu der Entstehung von Doppelstrukturen, deren Integration und Koordinierung herausfordernd ist im Rahmen des Strukturwandels.

Abbildung 35: Übersicht über die Stärken und Schwächen im Regionalen Innovationssystem des Rheinischen Reviers



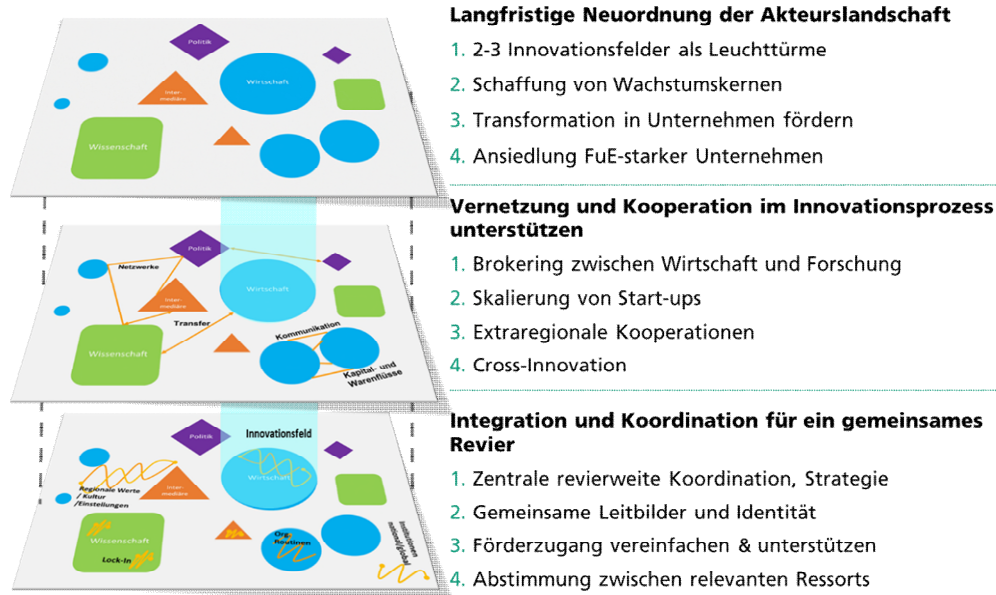
Quelle: Eigene Darstellung nach Klement (2018)

In den folgenden drei Unterkapiteln werden auf Basis dieser Analyse des Status-Quo im Rheinischen Revier Handlungsempfehlungen entwickelt. Eine Übersicht dieser Handlungsempfehlungen bietet vorab Abbildung 36. Sie fasst zusammen, welche

Handlungsempfehlungen in den nächsten Unterkapiteln durch Reflexion des empirischen Materials aus dem Rheinischen Revier, dem Abgleich mit theoretischen Konzepten und Vorschlägen aus dem Revier herausgebildet werden.

Empfehlungen zur Transformation
des Innovationssystems

Abbildung 36: Handlungsempfehlungen zur Transformation des Regionalen Innovationssystems im Rheinischen Revier



Quelle: verändert nach Klement (2018)

5.1 Neuordnung der Akteurslandschaft

Wie die Analyse des Regionalen Innovationssystems zeigte, ist die Akteurslandschaft des Reviers tendenziell fragmentiert. Es gibt eine Vielzahl an Akteuren, die in den seltensten Fällen eine kritische Masse in bestimmten Feldern bilden. Zudem ist die Wirtschafts- und Forschungsstruktur nicht immer passfähig. Im folgenden Kapitel werden dabei Vorschläge formuliert, wie die Akteurslandschaft defragmentiert und aufgewertet werden kann, so dass mehr Transfer im Regionalen Innovationssystem möglich wird.

5.1.1 Priorisierung und Verortung von 2-3 Innovationsfeldern als Leuchttürme

In dieser Studie konnte herausgearbeitet werden, dass das Rheinische Revier über eine sehr dichte Ausstattung von Akteuren verfügt. Besonders die Forschungslandschaft zeichnet sich dabei durch internationale Exzellenz in einigen Forschungsfeldern aus. Mehrere Interviewpartner*innen bestätigten dies mit Aussagen, dass es kaum möglich sei, alle Akteure im Revier miteinander zu vernetzen. In Impact Cafés erwähnten mehrere Teilnehmende, dass sie aufgrund der Vielzahl von Organisationen oftmals keine Kenntnis von allen anderen hätten, obwohl man im selben Innovationsfeld verortet sei. Gleichzeitig treten kaum Spezialisierungen seitens der Wirtschaftsstruktur hervor. Auch die Forschungslandschaft ist sehr divers – wenn sie auch auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Disziplinen fokussiert ist, so deckt sie innerhalb dieses Forschungsbereich ein breites Spektrum ab (vgl. Kapitel 2.2.3). Demnach kann das Regionale Innovationssystem des Reviers dem Typus „organisatorisch dicht und

diversifiziert“⁷⁹ (siehe auch Kapitel 1.1) zugeordnet werden. Regionale Innovationssysteme sind charakteristisch für Metropolregionen und etablierte Technologieregionen. Das Revier ist sicherlich eher als letzteres zu bezeichnen, auch wenn es in Nachbarschaft von Metropolregionen liegt.

Dieser Typus regionaler Innovationssysteme hat im regionalen Strukturwandel gewisse Vorteile gegenüber anderen Regionen. Zum einen ist die Region fähig und erfahren in der Entstehung neuer Entwicklungspfade, Technologien oder Branchen. Die breite Wirtschaftsstruktur hat die Steigerung der Resilienz gegenüber exogenen Schocks und Krisen zur Folge (siehe Kapitel 2.2.3)⁸⁰. Außerdem erhöht dies die Potenziale aus der Kombination verschiedener Wissensbestände verschiedener Industrien.⁸¹ Allerdings besteht in diesen Regionen auch die Gefahr, dass die stetige Exploration neuer Entwicklungspfade, Technologien und Branchen dazu führt, dass die Exploitation dieser Neuentwicklungen in der Region zu kurz kommt. Die Kommerzialisierung von in diesem Innovationssystem erforschten Technologien wird oftmals in anderen Regionen durchgeführt, welche hierin Wettbewerbsvorteile aufgebaut haben. Es kommt somit nicht zur Entstehung einer kritischen Masse an Unternehmen in der Region, wodurch Agglomerationsvorteile, wie sie beispielsweise für lokale Cluster⁸² charakteristisch sind, ausbleiben. Dadurch ist die politisch-strukturelle Unterstützungsinfrastruktur eher allgemein und nicht feldspezifisch ausgerichtet und die Gefahr des Versiegens einmal generierter Pfade steigt über den Zeitverlauf. In dieser Studie haben wir mehrere Hinweise darauf erhalten, dass diese idealtypische Vorstellung gut auf die Situation im Revier passt: Besonders die Interaktionen zwischen der lokalen Wissenschaft und der lokalen Wirtschaft sind noch ausbaufähig. Verwertungs- und Transferbeziehungen sind nicht zwingend lokal ausgerichtet, zum einen da die örtliche industrielle Basis weniger aufnahmefähig ist, zum anderen da die Wissenschaft nicht zwangsläufig die Bedarfe lokaler KMU in ihrer Forschung mit einbezieht (vgl. Kapitel 3.2).

Hier zeigt sich das Rheinischen Revier als besonderer Fall, da das Revier nicht wie – für diesen Typ sonst üblich – in Metropolregionen lokalisiert ist, sondern eine Grenzlage einnimmt. Hier sind auch ländliche Siedlungs- und Wirtschaftsstrukturen charakteristisch. Dadurch ist die Akteursdichte in den Teilen des Reviers ungleich verteilt (Kapitel 2.3.2), und einige Regionen des Reviers verfügen im Sinne der RIS-Typen eher über eine „dünne“ Ausstattung mit Organisationen. Forschungsergebnisse können daher kaum durch die örtliche Wirtschaft absorbiert werden. Zusätzlich ist zwar die Wirtschaftsstruktur insgesamt als divers zu bezeichnen, da kein Wirtschaftszweig besonders stark hervortritt und die gesamte Region prägt (wie es beispielsweise in der Automobilregion Stuttgart der Fall ist). Viele der stärker vertretenen Wirtschaftszweige sind jedoch zur energieintensiven Produktion von Vorleistungsgütern zuzuordnen, die gemeinsam vom Ausstieg aus der Braunkohleverstromung betroffen sind. Dadurch kann der Vorteil einer auf dem Papier heterogenen Wirtschaftsstruktur zunichtegemacht werden.

Eine der zentralen Fördermaßnahmen, die Regionalen Innovationssystemen des dichten, diversifizierten Typs gemeinhin empfohlen wird, ist die gezielte Förderung regionaler Entwicklungspfade in den vielversprechendsten Branchen und Technologiefeldern.⁸³ Zur Entwicklung dieser neuen Kristallisationskerne ist die Erstellung eines entsprechend ausgerichteten institutionellen Rahmens notwendig, welcher die politisch-strukturellen

⁷⁹ Isaksen et al. 2018

⁸⁰ Frenken & Boschma 2007

⁸¹ Boschma 2016

⁸² Brenner 2004; Bathelt & Glückler 2012

⁸³ Isaksen et al. 2018

Rahmenbedingungen für das Wachstum dieser ausgewählten Felder begünstigt. Dabei ist zu beachten, dass dieses Vorgehen auch erfordert, dass nicht alle möglichen Potenziale gleichermaßen und zeitgleich mit entsprechender Förderung versehen werden können. In der Regel gilt es, diese strategisch und gezielt zu allokalieren.

Auf Basis der vorgestellten empirischen Ergebnisse und des zusätzlichen Abgleichs mit Erfahrungen anderer Regionen, empfehlen wir, dass das Rheinische Revier im Rahmen des Strukturwandels eine Neuordnung der Akteurslandschaft in dem Sinne vollzieht, dass etwa zwei bis drei Innovationsfelder mit erfolgsversprechenden Wertschöpfungspotenzialen als Leuchtturmprojekte des Reviers besonders gefördert werden. So kann es in einer Auswahl von Wachstumsbranchen zu entsprechenden Spezialisierungsvorteilen kommen. Die Umsetzung dieser Förderung sollte, wie in Kapitel 7.2 dargestellt, durch dezidierte innovationsfeldspezifische organisatorische Einheiten erfolgen. Wenn die Entwicklung in diesen Innovationsfeldern erfolgreich, durch ein evidenzbasiertes und wissenschaftliches Monitoring, nachgewiesen und angestoßen wird, können weitere Innovationsfelder in die spezifische Förderung aufgenommen werden.

5.1.2 Berücksichtigung regionaler Besonderheiten und Schaffung von sichtbaren Wachstumskernen in den Innovationsfeldern

Die Auswahl einzelner Innovationsfelder kann im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt werden. Dies würde die Möglichkeiten dieses empirischen Ansatzes übersteigen. Zudem erfordert es auch die Einbeziehung und Abstimmung mit den verschiedenen lokalen Akteuren und Anspruchsgruppen. Diese Studie hat jedoch zahlreiche Kriterien, Daten, qualitative Daten und Perspektiven aus Interviews und Impact Cafés und Auswertungen bereitgestellt, welche die Auswahl der erfolgsversprechendsten Innovationsfelder leiten können.

Neben den technischen Kriterien, sollten dabei auch die Fähigkeit und das Engagement lokaler Akteure als Auswahlkriterien bedacht werden. Es kann durchaus vorkommen, dass auf dem Papier große Potenziale bestehen, welche aber nicht von lokalen Akteuren aufgenommen werden. Denn in Strukturwandelprozessen sind zu einem großen Teil auch die Fähigkeiten lokaler Change Agents dafür mitentscheidend, ob neue Pfade erfolgreich beschritten und entwickelt werden.⁸⁴ Außerdem ist angeraten, den Bezug und die Relevanz der Innovationsfelder zur lokalen Wirtschaft und zum Strukturwandelprozess in einen Auswahlprozess mit einzubeziehen. In vielen Interviews wurde deutlich, dass sich die lokalen Vertreter*innen aus Politik, Forschung und Wirtschaft wünschen, dass die Gestaltung des Strukturwandelprozesses vor allem positive Auswirkungen auf jene Beschäftigten hat, welche vom Braunkohleausstieg direkt betroffen sind. Im Rahmen dieser Studie stand jedoch die Wirtschafts- und Beschäftigungsstruktur des Reviers nicht im Zentrum der Analyse. In Interviews mit Vertreter*innen aus der regionalen Innovationsförderlandschaft verstärkte sich zudem der Eindruck, dass noch wenig Kenntnis darüber herrscht, in welchen energieintensiven Industrien und Zulieferbranchen und in welchen Berufen außerhalb der Braunkohlebranchen der Verlust von Arbeitsplätzen durch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung droht.⁸⁵

⁸⁴ Sotarauta & Beer 2021

⁸⁵ IAB Nordrhein-Westfalen 2020: Hier wird jedoch ein Einblick gegeben in die Beschäftigungszahlen der energieintensiven Wirtschaftszweige im Revier

Eng verbunden mit der Schaffung von kritischer Masse und Agglomerationsvorteilen in den Innovationsfeldern ist deren räumliche Konzentration der Innovationsfelder. Es zeigt sich oftmals in Prozessen des Strukturwandels, dass seine erfolgreiche Gestaltung mit der physischen Manifestation von Erfolgsbeispielen durch die Gestaltung symbolträchtiger, aber auch leistungsfähiger Orte zusammenhängt.⁸⁶ Empfohlen wird daher die Entstehung von räumlich klar verorteten Leuchtturmprojekten, an denen sich Entwicklungsdynamiken kristallisieren und entfalten können. Diese Kristallisationskerne sollten eine gewisse Größe aufweisen und Entwicklungspotenzial für zukünftigen Ausbau bieten. Durch ein attraktives, repräsentatives Gestaltungskonzept können diese Orte die Gesamtausstrahlung des Reviers, z.B. für Ansiedlungen von außerhalb und Startups, positiv prägen. Gut ans Revier angebundene Räume können dabei als Treffpunkt und Demonstrator für intraregionale Vernetzung dienen. Existierende, aber auch auswärtige Unternehmen sollten an diesen Orten ausreichend und beschleunigt Raum finden, um Innovationen in Wert zu setzen.

Die räumliche Verortung der Leuchtturmprojekte sollte dabei eine Balance zwischen der bereits bestehenden räumlichen Konzentration von Forschung und Wertschöpfung im Innovationsfeld und der Betroffenheit des Raumes durch den Strukturwandel schaffen. Beide Kriterien erscheinen in dieser Studie räumlich ungleich sowie gegensätzlich verteilt. So verteilt sich die Beschäftigung in den Braunkohlebranchen und energieintensiven Industrien in den Tagebaukreisen Rhein-Kreis Neuss, Düren und Rhein-Erft-Kreis⁸⁷, während die regionale Forschung, transferaffine Unternehmen und Innovationsförderprojekte vor allem in der Städteregion Aachen konzentriert sind (siehe u.a. Kapitel 2). Wege, diese räumlichen Gegensätze aufzulösen, wie Außenstellen, Demonstrationsanlagen, Experimentierräume, Living Labs oder Testanlagen sind daher nicht nur inhaltlich, sondern auch als Formen des räumlichen Ausgleichs zu begrüßen. Einige potenzielle, räumlich verortete Kristallisationskerne für die hier identifizierten Innovationsfelder wurden bereits im Rahmen des SofortprogrammPlus entworfen und/oder weiterentwickelt. Als prominenteste Kandidaten wären hier der Brainergy Park Jülich, der Future Mobility Park Aldenhoven, die Textilfabrik 7.0 oder der Flughafen Merzbrück zu nennen. Eine Bewertung oder Auswahl über diese Konzepte kann und soll diese Studie allerdings nicht leisten. Jedoch werden Handlungsempfehlungen zur gezielten Entwicklung der Innovationsfelder (siehe Kapitel 7.2) dargestellt, in welchen mögliche Auswahlkriterien beschrieben werden.

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen verlangen politischen Entscheidern ein hohes Maß an Durchsetzungsvermögen und Führungsstärke ab. Gerade die von diesem Vorgehen nicht begünstigten Innovationsfelder, Orte und Initiativen werden die Entscheidungen vermutlich nur dann akzeptieren und mittragen, wenn diese nachvollziehbar, transparent und gut begründet sind. Zudem sollten sie sich einer breiten Unterstützung von Vertreter*innen der Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft sicher sein können. Dies ist auch dringend erforderlich, um das hier vorgeschlagene Ziel, die gezielte Förderung einzelner Innovationsfelder zur Generierung regionaler Wertschöpfung, zu erreichen. Denn letztlich dürfte, auch wenn es die steuerrechtlichen Anreizsysteme für Kommunen nicht wirklich widerspiegeln, die Errichtung schlagkräftiger Kristallisationskerne über die Schaffung von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung, Entwicklungsperspektiven für das gesamte Revier entfalten.

Die Alternative zur Auswahl weniger Innovationsfelder ist die Verteilung von endlichen Geldern in einer Vielzahl von kleineren Projekten, welche für sich jeweils ein deutlich geringeres Wirkungspotenzial entfalten. Im schlimmsten Fall droht eine „Projektitis“,

⁸⁶ Dominguez Lacasa et al. 2018

⁸⁷ IAB Nordrhein-Westfalen 2020

eine Inflation von unterdimensionierten Kleinprojekten, welche vor allem die Projektteilnehmer begünstigen, jedoch kaum Multiplikatoreffekte erzeugen können.

5.1.3 Entwicklung und Transformation bestehender Unternehmen fördern

Jedoch sollte der Blick nicht nur auf die Veränderung von Wirtschaftsstrukturen liegen. Durch die quantitativen Analysen, Expert*inneninterviews sowie den Eindrücken aus den Impact Cafés (siehe Kapitel 6) ergibt sich der dringende Bedarf dafür, dass auch die bereits bestehenden Unternehmen durch die Wissenschaft und Politik Unterstützung für aktuelle und kommende Herausforderungen erhalten sollten. Ein besonderer Bedarf für die KMU des Rheinischen Reviers besteht dabei in der Unterstützung in der Bewältigung der von Energiewende und Digitalisierung gestellten Herausforderungen. Forschung und Transfer können im Rahmen des Strukturwandels KMU dabei unterstützen, dass die lokalen Unternehmen diesen Megatrends mit neuen, innovativen Produkten, Prozessen und Geschäftsmodellen begegnen können. So könnten Arbeitsplätze in der Region gesichert und ggf. neu geschaffen werden.

Unternehmensvertreter*innen, aber auch Wirtschaftsförderungsvertreter*innen waren sich jedoch einig, dass die existierende Förderlandschaft zu bürokratisch zu bespielen sei. Eine direkte Förderung von Diversifizierungsvorhaben sei notwendig. Dies könne laut den Interviewten durch die Förderung vom Aufbau industrieller Prozesse zur Umsetzung von Innovation, den Aufbau von Test- und Demonstrationsanlagen, die direkte Förderung von Investitionen sowie die beschleunigte Bewilligung von Bauvorhaben, beispielsweise zur Erweiterung von Betrieben geschehen.

In den geführten Expert*inneninterviews wurde deutlich unterstrichen, dass die Diversifizierung von Unternehmen, also die Erschließung neuer Technologie- oder Geschäftsfelder, natürlich bedarfsorientiert und marktgetrieben sei. Dazu werden Konkurrenten genau beobachtet, zum anderen sind Kundenwünsche maßgeblicher Treiber von Neuentwicklungen.⁸⁸ Unter den interviewten Unternehmen befand sich auch eines, welches als Ausgründung aus einem bestehenden Unternehmen in Reaktion auf einen anderen Strukturwandelprozess in seiner ursprünglichen Branche entstand. Dieser Ausgründung ging ein mehrere Jahre andauernder Transformationsprozess voraus, in welchem eigene Kompetenzen und Wettbewerbsvorteile mit Potenzialen verschiedener Wachstumsbranchen abgeglichen wurde. Dadurch wurden zu entwickelnde Produkte und Geschäftsmodelle identifiziert, welche daraufhin größtenteils durch eigene Forschung und Entwicklung verfolgt wurde, die in Teilen auch von begleitenden, öffentlich geförderten Innovationsprojekten unterstützt und co-finanziert wurde.

Daher sei die Entwicklung von Förderungsmaßnahmen zu begrüßen, welche Unternehmen mittel- bis langfristig direkt in Prozessen der Transformation und bei der Neuausrichtung z.B. bei Marktanalyse, Strategieentwicklung, Technologiescreening) unterstützten. Zudem wurde gefordert, dass die Unternehmensförderung der Förderung von organisatorischen Strukturen vorzuziehen sei, da Transformation, Diversifizierung und Investitionen auf Unternehmensebene stattfänden. Hier sei zunächst angemerkt, dass dieser Wunsch aus Unternehmenssicht durchaus nachvollziehbar ist. Gleichzeitig kann dies jedoch aus regionaler Perspektive nur sinnvoll sein, wenn diese Unterstützung einer regionalen Transformations- und Innovationsstrategie folgt.

