

Häußermann, Johann Jakob et al.

Research Report

Open Transfer: Ergebnisse des BMBF-geförderten
Verbundprojektes zu Wissenschaft-Wirtschaft-Kooperationen in den
Branchen Mikroelektronik, Optik sowie Mobilität und Verkehr

Provided in Cooperation with:

WZB Berlin Social Science Center

Suggested Citation: Häußermann, Johann Jakob et al. (2018) : Open Transfer: Ergebnisse des BMBF-geförderten Verbundprojektes zu Wissenschaft-Wirtschaft-Kooperationen in den Branchen Mikroelektronik, Optik sowie Mobilität und Verkehr, Fraunhofer Center for Responsible Research and Innovation, Berlin,
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0011-n-4946701>

This Version is available at:
<http://hdl.handle.net/10419/180058>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



OPEN TRANSFER

ERGEBNISSE DES BMBF-GEFÖRDERTEN VERBUNDPROJEKTES ZU
WISSENSCHAFT-WIRTSCHAFT-KOOPERATIONEN IN DEN BRANCHEN
MIKROELEKTRONIK, OPTIK SOWIE MOBILITÄT UND VERKEHR

OPEN TRANSFER

Ergebnisse des BMBF-geförderten Verbundprojektes zu
Wissenschaft-Wirtschaft-Kooperationen in den Branchen
Mikroelektronik, Optik sowie Mobilität und Verkehr

Center for Responsible
Research and Innovation

 **Fraunhofer**
IAO

WZB




GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kontaktadressen:

Prof. Dr. Martina Schraudner
Center for Responsible Research and Innovation
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
Hardenbergstraße 20
10623 Berlin
Telefon: +49 30 6807969-0
E-Mail: martina.schraudner@iao.fraunhofer.de

Prof. Dr. Andreas Knie
Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung
Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik und
Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel
Reichpietschufer 50
10785 Berlin
Telefon: +49 30 25491-588 | Fax - 530
E-Mail: andreas.knie@wzb.eu

Autor/-innen:

Johann Jakob Häußermann, Marie Lena Heidingsfelder, Antonia Muschner, Dr. Fabian Schroth, Anna Sinell
(Fraunhofer CeRRI, Fallstudie Optik und Mikroelektronik)

Dr. phil. Karin Zimmermann
(WZB, Fallstudie Mobilität und Verkehr unter Mitarbeit von Aljoscha Nick (InnoZ))

Gestaltung und Illustration: Lynn Harles und Sandra Riedel

Druckerei: Laserline Digitales Druckzentrum Bucec & Co. Berlin KG

© Fraunhofer Center for Responsible Research and Innovation, 2018

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

Das dieser Publikation zugrunde liegende Projekt „Open Transfer. Sondierung neuer Kooperations- und Austauschformate zwischen Forschung und Wirtschaft im Kontext innovativer Marktplattformen“ mit dem Förderkennzeichen 01IO1618 wurde vom BMBF gefördert.

OPEN TRANSFER

Ergebnisse des BMBF-geförderten Verbundprojektes zu
Wissenschaft-Wirtschaft-Kooperationen in den Branchen
Mikroelektronik, Optik sowie Mobilität und Verkehr

INHALTSVERZEICHNIS

01	09	EINLEITUNG
02	12	MIKROELEKTRONIK & OPTIK
	14	Branchenbeschreibung
	20	Interne Organisation von Forschung und Entwicklung
	29	Kooperationen und Wertschöpfung
	41	Schlussfolgerungen und Ausblick
03	46	MOBILITÄT & VERKEHR
	48	Branchenbeschreibung
	53	Interne Organisation von Forschung und Entwicklung
	58	Kooperationen und Wertschöpfung
	66	Schlussfolgerungen und Ausblick
04	72	AUSBLICK
05	78	LITERATUR

EINLEITUNG

Digitalisierung und neue Innovationszyklen stellen wissensintensive Branchen vor große Herausforderungen. Neue Innovationsstrategien und neue Geschäftsmodelle ersetzen konventionelle Wertschöpfungsmuster. Der daraus resultierende Veränderungsdruck betrifft sowohl die interne Wissensproduktion von Unternehmen als auch ihre Forschungs- und Innovationskooperationen mit externen Forschungseinrichtungen: Die Aufgabenprofile und Anforderungen an die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen verändern sich, der Stellenwert externen Wissens nimmt zu und alternative Formen der Kooperation gewinnen an Bedeutung. Im Projekt „Open Transfer“ wurden etablierte und innovative Kooperationsformate zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in den Branchen Mikroelektronik, Optik und Mobilität und Verkehr beforscht. Die vorliegende Publikation stellt zentrale Ergebnisse des Projektes anhand von zwei Fallstudien dar: Für die Enabler-Branchen Mikroelektronik und Optik (untersucht durch das Fraunhofer CeRRI) und für die Branche Mobilität und Verkehr (untersucht durch das WZB und das InnoZ). Das abschließende Fazit diskutiert die Ergebnisse aus den beiden Fallstudien unter dem Konzept der Innovationsökosysteme.

Der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse und neuer Technologien in wirtschaftlich erfolgreiche Anwendungen ist zentral für die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft von Innovationssystemen. Vor diesem Hintergrund wurden im Forschungsprojekt unter dem Titel „Open Transfer“ zwei Ziele verfolgt: Erstes Ziel des Projektes war es, Transferformate wissenschaftlich zu untersuchen und zu analysieren. Darüber hinaus zielt das Forschungsprojekt durch die Darstellung unterschiedlicher und innovativer Kooperationsformate darauf, den Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft weiter zu öffnen und zu fördern. Zu diesem Zweck wurden Befragungen und Fokusgruppengespräche mit Vertreterinnen und Vertretern von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und der Forschungspolitik durchgeführt. Diese bieten einen detaillierten Einblick in Kooperationsformate in den Branchen Mikroelektronik, Optik sowie Mobilität und Verkehr unter dem Vorzeichen der Digitalisierung.

DIE FOKUSBRANCHEN: MIKROELEKTRONIK, OPTIK & MOBILITÄT UND VERKEHR

Mit der Digitalisierung entstehen völlig neue Möglichkeiten und Plattformen für den Austausch von Informationen und völlig neue Zugänge zu Innovationsprozessen – sowohl innerhalb von Unternehmen als auch an der Schnittstelle zu Forschungseinrichtungen oder auch Endkunden. Die damit verbundenen Herausforderungen und Chancen für Innovationen betreffen alle wissensintensiven Branchen. Vor diesem Hintergrund zielte das Forschungsprojekt „Open Transfer“ darauf, den Umgang mit den neuen Herausforderungen anhand der Fokusbranchen Mikroelektronik, Optik und Mobilität/Verkehr aufzuzeigen. Grundlage für diese Auswahl war die Hypothese, dass sich die drei Branchen in ihren Innovationsprozessen und ihrer strategischen Orientierung unterscheiden.

Mit der **Optik** wurde eine durch die Digitalisierung stark veränderte, forschungsintensive Branche ausgewählt. Die optischen Technologien tragen erheblich zur Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen bei und gelten in Zeiten der Globalisierung als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Mit einer Exportquote von knapp 70 Prozent ist die Optik eine der am stärksten exportorientierten Branchen der deutschen Wirtschaft. Vernetzung und Prozesse der externen Wissensgenerierung sind für die Innovationsfähigkeit der meist kleinen und mittleren Unternehmen der Optikbranche daher besonders relevant.

Mit der **Mikroelektronik** wurde eine Branche der Investitionsgüterindustrie ausgewählt, die als wichtiger Enabler im B2B Bereich agiert und eine Vielzahl großer Unternehmen umfasst. Un-

ternehmen der Mikroelektronik verfügen über starke FuE- Abteilungen und nehmen als Enabler eine wichtige Funktion für die Digitalisierung in ganz unterschiedlichen Branchen ein.

Im Unterschied zu den Unternehmen der Optik und Mikroelektronik agieren Unternehmen der Branche **Mobilität** und **Verkehr** meist im B2C-Bereich und damit im direkten Wettbewerb um Kunden. Im Bereich Mobilität und Verkehr sind in den letzten 10 Jahren durch digitale Marktplattformen neue Geschäftsmodelle entstanden, die, wie das viel zitierte Beispiel Uber zeigt, etablierte Branchen wie das Taxigewerbe gleichsam über Nacht in ihrer Existenz bedrohen können.

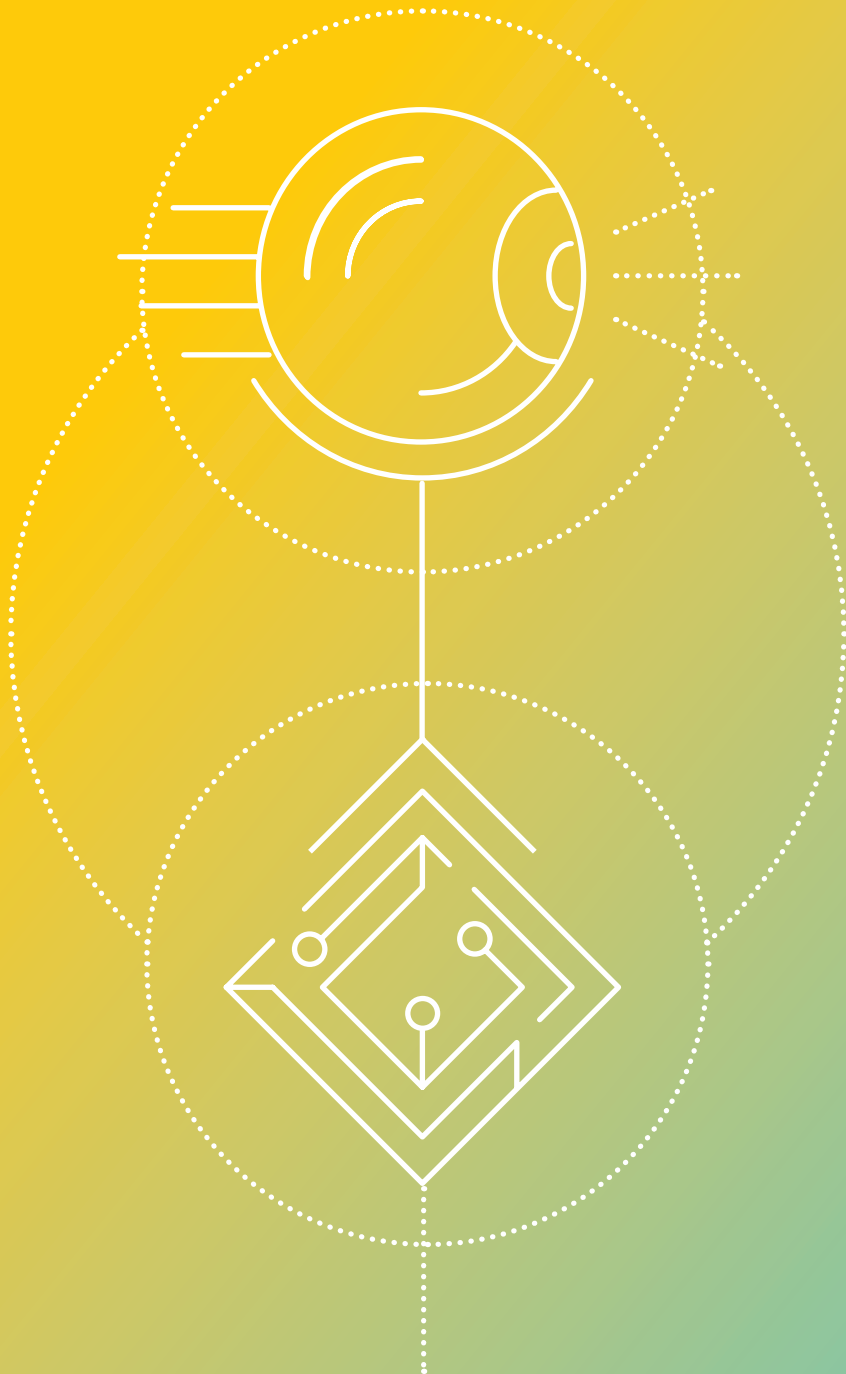
METHODISCHES VORGEHEN

Um die oben beschriebenen Fragestellungen zu beantworten, wurde im Projekt ein **qualitativer Zugang** mittels Interviews und Fokusgruppengesprächen gewählt (siehe Grafik S.8). Für die Interviews beider Branchen wurden zwei gemeinsame halbstandardisierte Leitfäden entwickelt, die auch Raum für unvorhergesehene Antworten und neue Themen boten. Ein Leitfaden wurde für die Interviews mit Unternehmen konzipiert, einer für die Interviews mit Forschungseinrichtungen und der Forschungspolitik. Insgesamt wurden **67 Interviews mit Experten und Expertinnen** aus den Bereichen Forschung und Entwicklung (FuE) und dem Technologie- und Innovationsmanagement in Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Ministerien und Verbänden geführt. 25 Interviews wurden in der Mobilitäts- und Verkehrsbranche geführt, 18 Interviews im Bereich Mikroelektronik, 20 in der Optik und vier im übergreifenden Bereich der Forschungspolitik. Diese Interviews bilden den Kern der Fallstudie. Die Ergebnisse wurden in branchenspezifischen Fokusgruppen mit Experten diskutiert, weiterentwickelt und validiert.

Qualitative Untersuchungen zu Kooperationsformaten in der FuE-Zusammenarbeit im Kontext der Digitalisierung stehen weitgehend noch aus. Das Projekt „Open Transfer“ schließt diese Forschungslücke, indem es für die ausgewählten Fokusbranchen ein differenzierteres Verständnis von Wissenschafts-Wirtschafts-Kooperationen ermöglicht.

— Fallstudie | Fraunhofer CeRRI

MIKROELEKTRONIK UND OPTIK



02

Optik und Mikroelektronik sind Querschnittsbranchen, die „enabling technologies“ bzw. Schlüsseltechnologien herstellen und so die Entwicklung anderer Technologien und Branchen ermöglichen. Sie sind daher von herausragender Bedeutung für Forschung, Entwicklung und Innovation. Optische Technologien werden in der Elektroindustrie, dem medizinischen Bereich, der Militär- und Rüstungsindustrie, dem Maschinen- und Fahrzeugbau, der Telekommunikation und der Energieversorgung verwendet (Branchenreport Photonik 2013). Die Technologien der Mikroelektronik finden sich vor allem in der Halbleiterindustrie, der Mikrosystemtechnik sowie in elektromechanischen und elektronischen Baugruppen. Beide Branchen entwickeln somit wichtige Technologien für den Fahrzeugbau, die Industrie und die Medizin. Mit einer Forschungsquote von 9-10% zählen sie zu den wissensintensiven Branchen und liegen weit über dem Durchschnitt des produzierenden Gewerbes mit ca. 4% (VDI 2016).

BRANCHENBESCHREIBUNG

Aufgrund der wachsenden Komplexität technologischer Herausforderungen ändert sich die Art der Wissensgenerierung: Die Entwicklung neuer Technologien ist extrem wissensbasiert und multidisziplinär, die Wissensgenerierung durch eine hohe Dynamik und kurze Innovationszyklen geprägt. Diesen Herausforderungen können Unternehmen nicht mehr alleine begegnen, sondern nur in Zusammenarbeit mit anderen. Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft nehmen daher in wissensintensiven Branchen zu (Dolata 2015). Dies gilt insbesondere, da die Digitalisierung Unternehmen und ihre FuE-Prozesse vor große globale Herausforderungen stellt (Brynjolfsson 2012).

Wenn durch die Digitalisierung in den Innovationssystemen Informationen nahezu frei verfügbar sein werden, ist davon auszugehen, dass sich Innovationszyklen erheblich beschleunigen, bekannte Gefüge von Stakeholdern in etablierten Forschungs- und Innovationskooperationen tief greifende Veränderungen erfahren, bekannte Wertschöpfungsmuster durch innovative und über Branchengrenzen hinweg angelegte Geschäftsmodelle ersetzt werden und etablierte Innovationsstrategien geändert werden müssen (European Commission 2013). Dies führt zu einer Beschleunigung in den Veränderungen von Strukturen und Prozessen und ist mit einem hohen Maß an Unsicherheit für alle Beteiligten aus der Privatwirtschaft, der Wissenschaft und Forschung wie der Forschungs- und Innovationspolitik verbunden. Mit Blick auf eine veränderte Logik für die Erzeugung passfähigen Wissens verschieben sich damit auch die Aufgabenprofile und Anforderungen an die Abteilungen für Forschung und Entwicklung der Unternehmen. So wird über Branchengrenzen hinweg verstärkt in interdisziplinären Teams geforscht und gemeinsam an neuen Lösungen gearbeitet. Da durch die Digitalisierung interdisziplinäres Wissen und neue Zielsetzungen wie die Geschäftsmodellentwicklung an Bedeutung gewinnen (EFI 2016), erweisen sich etablierte FuE-Prozesse als nicht mehr ausreichend aktuell und erfolgreich. Diese Wandlung von Innovations- und FuE-Prozessen im Zuge der Digitalisierung wirkt sich folglich auch auf FuE-Kooperationen aus.

Gilt diese Entwicklung allgemein für Kooperationen zwischen Privatwirtschaft und Wissenschaft, so in besonderem Maße für die Branchen Optik und Mikroelektronik. Sie sind Schlüsselbranchen für die Umsetzung des digitalen Wandels, da sie die Werkzeuge bereitstellen, die für eine Realisierung von Visionen wie Industrie 4.0 und autonomen Systemen unverzichtbar sind. Daher eröffnen sich mit der Digitalisierung für die Mikroelektronik und Optik neue Geschäftsfelder, insbesondere im Bereich der autonomen Robotik und Fahrzeuge, für Produktion in den Bereichen Big Data, Virtual Reality (VR) und der Informationsgewinnung.

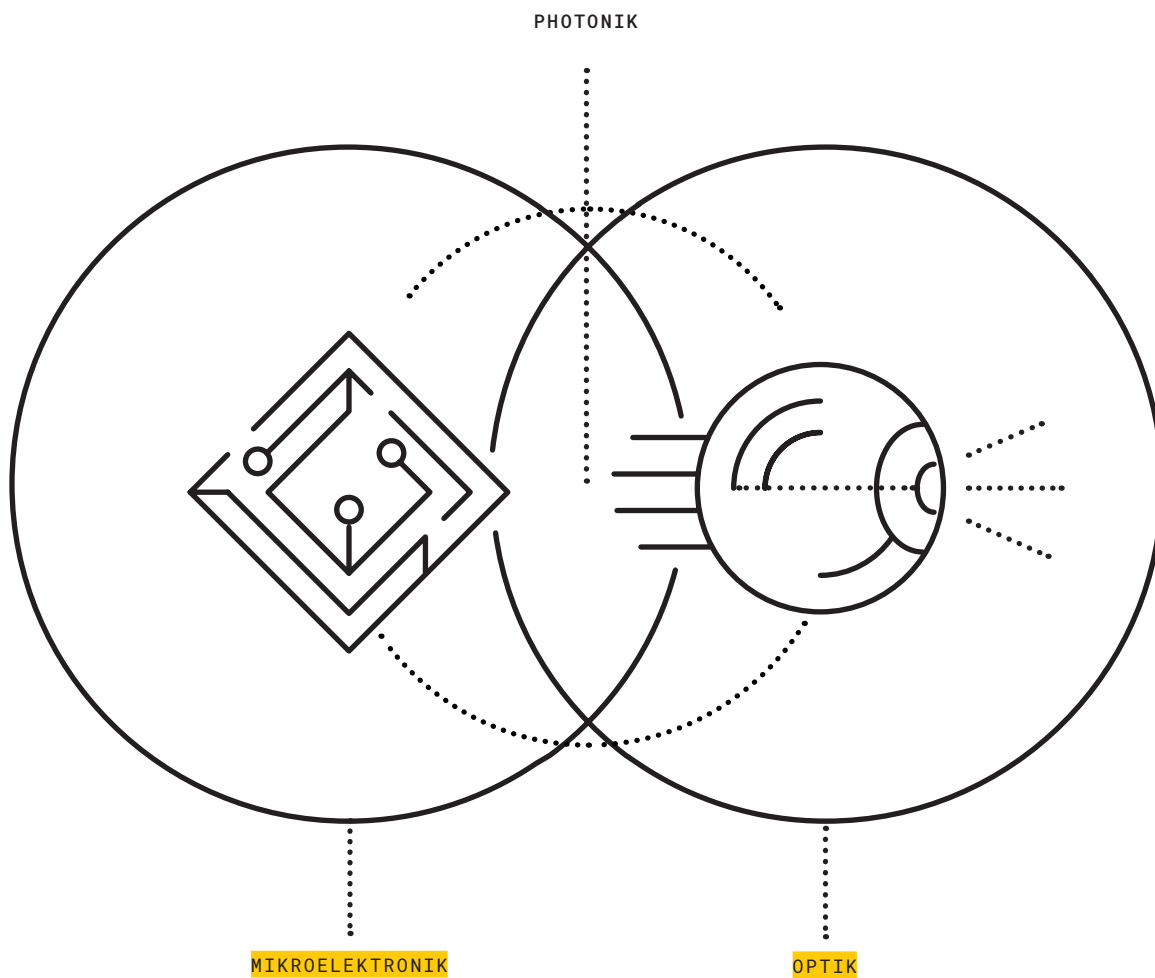
In diesen Geschäftsfeldern und durch die technologischen Entwicklungen hin zu einer Integration optischer und mikroelektronischer Komponenten verschwimmen zunehmend die Grenzen beider Branchen. Technologie-basierte Branchendefinitionen stoßen zunehmend an Grenzen und neue Unterscheidungen gewinnen an Relevanz. Im Kontext der im Projekt fokussierten Digitalisierung, werden die Mikroelektronik- und Optik-Branche als **Enabler-Branchen** definiert. Sie zeichnen sich durch einen hohen Stellenwert der Digitalisierung und durch ein FuE-basiertes Verständnis von Innovation aus.

Während es bereits Makrostudien zu Kooperationen in FuE in Deutschland gibt (Hochschulbarometer 2013; Atzorn et al. 2010; Dolata 2015; BDI 2016; Bersch et al. 2016), fehlen spezifische Studien zu den Branchen Optik und Mikroelektronik. Insbesondere aufgrund ihrer zentralen Rolle als **Enabler** der Digitalisierung und der Bedeutung, die diese für den Innovationsstandort Deutschland haben, ist eine detaillierte Untersuchung der FuE-Kooperationen beider Branchen jedoch von hoher Bedeutung.

Die skizzierten Einflüsse der Digitalisierung auf FuE-Prozesse, der hohe Wert von Forschung und Entwicklung in den wissensintensiven Branchen Optik und Mikroelektronik und die zunehmende Bedeutung von Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft im Bereich der Forschung und Entwicklung wirft somit Fragen danach auf: Wie können neue Kooperationen in der Mikroelektronik und der Optik aussehen, die den aufgezeigten Verschiebungen Rechnung tragen?

Für ein einführendes Verständnis werden die beiden Branchen Mikroelektronik und Optik im Folgenden kurz anhand relevanter Kennzahlen dargestellt. Dabei wird insbesondere auf den Einfluss der Digitalisierung sowie die Gemeinsamkeiten beider Enabler-Branchen fokussiert.

