

## 5. Quantitative Studie I: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft

---

Die Studie I wurde unter dem Titel *Open Innovation Ecosystem* durchgeführt, um das zuvor entwickelte Verständnis von Transferkompetenz zu validieren und die Kompetenzelemente in der Empirie zu fundieren. Zusätzlich verfolgte diese Studie das Ziel, die Bedarfe in der Praxis anhand unterschiedlicher Kompetenzprofile zu erheben. Sie können dann als Richtwert und Zielmarke für die Kompetenzentwicklung in der Lehre dienen. Dazu wurde zunächst das allgemeine Erkenntnisinteresse in spezifische Forschungsfragen überführt. Sodann wurde mit den vier wichtigsten Industriebranchen im deutschen Ingenieurwesen ein Rahmen abgesteckt, um Aussagen über die Transferkompetenzbedarfe des deutschen Ingenieurwesens treffen zu können. Hierbei wurden mittlere und große Unternehmen ausgewählt, weil davon auszugehen ist, dass diese über eine strukturierte F&E-Abteilung mit funktional ausdifferenzierten Verantwortungsbe reichen und Rollenprofilen verfügen. Um die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde eine Gewichtung der Stichprobe auf der Grundlage statistischer Daten für die deutsche Wirtschaft vorgenommen. Die Auswertung erfolgte regelgeleitet und hat gezeigt, dass Transferkompetenz in hohem Maß in der Praxis nachgefragt wird. Zwar weisen die branchenspezifischen Profile Unterschiede auf. Doch variieren diese in einem so geringen Maß, dass insgesamt von einer Evidenzbasierung der Kompetenzelemente und mithin auch von Transferkompetenz auszugehen ist.

### 5.1 Fragestellung

In der Studie *Open Innovation Ecosystems* wurden Führungskräfte aus mittleren und großen Unternehmen im Ingenieurwesen in Deutschland zu ihren Kooperationen im Bereich F&E befragt. Erhoben wurden die aus Sicht der Führungskräfte relevanten Kompetenzprofile der Forschenden anhand der in Kapitel 3.5 entwickelten Kompetenzelemente. Zusätzlich wurden die Nachhaltigkeitsausrichtung des jeweiligen Unternehmens, der Kooperationserfolg und die relevanten Transferaktivitäten beforscht. Damit wurden die Anforderungen erhoben, die seitens der Industrie an forschende Transferakteur:innen

gestellt werden. Differenziert betrachtet wurden branchenspezifische Merkmale sowie die relevanten Transferaktivitäten in Bezug auf die Nachhaltigkeitsorientierung und den Kooperationserfolg der Unternehmen. Diese Studie verfolgt also drei Ziele:

*Sie sucht erstens eine Antwort auf die Frage, welche Anforderungen an das Kompetenzprofil von Akteur:innen in Forschungs- und Entwicklungskollaborationen im Ingenieurwesen gestellt werden. Es handelt sich dabei um eine Bedarfserhebung, um die Qualifizierungsbedarfe der Industrie als Grundlage prototypischer Lehrformate zu identifizieren.*

*Damit einher geht zweitens die Validierung der in Kapitel 3 identifizierten Kompetenzelemente. Das aus dem Forschungsstand destillierte Verständnis von Transferkompetenz soll durch die Befragung auf Evidenz gestützt werden, so dass sich die folgenden Arbeiten auf eine reale Nachfrage ausrichten lassen.*

*Es soll drittens untersucht werden, welche Transferaktivitäten in sektorübergreifenden Forschungs- und Entwicklungskooperationen relevant sind. Dazu sollen die Nachhaltigkeitsorientierung und der Kooperationserfolg von Unternehmen analysiert und entsprechende Gruppen mit ihren jeweiligen Vergleichsgruppen hinsichtlich ihrer Transferpfade und Kollaborationsformate untersucht werden.*

Zusammengefasst sind diese Aspekte in der Forschungsfrage, die die Bedarfe und Aktivitäten in Forschungs- und Entwicklungskooperationen von mittleren und großen Unternehmen im deutschen Ingenieurwesen erhebt:

*Welche transferrelevanten Kompetenzelemente sind aus Sicht forschender Unternehmen im Ingenieurwesen für sektorübergreifende Kooperationen relevant und gibt es verschiedene Transferkompetenzprofile in unterschiedlichen Branchen oder in Abhängigkeit von der Nachhaltigkeitsorientierung und dem Kooperationserfolg?*

Die Forschungsfrage lässt sich in weiteren Schritten spezifizieren, indem Kompetenzprofile nach spezifischen Kriterien gebildet werden. Hier sind insbesondere die Branche, die Größe des Unternehmens, die Anzahl der in F&E Beschäftigten sowie die erwähnte Nachhaltigkeitsorientierung bzw. der Kooperationserfolg von Bedeutung. Ergänzend wurden die relevanten Transferaktivitäten und mögliche Unterschiede in Abhängigkeit von der Nachhaltigkeitsorientierung und des Kooperationserfolgs erhoben.

## 5.2 Stichprobe und Auswahl der Unternehmen

Der Stichprobenumfang beträgt 200 Unternehmen. Für die Studie wurden mittlere und große Unternehmen berücksichtigt, die mindestens 50 Mitarbeitende beschäftigen und über eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung verfügen. Mittelständisch sind solche Unternehmen, die mindestens 50, aber weniger als 250 Personen beschäftigen, große Unternehmen sind solche mit 250 und mehr Beschäftigten. Alle Unternehmen lassen sich den Wirtschaftszweigen Kraftfahrzeugbau, Chemie, Elektro-

technik oder Maschinenbau zuordnen. Die Einteilung der Wirtschaftszweige richtet sich nach der Klassifikation des Statistischen Bundesamts (2008). Mit dem in dieser Arbeit zugrunde gelegten Fokus auf das Ingenieurwesen wurden die vier wichtigsten Branchen ausgewählt.

*Tabelle 7: Aufschlüsselung der in der Stichprobe berücksichtigten Branchen nach Wirtschaftszweig*

Branche	WZ 2008 Code (Destatis 2008)	Beschreibung
Kraftfahrzeugbau	C29, C30	Herstellung von Kraftwagen zur Personen- oder Güterbeförderung, Herstellung verschiedener Teile und Zubehör sowie Anhänger und Sattelanhänger; sonstiger Fahrzeugbau, wie Schiffbau und die Herstellung von Booten, die Herstellung von Schienenfahrzeugen, Luft- und Raumfahrzeugen und die Herstellung von Teilen dafür.
Chemie	C20	Verarbeitung organischer und anorganischer Rohstoffe in einem chemischen Verfahren zu chemischen Erzeugnissen.
Elektrotechnik	C18.2, C26, C27, C33.13, C33.14	Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern; Herstellung von Computern, peripheren Geräten, Telekommunikationsgeräten und ähnlichen elektronischen Erzeugnissen sowie von entsprechenden Produktkomponenten; Herstellung von Produkten, die Elektrizität erzeugen, verteilen und verwenden; Reparatur von elektronischen und optischen Geräten bzw. von elektrischen Ausrüstungen.
Maschinenbau	C28	Bau von Maschinen, die mechanisch oder durch Wärme auf Materialien einwirken oder an Materialien Vorgänge durchführen (wie Bearbeitung, Besprühen, Wiegen oder Verpacken), einschließlich ihrer mechanischen Bestandteile, die Kraft erzeugen und anwenden, sowie spezieller Teile dafür. Hierunter fallen feste, bewegliche oder handgeführte Vorrichtungen, ungeachtet, ob sie für Industrie und Gewerbe, den Bau, die Landwirtschaft oder für den Einsatz im Haushalt bestimmt sind. Diese Abteilung umfasst ferner die Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln.

Die Stichprobe wurde aus Unternehmen gebildet, die aus einem Unternehmenspool mit einfacher Zufallsauswahl gezogen wurden (Häder und Häder 2019, S. 334–336). Dafür wurde die aktuelle Wirtschaftsdaten bereitstellende Onlinedatenbank *Bisnode* verwendet, weil diese es erlaubt, die Unternehmen nach Unternehmensgröße und Branche zu filtern. In der Stichprobe konnten nach Branche aufgeschlüsselt folgende Fallzahlen realisiert werden:

*Tabelle 8: Stichprobe aufgeschlüsselt nach Branche und Unternehmensgröße*

Branche	50 bis 249 Beschäftigte	250 und mehr Beschäftigte
Kraftfahrzeugbau	31	16
Chemie	31	16
Elektrotechnik	34	22
Maschinenbau	30	20

Da in dieser Studie die Einschätzung der Leitungsebene von Interesse ist, wurden Führungskräfte befragt. Dazu wurden Mitglieder der Geschäftsführung oder Leitung der Forschungs- und Entwicklungsabteilung telefonisch interviewt. Die Vermittlung und Gewinnung der Einzelpersonen erfolgte durch einen Erstkontakt mit der unternehmenseigenen Telefonzentrale und einem anschließenden Direktkontakt.

### 5.3 Vorgehen und Erhebungszeitraum

Für diese Studie wurden die Daten mit einem literaturbasiert entwickelten Fragebogen erhoben. Dazu wurden leitfadengestützte Interviews mit 200 mittleren und großen Unternehmen geführt. Die Interviews wurden als computergestützte Telefoninterviews durchgeführt. Das erlaubt eine zentralisierte, standardisierte und qualitätsgesicherte Datenerhebung. Die Methode verringert den Interviewer:innenbias und gewährleistet durch das standardisierte Verfahren, dass alle Fragen in der vorgesehenen Reihenfolge gestellt werden (Weitkunat und Crispin 2000, S. 106–107). Im vorliegenden Fall wurden die Items der Fragen automatisch randomisiert, so dass die Reihenfolge der Fragen feststeht, während die jeder Frage zugeordneten Items randomisiert abgefragt wurden.

Weitere Vor- und Nachteile telefonischer Datenerhebung fallen nicht ins Gewicht. So sind mögliche Verzerrungen durch regionale Streuung oder die Einschränkung der Stichprobe dadurch, dass Personen ohne Telefonanschluss nicht berücksichtigt werden können, aufgrund der Spezialpopulation und des Auswahlprozesses der Stichprobe hinfällig (Hüfken 2019, S. 760–762; Häder und Häder 2019, S. 345). Vielmehr kann aufgrund des kurzen Erhebungszeitraums ein homogenes Antwortverhalten angenommen werden, weil kein relevanter Einfluss äußerer Faktoren, etwa gesellschaftlicher Diskurse im Zuge der Covid-19-Pandemie, erwartet wird. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass die interviewten Personen durch die Fragen auf die zugrunde liegenden Hypothesen schließen konnten und eine Methodenverzerrung vorliegt (Podsakoff et al. 2003). Eine nähere Betrachtung der Grenzen der Methode erfolgt in Kapitel 7.3.

Die Datenerhebung erfolgte im vierten Quartal 2021. Im Rahmen eines Pretests wurden zwölf Interviews am 15. und 16. November 2021 durchgeführt. Die Hauptbefragung mit 200 Interviews fand zwischen dem 19. November und dem 6. Dezember 2021 statt. Ein Interview dauerte durchschnittlich 21 Minuten.

## 5.4 Gewichtung der Stichprobe

Um Aussagen über die gesuchten Kompetenzen in F&E im Bereich des Ingenieurwesens in der Wirtschaft (am Beispiel der vier berücksichtigten Branchen) treffen zu können, muss die Zusammensetzung der Stichprobe der Zusammensetzung der Grundgesamtheit entsprechen. Dazu werden Stichprobeneinheiten nach Branche und Unternehmensgröße gruppiert und entsprechend ihrer Unter- oder Überrepräsentation in Bezug auf die Grundgesamtheit höher oder niedriger gewichtet (Kiesl 2019, S. 405). Die Gewichtung erfolgte auf Grundlage der Daten des statistischen Unternehmensregisters mit dem Stand von 2019. Unterschieden wird die Gewichtung der Bruttostichprobe, die zur Ermittlung der Strukturvorgabe für die Nettostichprobe dient, und das berechnete Gewicht für die Nettostichprobe selbst. Für die Auswertung wurde die Gewichtung der Nettostichprobe einbezogen und die Ergebnisse wurden entsprechend gewichtet.