⁸⁸ vgl. in der Literatur: dazu auch Fisher & Fang 2018

5.1.4 Ansiedlung FuE-starker Unternehmen

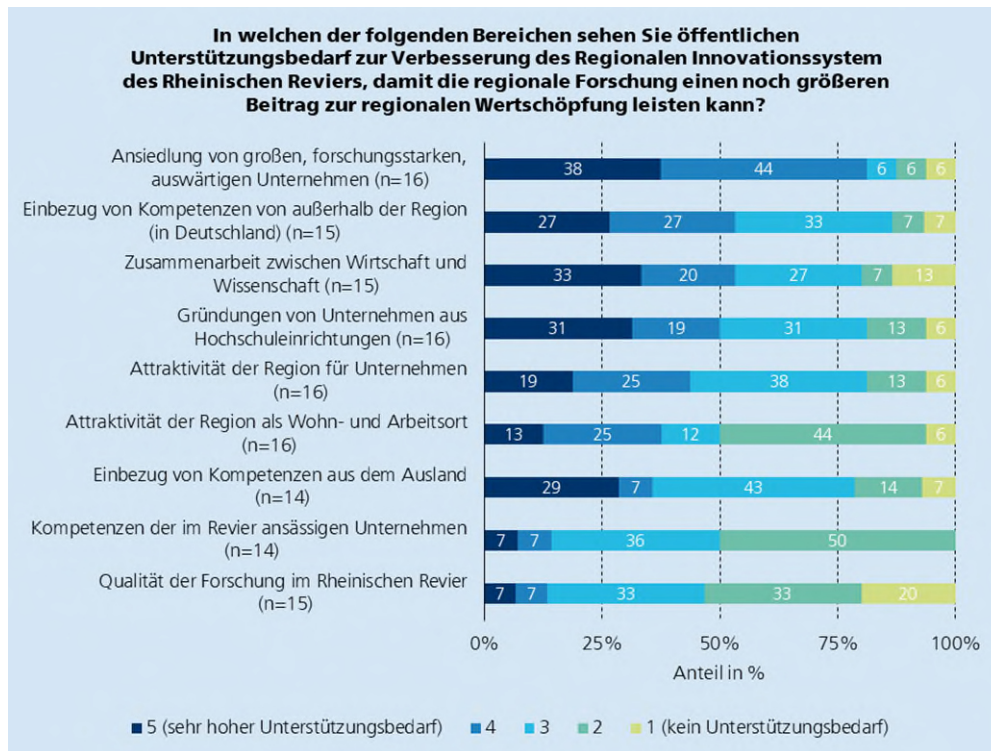
Die bereits in Kapitel 2.2.2 beschriebene Stärke des Reviers als Ansiedlungsort von FuE-Einrichtungen, welche durch die Stärke der lokalen Forschungslandschaft angezogen werden, könnte helfen, im größeren Stil Investitionen forschungsstarker Großunternehmen ins Revier zu bringen. Ein Erfolgsbeispiel für eine derartige Strategie liefert das Research Triangle in North Carolina (USA). Hier wurde im Dreieck zwischen drei Universitäten im Jahre 1962 ein Wissenschaftspark gegründet, welcher – gestützt von Ansiedlungsprämien und steuerlichen Anreizen des Bundesstaats – zahlreiche Kontinental-Hauptsitze und FuE-Niederlassungen von global agierenden Unternehmen anzog, darunter GlaxoSmithKline, IBM oder BASF. Im Laufe der Jahrzehnte erzeugte dieses Projekt eine deutliche Wirtschaftsentwicklung im eher ländlich geprägten Staat. Zudem entwickelte sich die Region seit ca. 1980 zur Gründungsregion, insbesondere durch Spin-Offs aus den bestehenden Unternehmen heraus.⁸⁹

Wie die Ergebnisse unserer Befragungen zeigen (Abbildung 37 und Abbildung 38), werden vor allem auf Seiten der Forschung Ansiedlungen gewünscht – hier wird ein deutlich stärkerer Unterstützungsbedarf als in der Unterstützung von Start-ups gesehen. Auch unter Akteuren der Innovationsförderlandschaft wurden Bedenken geäußert, ob Start-ups in der Lage seien, in kurzer Zeit viele Arbeitsplätze zu schaffen. Wenige, große Ansiedlungen seien, laut Aussage der Expert*innen, effektiver für den Aufbau von Arbeitsplätzen. In einigen Gebietskörperschaften sei die lokale Wirtschaftsförderung auch erfolgreich und erfahren in der Ansiedlung von Großunternehmen. Der Rhein-Kreis Neuss wird beispielsweise durch seine Lage im Ballungsraum Düsseldorf als attraktiv für Niederlassungen international agierender Großunternehmen beschrieben. Auch im strukturschwächeren Mönchengladbach konnten in den letzten Jahren einige Investitionen im Produktions- und Logistikbereich vermeldet werden, wie beispielsweise Amazon oder Zalando. Neue Ansiedlungen in wissensintensiveren Branchen würden begrüßt und vorangetrieben, wie beispielsweise eine Industrie 4.0-unterstützte Produktionsstätte von C&A.

Die Ansiedlung von auswärtigen Unternehmen könnte zudem positive Ausstrahlungen haben für lokale Unternehmen. Diese bewerten nämlich besonders die Wirtschaftsstruktur als nicht besonders vorteilhaft: Vor Ort fände man unter den benachbarten Unternehmen selten Kooperationspartner oder Kunden, welche innovative Produkte oder Dienstleistungen nachfragen. Auch auf Seiten der Gründungsförderung und Gründenden wurden Großunternehmen als positiv bewertet, da sie die Abwanderung von Fachkräften mindern und potenzielle Kunden sein könnten. Die von uns befragten Vertreter*innen aus Politik und Wissenschaft vermeldeten zudem, dass Anfragen aus der Industrie für Ansiedlungen in Strukturwandelprojekten bereits vorhanden seien – sie dürften nur nicht durch einen entschleunigten Umsetzungsprozess und Genehmigungsprozess vergrault werden.

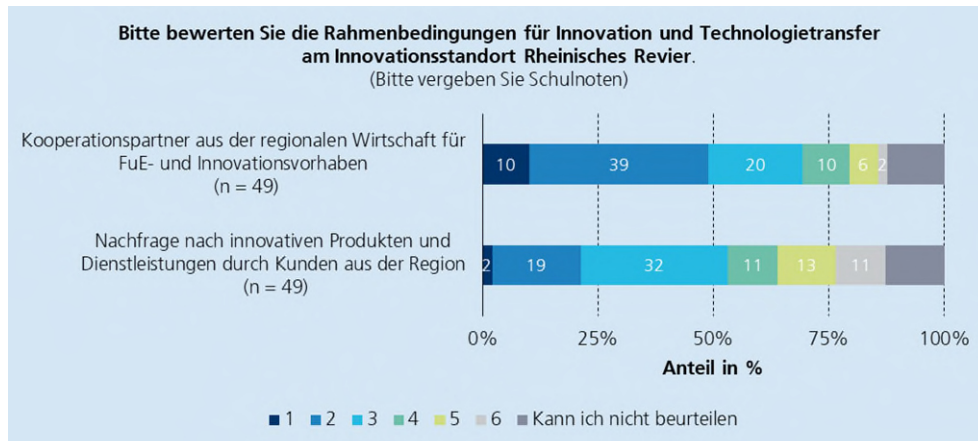
⁸⁹ Feldman & Lowe 2017

Abbildung 37: Unterstützungsbedarfe im RR laut Vertreter*innen der lokalen Wissenschaft



Quelle: Eigene Befragung von Vertretern lokaler Wissenschaftseinrichtungen (Januar 2021)

Abbildung 38: Bewertung der Wirtschaftsstruktur des Rheinischen Reviers durch transferaffine Unternehmen



Quelle: Eigene Befragung von transferaffinen Unternehmen (Januar 2021)

Einige Interviewte machten deutlich, dass die jetzige Aufstellung des Reviers es erschwere, Großinvestoren in die Region zu bringen. Dafür seien die Strukturen zu kleinteilig und die Sichtbarkeit nach außen zu gering, um Investoren direkt anzusprechen. Daher sei eine themenspezifisch ausgerichtete, regionsweite Wirtschaftsförderung und Ansiedlungspolitik erstrebenswert. Die Region als Ganze wirke attraktiver als einzelne Standorte. Besonders die bessere Verfügbarkeit von Hochqualifizierten auf einem moderateren Lohnniveau als z.B. in Süddeutschland, die ausgezeichnete Forschungslandschaft und die attraktive Lage in Europa seien gute Gründe für eine Ansiedlung, welche durch eine regionsübergreifende Investorenansprache vermittelt werden könnte.

Empfehlungen zur Transformation
des Innovationssystems

5.2 Vernetzung und Kooperation im Innovationsprozess unterstützen

Wie die Analyse des Regionalen Innovationssystems darlegt, zeigen sich vor allem Schwächen auf der Interaktionsebene. Es erweisen sich große Potenziale in der weiteren Vernetzung der bereits dicht besiedelten Akteurslandschaft sowie der Ausweitung von Transfertätigkeiten.

5.2.1 Verstärktes Brokering zwischen regionaler Wirtschaft und Forschung

Durch die durchgeführten Analysen, Expert*inneninterviews, Impact Cafés und Befragungen zieht sich wie ein roter Faden, dass die existierenden Unternehmen des Reviers zu wenig von der Exzellenz lokaler Hochschulen und Forschungseinrichtungen profitieren. Gerade angesichts der langfristigen Herausforderungen von Energiewende und Digitalisierung benötigen vor allem Unternehmen ohne große FuE-Kapazitäten jedoch Unterstützung bei der Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle. Im Revier finden sich zahlreiche energieintensive Unternehmen und Hersteller von Vorleistungsgütern, welche besonders vom Strukturwandel betroffen sein dürften. Als wichtige Aufgabe der lokalen Wissenschaft kann daher betrachtet werden, dass sie beim Aufbau von Kompetenzen, welche der lokalen Wirtschaft helfen, den Strukturwandel zu meistern, mitwirkt. Positive Erfahrungen mit der lokalen Industrie in einer erfolgreich gestalteten Regionalentwicklung könnten zudem helfen, Angebote auf andere Regionen auszuweiten. Es ist anzunehmen, dass die Prozesse, die in Deutschland durch den Braunkohleausstieg angestoßen werden, auch in anderen Ländern von großer Bedeutung sein werden. Nicht umsonst werden in vielen Regierungen der Welt „Green New Deals“ entworfen.

Das Beispiel der Stadt Örnköldsvik in Nordschweden eignet sich gut zur Darstellung der Potenziale eines forschungsbasierten Strukturwandels in einer von KMU und energieintensiven Industrien geprägten, aber nicht als wissensintensiv aufgefassten Region. Hier wurde durch die Umwandlung einer von der Schließung bedrohten Papierfabrik zur Bioraffinerie in einer sehr ländlichen, peripheren Region ein biotechnologiebasierter Strukturwandel vollzogen. Dieser basierte auf der engen Zusammenarbeit lokaler Unternehmen, Universitäten, politischer sowie gesellschaftlicher Akteure wie bspw. Gewerkschaften. Dank der bioökonomischen Forschung entstand die Produktion von Bioethanol und erneuerbaren Rohstoffen, welche Arbeitsplätze und Wertschöpfung sicherte.⁹⁰

Doch für die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft ist geographische Nähe allein nicht ausreichend, wie die Forschung zeigt⁹¹. Soziale Nähe zwischen Akteuren ist besonders entscheidend für die Entstehung von Kooperationen zwischen Hochschulen und lokalen Unternehmen. Die befragten Unternehmensvertreter*innen betonten, dass es für eine verbesserte Vernetzung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft notwendig sei, dass die Wissenschaft stärker bei der Verwertung ihrer Forschung beachten sollte, dass für Unternehmen der wirtschaftliche Nutzen von Neuentwicklungen zentral ist. Zudem sähen Unternehmen große Risiken in der Tätigkeit spezifischer Investitionen, durch welche Abhängigkeitsbeziehungen entstehen. Besonders für das verarbeitende Gewerbe entstünden durch die Einführung von Neuentwicklungen als Schlüsselkomponenten neuer Systeme hohe Obsoleszenz-Risiken, falls diese nach wenigen Jahren nicht weiter

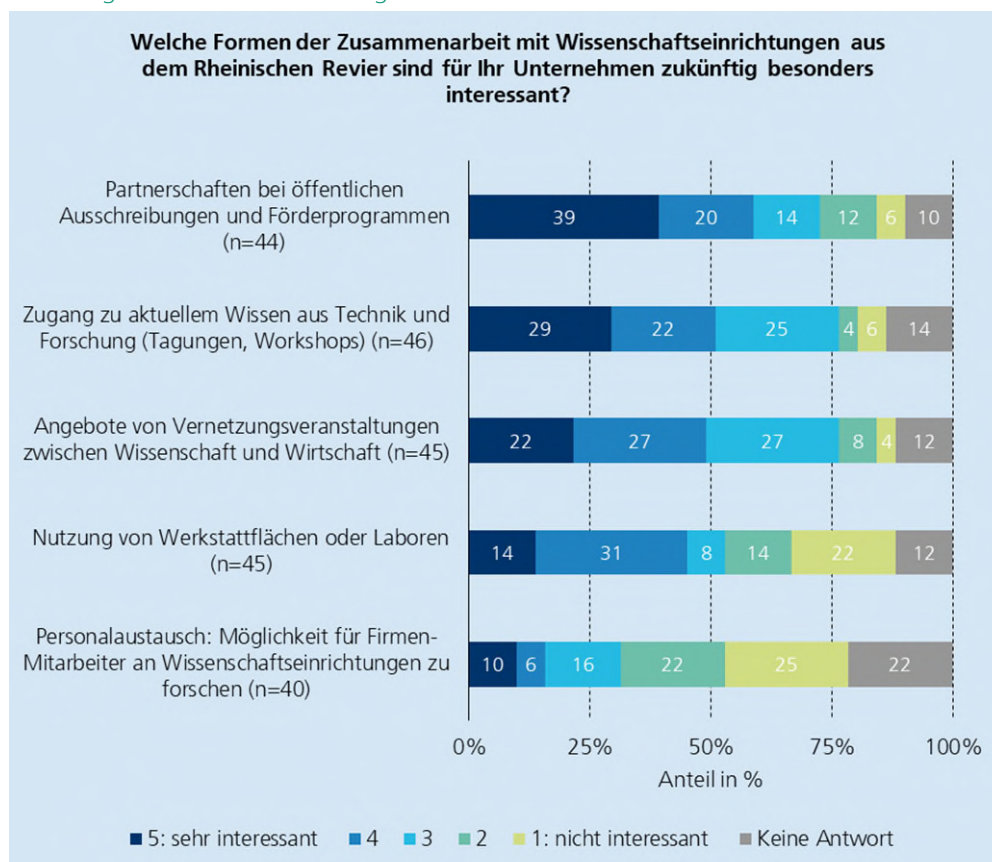
⁹⁰ Coenen et al. 2015; Dominguez Lacasa et al. 2018

⁹¹ Alpaydin & Fitjar 2020

verfolgt, entwickelt oder lieferbar seien.⁹² Dies müssten Forschungseinrichtungen vor allem bei der Erstellung von Technologieangeboten und der Vermittlung neuen Wissens beachten. Letztere wäre oftmals unverständlich und würden selten verdeutlichen, welche Vorteile die Innovation gegenüber existierenden Technologien habe. Prozesse des Screenings und Matchings seien zu fördern, mit denen Intermediäre einfacher Transparenz über die Angebote und Bedarfe von Wissenschaft und Wirtschaft schaffen könnten, so dass zielgerichtete, mehrwertorientierte Vernetzung stattfinden könne.

Auf Seiten der befragten transferaffinen Unternehmen ist das Interesse nach dem Knüpfen von Partnerschaften mit der lokalen Wissenschaft im Rahmen von öffentlichen Ausschreibungen besonders groß. Außerdem wünschen sich die Befragten einen verbesserten Zugang zu aktuellem Wissen aus Technik und Forschung durch geeignete Veranstaltungsformate. Am wenigsten Interesse besteht hingegen im Personalaustausch und der Nutzung von Infrastrukturen.

Abbildung 39: Interesse an zukünftiger Zusammenarbeit mit der Wissenschaft



Quelle: Eigene Befragung transferaffiner Unternehmen im Rheinischen Revier

Die im Revier ansässigen Unternehmen sollten daher im Rahmen des Strukturwandels stärker dazu befähigt werden, mit der lokalen Wissenschaft zusammenarbeiten. Zudem müssten Vernetzungs- und Kooperationsgelegenheiten entstehen, durch welche der Aufbau von Beziehungen der lokalen Wissenschaft und Wirtschaft gelingt. Es ist jedoch anzumerken, dass es durchaus aktive Unternehmen gibt, die bereits stark mit Hochschulen in Kontakt stehen. Gerade jene Unternehmen, die schlecht durch Befragungen, Netzwerke, Veranstaltungseinladungen oder Ähnliches zu erreichen sind, müssen angesprochen werden. Ein aktives Brokering zwischen Wissenschaft und

⁹² Bartels et al. 2012

Wirtschaft ist keinesfalls trivial, sondern erfordert eine große Kenntnis der lokalen Wissenschaft und Wirtschaft sowie die Anwendung von Screening- und Matching-Methoden zur Verknüpfung beider Welten. Wissenschaft und Wirtschaft müssen zudem bereit sein, sich den Regeln der jeweils anderen Welt zu öffnen. Ein erster Schritt kann sein, die Bedarfe „der anderen Seite“ zu verstehen und sie in Bezug zu den eigenen Kompetenzen, Motiven und Zielen zu setzen. Zu guter Letzt kann das Brokering nur seine vollständige Wirkung entfalten, wenn es von Maßnahmen flankiert wird, welche den bürokratischen Aufwand für Unternehmen für die Teilnahme an Kooperationsprojekten stark verringert (siehe Kapitel 5.3.3).

5.2.2 Transferkanal „Startups“: Stärkung von Scaling-Up

Zu den wesentlichen Stärken des Rheinischen Reviers – und hier speziell des Aachener Gründungsökosystems – zählt die im Landes- und Bundesvergleich hohe Gründungsdynamik bei technologieintensiven Unternehmen sowie eine differenzierte Unterstützungslandschaft in frühen Gründungsphasen.

Ferner zeigten die Analysen der regionalen Gründungsdynamik sowie der Venture Capital Investitionen im Rheinischen Revier eine starke räumliche Fokussierung auf Aachen und seine Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen. So ist die Städteregion Aachen für drei Viertel der Startups im Rheinischen Revier verantwortlich. Darüber hinaus wurde deutlich, dass Stärken des Gründungsökosystems vor allem in der Vorgründungsphase liegen. Es zeigt sich, dass das Rheinische Revier mit rund einem Fünftel der landesweiten Venture Capital Finanzierungen in dem Zeitraum von 2015 bis 2020 zu einem Hot-Spot des Finanzierungsgeschehens zählt. Diese landesweit gute Positionierung ist allerdings vor dem Hintergrund des deutschlandweiten Finanzierungsgeschehens zu relativieren. So zeigt sich ein insgesamt signifikanter Abstand hinsichtlich des Finanzierungsgeschehens im Vergleich zu dem bundesweit führenden Gründungs- und Finanzierungsökosystem. Zwar bestehen auch in der Seed-Phase wirksame teilregionale Ansätze (S-UBG, TechVisionFonds), allerdings weisen Gründer*innen unabhängig von der aktuellen Covid-Pandemie übereinstimmend auf Finanzierungsschwierigkeiten hin. Dieser Befund wird durch eine aktuelle Studie der IHK Aachen gestützt⁹³. Eine besondere Problemstellung stellt die Überwindung des Valley of Death dar.

An diese Befunde anknüpfend, werden die folgenden Handlungsoptionen zur weiteren Stärkung des Gründungsgeschehens empfohlen:

- Revier-weite Koordination der Gründungsförderung entlang der Innovationsfelder: Die gegenwärtigen gründungsbezogenen Angebote im Rheinischen Revier sind in erster Linie entlang gewachsener Strukturen ausgerichtet (z. B. Kammerbezirke, Wirtschaftsregionen). Zur weiteren Stärkung des Gründungsgeschehens im gesamten Rheinischen Revier und zur verbesserten Sichtbarkeit des Reviers als Gründungsstandort sollte eine intensivierte revierweite Koordination der Gründungsförderung beitragen. Dabei könnten Gründungsvorhaben im gesamten Rheinischen Revier durch eine thematische Ausrichtung der Gründungsförderung entlang der identifizierten Innovationsfelder profitieren. Durch ein aktives Management und Brokering in den Innovationsfeldern könnte die Gründungsförderung zum Beispiel die Vernetzung in den einschlägigen Innovationsökosystemen zwischen Startups, etablierten Organisationen und Unternehmen unterstützen. Insbesondere die Kontaktabbauung zu Großunternehmen könnte einen Weg darstellen, um die Valley of Death-Problematik

⁹³Industrie- und Handelskammer Aachen 2020b

abzumildern. Bei solch einer räumlichen und thematischen Ausweitung der Gründungsförderung wäre zu prüfen, inwieweit eine Anschlussfähigkeit mit bestehenden Angeboten vorhanden ist und zweckdienlich wäre (z. B. in Form von regionalem, öffentlichem Beteiligungskapital) oder ob zusätzliche öffentliche Finanzierungsinstrumente zur Förderung von Startups insbesondere in der kritischen Valley of Death-Phase in Betracht kommen. Ein möglicher Ansatzpunkt zur Mobilisierung wäre die Auslobung von Revier-weiten und innovationsfeldbezogenen Gründungswettbewerben. Weiterhin könnten auch die Bereitstellung öffentlichem Beteiligungskapitals oder die Auslobung von innovationsfeldbezogenen kooperativen Verbundvorhaben mit der verpflichtenden Einbindung von Startups geprüft werden. Schließlich könnte eine solche themenbezogene Gründungsförderung den Kompetenzaufbau förderseitig stärken. Neben kontinuierlichen Weiterbildungen wäre diesbezüglich auch der Personalaufbau mit erprobten Gründer*innen sowie die Rekrutierung von Fachexpert*innen möglich.

Sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Analysen zeigen überdies Angebotslücken im „Scale-up-Segment“ im Anschluss an die Frühphasenfinanzierung (insbesondere Preseed). Gerade die technologieintensiven Unternehmen des Rheinischen Reviers stellt die weitere Einwerbung von Finanzmitteln zur Finanzierung der kapitalintensiven Technologieentwicklung und Skalierung vor Probleme. Gründende berichten mehrheitlich von Schwierigkeiten bei der Einwerbung von Finanzmitteln, die zur Realisierung des Markthochlaufs notwendig sind. Zudem zeigen die hier berichteten Ergebnisse auch den großen Abstand hinsichtlich Venture Capital-Investitionen im Vergleich zum bundesweit führenden Gründungs- und Finanzierungsökosystem Berlin in allen Phasen des Finanzierungsgeschehens. Auch bundesweit wird die Problematik der Wachstumsfinanzierung zunehmend wahrgenommen und angegangen. Mit dem Zukunftsfonds beabsichtigt die Bundesregierung ab dem Frühjahr 2021, Start-ups in der kapitalintensiven Skalierungsphase ausreichend Finanzmittel zur Verfügung zu stellen. Insgesamt sollen Zukunftstechnologien über einen zehnjährigen Investitionszeitraum mit einem Beteiligungsfonds mit zehn Mrd. Euro unterstützt werden. Damit werden im Wachstumssegment bereits bestehende öffentliche Angebote, wie etwa der Ko-Investmentfonds coparion, ergänzt. Auch in Nordrhein-Westfalen soll ein Skalierungsprogramm erarbeitet werden, das explizit auf die Wachstumsfinanzierung fokussiert⁹⁴. Das Programm soll im ersten Quartal 2022 zunächst mit einer Kohorte von zehn bis 20 teilnehmenden Start-ups starten.