BRANCHENBESCHREIBUNG



Die Optikbranche beschäftigt in Deutschland 130.000 Mitarbeiter/-innen, bei einem Umsatz von 31,5 Mrd. Euro. Gegenüber 2006 ist der Umsatz um 50 % gestiegen, gleichzeitig wurden 50.000 Arbeitsplätze gekürzt. Von den insgesamt ca. 1.000 optischen Betrieben zählen etwa 85% zu kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) (Spectaris 2010; Branchenreport Photonik 2014). 56% der Unternehmen haben weniger als 50 Beschäftigte, lediglich 55,4% des Gesamtumsatzes werden von den 100 umsatzstärksten Unternehmen erwirtschaftet (Rehberg 2015).

Trotz der statistischen Erfassung ist eine genaue Bestimmung der Optikbranche schwierig. Die empirischen Daten zeigen, dass dies insbesondere daran liegt, dass die Optikbranche ein **Enabler** ist und sich ihre Technologien in vielen Produkten finden lassen, die statistisch nicht zur Optikbranche gezählt werden.

Für die Mikroelektronik liegen keine eigenen statistischen Daten vor. Aggregierte Daten wie sie der Stifterverband und das Statistische Bundesamt bereitstellen, sind ebenfalls nur gering aussagekräftig. Als Schlüsselindustrie finden sich mikroelektronische Technologien in vielen Branchen wie z. B. der Automobilindustrie. Sie werden dabei statistisch jedoch nicht der Mikroelektronik zugerechnet. Die dadurch verursachte geringe Sichtbarkeit stellt für die Industrie ein Problem dar, da sich ihre industrielle Bedeutung nur schwierig öffentlich und politisch darstellen lässt.

Als Annäherung für die Bestimmung der Bedeutung der Mikroelektronik können Daten der deutschen Elektroindustrie zurate gezogen werden. Demnach erwirtschaftete die Industrie 2016 einen Umsatz von 176 Mrd. Euro und beschäftigte 849.000 Mitarbeiter/-innen (ZVEI 2017 Datenblatt).

Über den Anteil der KMUs in der Mikroelektronik lässt sich keine quantitative Aussage tätigen. Insbesondere vom BMBF wird proklamiert, dass es in der Mikroelektronik eine Stärke des deutschen Wirtschaftsstandorts sei, dass es viele hoch spezialisierte KMU gäbe, die schnell auf technische Entwicklungen und Marktpotenziale reagieren könnten. Neben KMUs finden

„Man versucht halt, Kennzahlen zu erheben für eine Branche, oder wie sich eine Branche entwickelt und wo die Trends hingehen. Das ist in der Photonik tatsächlich ziemlich schwierig, weil es in der amtlichen Statistik keinen Wirtschaftszweig gibt, der explizit auf dieses Feld ausgelegt ist. Es gibt zwar Optik, optische Erzeugnisse, Fotografie und so weiter, das deckt aber diesen ganzen Optoelektronik-Halbleiterbereich nicht ab. Die Sensorik, die Lasertechnik und so weiter. Die stecken da alle nicht mit drin.“ — *Experte, Optik*

„Ich meine, wir als Elektroindustrie haben sowieso ein Problem. Weil wir, wir finden ja in der öffentlichen Wahrnehmung nicht statt... Die Automobil-elektronik, das ist ja, sagen wir mal, der wichtigste Zweig der Mikroelektronik in Deutschland. Der geht statistisch voll in den Automobilbau. Und das ist ein Bereich, in dem wir besonders hohe Forschungsaufwände haben. Das wird dem Automobilbau zugerechnet offiziell. Es ist natürlich Bullshit, um es mal deutlich zu sagen. Und wir versuchen gerade, der Öffentlichkeit mal beizubiegen, was eigentlich alles Elektrotechnik ist.“ — *Experte, Mikroelektronik*

sich Großunternehmen wie Infineon, Siemens und Bosch in der Branche. Von diesen und anderen Großunternehmen mit mehr als 500 Mitarbeiter/-innen werden 80% der internen FuE Investitionen in der Branche aufgewandt (Stifterverband 2015).

Die deutsche Mikroelektronik hat sich seit 2000 stark gewandelt. Produzierte sie damals zu großen Teilen für die Kommunikations-, Konsum- und Computerelektronik, wandelte sie sich seitdem zu einem Zulieferer für Automotive und die Industrie. Dieser Wandel ging nicht ohne Verlust einher, so lag der Gesamtumsatz noch immer neun Prozent unter dem Umsatz von 2000 (ZVEI 2017). Diese Entwicklung ist Teil einer weltweiten Entwicklung in der Mikroelektronik. Auf der einen Seite geht es bei der Entwicklung von Konsumelektronik um immer höhere Speicherdichten und immer kleinere Chips, die in sehr hoher Stückzahl produziert werden. Diese Entwicklung nennt sich **„more Moore“**, benannt nach dem Mooreschen Gesetz, wonach sich die Leistung von Chips alle zwei Jahre bei gleichen Kosten verdoppelt. Die Produktion solcher Chips erfordert spezielle hochtechnologisierte, kapitalintensive Anlagen, die sich heutzutage vor allem in Asien und den USA finden. Auf der anderen Seite gibt es Entwicklungen hin zu spezialisierten Chipanwendungen, bei denen sich unterschiedliche, digitale, analoge und mikroelektro-mechanische Komponenten auf einem Chip befinden. Solche Anwendungen werden u. a. von der Automobilindustrie nachgefragt. Entwicklungen hin zu solch hoch differenzierten, spezialisierten Anwendungen, die in geringerer Stückzahl produziert werden können, nennt man **„more than moore“** (Arden et al. 2010). Auf die Produktion solcher Chips und mikroelektronischer Systeme hat sich die deutsche Mikroelektronik spezialisiert.


Daneben findet sich in der Mikroelektronik eine Arbeitsteilung zwischen sogenannten **Fabless-Unternehmen und Foundries**. Erstere verfügen über keine eigenen Fertigungsstätten für Halbleiter. Sie entwickeln das Design von Chips und konzentrieren sich auf die Entwicklung von Schaltungen. Letztere stellen in ihren Fabriken, die sich zu einem großen Teil in China und Taiwan befinden, Chips für verschiedene Fabless-Unternehmen her.

Als Lieferant von Schlüsseltechnologien und Enabler der Digitalisierung herrscht in der Mikroelektronik- und Optik-Branche ein enormer internationaler Wettbewerbsdruck. Beschleunigte Produkt- und Innovationszyklen, ein hoher Übernahmepressure sowie eine starke Marktkonsolidierung sind die Folge und charakterisieren in beiden Branchen die Innovationstätigkeiten der Unternehmen. In beiden Branchen sind so-

wohl kapitalstarke Großunternehmen als auch eine Vielzahl kleinerer Unternehmen vertreten, die Nischenlösungen anbieten. Für Unternehmen, die mit ihren Produkten und Geschäftsmodellen weder auf Skalierungseffekte noch auf Nischenvorteile setzen können, verstärkt sich der Wettbewerbsdruck zusätzlich. Unternehmen in beiden wissensintensiven Branchen sind auf die intensive Zusammenarbeit in Wertschöpfungsketten und Zuliefernetzwerken angewiesen, insbesondere aufgrund ihrer Enabler-Funktion.

In beiden Branchen verhindern hohe Investitionskosten starke Gründungsaktivität. Jungunternehmen sind meist Spin-offs aus dem Wissenschaftskontext. Oft können sie die hohen Investitionskosten reduzieren, indem sie die Infrastruktur der Forschungseinrichtungen nutzen. Im Zuge der Digitalisierung – und damit der veränderten Geschäftsmodelle und Anwendungen – bekommen die Analyse und Verwertung von Daten jedoch auch in diesen Bereichen eine zunehmend wichtige Rolle. Es ist daher davon auszugehen, dass zukünftig vermehrt Akteure der digitalen Wirtschaft und somit auch Startups in diesen Branchen aktiv werden.

Vor dem Hintergrund zunehmend komplexer Technologien, dem Verschwimmen etablierter Branchenunterscheidungen und der Charakterisierung der beiden Branchen Optik und Mikroelektronik als Enabler der Digitalisierung, zeigte sich im Projektverlauf eine übergreifende Auswertung der empirischen Untersuchung als besonders gewinnbringend. So war häufig eine eindeutige Zuordnung einzelner Unternehmen zu einer der beiden Branchen nicht möglich. Daher werden im Folgenden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung für beide Branchen gemeinsam dargestellt.



INTERNE ORGANISATION VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Vor dem Hintergrund der limitierten Aussagekraft statistischer Kennzahlen, zielte die vorliegende empirische Untersuchung darauf ab, die aktuelle Situation der Kooperationsaktivitäten zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zu erheben und insbesondere die spezifischen Bedarfe der Unternehmen zu analysieren. Zu diesem Zweck wurde im ersten Teil der Befragung auf den Stellenwert, die Ausrichtung und die interne Organisation von FuE in den Unternehmen fokussiert. Darauf aufbauend wurden neuere Entwicklungen im FuE- und Innovationsmanagement aufgegriffen, wie die Rolle von Geschäftsmodellentwicklung und Konzepte wie Open Innovation.

STELLENWERT VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Die empirischen Ergebnisse bestätigen die herausragende Rolle erfolgreicher FuE-Aktivitäten für die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit privatwirtschaftlicher Unternehmen in der Mikroelektronik und Optik. Entsprechend der allgemein hohen Wissensintensität und dem großen Fachkräfteanteil, welche sich aus übergreifenden Statistiken (siehe Kapitel 2.1) ableiten lassen, unterstrichen die befragten Unternehmensvertreter/-innen die **hohe Relevanz von FuE** für ihre Organisationen und die jeweiligen Geschäftsmodelle. Ob Großunternehmen, KMU oder Startup – unabhängig von ihrer Größe beschreiben die Unternehmen FuE als not-

wendigen Faktor zum erfolgreichen Fortbestand oder als zentralen Bestandteil des Selbstverständnisses des Unternehmens. Über den herausragenden Stellenwert von FuE hinaus, lässt sich kein allgemein geteiltes, einheitliches **Verständnis** erkennen, was FuE umfasst. Vielmehr zeigen sich unterschiedliche Vorstellungen, die von der grundlegenden technologischen Weiterentwicklung über den Einbezug von Prozessinnovationen bis hin zur Berücksichtigung von Geschäftsmodellen reichen. Damit lassen sich drei unterschiedliche Verständnisse von FuE voneinander abgrenzen:

- ①..... **Technologische Weiterentwicklung**
- ②..... **Technologie- und Prozessinnovation**
- ③..... **Technologie-, Prozess- und Geschäftsmodellinnovation**

Während die **technologische Weiterentwicklung** oftmals die Grundlage für den Verkauf der Produkte am Markt darstellt und daher Voraussetzung für den Erfolg im Wettbewerb ist, zielt das zweite Verständnis zudem auch auf **neue Lösungen und Anwendungsfelder**. Die dritte und weitgehendste Perspektive auf FuE schließt darüber hinaus auch die Innovierung von Geschäftsmodellen ein. Damit fokussieren die Unternehmen nicht allein auf die Anpassung und Verbesserung ihrer bisherigen Technologien und Produkte, sondern haben zugleich auch die Entwicklung **neuer Geschäftsmodelle** im Blick, welche das bisherige Portfolio ergänzen. Während das erste Verständnis die meiste Verbreitung findet, gewinnen die umfassenderen Perspektiven auf FuE gerade im Kontext der Digitalisierung (beispielsweise im Hinblick auf datenbasierte Dienstleistungen) zunehmend an Bedeutung. So sind es derzeit insbesondere als hoch innovativ geltende Unternehmen, die sich um eine Ausweitung etablierter Vorstellungen von FuE bemühen.

„Das sieht man auch daran, also dass wir [ZAHL] Prozent vom Umsatz in die Forschung und Entwicklung stecken. Also es ist in der DNA von [UNTERNEHMEN], dass wir Innovationsführer sein wollen.“ — *Großunternehmen, Mikroelektronik*

„Wir können nur so überleben. Also die Firma hier, wenn Sie sich anschauen, wir haben ungefähr [ZAHL] Mitarbeiter, ein Drittel ist Entwicklung, gibt es selten. Von dem Umsatz gerechnet wären das [ZAHL] Prozent in F&E.“ — *KMU, Optik*

Der hohe Stellenwert, den Unternehmen FuE beimessen und die hohe Motivation, darin zu investieren, werden im Allgemeinen mit dem besonders **hohen internationalen Wettbewerbsdruck** in Verbindung gebracht. Um der Marktsituation gerecht zu werden, werden dabei auch die Optimierung des Status quo, die Einsparung von Kosten und die Erschließung neuer Märkte als konkrete Anreize für FuE genannt.

INTERNE ORGANISATION VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Auch hinsichtlich der internen Organisation von FuE unterscheiden sich die Unternehmen deutlich. Im Wesentlichen lassen sich drei unterschiedliche Organisationsformen differenzieren:

- ①..... **Zentrale Organisation**
- ②..... **Mischform aus zentraler & dezentraler Organisation**
- ③..... **Dezentrale Organisation**
(Matrixorganisation & agile Teams)

„Die allermeisten (unserer Entwickler) sind in den Geschäftsbereichen. Wir haben [ZAHL] Forscher, die sind im Zentralbereich, in dem Bereich wo wir jetzt hier sitzen. ... Die Aufgabenteilung ist die, dass wir, sozusagen, hier in der Forschung wirklich die übernächste Produktgeneration machen, ganz neue Systeme und die Geschäftsbereiche sind in Kundenprojekten, machen typischerweise so die nächste Generation und die Betreuung von denen wo es schon in Serie ist.“

— *Großunternehmen, Mikroelektronik*

„Wir haben keine klassische "F&E-Abteilung" sozusagen, die nur das macht. Was wir haben ist ... eine agile Produkt- und IT Organisation - wenn man so will - also ganz klassisch. Wir entwickeln nach Scrum, wo wir in zwei Wochen Sprints überlegen, was als nächstes abgearbeitet wird. ... Wir haben darüber hinaus dreimonatlich, also quartalsweise, eine Sitzung die wir vorbereiten, wo wir ein bisschen größere Zyklen uns anschauen und sagen, okay, was brauchen wir eigentlich, an neuen Futures. Wir entwickeln ja permanent weiter. Das heißt sozusagen, wir releasen jede Woche neue Features.“

— *Startup, Optik*

Kleinere Unternehmen wählen häufig eher eine rein **zentrale Organisation**, zumal sie meist nur über einen einzigen Unternehmensstandort verfügen. Aber auch größere Unternehmen sehen in einer zentralen Organisation teilweise Vorteile, da sie eine direkte und schnelle Steuerung und Verknüpfung von FuE mit anderen Einheiten wie der Produktion ermöglicht.

Demgegenüber werden in einer rein **dezentralen Organisation** vor allem besondere Potenziale in Synergieeffekten und einem effektiven Wissens- und Technologietransfer gesehen. Auch ermöglicht eine dezentrale Organisation eine besondere Nähe zu Kundenbedarfen, indem FuE dann beispielsweise in einzelnen Geschäftsfeldern und näher an Vertrieb und Produktion angegliedert ist. Allerdings sind mit diesen besonderen Potenzialen einer freieren Matrixorganisation auch Herausforderungen verbunden, um den internen Wissenstransfer effektiv zu gestalten. Die rein dezentrale Organisationsform von FuE ist unter allen Unternehmensgrößen zu finden, sowohl bei Großunternehmen und KMU als auch bei Startups.

Die **Kombination von zentralen und dezentralen Einheiten** hingegen ist vorwiegend bei Großunternehmen zu finden, die sowohl über mehrere (internationale) Standorte als auch über eine zentrale Abteilung verfügen. Wenngleich hier kein einheitliches Bild der jeweiligen Aufgabenverteilung und Zuständigkeiten vorherrscht, fallen der zentralen Einheit meist die strategische Ausrichtung und Grundsatzentscheidungen zu. Einige zentrale Einheiten übernehmen auch vornehmlich koordinierende Aufgaben.

„...weil ich nahezu überall Leute im eigenen Haus habe, wo ich dann sagen müsste, oh Mensch, wenn wir doch überhaupt nur mal erst mal die Kooperation intern im Unternehmen hinkriegen würden, dann wären wir ja schon wahnsinnig viel weiter. ... (D)er Austausch von Wissen und Expertise (ist da), ehrlich gesagt, noch in den Kinderschuhen.“

— *Großunternehmen, Mikroelektronik*

AUSRICHTUNG VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Über die interne Organisation hinaus, konnte die empirische Untersuchung in den Branchen Optik und Mikroelektronik auch grundsätzliche Erkenntnisse zur (strategischen) **Ausrichtung** von FuE gewinnen. Dabei konnte zunächst festgestellt werden, dass kein untersuchtes Unternehmen, unabhängig von seiner Größe, klassische Grundlagenforschung betreibt. Als zentrale Hürden werden dabei übergreifend das besonders hohe Risiko und die damit verbundenen Kosten genannt. Je weiter die Forschung sich von einer (möglichen) Anwendung und der Produkteinführung entfernt, desto größer werden auch die mit der Forschung verbundene Unsicherheit und das Risiko, geleistete Investitionen nicht am Markt amortisieren zu können. Wenngleich damit Grundlagenforschung in einem klassischen Sinn keine Rolle zu spielen scheint, werden aus Sicht der Befragten teilweise Formen **(Grundlagen-ähnlicher) Forschung** betrieben, die in Begriffen der „Vorausentwicklung“, „Vorfeldforschung“ oder „vorindustriellen Forschung“ gefasst werden. Darunter verstehen Unternehmen meist FuE-Leistungen, die am weitesten von einer marktreifen Anwendung entfernt sind. Als maximale Zeitspanne von Projektanstoß bis zum Markteintritt wurde dabei eine Größe von 10 Jahren genannt. Da Grundlagen-ähnliche Forschung wesentlich von den zur Verfügung stehenden Ressourcen und Kapazitäten abhängt, sind solche Formen von FuE-Aktivitäten zu meist auf Großunternehmen beschränkt, während kleinere Unternehmen oftmals das Risiko und entsprechend lange Vorlaufzeiten nicht tragen können. Im Extremfall kann dies auch dazu

„...(D)eswegen sagte ich auch, Forschung ist für uns eigentlich maximal angewandte Forschung. Forschung im Sinne von Grundlagenforschung betreiben wir nicht.“ — *KMU, Mikroelektronik*

„Also wir machen keine Grundlagenforschung. Wir holen uns das was es gibt, ich sag mal, neuen Werkstoff holen wir uns hier rein, und wir machen dann schon anwendungsorientierte Forschung in dem wir schauen, wo kann man einen neuen Werkstoff einsetzen.“

— *Großunternehmen, Mikroelektronik*

„(D)as sind im Wesentlichen so diese zwei Modelle an Industrial Research, die wir machen. Auf der einen Seite technologiegetriebene Entwicklung, die wir eben durch auch technologiegetriebene Programme dann abbilden und auf der anderen Seite marktgetriebene Entwicklungsaktivitäten, die wir eben durch entsprechende Programme auch wiederum abbilden, die aber wiederum zum Ziel haben, Technologien zu identifizieren, die wir dann innerhalb oder mit Partnern zusammen erarbeiten.“

— *Großunternehmen, Optik*

„Und auf der anderen Seite wird es aber nötig werden, Produkte anzubieten, die ganz generell eben digitalisierte Funktionen beinhalten. Also, es ist einfach eine Notwendigkeit. So. Und über diese Notwendigkeit hinaus gibt es aber eben auch noch die „Opportunities“, die sich ergeben dadurch, dass man neue Märkte, neue Funktionalitäten erschließt und neues Business sich erschließt und alles das basiert auf Technologie und basiert auf Forschung und Entwicklung. Das heißt, das ist eigentlich die grundlegende Motivation dafür, die sich aus der Digitalisierung heraus ergibt.“

— *Großunternehmen, Optik*

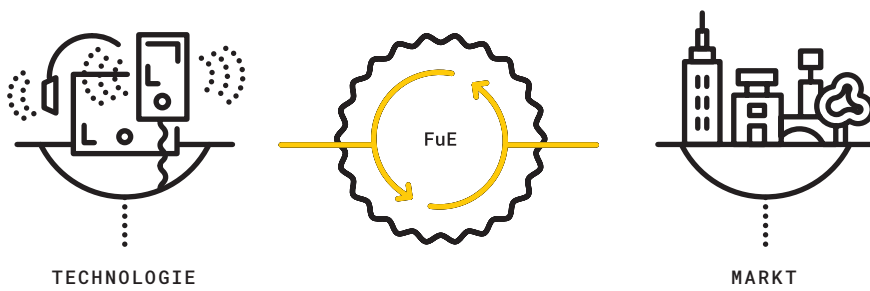
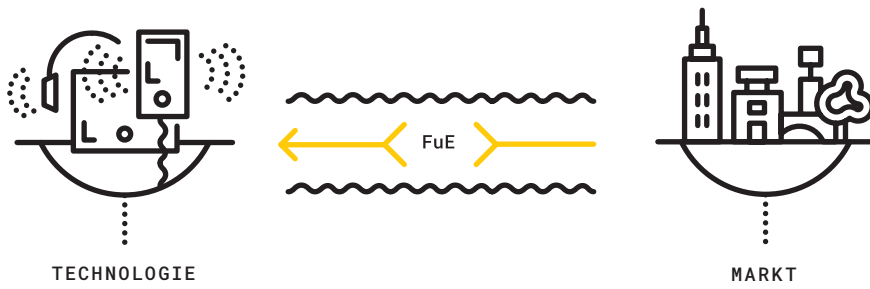
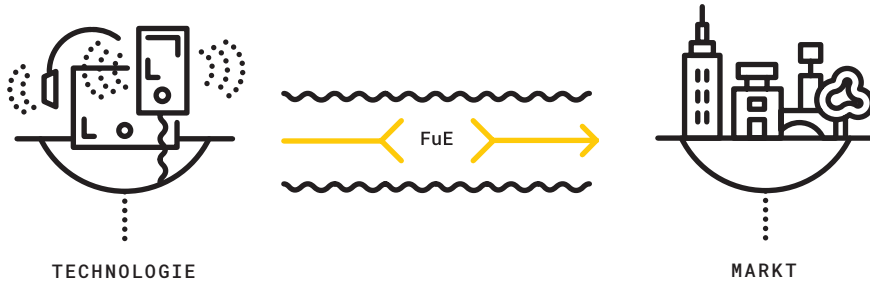
„Also wir sind, glaub ich, ein Unternehmen, das stark auch auf Technologie-Push setzt, also wir sind überzeugt, dass es ein Market-Pull geben muss, aber wir sind auch davon überzeugt, dass Technologie Push quasi gleichzeitig passieren muss. Und sonst gar nicht schnell genug dran ist. ...Und doch, diese Gleichzeitigkeit ist ein ganz wesentlicher Punkt.“ — *KMU, Mikroelektronik*

führen, dass KMU teilweise jegliche FuE-Leistungen auslagern und keine eigenen Einheiten dafür unterhalten. Das bedeutet, dass Forschung für den Großteil der Unternehmen **„maximal anwendungsorientierte Forschung“** ist.

Die Gestaltung der FuE-Aktivitäten folgt meist geregelten internen **Prozessen**. Diese können stark variieren und reichen von Pflichten- und Lastenheften, Roadmaps, der Darstellung idealer FuE-Prozesse und unterschiedlichen Phasenmodellen, bis hin zu Strategie-Diskussionen und regelmäßigen Workshops der Führungsebene. Grundsätzlich lassen sich dabei zwei Richtungen der FuE-Prozesse beschreiben. Auf der einen Seite steht die **Technologie-getriebene Entwicklung** mithilfe interner Analysen, der Ableitung von Maßnahmen und Aktivitäten und der Weitergabe an FuE-Abteilungen. Dem gegenüber steht die **Markt-getriebene Entwicklung**, welche über (externe) Impulse aus Konferenzen, Marktstudien und insbesondere den direkten Austausch mit Kunden und Anwendern FuE-Aktivitäten ableitet.