*Tabelle 9: Gewichtung der Bruttostichprobe auf Grundlage des Unternehmensregisters des Statistischen Bundesamts (2019)*

Branche	WZ 2008 Code (Destatis 2008)	Beschäftigte gesamt	Beschäftigte gruppiert		
			50 und mehr Beschäftigte	50 bis 249 Beschäftigte	250 und mehr Beschäftigte
Kraftfahrzeugbau	C29, C30	5,7	3,7	2,0	
Chemie	C20	14,7	10,5	4,2	
Elektrotechnik	C18.2, C26, C27, C33.13, C33.14	26,0	19,4	6,6	
Maschinenbau	C28	53,7	38,0	15,7	
<b>Gesamt</b>		<b>100,1</b>	<b>71,6</b>	<b>28,5</b>	

## 5.5 Operationalisierung und Auswertung

Die Kompetenzelemente, die oben aus der Literatur abgeleitet wurden, sind für die Erhebung so operationalisiert, dass jedes Element durch zwei Items (Fragen) abgebildet ist. Um belastbare und kohärente Aussagen über das jeweilige Kompetenzelement treffen zu können, wurden im Auswertungsprozess alle Antworten nicht berücksichtigt, die auf der 5er-Intervallskala eine Differenz mindestens 2 aufwiesen. Dies wird im Folgenden unter dem Ausdruck *Kohärenzregel* zusammengefasst. Wird beispielsweise mit zwei Items nach der Agilität gefragt und eine Frage mit »eher unwichtig«, die andere jedoch mit »eher wichtig« beantwortet, so ergibt sich auf der Skala ein  $\Delta = 2$  und der Fall wird für das entsprechende Kompetenzelement nicht berücksichtigt. Daraus ergibt sich, abwei-

chend von der umbereinigten Stichprobe mit 200 Datensätzen, die folgende bereinigte Stichprobengröße:

*Tabelle 10: Bereinigte Stichprobengrößen nach Kompetenzelementen*

Nr.	Kompetenzelement	Fallzahl
1	Agilität	183
2	Umgang mit Komplexität	194
3	Handeln in Systemen	176
4	Handeln nach ethischen Grundsätzen	178
5	Kritisches Denken	183
6	Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	174
7	Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	176
8	Reflexion des eigenen Handelns	189
9	Kreativität	169
10	Affinität zu Herausforderungen	146
11	Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	172
12	Teamfähigkeit	122
13	Umgang mit Diversität	141
14	Motivation zum Lernen	177

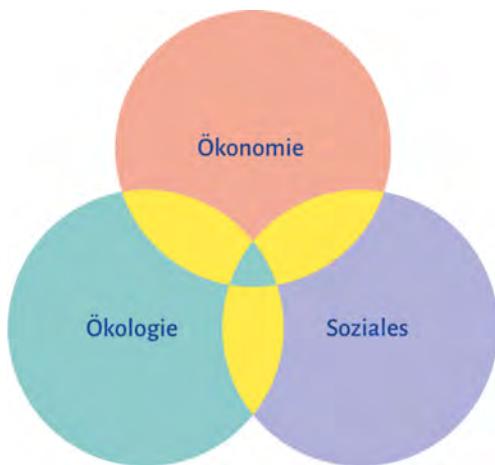
Die Werte für die Kompetenzelemente, wie sie unten dargestellt sind, sind stets Mittelwerte, die aus den jeweils zugeordneten Items der bereinigten Stichprobe gebildet werden. Die weitere Differenzierung anhand verschiedener unabhängiger Variablen erfolgt ebenfalls auf der Grundlage der bereinigten Stichprobe und unter Berücksichtigung der Gewichtung. Um Kompetenzprofile zu unterscheiden und miteinander zu vergleichen, finden die unabhängigen Variablen Berücksichtigung (Tabelle 11).

Um darüber hinaus Aussagen treffen zu können, ob und auf welche Weise eine nachhaltige Ausrichtung (ausgehend von der Selbsteinschätzung der Befragten) der Unternehmen mit den Kompetenzen sowie den von den Unternehmen genutzten Transferaktivitäten korreliert, wurde ein Nachhaltigkeitsindex aus Items gebildet, die die Gewinnorientierung, wünschenswerte gesellschaftliche Effekte und eine Verringerung des Resourceneinsatzes abfragen. Dieser Index basiert auf dem sogenannten Triple-Bottom-Line-Ansatz.

Tabelle 11: Unabhängige Variablen zur Unterscheidung von Kompetenzprofilen

Unabhängige Variable	Merkmalsausprägungen
Branche	Kraftfahrzeugbau, Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau (vgl. Gewichtung der Stichprobe)
Unternehmensgröße	mittelgroße Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten und große Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten (vgl. Stichprobe und Auswahl der Unternehmen)
Größe der Forschungs- und Entwicklungsabteilung	Abteilungen mit bis zu vier Beschäftigten, Abteilungen mit fünf bis neun Beschäftigten, Abteilungen mit zehn bis 49 Beschäftigten, Abteilungen mit 50 bis 99 Beschäftigten und Abteilungen mit mehr als 100 Beschäftigten

Abbildung 21: Triple-Bottom-Line-Ansatz



Quelle: eigene Darstellung nach Johannsen (2023a, S. 616); Schulz (2012, S. 272); BT (1998, S. 17–29); Elkington (1998, S. 22)

Der Triple-Bottom-Line-Ansatz geht auf den sogenannten Brundtland-Bericht zurück und weitet das Nachhaltigkeitsverständnis auf die drei Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales aus (Alhaddi 2015, S. 7–8; Elkington 1997, S. 385). Alle drei Dimensionen – im deutschsprachigen Diskurs häufig als Säulen bezeichnet – sind aufgrund ihrer komplexen Verwobenheit integrativ zu behandeln (BT 1998, S. 18). Dieses Verständnis ist auch in die aktuelle *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* der Bundesregierung eingegangen (BMBF 2023, S. 4). Daraus folgt, dass Nachhaltigkeit nur dann vorliegt, wenn in mindestens einer Dimension eine Optimierung erreicht werden kann, ohne dass es in einer der übrigen Dimensionen zu einer Verschlechterung kommt. Diese Bedingungen heißen hier Pareto-Nachhaltigkeit oder pareto-nachhaltig. Die Nachhaltigkeitsausrichtung der Unternehmen wurde entsprechend operationalisiert. Als nach-

haltig gelten solche Unternehmen, die in ihrer Selbsteinschätzung in den drei Nachhaltigkeitsdimensionen in mindestens einem Fall einen größeren Wert als 3 und zugeich keinen Wert unter 3 erreichen, wobei der Wert 3 neutral ist (»stimme weder zu noch nicht zu«).

*Tabelle 12: Nachhaltigkeitsindex für die Einstufung der Nachhaltigkeitsausrichtung von Unternehmen (Operationalisierung in Bezug auf die »Triple-Bottom-Line« auf einer Skala von 1 bis 5)*

Dimension	Nr.	Item	Mittelwert
Ökonomie (a)	1	Unsere Innovationen sichern den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens (z.B. Gewinn, Umsatz oder Marktanteile).	$\geq 3$
	2	Unsere Innovationen tragen zum gesamten Wirtschaftswachstum bei und stärken den Wirtschaftsstandort Deutschland.	
	3	Unsere Innovationen orientieren sich an einem konkreten Markt- bzw. Kundenbedarf.	
Soziales (b)	4	Unsere Innovationen verbessern die Lebensbedingungen bzw. die Lebensqualität der Menschen.	$\geq 3$
	5	Unsere Innovationen entfalten eine positive gesellschaftliche Wirkung über die einzelnen Kund:innen hinaus.	
	6	Unsere Innovationen werden mit Blick auf ihre potentiellen sozialen und gesellschaftlichen Auswirkungen gestaltet.	
Ökologie (c)	7	Unsere Innovationen tragen zum Klima- und Umweltschutz bei.	$\geq 3$
	8	Unsere Innovationen ersetzen ressourcenintensive Produkte oder Prozesse.	
	9	Unsere Innovationen entstehen in ressourcenschonenden und umweltfreundlichen Herstellungsprozessen.	

Wenn ein Unternehmen beispielsweise die drei Fragen der ökonomischen Nachhaltigkeitsdimension mit »stimme eher zu«, »stimme weder zu noch nicht zu« und »stimme eher nicht zu« beantwortet, so entsprechen die Antworten auf einer Skala von 1 bis 5 den Werten 4 (»stimme eher zu«), 3 (»stimme weder zu noch nicht zu«) und 2 (»stimme eher nicht zu«). Daraus ergibt sich ein Mittelwert von 3. Bei angenommenen identischen Antworten auf die der sozialen Nachhaltigkeitsdimension zugeordneten Fragen und also ebenfalls einem Mittelwert von 3 hängt die Einstufung als nachhaltiges Unternehmen von den Antworten auf die Fragen der ökologischen Dimension ab. Fallen die Antworten hier so aus, dass sich ein Mittelwert ergibt, der größer als 3 ist, wird das Unternehmen als nachhaltig eingestuft. Ergibt sich ein Mittelwert, der kleiner-gleich 3 ist, so wird das

Unternehmen nicht als nachhaltig eingestuft. Wenn der Wert in einer Dimension kleiner als 3 ist, gilt das Unternehmen auch dann *nicht* als nachhaltig, wenn die Summe der Mittelwerte aller drei Dimensionen größer als 9 ist, weil angenommen wird, dass eine Optimierung in einer Dimension nur auf Kosten einer Verschlechterung in einer anderen Dimension erreicht werden kann. Nachhaltigkeit (N) lässt sich wie folgt ausdrücken:

$$N = \{a, b, c \mid a \geq 3, b \geq 3, c \geq 3 \wedge a + b + c > 9\}$$

Als nachhaltig gelten jene Unternehmen (N), die in jeder der drei Dimensionen – ökonomisch ( $a$ ), ökologisch ( $b$ ) und sozial ( $c$ ) – einen Mittelwert aus den zugehörigen Fragen (Items 1–3 [a], 4–6 [b], 7–9 [c]) auf einer fünfstufigen Intervallskala von größer oder gleich 3 erreichen und deren Summe aus  $a$ ,  $b$  und  $c$  größer als 9 ist. Diese Operationalisierung führt folglich zu unterschiedlichen Nachhaltigkeitskategorien:

*Tabelle 13: Stichprobe der befragten Unternehmen nach Nachhaltigkeitstyp*

Nachhaltigkeitstyp	Anzahl
Ökonomische Nachhaltigkeit	31
Soziale Nachhaltigkeit	1
Ökologische Nachhaltigkeit	1
Ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit	34
Ökonomische und soziale Nachhaltigkeit	21
Soziale und ökologische Nachhaltigkeit	0
Ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeit	49
Neutrale Ausrichtung	2
Keine nachhaltige Ausrichtung	55

Für die Auswertung ergeben sich aus der Operationalisierung unterschiedliche Nachhaltigkeitsprofile, denen die Unternehmen zugeordnet werden können, je nachdem in welcher Dimension sie ihre Schwerpunkte sehen.

Unterscheiden lassen sich Unternehmen, die in nur einer Dimension eine nachhaltige Ausrichtung angeben (Mittelwerte 3, 3 und > 3), Unternehmen, die sich in zwei Dimensionen nachhaltig aufgestellt sehen (Mittelwerte 3, > 3 und > 3), und Unternehmen, die angeben, in allen drei Dimensionen nachhaltig ausgerichtet zu sein (Mittelwerte > 3, > 3 und > 3). Darüber hinaus gibt es Unternehmen, die zu allen drei Dimensionen neutrale Antworten geben (Mittelwerte 3, 3 und 3), sowie Unternehmen, die als nicht nachhaltig eingestuft werden, weil die Antworten in mindestens einer Dimension einen Mittelwert ergeben, der kleiner als 3 ist.

Um eine Korrelation zwischen Kompetenzen und Kooperations- und Kollaborationsverhalten der Unternehmen zu untersuchen, wurden alle Unternehmen hinsichtlich der allgemeinen Zufriedenheit mit ihren Kooperationen und dem Erreichen der gesteckten

Ziele befragt. Abweichend von der bei den anderen Fragen genutzten 5er-Intervallskala wurde hier eine 10er-Intervallskala verwendet, um einen präziseren und aussagekräftigeren Datensatz zu generieren. Die Werte 8 bis 10 entsprechen einer »(sehr) guten« Zufriedenheit bzw. dem Erreichen der gesteckten Ziele und werden berücksichtigt. Alle Antworten im Bereich 1 bis 7 wurden zusammengefasst und werden nicht als erfolgreiche Zusammenarbeit in Innovationsökosystemen interpretiert.

Wurden Fragen mit »weiß nicht« oder »keine Angabe« beantwortet, werden die Daten nicht in der Auswertung berücksichtigt.

Schließlich wurde die Relevanz von Formaten und Aktivitäten in der F&E-Tätigkeit der Unternehmen erhoben. Dazu wurden 16 Formate und Aktivitäten aus der Literatur abgeleitet und auf einer 5er-Intervallskala bewertet. Berücksichtigt wird eine Aktivität für die Auswertung, wenn sie für ein Unternehmen »relevant« oder »sehr relevant« ist, weil dann davon auszugehen ist, dass Unternehmen dieses Format mehrfach bis regelmäßig nutzen bzw. der Aktivität nachgehen. Die erhobenen Daten erlauben es, die jeweilige Bedeutung zwischen nachhaltigen und nicht nachhaltigen sowie erfolgreich und weniger erfolgreich zusammenarbeitenden Unternehmen zu vergleichen. Alle Items wurden randomisiert abgefragt.