- Flankierende Maßnahmen zur Überquerung des Valley of Death: Angesichts dieser Initiativen auf Bundes- und Landesebene ist in den kommenden Jahren eine substanzielle Verbesserung der Wachstumsfinanzierung zu erwarten. Unter Effizienzgesichtspunkten erscheint daher eine weitere Stärkung des Gründungsförderungsangebots in der Frühphasenfinanzierung (Preseed und Seed) sinnvoll. Dabei könnten zukünftige Aktivitäten vor allem die Valley of Death-Problematik in Angriff nehmen und damit ein sich aus der regionalwirtschaftlichen Spezialisierung in Hochtechnologiesektoren ergebende Herausforderung in den Mittelpunkt stellen.
- Private Risikokapitalinvestoren und Corporate Venturing-Einheiten stärken: Neben einem starken öffentlichen Engagement würde das Gründungsökosystem des Rheinischen Reviers erheblich von der Entwicklung einer privaten Risikokapitalinvestoren-Szene und Venture Capital-Unternehmen profitieren. Solche Ansiedlungen sind allerdings allenfalls mittel- bis langfristig zu erwarten und setzen wiederum ein prosperierendes Gründungsgeschehen und skalierungsfähige Unternehmen voraus („Henne-Ei-Problem“). Neben klassischen Venture Capital-

⁹⁴ Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2021

Investoren wären auch Corporate Venturing und Konzerninnovationseinheiten bzw. von Großunternehmen geleitete Inkubatoren wichtige Ergänzungen zur Effektivierung des Gründungsökosystems. Bereits geplante Anbindungen an die Forschungscluster der RWTH Aachen stellen gute Beispiele solcher Aktivitäten dar. Im Vergleich zu Venture Capital-Unternehmen sind für solche Einheiten auch stärker forschungsgetriebene Themen und frühphasige Technologien von Interesse. Insoweit könnten entsprechende Ansiedlungen einen sinnvollen Schritt zur Erweiterung des Gründungsökosystems darstellen.

5.2.3 Potenziale zur überregionalen Vernetzung mit Komplementaritäten nutzen

In einer arbeitsteiligen Weltwirtschaft kann kein regionales Innovationssystem alle Kompetenzen bereitstellen, welche zur Entwicklung, Produktion und Vermarktung eines Produktes oder einer Dienstleistung nötig sind. Dies ist umso mehr der Fall in jenen kapitalintensiven Hochtechnologiebranchen, in denen die Innovationsfelder des Reviers verortet sind. Angesichts der wenig forschungsintensiven, mittelstandsgetriebenen Wirtschaftsstruktur des Reviers trifft dies auf das Revier in besonderem Maße zu. Großunternehmen, welche sich außerhalb des Reviers befinden, verfügen potenziell über einen besseren, direkteren Marktzugang, der die Verwertung von Forschung begünstigt. Derzeit ist anhand der Entwicklung des Covid-19 Impfstoffs deutlich zu erkennen, welche Vorteile Partnerschaften zwischen beweglichen, innovativen, forschungsintensiven Unternehmen und etablierten Großunternehmen haben. Ohne diese Partnerschaften hätten kleinere, relativ junge Unternehmen wie BioNTech, die Oxford University oder Curevac wohl kaum so schnell über das Risikokapital, Produktionskapazitäten und Vermarktungswege verfügt, die nötig sind, um ihre Forschung zu verwerten.

Für zahlreiche Verwertungswege aus der Forschung des Rheinischen Reviers heraus wird der einzig gangbare Weg über geeignete Großunternehmen mit starken Marktzugängen laufen, welche nicht zwingend im Revier sind. Und wie in Kapitel 3.1 zu sehen ist, ist die Kooperationsintensität mit ausländischen Partnern bereits sehr groß und scheint zu funktionieren. Die Region kann ihren Anteil an der Wertschöpfung aus diesen Kooperationen erhöhen, wenn beispielsweise lokale KMU als Zulieferer, Entwicklungspartner, Anbieter von Kontroll- und Prüfleistungen oder Kleinserienfertiger in die Projekte eingebunden werden. Die Zusammenarbeit mit Großunternehmen kann zudem zur Ausweitung von Management- und Prozesskompetenzen in KMU führen.⁹⁵

Ein weiterer Weg, um die Wertschöpfung aus extraregionalen Kooperationsprojekten der Region zugutekommen zu lassen, bietet sich die Kooperation mit benachbarten Regionen an. Dadurch könnten Arbeitsplätze in der näheren Umgebung geschaffen werden, welche innerhalb üblicher Pendeldistanzen vom Revier liegen. Hierbei bieten sich benachbarte Regionen wie die niederländischen und belgischen Teile der Euregio Maas-Rhein sowie die Rheinschiene mit dem Ballungsraum Rhein-Ruhr als starke Partnerregionen an.

5.2.4 Cross Innovation zwischen den Innovationsfeldern nutzen

Die Analysen zeigten, dass das Rheinische Revier über eine diversifizierte Forschungslandschaft und Wirtschaftsstruktur verfügt. Zehn besonders exzellente und verwertungsnahe Innovationsfelder wurden identifiziert. Wie in Kapitel 5.1 dargestellt, ist in Regionalen Innovationssystemen mit einer derartigen Struktur angezeigt, dass in

⁹⁵ Strambach & Klement 2013

ausgewählten Technologiefeldern und Branchen durch gezielte Unterstützung und Förderung Entwicklungsdynamiken angestoßen und verstärkt werden.

Auf lange Sicht ist es jedoch wichtig, dass die erreichten Spezialisierungen ihrerseits nicht hinderlich für die Entstehung von Innovationen in der Zukunft werden. Auch erfolgreiche Pfade durchlaufen wiederum selbst neue Strukturwandel-Prozesse. Die Erfahrungen des Baskenlands seit den 1980ern zeigen beispielhaft auf, wie geschaffene positive Entwicklungspfade regelmäßig überprüft werden müssen.⁹⁶ Eine Strategie, um die eingeschlagenen Entwicklungspfade langfristig begehbar zu machen, ist die Förderung von cross-sektoralen Innovationen an den Schnittstellen verschiedener Entwicklungspfade. Im Idealfall entsteht eine Regionalentwicklung in Form des Path Branchings, in welcher die Kombinationsmöglichkeiten zwischen existierenden Spezialisierungen ausgenutzt werden zur Entstehung neuer, innovativer und komplexerer Spezialisierungen. Gerade komplexe Verknüpfungen unterschiedlicher Wissensdomänen, die auf regionalen Fähigkeiten und Spezialisierungen basieren, sind schwierig von anderen Regionen zu kopieren und können somit zur langfristigen Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit führen.⁹⁷

Die Nutzbarmachung der Potenziale aus der Verknüpfung von unterschiedlichen, lokal starken Branchen und Technologien erfordert die Entstehung kombinatorischer Wissensdynamiken.^{98 99} Wie Tabelle 27 aufzeigt, müssen Kooperationspartner bei der Entstehung kombinatorischer Wissensdynamiken, wie sie in cross-sektoralen Innovationen vorherrschen, zahlreiche Hürden bewältigen.

Tabelle 27: Merkmale kumulativer und kombinatorischer Wissensdynamiken

Dimension	Typ der Wissensdynamik	
	Kumulativ	Kombinatorisch
Akteure		
Heterogenität in Akteurskonstellationen	Gering	Hoch
Kognitive Distanz zwischen Akteuren	Gering	Hoch
Institutionelle Gemeinsamkeiten	Hoch	Gering
Interaktionen		
Bestehende Wissensbasen	Vertiefung	Verflechtung
Vielfalt der Kontexte	Gering	Hoch
Investment in gemeinsames Verständnis	Gering	Hoch
Überwindung organisatorischer, technologischer und sektoraler Unterschiede	Gering	Hoch
Zeit		
Erwartungshorizont	Nah	Fern

Quelle: eigener, übersetzter Entwurf nach Strambach & Klement 2012

So ist nicht nur ein gewisses Investment in das gemeinsame Verständnis und die Reduzierung kognitiver Distanzen vonnöten, es ist zudem zu beachten, dass Akteure aus verschiedenen Branchen und Technologiefeldern oftmals unterschiedliche Routinen der

⁹⁶ Dominguez Lacasa et al. 2018

⁹⁷ Isaksen et al. 2018; Boschma 2016; Balland & Rigby 2016

⁹⁸ Strambach & Klement 2012; Strambach & Klement 2013; Klement 2018

⁹⁹ Mit dem Begriff Wissensdynamik werden allgemein Prozesse der Kreation, Nutzung, Transformation und Diffusion von Wissen bezeichnet. In der Differenzierung zwischen kumulativen und kombinatorischen Wissensdynamiken werden jene Dynamiken, in denen bestehende Wissensbasen vertieft werden (kumulativ) von jenen unterschieden, in welchen verschiedene Wissensbestände, die in diversen Zusammenhängen entstanden, miteinander verknüpft werden.

Wissensaneignung, -kreation, -bewertung und -nutzung erlernt haben. In der Zusammenarbeit hilft es daher, offen für die Routinen der Kooperationspartner zu sein.

Die Potenziale für die Verknüpfung der Innovationsfelder sind im Rheinischen Revier hoch. Als offensichtliche Kandidaten für cross-sektorale Innovationen bieten sich die Innovationsfelder Energiesystem der Zukunft und Zukunftsfähige Industrie an, in denen eine höhere Energieeffizienz von Produktionsprozessen erzeugt wird. Zudem ist die Verknüpfung der Innovationsfelder Nanoelektronik, Neue Materialien und Werkstoffe sowie Quanten- und Supercomputing vielversprechend, wie sie beispielsweise im neuen Zukunftscluster NeuroSys vorzufinden ist. Zudem ergeben sich große Potenziale in der Schnittmenge der Innovationsfelder Bioökonomie und Zukunftsfähige Industrie, an welcher beispielsweise die Biologisierung von industriellen Prozessen vorangetrieben werden kann. In einer weiteren Verbindung dieser beiden Innovationsfelder mit dem Innovationsfeld Quanten- und Supercomputing können außerdem die durch Quantencomputer möglichen Rechenleistungen dazu eingesetzt werden, um komplexe chemische Reaktionsprozesse zu berechnen. So könnten im Sinne einer Closed-Loop Chemie Abfallprodukte chemischer Produktionsverfahren wieder als Rohstoffe in den Betriebskreislauf eingeführt werden.

Durch die EU wurden sechs Schlüsseltechnologien¹⁰⁰ (sogenannte „key enabling technologies“) identifiziert, welche in Beziehung zu einer Vielzahl von Branchen stehen können. Die Felder Zukunftsfähige Industrie, Neue Materialien und Werkstoffe und Nanoelektronik können dabei zu diesen Schlüsseltechnologien gezählt werden und sind daher anschlussfähig an zahlreiche Branchen.

5.3 Integration und Koordination für ein gemeinsames Revier

Auf der Ebene der politisch-strukturelle Rahmenbedingungen entsteht im Rahmen der Gestaltung des Strukturwandels besonderer Handlungsbedarf in der Steuerung und Koordination von Fördermaßnahmen und -projekten.

5.3.1 Eine verstärkte Koordination der Strukturwandel-Bemühungen

Wie in 2.3 dargestellt ist das Innovationssystem im Rheinischen Revier durch eine fragmentierte Akteurslandschaft gekennzeichnet. Bestätigung finden diese Befunde durch Aussagen der Mehrheit befragter Expert*innen in den Interviews. Insgesamt waren sich diese einig, dass nur eine, revierweit geltende, koordinierende, steuernde Hand durch den Prozess des Strukturwandels führen solle. Strategische Abstimmungsprozesse und Vorgaben von Leitlinien würden noch zu selten oder gar nicht stattfinden. Daher sei eine Neustrukturierung im Sinne einer Verdichtung und Bündelung regionaler Initiativen und Entwicklungsvorhaben notwendig. Eine zentrale Steuerungsinstanz für den Strukturwandel im Revier wie die Zukunftsagentur Rheinisches Revier trifft daher einen deutlich zu erkennenden Bedarf.

Eine zentrale Organisation, welche eine „Place Leadership“¹⁰¹ für das Rheinische Revier für sich beansprucht, sei nötig. Diese sollte Koordination und Vergabe von Fördermitteln in sich vereinen, Ansprechpartner für regionale und auswärtige Akteure sein sowie die

¹⁰⁰ Sie lauten advanced manufacturing, advanced materials, life-science technologies, micro/nano-electronics and photonics, artificial intelligence und security and connectivity. Siehe: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/key-enabling-technologies_en

¹⁰¹ Sotarauta & Beer 2021 – übersetzbar mit „regionale Führung“

Anstrengungen zur Bewältigung des Strukturwandels koordinieren und miteinander vernetzen. Diese Organisation sollte weitgehend unabhängig von den existierenden Interessen und Jurisdiktionen agieren. Dadurch werden ihre objektive Entscheidungskraft und Legitimität begünstigt.

Empfehlungen zur Transformation
des Innovationssystems

Gleichzeitig ist der großen Mehrheit der Befragten Rechnung zu tragen, dass der Aufbau von weiteren Doppelstrukturen unbedingt vermieden werden sollte. Dazu erscheint der Vorschlag einer neuen Organisation als scheinbarer Widerspruch, der beispielsweise durch Abordnung und gleichberechtigten Beteiligung bereits existierender Akteure in der Organisation gelöst werden kann. Eine mögliche organisatorische Verfassung und Aufgabenfelder dieser neuen Organisation werden in Kapitel 7.1 ausgeführt.

5.3.2 Gemeinsames Leitbild, Identität und Sichtbarkeit nach außen entwickeln

Zudem wurden an vielen Stellen über schleppende Vernetzung und einen Mangel an Kooperationskultur im Revier berichtet. Oftmals verhindere Kirchturmdenken ein gemeinsames Vorgehen und die Durchführung von innovativen Projekten. Intraregionale Vernetzung, Leitbilderstellung und Identitätsstiftung zahlten auf die Sichtbarkeit nach außen ein, welche unbedingt notwendig sei, um Investoren und extraregionale Kooperationspartner einzubinden.

Diesem Kirchturmdenken sollte durch Förderung regionaler Identität nach innen und außen entgegengewirkt werden. Die Entwicklung einer gemeinsamen, gut begründeten Zukunftsvision ist dazu nötig, um ein legitimes, durchsetzungsfähiges Leitbild der Region in der Zukunft zu erzeugen, auf welches hingearbeitet und hingewirkt wird. Allgemein wurde beklagt, dass eine konkrete und akzeptierte Zielvorstellung in der Region noch fehle oder mindestens unbekannt sei. Der Strukturwandel muss dazu in allen Köpfen in der Region ankommen. Ein pragmatischer Vorschlag aus den Interviews war die Einrichtung einer Roadshow. Diese könnte Herausforderungen des Strukturwandels, aber auch vor allem die Lösungsansätze der Region, mobil aufzeigen und zur Diskussion einladen, um Bürger*innen und Unternehmer*innen zu aktivieren und offen für gemeinsame Projekte zu machen. Dadurch könnten die Menschen dort erreicht werden, wo sie sich befinden.

Zur Förderung von Kooperationen könnte versucht werden, gezielt Anreize in Förderaufrufen zu setzen. Ein Kooperationsgebot wäre für bestimmte Förderlinien denkbar, in welchen die gesamte Wertschöpfungskette durch verschiedene Akteurstypen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft abgedeckt werden muss. Gestützt werden kann die Entstehung von Kooperationen durch gezieltes Screening und Matching von durch den Braunkohleausstieg betroffenen Akteuren und Akteuren, welche Lösungsansätze bieten. Digitale Plattformen oder Ideenbörsen wären dazu ein geeignetes Mittel.

5.3.3 Zugang zu Förderung entbürokratisieren und unterstützen

Auf regionaler Ebene sind die von den Interviewpartnern kritisierten „Wirren der deutschen Bürokratie“ nicht aufzulösen. Jedoch sollte sich eine Förderung des Strukturwandels im Rheinischen Revier bei übergeordneten Ebenen dafür einsetzen, dass im Rahmen des Strukturwandels bürokratische Hürden für die praktische Umsetzung von Förderpolitik abgebaut werden. Gerade Vertreter*innen von Unternehmen oder aus der Innovationsförderlandschaft wünschten sich, dass die Belange von Unternehmen direkter gefördert würden.

Eine Erweiterung der Förderkulisse erscheint notwendig. Anstatt Organisationen und Strukturen zu fördern, müsste eine aktive Förderung von Investitionen in Diversifizierungsmaßnahmen möglich gemacht werden. Das derzeitige Projekt- und Förderwesen sei zu stark auf öffentliche Forschungseinrichtungen und administrativ komplexe Kooperationsprojekte ausgerichtet und weniger auf die industrielle Umsetzung von Neuentwicklungen. Demonstrationsanlagen, Testzentren und Investitionen in Anlagen, Prüfmittel oder in Qualitätssicherung seien hierzu notwendig.

Jedoch ist zu beachten, dass bestehende beihilferechtliche Einschränkungen – Stand jetzt – förderrechtliche Limitationen in der direkten Förderung von Unternehmen bewirken. Diese sind nicht auf regionaler Ebene aufzulösen. Es müsste dafür ein Marktversagenstatbestand auf Systemebene (z.B. eine Region als Reallabor) verargumentiert werden, der hilft, gültige Beschränkungen i.S. des Gemeinwohls auszusetzen. Zu prüfen wäre, ob sich derartige beihilferechtliche Deregulierungen, die auf EU-Ebene nötig wären, im Rahmen eines Green New Deals begründen ließen. Sofern die Innovationen der Förderung oder Erreichung der Energiewende dienen: Wären Mitnahmeeffekte oder die gegenseitige Überbietung durch Förderung nicht auch gesellschaftlich und politisch zu begrüßen, wenn sie insgesamt dem übergeordneten, anzustrebenden Ziel der Erreichung der Klimaziele dienen?

Es ist gewiss, dass eine Entbürokratisierung sicherlich nicht in naher Zukunft zu erreichen ist. Da, wie berichtet, förderrechtliche Hürden und Beschränkungen den Zugriff auf Fördermittel für KMU erschweren, wäre es daher sinnvoll, dass im Rahmen der Strukturwandelgestaltung eine Serviceagentur entsteht. Diese könnte beispielsweise Dienstleistungen in der Projektsteuerung und -administration für förderunerfahrene Unternehmen übernehmen. Außerdem könnte diese Serviceagentur durch Informations- und Schulungsmaßnahmen Vorbehalte gegenüber der Fördermittelakquise abbauen.

5.3.4 Zusammenwirken von Innovationsförderung und anderen Politikfeldern

Die hier ausgearbeitete Studie konzentrierte sich auf die Verfasstheit des regionalen Innovationssystems des Rheinischen Reviers und die Beförderung des Innovationsgeschehen in der Region. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Einflussfaktoren, welche oftmals außerhalb des Einflussbereichs von Innovations- und Wirtschaftsförderung liegen. Oftmals wurde durch Interviewpartner*innen angesprochen, dass gewisse Attraktivitätsdefizite bestünden, welche dazu führten, dass Absolvent*innen der Hochschulen die Region verlassen. Die Verfügbarkeit und Qualität von Orten, an denen zukünftige Innovationen stattfinden sollen, kann durchaus deren Innovationserfolge beeinflussen. Einige befragte Projekte berichteten von Abstimmungsproblemen baurechtlicher und planungsrechtlicher Art, die zur Verlangsamung ihrer Initiativen führten. Zudem sei die digitale und auch verkehrliche Infrastruktur auszubauen, so dass Standortfaktoren zur Ansiedlung verbessert und Ausstrahlungseffekte der räumlichen Kristallisationskerne gewährleistet würden. Schließlich ist die Verschränkung von Innovationsförderung mit Qualifikations- und (Aus-)Bildungspolitik zu erreichen, damit neu geschaffene Arbeitsplätze nicht nur dem hochqualifizierten Beschäftigungssegment zugutekommen. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass auch in den Wissenschaftseinrichtungen und Hochschulen des Rheinischen Reviers mehr als 40 % der Beschäftigten sogenannte nichtwissenschaftliche Beschäftigte sind, die größtenteils über eine qualifizierte duale Ausbildung verfügen. So kommt es nicht von ungefähr, dass z. B. das Forschungszentrum Jülich und die RWTH Aachen neben RWE die größten regionalen Ausbilder sind.

6 Erschließungspotenziale in den Innovationsfeldern

Erschließungspotenziale in den
Innovationsfeldern

Während die vorherigen Handlungsempfehlungen sich auf die Transformation des gesamten Innovationssystems bezogen, werden im folgenden Abschnitt Handlungsempfehlungen für die Gestaltung des Strukturwandels durch gezielte Förderung der in Kapitel 2.1.2 identifizierten Innovationsfelder entwickelt. Diese hier entwickelten Empfehlungen basieren zum einen auf den Analysen von Publikations-, Patent- und Projektdatenbanken, zum anderen auf den Einschätzungen von interviewten Expert*innen aus Wissenschaft, Innovationsförderung und Gründungen. Zudem wurden in Absprache mit der Auftraggeberin fünf vielversprechende und geeignete Innovationsfelder ausgewählt, in welchen die Görgen & Köller GmbH federführend Workshops durchführte, welche im Folgenden als Impact Cafés (IC) bezeichnet werden sollen. Die in Absprache mit der Auftraggeberin für die Impact Cafés ausgewählten Innovationsfelder lauten: Alternative Antriebstechnologien (Schwerpunkt: Wasserstoff-Mobilität), Digitale Medizin, Energiesystem der Zukunft, Neue Materialien und Werkstoffe und Zukunftsfähige Industrie. Zu diesen Innovationsfeldern wurden insbesondere die Potenziale, Herausforderungen, Geschäftsmodellpotenziale und Unterstützungsbedarfe der einzelnen Innovationsfelder diskutiert.

„Geschäftsmodelle“ beziehen sich bei Unternehmen im Allgemeinen darauf, über welchen Weg ein Unternehmen Umsatz erwirtschaftet. Im vorliegenden Zusammenhang jedoch konzentriert sich die Geschäftsmodellbetrachtung auf die Innovationsfelder und deren Verwertungspotenziale. Die Kernfragestellung lautet daher „Wie können Geschäftsmodelle aussehen, die das Wissen zu den Innovationsfeldern in regionale Wertschöpfung überführt?“.

In einem umsetzbaren Verständnis umfassen Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit dieser Studie daher

- Innovationen bzw. Produkte/Verfahren/Services, die auf Basis der Innovationsfelder vorstellbar sind und
- Wege, über welche die Innovationsfelder Wertschöpfung in der Region auslösen.