In diesem Kontext kann für unternehmerische FuE der letzten 20 Jahre ein ambivalenter Trend beschrieben werden, wonach die zunehmende Fokussierung auf neue Lösungen und Anwendungen mit einem reduzierten Interesse für Probleme einhergeht: Bei auftretenden Problemen wird weniger nach Ursachen, als vielmehr nach anderen Lösungen gesucht. Insgesamt ist zu beobachten, dass die Orientierung an Märkten, Kunden, Nutzern und spezifischen Bedarfen und damit die Ausrichtung an (möglichen, neuen) Anwendungen deutlich an Bedeutung gewinnt. Damit geht auch die Herausforderung einher, die Rollen einzelner Akteure innerhalb von Wertschöpfungsketten anzupassen, insofern bereits (Zu-)Zulieferer spätere Anwendungskontexte berücksichtigen müssen. In diesem Zusammenhang erscheint es sinnvoll, von dynamischen Wertschöpfungsmustern zu sprechen, und nicht von Linearität implizierende Wertschöpfungsketten. Zugleich bleibt die Relevanz technologiegetriebener FuE-Aktivitäten weiterhin bestehen. Daraus ergibt sich auch die Schwierigkeit, unterschiedliche Prozesse und Ausrichtungen in FuE-Prozessen zu verbinden.

TECHNOLOGY PUSH & MARKET PULL



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG, INNOVATIONSMANAGEMENT UND OPEN INNOVATION

„(A)us der reinen Technologieseite zu betrachten, ist ... immer (nur) die Hälfte der Medaille, das heißt, Sie müssen sich eben auch den Markt anschauen, aber noch viel wichtiger ist, Sie haben es eben mit neuen Geschäftsmodellen zu tun und Sie können die nicht einfach mal in eine Sparte oder Business Unit einfach mal reindrücken und sagen, "Ihr macht das jetzt mal", weil es oftmals ein kompletter Change dafür erforderlich. Sie brauchen eine neue Organisation, völlig neue Gesetzmäßigkeit, müssen vielleicht einen Inkubator aufsetzen, müssen einen Piloten starten, im Grunde genommen überhaupt erst mal parallele Gesellschaften und dass die Versorgung geteilt ist. Also eine echte Herausforderung für die Unternehmen.“

— *Großunternehmen, Optik*

I: „Das heißt, die Suche nach neuen Geschäftsmodellen und F&E hängen eng zusammen?“

B: „Ja. Mittlerweile. Mittlerweile. Wie gesagt, da sind wir momentan in einer Phase, in einer Transferphase, auch bei den Geschäftseinheiten das ist so. Also, bei den Geschäftseinheiten war es bisher auch so gewesen, dass das Geschäft sehr stark technologisch getrieben war, weil wir eben Standardprodukte hatten in der Vergangenheit. Auch hier ist es mittlerweile so, dass die Geschäftseinheiten versuchen, den Markt sehr viel stärker als Treiber wahrzunehmen und neues Geschäft aus einer Marktsicht zu entwickeln.“

— *Großunternehmen, Optik*

Die Rolle der **Geschäftsmodellentwicklung** für FuE-Prozesse beurteilen die Unternehmen äußerst unterschiedlich. Insgesamt besteht dabei Uneinigkeit, ob der Aspekt der Geschäftsmodellentwicklung überhaupt Teil der FuE- bzw. Innovationsstrategie ist oder sein sollte. Differenziert man die Unternehmen nach ihrer Bewertung der Rolle der Geschäftsmodellentwicklung, lassen sich drei unterschiedliche Perspektiven erkennen:

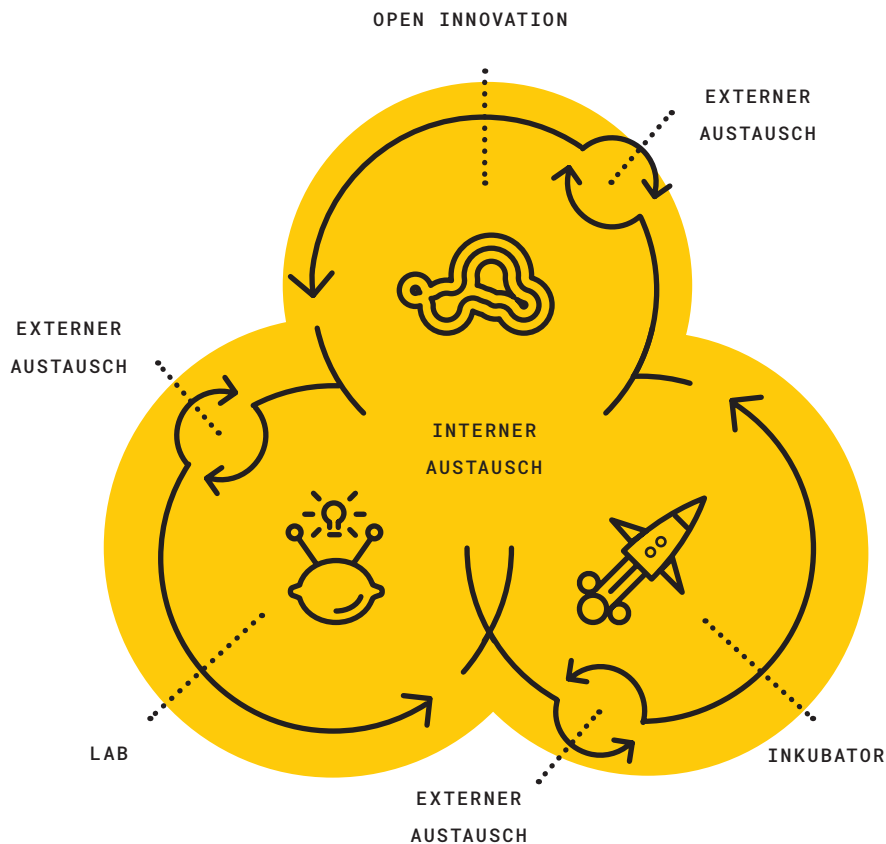
①..... **Geschäftsmodellentwicklung nicht Teil der FuE- und Innovationsaktivitäten**

②..... **Geschäftsmodellentwicklung ist teilweise Teil der FuE- und Innovationsaktivitäten**

③..... **Geschäftsmodellentwicklung ist bereits oder soll Teil der FuE- und Innovationsaktivitäten werden**

Die erste Perspektive ① trifft vor allem für solche Unternehmen zu, die sich als Anbieter von spezifischen Technologien mit einem stabilen Produktportfolio verstehen und damit (noch) **keinen Druck zur Geschäftsmodellinnovation** spüren. Die zweite Auffassung bezieht die Geschäftsmodellentwicklung zumindest teilweise, aber eher punktuell mit ein ②. Hier wird die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen eher der Strategieentwicklung zugeordnet, kann aber **fallweise in spezifische FuE-Prozesse eingebunden** werden. Diese Auffassung wird eher von größeren Technologie-Anbietern vertreten, die über ein breiteres Produktportfolio verfügen. Unternehmen, die die dritte Perspektive vertreten, haben **Geschäftsmodellentwicklung in ihre FuE-Prozesse integriert** oder beabsichtigen dies in näherer Zukunft anzugehen ③. Oftmals sind diese Unternehmen in einem besonderen Maß von den vielfältigen Auswirkungen der Digitalisierung betroffen und sehen ihre bisherigen Geschäftsmodelle

OPEN INNOVATION



delle dadurch infrage gestellt. Die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und insbesondere auch (datenbasierter) Dienstleistungen ist für diese Unternehmen daher eine drängende Aufgabe, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben.

Die Befragung machte deutlich, dass derzeit in den Unternehmen noch ein diffuses Verständnis des Konzepts Open Innovation sowie dessen Folgen und Implikationen vorherrscht. **Die Beschreibungen variieren teilweise** sehr stark und reichen von der Identifikation von Open Innovation in einfachen Verbundprojekten bis hin zur radikalen Öffnung von Innovationsprozessen und damit der Preisgabe sensibler und wettbewerbsrelevanter Informationen. Grundsätzlich konnte über die unterschiedlichen Vorstellungen hinweg ein **ambivalentes Verhältnis** der Unternehmen zu Open Innovation festgestellt werden. Während die Unternehmen **signifikante Potenziale** von Open Innovation in der Initiierung bedarfsorientierter, gesellschaftsrelevanter Innovationen und der Integration von Feedback-Schleifen (Test und Vali-

„Aber die klassische Open Innovation Strategie, tu ich mich schwer. Weil ich nicht verstehe, wie ich mich dort schütze. Das ist das Problem.

Und wir haben auch Open Innovation, jetzt Open Innovation weiß ich nicht, ob das für uns der richtige Begriff wäre. Wir haben natürlich eine ganz breite Vielfalt an Kooperationen.“

— *Großunternehmen, Optik*

dierung durch Kunden) erkannten, wurden zugleich **eine Reihe von kritischen Hindernissen** deutlich, die einer (unmittelbaren) Implementierung im Weg stehen. Als besonders relevant sehen die Befragten dabei oftmals den unklaren Umgang mit dem entstehenden geistigen Eigentum sowie die Schwierigkeit, Geheimhaltungsregelungen zu finden. Außerdem sehen die Unternehmen Schwierigkeiten darin, das nötige spezifische Wissen in offenen Innovationskontexten zu produzieren, die aufzuwendenden Ressourcen mit dem hohen Risiko in Einklang zu bringen und die starke Wettbewerbssituation mit offenen FuE-Formaten zu verbinden. Dies macht deutlich, dass Open Innovation zwar oftmals mit einem (mitunter diffusen) Potenzial in Zusammenhang gebracht wird, einer tatsächlichen Verwendung des Konzepts aber zahlreiche Hürden im Weg stehen. Darüber hinaus müssen dringend Lösungen für den Umgang mit den Rechten in Multi-Akteurs-Innovationsprozessen erarbeitet werden.

Schließlich spielen auch weitere Initiativen im Kontext von FuE und Innovation eine Rolle. Während die allgemeine Bedeutung von **Mergers & Akquisitions (M&A)** zunimmt, spielt dies nur für Großunternehmen, die über die entsprechenden Ressourcen verfügen, eine Rolle. Selten werden M&A-Initiativen als Teil der FuE- oder Innovationsstrategien gesehen, sondern vielmehr klassischen unternehmensstrategischen Motiven wie Markterweiterung, Zugang zu neuen Technologien oder Erweiterung des Portfolios zugeordnet. Als Innovations- bzw. FuE-Initiativen nennen die befragten Unternehmen demgegenüber jüngere Konzepte wie die Einführung von Inkubatoren, Labs und (online) Austauschplattformen. Diese Maßnahmen haben stets die Vernetzung unterschiedlicher Akteure zum Ziel: So soll Raum geschaffen werden, um den **internen Transfer** (zwischen Abteilungen, Disziplinen, Standorten) oder **den externen Transfer** (mit anderen Akteuren) zu stärken. Damit kommt übergreifend zum Ausdruck, dass der Bedarf an Austausch zwischen unterschiedlichen Perspektiven, Disziplinen oder Branchen sowie die Bedeutung eines effektivem Wissens- und Technologietransfers weiter zunimmt.

KOOPERATION UND WERTSCHÖPFUNG

Als forschungsintensive Branchen sind sowohl die Mikroelektronik- als auch die Optikbranche von intensiven Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen geprägt. Um Motivationsfaktoren, Anbahnungsprozesse, Kooperationsformate, Erfolgsfaktoren und Hindernisse dieser Kooperationen darzustellen, werden in diesem Teilkapitel Perspektiven aus Forschung und Wirtschaft einander gegenübergestellt.

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG ALS KOOPERATIVER PROZESS

Die meisten Unternehmensvertreter/-innen beschreiben **Forschung und Entwicklung als kooperativen Prozess**, bei dem unterschiedliche Partner einbezogen oder gemeinsam Entwicklungen vorangetrieben werden. Nur in Ausnahmefällen wird „das Meiste selbst intern“ gemacht. Analog dazu beschreiben die befragten Forschungseinrichtungen, dass sie sowohl für spezifische Auftragsarbeiten als auch als Partner in (öffentlich geförderten) Verbundprojekten mit Unternehmen kooperieren.

Je nach Phasen des Innovationsprozesses – von der Bedarfsermittlung, über Analyse, Entwicklung und Test – werden dabei unterschiedliche externe Wissensquellen genutzt: Meist erfolgt in der frühen Phase von Forschung und Entwicklung eine Kooperation mit öffent-

„Ich kann halt nur sagen, dass es Gang und Gebe in der Branche ist, dass es enge Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen gibt.“ — *Forschungseinrichtung*

„Also, vielleicht ganz grundsätzlich, wir arbeiten in relativ vielen Projekten mit Forschungseinrichtungen und Universitäten zusammen und wir arbeiten auch relativ viel in öffentlich (geförderten) Konsortien zusammen.“ — *Großunternehmen, Optik*

lich geförderten Forschungseinrichtungen, in späteren Entwicklungsphasen wird dagegen auch mit anderen Unternehmen kooperiert bzw. werden Forschungsaufträge erteilt. Kunden und Anwender werden laut der befragten Unternehmen als Impulsgeber für neue Entwicklungen verstanden und somit vor allem frühzeitig in Innovationsprozesse, das heißt in der Bedarfsermittlung, einbezogen. Aufgrund dieser Relevanz und Vielfalt von Kooperationen sind in beiden Branchen **Cluster- und Netzwerk-Strukturen** stark ausgebildet. Meist handelt es sich dabei um lokal verankerte Systeme, in denen sowohl große Unternehmen, KMU und Startups als auch Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen in vielfältigen (formellen und informellen) Formaten kooperieren. Über den lokalen Zusammenschluss hinaus finden sich in beiden Branchen **Organisationen und Verbände**, die Brancheninteressen vertreten und eine übergreifende (nationale) Vernetzung ermöglichen. Zudem werden in diesen Netzwerken Tätigkeiten wie die gemeinsame Beantragung von Forschungsmitteln und die Förderung der vorwettbewerblichen Forschung koordiniert und durchgeführt.

Viele der befragten Forschungsorganisationen sehen sich zunehmend vor der Herausforderung, eine **„Brückenposition“** zwischen Forschung und Wirtschaft einzunehmen. Sie sehen ihre Verantwortung demnach nicht nur in der Grundlagenforschung, sondern auch in der angewandten Forschung und der Entwicklung marktnaher Technologien. Diese Anwendungsorientierung der Forschung einerseits und die Forschungsintensität der Branche andererseits bedingen die vielfältigen Kooperationsbeziehungen zwischen Forschung und Wirtschaft in Mikroelektronik und Optik.

— VIELFÄLTIGE NETZWERKE



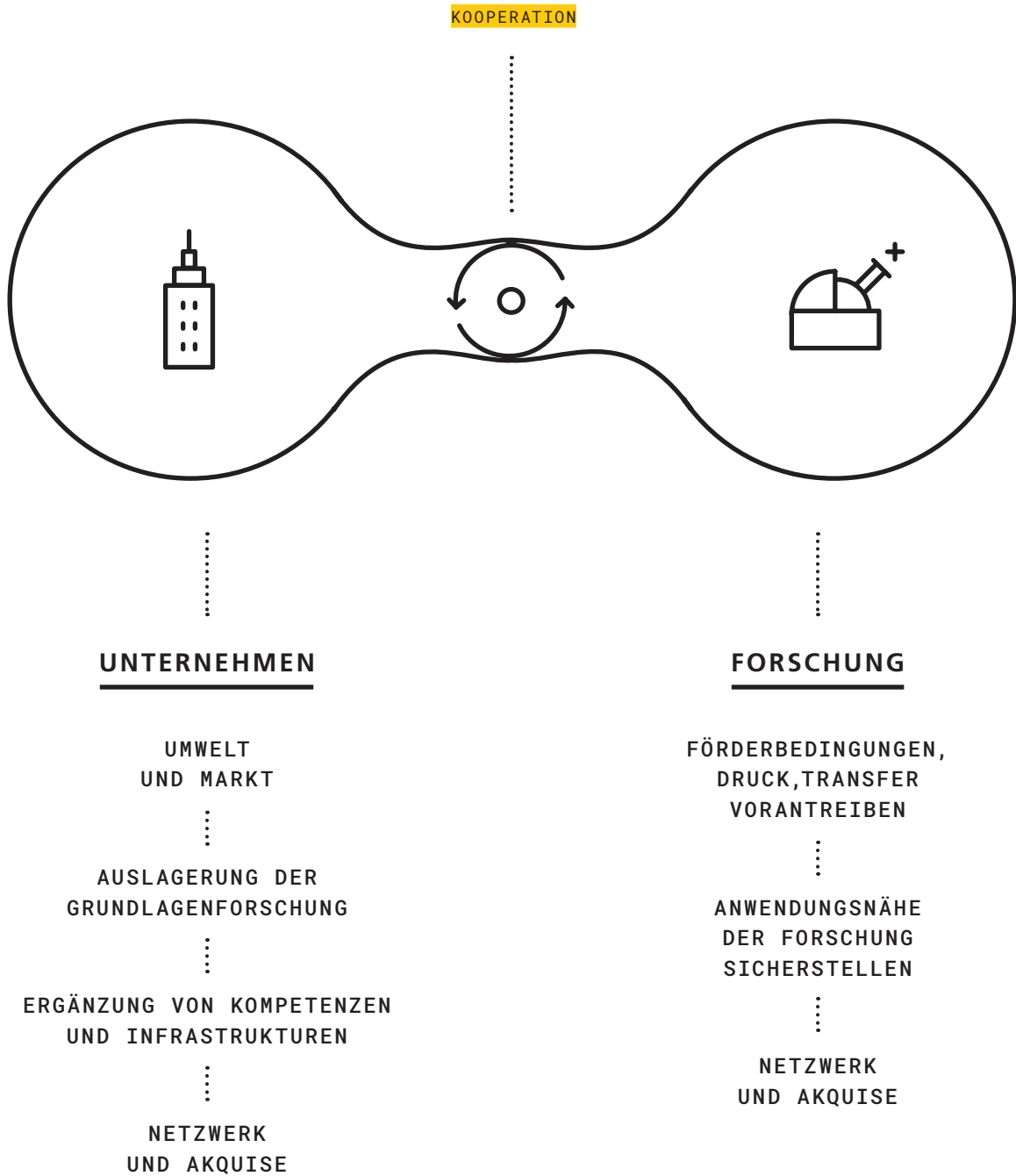
VERBUNDFORSCHUNG

AUFTRAGSFORSCHUNG

INNOVATIVE FORMATE

VERBÜNDE UND GREMIEN

MOTIVATIONSFAKTOREN



MOTIVATIONSFAKTOREN FÜR KOOPERATIONEN

Als Motivationsfaktoren für Wissenschaft-Wirtschaft-Kooperationen nennen Unternehmen mehrere Punkte:

⊕.....**Umwelt und Markt:**

Da die Branchen sich durch technische Innovationen ständig weiterentwickeln, sind Unternehmen stets mit neuen Herausforderungen konfrontiert. Kooperationen mit Forschungseinrichtungen ermöglichen, punktuell oder langfristig externe (technologische) Expertise einzubeziehen.

⊕.....**Auslagerung der (Grundlagen-)Forschung:**

Obwohl Mikroelektronik und Optik forschungsintensive Branchen sind, lagern insbesondere viele KMU ihre (Grundlagen-)Forschung an öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen aus. Zudem werden Forschungseinrichtungen einbezogen, wenn eine spezifische externe technologische Expertise gefragt ist.

⊕.....**Ergänzung von Kompetenzen und Infrastrukturen:**

Durch die Kooperation mit Forschungsorganisationen versprechen sich Unternehmen die Erschließung neuer Kompetenzen für die Generierung von IP-geschützten Produkten und Prozessen. Auf diese Weise soll die eigene Position auf dem Markt gesichert, sowie der Zugang zu neuen Märkten geschaffen werden. Ein weiteres Argument für Kooperationen ist die Möglichkeit, die Infrastrukturen der kooperierenden Partner zu nutzen. So nutzen beispielsweise Unternehmen aus Optik und Photonik Anlagen und Instrumente von Forschungsorganisationen.

⊕.....**Netzwerk und Akquise:**

Neben dem Austausch von Wissen und Technologien sehen Unternehmen hohe Sekundärnutzen in Kooperationen, da diese auch dem Ausbau von Netzwerken dienen, Kontakt zu potenziellen Kunden eröffnen und zum Marketing genutzt werden können. Zu diesen Sekundärnutzen zählt auch der Zugang zu möglichen zukünftigen Arbeitnehmern/-innen:

„Warum arbeite ich mit anderen zusammen? Weil ich einen Spezialisten haben will und weil der Spezialist es schneller und sicherer kann, als ich es selber machen kann.“

— Unternehmensvertreter, m

„[...] das ist, man braucht vielleicht eine, eine Chemie irgendwo dazu. Damit wollen wir nichts zu tun haben, also dann haben, hat eben der Forschungspartner auch das ganze Equipment drumrum.“

— Experte, Mikroelektronik, m

„Man kann auch sagen, es ist ein indirektes Recruiting, weil über diese Projekte natürlich Zugang zu Absolventen oder Doktoranden besteht, die dann unsere Entwicklung kennenlernen, unsere Arbeiten kennen, unser Arbeitsumfeld kennenlernen, uns persönlich kennen-lernen, und dann sagen: „oh das wäre was für mich“. Also die Verbundprojekte sind oder haben einen Mehrfachnutzen.“

— Großunternehmen, Optik

„Auf der anderen Seite gibt [der enge Austausch mit Unternehmen] aber auch der Grundlagenforschung eine gewisse Richtung vor, in welche Richtung, welche Fragestellung für die Grundlagenforschung spannend sind. Denn auch die meisten Grundlagenforscher sind natürlich trotzdem daran interessiert, irgendwann ihre Forschung in eine Anwendung überführt zu sehen, auch, wenn sie das vielleicht selber nicht tun.“

— Forschungsorganisation

„Und letztlich gieren wir als Forschungspartner danach, längerfristige Trends von Unternehmen zu haben. Aber es ist ganz schwer, von den Unternehmen zu erfahren, welche Probleme sie haben, weil die Firmen natürlich sagen, das ist wettbewerbsrelevant, ich will das nicht jedem automatisch sagen; ich gehe nicht hausieren.“

— Forschungsorganisation

Aus Sicht der befragten Forschungsorganisationen sind drei Motivationsfaktoren für Kooperationsprojekte mit Unternehmen entscheidend:

⊙.....Nutzen und Anwendung:

Analog zum Wunsch der Unternehmen, (Grundlagen-) Forschung auszulagern, gehen Forschungsorganisationen Kooperationen ein, um die **Anwendungsnähe** ihrer Forschung zu sichern. Auf diese Weise können sie die direkte Relevanz ihrer Forschung für das (nationale) Innovationssystem unter Beweis stellen.

⊙.....Vernetzung:

Als wichtigen Motivationsfaktor bestätigen die befragten Forschungseinrichtungen den Ausbau von Clustern und Netzwerken. Über diese dauerhaften Kooperationsbeziehungen erhoffen sie sich, gemeinsam Zukunftsthemen zu erschließen und längerfristige strategische Partnerschaften einzugehen. Der Blick in die Agenden von Unternehmen setzt allerdings ein enges, teilweise auch persönliches Vertrauensverhältnis voraus:

Zum Ausbau von Clustern und Netzwerken nennen auch Forschungsorganisationen den **„Transfer über Köpfe“** als wichtiges Element zum Aufbau und Erhalt langfristiger strategischer Partnerschaften.