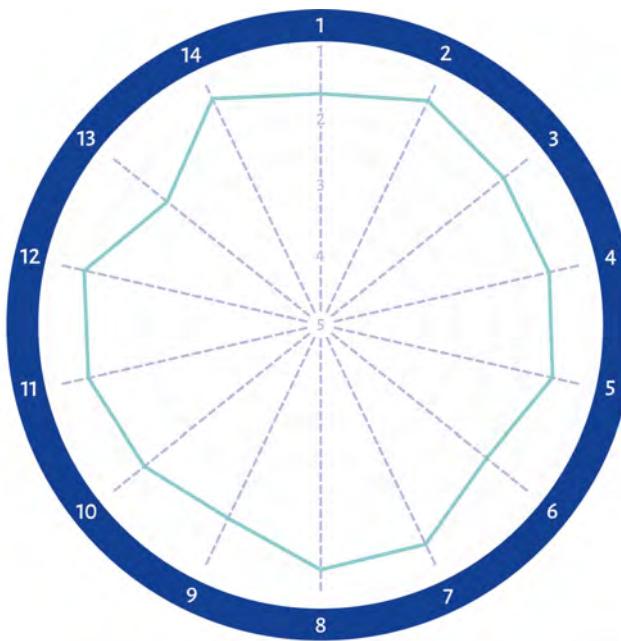
## 5.6 Ergebnisse und Analyse

Die Ergebnisse der Umfrage unter Forschungs- und Entwicklungsunternehmen im Ingenieurwesen bestätigen grundsätzlich die praktische Relevanz der Kompetenzelemente, wie sie oben als Kompetenzrad entwickelt wurden. Da es sich dabei um eine typologisierte Zusammenfassung des aktuellen Forschungs- und Diskussionsstands handelt, lassen sich die Daten als Validierung der Literaturanalyse interpretieren. Die Ergebnisse zeigen allerdings auch, dass die Bedeutung einzelner Kompetenzelemente durch die befragten Unternehmen unterschiedlich hoch eingeschätzt wird.

### 5.6.1 Allgemeines Kompetenzprofil

Das allgemeine Kompetenzprofil basiert auf der Auswertung des Gesamtdatensatzes der Erhebung. Es zeigt, dass Führungskräfte in forschenden Unternehmen im Ingenieurwesen alle transferrelevanten Kompetenzelemente für die Tätigkeiten in F&E als eher wichtig bis sehr wichtig einschätzen. In das Ergebnis sind nur Daten eingeflossen, die der Kohärenzregel genügen. Die Darstellung basiert auf den gewichteten Werten und ist als Aussage über die private ingenieurwissenschaftliche F&E in Deutschland zu interpretieren.

Abbildung 22: Allgemeines Kompetenzrad (auf einer 5er-Intervallskala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«; 4 = »eher unwichtig«; 5 = »völlig unwichtig«)



1 Agilität	6 Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	10 Affinität zu Herausforderungen
2 Umgang mit Komplexität	7 Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	11 Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen
3 Handeln in Systemen	8 Reflexion des eigenen Handelns	12 Teamfähigkeit
4 Handeln nach ethischen Grundsätzen	9 Kreativität	13 Umgang mit Diversität
5 Kritisches Denken		14 Motivation zum Lernen

Zunächst ist bei der Auswertung des Gesamtdatensatzes festzustellen, dass Unternehmen die Relevanz der Kompetenzelemente hervorheben. Sie weisen mit einer Ausnahme einen Mittelwerte auf, die kleiner als 2 sind. Bemerkenswert ist, dass der *Umgang mit Diversität* und die *emotionale Kompetenz* sowie zu einem geringeren Grad *Kreativität* hinter den übrigen Kompetenzelementen zurückstehen. Dabei weist das Kompetenzelement *Umgang mit Diversität* als einziges einen Wert auf, der größer als 2 ist. Die befragten Führungskräfte finden es weniger wichtig, dass ihre Beschäftigten in F&E über diese Kompetenzen verfügen. Auffällig ist zudem, dass *Agilität* weniger nachgefragt und gefordert ist, als es die Stellung im gegenwärtigen Diskurs über zukunftsweisende und innovative Arbeitsformen erwarten lässt. Zur besseren Orientierung sind die Werte in der folgenden Tabelle 14 nach dem Mittelwert sortiert. Dabei entspricht ein kleinerer Wert einer größeren Relevanz des Kompetenzelements.

Tabelle 14: Kompetenzelemente aufsteigend nach Mittelwert (gewichtet auf einer 5er-Intervall-skala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«; 4 = »eher unwichtig«; 5 = »völlig unwichtig«)

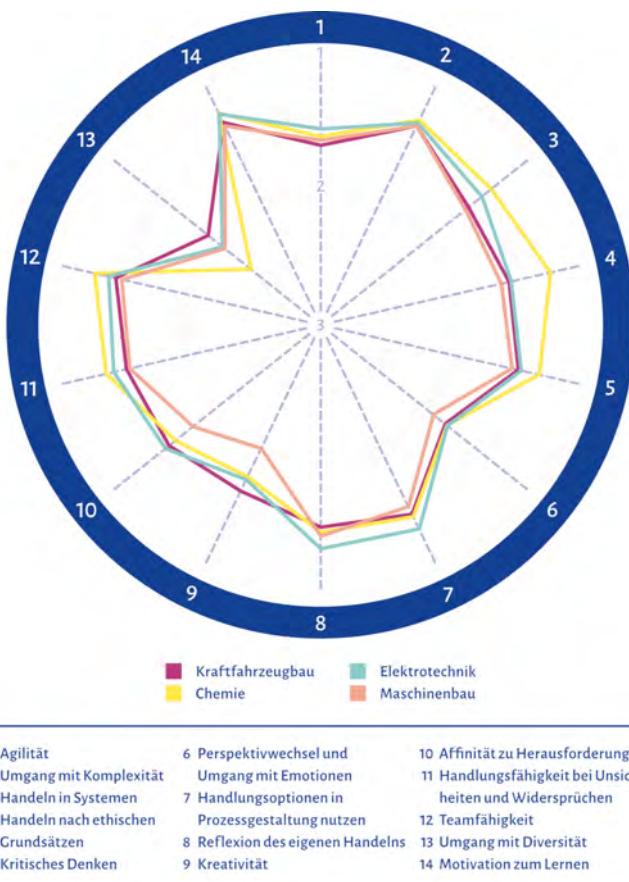
Nr.	Kompetenzelement	Mittelwert
14	Motivation zum Lernen	1,32
2	Umgang mit Komplexität	1,36
12	Teamfähigkeit	1,41
7	Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	1,42
8	Reflexion des eigenen Handelns	1,44
5	Kritisches Denken	1,48
11	Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	1,49
4	Handeln nach ethischen Grundsätzen	1,52
3	Handeln in Systemen	1,53
1	Agilität	1,62
10	Affinität zu Herausforderungen	1,63
9	Kreativität	1,77
6	Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	1,85
13	Umgang mit Diversität	2,10

Obwohl sich aus den Daten keine kausalen Beziehungen ableiten lassen, deuten die Ergebnisse dennoch auf eine skalierbare Relevanz der Kompetenzelemente für Forschungs- und Innovationskollaborationen in ingenieurwissenschaftlichen Branchen hin. Dass die *Aneignung neuer Inhalte* und die *Fähigkeit, mit Komplexität umzugehen*, sich abheben, lässt sich vor diesem Hintergrund als Bestätigung der These verstehen, dass professionelle Profile zunehmend dynamischer werden – wie es mit dem Begriff der *Employability* im Spannungsfeld zwischen Individuum, Organisation und entsprechenden Politikfeldern gefasst wird (Ehlers 2020, S. 117–122; Guilbert et al. 2016, S. 79–80). Auffällig ist, dass *Diversität* und der *Umgang mit Emotionen*, der auch als Empathie beschrieben werden kann, zusammen mit *Kreativität* eine deutlich weniger wichtige Rolle für Forschungs- und Innovationsprozesse in der Selbsteinschätzung der Industrie spielen. Werden die Ergebnisse hingegen nach Branchen aufgeschlüsselt betrachtet, zeigt sich, dass *Kreativität* im Maschinenbau auffällig wenig nachgefragt wird. Dasselbe Bild zeigt sich für den *Umgang mit Diversität* in der Chemiebranche, während die *Zusammenarbeit im Team* hier besonders wichtig zu sein scheint. Wie Tabelle 15 zeigt, finden sich zwischen den Branchen hingegen kaum Unterschiede hinsichtlich der Relevanz, *mit Komplexität umgehen* zu können. Nur geringe Unterschiede zeigen sich in der Bedeutung von *Teamfähigkeit* und der *Motivation, sich neue Inhalte anzueignen*. Es besteht also hinsichtlich der drei wichtigsten Kompetenzen ein branchenübergreifender Konsens. Dieses Ergebnis hat Implikationen für die Konzeption kompetenzorientierter Lehrformate, wie in den Ausführungen zur Lehre gezeigt wird.

## 5.6.2 Branchenspezifische Kompetenzprofile

Der Zusammensetzung der Stichprobe folgend lassen sich die Kompetenzprofile der vier größten ingenieurwissenschaftlichen Branchen in Deutschland vergleichen. Dabei wird für jede Branche ein eigenes Profil identifiziert und in der folgenden Abbildung 23 dargestellt. Es handelt sich anders als in Abbildung 22 nicht um die Darstellung der Werte auf der 5er-Intervallskala, sondern um Ausschnitte für die Werte 1 bis 3, so dass sich ein anderer visueller Ersteindruck ergeben kann.

Abbildung 23: Kompetenzprofile nach Branchen für den Ausschnitt der Werte 1 bis 3 (auf einer 5er-Intervallskala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«)



Werden die vier Branchen differenziert betrachtet, so lassen sich Unterschiede hinsichtlich einzelner Kompetenzelemente erkennen. Prinzipielle Abweichungen gibt es nicht, denn alle Branchenprofile stimmen weitgehend mit dem bereits bekannten, allgemeinen Profil überein. Die tabellarische Aufstellung der branchenspezifischen Mittelwerte illustriert auftretende Varianzen (Tabelle 15).

Tabelle 15: Kompetenzelemente nach Branche (mit gewichteten Mittelwerten)

Nr.	Kompetenzelement	Kraft-fahrzeugbau	Chemie	Elektrotechnik	Maschinenbau
1	Agilität	1,68	1,62	1,56	1,64
2	Umgang mit Komplexität	1,38	1,33	1,36	1,38
3	Handeln in Systemen	1,62	1,40	1,49	1,64
4	Handeln nach ethischen Grundsätzen	1,58	1,27	1,57	1,64
5	Kritisches Denken	1,51	1,36	1,49	1,56
6	Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	1,83	1,82	1,81	1,94
7	Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	1,46	1,44	1,33	1,52
8	Reflexion des eigenen Handelns	1,51	1,47	1,35	1,45
9	Kreativität	1,64	1,76	1,74	1,99
10	Affinität zu Herausforderungen	1,58	1,64	1,54	1,80
11	Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	1,54	1,38	1,44	1,56
12	Teamfähigkeit	1,46	1,30	1,40	1,50
13	Umgang mit Diversität	1,94	2,35	2,08	2,10
14	Motivation zum Lernen	1,35	1,28	1,28	1,38

Die Einschätzungen der befragten Führungskräfte, welche Kompetenzelemente für Forschungs- und Innovationshandeln in Unternehmen relevant sind, stimmen überwiegend überein und weisen wenig Varianz in den gemittelten Werten auf. Diese weitgehende branchenübergreifende Übereinstimmung bestätigt sich auch branchenintern. Varianzanalysen (ANOVA) zeigen, dass die Unterschiede der Kompetenzwerte in einzelnen Branchen nicht signifikant sind. Eine Ausnahme bildet das Kompetenzelement *Handeln nach ethischen Prinzipien*. Dieses eine Kompetenzelement unterscheidet sich statistisch signifikant für die vier Branchen:  $F(3,174) = 4,02, p < 0,01$ .