„Wertschöpfung einer Region“ wurde im Kontext der Workshops mit der Schaffung und dem Erhalt von Arbeitsplätzen übersetzt. Quellen der Wertschöpfung sind in diesem Sinne wirtschaftlich relevante Aktivitäten von Unternehmen und wie diese – basierend auf Wettbewerbsfähigkeit – Umsätze erzielen und regionale Wohlfahrt erzeugen. Mit Bezug auf die regionale Fragestellung der Studie, lassen sich so verstandene Geschäftsmodelle in drei Kategorien systematisieren:

- Stärkung vorhandener Unternehmen im Revier durch Innovationen oder wettbewerbsfähigen Kompetenzaufbau;
- Ansiedlung neuer Unternehmen im Revier;
- Entstehung von Ausgründungen und Start-ups im Revier.

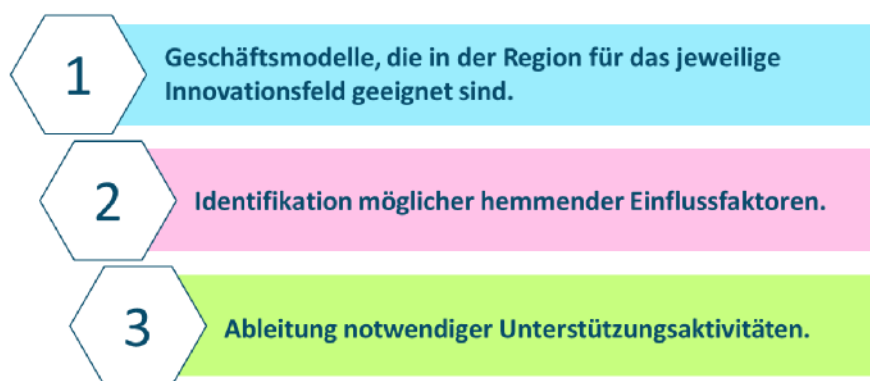
Diese drei grundsätzlichen regionalen Geschäftsmodelltypen und die hiermit verbundenen Wege zur regionalen Wertschöpfung sind mit Bezug auf Spezifika der Innovationsfelder zu betrachten. Dies erfordert zwingend die Einbeziehung für die Region relevanter Organisationen und Akteur*innen; diese können auch von außerhalb der Region stammen, wenn ihre Expertise bedeutsam ist (z.B. durch besondere fachliche Erfahrung, „out of the box-Perspektive“, Praxiserfahrungen). In jedem Fall ist eine Interaktion zwischen Menschen erforderlich; hierzu wurden im Projekt Impact Cafés eingesetzt.

Impact Cafés sind moderierte Workshops, in denen ko-kreativ für die Region relevante Akteur*innen zusammenarbeiten. Ziel der Impact Cafés ist, auf Basis der Innovationsfelder Geschäftsmodelle zu erfassen, die zur Wertschöpfung in der Region beitragen können. Weiterhin waren hierfür hemmende, aber auch fördernde Faktoren zu erfassen. Auf dieser Basis waren je Innovationsfeld erste Realisierungsempfehlungen zur Gestaltung der notwendigen Unterstützungsmaßnahmen zu formulieren.

Zur Erreichung dieses Ziels wurden – pandemiebedingt¹⁰² – jeweils dreistündige Onlineveranstaltungen durchgeführt, zu denen ausgewählte Teilnehmer*innen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verbänden und Kommunen eingeladen wurden (insgesamt ca. 10 - 20 Personen je Impact Café). Nach einführenden Vorträgen wurden die Teilnehmer*innen der Impact Cafés in drei Gruppen eingeteilt. Jede Gruppe startete in einem virtuellen Raum, nach einer definierten Zeit wechselten die Gruppen zum nächsten Raum. Auf diese Weise konnte sich jede*r Teilnehmer*in zu jedem Fragenkomplex (dargestellt in Abbildung 40) äußern.

Abbildung 40: Übersicht über die Fragenkomplexe der Impact Cafés

Der Weg vom Innovationsfeld zur regionalen Wertschöpfung.



Quelle: Eigene Darstellung der Görjen & Köller GmbH

6.1 Innovationsfeldübergreifende Handlungsempfehlungen

Im Folgenden sollen jene Handlungsempfehlungen zur Förderung von Innovationsfeldern, die in allen fünf Impact Cafés zum Tragen kamen, aufgezeigt werden. Da alle in den Impact Cafés behandelten Innovationsfelder fachlich hochspezifisch sind, erfordern inhaltliche Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung von Wissenschaft und Forschung entsprechende disziplinäre Expertise, über die lediglich einzelne Expert*innen, die an den Impact Cafés teilnahmen, verfügen. Dieser Erfahrungsschatz wurde in den Veranstaltungen jedoch zugunsten der Geschäftsmodellbetrachtung bewusst nicht diskutiert. Insofern sind Empfehlungen für eine inhaltliche Ausrichtung der Innovationsfelder nicht möglich. Gleichwohl zeigt sich aber über alle Innovationsfelder hinweg eine deutlich gleichgerichtete Anforderung an „die“ Wissenschaft, die sich in drei Strängen zusammenfassen lässt. Unter

¹⁰² Wir hoffen an dieser Stelle, dass Sie nicht genau verstehen, was hiermit gemeint ist, falls Sie dies einige Jahre nach Veröffentlichung dieser Studie lesen. Ursprünglich waren Präsenzveranstaltungen im November / Dezember 2020 vorgesehen. Durch das Einsetzen der zweiten Welle der Covid-19-Pandemie mussten die Veranstaltungen online durchgeführt werden. Hierfür wurde eigens ein an den Bedarf spezifisch angepasstes Workshopkonzept entwickelt und eingesetzt.

ausschließlicher Orientierung an den Beiträgen der Teilnehmer*innen der Impact Cafés, lassen sich durchaus Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung von Wissenschaft und Forschung ableiten; diese konzentrieren sich, dem Bedarf der Teilnehmer*innen folgend, auf Aspekte der Organisation und Innovationskultur.

Erschließungspotenziale in den Innovationsfeldern

Integration von Wissenschaft und Wirtschaft durch stärkere Transfer-Kultur

Zum einen geht es darum, die Interessen und den Bedarf „der“ Wirtschaft stärker in die Forschungstätigkeit einzubeziehen. Auch wenn diese Forderung bereits seit einiger Zeit im Wissens- und Technologietransfer diskutiert wird, wird ihre Umsetzung doch immer noch durch eine Reihe von Barrieren behindert. Unterschiedliche „Zeitsysteme“ von Wirtschaft und Wissenschaft, aber auch abweichende Reputationsmechanismen seien hier beispielhaft genannt. Allerdings: Gerade im Zusammenhang mit der hohen Bedeutung von Wertschöpfung im RR, wäre es angeraten, den Kontakt von Wissenschaft und Wirtschaft zu intensivieren. Für den Anfang wäre sicherlich ein einfaches „Zuhören“ und „Verstehen“ von Unternehmensfragestellungen in der Wissenschaft hilfreich. Gleichzeitig sollten die Hemmschwellen und Vorbehalte in KMU gegenüber der Zusammenarbeit mit der Wissenschaft überdacht werden. Insgesamt ist die Entstehung einer Transfer-Kultur, in welcher Wissens- und Technologietransfer Offenheit und Wertschätzung entgegengebracht wird, ist wünschenswert. Als mögliche Instrumente, welche diese Transferekultur bestärken, wurden Transferscouts* oder Translationslabore angeführt.

Barrieren für KMU abbauen

Die gerade genannte Empfehlung stellt sich spezifisch nochmals stärker im Umgang mit KMU des Reviers. Zwar wurde in den Impact Cafés auch eine „Scheu“ seitens der KMU vor der Kontaktaufnahme mit der Wissenschaft erwähnt. Dieses Verhalten ist allerdings in erster Linie schon dadurch bedingt, dass die Akteure sich noch nicht besonders häufig zusammengefunden haben. Dadurch besteht wenig Kenntnis voneinander, insbesondere in Bezug auf die jeweiligen Kompetenzen der potenziellen Kooperationspartner. Der Aufbau von Kooperationen benötigt, gerade bei der Kombination von diversen Wissensbeständen¹⁰³, die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache und Vertrauen, z.B. durch verstärkte Zusammenkünfte, Austauschformate, Informationen und Netzwerke. Dazu bedarf es eines erleichterten Zugang zur jeweils anderen Sphäre. Während die Wissenschaft den lokalen KMU den Zugang zu eigenen Kompetenzen erleichtern sollte, müssten lokale KMU sich ebenfalls stärker öffnen für mögliche Inputs aus der lokalen Wissenschaft.

Start-up-Kultur schaffen

Gründungen und Start-ups können für alle Innovationsfelder ein Weg zur Wertschöpfung sein. In vielen Fällen werden diese Start-ups aus Hochschulen und Universitäten entstehen, insbesondere dann, wenn es um wissensbasierte, innovative Gründungen geht. Es wurde in den Impact Cafés mehrfach erwähnt, dass hierzu an den Forschungseinrichtungen eine „Start-up-Kultur“ zu etablieren sei. Wenn dies auch – mit Unterstützung durch das MWIDE – im Rahmen des ESC-Programms an der RWTH Aachen bereits stattfindet, wäre es aus Sicht der Teilnehmer*innen der Impact Cafés wünschenswert, ähnliche Aktivitäten auch an den anderen Wissenschaftseinrichtungen zu etablieren.

¹⁰³ Strambach & Klement 2012

Die Impact Cafés zeigten zudem, dass die Teilnehmer*innen recht ausgeprägte Wahrnehmungen zu den existierenden Aktivitäten und Barrieren in den ausgewählten fünf Innovationsfeldern haben. Vorstellungen zu Geschäftsmodellen weisen hingegen nicht immer den gleichen Konkretisierungsgrad auf, sondern erfordern – das gilt für alle fünf Innovationsfelder – zielführende Ausarbeitungen. Hierzu können die in den Impact Cafés genannten Geschäftsmodellansätze einen Startpunkt liefern.

Hinsichtlich der gewünschten Unterstützung wiesen in allen Impact Cafés die Teilnehmer*innen darauf hin, dass eine regionale Innovationsstrategie wünschenswert wäre. Diese sollte auch innovationsfeldübergreifende Aspekte beinhalten. In diesem Zusammenhang ist sicherlich der ebenfalls seitens der Teilnehmer*innen übergreifend erwähnte Wunsch nach einer zentralen Koordinations- und Steuerungsinstanz wie der Zukunftsagentur Rheinisches Revier zur besseren Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft im RR zu berücksichtigen. Diese muss nicht zwingend nur in einer Stadt oder in einem Kreis verortet sein, sondern sollte auch die regionalen Spezifika aufgreifen. Eine solche Instanz könnte auch dabei helfen, das Denken in der Kategorie „marktorientierte Entwicklung von Geschäftsmodellen“ zu stärken.

In den Impact Cafés wurde offenbar, dass das klassische, angebotsgeleitete Verständnis des Wissens- und Technologietransfers, in welchem die Früchte lokaler Forschung durch die lokale Wirtschaft geerntet werden, an seine Grenzen stößt. Manche Aussagen in den Impact Cafés werfen zumindest die Frage auf, ob die Perspektive nicht verändert werden kann. Was passiert, wenn nicht die Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeit aus den „Hot Spots“ wie Aachen oder Jülich in die Region transferiert werden, sondern gerade auch die ländlichen Gebiete des RR als Quelle, als Inspiration für die wissenschaftliche Tätigkeit genutzt werden? Wie lassen sich diese Potenziale nutzen? Möglicherweise wird dieser Gedanke schon in den Projekten des RR gelebt. Sollte dies allerdings (noch) nicht der Fall sein, lassen sich über eine entsprechend ausgerichtete Innovationsstrategie aus Betroffenen (von Innovation) Beteiligte (an Innovation) machen und Anregungen aus den Impact Cafés in die Tat umsetzen. Auf jeden Fall zeigten die hier durchgeführten Impact Cafés, dass gemeinsame Treffen von Vertreter*innen aus Wissenschaft und Wirtschaft, in denen die Potenziale von Zusammenarbeit im Strukturwandel diskutiert werden, ein wichtiger Schritt sind, um gemeinsam den Herausforderungen des Strukturwandels zu begegnen. Denn so kann gemeinsames Handeln an die Stelle von Vorbehalten gegenüber den Motiven und Interessen der jeweils anderen Seite treten.

6.2 Innovationsfeldspezifische Handlungsempfehlungen

In diesem Abschnitt wird spezifisch auf die Potenziale, Barrieren und Unterstützungsbedarfe einzelner Innovationsfelder eingegangen. Diese wurden aus Expert*inneninterviews und in fünf Fällen aus den Impact Cafés generiert.

6.2.1 Handlungsempfehlungen für Alternative Antriebstechnologien

Die Entwicklung alternativer Antriebstechnologien für eine Mobilität, welche die Erreichung der Klimaziele befördert, erscheint derzeit oft im Fokus industrie- und innovationspolitischer Debatten. Es wird befürchtet, dass gerade die deutsche Automobilindustrie den Anschluss an ein zukunftsträchtiges Feld verliert. Wie die Analyse der Forschungsfelder des Rheinischen Revier aufzeigt, sind Akteure im Revier besonders aktiv in der Entwicklung von Li-Ionen-Akkumulatoren und Brennstoffzellen, aber auch im Bereich neuer synthetischer Kraftstoffe und Hybrid-Antriebe. Zwar sind die großen

deutschen Automobilkonzerne und die größeren Lieferanten der 1. Ebene (Tier-1)¹⁰⁴ nicht im Revier vertreten. Jedoch sind das europäische Forschungszentrum des US-amerikanischen Herstellers Ford und der FuE-Dienstleister FEV in Aachen angesiedelt und hat die Region die Ausgründungen Next E.Go, Streetscooter, Ducktrain und e.Sat vorzuweisen, welche im Feld der E-Mobilität vielversprechende Produkte entwickeln. Außerdem ist das Forschungszentrum Jülich an der „Forschungsfertigung Batteriezelle“ in Münster beteiligt und gehört in der Entwicklung von PEM-Brennstoffzellen zu den weltweit stärksten Forschungseinrichtungen (siehe auch Kapitel 2.2). Zudem ist mit dem 2020 gegründeten „Future Mobility Park“ am Aldenhoven Testing Center ein Ort zur Erprobung von automatisierten, vernetzten Mobilitätskonzepten entstanden, der im Strukturwandel eine entscheidende Rolle – quasi als Leuchtturm – spielen kann. Die Kompetenzen des Reviers im Innovationsfeld sind also vielseitig und dank seiner technologieoffenen Ausrichtung für viele Richtungen, in welche sich die Transformation von Mobilität entwickeln kann, gewappnet.

Erschließungspotenziale in den
Innovationsfeldern

Es wäre jedoch nicht zielführend gewesen, das Impact Café ebenfalls so breit zu gestalten, weswegen es in Absprache mit der Auftraggeberin auf das Thema H2-Mobilität fokussiert wurde. Vor dem Hintergrund der Verkündung des Innovationsnetzwerks „Wasserstoff“ der Region als Gewinner in der ersten Wettbewerbsrunde des Zukunftscluster-Wettbewerb des BMBF im Februar 2021 war dies sicherlich eine richtige Entscheidung, um die Potenziale im Innovationsfeld zu ergründen.

Im Vordergrund der Diskussionen über potenzielle Geschäftsmodelle im Innovationsfeld H2-Mobilität stand die Stärkung bestehender Unternehmen sowie die Ansiedlung von internationalen Großunternehmen. Entlang der gesamten H2-Wertschöpfungskette bieten sich Anknüpfungspunkte für die Schaffung von Wertschöpfung in der Region. So werden Chancen im Aufbau der H2-Infrastruktur (Pipelines, Tankstellen), Produktion von Antriebskomponenten (Brennstoffzellen), Services (Systemintegratoren, Wartung, Planung), Test und Zertifizierung (z.B. Erprobung von H2-Fahrzeugen), Vermarktung von Wissen (Ausbildungsakademie) gesehen. Mit dem Unternehmen NPROXX weist die Region ein interessantes Fallbeispiel auf für eine Diversifizierung eines bestehenden Unternehmens aus der Nuklear-Branche (Enrichment Technology Center) in die Wasserstofftechnologie, nämlich die Produktion von Hochdruckbehältern für Transport und Speicherung von Wasserstoff.

Diese Ansätze können durchaus von öffentlich geförderten Mobilitätsprojekten und „Best Cases“ unter Einsatz neuer Antriebstechnologien profitieren. Auch in Expert*inneninterviews mit Gründer*innen wurde angesprochen, dass die staatliche bzw. öffentliche Nachfrage nach Wasserstofftechnologien (z.B. nach H2-Bussen oder Zügen) eine wichtige Rolle spielt, um Anwender mit dem Antrieb bekannt zu machen, die Akzeptanz der Technologie zu steigern, Interesse bei Unternehmen für die Entwicklung neuer Geschäftsfelder zu generieren und die Technologie weiter zu entwickeln. Grundsätzlich erfordert die Umstellung des Mobilitätssystems weitreichende Anstrengungen und Unterstützung auf deutschland- oder EU-weiter Ebene, was auch als eine starke Barriere für die Entwicklung des Innovationsfelds wahrgenommen wurde. Umso wichtiger für die Reduzierung von Unsicherheit, angesichts hoher Investitionskosten, erscheint den beteiligten Akteuren die Festigung langfristig wirkender Rahmenbedingungen, welche die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoff erhöhen (z.B. CO2-Steuern, Abbau regulatorischer Hürden in der Behandlung von H2 als Energieträger)

¹⁰⁴ Hierunter werden die Automobilzulieferer der ersten Ebene verstanden, welche zumeist als System- und Modullieferanten direkt an die Automobilhersteller liefern. Hierzu gehören beispielsweise Robert Bosch, Magna oder Continental.

Die Teilnehmer*innen des Impact Cafés wünschen sich im Bereich der H2-Mobilität eine auf und in der Region abgestimmte Strategie. Da es in der Region drei Initiativen für Wasserstoffregionen (Düssel.Rhein.Wupper, HyCologne, Kreis Düren) gibt, scheinen die Kompetenzen und Aktivitäten vorhanden. Sie spiegeln sich nur noch weniger in der revidierten Darstellung und Gestaltung des Strukturwandels wider. Expert*inneninterviews verdeutlichten, dass gerade hier ein Koordinierungsbedarf besteht. Zudem gibt es noch Unterstützungsbedarfe in der (über-)regionalen und transdisziplinären Vernetzung, vor allem von Wissenschaft und Wirtschaft.

6.2.2 Handlungsempfehlungen für Aviation

Es gibt in der Luft- und Raumfahrt allgemein neue Entwicklungen wie Vertikalmobilität, UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) oder die von vielen geforderte Reduzierung von CO₂-Emissionen, zu welchem die ingenieurwissenschaftlich fokussierte Forschung im Revier in der Lage ist, wertvolle Beiträge zu liefern. Das Revier bildet laut einem interviewten Experten an der RWTH und FH Aachen zahlreiche hoch ausgebildete Luft- und Raumfahrttechniker*innen aus, welche aber kaum in Nordrhein-Westfalen oder gar der Region verbleiben. Die entsprechenden Branchen und Unternehmen sind stattdessen in Norddeutschland (Hamburg) und Süddeutschland (z.B. München, Augsburg) konzentriert. Hierin ist vermutlich auch die noch geringe Größe im Vergleich zu den anderen Innovationsfeldern begründet. Die befragten Expert*innen stimmen aber überein, dass das Feld ein hohes Entwicklungspotenzial aufweist, unter anderem durch die Initiativen am Forschungsflughafen Merzbrück und dem Flughafen Mönchengladbach. Außerdem ist die Gründung einer DLR-Forschungseinrichtung zu „Technologien für Kleinflugzeuge“ geplant. Mit dem Skycab und dem Silent Air Taxi gibt es zudem gleich zwei Lufttaxi-Initiativen in der Region. Laut Expert*innen-Meinungen sind anfängliche Abstimmungsprobleme zwischen den Initiativen aufgelöst, und es kommt zur verstärkten, nötigen Vernetzung und Kooperation. Angesichts der Erfolge anderer Lufttaxi-Initiativen wie Lilium aus München, welches im Juni 2020 Unicorn-Status¹⁰⁵ erreichte, ist dies auch dringend angeraten.¹⁰⁶

Als Barriere wurde von Expert*innen genannt, dass der Sektor naturgemäß stark von der nationalen Regulierung der Luftfahrt abhängig ist. Daher ist eine Unterstützung höherer politischer Ebene unerlässlich, um den Beitrag des Innovationsfelds zur regionalen Wertschöpfung auch zu ermöglichen. Eine weitere Herausforderung ist der hohe Kapitalbedarf in der Luft- und Raumfahrtbranche, weswegen die Einwerbung von Beteiligungen und Investoren im großen Stil vonnöten ist.

6.2.3 Handlungsempfehlungen für Bioökonomie

Die Aktivitäten im Feld Bioökonomie im Revier sind stark geprägt vom Projekt „BioökonomieREVIER“¹⁰⁷, welches seit 2019 durch das BMBF im Rahmen des Förderkonzepts „Innovationsräume Bioökonomie“ gefördert wird. Ziel des Projekts ist es, das Revier zu einer Modellregion für den Aufbau einer Kreislaufwirtschaft zu entwickeln. Besondere Potenziale stecken in der Verbindung der örtlichen Forschungskompetenzen in der Biotechnologie (z.B. im Bioeconomy Science Center (BioSC) verortet) mit den traditionellen, meist rohstofforientierten Branchen, welche die

¹⁰⁵ Als „Unicorns“ (zu deutsch: Einhörner) werden allgemein Startups bezeichnet, welche eine Marktbewertung von mehr als einer Milliarde US-Dollar aufweisen. Der Begriff wurde durch Aileen Lee (2013) geprägt, die damit verdeutlichte wie rar die Entstehung von derart hoch bewerteten Startups ist. Zur Verwendung des Begriffs in der Stadt- und Wirtschaftsgeographie siehe auch McNeill 2016

¹⁰⁶ Bloomberg 2020

¹⁰⁷ BioökonomieREVIER 2021

Wirtschaftsstruktur des Reviers charakterisieren. Mögliche Anwendungsbereiche für biobasiertes Wirtschaften bieten sich in der lokalen Ernährungs- und Lebensmittelwirtschaft, der Papier- und Textilwirtschaft sowie den Bereichen Chemie und Kunststoffen. Laut interviewten Expert*innen aktiviere das Projekt die Wirtschaft, pro Woche gebe es 2-3 Anfragen aus der Wirtschaft, um am Projekt teilzuhaben, beispielsweise im Rahmen von Innovationsprojekten. Auch Investoren von außen zeigen sich interessiert an der Region. Zudem werden durch den Accelerator BIOBoosteRR Unternehmensgründungen im Bereich Bioökonomie unterstützt. Die Geschäftsmodellpotenziale des Felds sind also vielfältig. Durch die Einrichtung von Demonstrationsanlagen, Bioraffinerien und Produktionsanlagen können neue Arbeitsplätze außerhalb von Bürogebäuden geschaffen werden¹⁰⁸. Hier sollte die hohe Vielfalt der Region und die bereits erzielten Kooperationserfolge zwischen Wissenschaft und Wirtschaft dazu genutzt werden, die Potenziale in verschiedenen Branchen zu heben. Die hier insbesondere von Wissenschaftler*innen des Forschungszentrums Jülich geleistete Pionierarbeit kann sicherlich als Beispiel/Blaupause für andere Innovationsfelder dienen.