⊙.....Ökonomische Verwertung:

Der dritte Motivationsfaktor für Forschungsorganisationen ist die zunehmende forschungspolitische Forderung nach dem Transfer und der **Kommerzialisierung** von Forschungsergebnissen: Durch den **Transfer** wissenschaftlicher Erkenntnisse und neu entwickelter Technologien soll die wirtschaftliche Verwertung gestärkt werden, um so die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Innovationssystems zu erhöhen (BMBF 2014). Dieser Motivationsfaktor wird teilweise als Druck erlebt und auch als Hindernis wahrgenommen, experimentelle Forschung mit geringen oder unklaren Erfolgsaussichten weiter zu treiben.

IDENTIFIZIERUNG VON KOOPERATIONSPARTNERN

Für die Identifizierung von Kooperationspartnern zeigen die Interviews mit Unternehmens- und Forschungsvertretern/-innen drei relevante Kriterien:

①.....Wissenschaftlich-technische Expertise:

Das fachliche Knowhow, die notwendige technische Infrastruktur und die wissenschaftliche Exzellenz der Forschungsorganisation sind die „conditio sine qua non“ jeder Kooperation und werden beispielsweise über wissenschaftliche Konferenzen und Publikationen nachgewiesen.

②.....Rahmenbedingungen der Kooperation:

Darunter fallen sowohl die juristischen Rahmenbedingungen, insbesondere zu **intellectual property rights** und **non disclosure agreements** (die auch zum Scheitern von sich anbahnenden Kooperationen führen können), als auch weitere Kriterien wie der Zeitrahmen, die Möglichkeit, Mitarbeiter/-innen zu rekrutieren und die Ergänzung von Kompetenzen zwischen kooperierenden Partnern. Als Formel für die Vermeidung von Konkurrenz gilt hier meist: **„Synergien nutzen, aber Überschneidungen vermeiden“**.

③.....Soziale Kriterien:

Obwohl soziale Kriterien im Vergleich zu den ersten beiden Kooperationskriterien weniger greif- und messbar sind, wird ihre Bedeutung sowohl von Unternehmens- als auch von Forschungsseite stark betont: Als wichtigstes Kriterium zur Identifizierung von Partnern wird **Vertrauen** beschrieben. Viele Kooperationen werden daher bevorzugt mit schon bestehenden und bewährten Partnern eingegangen. In diesem Kontext sind **lokale Nähe und regionale Netzwerke** wichtige Faktoren: Einerseits, weil über diese Netzwerke Kontakte geknüpft und Empfehlungen ausgesprochen werden, andererseits, weil eine indirekte Kontrolle durch das Netzwerk ausgeübt wird – sowohl Zufriedenheit als auch Unzufriedenheit wird im Netzwerk verbreitet.

„Persönliche Kontakte spielen da schon eine große Rolle. Zumal wenn die Akteure länger dabei sind, haben sie meistens auch einen Teil gemeinsame Geschichte, kennen sich ganz gut und so weiter. Das will ich nicht verleugnen, dass das auch eine hohe Relevanz hat.“ — *Großunternehmen, Mikroelektronik*

„Das wichtigste [zur Identifizierung von Kooperationspartnern] ist natürlich immer das Netzwerk, was sie mitbringen oder das Netzwerk, was man sich schafft durch Veranstaltungen, Tagungen, Kongresse.“ — *Großunternehmen, Mikroelektronik*

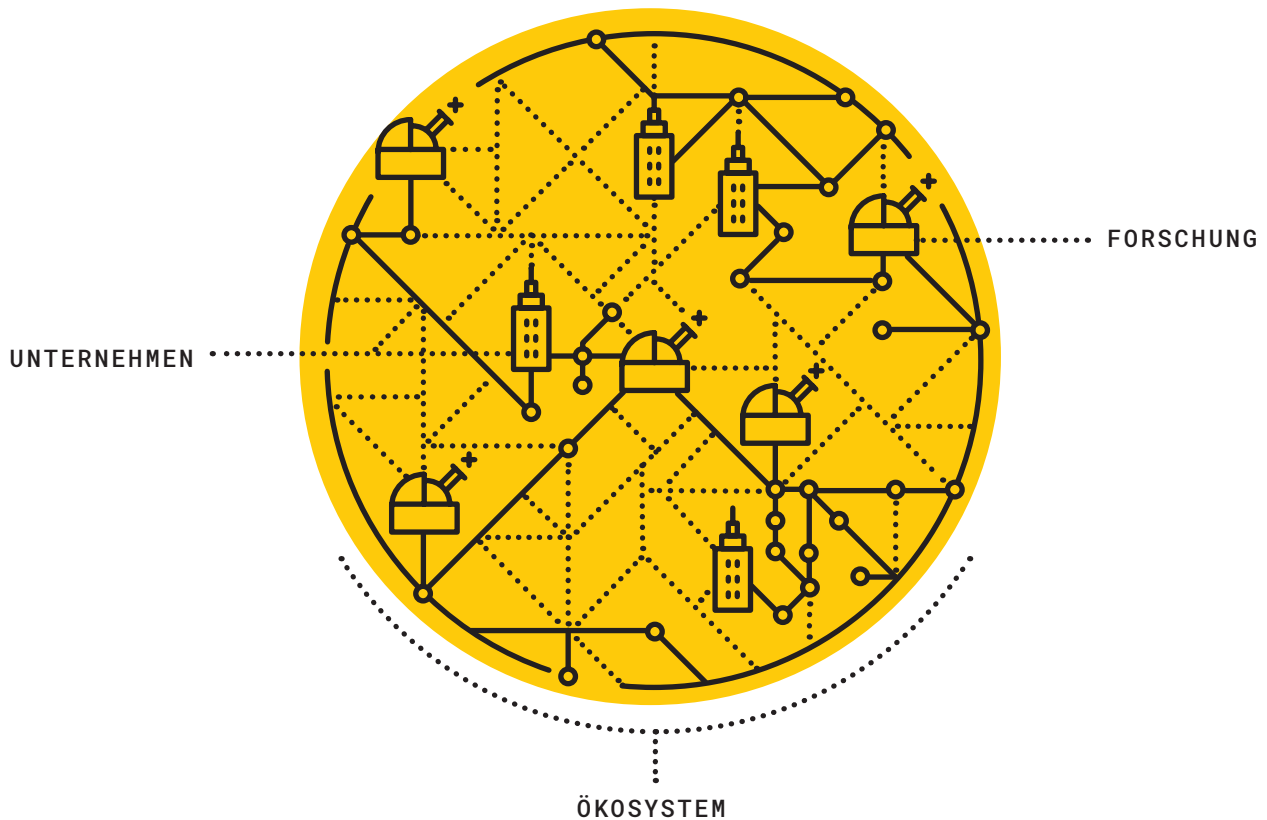
„Ja gut, es gibt regelmäßig gewisse, ich sage mal, Spezialveranstaltungen, die sich mit unterschiedlichsten Themen auseinandersetzen. [...] Man läuft sich immer über den Weg.“ — *KMU, Optik*

Innerhalb beider Branchen existiert eine weit entwickelte Infrastruktur an formellen und informellen Plattformen, auf denen Forschungsorganisationen und Unternehmen aufeinander treffen: Messen, Kongresse, Tagungen, Konferenzen und Networking-Veranstaltungen ermöglichen einen regelmäßigen Austausch sowohl auf fachlicher und formeller als auch auf persönlicher und informeller Basis. Darüber hinaus ist es üblich, potenzielle (bisher nicht bekannte) Kooperationspartner aktiv zu suchen und kontaktieren. Jobbörsen und Vermittlungsagenturen werden dagegen nur selten als Mittel zur Identifizierung von Kooperationspartnern beschrieben.

KOOPERATIONSFORMATE

Zu den geläufigsten Kooperationsformaten in den beiden Zielbranchen zählen die **Auftragsforschung** und die **gemeinsame Beantragung von Fördermitteln** (meist in Konsortien, die unterschiedliche Unternehmen und Forschungseinrichtungen umfassen). Darüber hinaus wird dem „Transfer über Köpfe“, das heißt dem Wechsel von Mitarbeiter/-innen von Forschungseinrichtungen zu Unternehmen (in Ausnahmen auch vice versa) eine hohe Bedeutung zugeschrieben. Neben formalisierten und vertraglich geregelten Kooperationsbeziehungen gibt es zudem eine Vielzahl von Kooperationsformaten, die kurzfristig und weniger formalisiert sind wie beispielsweise das Engagement in Gremien und Verbänden oder die Vergabe von Studienarbeiten. Als Grundlage für den Aufbau und das Gelingen von Kooperation wird vielfach das Netzwerk persönlicher Kontakte beschrieben: Dieses wird durch räumliche Nähe (beispielsweise gemeinsame Kantinen oder benachbarte Adressen) und den Besuch von branchenspezifischen Veranstaltungen sowohl von Forschungseinrichtungen, als auch von Unternehmen gezielt gefördert. Um den Kontakt zu Unternehmen zu stärken, sind einige der befragten Forschungsorganisationen in jüngerer Vergangenheit dazu übergegangen, ihre Infrastruktur für Startups bereitzustellen, oder zeitlich begrenzte Forschungsaufenthalte für einzelne Angestellte von Unternehmen anzubieten. Insgesamt scheinen die Forschungseinrichtungen unter einem höheren Druck zu stehen, ihre Expertise für Unternehmen attraktiv darzustellen, indem sie innovative Kooperationsformate entwickeln und ihr Portfolio optimieren. Besonders vorteilhaft nennen beide Seiten langfristige strategische Partnerschaften, in denen Unternehmen und Forschungseinrichtungen gemeinsam Zukunftsfelder erschließen und eine solide Vertrauensbasis aufbauen, die es ermöglicht, auch rechtliche und organisatorische „Graubereiche“ zu beschreiten.

NON-LINEARE WERTSCHÖPFUNG



„Wir vergeben dann letzten Endes Dinge, wenn wir sagen, das muss hinterher zu 100 % uns gehören und wenn wir was bezahlen, dann ist für uns, dann steht in dem Vertrag, alles was du da gemacht hast, gehört uns und du darfst so lange nicht drüber reden. Dafür bezahlen dann aber auch.“

— *Großunternehmen, Mikroelektronik*

„Bevor man in diese Kooperation geht, muss das geregelt sein einfach. Und das sagt einem ja auch der gesunde Menschen-verstand. Nur der Aufwand vorher, der wird eben immer größer, der verzögert auch den Vorgang; was ja auch ein Thema ist. Weil, es sind ja alles zeitkritische Dinge. Man will ja schnell zu Potte kommen.“

— *Experte, Mikroelektronik*

Als wichtigste formalisierte Kooperationsformate gelten weiterhin die Auftrags- und die Verbundforschung. Grundsätzlich werden in beiden Settings **Kooperationen ohne direkte Konkurrenz bevorzugt**, gesucht werden komplementäre Kompetenzen und Geschäftsmodelle. Die Auftragsforschung wird von einigen Unternehmen bevorzugt, da die Rechte und Pflichten zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer hier klar geregelt sind.

Gleichzeitig bietet die Forschungspolitik in beiden Branchen vielfältige Förderlinien und -formate, um den Austausch zwischen Unternehmen und Forschung zu fördern. Trotz des administrativen Aufwandes bei der Antragstellung und der Koordination der Konsortien, und trotz der oft schwierigen Verhandlungen um die Rechte an den erzielten Ergebnissen werden öffentlich geförderte Verbundprojekte von fast allen befragten Unternehmen realisiert.

VORTEILE UND HINDERNISSE IN DER KOOPERATION MIT ÖFFENTLICHEN FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN UND UNTERNEHMEN



KOOPERATIONEN MIT ANDEREN UNTERNEHMEN

VORTEILE

- ⊕ gemeinsames (synergetisches) Erschließen von Marktvorteilen zur Gewinnung von Vorteilen gegenüber nationalen und internationalen Wettbewerbern
- ⊕ zielgerichtete und schnelle Zusammenarbeit
- ⊕ spezifische Expertise

NACHTEILE

- ⊖ Gefahr, Wissensvorteile und Know-how zu verlieren
- ⊖ unterschiedliche Tempi in der Zusammenarbeit mit größeren (trägen) oder kleineren (sehr agilen) Partnern
- ⊖ Abstimmungsschwierigkeiten und Zielkonflikte



KOOPERATIONEN MIT FORSCHUNGS-ORGANISATIONEN

- ⊕ gemeinsam Zukunftsfelder zu erschließen, ohne dabei unter hohem Konkurrenzdruck zu stehen, da die Partner (insbesondere in der Kooperation mit Universitäten) unterschiedliche Ziele verfolgen
- ⊕ spezifische Kompetenz von Forschungseinrichtungen (in der Grundlagenforschung und der Recherche)
- ⊕ Zugang zu Fachwissen und Forschungsinfrastruktur
- ⊕ Zugang zu potenziellen Mitarbeitern/-innen

- ⊖ Schwierigkeiten bei IP-Verhandlungen und der Vereinbarung eines Code of Conduct
- ⊖ hoher Ressourcenaufwand (insbesondere in Verbundprojekten)
- ⊖ langwierige Prozesse
- ⊖ fehlendes Verständnis für die Anwendungsorientierung und die fehlende Pragmatik in der Entwicklung von Lösungen
- ⊖ Zielkonflikte, die aus unterschiedlichen Interessen resultieren

Als große Schwierigkeit formulieren einige der Befragten darüber hinaus die Gefahr, dass die generierte IP von der Forschungsorganisation (sofern diese die IP-Rechte hat) auch an andere Unternehmen verkauft wird.

Sowohl Kooperationen mit anderen Unternehmen, als auch Kooperationen mit Forschungseinrichtungen sind also mit spezifischen Vor- und Nachteilen verbunden, die von den Unternehmen sorgfältig abgewogen werden. Auch die befragten Vertreter/-innen von Forschungsorganisationen bestätigen Schwierigkeiten, die in unterschiedlichen Zielen und Prozessen von Kooperationspartnern wurzeln, insbesondere in Bezug auf Rechtevereinbarungen. Gleichzeitig haben sie – durch den steigenden „Verwertungsdruck“, förderpolitische Rahmenbedingungen und den Wunsch angewandt zu forschen – ein hohes Interesse an gemeinsamen Projekten und sind daher auch oft bereit, die langwierigen administrativen Aufgaben in Verbundprojekten (von der Antragstellung bis zur Berichtslegung) zu übernehmen.

„Also wir beobachten, dass immer mehr Unis und Forschungseinrichtungen die IPs selber verwerten wollen. [...] Da sind wir halt relativ konsequent und dadurch werden die Verhandlungen schwierig und jetzt sage ich natürlich aus Firmeninteresse, wir sind auch die, die es besser können.“

— *Großunternehmen, Mikroelektronik*

FAZIT: ERFOLGSFAKTOREN UND HINDERNISSE FÜR KOOPERATIONEN

Zusammenfassend können aus den Ergebnissen der Befragung zu Kooperationsbedingungen Erfolgsfaktoren und Hindernisse festgehalten werden. Als Erfolgsfaktoren beschreiben die befragten Vertreter/-innen aus Forschung und Unternehmen:

- ⊙..... **persönliches Vertrauen und eine gute (regionale) Vernetzung zwischen den Partnern;**
- ⊙..... **eine klare Aufgabenverteilung und klares Erwartungsmanagement;**
- ⊙..... **solide Kooperationsverträge (insbesondere in Bezug auf IP und Geheimhaltung);**
- ⊙..... **die Anschlussfähigkeit der Ergebnisse der Partner; sowie**
- ⊙..... **unterschiedliche Ergebnisse und komplementäre Geschäftsmodelle, die aufeinander aufbauen, so dass kein Konkurrenzverhältnis entsteht.**

Erfolg wird damit vor allem am guten Verhältnis zu den Partnern und soliden Kooperationsverträgen festgemacht.

„Kooperation beruht auch ganz viel auf so einem Vertrauen. Und dann passiert es auch oftmals so, auch bei uns ist es so, ich nehme nicht immer den besten Partner... vielleicht ist das sogar der beste Partner. Aber der ist nicht vermeintlich der beste Spezialist auf der Thematik oder der Preiswerteste oder der Schnellste, sondern ich nehme den Verlässlichsten, weil ich den schon kenne. Ich mache lieber mit einem Konsortium was zusammen, was ich kenne, wo ich weiß, dass die funktionieren, wo ich auch mal eine Krise mit denen gemacht habe, wo ich weiß, dass in einer Krise die zusammenhalten und pragmatisch das lösen.“

— *Experte, Mikroelektronik*

Als **Hindernisse** für den Erfolg von Kooperationen gelten hingegen:

- ⊙... **leidige Kooperationsvereinbarungen, insbesondere Verhandlungen um IP; unterschiedliche Perspektiven und divergierende Geschäftsinteressen der Partner;**
- ⊙... **unterschiedliche Geschwindigkeiten;**
- ⊙... **große Ressourcen-Aufwände, insbesondere in öffentlich geförderten Verbundprojekten; sowie**
- ⊙... **schlechte Förderungsbedingungen**

Der Misserfolg von Kooperationen bzw. das Scheitern einer Kooperation bevor sie tatsächlich zustande gekommen ist, wird damit in schwierigen Kooperationsverhandlungen und -vereinbarungen sowie unterschiedlichen Zielen und Geschwindigkeiten der Partner begründet.

SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Der Fokus der empirischen Untersuchung in den Branchen Mikroelektronik und Optik lag zum einen auf der Analyse der FuE-Aktivitäten der befragten Unternehmen, zum anderen auf der Ableitung zentraler Herausforderungen und Erfolgsfaktoren in Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Dabei wurde deutlich, dass die Branchen Mikroelektronik und Optik zunehmend schwer voneinander abzugrenzen sind.

AUFLÖSUNG VON BRANCHENGRENZEN

Klassische Branchendefinitionen verlieren zunehmend ihre Eindeutigkeit. Durch die Digitalisierung und die Entwicklung zu „more than Moore“ sind einzelne Unternehmen nur noch schwer einzelnen Kategorien oder Sektoren zuzuordnen: Einerseits fallen einige Unternehmen in mehrere Branchen, andererseits schließen manche Kategorien wesentliche Leistungen anderer Branchen mit ein. In der Folge stoßen Technologie-basierte Branchendefinitionen zunehmend an Grenzen und neue Unterscheidungen gewinnen an Relevanz. Im Kontext der Digitalisierung wurden die Mikroelektronik- und Optik-Branche mit ihrem FuE-basierten Verständnis von Innovation als Enabler-Branchen verstanden, die als Lieferanten von Schlüsseltechnologien fungieren. Damit einhergehende beschleunigte Produkt- und Innovationszyklen, ein hoher Übernahmepressure sowie eine starke Marktkonsolidierung prägen die Innovationstätigkeiten in beiden Branchen. Aufgrund des anhaltenden internationalen Wettbewerbs

sind stetige FuE-Aktivitäten in beiden Branchen unbedingt notwendig, um den deutschen und europäischen Standort wettbewerbsfähig zu halten. Dies hat auch die Politik erkannt und in Förderstrategien umgesetzt, die darauf zielen, Stärken weiter auszubauen und neue Kompetenzen zu entwickeln.

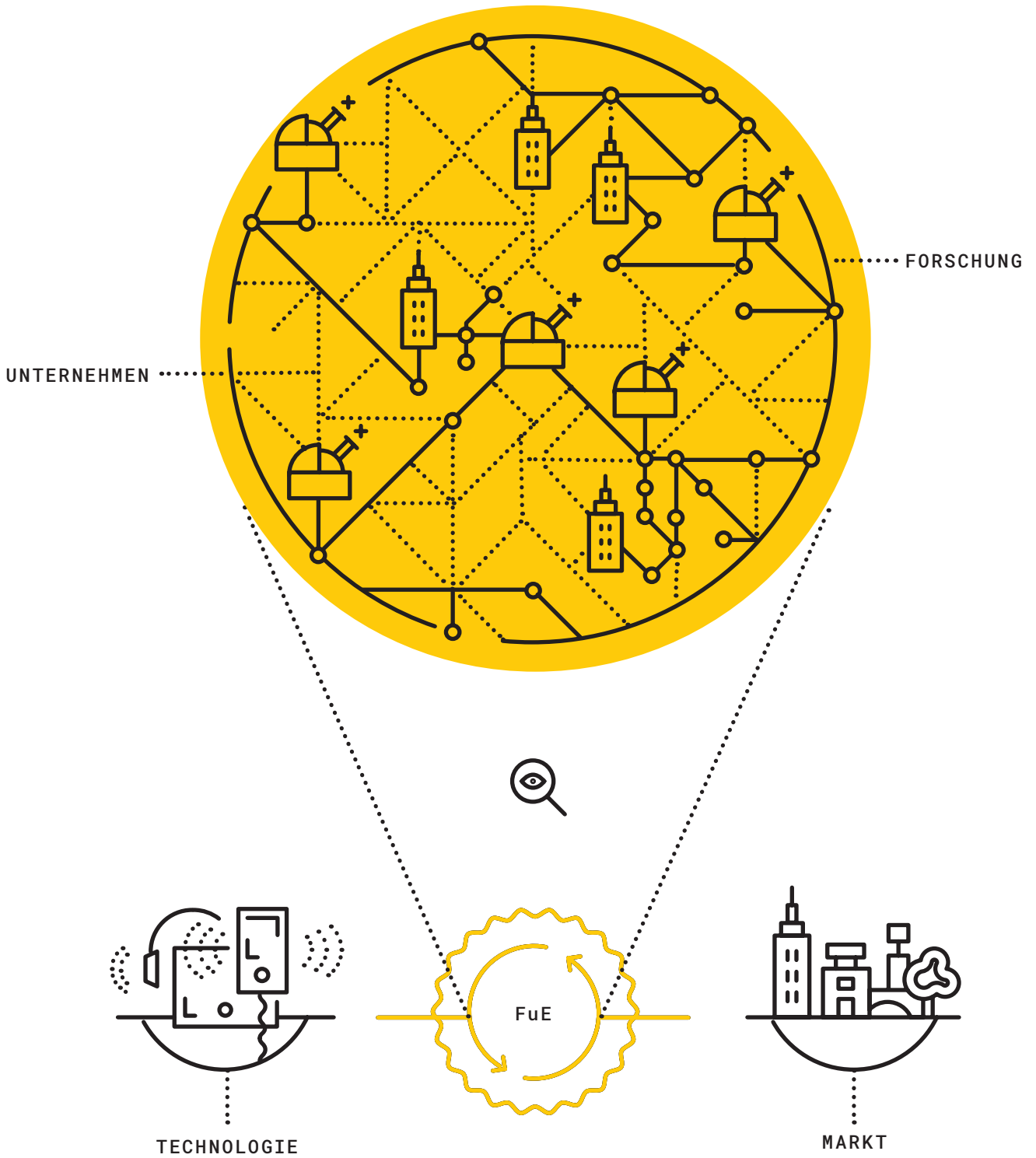
Im Kontext der Digitalisierung verschwimmen die Grenzen zwischen Optik und Mikroelektronik zunehmend. Neue technologische Entwicklungen führen zu einer zunehmenden Integration optischer und mikroelektronischer Komponenten, die die Wachstumsbranche Photonik begründen. Verbände und Forschungsförderung haben sich dieser Spartenbranche bereits seit 2010 angenommen und bemühen sich um Investitionen, damit diese Querschnittstechnologie auch in Zukunft zur Ausgestaltung des Innovationsstandorts Deutschland beitragen kann.