Der Vergleich der Werte für die übrigen Kompetenzelemente zeigt, dass diese entweder branchenübergreifend kohärent sind oder eine Varianz zwischen den Branchen von 0,2 nicht überschreiten. Ausnahmen ergeben sich für einzelne Kompetenzelemente, die

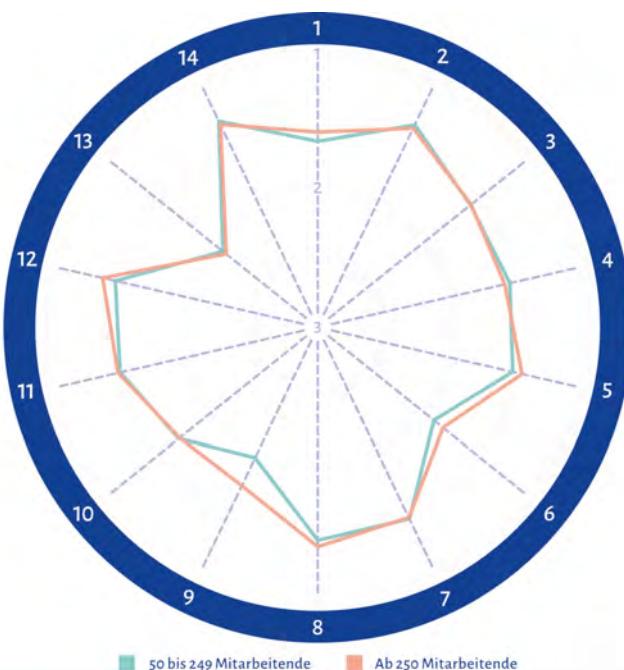
deutliche Abweichungen zwischen den Branchen aufweisen. Der erste Fall (Kohärenz) trifft idealtypisch auf den *Umgang mit Komplexität* zu, zeigt sich aber auch an der *Lernmotivation* mit einer Varianz von 0,1. Der Bedarf an diesem Kompetenzelement besteht branchenübergreifend und ist damit besonders belastbar. Eine größere Varianz liegt im zweiten Fall vor, wie exemplarisch am *Handeln in Systemen* gezeigt werden kann. Hier legen die Ergebnisse eine größere Relevanz eines *systemischen Verständnisses* und darauf aufbauender *Handlungskompetenz* in der chemischen Industrie als im Maschinenbau nahe. Vergleichbar stellt es sich für die *Prozessgestaltung* dar. Ausweislich der Ergebnisse ist dieses Kompetenzelement in der Elektrotechnik relevanter als im Maschinenbau. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Werte für den Maschinenbau zwar im Vergleich eine geringere Relevanz bezeugen. Absolut betrachtet ist das Kompetenzelement *Prozessgestaltung* aber auch im Maschinenbau von großer Bedeutung für innovationsorientierte F&E-Aufgaben.

Für die Forschungsfrage von größerer Bedeutung ist der dritte Fall. Diese Ergebniskategorie beschreibt branchenspezifische Unterschiede innerhalb eines Kompetenzelements. Am deutlichsten sticht die niedrige Bedeutung in der chemischen Industrie heraus, mit *Diversität umgehen* zu können. Während die Relevanz insgesamt niedrig ist, weicht der Wert 2,37 deutlich vom Mittelwert 2,10 ab. Auffällig ist zudem, dass *ethisches Handeln* in dieser Branche ausgesprochen relevant ist. Diese beiden Werte bilden die Pole der Streuung. Aus den Daten allein lässt sich keine kausale Erklärung ableiten. Der Hinweis auf den basalen Charakter der chemischen Industrie in Wertschöpfungsketten bleibt (begründete) Spekulation. Da die chemische Industrie – und insbesondere der Mittelstand – in vielen Fällen als Zulieferer oder vorgelagerte Industrie auftritt, kann *Diversität* in einem stärker strukturierten und an Kund:innenbedarfen ausgerichteten Forschungsprozess weniger bedeutsam sein. Die hohe Relevanz *ethischen Handelns* auf der anderen Seite lässt sich aus der Rolle der chemischen Industrie in aktuellen gesellschaftlichen Diskursen zumindest teilweise erklären. Da Unternehmen aus der chemischen Industrie durch negative Schlagzeilen im Anschluss an einzelne Unfälle wie die Explosion von Ammoniumnitrat im Hafen von Beirut im Jahr 2020 oder die Explosion im Chempark in Leverkusen im folgenden Jahr 2021 in den Fokus öffentlicher Diskurse gerieten und dies mit dem starken Fokus auf die Nachhaltigkeitsziele und aktuelle klimapolitische Anstrengungen in Widerspruch trat, ist diese Kompetenz aus betriebswirtschaftlicher Perspektive stärker in Geschäftsfelder zu integrieren, um diese zukunftssicher auszurichten. Dabei handelt es sich um einen Interpretationsvorschlag, der weiter zu beforschen ist. Ein weiteres Forschungsdesiderat leitet sich aus den Werten im Maschinenbau hinsichtlich der Kompetenzelemente *Kreativität* und *Einstellung gegenüber Herausforderungen* ab. Im Branchenvergleich wird die Relevanz in beiden Fällen deutlich geringer eingeschätzt. Dies verwundert insofern, als im Maschinenbau und insbesondere in der forschungsbasierten Konstruktion sowohl ein konstruktives Verhältnis zu professionellen *Herausforderungen* als auch ein hohes Maß an *Kreativität* konstitutiv zu sein scheint. Hier lassen sich ebenfalls weiterführende Forschungsvorhaben anschließen.

### 5.6.3 Kompetenzprofile nach Unternehmensgröße und Branche

Die Unternehmensgröße allein hat einen zu vernachlässigenden Einfluss auf das zugeordnete Kompetenzprofil. Ein deutlicher Unterschied in der Relevanz der Kompetenzelemente tritt nur im Fall von *Kreativität* mit einem Delta von 0,23 auf. In allen anderen Fällen ist die Differenz kleiner-gleich 0,1 und damit vernachlässigbar, wie aus der folgenden Abbildung 24 hervorgeht.

Abbildung 24: Kompetenzprofile nach Größe für den Ausschnitt der Werte 1 bis 3 (auf einer 5er-Intervallskala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«)



1 Agilität	6 Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	10 Affinität zu Herausforderungen
2 Umgang mit Komplexität	7 Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	11 Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen
3 Handeln in Systemen	8 Reflexion des eigenen Handelns	12 Teamfähigkeit
4 Handeln nach ethischen Grundsätzen	9 Kreativität	13 Umgang mit Diversität
5 Kritisches Denken		14 Motivation zum Lernen

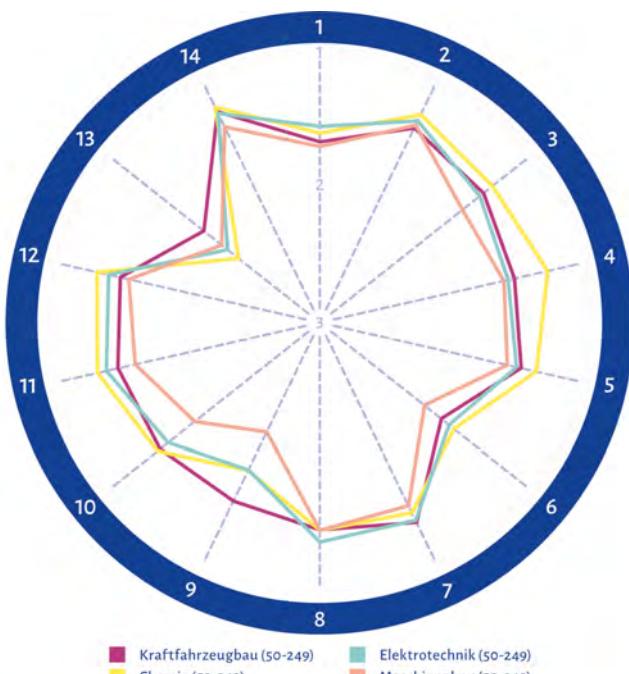
Die weitere Differenzierung mittlerer und großer Unternehmen anhand der Branchen steht weitgehend im Einklang mit den bereits beschriebenen Kompetenzprofilen. Dennoch treten hier Besonderheiten auf, die im Folgenden gesondert betrachtet werden.

*Tabelle 16: Kompetenzelemente nach Branche und Unternehmensgröße*

Kompetenzelement	Kraft-fahrzeugbau		Chemie		Elektrotech-nik		Maschinen-bau	
	< 250	≥ 250	< 250	≥ 250	< 250	≥ 250	< 250	≥ 250
Agilität	1,66	1,71	1,60	1,66	1,55	1,60	1,70	1,70
Umgang mit Komplexität	1,40	1,33	1,29	1,43	1,34	1,39	1,38	1,38
Handeln in Systemen	1,46	1,89	1,38	1,46	1,50	1,44	1,66	1,66
Handeln nach ethischen Grundsätzen	1,53	1,68	1,29	1,23	1,58	1,52	1,62	1,62
Kritisches Denken	1,48	1,58	1,37	1,31	1,52	1,42	1,59	1,59
Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	1,86	1,77	1,74	2,00	1,79	1,88	2,02	2,02
Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	1,36	1,65	1,44	1,42	1,38	1,18	1,50	1,50
Reflexion des eigenen Handelns	1,47	1,59	1,47	1,50	1,38	1,28	1,47	1,47
Kreativität	1,54	1,85	1,79	1,69	1,79	1,56	2,10	2,10
Affinität zu Herausforderungen	1,50	1,75	1,48	2,05	1,58	1,44	1,83	1,83
Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	1,48	1,63	1,33	1,50	1,39	1,58	1,61	1,61
Teamfähigkeit	1,50	1,39	1,32	1,25	1,41	1,39	1,56	1,56
Umgang mit Diversität	1,91	2,00	2,24	2,59	2,13	1,86	2,08	2,08
Motivation zum Lernen	1,27	1,50	1,23	1,39	1,28	1,29	1,39	1,39

Die branchenspezifischen Kompetenzprofile der befragten mittelgroßen Unternehmen entsprechen visuell den bereits bekannten Profilen, während es bei großen Unternehmen auffällige Abweichungen gibt. Mittelgroße Unternehmen weisen in Bezug auf die 14 Kompetenzelemente einen Relevanzmittelwert von 1,56 und einen Mittelwert der Standardabweichungen von 0,09 auf.

Abbildung 25: Kompetenzprofile mittlerer Unternehmen nach Branche für den Ausschnitt der Werte 1 bis 3 (auf einer 5er-Intervallskala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«)

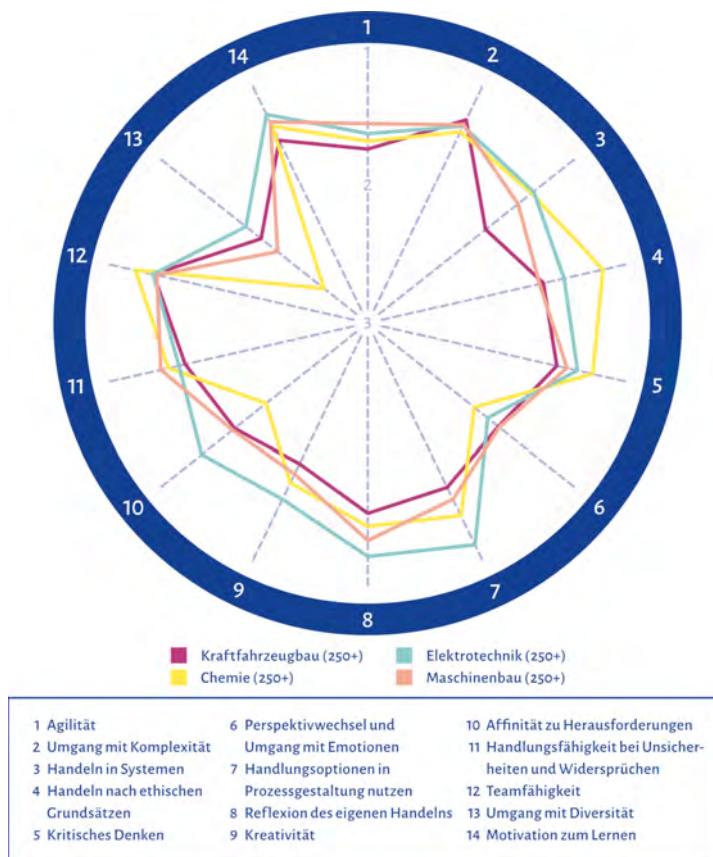


1 Agilität	6 Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	10 Affinität zu Herausforderungen
2 Umgang mit Komplexität	7 Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	11 Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen
3 Handeln in Systemen	8 Reflexion des eigenen Handelns	12 Teamfähigkeit
4 Handeln nach ethischen Grundsätzen	9 Kreativität	13 Umgang mit Diversität
5 Kritisches Denken		14 Motivation zum Lernen

Vier branchenspezifische Werte für die Relevanz von Kompetenzelementen mittlerer Unternehmen sind auffällig. Die Bedeutung *ethischen Handelns* in der Chemie ist besonders hoch und bekräftigt die voranstehenden Ausführungen. Unerwartet hoch ist auch die Bedeutung von *Kreativität* mit 1,54 für mittelgroße Unternehmen aus der Kraftfahrzeugbranche, und zwar nicht nur im Verhältnis zu den Vergleichsbranchen, sondern auch innerhalb der Branche im Vergleich zu großen Unternehmen mit dem Wert 1,85. Dies mag sich aus der Bedeutung der Automobilindustrie als volkswirtschaftlich größte Branche im bundesdeutschen Wirtschaftsraum ergeben, insofern große und etablierte Unternehmen stärker Pfadabhängigkeiten unterliegen und kleinere und hier mittlere Unternehmen in einem hochwettbewerblichen Geschäftsfeld stärker auf neuartige und innovative Produkte und Geschäftsmodelle setzen (müssen). Auffallend wenig relevant sind hingegen *Kreativität* und die *Affinität zu Herausforderungen* in mittelgroßen Maschinenbauunternehmen. Dies ist insofern bemerkenswert, als nicht nur die Unternehmensgröße, sondern auch die Branche dafür ausschlaggebend zu sein scheint, wobei insbesondere die Kombination beider Variablen zu großen Unterschieden in der Ein-

schätzung der Relevanz der Kompetenzelemente führt: Der Wert für die *Affinität zu Herausforderungen* weicht um 0,31 vom Mittelwert der mittelgroßen Unternehmen aus den drei übrigen Branchen ab, der Wert für *Kreativität* sogar um 0,39.