Erschließungspotenziale in den Innovationsfeldern

Zu den Herausforderungen des Innovationsfelds gehört ebenfalls, dass der Begriff der Bioökonomie erst seit Mitte der 2000er durch die Aufnahme in politische Strategien von EU und OECD vor allem in Wissenschaft und Politik bekannt geworden ist. Die breite Bevölkerung und Wirtschaft müssen erst noch mit dem Begriff und der Branche vertraut gemacht werden, obwohl die Nachfrage nach erneuerbaren Rohstoffen und Materialien im Alltag stetig steigt und umweltschonende Produktionsprozesse verstärkt von Unternehmen eingefordert werden. Die Bioökonomie existiert noch nicht einmal als Wirtschaftszweig in den Beschäftigungsstatistiken des Bundes und bleibt somit für die meisten Menschen unsichtbar. Umso wichtiger sind daher konkrete Projekte und Maßnahmen zur Steigerung der Bekanntheit der noch jungen Branche in der Gesellschaft und die Vernetzung von interessierten Projektpartnern aus den Zielbranchen.

Eine weitere Herausforderung ist, dass damit gerechnet werden muss, dass die Strukturwandelprozesse in den Braunkohleregionen – wie in anderen Strukturwandelregionen – eine lange Zeit in Anspruch nehmen werden. Besonders die Entwicklung von biobasierten Wirtschaftsweisen benötigt dabei langfristige Perspektiven. Das für Innovationsförderprojekte übliche Projektwesen wird dabei von befragten Expert*innen als zu kurzlebig und unflexibel dargestellt. Ohne Grundfinanzierung bleiben Organisationen abhängig von der Bewilligung von immer wieder neu zu verfassenden Förderanträgen.

6.2.4 Handlungsempfehlungen für Digitale Medizin

Spätestens die Covid19-Pandemie hat gezeigt, dass Medizin und Gesundheitsversorgung stark von der Nutzung digitaler Daten, Instrumente und Technologien profitieren können. Im Revier liegt dabei eine Kombination von städtischen und ländlichen Räumen vor, in welcher digitale Medizin und Patient*innenversorgung erprobt werden können. Die starke Hochschullandschaft und besondere Kombination aus technischer Hochschule und Uniklinikum bietet einen geeigneten Hintergrund für die Entwicklung von Innovationen, welche nicht nur Arbeitsplätze schaffen, sondern die Bedingungen für zahlreiche vorhandene Arbeitsplätze verbessern können. An der Schnittstelle von Medizin, Ingenieurs- und Materialwissenschaften können zudem neue Produkte der Medizintechnik und Biomedizinischen Technik entstehen. Starke Kompetenzen in Verarbeitung medizinischer Daten (z.B. Neuro-Imaging in JARA-BRAIN) oder an der

¹⁰⁸ Coenen et al. (2015) beschreiben beispielsweise eindrücklich wie die Umwandlung einer Zellstofffabrik zur Bioraffinerie im nordschwedischen Örnsköldsvik den Strukturwandel in der Region beförderte.

Hochschule Niederrhein (Kompetenzzentrum Routinedaten im Gesundheitswesen im benachbarten Krefeld) bieten zudem Potenziale für Innovationen.

Im Impact Café zum Innovationsfeld Digitale Medizin wurden insbesondere die Potenziale für Ausgründungen und Startups, welche digitale Geschäftsmodelle nutzen, hervorgehoben.

Die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle benötigt jedoch den Aufbau leistungsfähiger, robuster und digitaler Infrastrukturen, die die Nutzung und Verarbeitung von großen Datenmengen ermöglichen. Die Automatisierung von Abläufen sei in vielen Kliniken und Bereichen der Gesundheitsversorgung noch nicht weit vorangeschritten, da es an Akzeptanz und finanzieller Förderung mangle. Hier wird besonders viel Unterstützungsbedarf in der Steigerung des Bewusstseins unter Einrichtungen und Patienten für den Nutzen und die Potenziale von digitalen Innovationen in der Medizin gesehen.

Zudem sind besonders junge, kleine Unternehmen schnell überfordert von der hohen Regulationsdichte im Gesundheitsbereich. So muss beispielsweise jede Gesundheits-App, sofern sie als medizinisches Produkt deklariert wird, bei jedem Update neu zugelassen werden. Dies ist eine besondere Hürde für Unternehmen im Feld, da Leistungen dadurch nicht im Gesundheitssystem abrechenbar sind und das Wertschöpfungspotenzial erheblich einschränken. Eine Förderung von Startups in diesem Bereich sollte daher auf jeden Fall Unterstützung in Fragen des Datenschutzes und Rechtsfragen enthalten. Diese könnte im Rahmen eines eigenen, neu zu schaffenden Startup-Hubs erfolgen, welcher ebenfalls vorgeschlagen wurde. Dies erscheint insbesondere aus den Erfahrungen der Fokusgruppe „Gesundheit“ im digitalHub Aachen sinnvoll. Hier wird bereits unter dem Dach des digitalHub an bedarfsgerechten Lösungen zur Unterstützung von Startups, die im Bereiche Gesundheitswirtschaft aktiv sind, gearbeitet

Eine weitere Barriere für die Entwicklung des Felds wird im Fehlen von für die Digitalwirtschaft geeigneten Förderstrategien und -instrumenten erkannt. Die Innovationsprozesse in diesem Feld sind in der Regel kapitalintensiv und langwierig, weswegen gängige Förderprogramme oft unzureichend ausgestaltet sind. Die fehlenden Anlagen, Labore und Testfelder zur Erlangung der Produktreife werden als Förderlücke identifiziert, welche auf Landes- oder Bundesebene angegangen werden sollten.

Eine besonders stark diskutierte Barriere im Innovationsfeld ist der Fachkräftemangel, welcher durch den demographischen Wandel unter den Mitarbeitenden noch verstärkt wird. Sind Patient*innen und auch Mitarbeiter*innen im hohen Alter, erscheinen Digitalisierungsängste und -vorbehalte umso höher. Das Revier wird als weniger attraktiv für Fachkräfte wahrgenommen, da außerhalb des Reviers bessere Gehälter und Entwicklungsmöglichkeiten gegeben seien. Die Förderung von weniger monetären Vorteilen (z.B. freie Kita-Plätze) wurden im Impact Café vorgeschlagen.

Die fehlende Vernetzung von Akteur*innen in der Region wurde zudem als Barriere für die Entwicklung des Felds erkannt. Dadurch würden Potenziale nicht gehoben und es entstünde eine hohe Unkenntnis über die anderen im Bereich tätigen Organisationen. Dabei ist gerade im Gesundheitssystem eine Vernetzung nötig, um digitale Geschäftsmodelle umzusetzen. Es ist allerdings auch zu beachten, dass die für die Regulation im deutschen Gesundheitssystem relevanten Akteure auch vor allem außerhalb der Region zu finden sind. Diese müssen unbedingt einbezogen werden, damit die Innovationen aus dem Revier auch in den Markt gebracht werden können.

6.2.5 Handlungsempfehlungen für Energiesystem der Zukunft

Die Energiewende ist der zentrale Grund für den Ausstieg Deutschlands aus der Braunkohleverstromung, und angesichts der hohen Konzentration von Energieforschung

und Energiewirtschaft im Revier ist die Identifizierung des Innovationsfelds Energiesystem der Zukunft nur logisch. Im Innovationsfeld sind besonders stark Forschungsfelder vertreten, welche sich auf die Energieversorgung beziehen (Energieverteilung, Mikrogrids, Energieökonomik). Durch die Energiewende spielen digitale Technologien und Automatisierung eine größere Rolle für das Management dezentraler Energiequellen und -nutzer als zuvor. Dieses Feld wird bereits von einigen Startups aus der Region und der näheren Umgebung (z.B. gridx, Envelio, NextKraftwerk, Voltfang) erfolgreich erschlossen. Im Rahmen des Strukturwandels im Rheinischen Revier wurde 2020 zudem das Fraunhofer-Zentrum für digitale Energie gegründet, welches an dieser Schnittmenge von Digitalisierung und Energieversorgung forscht.

Erschließungspotenziale in den
Innovationsfeldern

Viele Interviewte betonten die Bedeutung des Innovationsfelds für die Region und empfanden es als sehr passend. Zudem wurde oftmals der Brainergy Park in Jülich als potenzieller Kristallisationsort (Leuchtturm) für die Weiterentwicklung der Energiewirtschaft und -forschung in der Region bezeichnet. Zudem wurde die Verknüpfung der Innovationsfelder Energiesystem der Zukunft und Zukunftsfähige Industrie oftmals benannt, da an dieser Schnittstelle dafür gesorgt werden kann, den energieintensiven Branchen des Reviers (und Deutschlands) eine Perspektive für die Bewältigung der Energiewende zu geben. Als traditionelle Energieregion würde sich das Revier besonders gut eignen für eine Energiewirtschaft, welche die Transformation der Energieversorgung erfolgreich mitgestaltet. Mit dem Gewinn der ersten Wettbewerbsrunde des Zukunftscluster-Wettbewerbs des BMBF durch das Innovationsnetzwerk „Wasserstoff“ aus Aachen ergeben sich zudem große Chancen für die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft im Revier, durch die das Energiesystem der Zukunft mitgestaltet werden kann.

Im dazugehörigen Impact Café fand sich eine Großzahl an Ideen, wie zum Beispiel die Entwicklung von energieeffizienten Quartieren und Gewerbegebieten, die Umnutzung vorhandener Kraftwerksinfrastruktur, der Aufbau von virtuellen Kraftwerken und neue Ansätze zur Energiespeicherung. Gemein haben diese Ideen oftmals, dass die Rolle des Reviers jene eines Testbetts und Modellregion für die Energiewende ist. Durch die Entwicklung von einzelnen Anwendungsfällen könnten wichtige Referenzen und Beispiele geschaffen werden.

Die größte Barriere für den Erfolg alternativer, neuer Energiesysteme stellt dabei laut den Teilnehmer*innen des Impact Cafés die derzeit vorhandene Regulationsumgebung in Deutschland dar. Der Mangel an politisch vorgegebenen Zielmarken und Richtungen führt zur Zurückhaltung bei Innovationen und Investitionen. Es gebe weitgehend ein Festhalten an alten Strukturen, weswegen Neuentwicklungen oftmals nicht konkurrenzfähig in einem preisgetriebenen Umfeld seien. Lange Planungs- und Investitionshorizonte gingen zudem nicht mit der geringen Verlässlichkeit politischer Entscheidungen einher. Da eine Roadmap und Strategie auch für die regionale Umsetzung der Energiewende fehle, wäre unklar, welche Entwicklungen vorangetrieben werden sollten und welche nicht. Die geringe Bereitstellung von Risikokapital durch Staat und/oder Unternehmen sei ein weiterer Grund für die zögerliche Entwicklung des Innovationsfeldes, welches zusätzliche Unterstützung benötige.

Auch in diesem Impact Café betonten die Teilnehmenden die nötige zukünftige Vernetzung zwischen den Projekten und im Innovationsfeld tätigen Organisationen. Eine zentrale, koordinierende Institution wurde gewünscht, um die Entwicklung einer regionalen Energiemap und von Leuchtturmprojekten zu initiieren. Eine neutrale Plattform zum Austausch von Ideen und Technologien wurde ebenfalls angedacht und von einigen Teilnehmenden gewünscht.

6.2.6 Handlungsempfehlungen für Katalyse

Das Innovationsfeld Katalyse entfachte unter den interviewten Expert*innen relativ wenige Reaktionen. Dabei sind katalytische Prozesse ein wichtiger Bestandteil einer „grünen Chemie“, da durch sie chemische Prozesse unter weniger Energieeinsatz oder schneller ablaufen können. Insbesondere ist das Innovationsfeld geprägt durch die Forschungsfelder Organokatalyse, Zeolithe und Photokatalyse. Begründet ist die Stärke des Reviers im Bereich der Katalyse durch eine starke Verfahrenstechnik an den lokalen Hochschulen sowie den Niederlassungen der Chemiebranche in der Region (z.B. Dormagen, Hürth-Knapsack). Das Catalytic Center (CAT), eine Kooperation der RWTH und der Covestro AG, erforscht außerdem die Potenziale von CO₂ als erneuerbarer Ressource, beispielsweise für die Herstellung von Polyurethanen. Die Katalyse ermöglicht somit die Verringerung von CO₂ durch seine Nutzung und Konversion. Dadurch ergeben sich im Innovationsfeld natürliche Verknüpfungen zu den Innovationsfeldern Bioökonomie, Energiesystem der Zukunft und neue Materialien und Werkstoffe.

6.2.7 Handlungsempfehlungen für Nanoelektronik

Im Innovationsfeld Nanoelektronik sind sieben Forschungsfelder vereint, welche sich mit der Entwicklung elektronischer Komponenten im Nanometerbereich befassen.¹⁰⁹ Diese kaum sichtbare Hardware der Digitalisierung erhielt, ähnlich wie das Feld Katalyse, am wenigsten Aufmerksamkeit in den Interviews mit Expert*innen. Vermutlich ist dies in der Komplexität der Technologien begründet, welche aufgrund ihrer geringen Größe in physikalischen Grenzbereichen wirken. Die Potenziale für das Feld wurden sogar von einem Interviewpartner als geringfügig eingeschätzt, da die deutsche Mikro- und Nanoelektronik vor allem im Raum Dresden beheimatet sei. Diese Konzentration ist zwar tatsächlich vorhanden, doch ist mit AIXTRON auch ein sehr forschungsintensives Unternehmen der Halbleiterindustrie am Standort Aachen lokalisiert. Allein dieses Unternehmen ist in den Forschungsfeldern OLED, Quantendots und HEMT (High-Electron-Mobility transistor) aktiv. Sicherlich ist es jedoch eine Herausforderung für die Generierung von Wertschöpfung in der Region, dass die Produktion elektronischer Komponenten, vor allem der Halbleiterindustrie, in Ostasien konzentriert ist, und auch die Forschung in Ostasien ein starkes Wachstum aufweist.¹¹⁰

Dennoch sind die Potenziale des Innovationsfelds nicht zu unterschätzen: Kurz vor Fertigstellung dieser Studie wurde das Innovationsnetzwerk „NeuroSys“ als Gewinner der ersten Wettbewerbsrunde im Zukunftscluster-Wettbewerb des BMBF bekanntgegeben. Hierbei werden Kompetenzen der Neurowissenschaften mit denen in Physik und Materialwissenschaften verbunden, um vom Gehirn inspirierte Chips zu entwickeln. Die vom Innovationsnetzwerk angestrebte Entwicklung neuromorpher Hardware ist durch seinen Bezug zum Forschungsfeld Memristoren (Künstliche Synapsen) in diesem Innovationsfeld verortet.

6.2.8 Handlungsempfehlungen für Neue Materialien und Werkstoffe

In diesem Innovationsfeld sind verschiedene Forschungsfelder vereint, welche sich mit der Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe sowie der Bearbeitung von Materialien und Oberflächen befassen. Dass das Feld „Tokamak-Reaktor“ ebenfalls hier enthalten ist, mag überraschen, handelt es sich doch dabei um einen Fusionsreakortyp. Jedoch sind die Beiträge aus dem Revier (vor allem des FZ Jülich) zum

¹⁰⁹ Hierbei ist zu beachten, dass die Grenzen zur Mikroelektronik fließend sind, und mikroelektronische Forschung und Innovationen keinesfalls aus diesem Innovationsfeld ausgeschlossen sind.

¹¹⁰ Dornbusch 2018

Großforschungsprojekt ITER vor allem auf die Plasma-Wand-Wechselwirkung und die Diagnose, Testung und Entwicklung von Materialien für die Reaktor-Innenwand. Das zweitgrößte Feld stellt die Graphen-Forschung dar, hierbei sind vor allem die Aktivitäten der AMO GmbH in der Nanotechnologie hervorzuheben. Mit den Forschungsfeldern „Aluminium-/Magnesiumlegierungen“ und „Stahlverformung/Leichtbau“ werden jedoch auch industrienähere Anwendungen erfasst. Dies verdeutlicht die hohe Diversität dieses Innovationsfelds, welches auch verbunden ist mit der Entwicklung von Messtechnik, Sensoren sowie Software- und Simulationslösungen für die Materialanalyse.

Erschließungspotenziale in den
Innovationsfeldern

Im dazugehörigen Impact Café spiegelte sich die Diversität der Forschungsfelder und Materialien wider. Hierbei wurden zum einen die Potenziale von Ausgründungen betont, aber auch die besonders große Möglichkeit, durch neue Materialien und Werkstoffe Wertschöpfung in bestehenden Unternehmen auszulösen. Die Beschaffenheit und Fähigkeiten von Materialien, Werkstoffe und bearbeitbaren Oberflächen sind in zahlreichen Branchen des verarbeitenden Gewerbes relevant. Es gibt jedoch mehrere Hürden in der Umsetzung der exzellenten Forschung in der Verwertung vor Ort.

So erfordert die Entwicklung von Werkstoffinnovationen einen langen Atem – die Time-to-Market beträgt meist mehr als fünf Jahre, was zudem hohe Investitionen vor allem für das Scale-up aus dem Labor in die Produktion mit sich bringt. Dies verringert den Transfer aus der Forschung in die Industrie beträchtlich, vor allem, da neue Materialien das Potenzial haben, existierendes Geschäft zu substituieren.¹¹¹ Der Zugang zu Risikokapital ist daher in diesem Feld besonders wichtig, aber auch schwer zu erhalten. Der Wunsch nach werkstoffspezifischer Startup-Finanzierung und Unterstützungsprogrammen wurde im Impact Café deutlich.

Die nötigen Investitionen in Scale-up erhöhen zudem den Bedarf nach geeigneten Infrastrukturen, um Tests und Scale-up durchzuführen. Reallabore, Experimentierräume, Translationslabore und Inkubatoren werden gewünscht, um die Ideen aus KMU umzusetzen. Derlei Anwendungszentren im Industriemaßstab seien notwendig, um Forschung in die Anwendung zu bringen. Hier wären die im Rheinischen Revier vorgesehenen sog. Launchcenter sicherlich ein sinnvoller Anknüpfungspunkt.

Die Potenziale des Innovationsfelds werden zudem in einer verstärkten Vernetzung gesehen. Die gemeinsame Identität als Branche finde zu wenig statt, branchenübergreifende Initiativen seien daher zu begrüßen. Die Vernetzung zwischen Wissenschaft und KMU wird im Innovationsfeld als verbesserungswürdig angesehen. Die KMU wünschten sich ein offensiveres Zugehen der Wissenschaft. Seitens der wissenschaftlichen Vertreter*innen im Impact Café wurde jedoch auch deutlich, dass die örtlichen KMU wenig Interesse zu zeigen scheinen, auf Hochschulen aktiv zuzugehen. Eine mögliche Lösung seien Matching-Plattformen, in denen Unternehmen Materialien finden können und die Wissenschaft wiederum Unternehmen finden könnten, für die ihre Entwicklungen nützlich sind.

Eine der Hauptbarrieren des Innovationsfelds wurde darin gesehen, dass andere Staaten und Regionen sich stark im Feld positionieren, es aber in NRW an einer übergeordneten Strategie mit Ausblick über die nächsten 5-15 Jahre fehle. Gleichzeitig wurde bemängelt, dass bestehende Förderprogramme zu stark top-down ausgestaltet werden, und stärker bedarfsorientiert gestaltet werden sollten. Die Auflösung dieses scheinbaren Widerspruchs läge in einer gemeinsamen Konzepterstellung, in welcher die Bedarfe der Industrie an neuen Materialien und Werkstoffen einfließen. Außerdem sollten die Branchen und Bereiche mit dem größten Arbeitsplatzpotenzial identifiziert werden.

¹¹¹ Vortrag von Dr. Ing. Cremer (NMWP.NRW) im Impact Café

Somit soll gewährleistet werden, dass möglichst große Teile der Wertschöpfungskette in der Region verortet werden können.

6.2.9 Handlungsempfehlungen für Quanten- und Supercomputing

Vor allem am Forschungszentrum Jülich bestehen historisch bedingt große Kompetenzen im Supercomputing. Mit neuesten Entwicklungen in Quantentechnologien scheinen Quantencomputer, welche lange Zeit nur theoretisch möglich schienen, zum Greifen nah. Laut Expert*innen kann das Revier durch seine Kompetenzen im Bereich Quantencomputing, Supercomputing und neuromorphem Computing in Zukunft in der Lage sein, alle drei Formen der nächsten Stufen im Computing abdecken und entsprechende Dienstleistungen zur Auswahl geeigneter Höchstrechenkapazitäten anbieten zu können. Nicht nur die Hardware (z.B. in Form von Sensoren, Komponenten und Materialien) kann hier Potenziale zur Generierung von regionaler Wertschöpfung bieten, sondern auch die Entwicklung von Software, wie zum Beispiel der Entwicklung von Algorithmen zur Fehlerreduktion im Quantencomputing.