RE-ENGINEERING VON WERTSCHÖPFUNG UND OPEN INNOVATION

Die Befragung der Unternehmensvertreter/-innen hat verdeutlicht, dass FuE einen elementaren Bestandteil der Unternehmensaktivitäten darstellt, um den Fortbestand des Unternehmens zu sichern und nachgefragte Technologien zu entwickeln. Allerdings unterscheiden sich die spezifischen Verständnisse über Qualität und Ausrichtung der Prozesse, die von den einzelnen Vertreter/-innen unter „FuE“ subsumiert werden. Die Ausrichtung der Forschung wird zum Großteil mit maximalem Anwendungsbezug betrieben, da Grundlagenforschung risikobehaftet und kapitalintensiv ist. Impulse für die Entwicklung neuer Produkte und Technologien bietet einerseits der Markt und der Austausch mit Kunden (market pull), andererseits auch die stetige Weiterentwicklung innerhalb der FuE-Abteilungen (technology push). Zudem ist eine **zunehmende Komplexität bei der Initiierung und im Verlauf von Innovationsprozessen beobachtbar**, die bewährte FuE-Vorgehensweisen in Frage stellt und eine zunehmende Integration von externem Wissen erfordert.

Dieser zunehmenden Öffnung der Innovationsprozesse wird von den Befragten ein großes Potenzial beigemessen. Durch die Integration externer Wissensquellen können Innovationsprozesse besser an tatsächlichen Bedarfen und Problemstellungen ausgerichtet werden, insbesondere zu Beginn wie in der Vorausentwicklung oder der Entwicklung neuer Ideen zu Anwendungs- und Geschäftsfeldern. Diese Herangehensweise wird in der Literatur auch mit dem Konzept Open Innovation beschrieben. Eine große Herausforderung, die mit diesem Konzept einhergeht, sind

RE-ENGINEERING VON WERTSCHÖPFUNG



aber unterschiedliche Verständnisse der mit dem Schlagwort gemeinten Inhalte, Prozesse und Implikationen. Zu den Herausforderungen bei der Umsetzung von Innovationsaktivitäten mit Kooperationspartnern zählen:

- ①... **der Umgang mit Schutzrechten und die Regelung von Intellectual Property (IP), welche oft einer aufwendigen Vertragsabsprache bedürfen;**
- ②... **Bedenken hinsichtlich Geheimhaltung und Preisgeben von Unternehmensinterna;**
- ③... **eine starke Wettbewerbssituation im lokalen Umfeld; sowie**
- ④... **insgesamt knappe Ressourcen und ein hohes Risiko.**

Zudem fällt auf, dass vor allem größere Unternehmen und Konzerne über ausreichend Kapazitäten verfügen, experimentelle Formate auszuprobieren und dabei auch gewisse Risiken in Kauf nehmen können, während kleinere und mittlere Unternehmen mit signifikanten Herausforderungen konfrontiert sind, neue Formate des Einbezugs und Transfers zu entwickeln und zu implementieren. Neben den neuen Anforderungen co-kreativer Innovationsprozesse lässt sich jedoch beobachten, dass technologisch orientierte Entwicklungsprozesse weiterhin bestehen bleiben. Dabei ist weitgehend offen, welche Herausforderungen sich aus dem parallelen Aufkommen unterschiedlicher Wertschöpfungsmodelle ergeben und in welcher Rolle sich die jeweiligen Akteure in den veränderten Wertschöpfungsmustern verorten.

DIE BEDEUTUNG VON KOOPERATIONEN

Zentraler Bestandteil der empirischen Erhebung war die Betrachtung gegenwärtiger Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen, um Erfolgsfaktoren, Hindernisse sowie Bedarfe an zukünftige Kooperationsformate herauszuarbeiten. Hierfür ließen sich ① unterschiedliche Faktoren benennen, die Unternehmen und Forschungsorganisationen motivieren, Kooperationen einzugehen; ② Kriterien identifizieren, anhand derer passende Kooperationspartner ausgewählt werden sowie ③ Kooperationsformate benennen.

Der Großteil der befragten Vertreter/-innen der Unternehmen und Forschung-



sorganisationen beschreibt **FuE als einen kooperativen Prozess**, in dem eine gegenseitige Ergänzung hinsichtlich Kompetenzen und Infrastrukturen angestrebt wird. In der Auswahl der Kooperationspartner werden **größtmögliche Synergien bei kleinstmöglicher Wettbewerbsüberschneidung** angestrebt. Der Etablierung von Kooperationen geht eine Vielzahl von Hürden voraus, von denen insbesondere die Rechtsregelungen und Bedenken hinsichtlich des Schutzes von Unternehmensinterna und Wettbewerbsvorteilen als besonders kritisch empfunden werden. Aufgrund dessen sind soziale Faktoren wie Vertrauen zwischen Kooperationspartnern wichtige Faktoren für das Zustandekommen und den Erfolg von Kooperationen: Gerade weil die Digitalisierung radikale Veränderungen und damit fundamentale Unsicherheiten mit sich bringt, steigt der Stellenwert des persönlichen Austauschs von Kooperationspartnern. Um einen dynamischen und flexiblen Austausch zwischen Unternehmen und Forschungsorganisationen zu ermöglichen, sind daher die **persönliche Interaktion und das Herstellen von Vertrauen notwendige Voraussetzungen** in Innovationsprojekten.

AUSBLICK

Die Ergebnisse der Fallstudie verdeutlichen, dass sich Wertschöpfungsmuster verändern, da das bekannte Gefüge von Akteuren in Innovationskooperationen zunehmend Veränderungen unterworfen ist. So erhöht sich die Akteursvielfalt in Kooperationsbeziehungen, indem neue Rollen entstehen und neue Stakeholder einbezogen werden. Dabei zeigt die Fallstudie, dass neue Konzepte nötig sind, um die Organisation von Kooperation und die Erforschung dieser jenseits von push- und pull-Logiken zu realisieren. Das Konzept des Innovationsökosystems hat sich im Laufe der Untersuchung als ein geeignetes Konstrukt zur Konzeptualisierung von Innovationskooperationen herausgebildet, da es einerseits von den Interviewpartner/-innen thematisiert und realisiert wird und andererseits auch aus wissenschaftlicher Sicht einen vielversprechenden Ansatzpunkt für die zukünftige Erforschung von Kooperationen darstellt.

— Fallstudie / WZB

MOBILITÄT UND VERKEHR



03

Die Digitalisierung vernetzt die Welt. Doch physisch sind es Schiene und Straße, die die Verkehrsnetze des privaten und wirtschaftlichen Alltags bilden. Mobilität und Logistik sind die Grundbausteine erfolgreicher Volkswirtschaften und die Unternehmen und Organisationen dahinter bilden eine der zentralen Schlüsselindustrien in Deutschland. So gehört der Verkehrssektor mit der Bahnindustrie und rund 50.000 (VDB 2018), den Verkehrsunternehmen mit rund 236.000 allein im ÖPNV (VDV 2018) und der Automobilindustrie mit knapp 800.000 Mitarbeitenden (VDA 2018) sowie beträchtlichen Umsätzen zu den größten Arbeitgebern in der Bundesrepublik. Nach einer lang anhaltenden stabilen Phase, in der die Grenzen zwischen den Branchen Automobil und Bahn klar und die Kundenstämme separiert waren, sind die Übergänge durchlässiger geworden und der Markt starken Veränderungen ausgesetzt.

BRANCHENBESCHREIBUNG

Die stark vom privaten Automobil geprägte Mobilität stellt den Klimaschutz und die Erhaltung von Lebensqualität vor allem in den globalen Metropolen vor immense Herausforderungen. Zugleich kündigt sich ein Wertewandel an, der die Entwicklung neuer Verkehrsmodelle und -dienstleistungen einer so genannten Sharing Ökonomie antreibt, ermöglicht durch technologische Entwicklungen infolge der Digitalisierung, dem Aufkommen des Smartphones und digitaler Plattformen (Canzler/Knie 2016). Das Beispiel des US-amerikanischen ehemaligen Startup-Unternehmens Uber gehört beim Thema Mobilität und Verkehr zu den meist zitierten, in den Medien wie in wissenschaftlichen Publikationen. Und es fehlt in kaum einem der für diese Studie geführten Interviews mit Unternehmen, Bundesministerien, Forschungseinrichtungen, Industrie- und Verkehrsverbänden. Uber ist zum Präzedenzfall für andere Internetfirmen mit **digitalen Geschäftsmodellen** geworden, die zeigen, wie etablierte Wirtschaftszweige, wie etwa das Taxigewerbe, durch digitale Marktplattformen wie über Nacht in ihrer wirtschaftlichen Existenz bedroht werden können. Deutsche Verkehrsverbände verbinden mit diesen „Intermediären“ die „große Gefahr der Plattformökonomie“. Sie könnten „als Dritte zwischen uns klassische Dienstleistungsunternehmen mit vollständiger Wertschöpfungskette und den Kunden zu sitzen kommen. Damit würde der direkte Kundenkontakt abgeschnitten und wir hätten quasi nur noch die Lohnkutscher- oder Fahrfunktion unter solchen Plattformen in Zukunft zu leisten.“

— Verkehrsverband

Prognosen des Verbands der Deutschen Automobilindustrie (VDA) gehen davon aus, dass sich aufgrund der Digitalisierung Geschäftsmodelle stark wandeln werden, da sich die digitalen Märkte von den bekannten Produktmärkten der Automobilindustrie „fundamental unterscheiden: Der Wettbewerb um Daten und die Datenschnittstel-

len bestimmt zukünftig mehr denn je über Marktanteile.“ (VDA 2016: 124)

Die Unternehmen, die den öffentlichen Verkehr betreiben (wozu auch eine Anzahl privater Verkehrsunternehmen zählt) und die privatwirtschaftlichen Unternehmen der Automobil- und der Bahnindustrie sind gleichermaßen von der Dynamik digitaler Marktplattformen betroffen. Die Marktstrukturen sind bei den Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs und bei den privaten Unternehmen der Automobil und Bahnindustrie allerdings äußerst unterschiedlich. Insbesondere, weil die den öffentlichen Verkehr betreibenden Unternehmen anderen wirtschaftlichen und rechtlichen Regulierungen als private Unternehmen unterliegen. Daraus resultieren Unterschiede hinsichtlich FuE-Kapazitäten und FuE-Aktivitäten sowie hinsichtlich Kooperationen und Wertschöpfung (vgl. 3.3).

Das größte Unternehmen unter den Betreiberunternehmen des **öffentlichen Verkehrs** ist das privatrechtlich organisierte Unternehmen Deutsche Bahn AG, das insbesondere den Güter- und Personenfernverkehr in Deutschland bedient sowie mit DB Regio und den S-Bahnen auch regionale und urbane Verkehre. Im Zuge der Bahnreform 1994 gegründet, strebt die deutsche Government-owned Corporation an, bis 2020 zum größten Mobilitätsdienstleister Europas zu werden. „Forschung“ betreibt das Unternehmen nicht. Als Kunde der Unternehmen der Bahnindustrie ist es aber an technologischen Entwicklungen beteiligt:

„Wir stellen ja keine Technik her, wir nutzen Technik. Wir kaufen die Züge ein, wir kaufen die Signalanlagen ein [...]. Insofern sind wir an der Entwicklung beteiligt, geben Input, aber in der Umsetzung ist dann maßgeblich die Industrie wieder gefordert.“ — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*

In einem ganz anderen Markt- und Wettbewerbsrahmen als ein privatrechtlich als AG organisiertes Großunternehmen bewegen sich die Unternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in Deutschland. Ihnen stehen Mittel für Forschung und Entwicklung so gut wie nicht zur Verfügung – aus Verbandssicht „ein Grundproblem der Organisation des öffentlichen Verkehrs in Deutschland“:

„Die Forschung liegt schwer im Argen. [...] Natürlich ist das eine oder andere kleine Forschungsprojekt oder die Beteiligung an einem Forschungsprojekt oder das Bezahlen eines Eigenanteils an einem Forschungsprojekt ein denkbarer Weg, wenn man seinen Eigentümer [Aufgabenträger] dazu bekommt. Aber das sind natürlich immer Dinge, die über die normale Finanzierung hinausgehen müssen und letztlich in der Regel nur bei Vorhandensein von europäischen, staatlichen oder länder eigenen Forschungsinitiativen funktionieren. Das ist ein Grundproblem der Organisation des öffentlichen Verkehrs in Deutschland.“ — *Verkehrsverband*

Diese Situation geht auf die Bahnreform von 1994 zurück, die auch die Übertragung der Zuständigkeit für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) vom Bund auf die Bundesländer mit sich

„Die machen über 30 Mrd. [US Dollar] Umsatz im Jahr und eine Alstom Transportation macht etwa sieben, Bombardier macht vielleicht acht, GE etwa fünf und Siemens vielleicht sechs oder sieben. Wir sind alle klein gegenüber dieser chinesischen Dominanz und das bedeutet eben auch für die Zulieferindustrie sich an den globalen Markt anzupassen.“

— *Bahnhersteller*

brachte. Dadurch sollte in Verbindung mit dem Gesetz zur Regionalisierung des Schienenverkehrs im Rahmen der staatlichen „Daseinsvorsorge“ für eine ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Verkehrsleistungen im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) gesorgt werden. Die Aufgabenträger sind seither für die Organisation und Finanzierung des ÖPNV zuständig. Zum ÖPNV zählt der öffentliche Straßenpersonennahverkehr (ÖSPV) und der Schienenpersonennahverkehr (SPNV), während die Organisation in den Bundesländern unterschiedlich gehandhabt wird. Die ÖPNV-Aufgabenträger vergeben auch die Dienstleistungsaufträge und sind damit für die sogenannte „Bestellung“ der entsprechenden Verkehrsleistungen zuständig. Im Rahmen eines insgesamt komplexen regulatorischen Rahmens ist dieses sogenannte Bestellerprinzip im SPNV der Regelfall und wird über die sogenannten Regionalisierungsmittel vom Bund finanziert.

Im Unterschied zu den produzierenden Unternehmen der Bahnindustrie und der Automobilindustrie unterliegen die SPNV-Betreiber aufgrund der staatlichen Daseinsvorsorge bestimmten wettbewerbsbegrenzenden Regulierungen, z.B. erhalten sie bei nicht kostendeckendem Betrieb öffentlich finanzierte Defizitausgleiche. Die ca. 450 im VDV zusammengeschlossenen regionalen und kommunalen Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs, zu denen auch private, meist kleinere und z.T. mittelgroße Unternehmen zählen, nahmen im Jahr 2016 durch Fahrgelder inklusive Ausgleichzahlungen etwa 12,8 Mrd. Euro ein, der Kostendeckungsgrad im ÖPNV beträgt laut Verbandsangaben durchschnittlich rund 76 Prozent (VDV 2018). FuE-Gelder stehen den Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs wie oben beschrieben kaum zur Verfügung. Dies gilt aus Verbandssicht als Grundproblem der Organisation des gesamten öffentlichen Verkehrs in Deutschland.

Für diejenigen Unternehmen der Bahnindustrie, die Fahrzeuge produzieren, stellt sich die Situation anders dar. Die **Bahnindustrie** wird von wenigen Großunternehmen dominiert, wie beispielsweise Siemens, Bombardier, General Electric und Alstom. Verhandlungen zu Mergers und Aquisitions sind immer wieder an der Tagesordnung und werden teilweise auch öffentlich bekannt, wie etwa 2017 die berichteten Verhandlungen zwischen Siemens und Bombardier. Die OEMs der Bahnindustrie sind international aufgestellt und die Globalisierung des Bahnindustriemarktes ist in vollem Gange. Gefürchtet wird vor allem die chinesische Konkurrenz, die seit 2015 verstärkt in die Märkte Afrikas, Süd- und Nordamerikas und zunehmend auch nach Europa vordringt.

Neben der Produktion von Fahrzeugen und Waggons nehmen die in Deutschland agierenden Bahnhersteller zunehmend digitale Services wie beispielsweise die vorausschauende Wartung von Fahrzeugen (Predictive Maintenance) in ihre Portfolios auf und versuchen diese an die Betreiber des öffentlichen Verkehrs bzw. Aufgabenträger zu verkaufen. Damit unterliegen sie dem genannten Bestellerprinzip. Sowohl aus Verbandsperspektive als auch aus Sicht von Bahnherstellern wird dieses Bestellerprinzip als wettbewerbsverzerrender Faktor heftig kritisiert, vor allem weil es im Rahmen der Auftragsvergabe bestimmte Bahnhersteller begünstigt. Die größten OEMs der Bahnindustrie sind Mischkonzerne und bedienen neben Rail und Transportation auch andere Sparten und Märkte wie etwa Windkraft, Health Care, Flugzeuge, Öl und Gas, Manufacturing, Kernkraft- und Wasserkraftwerke. Entsprechend haben sie frühere Automatisierungsphasen genutzt und eigene IoT-Plattformen ständig weiterentwickelt, die heute zentrale Standbeine sind.

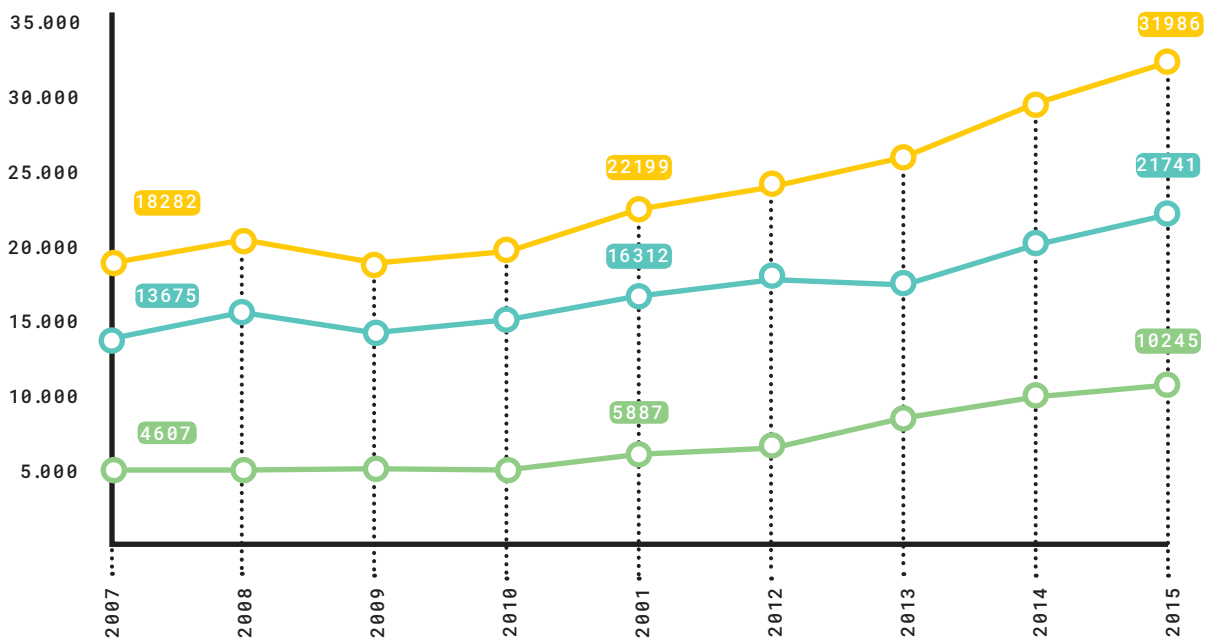
Gleiches gilt für die großen **Automobilhersteller**. Entsprechend den standardisierten Wirtschaftszweigeinteilungen (Oslo-Manual) zählt der Automobilbau zur verarbeitenden Industrie und zusammen mit Bahn-, Schiff- und Flugzeugbau, Chemie, Pharma, Elektronik, Messtechnik und Optik, Elektrotechnik und Maschinenbau zu den innovativ tätigen Unternehmen der Hochtechnologie. Die technologische Entwicklung im Bereich Verkehr und Mobilität wird traditionell von den Automobilherstellern bestimmt. Mit einem Anteil von etwa einem Drittel dominieren sie zudem die FuE-Aktivitäten der gesamten deutschen Wirtschaft. Die folgende Grafik (S.52), die auf Basis von Daten des Stifterverbands für die Deutsche Wissenschaft erstellt wurde, zeigt für die Entwicklung der FuE-Aktivitäten im Zeitraum 2007 bis 2015 beim Bau von Kraftfahrzeugen einen nahezu kontinuierlichen Anstieg. Der Anstieg gilt für die externen FuE-Aufwendungen der Kfz-Industrie, die als Aufträge an andere Unternehmen, Hochschulen oder staatliche Forschungseinrichtungen vergeben werden. Eine fast kontinuierliche Zunahme gilt auch für die internen Aufwendungen für FuE-Aktivitäten im eigenen Haus einschließlich Forschungsaufträgen von Dritten.

Im Jahr 2016 zählte die Kfz-Industrie fast 114.000 FuE-Beschäftigte (Stifterverband 2017; Stehnke 2017). Laut VDA-Angaben arbeiten insgesamt rund 800.000 Beschäftigte in Deutschland bei Automobilherstellern und ihren Zulieferern, davon etwa zwei Drittel bei den Fahrzeugherstellern und ein Drittel bei den Zulieferern. Dabei sind die Zulieferer laut einer VDA-Umfrage ebenso stark internationalisiert wie die Automobilhersteller (VDA 2016). Erwähnenswert mit Blick auf Kooperationen und Wertschöpfung ist im Bereich Automobil, dass es verschiedene Forschungsvereinigungen gibt. Darunter die Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT), ein Zusammenschluss zahlreicher deutscher Pkw- und Nutzfahrzeughersteller und Zulieferer, die unter dem Dach des VDA vorwettbewerblich zu neuen Technologien und Standardisierungen auch mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungs- sowie mit privaten Entwicklungsdienstleistern zusammenarbeitet.

ENTWICKLUNG VON FUE-AKTIVITÄTEN IN DER KRAFTFAHRZEUGINDUSTRIE 2007-2015

Interne, externe und gesamte Aufwendungen für Forschung und Entwicklung im Wirtschaftszweig: "Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (C 29)" (in Mrd. €)

- Summe der internen & externen FuE Aufwendungen
- Interne FuE Aufwendungen
- Externe FuE Aufwendungen



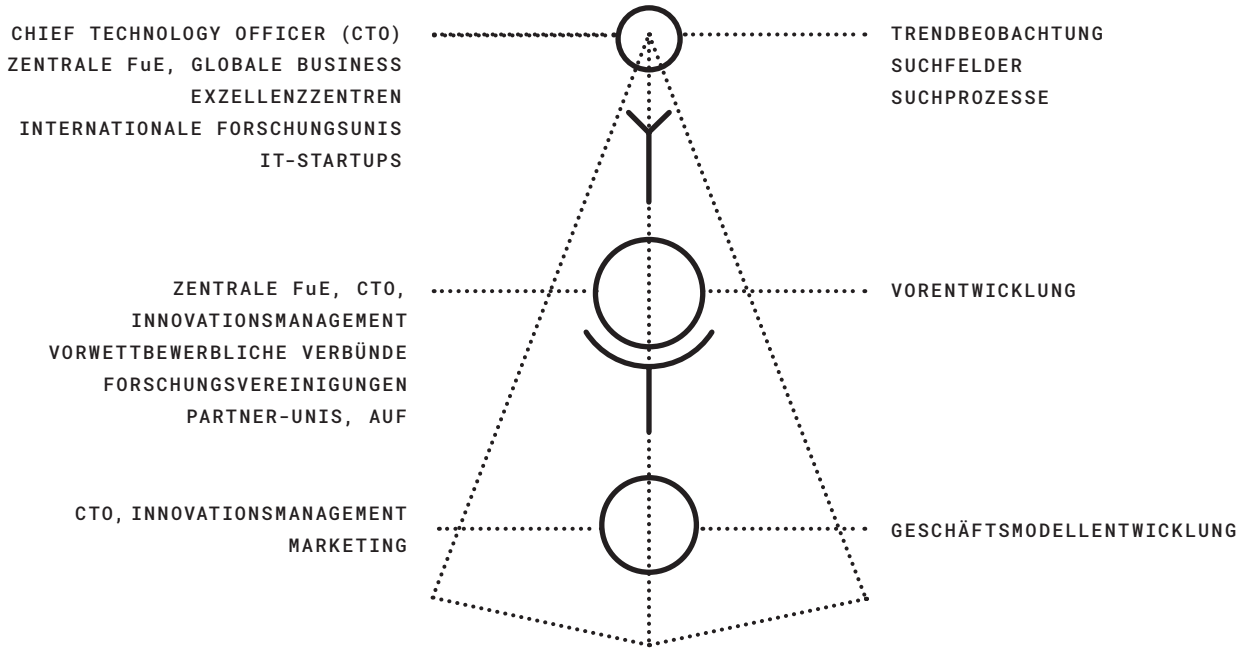
Quellen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2017, S. 5; 2016, S. 4; 2015, Tab. 3.2.8, Tab. 2.2.; 2011, S. 8.