Abbildung 26: Kompetenzprofile großer Unternehmen nach Branche für den Ausschnitt der Werte 1 bis 3 (auf einer 5er-Intervallskala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«)



Im Fall großer Unternehmen drückt der Mittelwert 1,59 eine marginal verringerte Relevanz aus, die zudem mit 0,13 eine relativ zu den Werten mittelgroßer Unternehmen erhöhte durchschnittliche Standardabweichung aufweist. Dabei stechen Unternehmen aus der Chemiebranche durch vier deutlich abweichende Werte besonders hervor. Aufällig ist, dass sowohl die Bereitschaft, sich *herausfordernden Aufgaben* zu stellen, und in ganz besonderem Maß der *Umgang mit Diversität* von den Führungskräften als wenig relevant eingeschätzt werden und damit von den Anforderungen der übrigen Branchen deutlich abweichen. Dasselbe gilt in umgekehrter Weise für *kritisches Denken* und die Ausrichtung des eigenen Handelns an *ethischen Grundsätzen*. Diesen Kompetenzelementen

wird in großen Chemieunternehmen eine besondere Bedeutung zugemessen, womit die oben vorgelegte Interpretation gestützt wird.

Hinsichtlich der meisten Kompetenzelemente stimmen große Unternehmen in ihrer Einschätzung der Relevanz (weitgehend) überein. So weisen etwa die Relevanzwerte für die Kompetenzelemente *Umgang mit Komplexität* und *Teamfähigkeit* zwischen den Branchen lediglich geringe Unterschiede auf. Dabei bestätigen auch hier einzelne Ausreißer die Regel. Ein *systemisches Verständnis* und entsprechende *Handlungsfähigkeit* ist in großen Unternehmen aus der Kraftfahrzeugbranche weniger relevant, insbesondere im Vergleich mit den übrigen Branchen. Solche Ausreißer zeigen sich auch in die andere Richtung. Für große elektrotechnische Unternehmen sind *Prozessgestaltung* und eine positive *Einstellung gegenüber Herausforderungen* besonders relevant. Die Mittelwerte großer Unternehmen der übrigen drei Branchen sind 1,54 bzw. 1,84 und legen damit im Vergleich Zeugnis geringerer Relevanz ab.

#### 5.6.4 Kompetenzprofile nach Größe der Forschungs- und Entwicklungsabteilung

Bei der Betrachtung der Kompetenzprofile nach der Größe der Forschungs- und Entwicklungsabteilung wird zwischen fünf Kategorien unterschieden. Dabei fallen 88 % der Stichprobe in die unteren drei Kategorien mit weniger als 50 Beschäftigten in F&E. Wieder decken sich die Kompetenzprofile mit den bisherigen Ausführungen. Auffällig sind allerdings die Profile der Abteilungen mit 50 bis 99 Mitarbeitenden sowie mit mehr als 100 Mitarbeitenden in F&E. Diese Werte sind jedoch unter Vorbehalt zu betrachten, weil die Stichprobengröße mit elf respektive zwölf Unternehmen nur eingeschränkt aussagekräftige Daten liefern kann.

Auffällige Abweichungen treten bei Unternehmen mit Forschungs- und Entwicklungsabteilungen mit 50 bis 99 Mitarbeitenden auf. Zum einen ist der Mittelwert aller Kompetenzelemente mit 1,76 deutlich höher als in den Vergleichsgruppen mit 1,58 für Abteilungengrößen von einem bis vier Mitarbeitenden, 1,56 bei fünf bis neun Mitarbeitenden, 1,55 bei zehn bis 49 Mitarbeitenden sowie 1,49 für Abteilungengrößen von 100 und mehr Mitarbeitenden. Zum anderen drückt sich die Abweichung in einem veränderten Kompetenzprofil aus. Dieses Profil ist geprägt von einer geringeren Relevanz von Kompetenzen in den Bereichen *systemischen Handelns*, des *Umgangs mit Komplexität* und *Prozessgestaltung* sowie *Reflexionsfähigkeit*, *emotionaler Kompetenzen* und des konstruktiven *Umgangs mit Diversität*. Zusätzlich zu diesen Abweichungen sticht die Bedeutung *ethischen Handelns* hier negativ heraus. Mit einem Wert von 2,56 weichen die Anforderungen für Forschende in diesem Kompetenzelement um 0,47 vom aus den übrigen Elementen gebildeten Mittelwert ab.

Abbildung 27: Kompetenzprofile nach Anzahl Forschender für den Ausschnitt der Werte 1 bis 3 (auf einer 5er-Intervallskala: 1 = »sehr wichtig«; 2 = »eher wichtig«; 3 = »weder noch«)

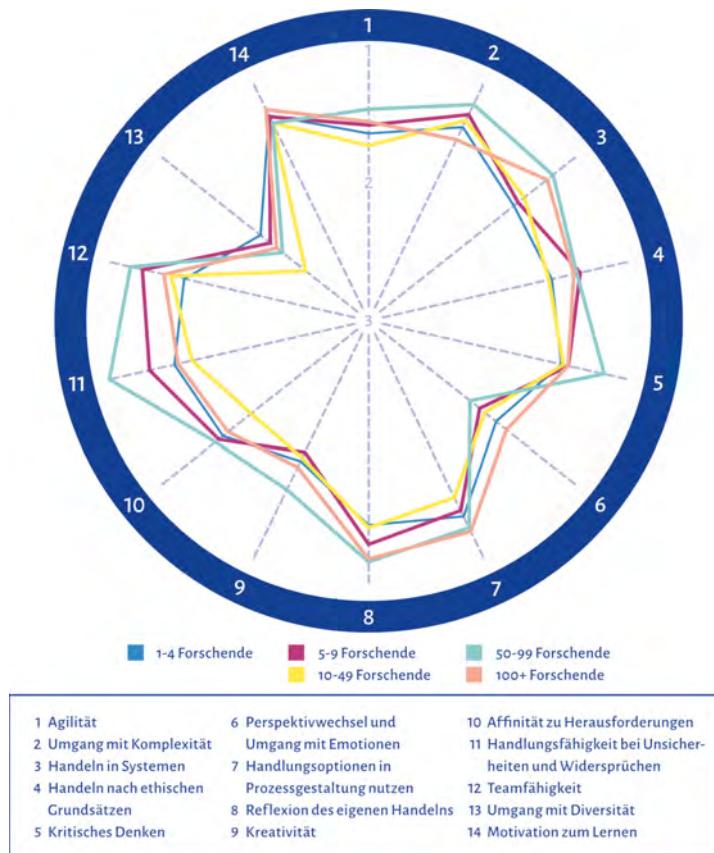


Tabelle 17: Kompetenzelemente nach Anzahl der Beschäftigten in Forschung und Entwicklung (mit gewichteten Mittelwerten)

Kompetenzelement	Anzahl Beschäftigter in F&E				
	1–4	5–9	10–49	50–99	100+
Agilität	1,61	1,55	1,70	1,43	1,53
Umgang mit Komplexität	1,41	1,31	1,36	1,22	1,51
Handeln in Systemen	1,64	1,60	1,54	1,27	1,33
Handeln nach ethischen Grundsätzen	1,62	1,41	1,65	1,44	1,46
Kritisches Denken	1,55	1,50	1,54	1,23	1,50

Kompetenzelement	Anzahl Beschäftigter in F&E				
	1–4	5–9	10–49	50–99	100+
Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	1,81	1,96	1,91	2,05	1,71
Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	1,40	1,45	1,55	1,30	1,27
Reflexion des eigenen Handelns	1,49	1,35	1,47	1,22	1,24
Kreativität	1,85	1,92	1,88	1,62	1,80
Affinität zu Herausforderungen	1,63	1,60	1,90	1,56	1,68
Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	1,54	1,35	1,67	1,05	1,57
Teamfähigkeit	1,61	1,30	1,52	1,21	1,46
Umgang mit Diversität	1,98	2,08	2,41	2,19	2,14
Motivation zum Lernen	1,31	1,32	1,38	1,38	1,26

Ein spiegelbildliches Kompetenzprofil ergibt sich für Unternehmen mit Abteilungsgrößen von 100 und mehr Mitarbeitenden. Hier sind sowohl der Mittelwert für alle Kompetenzelemente mit 1,49 als auch die Werte für einzelne Kompetenzelemente besonders ausgeprägt und entsprechen höheren Anforderungen seitens der befragten Führungskräfte. Die in der Vergleichsgruppe relativ schwachen Werte in den Bereichen *systemischen Handelns*, des *Umgangs mit Komplexität*, *Prozessgestaltung* sowie *Reflexionsfähigkeit* sind hier stark ausgeprägt und zeugen von einer hohen Relevanz dieser Kompetenzelemente für Arbeitsprozesse in großen Abteilungen. Während Abteilungen mit weniger als 50 Mitarbeitenden hinsichtlich der Bedeutung von *ethischem Handeln* übereinstimmen und dieses Kompetenzelement für Abteilungen mit 50 bis 99 Mitarbeitenden wenig relevant ist, wird ethischen Fragen in großen Abteilungen ein hohes Maß an Relevanz zugemessen. Zusätzlich zeichnen sich diese Abteilungen durch eine besondere Relevanz der *Lernmotivation* aus.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße und der damit einhergehenden Einschränkungen hinsichtlich der Verallgemeinerbarkeit steht der Mehrwert einer vertiefenden Interpretation der Daten in Frage. Diese stünde zudem vor der Herausforderung, die signifikanten Unterschiede zwischen den Profilen zu erklären. Weiterführende Betrachtungen und die Validierung in der Praxis können durch diese Unterschiede jedoch informiert werden, stehen dann aber vor der Aufgabe, zu zeigen, inwiefern die erhobenen Daten belastbar sind.

### 5.6.5 Kompetenzprofile nachhaltig ausgerichteter Unternehmen

Auf der Grundlage des Triple-Bottom-Line-Ansatzes und der bereits dargelegten Operationalisierung lassen sich Unternehmen identifizieren, die nachhaltig ausgerichtet sind. Nachhaltig im Sinne dieser Studie sind Unternehmen, die in mindestens einer von drei Dimensionen (Ökonomie, Soziales oder Ökologie) eine Tendenz zur Nachhaltigkeit an-

geben, also auf einen Mittelwert von über 3 auf einer 5er-Intervallskala in dieser Dimension kommen, ohne dabei in einer anderen Dimension einen Mittelwert kleiner als 3 auszuweisen. Aus welchen Items sich die Dimensionen zusammensetzen, ist in Tabelle 12 aufgeführt.