Befragte Expert*innen sind sich bewusst, dass lokale KMU eher weniger zu den potenziellen Kunden von neuen Formen des Höchstleistungsrechnen gehören, der Markt für derartige Angebote ist stattdessen als global zu betrachten. Nichtsdestotrotz hat das Innovationsfeld das Potenzial, als Alleinstellungsmerkmal eine besondere Funktion auszuüben in der Darstellung und Positionierung des Reviers. Gerade im Kontext des Quantencomputings öffnet sich derzeit ein „Window of locational opportunity“, welches genutzt werden kann, um langfristig wirkende Standortvorteile für die Region zu erzeugen.¹¹² Der Gedanke hinter diesem Konzept ist, dass vor bzw. bei der Entstehung neuer Branchen und Technologien eine erhöhte Standortfreiheit besteht. Selbst Zufälle können zur Entstehung von Konzentrationen einer Branche führen. Mit zunehmendem Reifegrad der Branche werden jedoch jene Standorte, welche durch glückliche Zufälle oder geschickte Förderung die Windows of locational opportunity bei der Entstehung neuer Branchen und Technologien nutzen konnten, im späteren Verlauf bevorteilt in der Anziehung weiterer Investoren oder der Entstehung von Neu- und Ausgründungen. Dementsprechend können Anstrengungen in der Region zur Ansiedlung eines Center for Quantum Science and Engineering (CQSE) langfristig zu deutlichen Standortvorteilen des Reviers und Wertschöpfung führen. Potenziale sehen Expert*innen im Innovationsfeld vor allem im Bereich der Komponentenproduktion für Quantencomputer und Anwendungen für lokale Unternehmen. Die größte Herausforderung in diesem Feld stellt sicherlich die hohe Komplexität des Themas dar, deswegen müssen die Potenziale und Charakteristika des Felds anschaulich vermittelt werden.

6.2.10 Handlungsempfehlungen für Zukunftsfähige Industrie

Im Innovationsfeld Zukunftsfähige Industrie versammeln sich Forschungsfelder im Bereich der Produktionstechnologie und der IT, welche zusammen die Digitalisierung von Produktionsprozessen befördern können. Dieses Innovationsfeld bietet besondere Potenziale vor dem Hintergrund der traditionell-industriellen Wirtschaftsstruktur des Reviers, welche noch nicht vollständig erschöpft scheinen. Besonders hervorzuheben ist in diesem Feld die Forschung zu „Industrie 4.0“, welche zur Weltspitze zu zählen ist (siehe auch 2.2). Zudem haben sich aus dieser Forschung bereits einige Unternehmen aus der RWTH bzw. dem WZL der RWTH herausgegründet, die mit smarten Produktionsprozessen Wertschöpfung in Deutschland und der Region erzeugen können.

¹¹² Boschma 1997

Die strukturierte Übersicht zum Innovationsfeld (Abbildung 16) zeigt auf, dass die Dichte forschender deutscher Unternehmen in diesem Forschungsfeld enorm ist. Das Feld hat daher hervorragende Bezugspunkte zur deutschen Wirtschaftsstruktur, welche vergleichsweise stark auf Industriebranchen ausgerichtet ist. Zahlreiche Förderprogramme bundesdeutscher Ministerien haben zum Ziel, durch die Modernisierung von Produktionsprozessen, die Abwanderung von Produktionsarbeitsplätzen ins Ausland zu verringern oder gar zu stoppen. Da die Region über exzellente Forschung und passende Industrieunternehmen vor Ort verfügt, sind die Potenziale und Bedingungen sehr groß. In einem Experteninterview mit einem Vertreter einer Forschungseinrichtung wurde gar die Aussage gemacht „Wenn wir in diesem Feld nichts schaffen, dann ist etwas falsch gelaufen“.

Erschließungspotenziale in den Innovationsfeldern

Es gibt bereits einige Projekte im Revier (bspw. Projekte im SofortprogrammPlus), welche diesem Innovationsfeld zuzurechnen sind. Dabei fällt auf, dass die Innovationsfelder Zukunftsfähige Industrie und Energiesystem der Zukunft einige Synergien aufweisen im Bereich „Effizienzsteigerung und ressourcenschonende Produktionsverfahren“. Die Nutzung dieser Synergien ist gerade hinsichtlich der Stärke energieintensiver Industrien im Rheinischen Revier anzuraten, um bestehende Industrieunternehmen im Rheinischen Revier fit für die Zukunft zu machen. In Projekten wie „Modellfabrik Papier“ (Düren) oder „Textilfabrik 7.0“ (Mönchengladbach) sind diese Verbindungen gut zu erkennen. Insgesamt kann attestiert werden, dass dieses Innovationsfeld auch eine Scharnierfunktion zur Inwertsetzung der anderen Innovationsfelder einnehmen kann, da die Schaffung von Arbeitsplätzen auch in anderen Innovationsfeldern eng mit dem Aufbau von Produktionskapazitäten und -prozessen verbunden ist.

Im dazugehörigen Impact Café wurden ebenfalls vielfältige Potenziale im Innovationsfeld genannt, die vor allem in der Verbindung von Forschung mit bestehenden Unternehmen liegen. Ein zentraler Punkt war dabei die Vernetzung von bestehenden Unternehmen mit Forschung und jungen Startups im Innovationsfeld. So können die vorhandenen Wissensbestände besser zusammenfinden. Es gäbe noch unternehmensseitig große Vorbehalte gegenüber innovativen Geschäftsmodellen und forschungsseitig fehlende Orientierung an den Bedarfen von KMU, so dass eine „Umsetzungslücke“ entstehe, die im mangelnden Transfer exzellenter Forschung münde. Diese Lücke könne aber beispielsweise durch ein unbürokratisches Vernetzungsmanagement, welches sich innovationsfeldspezifisch auch mit rechtlichen Fragen (z.B. im Bereich des Datenmanagements und -schutzes) beschäftigt, aufgelöst werden. Eine regionale Institution sollte als Kümmerin und Moderatorin im Innovationsfeld fungieren. Dazu bedarf es nicht unbedingt der Schaffung neuer Organisationen, sondern der Neuausrichtung bereits bestehender Netzwerke. Ein vergleichbares Innovationsnetzwerk besteht im vom BMBF geförderten WIR!-Bündnis „MineReWIR“¹¹³, welches vom Institute of Advanced Mining Technology der RWTH Aachen koordiniert wird. Hierbei werden gezielt Zulieferer der Kohleindustrie im Rheinischen Revier derart vernetzt, dass in Kooperationsprojekten an neuen Geschäftsmodellen geforscht wird. Zudem wurde die Entwicklung von homogenen Gewerbeparks diskutiert, in denen verwandte Unternehmen leichter zusammenfinden können.

Die Digitalisierung von Produktion erfordert jedoch auch die Vernetzung von Datenbeständen, die Teilung und Monetarisierung von Daten und eine „Servitization“¹¹⁴ des Unternehmens, also ein verstärktes Angebot von Dienstleistungen neben dem produzierenden Kerngeschäft, z.B. durch „As-a-Service-Modelle“. Dies erfordert eine Öffnung und Transformation von Unternehmen, gegen die es durchaus Vorbehalte geben kann. Besonders in KMU müssten dabei tiefgreifende Change-Prozesse

¹¹³ <https://www.mine-rewir.de/>

¹¹⁴ Raddats et al. 2018

angestoßen werden, für welche zuerst einzelne Schlüsselpersonen gewonnen werden müssen. Gegenüber der Digitalisierung (der Produktion) gebe es in der Gesellschaft und Unternehmen oftmals Unkenntnis, fehlende Bereitschaft zur Öffnung gegenüber Neuerungen und Ängste. Umso wichtiger ist die Entwicklung von Use Cases und Best Practices in geförderten Demonstratoren, z.B. Modellfabriken, um für die Potenziale der Technologien zu sensibilisieren, Chancen und Herausforderungen zu ergründen und Aus- und Weiterbildung in datengetriebenen Produktionsprozessen zu ermöglichen. Besonders die Aus- und Weiterbildung von Nicht-ITlern in Informationstechnologien könne so gestärkt werden.

Auch in diesem Impact Café wurde vielfach auf den Mangel von Risikokapital hingewiesen, welches im IT-Bereich vonnöten ist, um Geschäftsmodelle zu skalieren. Die Gewinnung von privatem Kapital und neue Beteiligungsformate scheinen erstrebenswert aus Sicht der Teilnehmenden.

Besonders in diesem Innovationsfeld, in welchem eine weltweite Spitzenstellung eingenommen wird, stören sich die Akteure an der fehlenden Sichtbarkeit des Reviers nach außen. Die Wahrnehmung des Reviers wird (wie in einigen Interviews auch) oftmals als „provinziell“ ausgedrückt. Dies erschwere die Anwerbung und Haltung von Fachkräften oder Startups im stark umkämpften IT-Sektor. Gerade im Wettbewerb um IT-Fachkräfte und jene der Kreativwirtschaft sei die Entwicklung von Kreativräumen und Coworking Spaces und eines attraktiven Lebens- und Arbeitsumfelds notwendig. Die Entwicklung einer gemeinsamen regionalen Entwicklungsstrategie könnte zum einen die Vernetzung der Beteiligten stärken, aber auch bei der Entwicklung eines revierweiten Narrativs und „Big Picture“ mitwirken, welches überregionale Ausstrahlung erzeugt.

Eine große Barriere sehen die Beteiligten am Impact Café in überbordender Bürokratie und komplexer Projektadministration, welche relativ undigitalisiert und uninternational nur die Papierform und die deutsche Sprache erlaube. Auf der entsprechenden politischen Ebene müssten Antragsverfahren und Administrationsverfahren verschlankt werden, um Förderung auch effektiv nutzen zu können. Zudem könnten Flächenengpässe, die für Ansiedlungen, Erweiterungen und Startups wahrgenommen werden, durch erleichterte Genehmigungsverfahren verringert werden.

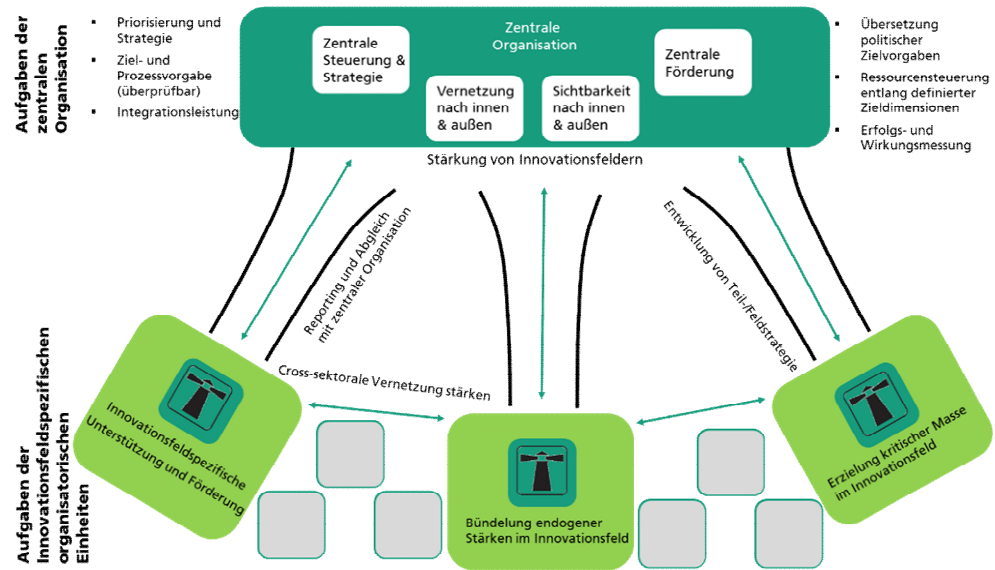
7.1 Organisatorische Bündelung

Die hier präsentierten umfangreichen Analysen zeichnen ein detailliertes Bild der Innovationspotenziale des Rheinischen Reviers. Dabei werden zahlreiche Stärken, aber auch einige Schwächen deutlich. Zusammengefasst liegen die Stärken vor allem in einer exzellent aufgestellten und vernetzten Wissenschaftslandschaft. Ausgewählte Innovationsfelder, wie in Kapitel 6.2 dargestellt, versprechen ein besonders hohes Wertschöpfungspotenzial. Hinzu kommt eine starke institutionelle und organisationale Vernetzung im wissenschaftlichen und politischen Bereich auf verschiedenen Ebenen. Dies erlaubt eine vergleichsweise schnelle Koordination, insbesondere mit Blick auf die gezielte Nutzung von Fördermitteln.

Nun zeigen sich auf der anderen Seite auch einige fundamentale Schwächen des regionalen Innovationssystems. Hier ist zunächst eine fragmentierte Akteurslandschaft vor allem mit Blick auf funktionale Beziehungen zwischen den Akteuren entlang von Wertschöpfungsketten (Organisation bestehender Wertschöpfung) sowie entlang des Innovationsprozesses (Organisation zukünftiger Wertschöpfung) zu nennen. Damit einher geht, dass die lokale transferorientierte Vernetzung und damit der lokale Wissens- und Technologietransfer noch deutliche Optimierungspotenziale aufweist (vgl. dazu die Kapitel 2, 3 und 4). Entsprechend empfehlen wir, wie in Kapitel 5 dargestellt, eine Neuausrichtung der Förder- und Entwicklungsstrategien unter Berücksichtigung bestehender Diversifikationspotenziale und prioritär zu entwickelnder Entwicklungspfade entlang von definierten Innovationsfeldern. Dies sollte mit einer gezielten Vernetzung der innovationsrelevanten Akteure und Ausrichtung der Kanäle des Wissens- und Technologietransfers einhergehen.

Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Rationalitäten, Bedarfe und Zielvorstellungen einzelner beteiligter Organisationen – bei gleichzeitig begrenzten Ressourcen –, erfordert eine dergleichen komplexe Aufgabe die Integration und Koordination der Förder- und Transferaktivitäten entlang einer revierübergreifenden Innovationsstrategie. Eine solche zu entwickeln und umzusetzen, bedarf wiederum einer zentralen und mit weitreichenden Kompetenzen ausgestatteten Organisation und Governancestruktur, wie in Abbildung 41 schematisch dargestellt. Diese sollte im Kern die notwendige Balance zwischen Förderung regionaler Impulse und Heben endogener Wachstumspotenziale mit der Notwendigkeit zentral vorgegebener Entwicklungslinien herstellen, also letztlich bottom-up getriebenen Initiativen mit top-down definierten Leitplanken zusammen zu bringen, um bestehende Stärken strategisch zu entwickeln und regionale Wertschöpfung in zukünftigen Wachstumskernen anzulegen.

Abbildung 41: Zusammenarbeit von zentraler Organisation und organisatorischen Einheiten in der Gestaltung des Strukturwandels



Quelle: Eigene Darstellung

Aufgaben und mögliche Grundstruktur

Aus top-down und zentraler Perspektive, sollte eine solche Einheit, die folgenden Kernaufgaben und -funktionen erfüllen:

Strategieumsetzung und Gesamtverantwortung

Sie sollte erstens innerhalb einer bestehenden Strategie Prioritäten setzen, koordinieren und die Strategie weiterentwickeln. Darüber hinaus sollte sie zweitens deren Umsetzung durch überprüfbare / messbare Ziel- und Prozessvorgaben (übersetzt in Maßnahmen) an beteiligte Akteure anstoßen. Drittens sollte sie gleichzeitig eine regelmäßige Reflektion der Strategie und Integration von bottom-up getriebenen Impulsen bzw. mit komplementären Entwicklungsvorhaben aus angrenzenden Bereichen (z.B. im Bereich Energie, Infrastruktur, Raumentwicklung, Industrie, Arbeit und Qualifizierung) vorantreiben.

Ressourcensteuerung und Wirkungsmessung

(4) Sie stellt im Sinne der Einhaltung des Subsidiaritätsprinzips den Abgleich mit übergeordneten, politischen Zielvorgaben sicher und (5) hat entlang der definierten Zielvorgaben die Ressourcensteuerung zu deren Umsetzung inne. (6) Zudem stellt sie die Begleitung und regelmäßige Überprüfung der Wirkung und des Erfolgs der initiierten Maßnahmen sicher.

Gleichzeitig kann die im folgenden Kapitel dargestellte gezielte Entwicklung der Innovationsfelder innerhalb des Reviers nur dann erfolgreich sein, wenn es gelingt Kristallisationskerne in der Region zu verankern und Initiativen aus der Region aufzunehmen. Dafür braucht es letztlich innovationsfeldspezifischer Einheiten, welche – in Abstimmung mit der Gesamtstrategie – eine feldspezifische Innovationsstrategie entwickeln und sich für deren Umsetzung verantwortlich zeigen. Dies wird im kommenden Kapitel näher ausgeführt.

7.2 Gezielte Entwicklung der Innovationsfelder

In dieser Studie wurde herausgearbeitet, dass das Rheinische Revier über eine vielfältige Wirtschaftsstruktur und starke Forschungslandschaft verfügt. Dadurch ist der Typ des Regionalen Innovationssystems (RIS) als „organisatorisch dicht und diversifiziert“¹¹⁵ zu bezeichnen. Ein besonderer Nachteil dieses Innovationssystem-Typus entsteht dadurch, dass durch die eigentlich zu begrüßende ständige Entstehung neuer Pfade keine kritische Masse in bestimmten Branchen oder Technologien zu verzeichnen ist. Während die Region gut ist in der Exploration neuer Technologien, geschieht die Kommerzialisierung der Innovationen an anderen Orten auf der Welt. Derartige Prozesse konnten im Rahmen der Studie an vielerlei Stellen festgestellt werden.

Dadurch erwächst, wie in Kapitel 5.1 verdeutlicht, der Bedarf für die Identifizierung von vielversprechenden Branchen und Technologien, auf denen die Wirtschafts- und Regionalentwicklung fokussiert werden sollte. Dieser Prozess wird im Rahmen dieser Studie durch die Identifikation von Innovationsfeldern begünstigt und begründet. Es ist jedoch, so zeigen die empirischen Ergebnisse, auch nötig, dass diese Innovationsfelder gezielt durch öffentliche, themenspezifische Förderung entwickelt werden. Zusammenfassend gesagt, sollte in den selektierten Feldern durch die Stärkung und Bündelung endogener Stärken, die Initiierung positiver selbstverstärkender Prozesse und die Bekräftigung von positiven Lock-In-Effekten mittels geeigneter Fördermaßnahmen regionale Wertschöpfung entstehen. Zudem sollte zur Vermeidung negativer Lock-In-Effekte durch übermäßige Spezialisierung Cross-Innovationen befördert werden. Im Folgenden soll auf die Umsetzung der einzelnen hier angesprochenen Punkte näher eingegangen werden.

Revierweite, themenspezifische Förderung von Innovationsfeldern

Die in dieser Studie identifizierten Innovationsfelder, welche zudem anhand noch auszuwählender Methoden priorisiert werden sollten, sind durch eine jeweils innovationsfeldspezifische, revierweit ausgerichtete organisatorische Einheit gezielt zu stärken und zu fördern. Diese organisatorische Einheit sollte der in Kapitel 7.1 vorgeschlagenen zentralen Organisation unterstehen. Sie berichtet an sie und gleicht ihre Aktivitäten mit ihr ab. Zudem entwickelt sie Teil- und Feldstrategien in Abstimmung mit der zentralen Strategieeinheit der vorgeschlagenen zentralen Organisation. Die Hauptaufgaben dieser innovationsfeldspezifischen organisatorischen Einheit sind die Bündelung endogener Stärken im Innovationsfeld, die Erzielung kritischer Masse im Innovationsfeld durch Entwicklung regionaler Leuchttürme, die innovationsfeldspezifische Unterstützung und Förderung sowie die Ermöglichung cross-sektoraler Vernetzung mit anderen Innovationsfeldern. Die Verteilung der Aufgaben zwischen zentraler Organisation und innovationsfeldspezifischen organisatorischen Einheiten werden in Abbildung 41 skizziert.

Die organisatorische Einheit sollte die Generierung von regionaler Wertschöpfung im Innovationsfeld im gesamten Revier zum Ziel haben. Sie kann als themenspezifische Wirtschafts- und Innovationsförderung für das gesamte Revier verstanden werden. Dabei sollte sie die bereits existierenden Akteure der Wirtschaftsförderung, welche zumeist auf ihre jeweiligen Jurisdiktionen fokussiert sind, um innovationsfeldspezifische Expertise und Aktivitäten ergänzen.

¹¹⁵ Isaksen et al. 2018 – Der Begriff „dicht“ bezieht sich hierbei auf die Ausstattung mit Akteuren und Organisationen, welche Innovationsaktivitäten ausführen und fördern.

Bündelung endogener Stärken in den Innovationsfeldern

Um dieses Ziel der revierweiten Wertschöpfung im Innovationsfeld zu erreichen, sollten endogene Stärken gebündelt werden. Dazu muss die organisatorische Einheit relevante Akteure und Organisationen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft im Innovationsfeld kennen, scouten, matchen, vernetzen, im Rahmen von gemeinsamen Projekten koordinieren, und bestehende Initiativen aufeinander abzustimmen.

Es wurde in zahlreichen Interviews und den Impact Cafés betont, dass sich Akteure, die im selben Feld tätig sind, oftmals nicht kennen, und sich daher erst wenige gemeinsame Projekte entwickelt haben. Im Rahmen der Studie erhielten wir viele Hinweise, dass Bekanntheit und Vertrauen zwischen den Akteuren des Reviers erst entstehen müssen. Ein zentraler Akteur, welcher die Übersicht über die vorhandenen Akteure hat, kann und sollte in der Lage sein, die Akteure regelmäßig oder zielgerichtet infolge von Scouting- und Matching-Aktivitäten zusammenzubringen. Vor allem die Vernetzung von Wissenschaft und lokaler Wirtschaft im Innovationsfeld sollte angestrebt werden. Im Rahmen von gemeinsamen Projektinitiativen, z.B. für geeignete Förderprogramme, werden Projektkonsortien zusammengestellt und ggf. koordiniert.

Die mehrkernige Struktur des Reviers mit der Orientierung an verschiedenen Ballungsräumen führt zudem zur Entstehung von Parallelstrukturen und -initiativen. Als Beispiel sei hier das Vorhandensein von drei Wasserstoffregionen und zwei Lufttaxi-Unternehmungen genannt. Es fehlt noch oftmals an der Abstimmung zwischen Projekten, welche dasselbe Themenfeld bespielen. Diese sollten durch die innovationspezifische Einheit ebenfalls miteinander verzahnt und aufeinander abgestimmt werden.

Erzielung kritischer Masse im Innovationsfeld

Die fehlende kritische Masse in einzelnen Innovationsfeldern ist eines der Hauptproblematiken in organisatorisch dichten, diversifizierten Innovationssystemen. Wie detailliert in Kapitel 5.1 dargelegt, sollten Innovationsfelder zwar revierweit betreut, jedoch auch räumlich an vordefinierten, ausgewählten Orten konzentriert werden. Diese Kristallisationskerne sind nötig, um kritische Masse, Agglomerationsvorteile und Sichtbarkeit nach außen für das Innovationsfeld im Revier zu erzeugen. Transfer ist ein sozialer Prozess, der Interaktion erfordert. Diese Orte sind daher idealerweise Anziehungspunkte für Startups und Neuansiedlungen und Treffpunkt für existierende Unternehmen. Die innovationsfeldspezifischen Infrastrukturen, welche zumeist von Impact-Café-Teilnehmer*innen gewünscht wurden, wie Testanlagen, Demonstratoren oder Reallabore, sind, sofern möglich, auch an diesen Orten. Die organisatorische Einheit sollte ebenfalls an diesem Ort zu finden sein, um mit vorhandenen Akteuren in Kontakt zu stehen und die bestehenden Unterstützungsinfrastrukturen ggf. zu betreuen oder zu koordinieren.