INTERNE ORGANISATION VON FUE

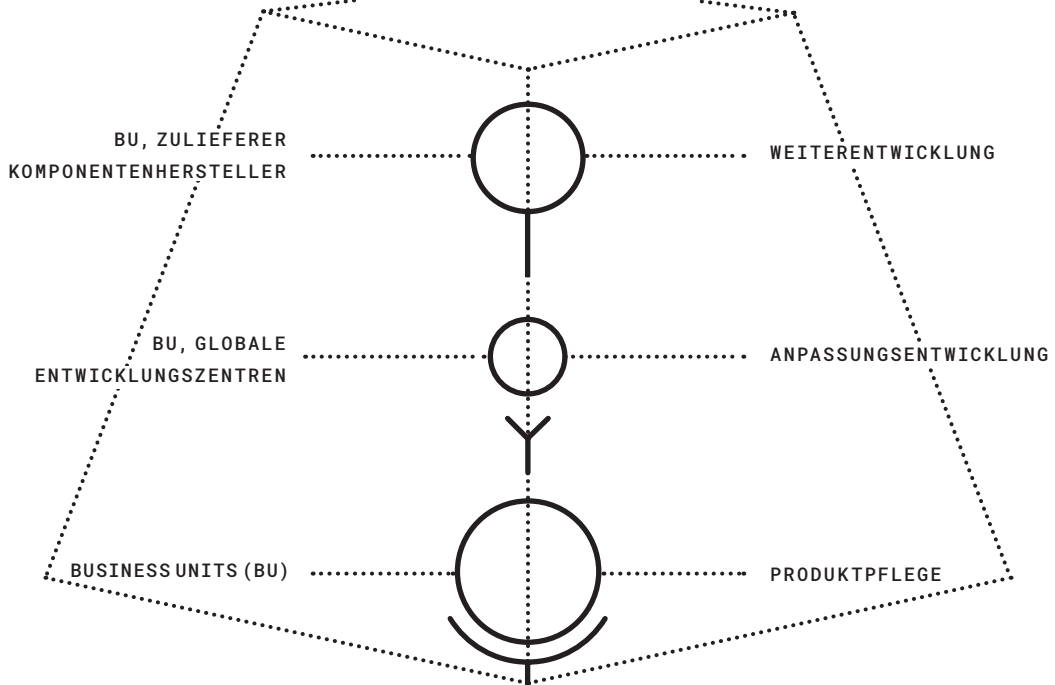
Im Folgenden ist interessant zu sehen, welche Verständnisse von Forschung, Entwicklung und Innovation bei den produzierenden Großunternehmen der Automobil- und Bahnindustrie vorliegen und wie sie FuE-Prozesse im Unternehmen organisieren (vgl. 3.2). Hinsichtlich Kooperation und Wertschöpfung unterscheiden sich die Fahrzeughersteller der Automobil- und Bahnindustrie von den Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs (vgl. 3.3). Dieser Unterschied liegt hauptsächlich darin begründet, dass die Fahrzeughersteller zwar zunehmend auch Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen anbieten, dies aber – im Unterschied zu den Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs – derzeit nicht ihr Kerngeschäft ist. In den Unternehmen der Automobil- und Bahnindustrie wurden Chief Technology Officers (CTOs), Leiter der zentralen FuE und Vorentwicklung sowie Personen aus dem Innovationsmanagement befragt. Ihre Sichtweisen werden in der folgenden Grafik (S.54) in Form der Pyramide aufgenommen. Die Pyramide fokussiert auf den Produktentwicklungsprozess.

Die **Produktentwicklungsprozesse** der Unternehmen umfassen (auf der rechten Seite der Pyramide) die verschiedenen arbeitsteiligen Prozesse und (links) die jeweils beteiligten Entwicklungs- bzw. Kooperationspartner. Ständig begleitet werden die Prozesse von der Suche nach Lösungen für bestimmte Entwicklungsprobleme und der Suche nach neuen Ideen (rechts oben). Sie sollen möglichst auch zu neuen Geschäftsmodellen und schließlich zum Markteintritt von Produkten oder Services führen.

PRODUKTENTWICKLUNGSPROZESS



MARKTEINTRITT



AKTEURE



PROZESSE

Die Produktpflege (am Sockel der Pyramide) trägt die Entwicklung von Services und Produkten, die ständig angepasst und weiterentwickelt werden müssen (Anpassungs- und Weiterentwicklung). Das Verhältnis von Produktpflege (unten rechts) und der Suche nach neuen Ideen für innovative Geschäftsmodelle (oben rechts) wird, gemessen am Ressourcenaufwand, für Großunternehmen mit etwa 90 zu zehn Prozent angegeben.

Alle Interviewten aus dem FuE- und Innovationsmanagement verstehen ihr Unternehmen als innovativ, wobei unter innovativ oder Innovation Unterschiedliches verstanden wird. Bei der Analyse der Interviews war es daher eine zentrale Aufgabe, Kriterien zu finden, die innovative Unternehmen beschreiben können. Als ein solches zentrales Kriterium erwies sich, dass innovative Unternehmen für die Suche nach Problemlösungen und bei ihrer Suche nach neuen, innovativen Ideen von außen relativ offen sind.

Trends zu beobachten, **Suchfelder** zu definieren und **Suchprozesse** zu initiieren ist Teil der Aufgaben von Chief Technology Officers (CTOs). Sie sind lokal und regional sowie mit global arbeitenden Organisationseinheiten, sogenannten Kompetenzzentren bzw. Business Exzellenzzentren, vernetzt:

„Die Mannschaft, die guckt, wie entwickeln sich Technologien und Trends der nächsten vielleicht zehn Jahre. Da kommt sie auf Themen wie Brennstoffzellenforschung, Batterithemen und so weiter. Alles das, wo man in der Geschäftseinheit sagt, das ist mir zu weit weg, das ist Forschung. Da geht's um Megatrends, da geht's aber auch um Produktideen. Da guckt man mal, was Startups machen. Wir haben da ein Forum [...], wo man einfach mal so Ideen sammelt und kleine Firmen oder Hochschulen mal zeigen, was sie so machen.“

— Zulieferer

In dem Verständnis von „Forschung“ als Sammlung extern generierten Wissens und neuer Ideen ist Forschung weder von Innovation noch von Entwicklung klar abgrenzbar:

„Forschung ist in dem Innovationsteil eigentlich enthalten. Wenn Sie den Bereich mal FuE nennen, da wäre das E Innovation. Und Forschung ist dann eher das F.“ — Zulieferer

Der Prozessschritt der **Vorentwicklung**, der aus den Innenperspektiven am ehesten mit Forschung assoziiert wird, wird notwendig, wenn das technologische Knowhow, z.B. die Software, noch nicht ausgereift ist oder wenn beispielsweise statt eines Verbrennungsmotors ein Elektroantrieb verbaut werden soll. Vorentwicklung ist Entwicklungsarbeit, die nicht direkt auf vorhandenes Wissen aufbauen kann und mit Unsicherheiten behaftet ist. Vorentwicklung ist keine „absolute Grundlagenforschung“, sondern „eher angewandte Forschung“ (Zulieferer), sie kann bzw. muss auch originäre, aber zugleich auf ein spezifisches Ziel gerichtete Untersuchungen einschließen.

„Wobei der Begriff zwischen Forschung und Vorentwicklung manchmal auch fließend ist.“

— Zulieferer

„Und das Ziel, von allem was wir tun, und das ist wichtig, ist: Wir wollen nur das hier [Bestandsportfolio] noch besser, noch günstiger, noch zuverlässiger, noch gewinnbringender machen.“ *OEM*

Für das alltägliche Funktionieren der organisationsinternen Abläufe steht den an den internen Produktentwicklungsprozessen arbeitsteilig beteiligten Akteuren zudem ein praxisorientiertes implizites Wissen zur Verfügung: „Jeder weiß, was da passiert“. Zum Beispiel können die an einem Produktentwicklungsprozess beteiligten Ingenieure, Geschäftseinheiten und CTOs hinsichtlich des Zeitpunkts der Beendigung einer Vorentwicklung und des Beginns einer Produktentwicklung „verschiedener Meinung sein, ist man auch im Unternehmen in der Regel. [...] Jeder weiß, was da passiert.“ — *Zulieferer*

Das Bestandsportfolio der verschiedenen Geschäftsfelder steht im Vordergrund der internen Prozessgestaltung, damit das Unternehmen wettbewerbsfähig bleibt und in mehr Märkten noch günstiger produziert werden kann:

Dabei fließen von außen bzw. von innen entwickelte Problemlösungen in Form neuer Portfolio-Elemente auch wieder in die Entwicklungsarbeit der operativen Organisationseinheiten zurück. Für die Business Units am Sockel der Pyramide bedeutet es oft die Anpassung und Weiterentwicklung sowie zu einem überwiegenden Anteil die Produktpflege. Die Pflege des Kerngeschäfts, die „Produktpflege“, ist die zentrale Aufgabe der Organisationseinheiten am Sockel der Pyramide (Business Units), die letztlich über Gewinn oder Verlust entscheidet.

Weiterentwicklung findet häufig in der Phase nach dem Markteintritt statt und kann beispielsweise bei einem Automobilzulieferunternehmen darin bestehen, aus einem 5-Gang Anschlaggetriebe ein 6-Gang-Getriebe zu machen. Dies ist mit einem höheren Entwicklungsaufwand verbunden als Entwicklungsarbeiten bei der sogenannten Anpassungsentwicklung. Die **Produktpflege** wird als der am stärksten unternehmensinterne Prozessschritt gesehen, wobei die Übergänge zur Anpassungsentwicklung wiederum fließend sind. Die Produktpflege kann z.B. ein Obsoleszenz-Management enthalten, wenn Teile nicht mehr lieferbar sind, weil die Zulieferer sie nicht mehr produzieren oder wenn das Produkt (Auto oder Zug) an neue Stan-

dards angepasst werden muss, die beispielsweise aus nationalen, internationalen oder neuen EU-Regularien resultieren. So erfordern neue Sicherheitsstandards im Bahnbetrieb oder die Regulierung von Abgaswerten in der Automobilindustrie **Anpassungsentwicklungen**, die (bei Einhaltung der Regeln) möglichst zeitnah erfolgen müssen. Für Zulieferer kann Anpassungsentwicklung auch beinhalten, Getriebe in die Fahrzeuge verschiedener Markenhersteller einzubauen. Die Grundkonzepte sind identisch, nur Schnittstellen ändern sich. Anpassungsentwicklung kann auch Fahrzeuganpassung beim Export in die weltweiten Absatzmärkte beinhalten, wofür die meisten Unternehmen weltweite Entwicklungszentren unterhalten.

Aufgrund der Entwicklungen im Elektronik- und Softwarebereich und der Entwicklung von IT-Tools wie der Spracherkennung oder dem Smartphone gerät die **Organisation der Produktentwicklungsprozesse** insgesamt unter den Druck, die gesamten Prozessketten (Produkt- und Prozessinnovationen) zu hinterfragen.

☉..... Von der Vorentwicklung bis zur Produktpflege, Marketingstrategien, Produktion und Vertriebskanäle. Vor allem auf Prozessverschlanung (z.B. durch agiles Projektmanagement), Schnelligkeit und Kundenkontakt kommt es dabei an. In all diesen Bereichen sehen Unternehmen der Bahn- und Automobilindustrie, Hersteller wie Zulieferer, „DIE Aufgabe der Digitalisierung“ — OEM

☉..... Gefahren resultieren daraus, dass sich „der Wettbewerbsrahmen öffnet und wir auf einmal Player ins Blickfeld bekommen, die deutlich kürzere Zyklen haben. Alle neuen Spieler im Tech-Bereich und die, die wesentlich kleiner und daher schneller sind als wir.“ — OEM

☉..... Vorteile erwarten die Unternehmen insbesondere aufgrund „dieser Konnektivität. Die geht dramatisch nach oben. Und DAS gibt jetzt auf einmal neue Geschäftsmöglichkeiten über das hinaus, wo Sie sagen, ich kann mein Bestandportfolio hier noch weiter digitalisieren, sondern Sie können jetzt z.B. auf einmal riesen Datenmengen analysieren.“ — OEM

Inwieweit Big Data und Konnektivität als „Treiber der Digitalisierung“ in die **Entwicklung digitalisierter Geschäftsmodelle** münden, die das Kerngeschäft tatsächlich erweitern, wird von den meisten Befragten mit Zurückhaltung eingeschätzt, bis hin zu Aussagen wie „das weiß man heute noch gar nicht“. Sehr deutlich machen sie, dass das Wissen, das sie in vielfältigen Netzwerken finden, zentral für das Re-Engineering ihrer Zulieferer- und Wertschöpfungsketten ist. Um "unser Ökosystem" (Zulieferer) über die bestehenden Netzwerke hinausgehend auszuweiten, nutzen innovative Unternehmen die (beschriebene) Offenheit nach außen und organisieren Suchprozesse für neue Kooperationsmöglichkeiten.

KOOPERATIONEN UND WERTSCHÖPFUNG

Hinsichtlich Wertschöpfung unterscheiden sich die herstellenden Unternehmen der Automobil- und Bahnindustrie sowie ihre Zulieferer von den Unternehmen, die den öffentlichen Verkehr betreiben. Während das Kerngeschäft der etablierten Betreiberunternehmen nach wie vor in der Bereitstellung, Organisation und Durchführung von Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen besteht, ist bei den Fahrzeugproduzenten festzustellen, dass sie zunehmend zusätzlich auch Mobilitätsdienstleistungen (z.B. Car Sharing) in ihr Angebotsportfolio aufnehmen. Entsprechend unterschiedlich gestalten sich die bestehenden Kooperationsbeziehungen, die Formate der Zusammenarbeit und folglich die Organisation der Suchprozesse (an der Spitze der Pyramide rechts) bei Herstellern und Betreibern. Während die Suchprozesse bei den herstellenden Unternehmen eher zentral und global vernetzt erscheinen, sind die Suchprozesse im Bereich Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen meist dezentral, ausgehend von den bestehenden Netzwerken organisiert. Beide Bereiche werden im Folgenden daher je für sich dargestellt.

KOOPERATIONEN IN DER AUTOMOBIL- UND BAHNINDUSTRIE

Während Produktpflege und Anpassungsentwicklung in den Produktentwicklungsprozessen der Unternehmen (am Sockel der Pyramide) weniger Entwicklungsarbeit erfordern, kooperieren Unternehmen bei der Weiterentwicklung vor allem mit ihren **Zulieferfirmen bzw. Komponentenherstellern**. Kooperationen mit der Wissenschaft sehen sie weder für die Anpassungs- noch für die Weiterentwicklung ihres

Produktportfolios als geeignet an. Weil wissenschaftliche Akteure erstens nichts davon verstünden und sich zweitens nicht dafür interessierten. Damit korrespondieren Aussagen in allen geführten Interviews mit Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zu Mobilitäts- und Verkehrsthemen. Sie wollten „nicht zu so einer verlängerten Werkbank“ eines Unternehmens werden. Das gilt auch in Fällen, wenn sehr enge Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtung bestehen und beispielsweise ein gemeinsames Institut entsprechend dem Modell von Fraunhofer An-Instituten besteht. Da die Institute an konkreten Bedarfen und mit Assets der Unternehmen (z.B. an der Produktentwicklung von automatisierten Assistenten, Fahrzeugkommunikation und -konnektivität arbeiten), ist die Forschungsseite auch vertraglich zu Geheimhaltungen verpflichtet. Der weitere Sinn für Kooperationen wird von Forschungsseite darin gesehen, vorausschauend für die Unternehmen bzw. mit ihnen gemeinsam neue „Themen frühzeitig zu definieren.“ — *Technikwissenschaftler*

In dem Prozessschritt der Vorentwicklung, wenn das technologische Knowhow noch nicht ausgereift ist, ist es üblich, auf eingespielte Netzwerke zurückzugreifen. Hier setzen Unternehmen auf strategische FuE-Partnerschaften. Im Bereich der technischen Fahrzeugentwicklung (Bahnen und Autos) sind häufig Institute an Technischen Universitäten mit einer langjährigen Zusammenarbeit eingebunden, mit denen in unterschiedlichen Formaten kooperiert wird: Verbund- und Auftragsforschung, spezifische Entwicklungsprojekte oder auch Bachelor- und Masterarbeiten. Zu den strategischen Partnerschaften gehören zudem verschiedene Forschungsvereinigungen, in der Automobilindustrie beispielsweise für Antriebstechnik. In Fachvereinigungen sind Fahrzeughersteller, PKW-Zulieferer und andere Industriehersteller dauerhaft vernetzt und arbeiten mit Forschungseinrichtungen und mit Ministerien eng zusammen. Die Vernetzung bietet allen Beteiligten auch die Möglichkeit, zukünftige Forschungsthemen und Projekte zur Förderung zu empfehlen.

Die strategischen Zentren für die Erweiterung der Wissenskette (an der Spitze der Pyramide) bildet bei Großunternehmen die

„zentrale Forschung“, manchmal „Center for Business Excellence“ oder „Center of Knowledge Interchange“ genannt. Die Zentren sind mit großen internationalen High-Tech-Unternehmen, aber auch kleineren Unternehmen, Startups und hoch gerankten internationalen Forschungsuniversitäten und -organisationen vernetzt. Die „zentrale Forschung“ als Organisationseinheit beschäftigt oft zu überwiegenden Anteilen Softwareentwicklerinnen und -entwickler sowie anteilmäßig weniger Forschende und eine relativ umfangreiche Patentexpertise. Sind spezifische Problemlösungen oder neues Wissen („Spannendes“) gefragt, aktivieren die CTOs oder andere Verantwortliche vor Ort in den Business Units das im Hintergrund aktive Netzwerk, dessen Aufgabe die Dauerbeobachtung des neuesten Standes der technologischen Entwicklung ist: **„Die Mannschaft, die guckt, wie entwickeln sich Technologien und Trends“** — Zulieferer. Sind spezifische „Suchfelder“ zu bedienen, werden die lokalen und globalen Organisationseinheiten zu direkten Kooperationspartnern:

„Die haben dort eine Einheit [zentrale Forschung], die sucht nach meinen Suchfeldern. Also ich [CTO] nerve die hier [Business Units] und sage, gebt mir mal Suchfelder, sagt mir mal, wo ihr was Spannendes braucht. Dann sagt der [Business Unit] vielleicht, ich brauche irgendwas im Bereich Konnektivität von Sensorik. [...] Der gibt mir dieses Feld, ich gebe das an die [Einheit in der zentralen Forschung] weiter und die schaut nach extern und sagt, hier haben wir was gefunden. Wenn wir was gefunden haben, dann ist die Frage, probieren wir es hier [in der zentralen Forschung] aus oder probieren wir es gleich in der BU [Business Unit] aus?“

— OEM

Dieser Einblick zeigt das Verschwimmen der an Suchprozessen beteiligten „internen“ und „externen“ Organisationseinheiten und damit den hohen Vernetzungsgrad der Gesamtorganisation. Die Durchlässigkeit von Organisationsgrenzen für Suchprozesse und die Dauerbeobachtung von technologischen Entwicklungen und Marktentwicklungen hängt direkt mit der **Globalisierung der Wissens- und Wertschöpfungsketten** zusammen. Sie bietet den Unternehmen eine Variationsbreite an Interaktions- und Handlungsoptionen. Für unsere Analyse bedeutet dies, dass eine zusammenhängende Betrachtung der internen Organisationsprozesse und der vielfältigen Außenbeziehungen erforderlich ist (vgl. 3.4).

„Generell würde ich sagen, es gibt relativ wenig Grenzen [der vorwettbewerblichen Forschung]. Aber je näher das Thema an wettbewerbsdifferenzierenden Eigenschaften ist, desto schwieriger ist es über Grenzen hinweg zu denken. Das ist ja nicht negativ, das ist ja nur eine Überlebensfrage. Wenn ich meine wettbewerbsrelevanten Dinge teile, dann wird es mich nicht mehr lang geben.“ — OEM

Auf nationaler Ebene spielt die öffentlich geförderte Verbund- bzw. Konsortialforschung im Format der „vorwettbewerblichen Forschung“ eine zentrale Rolle für den Bereich Mobilität und Verkehr. Sie stößt bei den interviewten Unternehmen generell auf Zustimmung. Sie betonen aber zugleich Markt und Wettbewerb als zentrale Faktoren, die Kooperationen in der vorwettbewerblichen Zusammenarbeit in Verbänden und Konsortien hemmen oder gar verhindern können:

Fazit: Je höher der Grad an Offenheit ist, die ein Unternehmen (am oberen Ende rechts der Pyramide) für Suchprozesse hinsichtlich Service- und Produktverbesserungen, innovativen Geschäftsideen oder/und neuem Wissen zeigt, desto eher wird es sich auch an der öffentlich geförderten vorwettbewerblichen Entwicklung beteiligen.

Die **öffentlich geförderte Verbund- bzw. Konsortialförderung** wird nicht nur von Unternehmen, sondern auch von Interviewten aus Forschungseinrichtungen als eine allgemein befriedigende Form der Kooperation betrachtet. Gleichzeitig werden die folgenden Faktoren kritisch gesehen:

- ⊙..... die ressourcenaufwändige Antragstellung und lange Dauer der Bewilligungsverfahren;
- ⊙..... die vor allem aus Unternehmenssicht geäußerte Kritik an zu langfristigen Verbundprojekten, da sie die unternehmensinternen Prozesse verlangsamen;
- ⊙..... die teilweise berichteten Kontroversen bei langwierigen Vertragsverhandlungen vor allem hinsichtlich Wissensverwertung. Wissensverwertung und Geheimhaltungsabkommen sehen nicht wenige der Befragten als ein „typisches Problem“, andere als „ein ganz heißes Thema“ und wieder andere meinen, es sei „kein Problem“, da Geheimhaltung und Rechte an der Wissensverwertung in den Konsortialverträgen klar geregelt und einvernehmlich festgeschrieben seien.

Aus Ministeriumssicht ist der vorwettbewerbliche Bereich im Rahmen der Konsortialförderung besonders bei neuen Themen wie beispielsweise der Elektromobilität geeignet. Vor allem, weil mehrere OEMs der gleichen Stufe (als „Konkurrenten“: Ministerium) zur Zusammenarbeit bewegt und zur Kooperation mit wissenschaftlichen Einrichtungen motiviert werden könnten.