Vollständige Angaben haben 194 Unternehmen gemacht; sechs Unternehmen werden aufgrund unvollständiger Daten nicht berücksichtigt. Davon erfüllen 137 die Kriterien, um als nachhaltige Unternehmen eingestuft zu werden. 55 Unternehmen haben keine nachhaltige Ausrichtung und zwei Unternehmen werden als neutral eingestuft, weil sie in allen drei Dimensionen auf einen Mittelwert von 3 kommen. Daraus ergeben sich sieben mögliche Nachhaltigkeitsprofile, ein Profil, das weder nachhaltig noch nicht nachhaltig ist, und ein nicht nachhaltiges Unternehmensprofil. Die Nachhaltigkeitsprofile haben eine ökologische, soziale oder ökonomische Ausrichtung oder eine Kombination aus zwei Schwerpunkten bzw. allen drei Dimensionen. Die Auswertung hat die folgende prozentuale Verteilung unter Berücksichtigung der Gewichtung ergeben:

*Tabelle 18: Prozentuale Verteilung der Nachhaltigkeitsausrichtung befragter Unternehmen (gewichtet)*

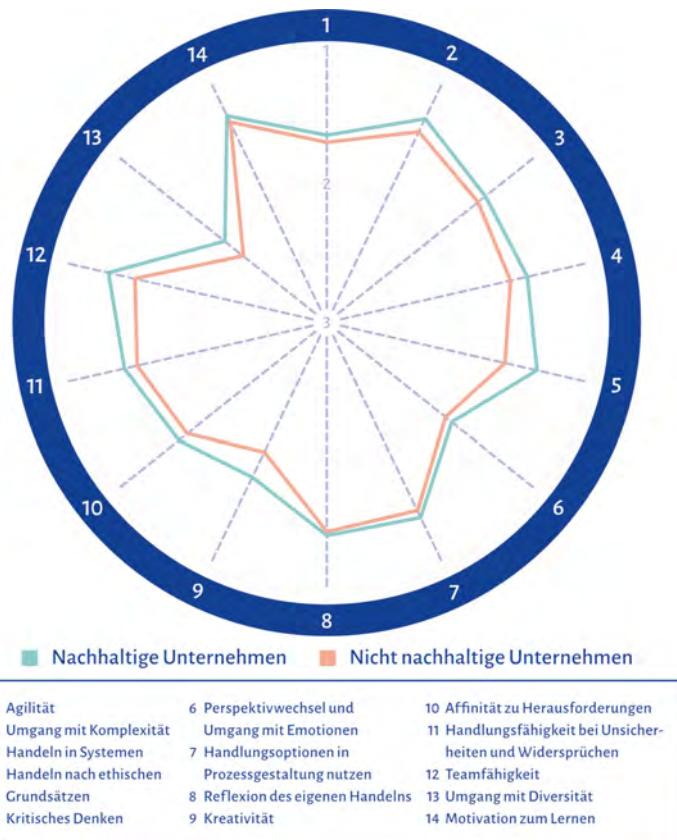
Dimension	Anteil in Prozent
Nachhaltigkeitsausrichtung	70,54 %
Ökonomie	19,60 %
Soziales	1,31 %
Ökologie	1,31 %
Ökonomie und Soziales	9,71 %
Ökonomie und Ökologie	16,54 %
Soziales und Ökologie	0 %
Ökonomie, Soziales und Ökologie	22,05 %
Neutrale Nachhaltigkeitsausrichtung	0,47 %
Keine Nachhaltigkeitsausrichtung	28,99 %

Die Auswertung zeigt zunächst, dass mit über 70 % gegenüber knapp 30 % der Unternehmen die weit überwiegende Anzahl angibt, nachhaltig ausgerichtet zu sein. Bei der Betrachtung der Nachhaltigkeitsdimensionen nach dem Triple-Bottom-Line-Ansatz zeigt sich, dass 22 % der Unternehmen in allen drei Dimensionen angeben, nachhaltig ausgerichtet zu sein. Mehr Unternehmen fühlen sich also allen drei Dimensionen verpflichtet als allein der ökonomischen, wie es das wettbewerbliche Konkurrenzverhältnis gewinnorientierter Unternehmen erwarten lassen könnte. Dass deswegen die ökonomische Dimension wenig relevant sein könnte, ist allerdings ein Trugschluss, denn in der Summe verfolgen von den als nachhaltig klassifizierten Unternehmen 96,29 % einen Ansatz ökonomischer Nachhaltigkeit, arbeiten wirtschaftlich und somit gewinnorientiert. Auf die gesamte Stichprobe bezogen sind es 67,92 % der befragten Unternehmen. Deut-

lich zeigt sich die Relevanz ökonomischer Nachhaltigkeit an der Dimension *Soziales und Ökologie*, der kein Unternehmen zugerechnet werden konnte.

Wenngleich für alle Dimensionen Kompetenzprofile erstellt und verglichen werden können, beschränkt sich der Vergleich in dieser Arbeit auf die Gegenüberstellung von nachhaltig und nicht nachhaltig ausgerichteten Unternehmen.

Abbildung 28: Kompetenzprofile nachhaltig und nicht nachhaltig ausgerichteter Unternehmen



Im direkten Vergleich zeigt sich, dass die F&E-Aktivitäten nachhaltig ausgerichteter Unternehmen ausnahmslos anspruchsvoller sind. Führungskräfte dieser Unternehmen geben an, dass jedes einzelne Kompetenzelement für die Arbeit in ihrem Unternehmen relevanter ist als in der Vergleichsgruppe der nicht nachhaltig aufgestellten Unternehmen. Das drückt sich auch im Vergleich der Mittelwerte aller Kompetenzelemente aus, der für nachhaltig ausgerichtete Unternehmen 1,54 gegenüber 1,65 für nicht nachhaltige Unternehmen beträgt.

Tabelle 19: Kompetenzelemente nach Nachhaltigkeitsausrichtung der Unternehmen

Nr.	Kompetenzelement	Nachhaltige Unternehmen	Nicht nachhaltige Unternehmen
1	Agilität	1,62	1,67
2	Umgang mit Komplexität	1,34	1,44
3	Handeln in Systemen	1,51	1,58
4	Handeln nach ethischen Grundsätzen	1,49	1,62
5	Kritisches Denken	1,42	1,66
6	Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	1,83	1,89
7	Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	1,41	1,47
8	Reflexion des eigenen Handelns	1,44	1,46
9	Kreativität	1,74	1,94
10	Affinität zu Herausforderungen	1,61	1,69
11	Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	1,48	1,57
12	Teamfähigkeit	1,36	1,56
13	Umgang mit Diversität	2,04	2,22
14	Motivation zum Lernen	1,31	1,37

Die in Tabelle 19 aufgeführten Werte für die einzelnen Kompetenzelemente nachhaltiger in Gegenüberstellung zu nicht nachhaltigen Unternehmen weist unterschiedliche Transferkompetenzprofile aus. Deutlich wird dies in der folgenden Illustration in Abbildung 29.

Abbildung 29: Kompetenzprofile nachhaltig und nicht nachhaltig ausgerichteter Unternehmen im Vergleich



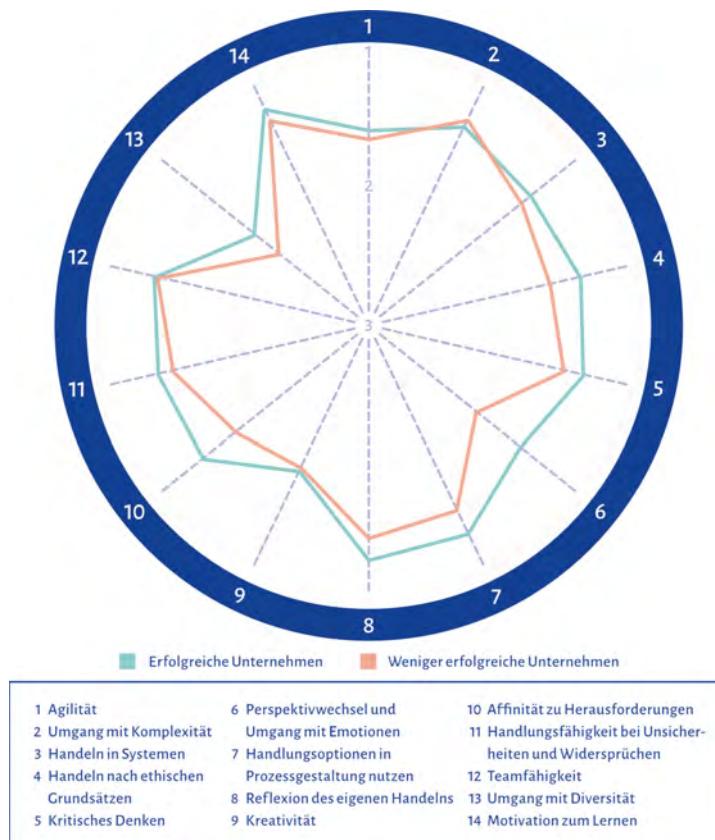
Der direkte Vergleich der Werte zeigt, dass mit der Nachhaltigkeit eines Unternehmens steigende Anforderungen an die Kompetenzprofile der Forschenden einhergehen. Wenn ferner davon auszugehen ist, dass ein nachhaltiges Unternehmensprofil mit einer vermehrten Nutzung von Kollaborationsformaten einhergeht, wie in Kapitel 5.6.7 gezeigt wird, dann lässt sich festhalten, dass die politisch geforderte und gesellschaftlich erwünschte Ausrichtung auf Nachhaltigkeit zu vermehrten Kooperationen und Kollaborationen führt, die wiederum höhere Anforderungen an die Handelnden in entsprechenden Ökosystemen stellen. Die Ergebnisse stützen damit die Bedeutung zukunftsweisender Befähigungen, wie sie in Kapitel 3.1 skizziert wurden, und sollten Auswirkungen auf die Curriculumentwicklung und Ingenieur:innenausbildung haben, wie in Kapitel 8 zu zeigen sein wird.

### 5.6.6 Kompetenzprofile erfolgreich kooperierender und kollaborierender Unternehmen

Im Anschluss an die Betrachtungen der Nachhaltigkeitsausrichtung wurden die Führungskräfte nach der allgemeinen Zufriedenheit der Kooperationen ihrer Unternehmen gefragt und gebeten, einzuschätzen, in welchem Maß sie ihre gesteckten Ziele in Forschungs- und Entwicklungskooperationen erreichen. Dazu wurde eine 10er-Intervall-skala verwendet, um differenziertere Daten zu generieren. Als erfolgreich gelten solche Unternehmen, die angeben, mit ihren Kooperationen und Kollaborationen (sehr) zufrieden zu sein und ihre gesteckten Ziele in der Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit zu erreichen. Zu diesem Zweck wurde festgelegt, dass die aus den Werten für Zielerreichung und Zufriedenheit gebildeten Mittelwerte von 8 bis 10 erfolgreichen Kooperationen (Zusammenarbeit) entsprechen, während Mittelwerte kleiner als 8 weniger erfolgreiche Kooperationen und Kollaborationen zusammenfassen. Unvollständige Antworten und Daten, die mit der Kohärenzregel nicht vereinbar sind, wurden nicht berücksichtigt. Damit lässt sich das Kompetenzprofil von den 74 Unternehmen, die erfolgreich in Innovationsökosystemen kooperieren, mit dem Kompetenzprofil der 113 Unternehmen vergleichen, die weniger erfolgreich kooperieren und ihre selbstgesteckten Ziele nicht erreichen. Auf diese Weise kann die Bedeutung der Kompetenzelemente für übergreifende Kooperations- und Kollaborationsaktivitäten untersucht werden. Dazu wird ein Vergleich der entsprechenden Kompetenzprofile angestellt.

Die Illustration in Abbildung 30 veranschaulicht die höheren Anforderungen an das Kompetenzprofil der Unternehmen, die in ihren F&E-Kooperationen erfolgreich sind. Dabei tritt eine Ausnahme auf. Das Vermögen, *mit Komplexität umgehen* zu können, ist durchschnittlich relevanter bei Unternehmen, die in F&E-Kooperationen weniger erfolgreich sind.

Abbildung 30: Kompetenzprofile erfolgreich und weniger erfolgreich kooperierender und kollaborierender Unternehmen

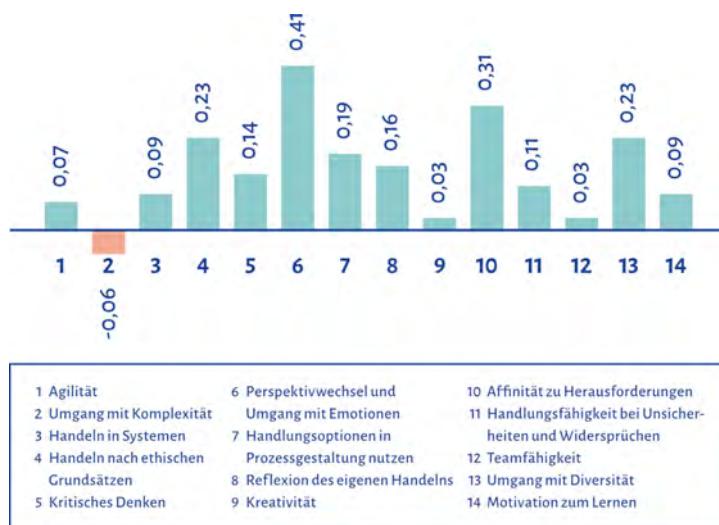


Die Kompetenzelemente *Agilität*, *Teamfähigkeit* und *Kreativität* unterscheiden sich hingegen kaum. Dennoch weist der Vergleich der Mittelwerte aller Kompetenzelemente auf unterschiedliche Anforderungsprofile hin. Erfolgreich kooperierende und kollaborierende Unternehmen bewerten die Relevanz im Mittel mit 1,47 gegenüber einem Mittelwert von 1,62 in der Vergleichsgruppe. Das ist die gleiche Differenz zwischen den Mittelwerten wie sie sich oben für nachhaltige und nicht nachhaltige Unternehmen ergeben hatte.