Innovationsfeldspezifische Unterstützung und Förderung

Zudem soll die organisatorische Einheit die Entwicklung des Feldes durch geeignete Unterstützungs- und Fördermaßnahmen begünstigen. Kapitel 6.2 macht deutlich, dass es innovationsfeldspezifische Förderbedarfe gibt, die meist mittels einer gemeinsamen regulatorischen Umgebung, ähnlichen rechtlich-strukturellen Fragestellungen (z.B. Datenschutz in Digitalen Geschäftsmodellen), gleich gelagerten Risikokapitalbedarfen und gemeinsamen Förderzugängen bei Land, Bund und EU entstehen. Die zentrale organisatorische Einheit sollte demnach als „regionaler Kümmerin auftreten, welche die Bedarfe der Akteure im Innovationsfeld erkennt und bedient oder einen Zugang zu Fördermaßnahmen herstellt.

Die Vertiefungsanalysen zu den Innovationsfeldern haben gezeigt, dass die zugrundeliegenden Technologien insgesamt ein hohes Innovationspotenzial aufweisen. Dabei werden sie in Teilen recht stark aus Ergebnissen der Grundlagenforschung getrieben. Der Schritt in die großskalierte kommerzielle Nutzung und Marktdurchdringung steht jedoch noch bevor. Die regionale Inwertsetzung dieser Technologien bzw. Wertschöpfung durch diese, wie beispielsweise die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft zeigt, erfordert ein breites Innovationsverständnis und starken Umsetzungsbezug. Damit geht die Herausforderung einher, geeignete Rahmenbedingungen für die marktliche Inwertsetzung zu schaffen. Dazu gehört nicht nur der Aufbau entsprechender Infrastrukturen, sondern unter anderem auch das Führen gesellschaftlicher Dialoge, das Schaffen rechtlicher Rahmenbedingungen und der Aufbau entsprechender Aus- und Weiterbildungssysteme für Beschäftigte. Auch könnte die öffentliche Hand durch gezieltes Einkaufsverhalten Anreize für Wachstum und neue Entwicklungen innerhalb der Innovationsfelder setzen. In Summe könnte so im Rheinischen Revier – unter Berücksichtigung von Komplementaritäten mit angrenzenden Regionen – eine Modellregion für die Inwertsetzung von Schlüsseltechnologien werden. Hier setzt das europäische Beihilferecht in der Regel jedoch relativ enge Grenzen. Daher empfehlen wir zu prüfen, inwieweit neue Förderkonzepte – wie z.B. die Important Projects of Common European Interest (IPCEI) – genutzt werden oder in Abstimmung mit der Bundesebene geschaffen werden können. Vor dem Hintergrund des übergeordneten gesamtwirtschaftlichen Interesses und eines möglichen Marktversagenstatbestandes bei der Verwertung neuer Technologien könnte sich hier eine zusätzliche Chance als Modellregion ergeben.

Empfehlungen zur Umsetzung

Zudem wurde in einigen Impact Cafés auch der Ruf nach der gemeinsamen Erarbeitung von regionalen Strategien und Roadmaps in den Innovationsfeldern laut. Investitionen und Richtungsentscheidungen benötigten verlässliche Vorgaben durch zentrale Organisationen. Die innovationsfeldspezifische organisatorische Einheit erarbeitet in Abstimmung mit der zentralen Organisation für den Strukturwandel und zusammen mit den Akteuren im Innovationsfeld diese Strategien und Leitlinien. Diese Strategien können beispielsweise Konzepte zur Planung und Durchführung geeigneter innovationsfeldspezifischer Transferaktivitäten beinhalten.

Cross-sektorale Vernetzung mit anderen Innovationsfeldern

Bei erfolgreicher Förderung einzelner Innovationsfelder besteht die tendenzielle Gefahr, dass die ermöglichte Spezialisierung zur Verfestigung von Strukturen führt, die nicht mehr flexibel auf Veränderungen im Innovationsfeld reagieren können. Da der regionale Strukturwandel bis zum Ende der Braunkohleverstromung über einen eher langfristigen Zeithorizont verfügt, kann es durchaus zu technologischem oder gesellschaftlichem Wandel kommen, auf den reagiert werden muss. Dazu sind vielmals Inputs aus verschiedenen, unverbundenen Branchen und Technologien notwendig¹¹⁶. Zudem bestehen, wie bei einigen Innovationsfeldern aufgeführt, mögliche Synergieeffekte zwischen Innovationsfeldern. Die innovationsfeldspezifischen Einheiten kümmern sich daher gemeinsam um die Vernetzung der Innovationsfelder untereinander, um diese Synergien zu heben.

¹¹⁶ Boschma 2016

8 Fazit

Vor dem Hintergrund der Empfehlungen der „Kommission für Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ für das Ende der Braunkohleverstromung in Deutschland beschäftigt sich die Zukunftsagentur Rheinisches Revier, insbesondere der Revierknoten „Innovation und Bildung“ mit der Verbesserung des regionalen Innovationssystems im Revier. Kern und zentraler Bestandteil des vorliegenden Entwicklungskonzepts ist die Entwicklung des Rheinischen Reviers zu einem „Innovation Valley Rheinland“, in welchem die exzellente Wissenschaft lokaler Wissenschaftler*innen derart in die lokale Wirtschaft ausstrahlt, dass bestehende Unternehmen Impulse aus der Forschung erhalten, Gründungen aus Forschungseinrichtungen entstehen und sich auswärtige Unternehmen neu im Revier ansiedeln. Daher muss vor allem der Wissens- und Technologietransfer von Forschung zur Wirtschaft systematisch verstärkt und zielgerichtet gestaltet werden. Die hier vorliegende Studie sollte dazu einen Beitrag leisten, indem sie regionale Innovationsfelder mit großem Potenzial identifiziert, die Stärken und Schwächen im Innovationssystem, insbesondere mit Blick auf das Heben der identifizierten Potenziale, analysiert und Empfehlungen zur zukünftigen Verbesserung ableitet. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Bedeutung der Governance des Wissens- und Technologietransfers bei der Entwicklung neuer regionaler Entwicklungspfade gelegt.

Zu diesem Zweck wurde das Regionale Innovationssystem, unter Einsatz vielfältiger quantitativer und qualitativer Methoden, zunächst einer detaillierten und rigorosen empirischen Analyse unterzogen. Im Ergebnis konnten die zehn stärksten Innovationsfelder identifiziert und detaillierte Übersichten erstellt werden (vgl. Kapitel 2.1). Analytisch-konzeptionell folgt die Studie dem Dreiklang Akteure – Interaktionen – Institutionen:

- Diesem Schema folgend, bestätigt sich auf Akteursebene die Einschätzung einer exzellenten Forschungslandschaft mit internationaler Ausstrahlung und in wesentlichen Teilen hoher Anwendungsnähe. Gespiegelt wird dies durch das Vorhandensein zahlreicher F&E-Einheiten bzw. Niederlassungen von Großunternehmen, die enge Beziehungen zu den renommierten Forschungseinrichtungen rund um Aachen und Jülich pflegen. Gleichzeitig zeichnet sich die Region durch eine große Vielfalt an unterstützenden Einrichtungen und Intermediären aus, ergänzt durch eine heterogene und mittelstandsbasierte Branchenstruktur. Auf der anderen Seite sind wesentliche Schwächen in einer fragmentierten Akteurslandschaft, vor allem mit Blick auf eine geringe Spezialisierung der Wirtschaft und die verschiedenen Akteure in der Technologie-, Innovations- und Gründungsförderung, zu nennen. Zudem weist die in wesentlichen Teilen traditionelle, energieintensive Unternehmenslandschaft eine geringe Absorptionsfähigkeit für neue Technologien aus der öffentlichen Forschung auf (vgl. Kapitel 2).
- Auf Ebene der Interaktionen und Beziehungen zeigen sich starke Beziehungen und Netzwerke zwischen den Wissenschaftseinrichtungen und zwischen Wissenschaft und Wirtschaft auf nationaler und internationaler Ebene. Auch einige regionale Unternehmensnetzwerke sind als gut funktionierend zu beschreiben. Die Vernetzung und der Transfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sind hingegen bei Betrachtung des gesamten Rheinischen Reviers deutlich defizitär. So weisen die Ergebnisse auf einen Mangel an bedarfsorientierter Vernetzung zwischen Forschung und regionaler Industrie und in Teilen auch in der Vernetzung innerhalb von Branchen hin. Ergänzend dokumentieren die Ergebnisse – nicht unähnlich zu anderen vergleichbaren Regionen – das fehlende Skalierungspotenzial für „Start-ups“. Eine wichtige Herausforderung besteht auch darin, dass es nur schwer gelingt, die

hervorragend ausgebildeten Hochschulabsolvent*innen in der Region zu halten (vgl. Kapitel 3).

- Ein Blick auf die kulturellen und politischen Rahmenbedingungen zeigt zunächst offenkundige Stärken in der regionalen Selbstorganisation und den Zugängen zu förderpolitischen Instrumenten der Innovationsförderung. Auch bestehen in einigen Schlüsseltechnologien bereits größere Innovationsprojekte, welche das Potenzial haben, zu Kristallisationskernen für neue Wachstumspfade zu werden. Zugleich spiegeln die Ergebnisse eine gewisse fehlende regionale Dynamik wider, welche sich auch darin ausdrückt, dass es schwer ist – nach innen und außen – eine gemeinsame regionale Identität zu entwickeln. Häufig werden Kirchturmdenken und eine fehlende gemeinsame Strategie beklagt. Auch die Kooperationskultur, gerade im Mittelstand, ist als ausbaufähig zu bezeichnen (vgl. Kapitel 4).

Fazit

So steht eine exzellent aufgestellte und vernetzte Wissenschaftslandschaft, mit ausnehmenden Stärken in den vorgestellten Innovationsfeldern, fundamentalen Schwächen mit Blick auf funktionale Beziehungen zwischen den Akteuren entlang von Wertschöpfungsketten (Organisation bestehender Wertschöpfung) sowie entlang des Innovationsprozesses (Organisation zukünftiger Wertschöpfung) entgegen. Hier eine Brücke zu bauen, den regional ausgerichteten Wissens- und Technologietransfer zu stärken und so das Heben von Wertschöpfungspotenzialen für die Region langfristig zu verbessern, ist eine systemische Aufgabe, die ein klares Zielbild, eine gute Governance und langen Atem bei allen Beteiligten braucht. Die Studienergebnisse weisen dabei auf folgende Handlungsempfehlungen hin:

Langfristige Neuordnung der Akteurslandschaft

- Zunächst empfehlen wir, dass das Rheinische Revier im Rahmen des Strukturwandels eine Neuordnung der Akteurslandschaft in dem Sinne vollzieht, dass etwa zwei bis drei Innovationsfelder mit erfolgsversprechenden Wertschöpfungspotenzialen als Leuchtturmprojekte des Reviers besonders gefördert werden. So können Spezialisierungsvorteile zum Tragen kommen sowie regionale Stärken, Kompetenzen und Ressourcen auf zukünftige Wachstumsbranchen ausgerichtet werden (vgl. Kapitel 5.1.1 und 5.1.2).
- Die Förderung und Begleitung unternehmerischer Transformationsprozesse, gerade vor dem Hintergrund der Herausforderungen von Digitalisierung & Energiewende, sollten vor allem entlang der definierten Innovationsfelder weiter ausgebaut werden. Insbesondere vor dem Hintergrund der mittelständisch geprägten und eher traditionellen Unternehmenslandschaft hat dies eine wesentliche Bedeutung (vgl. Kapitel 0).
- Die beschriebenen Stärken des Reviers sollten gezielt und entlang der Innovationsfelder zur Ansiedlung FuE-starker Unternehmen/Niederlassungen genutzt und die größeren FuE-starken Unternehmen mit Sitz in der Region in den bevorstehenden Transformationsprozess einbezogen werden (vgl. Kapitel 5.1.4).

Vernetzung und Kooperation im Innovationsprozess unterstützen

- Das Brokering und der Wissen- und Technologietransfer zwischen regionaler Wirtschaft und Forschung sollten gezielt verbessert werden. Vernetzungs- und Kooperationsgelegenheiten könnten den Aufbau von Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft stärken. Insbesondere für bislang weniger innovationsaktive Unternehmen und KMU sollten spezifische Formen der Befähigung und Ansprache gefunden werden (vgl. Kapitel 5.2.1).
- Das Revier – insbesondere das Aachener Gründungsökosystem – zeichnet sich durch eine hohe Gründungsdynamik aus. Allein fehlt es an

Skalierungsmöglichkeiten für die jungen Unternehmen. Hier gilt es, die notwendigen Rahmenbedingungen zu verbessern (vgl. Kapitel 5.2.2).

- Wertschöpfungsketten lassen sich kaum in einer Region allein abbilden. Entsprechend empfiehlt es sich, um Wertschöpfung aus extraregionalen Kooperationsprojekten der Region zugutekommen zu lassen, gezielt und strategisch die überregionale Vernetzung auszubauen und die Kooperation mit benachbarten Regionen zu suchen (vgl. Kapitel 5.2.3).
- Zudem sollten die Innovationspotenziale zwischen Innovationsfeldern nicht außer Acht gelassen werden. Cross Innovation-Potenziale zwischen den Innovationsfeldern sollten gezielt adressiert werden (vgl. Kapitel 5.2.4).

Integration und Koordination für ein gemeinsames Revier

- Rund um die priorisierten Innovationsfelder sollte ein regionales gemeinsames Leitbild entstehen bzw. bestehende Leitbilder entsprechend geschärft und angepasst werden, um die Identität und Sichtbarkeit nach innen und außen zu entwickeln (vgl. Kapitel 5.3.2).
- Die bestehende Förderung sollte unbürokratischer und gezielter auf die Bedarfe der regionalen Unternehmen ausgerichtet werden. Eine eigene Serviceagentur könnte hier unterstützen. Zudem sollten Möglichkeiten zur Erweiterung der Förderkulisse, auch vor dem Hintergrund beihilferechtlicher Beschränkungen, geprüft werden (vgl. Kapitel 5.3.3).
- Wie in vielen politischen Prozessen zeigt sich auch hier deutlich, dass es einer besseren Abstimmung zwischen den verwandten beteiligten Ressorts (Raumentwicklung, Infrastruktur, Planung) zur Attraktivitätssteigerung und langfristigen Gestaltung der Transformation des Reviers bedarf (vgl. Kapitel 5.3.4).
- Abschließend weisen die hier formulierten Handlungsempfehlungen auf einen wesentlichen Punkt hin. Der vor dem Revier liegende Transformationsprozess bedarf einer zentralen revierweiten Koordinierung, Steuerung und Entwicklung einer Innovationsstrategie (vgl. Kapitel 5.3.1).

Den Autor*innen dieser Studie ist bewusst, dass die Umsetzung der hier beschriebenen Handlungsempfehlungen im Vergleich leicht zu formulieren, aber schwer zu realisieren ist. Daher sei hier noch einmal auf die Komplexität und Langfristigkeit des vor dem Revier liegenden Transformationsprozesses hingewiesen. Die Studie zeigt dennoch eine Reihe an konkreten, wissenschaftlich und empirisch fundierten Anknüpfungspunkten für konkrete Maßnahmen auf. So weist sie abschließend und vor dem Hintergrund unterschiedlicher Bedarfe und Zielvorstellungen beteiligter Akteure auf den Bedarf koordinierter Entwicklungs-, Förder- und Transferaktivitäten hin. Diesen sollte eine revierübergreifende Innovationsstrategie zu Grunde liegen. Deren Umsetzung bedarf wiederum einer zentralen und mit weitreichenden Kompetenzen ausgestatteten Organisation und Governancestruktur, welche bottom-up getriebene Initiativen mit top-down definierten Leitplanken zusammenbringt, um bestehende Stärken strategisch zu entwickeln und regionale Wertschöpfung in zukünftigen Wachstumskernen anzulegen (vgl. Kapitel 7.1).

Zur gezielten Entwicklung von hier identifizierten Innovationsfeldern sollte sich eine organisatorische Einheit dieser zentralen Organisation der revierweiten, themenspezifischen Wirtschafts- und Innovationsförderung widmen. Die besonderen Erschließungspotenziale der verschiedenen Innovationsfelder (vgl. Kapitel 6) erfordern eine spezifische Strategieentwicklung, Förderung, Vernetzung und Unterstützung. In Abstimmung mit der zentralen Organisation sollte diese organisatorische Einheit mit diesen themenspezifischen Aufgaben betraut werden. Ziel dieser organisatorischen Einheit ist es, in den Innovationsfeldern eine kritische Masse zu erreichen. Innovationsfelder sollten daher nicht nur revierweit betreut, sondern auch jeweils an als

besonders geeigneten, räumlich vordefinierten Orten konzentriert werden. An diesen Kristallisationskernen sollen durch Verdichtung von Akteuren, Wertschöpfung, Vernetzung und innovationsfeldspezifischen Infrastrukturen Agglomerationsvorteile und eine stärkere Sichtbarkeit nach außen entstehen. Zugleich befördert diese organisatorische Einheit die cross-sektorale Vernetzung zwischen Innovationsfeldern.

Mithilfe dieser organisatorischen Einheit, welche innovationsfeldspezifisch wirkt, kann es dem Rheinischen Revier – unter Berücksichtigung von Komplementaritäten mit angrenzenden Regionen – gelingen, eine Modellregion für die Inwertsetzung von Schlüsseltechnologien zu werden. Hier empfehlen wir zu prüfen, inwieweit neue Förderkonzepte – wie z.B. die Important Projects of Common European Interest – genutzt werden können, um vor dem Hintergrund des übergeordneten globalen und gesamtwirtschaftlichen Interesses an Beiträgen zum „Green New Deal“ ein erweitertes Verständnis der Innovationsförderung bei erleichterten Rahmenbedingungen des EU-Beihilferechts zu ermöglichen (vgl. Kapitel 7.2).

Fazit

9 Literaturverzeichnis

- Albrecht, P.-G., & Lequy, A. (2020). Hochschulen, Wissens- und Technologietransfer und regionale Entwicklung. In J. Cai, H. Lackner, & Q. Wang (Eds.), *Jahrbuch Angewandte Hochschulbildung 2018* (pp. 195–210). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27273-9_13
- Alpaydin, U. A. R. & Fitjar, R. D. (2020). Proximity across the distant worlds of university–industry collaborations. *Papers in Regional Science*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1111/pirs.12586>.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1995). The globalisation of technology: a new taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*.
- Asheim, B. (2007). Differentiated Knowledge Bases and Varieties of Regional Innovation Systems. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20(3), 223–241.
- Asheim, B. T. (2016): Regional innovation systems: past – present – future. In: Shearmur, R., Carrincazeaux, C. & Doloreux, D. (eds.): *Handbook on the geographies of innovation*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 45–62.
- Asheim, B. T., Boschma, R., & Cooke, P. (2011). Constructing Regional Advantage: Platform Policies Based on Related Variety and Differentiated Knowledge Bases. *Regional Studies*, 45(7), 893–904.
- Asheim, B. T. & Coenen, L. (2005): Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. *Research Policy* 34 (8), 1173–1190. DOI:10.1016/j.respol.2005.03.013.
- Balland, P.-A., & Rigby, D. (2016): The Geography of Complex Knowledge. *Economic Geography*, 1–23. DOI:10.1080/00130095.2016.1205947.
- Bartels, B., Ermel, U., Sandborn, P., Pecht, M. G. (2012): *Strategies to the Prediction, Mitigation and Management of Product Obsolescence*. John Wiley & Sons.
- Bathelt, H., & Glückler, J. (2012). *Wirtschaftsgeographie: Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive; 22 Tabellen* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl.). UTB Geowissenschaften, Soziologie, Wirtschaftswissenschaften, Politikwissenschaften: Vol. 8217. Stuttgart: Ulmer.
- BioökonomieREVIER (2021). Eine Region auf dem Weg zu biobasiertem Wirtschaften. <https://www.biooekonomierevier.de/revier>
- Blöcker, A., Jürgens, U., & Meißner, H.-R. (2009). *Innovationsnetzwerke und Clusterpolitik in europäischen Automobilregionen: Impulse für Beschäftigung. Soziologie Forschung und Wissenschaft: Vol. 31*. Münster, Westf: LIT. <http://www.gbv.de/dms/zbw/612668045.pdf>
- Bloomberg (2020). German Flying Taxi Startup Joins Unicorn Club With New Funding. 09.06.2020, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-06-08/german-flying-taxi-startup-joins-unicorn-club-with-new-funding>.
- Boschma, R. A. (1997). New industries and windows of locational opportunity. A long-term analysis of Belgium. *Erdkunde*, 51 (1), 12–22.
- Boschma, R. A. (2016). Relatedness as driver of regional diversification: A research agenda. *Regional Studies* 51 (3), 351–364. DOI:10.1080/00343404.2016.1254767.
- Brenner, N. (2004). Urban governance and the production of new state spaces in western Europe, 1960–2000. *Review of International Political Economy*, 11(3), 447–488. <https://doi.org/10.1080/0969229042000282864>
- Brenner, T. (2006). Identification of Local Industrial Clusters in Germany. *Regional Studies*, 40 (9), 991–1004.