Die Suchprozesse der Unternehmen wurden vor allem im Bereich Elektromobilität seit einigen Jahren mit verschiedenen Förderprogrammen unterstützt, die besonders die **„experimentelle Entwicklung“** fördern (vgl. Elektromobilität, Webseite des BMVI). Die experimentelle Entwicklung, die auch kommerziell nutzbare Prototypen und Pilotprojekte einschließt, ist marktnah und will Marktanreize setzen, beispielsweise indem sie den Herstellern von Elektrofahrzeugen Möglichkeiten für das Testen der Fahrzeuge bietet. Aus Sicht der Hersteller fehlt für tragbare Geschäftsmodelle

„So lange es nicht genug Elektrofahrzeuge im Straßenbild gibt, ist die Tendenz [in der Automobilindustrie], in die Ladeinfrastruktur zu investieren geringer und so lange Ladeinfrastrukturen nicht ausgebaut sind, haben die Kunden gewisse Bedenken. Und deswegen gibt es auch solche neuen Projekte wie in [deutsche Großstadt], damit der Anteil der Elektrofahrzeuge Zug um Zug erhöht wird und die Stadt gleichzeitig die Infrastruktur ausbaut. Und das ist ein schönes Beispiel, was vielleicht in den kommenden Jahren tragen kann, wie es wirklich wird.“ — *OEM*

bislang vor allem die notwendige Infrastruktur (z.B. Ladesäulen für Elektrofahrzeuge) für das „Ausrollen“ (OEM) ihrer E-Fahrzeuge. Am Ausbau der Infrastruktur arbeiten die Hersteller unter anderem in großen **Konsortien (auch) außerhalb der öffentlichen FuE-Förderung** gemeinsam mit großen Firmen wie auch mit Startups und/oder der Stadt- und anderen Verwaltungen:

Wer die für das „Ausrollen“ der E-Fahrzeuge notwendige Lade- und Verkehrsinfrastruktur bereitstellt, und wer die Daten aus den vernetzten Nutzer-, Verkehrs- und Umweltdaten für privatwirtschaftliche Produktentwicklungsprozesse analysieren und vermarkten darf, wirft eine Reihe von ungeklärten juristischen, ökonomischen, verkehrs- und gesellschaftspolitischen Fragen auf (BMVI 2017; vgl. 3.4 Schlussfolgerungen und Ausblick).

Während die großen produzierenden Unternehmen der Branche mit den globalen Kompetenzzentren über eigene bzw. eigenständige (zentrale) Organisationseinheiten für Suchprozesse und Dauerbeobachtung verfügen, können selbst große, in Deutschland den öffentlichen Verkehr bedienende Unternehmen nicht auf vergleichbare Zentren zurück greifen. Sie setzen stattdessen auf dezentrale Netzwerke.

KOOPERATIONEN BEI BETREIBERUNTERNEHMEN DES ÖFFENTLICHEN VERKEHRS

Die Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs sind an der technologischen Entwicklung der Fahrzeughersteller insofern beteiligt, als sie die Züge, Signalanlagen etc. kaufen. Damit sind sie Kooperationspartner der Bahnindustrie, insbesondere im Bereich der Anpassungsentwicklung von Fahrzeugen. Zugleich gehen ihre Suchprozesse in den letzten ca. zehn Jahren verstärkt in Richtung innovativer Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen. Hier gilt die Suche nach „hellen, kreativen Köpfe(n)“, die in bestehende dezentrale Netzwerke eingebunden werden sollen:

Belegt wird dieser Trend zu Dezentralisierung und Vernetzung mit dem Controlling als Steuerungsfunktion des Managements.

„Ich glaube das macht auch gar keinen Sinn in so einem großen Unternehmen, dass man alles irgendwie versucht zu zentralisieren. [...] Deswegen ist es besser wenn man versucht, die aktiven Leute, die hellen, kreativen Köpfe sinnvoll von einer zentralen Stelle [aus] zusammen zu bringen, zu vernetzen, entsprechende Netzwerke bildet.“ — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*

Es verzeichnet zunehmende Kontakte zu wissenschaftlichen Einrichtungen:

Die wichtigste Form der Zusammenarbeit bildet dabei traditionell **das gemeinsame Projekt**. Die projektförmige Zusammenarbeit bietet Vorteile aufgrund begrenzter Laufzeiten (in der Regel sechs Monate bis fünf Jahre), die eine Meilensteinplanung und damit ein Commitment der Projektpartner über gemeinsam zu erreichende Ziele erfordert. Dies ist bei anderen Formaten der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft nicht immer eindeutig geklärt und hat in der Vergangenheit auch zu Missverständnissen und Irritationen geführt. Am Beispiel der **Stiftungsprofessur**, ein in dem Bereich übliches Kooperationsformat, wurde von einem Betreiberunternehmen verdeutlicht, dass Stiftungsprofessuren für das Unternehmen häufig nicht den passgenauen Input generieren. Bei den Unternehmen führte dies zur Hinterfragung des ihnen verbleibenden Mehrwertes. Die berufenen Stiftungsprofessor/-innen sind hingegen dazu verpflichtet, keine Auftragsforschung zu betreiben. Hier stehen sich unterschiedliche Erwartungshaltungen gegenüber. Ein Ausweg aus dieser Situation besteht darin, zu Beginn von Projekten in oft zähen Vertragsverhandlungen neben der Zielsetzung auch kritische Themen wie Schutzrechte und Verwertung vorab zu klären:

„Wir haben eine Datenbank von Wissenschafts- und Hochschulkontakten, und da ist alles drin von Kamingesprächen, Gastvorträgen, Vorlesungen die wir selber und Kollegen an Hochschulen geben, Formaten wie Workshops [...] Wir haben ein Treffen der deutschsprachigen Eisenbahnprofessoren, das einmal im Jahr stattfindet, über Auftrags- und Kooperationsforschung und größere langfristige Rahmenverträge mit einzelnen Hochschulen. Das ist dort alles erfasst.“ — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*

„In der praktischen Arbeit hat das zwar kaum eine Bedeutung, aber wenn man einen Kooperationsvertrag abschließen will, ist es ein riesen Thema.“ — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*

Projekte können unterschiedlicher Art und Struktur sein: Entweder über Beauftragungen oder aber im Verbund organisiert. **Verbundprojekte** werden aktuell besonders im Eisenbahnsektor im Rahmen der EU-Initiative Shift²Rail stimuliert und gefördert. Dort arbeiten europäische Betreiberunternehmen daran, den europäischen Eisenbahnverkehr als leistungsfähiges und ökonomisches Transportsystem zu stärken. Diese Form der Zusammenarbeit ist im Eisenbahnsektor einmalig und nicht unabhängig von der oben erwähnten internationalen Entwicklung im Bahnsektor zu sehen. Shift²Rail gilt als Vorzeigebispiel der Kooperation von Herstellern, Betreibern und wissenschaftlichen Einrichtungen im Bereich Bahntechnik.

Auch auf nationaler Ebene gewinnen öffentlich geförderte Verbundprojekte an Relevanz. Besonders mit Verweis auf das hohe wirtschaftliche Risiko bei der Entwicklung von Innovationen hilft

„Bei Industrieprojekten muss ich zu einem bestimmten Ergebnis kommen, natürlich. Und hier in den Forschungsprojekten kann ich auch wirklich forschen, das heißt da kann ich auch mehrere Wege ausprobieren und das finde ich sehr wichtig.“

— *Außeruniversitäre Forschungseinrichtung*

staatliche Förderung aus Sicht der Befragten, einen Teil dieser Risiken zu minimieren. Ein weiterer Vorteil gegenüber der privatwirtschaftlich organisierten Projektarbeit ist, dass bei öffentlich geförderten FuE-Projekten Themen auch in einer außergewöhnlichen wissenschaftlichen Tiefe bearbeitet werden können. Auch die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Institutionen wird durch öffentlich geförderte Verbundprojekte begünstigt. Gegenüber der Auftragsforschung scheint in öffentlichen Fördervorhaben „freie Forschung“ in Abgrenzung zu Output-orientierten Industrieprojekten möglich:

Öffentlich geförderte Verbundprojekte haben gegenüber der Projektarbeit den Vorteil der Langfristigkeit. Dies bietet besonders den wissenschaftlichen Partnern bzw. dessen Personal eine bessere Beschäftigungsperspektive, da Vertragslaufzeiten in vielen Fällen an die Projektdauer gekoppelt sind. Auch Industriepartner schätzen die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft in Förderprojekten, da die wissenschaftlichen Partner zumeist vollfinanziert werden. Daneben wird ihr spezielles technologisches Knowhow, das den Unternehmen selbst oft nicht zur Verfügung steht, hoch geschätzt.

Neben Auftragsforschung und Kooperationen in Verbundprojekten investieren Unternehmen in Labs, Experimentierräume, Acceleratoren, Innovationswettbewerbe und ähnliche **neue Formate**. Labs bzw. Experimentierräume bieten den Vorteil, dass verschiedene Partner unter einem Dach arbeiten. Durch die räumliche Nähe von Forschung und Praxis kann ein beschleunigter Wissenstransfer stattfinden. Probleme können so schneller identifiziert, Gespräche formloser geführt und Lösungen ad hoc ausprobiert werden. Auch das Verständnis über die Arbeitsweisen des jeweilig anderen Projektpartners lässt sich dadurch verbessern, mehr Transparenz wird hergestellt und eigene Praktiken können überdacht werden:

"Ich würde mal sagen, [...] dass die Weltanschauung eines Forschers sich deutlich unterscheidet von demjenigen, der in der Geschäftswelt arbeitet, aber beide voneinander profitieren und lernen können. [...] Deswegen finde ich es für mich ganz gut, dass ich in der Forschung war und in der Geschäftswelt und da auch der Übersetzer sein kann.“

— *Logistikunternehmen*

Doch nicht nur Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen werden durch neue Formate gestärkt. Besonderes Augenmerk liegt bei großen, den öffentlichen Verkehr betreibenden

Unternehmen in jüngster Zeit auf der **Zusammenarbeit mit jungen Unternehmen**. Diesen Akteuren und Akteurinnen aus der „neuen Welt“, den Startups, gehört ein Großteil ihrer Aufmerksamkeit: Mit Acceleratorenprogrammen, Challenges und Pitches suchen die Unternehmen **„Lösungen für unsere operative Exzellenz“** — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*.

Der Fokus auf die „neue Welt“ verändert auch die Suchprozesse der Verkehrsbetreiber, insofern plötzlich jeder und jede als Wissenslieferant gefragt sein kann:

Auslöser dieser Neuausrichtung ihres Suchverhaltens sind vor allem eigene Beobachtungen der Entwicklung in den Startup-Regionen des Silicon Valley in den USA. Mehrere befragte Unternehmen der Branche, Betreiberunternehmen des öffentlichen Verkehrs wie auch die großen Fahrzeughersteller, entdecken hier Neues: die **„neue Welt der Innovationsökosysteme“** — *Verkehrsbetreiber*. Die neue Sicht verändert ihr Kooperationsverhalten gegenüber der „alten Welt“:

Bei einem genaueren Blick auf die „neue Welt“ junger Unternehmen in Deutschland zeigt sich, dass ihr Wissen oft aus wissenschaftlichen Einrichtungen stammt. Hier starten sie ihre Karrieren, hier werden Netzwerke gebildet, (Grundlagen-)Forschungen betrieben, Ideen generiert, Freiräume geboten, Kontakte über Verbundvorhaben geknüpft und Mittel sowie Beratungsleistungen für Unternehmensgründungen bereitgestellt. Sobald aus ihnen Startups mit halbwegs sicheren Businessplänen und Produktideen werden und sie auf die Suche nach Investor/-innen für die Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle gehen, lösen sie sich formal von den wissenschaftlichen Einrichtungen. Während die wissenschaftlichen Einrichtungen häufig nicht vom Erfolg ehemaliger Studenten und Studentinnen profitieren, schätzen Unternehmen das „Mindset“ der jungen Gründer und Gründerinnen und erhoffen sich, neben Lösungen für ihre Problem- und Suchfelder, auch einen Mentalitätswandel der eigenen Belegschaft.

„Das ist eine ganz offene Kampagne auf einer Internetplattform, jeder kann sich dran beteiligen, ob Mitarbeiter, Student, Schüler, Unternehmer, kleines Unternehmen, großes Unternehmen, Startup, whatever. Entscheidend ist die Lösung.“ — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*

„Enabler, Zusammenarbeit in neuen Formen, neuen Formaten und mit neuen Arten auch von Partnern, Ökosysteme, neue innovative Ökosysteme ist da das große Schlagwort. [...] Wie machen wir das jetzt? Da haben wir verschiedene Welten: Das ist die Zusammenarbeit mit der Industrie, also die herkömmliche Welt, und die Zusammenarbeit mit den Hochschulen und der Forschung, im Wesentlichen auch herkömmliche Welt. Und dann gibt es diese neue Welt, neue datenbasierte Geschäftsmodelle, aber auch ganz andere Partner.“ — *Betreiber des öffentlichen Verkehrs*

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

RE-ENGINEERING VON WERTSCHÖPFUNG UND OPEN INNOVATION

Ein zentrales Ergebnis der empirischen Analyse im Bereich Mobilität und Verkehr ist, dass die Unternehmen nach außen relativ offen sind, wenn es darum geht, Trends zu beobachten, spezielle Suchfelder zu bedienen und Suchprozesse zu steuern. Diese vernetzte Offenheit (an der Spitze der Pyramide) prägt auch das Selbstverständnis, ein innovatives Unternehmen zu sein. Dabei greifen die weltweit agierenden Unternehmen der Branche auf eine **globalisierte Wissens- und Wertschöpfungskette** zurück.

Das Funktionieren globalisierter Wissens- und Wertschöpfungsketten ist keine, wie es heute manchmal erscheint, originäre Erkenntnis der aktuellen Digitalisierungs-Debatten. Vielmehr handelt es sich um weltweit beobachtbare Prozesse, die auf Entwicklungen der industriellen Forschung, etwa seit den 1960er Jahren zurückgeführt werden können. In der Literatur zur Industrie- und Wissenschaftsforschung wird die Globalisierung der Wissens- und Wertschöpfung auch als Ausdifferenzierung komplexer Organisationen industrieller Forschung bezeichnet. Sie hat zu einer „Verwissenschaftlichung der Industrie“ und einer analogen „Industrialisierung der Wissenschaft“ geführt (Hack & Hack 1985). In diesem Zusammenhang wurde auch das heute geflügelte Wort vom „Auszug der Grundlagenforschung aus der Industrieforschung“ geprägt – eine Entwicklung zwischen den 1960er und 1980er Jahren, „vor Vollerfüllung der Tatsachen“ (Hack 1988). Demnach ist eine getrennte Behandlung der industriellen FuE (Industrieforschung) ohne die Berücksichtigung der Binnenstrukturen der Organisation sowie zugleich ihrer vielfach vernetzten Außenkontakte nicht (mehr) zeitgemäß. Diese Erklärung basiert auf umfangreichen Analysen zur FuE-Tätigkeit internationaler Großunternehmen, darunter auch einige mit Standort in Deutschland (Hack & Hack 1985; Hack 1988, 1998,

2007). Es sind Entwicklungen in früheren Phasen der Elektrifizierung, der Automatisierung und der Digitalisierung, die es ermöglichten, dass kleine Startups zu globalen IT-Konzernen heranwachsen konnten (Mazzucato 2014). Heute steht die Globalisierung der Wissens- und Wertschöpfungsketten im FuE-Bereich im Kontext von „*Konzentration, Konkurrenz und Innovationsstrategien der Internetkonzerne*“ (Dolata 2015, 2016). Sie öffnen auch die Wettbewerbsrahmen innerhalb der Branche Mobilität und Verkehr.

Wird die Innenperspektive des Unternehmens eingenommen zeigt sich, dass die Organisation der Produktentwicklungsprozesse im Kern auf die **Erhaltung bestehender Kerngeschäfte** ausgerichtet bleibt. Dabei sind die Unternehmen auf die stetige Verbesserung ihrer Produkte (Automobil und Bahn) in den verschiedenen technologischen Entwicklungsprozessen der Vor-, Weiter- und Anpassungsentwicklung bedacht, um bestehende Geschäfte weiter zu digitalisieren. **Big Data-Analysen und die Konnektivität von Daten und Fahrzeugen** sind Themen, in denen sie die meisten Potenziale für die Zukunft sehen. Hier öffnet sich der Wettbewerbsrahmen weiter. Vor allem der Hinzutritt internationaler Großunternehmen aus der IT-Branche wird kritisch und beispielsweise von Automobilherstellern teilweise als regelrechte Bedrohung des Kerngeschäfts und der eigenen Innovationsfähigkeit gesehen. Um die in früheren Automatisierungsphasen bereits entwickelten IoT-Plattformen weiter zu verbessern, werben deutsche Unternehmen der Branche für die weitere Digitalisierung verstärkt Softwareingenieure aus internationalen IT-Konzernen an. Einige Unternehmen der Branche haben in jüngster Zeit die Funktion des Chief Digital Officer (CDO) neu eingerichtet.

Der Blick auf die produzierenden privaten und die den öffentlichen Verkehr betreibenden Unternehmen zeigt insgesamt eine unterschiedliche Betroffenheit der Unternehmen:

- ⊙..... Die klassischen **Fahrzeughersteller der Automobilindustrie** nehmen die internationalen IT-Unternehmen vor allem aufgrund ihrer kürzeren Entwicklungszeiten als wettbewerbstreibende Konkurrenten wahr. Zugleich fühlen sie sich aufgrund des hohen Zeitdrucks gezwungen, mit ihnen zu kooperieren. Dabei arbeiten sie punktuell auch mit Startups zusammen, die sich mit Big Data-Analyseangeboten den Markt für Verkehrsdienstleistungen erschließen.

- ⊙..... Die traditionellen **Dienstleistungsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs** (ÖPNV) fürchten, durch Plattformanbieter den direkten Kundenkontakt zu verlieren. Chancen für die Entwicklung neuer kundennaher Fahrzeug- und Servicekonzepte sehen sie zwar, können sie aber nicht **„selbst und in größerem Stil einführen und ausprobieren“** — *Verkehrsverband*. Mit neuen Lösungen zu experimentieren wird bei ihnen nach eigenen Aussagen durch fehlende

Fördermittel verhindert, da sie als Betreiber des öffentlichen Verkehrs keine Jahresüberschüsse erwirtschaften (dürfen).

- ⊙.....Während die ÖPN-Verkehrsunternehmen Förderbedarf anmelden, experimentieren die Konzerne der Automobil- und der Bahnindustrie und auch die Government-owned Corporation im Fernverkehr mit dem gesamten Methodenrepertoire von **Open Innovation** (Chesbrough 2003).

Im Zusammenhang mit Open Innovation sprechen die Ergebnisse der Fallstudie Mobilität und Verkehr insgesamt dafür, dass die Unternehmen der Branche bei ihren Suchprozessen nach Lösungen und Partnern aus der IT-Welt eher „out bound in“ orientiert sind. Das heißt, dass sie eher versuchen, von externem Wissen zu profitieren, während sie sich in die Gegenrichtung („in bound out“) weniger offen zeigen:

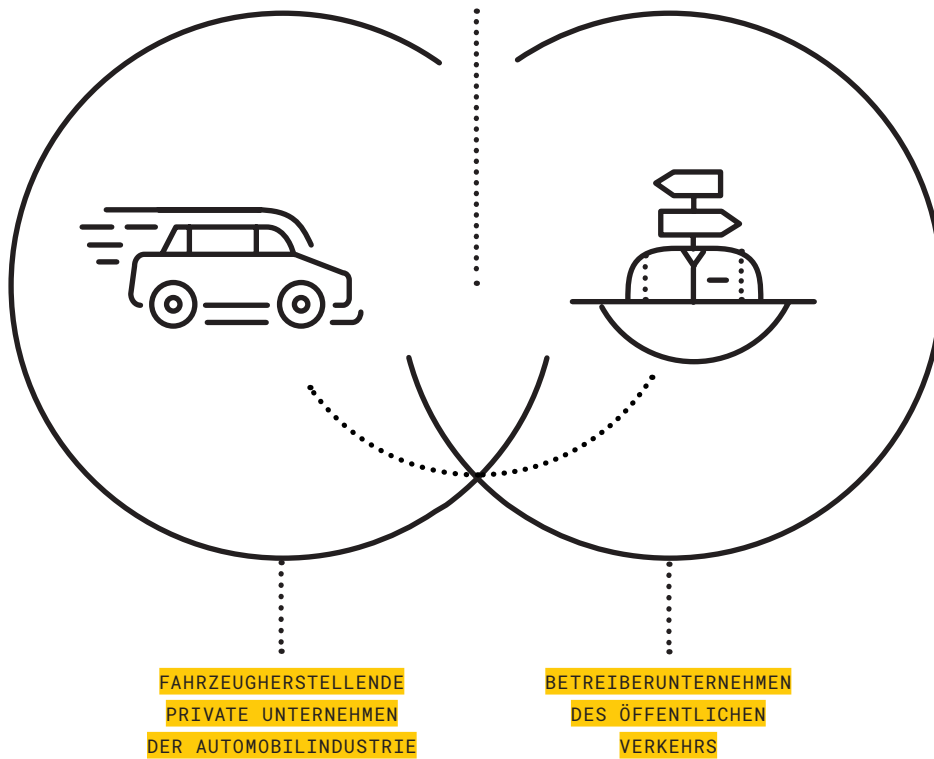
„Wenn ich meine wettbewerbsrelevanten Dinge teile, dann wird es mich nicht mehr lang geben“ — OEM

Entscheidend wird sein, welche Plattformbetreiber die zentralen Infrastrukturen und die Zugänge zu den Endkunden regeln. Das wirft einerseits eine Reihe an juristischen, verkehrs- und gesellschaftspolitischen Fragen der Regulation auf, und eröffnet andererseits Möglichkeiten für Kooperationen und Innovationsstrategien. Insbesondere gilt dies für das Kundengeschäft im Bereich Verkehrs- und Mobilitätsdienstleistungen. Dies wird perspektivisch zu weiteren Überschneidungen zwischen zwei bisher getrennten Welten – Automobil und Bahn – führen.

DIE BEDEUTUNG VON KOOPERATIONEN

Hinsichtlich der Bedeutung von Kooperationen kann für den Bereich Mobilität und Verkehr festgehalten werden, dass das Format der Verbundforschung vorwiegend eingespielte Kooperationsbeziehungen fördert. Die wissenschaftlichen Partner der produzierenden Unternehmen der Branche sind vorwiegend ingenieurwissenschaftliche Lehrstühle, besonders an den Technischen Universitäten. Diese primären Kooperationsbeziehungen sind oft regional gebunden, bestehen langfristig und dienen nicht zuletzt der Förderung von Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern als Instrument der Fachkräfterekrutierung für Unternehmen. Langfristige Partnerschaften sind immer von Vertrauen und sozialer Nähe gekennzeichnet: „Alle, die zu uns passen“ — OEM, thematisch und habituell. Kooperationen mit Instituten außeruniversitärer Forschungsorganisationen werden seitens der Unternehmen mit mehr Zurückhaltung eingegangen, insbesondere wenn Partner aus der Wissenschaft eigene wirtschaftliche Verwertungsinteressen haben.