Tabelle 20: Kompetenzelemente nach Unternehmenserfolg in F&amp;E-Kooperationen

Nr.	Kompetenzelement	Erfolgreiche Unternehmen	Weniger erfolgreiche Unternehmen
1	Agilität	1,56	1,63
2	Umgang mit Komplexität	1,38	1,32
3	Handeln in Systemen	1,47	1,56
4	Handeln nach ethischen Grundsätzen	1,40	1,63
5	Kritisches Denken	1,39	1,53
6	Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen	1,58	1,99
7	Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen	1,32	1,51
8	Reflexion des eigenen Handelns	1,29	1,46
9	Kreativität	1,83	1,86
10	Affinität zu Herausforderungen	1,45	1,76
11	Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen	1,42	1,53
12	Teamfähigkeit	1,39	1,41
13	Umgang mit Diversität	1,92	2,15
14	Motivation zum Lernen	1,23	1,33

Abbildung 31: Kompetenzprofile erfolgreich und weniger erfolgreich kooperierender Unternehmen im Vergleich

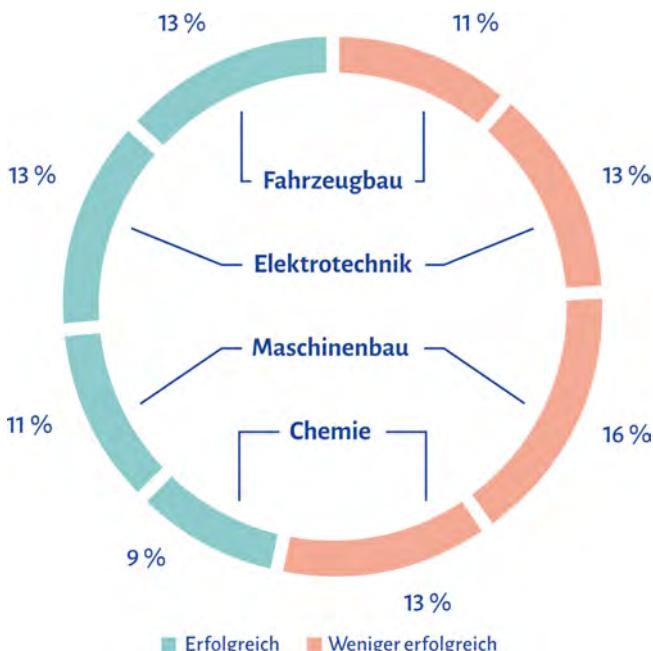


- 1 Agilität
- 2 Umgang mit Komplexität
- 3 Handeln in Systemen
- 4 Handeln nach ethischen Grundsätzen
- 5 Kritisches Denken
- 6 Perspektivwechsel und Umgang mit Emotionen
- 7 Handlungsoptionen in Prozessgestaltung nutzen
- 8 Reflexion des eigenen Handelns
- 9 Kreativität
- 10 Affinität zu Herausforderungen
- 11 Handlungsfähigkeit bei Unsicherheiten und Widersprüchen
- 12 Teamfähigkeit
- 13 Umgang mit Diversität
- 14 Motivation zum Lernen

In der Gegenüberstellung der Werte für die Kompetenzelemente zeigt sich, dass Unternehmen, die in ihrer Kooperation erfolgreich sind, höhere Anforderungen an ihre Beschäftigten in F&E stellen. Damit wird auch in Bezug auf den Kooperationserfolg das Ergebnis bestätigt, das sich oben aus dem Vergleich anhand der Nachhaltigkeitsorientierung ergeben hatte. Lediglich der *Umgang mit Komplexität* bildet dazu, wie ausgeführt, eine Ausnahme.

Hinsichtlich der Verteilung nach Branchen lassen sich keine auffälligen Unterschiede beobachten. Zwar werden nach der hier verwendeten Klassifikation insgesamt weniger Unternehmen als erfolgreich kategorisiert, aber die Branchenzugehörigkeit ist für dieses Ergebnis nicht ausschlaggebend.

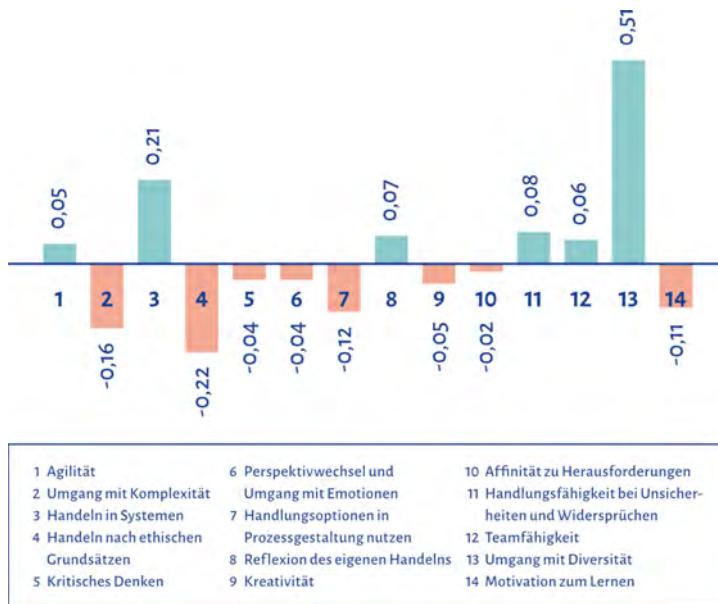
Abbildung 32: Erfolgreiche und weniger erfolgreiche Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeiten nach Branche



Am deutlichsten tritt ein Unterschied im Vergleich der Branchen hinsichtlich der Zufriedenheit und der Zielerreichung in F&E-Zusammenarbeiten auf. So geben Maschinenbauunternehmen (11 % gegenüber 16 %) und Unternehmen aus der chemischen Industrie (9 % gegenüber 13 %) seltener an, erfolgreich zu kooperieren.

Im Vergleich der erfolgs- und branchenspezifischen Kompetenzprofile bestätigt sich die Datenlage, wie sie in Abbildung 32 illustriert ist. Dabei ergibt sich eine Differenz der Mittelwerte aller Kompetenzelemente für den Kraftfahrzeugbau von 0,10, für die Elektrotechnik von 0,09 und für den Maschinenbau von 0,16 zwischen den jeweiligen Vergleichsgruppen. Interessant ist, dass in der chemischen Industrie kaum Unterschiede festzustellen sind. Hier weichen die Mittelwerte lediglich um 0,02 voneinander ab.

Abbildung 33: Kompetenzprofile erfolgreicher und weniger erfolgreicher Unternehmen der chemischen Industrie



Allerdings stellt die chemische Industrie insofern eine Ausnahme zu den übrigen Branchen dar, als hier das Kompetenzprofil erfolgreich kooperierender und kollaborierender Unternehmen keine einheitlich höheren Anforderungen an die relevanten Kompetenzelemente stellt. Im Vergleich der jeweiligen Kompetenzelemente miteinander fällt der Unterschied im *Umgang mit Diversität* in besonderem Maß ins Auge. Hier zeigt sich, dass Unternehmen, die erfolgreich in ihrer Zusammenarbeit sind, Diversität in besonderer Weise schätzen und für relevant befinden. Dies steht im Einklang mit entsprechenden Studien (exemplarisch Del Triana et al. 2019; Herring 2009). Umgekehrt scheint *ethisches Handeln* für weniger erfolgreich kooperierende Unternehmen relevanter zu sein als für die Vergleichsgruppe. Daran lassen sich weiterführende Betrachtungen anschließen, die unter anderem zu klären hätten, inwieweit die Daten aufgrund der kleineren Stichprobengröße belastbar sind.

### 5.6.7 Genutzte Transferpfade und Kollaborationsformate

Abschließend wurde der Frage nachgegangen, welche Transferpfade und Kollaborationsformate genutzt werden und ob sich Unterschiede in Abhängigkeit von der Nachhaltigkeitsausrichtung sowie der Kooperationserfolge in F&E-Ökosystemen erkennen lassen. Im Anschluss an Kapitel 2 liegt die theoretisch begründet Annahme zugrunde, dass Lösungen für komplexe Herausforderungen innovative Lösungsstrategien erfordern, die eine übergreifende Genese neuartiger Wissensformen voraussetzen. Theoretisch beschrieben wurde diese Genese von Gibbons et al. (1994, S. 7) als *Mode 2-Wissen*

und als *Mode 3*-Wissen von Carayannis und Campbell (2010, S. 57) weiterentwickelt. In beiden Fällen wird das Zusammenwirken unterschiedlicher Akteur:innen vorausgesetzt.

Für die Auswertung der Transferpfade und Kollaborationsformate wurden anhand des Kriteriums *Nachhaltigkeit* zwei Gruppen gebildet und miteinander verglichen. Die Unternehmen, die einem der sieben nachhaltigen Profile zugeordnet werden können, sind in einer Gruppe zusammengefasst und der Vergleichsgruppe nicht nachhaltiger Unternehmen gegenübergestellt. Inkohärente und unvollständige Datensätze wurden nicht berücksichtigt. Ausgewertet wurden 137 Unternehmen mit einem nachhaltigen Profil und 57 Unternehmen mit nicht nachhaltigem Profil. Eine neutrale Ausrichtung ( $n = 2$ ) wurde der Gruppe nicht nachhaltiger Unternehmen zugeschlagen.

Diese Gegenüberstellung der beiden Gruppen erlaubt den Vergleich hinsichtlich der genutzten Transferpfade und Kollaborationsformate. Abbildung 34 zeigt den prozentualen Anteil der nachhaltigen beziehungsweise nicht nachhaltigen Unternehmen (auf der x-Achse), für die die jeweilige Aktivität in ihrer Forschungs- und Innovationspraxis entweder »relevant« oder »sehr relevant« ist (auf der y-Achse).

Der Vergleich zeigt, dass Unternehmen mit einem nachhaltigen Profil geneigter sind, (kollaborative) Transferformate im Sinne der *Mode 2*- und *Mode 3*-Wissensgenese als Teil ihrer F&E-Tätigkeiten umzusetzen. Zwar nutzen auch Unternehmen mit einem nicht nachhaltigen Profil diese Formate, allerdings seltener. Hervorzuheben sind an dieser Stelle zwei Ergebnisse. Zunächst mag es überraschen, dass die Beteiligung an der Festlegung von *Normen und Standards* bei nachhaltigen Unternehmen deutlich verbreiteter ist, da es sich dabei um einen traditionellen und linearen, also gerade nicht kollaborativen Transferpfad handelt. Dieser vermeintliche Widerspruch löst sich bei eingehender Betrachtung auf und entpuppt sich als ein nur auf den ersten Blick paradox erscheinendes Phänomen. Gerade nachhaltige (wie auch innovative) Unternehmen haben ein großes Interesse daran, neue Prozesse zu normieren und zu standardisieren (Wendenburg 2022).<sup>1</sup> Ein überraschendes Ergebnis stellt die in beiden Gruppen verbreitete Mitwirkung in Reallaboren dar. Dabei handelt es sich um ein relativ junges und aus forschungspolitischen Erwägungen zu Beginn der 2010er Jahre im Zusammenhang mit einem Bedeutungszuwachs transdisziplinärer und transferorientierter Ansätze eingeführtes Format (Parodi und Steglich 2021, S. 255–256, 259). Insofern kann hier von einer Erfolgsgeschichte gesprochen werden. An ihr kann weiterführende Forschung ansetzen, um zu verstehen, welches Verständnis und welche Praxis diesem Format zugrunde liegen. Einstweilen ist festzuhalten, dass das Format in Unternehmen etabliert ist und sich daraus Potentiale für einen Brückenschlag in die Praxis als Teil der Curriculumentwicklung in der Ingenieur:innenausbildung ergeben.

<sup>1</sup> Welche innovations-, industrie- und geopolitischen Chancen und Herausforderungen mit Normen und Standards international verbunden sind, beleuchtet der Sammelband von Freimund et al. (2022).