- Byrski, K., Fischer, C., & Hamm, R. (2019). Spezifische Standortanforderungen innovativer und wissensintensiver Unternehmen – empirische Befunde für den Mittleren Niederrhein. *Standort*, 43, 288–293.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016): *Daten und Fakten zum deutschen Forschungs- und Innovationssystem. Ergänzungsband I*. Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020). Förderkatalog. <https://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/SucheAction.do?actionMode=searchmask>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2021). <https://www.bmbf.de/de/zukunftcluster-initiative-9195.html>
- Cai, J., Lackner, H., & Wang, Q. (Eds.) (2020). *Jahrbuch Angewandte Hochschulbildung 2018*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27273-9>
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035301>
- Coenen, L., Asheim, B., Bugge, M. M. & Herstad, S. J. (2017): Advancing regional innovation systems: What does evolutionary economic geography bring to the policy table? *Environment and Planning C: Politics and Space* 35 (4), 600–620. DOI:10.1177/0263774X16646583.
- Coenen, L., Moodysson, J. & Martin, H. (2015): Path Renewal in Old Industrial Regions: Possibilities and Limitations for Regional Innovation Policy. *Regional Studies* 49 (5), 850–865. DOI:10.1080/00343404.2014.979321.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Content, J., & Frenken, K. (2016). Related variety and economic development: a literature review. *European Planning Studies*, 24(12), 2097–2112. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1246517>
- Cooke, P. (Ed.) (2003). *The rise of the rustbelt* (Reprinted.). London, New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Cooke, P., & Morgan, K.J. (1994). The regional innovation system in Baden-Württemberg. *International Journal of Technology Management*, 9 (3-4), 394-429.
- DESTATIS (2020): Universitätsprofessorinnen und -professoren warben im Jahr 2018 mehr Drittmittel ein: +5,8 % gegenüber Vorjahr. Pressemitteilung Nr. 371 vom 24. September 2020. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/09/PD20_371_213.html
- Deutsches Patent- und Markenamt (2021). <https://www.dpma.de/dpma/veroeffentlichungen/statistiken/csv-statistiken/index.html>
- Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2021): Landesregierung veröffentlicht europaweite Ausschreibung für Scale-up-Programm. Pressemitteilung vom 04.02.2021. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/landesregierung-veroeffentlicht-europaweite-ausschreibung-fuer-scale-programm>.
- Doloreux, D. & Porto Gomez, I. (2016): A review of (almost) 20 years of regional innovation systems research. *European Planning Studies* 25 (3), 371–387. DOI:10.1080/09654313.2016.1244516.
- Dominguez Lacasa, I., Dornbusch, F. & Klement, B. (2018). Auswertung nationaler und internationaler Erfahrungen zum Strukturwandel. Forschungsprojekt Nr. 52/17. Abschlussbericht. Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Februar 2018.
- Dornbusch, F. (2018). Global Competition in Microelectronics Industry from a European perspective: Technology, Markets and Implications for Industrial Policy. Fraunhofer IMW. Leipzig, März 2018.

- Dunning, J. H., & Narula, R. (1995). The R&D Activities of Foreign Firms in the United States. *International Studies of Management & Organization*, 25(1-2), 39–74. <https://doi.org/10.1080/00208825.1995.11656651>
- Edquist, C. (2005): Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. In: Fagerberg, J., Mowery, D. C. & Nelson, R. R. (eds.): *Oxford Handbook of Innovation // The Oxford handbook of innovation*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Eurostat (2020). High-tech industry and knowledge-intensive services (htec). Reference Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS). Compiling agency: Eurostat, the statistical office of the European Union.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2020). <https://www.efre.nrw.de/daten-fakten/liste-der-vorhaben/>
- Europäische Kommission (2020). CORDIS. <https://cordis.europa.eu>
- Europäisches Patentamt (2020). PATSTAT. https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat_de.html
- Feldman, M., & Lowe, N. (2017). Evidence-based economic development policy. *Innovations: Technology, governance, globalization*, 11 (3-4), 34-49.
- Fisher, G. J., & Fang, Eric (Er) (2018): Customer-driven innovation: a conceptual typology, review of theoretical perspectives, and future research directions. In Golder, P. N., & Mitra, D. (Hrsg.): *Handbook of Research on New Product Development*. 60-80. <https://doi.org/10.4337/9781784718152.00011>.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in Historical Perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5–24.
- Frenken, K., & Boschma, R. A. (2007). A theoretical framework for evolutionary economic geography: Industrial dynamics and urban growth as a branching process. *Journal of Economic Geography* 7 (5), 635–649. DOI:10.1093/jeg/lbm018.
- Huggins, R., Thomalla, R. (2003). Promoting Innovation through Technology Networks in North-Rhine-Westphalia. In P. Cooke (Ed.), *The rise of the rustbelt* (pp. 20–40). London, New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- IAB Nordrhein-Westfalen (2020): Die Braunkohlebranchen des Rheinischen Reviers und der Tagebaukreise. IAB-Regional. Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz. 2|2020.
- Industrie- und Handelskammer Aachen (2020a). *Technologie- und Gründerzentren*. <https://www.aachen.ihk.de/innovation/technologie/technologiezentren-605844>
- Industrie- und Handelskammer Aachen (2020b). *Technologiegründungen und -unternehmen in der Wirtschaftsregion Aachen, Düren, Euskirchen & Heinsberg: Studie 2020*.
- Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (2020).
- Isaksen, A., Martin, R., & Trippel, M. (Eds.) (2018). *New Avenues for Regional Innovation Systems - Theoretical Advances, Empirical Cases and Policy Lessons*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71661-9>
- Isaksen, A., Tödtling, F., & Trippel, M. (2018). Innovation Policies for Regional Structural Change: Combining Actor-Based and System-Based Strategies. In A. Isaksen, R. Martin, & M. Trippel (Eds.), *New Avenues for Regional Innovation Systems - Theoretical Advances, Empirical Cases and Policy Lessons* (pp. 221–238). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71661-9_11
- Kahl, J., & Scheuplein, C. (2016). *Berliner Venture Capital Report 2016*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36533.88802>
- Kelle, U. (2007). *Die Integration qualitativer und quantitativer Methoden in der empirischen Sozialforschung*. Theoretische Grundlagen und methodologische Konzepte. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Klement, B. (2018). *Cumulative and Combinatorial Knowledge Dynamics: Their Role for Continuity and Change in Regional Path Development*. Dissertation. Philipps-Universität Marburg.
- Kuemmerle, W. (1997). Building Effective R&D Capabilities Abroad. *Harvard Business Review*.
- Lee, A. (2013): Welcome To The Unicorn Club: Learning From Billion-Dollar Startups. Techcrunch, 2. November 2013. <https://techcrunch.com/2013/11/02/welcome-to-the-unicorn-club>
- Linkedin (2021): RWTH Aachen University – Alumni. <https://www.linkedin.com/school/rwth-aachen-university/people/>
- Maria Cardella, G., Hernández-Sánchez, B. R. & Sánchez-García, J. C. (2020): Women Entrepreneurship: A Systematic Review to Outline the Boundaries of Scientific Literature. *Frontiers in Psychology*. 11. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01557/full
- Martin, R. & Moodysson, J. (2013): Comparing knowledge bases: On the geography and organization of knowledge sourcing in the regional innovation system of Scania, Sweden. *European Urban and Regional Studies* 20 (2), 170–187. DOI:10.1177/0969776411427326.
- McNeill, D. (2016): Governing a city of unicorns: technology capital and the urban politics of San Francisco. *Urban Geography*, 37(4), 494–513. DOI: 10.1080/02723638.2016.1139868.
- Metzger, G. (2020a): Blitzbefragung: Auswirkungen der Corona-Pandemie treffen Selbständige hart, Fokus Volkswirtschaft Nr. 282, KfW Research.
- Metzger, G. (2020b): KfW-Start-up-Report 2020. Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe.
- North, D. C. (1990): *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press.
- Orser, B., Riding, A., & Stanley, J. (2012): Perceived career challenges and response strategies of women in the advanced technology sector. *Entrepreneurship & Regional Development*, 24(1-2), 73-93. DOI:10.1080/08985626.2012.637355
- PlumX Analytics (2020): About PlumX Metrics. <https://plumanalytics.com/learn/about-metrics/>
- Prognos AG (2017): Wirtschaftsstudie Region Aachen 2017. Auftraggeber: Region Aachen Zweckverband. Düsseldorf/Aachen.
- Prognos AG (2018): *Zukünftige Handlungsfelder zur Förderung von Maßnahmen zu Strukturanpassung in Braunkohleregionen*. Metastudie. Forschungsauftrag 24/17. Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin.
- Prognos AG (2019): *Wirkungsraumanalyse. Region Düsseldorf-Kreis Mettmann / Rheinisches Revier*. Auftraggeber: Regionalmanagement Düsseldorf-Kreis Mettmann.
- Prognos AG (2021): Wirtschaftsstudie Region Aachen 2020. Auftraggeber: Region Aachen Zweckverband. Aachen.
- Raddats, C., Kowalkowski, C., Benedettini, O., Burton, J., & Gebauer, H. (2019): Servitization: A contemporary thematic review of four major research streams. *Industrial Marketing Management*, 93, 207-223.
- Ries, E. (2011). *The lean startup: The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses* (1. Aufl.). USA: Crown Business.
- RWI (2018). Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die deutschen Braunkohleregionen. Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Projektnummer: I C 4 – 25/17. Endbericht – Januar 2018.
- Schmidt, M.C., Frondel, M., Budde, R., Dehio, J., Janßen-Timmen, R., Rothgang, M., Schmidt, T. (2018). *Erarbeitung aktueller vergleichender Strukturdaten für die*

- deutschen Braunkohleregionen. Projektbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Essen.
- Schmoch, U. (2008). *Concept of a Technology Classification for Country Comparisons: Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO)*. Karlsruhe.
- SciVal (2020). SciVal-Datenbank.
<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
- SciVal (2021). <https://www.elsevier.com/solutions/scival/releases/topic-prominence-in-science>
- Scopus (2020). Scopus-Datenbank.
<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>
- Sölvell, Ö., Lindqvist, G., & Ketels, C. H. (2003). *The Cluster Initiative Greenbook* (1. ed.). Stockholm: Ivory Tower.
- Sotarauta, M., & Beer, A. (2021). *Handbook on City and Regional Leadership*. [S.l.]: Edward Elgar Publishing.
- Startup Genome (2020). *The Rhineland Ecosystem: Vision 2025. A Study by Startup Genome on behalf of the Ministry of Economic Affairs, Innovation, Digitalization and Energy of the State of North Rhine Westphalia*. San Francisco, Berlin, Dehli.
- Statistisches Bundesamt (2019). *Universitätsprofessorinnen und -professoren warben im Jahr 2018 mehr Drittmittel ein: +5,8 % gegenüber Vorjahr* [Press release]. Wiesbaden.
- Strambach, S., & Klement, B. (2012): Cumulative and Combinatorial Micro-dynamics of Knowledge: The Role of Space and Place in Knowledge Integration. *European Planning Studies* 20 (11), 1843–1866. DOI:10.1080/09654313.2012.723424.
- Strambach, S., & Klement, B. (2013): Exploring plasticity in the development path of the automotive industry in Baden-Württemberg: The role of combinatorial knowledge dynamics. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 57 (1-2). DOI:10.1515/zfw.2013.0006.
- Strambach, S., & Klement, B. (2016). Resilienz aus wirtschaftsgeographischer Perspektive: Impulse eines „neuen“ Konzepts. In R. Wink (Ed.), *Studien zur Resilienzforschung. Multidisziplinäre Perspektiven der Resilienzforschung* (pp. 263–294). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-09623-6_12
- Tödtling, F. & Trippl, M. (2013): Transformation of regional innovation systems: From old legacies to new development paths. In: Cooke, P. (ed.): *Reframing Regional Development: Evolution, Innovation and Transition*. Routledge, London/New York, 29–53.
- Wink, R. (Ed.) (2016). *Studien zur Resilienzforschung. Multidisziplinäre Perspektiven der Resilienzforschung*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-09623-6>
- Zukunftsagentur Rheinisches Revier (2021). Projektsteckbriefe und interaktive Projektmappe. <https://www.rheinisches-revier.de/projekte>, letzter Zugriff: 26.02.2021.

I. Daten

Daten

Publikationsdaten

Scopus

Für die Publikations- und Kooperationsanalyse wurde die Publikationsdatenbank Scopus genutzt. Die Publikationsdaten beziehen sich dabei auf referenzierte Artikel in wissenschaftlichen Fachzeitschrift und Konferenzbeiträge, die zwischen dem 01.01.2015 und dem 31.12.2019 veröffentlicht wurden. Mithilfe der über 60 Städte- und Gemeindennamen des RR wurde in den Metadaten der Publikationen nach den Ortsangaben der Organisationen (AFFILIATION CITY) gesucht. Zusätzlich wurde in der Datenbank nach Akteuren des RR gesucht (siehe Akteursdatenbank), um sicherzustellen, dass Publikationen mit fehlenden Ortsangaben in die Analyse einbezogen werden.

Der Rohdatensatz mit 36.101 Publikationen wurde mit Hilfe der skizzierten Suchstrategie aus der Scopus-Datenbank generiert und in einem weiteren Schritt bereinigt. Die Metadaten der über 1.060 Organisationen, davon 721 aus dem RR, wurden manuell vereinheitlicht, z.B. indem unterschiedliche Schreibweisen der Organisationsnamen zusammengeführt, fehlende Ortsangaben ergänzt bzw. Arbeitsgruppen oder Institute der höchsten Ebene der Aufbauorganisation zugeordnet worden sind. Neben den Akteuren aus dem RR wurden die Metadaten für die Kooperationspartner aus der Rheinschiene (Bonn, Düsseldorf, Köln, Leverkusen) und dem erweiterten Interaktionsraum (Hasselt, Leuven, Liege, Maastricht) aufbereitet.

Der bereinigte Datensatz umfasst 35.187 Publikationen von 574 Organisationen, davon 378 aus dem RR. Die Auswertung der Ko-Publikationen erfolgte über die diskrete Zählung von Scopus EIDs (electronic identifier) auf Ebene der publizierenden Organisationen und der Gebietskörperschaften des RR mit dem Ziel, die Forschungs- und Entwicklungsleistung im RR und deren Kooperationsbeziehungen, gemessen in Ko-Publikationen, zu erfassen.

PlumX

Die Analyse der Resonanzanalyse basiert auf Daten von PlumX Metrics. Die Resonanzdaten beziehen sich auf referenzierte Artikel in wissenschaftlichen Fachzeitschrift und Konferenzbeiträge, die zwischen Zeitraum von 2015 bis 2019 veröffentlicht wurden. Mit Hilfe der 36.101 Scopus EIDs aus der Kooperationsanalyse wurde am 3. November 2020 in der Datenbank nach entsprechenden Publikationen gesucht. Der Rohdatensatz mit 36.049 Einträgen wurde in einem weiteren Schritt über die Scopus EIDs mit dem bereinigten Publikationsdatensatz der Kooperationsanalyse zusammengeführt, sodass Resonanzdaten für 33.797 Publikationen in die Analyse eingeflossen sind.

SciVal

Ein großer Teil der Analysen zur Identifizierung der Innovationsfelder entstammt der SciVal-Datenbank, welche zum Elsevier-Verlag gehört. Diese verfügt über die gleiche Datenbasis wie die Scopus-Datenbank und weist mit der Definition von Topics (Forschungsthemen) und Topic Clustern (Forschungsfeldern) eine konsistente Klassifikation von Forschungsinhalten auf, welche deutlich feiner als die sonst üblichen Zuordnungen zu Fachdisziplinen ist. Mithilfe von Zitations- und Clusteranalysen werden

Daten	wissenschaftliche Publikationen jeweils in ein Topic zugewiesen. Mehrere Topics die ähnliche Inhalte aufweisen, werden in Topic Clustern zusammengelegt. Die Topic-Nummern bleiben auch in Zukunft erhalten und eignen sich so für weitere Analysen, die den Strukturwandel begleiten.
-------	--

Patentdaten

Die Patentanalyse basiert auf Daten der Patentdatenbank PATSTAT 2019b des Europäischen Patentamtes. Die Patentdaten beziehen sich auf weltweite Patentanmeldungen, die im Zeitraum von 2015 bis 2019 zum Patent angemeldet wurden. Das Prioritätsdatum der ersten Patentanmeldung wurde als Referenzdatum für die Analyse gewählt. Patentanmeldungen werden in der Regel erst 18 Monate nach dem Prioritätsdatum veröffentlicht, sodass die Daten ab dem Jahr 2017 noch unvollständig sind. Analog zu dem oben skizzierten Vorgehen erfolgte eine Suche nach Patentanmeldern aus dem RR mithilfe der relevanten Städte- und Gemeinidenamen in den hinterlegten Adressdaten (PERSON_ADDRESS) der Datenbank.

Der Rohdatensatz mit 6,48 Mio. Patentfamilien¹¹⁷ wurde mit Hilfe der skizzierten Suchstrategie aus der PATSTAT-Datenbank geladen und in einem weiteren Schritt aufbereitet. Die Anmeldedaten der über 1,2 Mio. Anmeldern, davon 396 Anmelder aus dem RR, wurden nach dem oben skizzierten Vorgehen zusammengeführt und aufbereitet. Neben den Akteuren aus dem RR wurden die Anmeldedaten für die Kooperationspartner entsprechend aufbereitet. Die Auswertung der Patentdaten erfolgte über die diskrete Zählung von Patentfamilien (DOCDB_FAMILY_ID) auf Ebene der patentierenden Organisationen. Patentanmeldungen von natürlichen Personen (Einzelerfindern) wurden nicht in die Analyse einbezogen. Der analysierte Datensatz enthält 2305 Patentfamilien von 426 Organisationen, davon 209 aus dem RR.

Projektdaten

Für die Analyse der öffentlich geförderten Innovationsprojekte wurden Datensätze verwendet, welche Vorhaben im Bericht Innovation auflisten, die durch den Bund, das Land Nordrhein-Westfalen/EU oder der EU gefördert wurden. Die Datenquellen hierfür sind der Förderkatalog (FÖKAT), die Liste von Vorhaben die durch den Europäischen Fonds für Regionalentwicklung durch das Land Nordrhein-Westfalen finanziert wurden (EFRE.NRW) sowie die Datenbank CORDIS, die alle von der EU geförderten FuE-Projekte enthält. In allen Datenbanken wurden jene Projekte identifiziert, in denen mindestens ein Projektteilnehmer im Rheinischen Revier ansässig ist und mindestens ein Teil der Projektlaufzeit im Untersuchungszeitraum (01.01.2015 – 31.12.2019) lag.

Die vom Bund und seinen Ministerien geförderten Projekte sind im FÖKAT (Förderkatalog) enthalten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nicht alle Ressorts die von ihnen geförderten Vorhaben in die Datenbank eintragen. So sind zum Beispiel die Projekte des Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) nicht im

¹¹⁷ Eine Patentfamilie ist eine Gruppe von Patentanmeldungen, der gleiche oder technisch ähnliche Erfindung zugrunde liegen.

Kooperationsanalyse

In der Kooperationsanalyse unterscheiden wir drei Formen der Kooperation im Regionalen Innovationssystem: erkenntnis-, transfer- und umsetzungsorientierte Vernetzung. Die Kooperationsform bestimmen wir auf Basis der Akteurskonstellation in Ko-Publikationen und Ko-Patenten. Hierfür wurden die Akteursdaten mit Hilfe von bestehenden Klassifikationen und semantischen Analysen in die Gruppen Wissenschaftseinrichtungen und Wirtschaft unterteilt. Die Gruppe der Wissenschaftseinrichtungen umfasst Hochschulen, Universitätskliniken und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Die Gruppe der Unternehmen dagegen umfasst private und öffentliche Unternehmen, Krankenhäuser und Arztpraxen. Die Akteursdaten für die Analyse der Ko-Publikationen wurden mithilfe der Scival Klassifikation ergänzt, wobei fehlende Klassifikationen händisch ergänzt wurden. Die Einteilung der Ko-Patente basiert auf der bestehenden Klassifizierung (PSN_SECTOR), lediglich fehlende Einträge wurden ergänzt.

Erkenntnisorientierte Kooperationen beziehen sich auf Ko-Publikationen und Ko-Patente in denen zwei oder mehr Wissenschaftseinrichtungen zusammenarbeiten. Analog dazu arbeiten in umsetzungsorientierten Kooperationen zwei oder mehr Unternehmen zusammen. Kooperationen mit der Beteiligung von mindestens einer Wissenschaftseinrichtung und mindestens einem Unternehmen definieren wir als transferorientierte Kooperationen. Diese sind für den wissensbasierten Strukturwandel von besonderem Interesse und stehen im Fokus unserer Analysen.

Zuweisung von Innovationsfeldern in Patenten und Projekten

Die Analyse der zehn Innovationfelder auf Basis der Patentdaten basiert auf einer semantischen Analyse. Die SciVal-Datenbank liefert für alle Topic Cluster und Topics die 15 am häufigsten verwendeten Schlagwörter (Top 15 Keyphrases). Für die identifizierten Innovationsfelder wurde auf Basis dieser Schlagwörter der entsprechenden Topic Cluster (siehe dazu die strukturierten Übersichten der Innovationsfelder) ein Suchstring entwickelt. In den Patentdaten wurde in Titel und Abstract der Patentanmeldungen nach den definierten Schlagworten gesucht. Eine Übersetzung der Schlagwörter wurde nicht vorgenommen, sodass lediglich Patentfamilien mit einem englischen Titel und Abstract in die Analyse einbezogen wurden. Um die Zuordnung der Patente zu den zehn Innovationfeldern zu verbessern, wurde bestimmte Wordkombinationen ausgeschlossen. Beispielsweise enthält ein Topic Cluster des Innovationsfeld Digitale Medizin das Wort „coil“ (Spule) aufgrund des Bezuges zu Kernspintomografen. Da Spulen auch in der Automobilproduktion verwendet werden, mussten die Worte „motor“ und „vehicle“ als Ausschlusskriterien in der Suchstrategie eingetragen werden. Durch diese Methode ist es möglich (und kommt vor), dass Patente mehreren Innovationsfeldern zugeordnet sind. Vor diesem Hintergrund ist darauf hinzuweisen, dass die hier angegebenen Patentaktivitäten je Innovationsfeldern nur eine grobe Abschätzung des Patentaufkommens darstellen können.

Für die Zuweisung von Projekten zu Innovationsfeldern wurde die Leistungsplansystematik im Förderkatalog (FÖKAT) auf Sechsteller-Ebene verwendet. Die Leistungsplansystematik klassifiziert die Forschungsausgaben des Bundes unabhängig von Ressorts nach forschungsthematischen Kriterien. Die Zuordnung der einzelnen Projekte erfolgt seitens der Fördermittelgeber anhand von Schwerpunkten der

geförderten Projekte,¹¹⁸ dabei kann jedem Projekt nur eine Leistungsplanklasse zugeordnet werden. Im Rahmen dieser Studie wurden ein semantisches Matching zwischen den Innovationsfeldnamen sowie der zugehörigen Forschungsfeld-Inhalte mit der Bezeichnung der Leistungsplansystematik vorgenommen. Dabei wurde eine Leistungsplansystematik-Klasse jeweils einem Innovationsfeld zugeordnet. Vor diesem Hintergrund ist darauf hinzuweisen, dass die hier angegebenen Projektaktivitäten je Innovationsfeldern nur eine grobe Abschätzung der geförderten Projekte darstellen können.

¹¹⁸ BMBF 2016