MOBILITÄTS- UND VERKEHRSDIENSTLEISTUNGEN,
DIGITALE PLATTFORMEN:



Die vorwettbewerbliche Kooperation zwischen Unternehmen und Forschung wird von Befragten aus der Forschung wie den Unternehmen gleichermaßen als wertvoll geschätzt, vor allem für den Austausch von Erfahrung und Wissen. „Wenn es wettbewerblich wird“ und in Fällen, in denen Verwertungskonflikte tatsächlich entstehen, sinkt der Grenznutzen auf Unternehmensseite. In solchen Fällen hat die Zusammenarbeit mit Partnern in der universitären und außeruniversitären Forschung schon seit längerem an Bedeutung verloren. Vor dem Hintergrund der weltweiten Vernetzung ihrer Wissenskettens bevorzugen Unternehmen zudem eigene Entwicklungsabteilungen, im Mobilitätsbereich auch eigene Institute für Mobilitätsforschung oder Consultingfirmen, die aus Unternehmenssicht besser auf Markt und Wettbewerb eingestellt sind, als Kooperationspartner aus akademischen Einrichtungen. In diesem Zusammenhang wurden von vielen Interviewten (sowohl der Unternehmens- als auch der Forschungsseite) die unterschiedlichen Reputations- und Belohnungssysteme ange-

sprochen, die in der Wirtschaft (z.B. Patente) andere sind als in der Wissenschaft (z.B. Publikationen). In der Wissenschaftsforschung werden die strukturell unterschiedlichen Reputationssysteme als kooperationshemmend beschrieben. Hinzu kommt eine starke institutionelle Ausdifferenzierung der Forschungseinrichtungen, die sich auf die angewandte Forschung spezialisiert haben (wie etwa die Fraunhofer-Gesellschaft) und solche, in denen vor allem Grundlagenforschung betrieben wird (beispielsweise die Max-Planck-Gesellschaft). Diese viel kritisierte „Versäulung“ des Wissenschaftssystems in Deutschland hat dazu geführt, dass insbesondere im Bereich der Mobilität keinerlei nennenswerte, auch wirtschaftliche Akzente gesetzt werden konnten (Simon & Knie 2016). Unter diesen Vorzeichen „sind Grenzgänger, die zwischen den unterschiedlichen institutionellen Kontexten vermitteln, umso wichtiger. Anwendungsorientierte Forschung ist auf hybride Persönlichkeiten angewiesen, die die divergierenden **Anforderungen und Erwartungshaltungen zwischen Wissenschaft und Praxis integrieren** können. [...], die vermittelnden „boundary spanners“ sind noch immer eine entsprechend kleine Zunft.“ (Lengwiler 2005: 44)

Eine anwendungsorientierte Mobilitätsforschung lebt von „boundary spanners“ und kann als eine Forschungspraxis nach „Mode-2“ (Nowotny et al. 2004) charakterisiert werden: eine Form der inter- und transdisziplinären Wissensproduktion, die auf Problemlösungen im Anwendungskontext zielt und praxisorientiert ist. Hier könnten perspektivisch Akzente für neue Kooperationsformate gesetzt werden.

AUSBLICK

Das nationale Innovationssystem befindet sich im Bereich Mobilität und Verkehr gerade bei den großen Zukunftsthemen Big Data, digitalisierte Mobilitätsdienstleistungen, Elektrofahrzeuge, automatisiertes und autonomes Fahren in einem Spannungsverhältnis zwischen der Initiierung disruptiver Innovationen und eingeschliffenen Pfadabhängigkeiten. Der Überführung von Wissen in die Anwendung neuer Technologien und in neue Geschäftsmodelle stehen infolgedessen Hemmnisse entgegen.

Pfadabhängigkeiten resultieren aus den gewachsenen politischen und rechtlichen Regulierungen z.B. im Wirtschafts- und Straßenrecht, der Straßenverkehrsordnung und des Personenbeförderungsgesetzes. Umfangreiche Neu- bzw. Deregulierungen werden von befragten Branchenspezialisten in nächster Zeit nicht erwartet. In der Zwischenzeit gewinnen Konzepte wie „Reallabore“ (Schneidewind 2014; Schöpke

et al. 2017), wie sie beispielsweise von der Baden-Württembergischen Landesregierung gefördert werden, an Aufmerksamkeit. Speziell für den Bereich Mobilität und Verkehr werden „Experimentierräume“ (Canzler/Knie 2018) als ein neues Format der Kooperation diskutiert. In ortsgebundenen lokalen Experimentierräumen sollen Veränderungen probeweise und zeitlich begrenzt unter teilweiser Außerkraftsetzung (o.g.) rechtlicher Regularien angegangen werden. Allerdings dürfe es dann nicht bei Forschungsprojekten und Transferstrategien im bisherigen Verständnis bleiben. Die Änderungen müssten als reale Experimente im Alltag auch für die Nutzer und Nutzerinnen digitaler Mobilitäts- und Verkehrsdienstleistungen erlebbar und perspektivisch Teil einer breiteren Interventionslandschaft werden. Eine **neue Kultur des Experimentierens** würde es erlauben, neue Praktiken auszuprobieren und zu testen, ob sie sich verallgemeinern und stabilisieren lassen bzw. welche Folgen zu erwarten sind. Experimente könnten dann jederzeit auch wieder abgebrochen werden.

Befragungen der Forschungsseite zeigen weiterhin, dass es einzelne Projekte gibt, die oft nur lokal (Stadt, Landkreis) bekannt werden und dort bestehende Verkehrsprobleme aufgreifen. Zum Beispiel, um Menschen in ländlichen Gebieten, denen es infolge der Autogesellschaft an öffentlichen Verkehrsanbindungen mangelt, zu verbinden und sie an die umliegende Stadt anzubinden. Hier finden sich auf den ersten Blick auch ungewöhnliche Kooperationen beispielsweise zwischen einem Max-Planck-Institut der physikalischen Grundlagenforschung, das mit Verkehrsplanern der Stadtverwaltung, mit untereinander vernetzten Bürgermeistern, ortsansässigen Universitäten und Hochschulen, Taxi- und Betreiberunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs sowie ÖPNV-Aufgabenträgern zusammenarbeitet. Die materielle Förderung durch ein nationales oder ein europäisches Förderprogramm (z.B. aus der Regionalförderung) kann für diese neue Art Mobilitätsforschung unterstützend wirken.

Die **neue anwendungsorientierte Mobilitätsforschung** ist transdisziplinär angelegt und bindet heterogene Akteure und Stakeholder ein, und sie arbeitet in einem praktischen Anwendungskontext (Mode 2), der interdisziplinär an akademische Einrichtungen rückgebunden ist. Grundlagenforschende als wissenschaftliche Intermediäre (boundary spanners) verstehen unter Grundlagenforschung keinesfalls „Forschen im Elfenbeinturm“ (Direktor einer Einrichtung der Grundlagenforschung). Ihre Motivation ist vielmehr Forschungsergebnisse als **„Game Changer“** (ebd.) zu nutzen und auf dieser Grundlage aktiv an der Lösung dringender gesellschaftlicher Probleme mitzuwirken.

FAZIT UND AUSBLICK

04

..... **D**as Projekt „Open Transfer“ hat sich in zwei Fallstudien mit der Frage beschäftigt, wie sich die Wertschöpfungsketten und die FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen verändern. Die vorliegenden Ergebnisse beschreiben etablierte und innovative Kooperationspraktiken und zeigen aktuelle Herausforderungen. Die Analyse verdeutlicht den gegenwärtigen und zunehmenden Stellenwert der engen Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure in Innovationsökosystemen. Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der Fallstudien abschließend branchenübergreifend verglichen und Innovationsökosysteme als ein künftiges Kooperationsmodell vorgestellt.

KOOPERATIONSDYNAMIKEN

Die Enabler-Branchen Mikroelektronik und Optik sind durch vielfältige Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen geprägt. Formalisierte und längerfristige Kooperationen werden in Form von Auftrags- und Verbundforschung oder der gemeinsamen Beantragung von Fördermitteln realisiert. Kurzfristige und weniger formalisierte Kooperationen finden beispielsweise in Form von Engagements in Gremien und Verbänden oder über die Vergabe von Studienarbeiten statt. Um den Kontakt mit Unternehmen zu intensivieren und dadurch ihre Attraktivität zu steigern, haben Forschungseinrichtungen über bewährte Formate hinaus neue Kooperationsangebote entwickelt. Grundsätzlich werden in lang- und kurzfristigen Kooperationen Partnerschaften ohne direkte Konkurrenz bevorzugt – gesucht werden komplementäre Kompetenzen und Geschäftsmodelle.

Formalisierte Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen sind im Bereich Mobilität und Verkehr in Form der Auftrags- und Verbundforschung ebenfalls geschätzte FuE-Formate. Analog zu den Beobachtungen in der Optik und der Mikroelektronik sind vorwettbewerbliche Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich Mobilität bevorzugte Formate. Diese vorwettbewerbliche Kooperation dient vor allem dem Austausch von Erfahrung und Wissen. Stehen die Kooperationspartner in einem potenziellen Wettbewerb zueinander, sinkt der Nutzen in der FuE-Zusammenarbeit, vor allem unternehmensseitig.

Netzwerke persönlicher Kontakte sind für den Aufbau und das Gelingen von Kooperationen sowohl in den Enabler-Branchen als auch im Bereich Mobilität und Verkehr besonders förderlich und werden auf branchenspezifischen Veranstaltungen (z. B. Messen, Konferenzen und Netzwerktreffen) gepflegt. Auch die räumliche Nähe zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen fördert und unterstützt den informellen und regelmäßigen Kontakt.

INNOVATIONSVERSTÄNDNIS UND GESCHÄFTSMODELLE

Während in den Enabler-Branchen Mikroelektronik und Optik ein FuE-basiertes Verständnis von Innovation vorherrscht, das vor allem technologische Weiterentwicklungen umfasst, sind Innovationen im Bereich Mobilität und Verkehr meist Produkte und Dienstleistungen, die sich auf dem Endkundenmarkt bewähren müssen. Insbesondere die Verknüpfung einer Vielzahl von Daten, neue Plattformen und die Möglichkeit des vollautomatisierten Fahrens aktivieren neue Innovationskräfte in der Mobilitätsbranche. Weitgehend offen ist dabei, wer künftig die maßgeblichen Treiber marktfähiger Geschäftsmodelle sein werden und welche Plattformanbieter Zugang zu den Endkunden haben: die Unternehmen aus der „alten“ Verkehrsbranche oder aus ganz anderen Branchen oder/und Startups.

Fallstudienübergreifend zeigen die Ergebnisse, dass Innovationsprozesse über den bidirektionalen Austausch zwischen Industrie und Wissenschaft hinausgehen und nicht mehr ausschließlich einer Logik von push und pull zwischen Technologieentwicklung und Marktbearbeitung folgen. Vielmehr orientieren sich Innovationsprozesse und Wertschöpfungsmuster verstärkt an dynamischen, co-produktiven Interaktionsmodellen.

KOOPERATION IN INNOVATIONSÖKOSYSTEMEN

Co-produktive Interaktionsmodelle lassen vielfältige und neue Beziehungen zwischen Organisationen entstehen. Die dargestellten Entwicklungen laufen in dem Aufbau von Innovationsökosystemen zusammen, die durch folgende Charakteristika geprägt sind:

- ⊙..... **Wachsende Akteursvielfalt:**
Durch neue Interaktions- und Kooperationsstrukturen unterschiedlicher Akteure aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen entstehen zwischen den Organisationen vielfältige Beziehungen und Verflechtungen. Dies betrifft sowohl den Einbezug unterschiedlicher Stakeholder als auch die Öffnung von Innovationsprozessen für neue und heterogene Akteure wie Kunden, Zulieferer, Politik, Regulatorien und die Gesellschaft. Die verschiedenen Stakeholder-Rollen sind in Innovationsökosystemen nicht festgeschrieben, sondern verhandelbar.
- ⊙..... **Dynamische Wertschöpfungsmuster:**
Innovationsökosysteme ermöglichen den intensiven Austausch der Akteure jenseits traditioneller, linearer Wertschöpfungsketten (push- und pull-Logiken). Dabei können Innovationsökosysteme auch über einen Industriesektor oder eine Region hinausgehen.
- ⊙..... **Silo-übergreifende Zusammenarbeit:**
Innovationsökosysteme geben Raum für Disziplin- und branchenübergreifende Zusammenarbeit und fördern auf diese Weise die Kooperation zwischen vielfältigen Akteuren. Die intensive und direkte Zusammenarbeit diverser Stakeholder innerhalb eines Innovationsökosystems kann perspektivisch auch den Wissenstransfer verstärken.

Innovationsökosysteme können den Ausgangspunkt für innovative Kooperationsformate bilden. Wie genau sie ausgestaltet sind, bedarf weiterer Forschung: So bleibt nach derzeitigem Kenntnisstand beispielsweise offen, wie die Struktur, die Akteursbeziehungen oder der Grad der Formalisierung in unterschiedlichen Ökosystemen aussehen. Die Ergebnisse des Sondierungsprojektes „Open Transfer“ sprechen dafür, dass sich in den beiden Bereichen Mobilität und Verkehr sowie Mikroelektronik und Optik vielfältige, mehr oder weniger offene und strukturierte Innovationsökosysteme finden lassen:

⊙..... **Innovationsökosysteme in der Mikroelektronik und Optik:**

Für die Enabler-Branchen Mikroelektronik und Optik lässt sich eine besondere Relevanz langfristiger, strategischer Kooperationen und Partnerschaften feststellen, die über den Horizont einzelner Aufträge und Projekte hinausgehen. Hier scheinen geographische und räumliche Nähe auch im Kontext der Digitalisierung weiterhin zentrale Faktoren für Innovationen zu bleiben. Die Ergebnisse des Projektes legen nahe, dass der Wert von persönlichen Kontakten und zwischenmenschlichem Vertrauen sogar steigt, gerade weil mit der Digitalisierung radikale Veränderungen in Bezug auf die Dynamik der Innovationszyklen einhergehen. Die Etablierung langfristiger und vertrauensbasierter Partnerschaften und Netzwerke ist damit Voraussetzung für dynamische und flexible Kooperations- und Austauschformate zwischen heterogenen Akteuren in Innovationsprozessen.

⊙..... **Innovationsökosysteme in der Mobilitätswirtschaft:**

Während in den Enabler-Branchen Mikroelektronik und Optik die Tendenz zu einer Formalisierung des Austausches festzustellen ist, erscheinen Mobilitäts- und Verkehrs-Innovationsökosysteme offener gestaltet. Experimentierräume für Mobilitäts- und Verkehrsinnovationen bilden ein Kooperationsformat, bei dem nicht die Organisation (das Forschungsinstitut oder das Unternehmen), sondern immer ein konkretes gesellschaftliches Problem zu Kooperationen motiviert. Experimentierräume haben in den vergangenen Jahren insbesondere im Business-to-Consumer Bereich für eine nachhaltige Mobilität an Bedeutung gewonnen, für die neue Partner und Kooperationsformate noch gefunden werden müssen. Nach derzeitigem Kenntnisstand gibt es für Experimentierräume unterschiedliche Konzepte, deren gemeinsamer Nenner die Abgrenzung von der bisherigen Forschungsförderung ist, da bisher gültige Regularien (Personenbeförderungsgesetz etc.) für einen bestimmten Ort und für einen begrenzten Zeitraum außer Kraft gesetzt werden müssen, um Verkehrsinnovationen (z.B. automatisiertes oder autonomes Fahren) überhaupt zu ermöglichen. Experimentierräume können dafür einen neuen Rahmen bieten, der für die kollaborative Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Nutzern und Nutzerinnen und der Gesellschaft geöffnet werden kann.

Die Ergebnisse des Projektes „Open Transfer“ ermöglichen ein besseres Verständnis der Strukturen und Funktionsweisen von Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Weitere Untersuchungen in diesem Bereich sind wichtig und potenzialträchtig, weil sie ein besseres Verständnis der Gegenwart und Zukunft von innovativen Ökosystemen ermöglichen. Unternehmen und Forschungsorganisationen werden so befähigt, sich in diesen Kooperationsumgebungen zu positionieren und ihr Innovationspotenzial effektiver zu steuern und zu nutzen.



LITERATUR

- Arden, W. et al (2010):** "More than Moore" White Paper. International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS). Online unter: http://www.itrs2.net/uploads/4/9/7/7/49775221/irc-itrs-mtm-v2_3.pdf. Letzter Zugriff am 16.03.2018.
- Atzorn, H.-H. und Clemens-Ziegler, B. (2010):** Ermittlung von Hemmnisfaktoren beim Aufbau von Kooperationen von KMU mit Institutionen der Wissenschaft, insbesondere den Fachhochschulen. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.
- Bersch, J.; Gottschalk, S.; Müller, B. Wagner, S., unter Mitarbeit von Weiß, A. (2016):** Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2014. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr.3-2016. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Berlin.
- Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (2016):** Industrie-Startups stärken. Die nächste Unternehmensgeneration erfolgreich machen. Berlin.
- BMVI (2017):** „Eigentumsordnung“ für Mobilitätsdaten? Eine Studie aus technischer, ökonomischer und rechtlicher Perspektive. Online unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/eigentumsordnung-mobilitaetsdaten.pdf?__blob=publicationFile. Letzter Zugriff am 26.03.2018.
- Brynjolfsson, Erik; McAfee, Andrew (2012):** Winning the Race With Ever-Smarter Machines. MIT Sloan Management Review 53 (2): 52–60.
- Canzler, W. und Knie, A. (2016):** Die digitale Mobilitätsrevolution. Vom Ende des Verkehrs wie wir ihn kannten. Oekom Verlag. München.
- Canzler, W. und Knie, A. (2018):** Taumelnde Giganten. Gelingt der Autoindustrie die Neuerung? Oekom Verlag. München.
- Chesbrough, Henry W. (2003):** Open innovation: The New imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business School Press. Boston.
- Dolata, U. (2015):** Volatile Monopole. Konzentration, Konkurrenz und Innovationsstrategien der Internetkonzerne. Berliner Journal für Soziologie, (2015) 24, S. 505-529.
- Dolata, U. (2016):** Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. In: Simon, D.; Knie, A.; Hornbostel S.; Zimmermann, K. (Hg.): Handbuch Wissenschaftspolitik, S. 609-626.
- Elektromobilität, Webseite des BMVI:** <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Elektromobilitaet/Elektromobilitaet-kompakt/elektromobilitaet-kompakt.html>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.
- European Commission (2013):** Future lifestyles in Europe and in the United States in 2020. Brussels. Online unter: <http://espas.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/10%20EFFLA%20Study%20-%20Tikka%20-%20Wevolve%20-%20Life%20styles.pdf> Letzter Zugriff am 22.03.2018.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (2016):** Gutachten 2016. Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands. Berlin.
- Hack, L. (1988):** Vor Vollendung der Tatsachen. Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der dritten Phase der industriellen Revolution. Fischer. Frankfurt a.M.
- Hack, L.; Hack, I. (1985):** Die Wirklichkeit, die Wissen schafft. Zum wechselseitigen Begründungsverhältnis von Verwissenschaftlichung der Industrie und Industrialisierung der Wissenschaft. Campus Verlag. Frankfurt/New York.
- Hack, L. unter Mitarbeit von I. Hack (1998):** Technologietransfer und Wissenstransformation. Zur Globalisierung der Forschungsorganisation von Siemens. Westfälisches Dampfboot. Münster.
- Hack, L. unter Mitarbeit von I. Hack (2007):** Wie Globalisierung gemacht wird. Ein Vergleich der Organisationsformen und Konzernstrategien von General Electrics und Thomson. Edition Sigma. Berlin.
- Lengwiler, M. (2005):** Probleme anwendungsorientierter Forschung in den Sozialwissenschaften am Beispiel der Ausgründung choice. WZB Discussion Paper, SP III 2005-101.

Mazzucato, M. (2014): Das Kapital des Staates. Verlag Antje Kunstmann. München.

mFUND, Webseite des BMVI: <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/mFund/Ueberblick/ueberblick.html>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

Nowotny, H.; Scott, P.; Gibbons, M. (2004): Wissenschaft neu denken. Wissen und Öffentlichkeit in einem Zeitalter der Ungewißheit. Velbrück. Weilerswist.

Reallabore, Website des Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg: <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/forschung/forschungspolitik/wissenschaft-fuer-nachhaltigkeit/reallabore/>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

Rehberg, M. (2015): Vernetzungsprozesse in der Internationalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen: ein typologischer Vergleich am Fallbeispiel der Op-tischen Technologien in Deutschland. Online verfügbar unter: <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2015/11341/>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

Schäpke, N. et al. (2017): Reallabore im Kontext transformativer Forschung. Ansatzpunkte zur Konzeption und Einbettung in den internationalen Forschungsstand. IETSR Discussion Papers 1/2017, Universität Lüneburg.

Schneidewind, U. (2014): Urbane Reallabore – ein Blick in die aktuelle Forschungswerkstatt. Pnd online III, 2014: 2-7.

Simon, S. und Knie, A. (2016): Innovation und Exzellenz: Neue und alte Herausforderungen für das deutsche Wissenschaftssystem. In: Simon, D.; Knie, A.; Hornbostel S.; Zimmermann, K. (Hg.): Handbuch Wissenschaftspolitik, S. 21-38.

Spectaris (2010): Branchenbericht 2010. Hightech, Innovation und Wachstum – Die optische, medizinische und mechatronische Industrie in Deutschland. Berlin.

Spectaris, VDMA, ZVEI, BMBF (2013): Photonik Branchenreport 2013. Berlin, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Hamburg.

Stehnke, Gero. (2017): Forschen was das Zeug hält. Merton. Onlinemagazin des Stifterverbandes, 3.1.2017 <https://merton-magazin.de/forschen-was-das-zeug-haelt>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2011): FuE-Datenreport 2011. Tabellen und Daten. Essen.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2013): Hochschul-Barometer. Wie Hochschulen mit Unternehmen kooperieren. Essen.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2015): Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2013. „a:r en 'di: -Analysen 2015. Essen.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2016): Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2014 (facts – Zahlen und Fakten aus der Wirtschaftsstatistik). Essen.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2017a): Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2015 (facts – Zahlen und Fakten aus der Wirtschaftsstatistik). Essen.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2017b): Erhebung über Forschung und Entwicklung der Wirtschaft in Deutschland 2016. Essen.

VDA, Verband der Automobilindustrie: Jahresbericht (2016): Die Automobilindustrie in Daten und Fakten. Online unter: <https://www.vda.de/de/services/Publikationen/jahresbericht-2016.html>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

VDA, Verband der Automobilindustrie: (2018): Zahlen und Daten. Online unter: <https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/zahlen-und-daten-uebersicht.html>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

VDB, Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e. V. 2018. Die Bahnindustrie in Deutschland. Online unter: <http://bahnindustrie.info/de/der-vdb/die-bahnindustrie/>. Letzter Zugriff am 26.03.2018.

VDI Technologiezentrum GmbH (2016): Agenda Photonik 2020. Update 2016. Der Programmausschuss für das BMBF-Förderprogramm Photonik Forschung Deutschland. Düsseldorf. Online unter: https://www.photonik-forschung.de/media/branche/pdf/2016_Agenda_Photonik_2020_Update_bf_C1.pdf Letzter Zugriff am 26.03.2018.

VDV, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. 2018. Daten & Fakten. Online unter: <https://www.vdv.de/statistik-personenverkehr.aspx> Letzter Zugriff am 26.03.2018.

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (ZVEI) (2017a): Die deutsche Elektroindustrie – Daten, Zahlen und Fakten. Frankfurt am Main.

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e.V. (ZVEI) (2017b): Mikroelektronik – Trendanalyse bis 2021. Vorstellung langfristiger Trends 2011 – 2016 – 2021. Frankfurt am Main.