Abbildung 34: Transferaktivitäten von nachhaltigen und nicht nachhaltigen Unternehmen im Vergleich

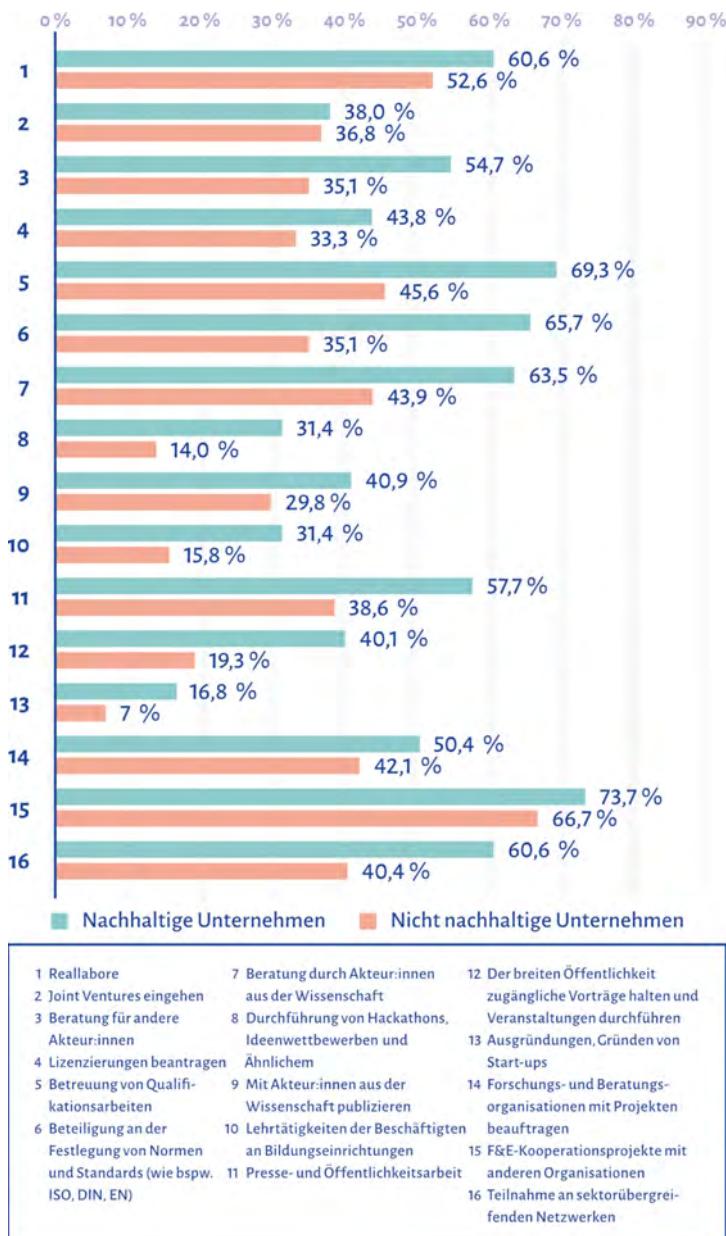
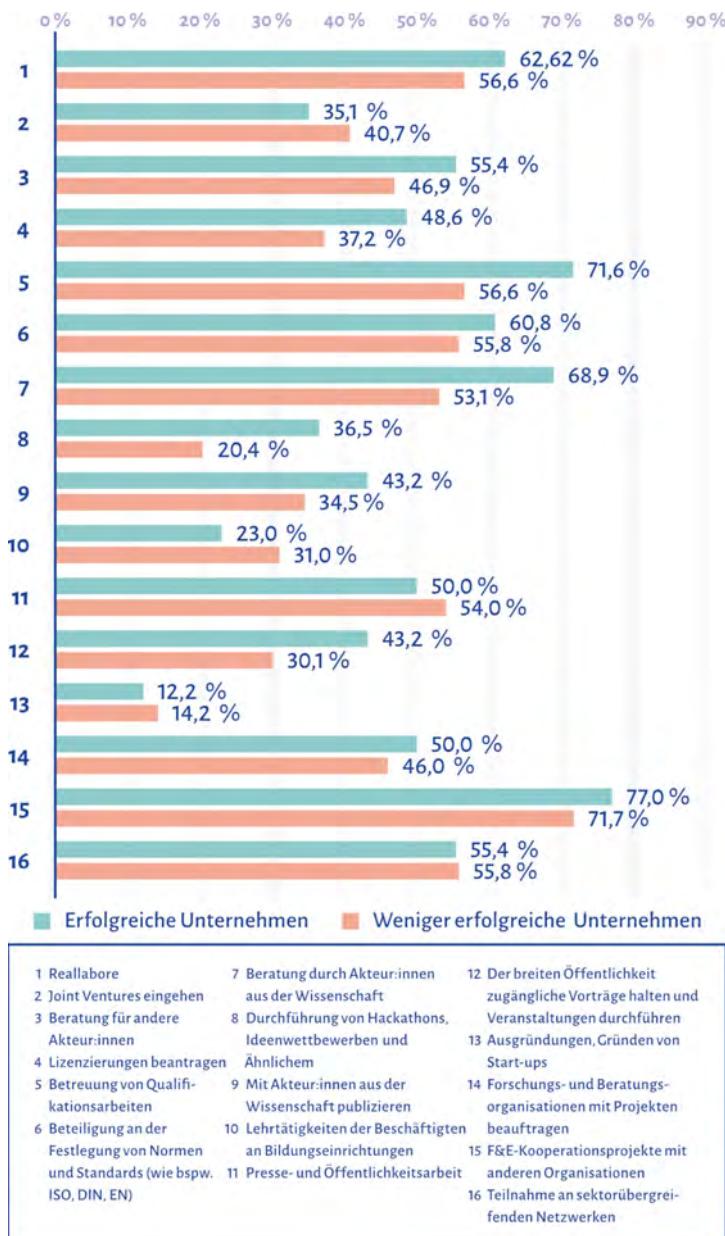


Abbildung 35: Transferaktivitäten von erfolgreich und weniger erfolgreich kooperierenden Unternehmen im Vergleich



Schließlich wurden die Aktivitäten von Unternehmen betrachtet, die mit den F&E-Kollaborationen in ihren Innovationsnetzwerken zufrieden sind und angeben, darin ihre Ziele zu erreichen. Diese Ergebnisse wurden mit den Aktivitäten von Unternehmen verglichen, die weniger erfolgreich kollaborieren. Ebenso wie in Kapitel 5.6.6 gelten solche Unternehmen als erfolgreich, die mit ihren Kooperationen und Kollaborationen (sehr) zufrieden sind und ihre gesteckten Ziele in der F&E-Zusammenarbeit erreichen. Ein Unternehmen gilt dann als erfolgreich, wenn der Mittelwert aus Zielerreichung und Zufriedenheit größer-gleich 8 auf der verwendeten 10er-Intervallskala ist. Mittelwerte unter 8 fassen weniger erfolgreiche Kooperationen und Kollaborationen zusammen. Ausgewertet wurden die Daten von 74 erfolgreich kollaborierenden Unternehmen und 113 Unternehmen ohne hohe Erfolgswerte. 13 Datensätze waren unvollständig.

Hier zeigt sich insgesamt eine höhere Bereitschaft erfolgreich kollaborierender Unternehmen, Transferaktivitäten nachzugehen und entsprechende Formate in ihre F&E einzubinden. Allerdings ist der Unterschied zwischen erfolgreichen und in ihrer Kooperation weniger erfolgreichen Unternehmen nicht so deutlich, wie es Abbildung 34 in Abhängigkeit von der Nachhaltigkeitsausrichtung nahelegt. Dies zeigt sich auch an den immerhin fünf Ausnahmen, in denen die weniger erfolgreichen Unternehmen vermehrt einer bestimmten Transferaktivität nachgehen. Zwar sind die Unterschiede (im Folgenden jeweils in Prozentwerten der jeweiligen Vergleichsgruppe) hinsichtlich der *Teilnahme an sektorübergreifenden Netzwerken* und unternehmenseigenen *Ausgründungen* mit bis zu 2 % nicht sehr gewichtig. Doch diese Differenz nimmt von der *Presse- und Öffentlichkeitsarbeit* (etwa 4 %) über *Joint Ventures* bis zur *Lehrtätigkeit von Beschäftigten* (8 %) stetig zu. Bemerkenswert ist dies insofern, als die bisherigen Ergebnisse im Einklang mit den theoretischen Überlegungen ein anderes Resultat nahegelegt hatten. Andererseits verweisen die Ergebnisse auf eine größere Innovationsaffinität erfolgreicher Unternehmen. Sie engagieren sich mehr als 16 % häufiger in innovativen, inter- oder transdisziplinären Formaten wie *Hackathons* und setzen eher auf *Public Engagement* durch den Einbezug der Öffentlichkeit (13,2 %). Damit begünstigen sie ein systemisches Verständnis von Problemlagen und -lösungen. Solche Formate knüpfen an die *Quadruple Helix* an und lassen sich als empirische Bestätigung des Theorems deuten. Deutliche Unterschiede zeigen sich auch hinsichtlich der *Betreuung von Qualifikationsarbeiten*, die in erfolgreichen Unternehmen knapp 15 % häufiger verfasst werden. Dies widerspricht nur auf den ersten Blick dem damit einhergehenden geringeren Engagement in der *Lehrtätigkeit*, weil diese eher dazu angetan ist, praktische Erfahrungen in die Ausbildung zu tragen. Hier allerdings geht es um die Nutzbarmachung und Übersetzung des aktuellen Forschungsstands in Innovationskraft für ein Unternehmen. In diesem Sinn ist auch die Einbindung von *wissenschaftlicher Beratung* als leicht abgewandelte Facette desselben Phänomens zu begreifen, die bei erfolgreichen Unternehmen fast 16 % häufiger erfolgt. Dass diese Aktivitäten sich in einem größeren Innovationsoutput niederschlagen, lässt sich an dem um knapp 12 % höheren Anteil erfolgreicher Unternehmen an *Lizenzierungen* erkennen. Hinsichtlich der *Forschungskooperationen* wiederum bestätigen sich die Erwartungen einer weiten Verbreitung dieses Formats. Etwa drei Viertel der erfolgreich wie auch der weniger erfolgreich kooperierenden Unternehmen setzen auf Kooperationsprojekte mit anderen Organisationen.

Die Befragung von Unternehmen aus dem Ingenieurwesen in Deutschland hat insgesamt die Bedeutung von kollaborativen Formaten aufgezeigt. Dabei konnte die theoretisch begründete Hypothese bestätigt werden, dass Unternehmen mit einem nachhaltigen Profil ebenso wie Unternehmen mit einer erfolgreichen F&E-Kooperation häufiger Transferaktivitäten nachgehen und damit gegenüber den Vergleichsgruppen einen Vorteil bei der Suche nach innovativen Lösungen für komplexe gesellschaftliche Herausforderungen genießen, der sie prädestiniert, als gestaltende Akteur:innen einer notwendigen soziotechnischen Transformation mitzuwirken. Da in diesem Kontext neue Geschäftsfelder erschlossen werden können, ist eine zukunftsweisende Qualifizierung akademischer Fachkräfte nicht nur gesellschaftlich geboten, sondern auch arbeitsmarkt- und industriepolitisch wünschenswert.

## 5.7 Zusammenfassung

Die Befragung von 200 Führungskräften aus mittleren und großen Unternehmen im deutschen Ingenieurwesen hat gezeigt, dass insgesamt ein hohes bis sehr hohes Maß an Transferkompetenz für die F&E-Kooperationen nachgefragt wird. Diese Nachfrage trifft auf alle Kompetenzelemente zu, wenngleich in unterschiedlichem Maß. Die Studie hat ergeben, dass für Tätigkeiten in sektorübergreifenden Kooperationen eine ausgeprägte *Lernmotivation* sowie die *Handhabe von Komplexität* am relevantesten sind. Darüber hinaus ist es wichtig, dass Forschende in solchen Ökosystemen und Netzwerken *teamfähig* sind und es verstehen, ihre *Handlungsoptionen in der Gestaltung von Prozessen* zu nutzen sowie ihr *eigenes Handeln zu reflektieren*. Damit entsprechen die Anforderungen grundsätzlich dem Berufsbild forschender Wissenschaftler:innen. Jedoch ist von privatwirtschaftlichen Akteur:innen ein höheres Maß an *Teamfähigkeit* gefragt, als dies in klassischen akademischen Karrieren der Fall ist. Im Wissenschaftssystem lässt sich eine gegenläufige Entwicklung beobachten. Hier spitzt sich die Individualisierung im Zuge eines Wandels des wissenschaftlichen Berufsfelds seit den 2000er Jahren mit der Einführung des Wissenschaftszeitvertragsgesetzes (WissZeitVG), von Juniorprofessuren und der W-Besoldung mit dem Bundesbesoldungsgesetz (BBesG) zu (Thiele 2021, S. 19).<sup>2</sup>

Hinsichtlich der Anforderungen an F&E-Aktivitäten in der Wirtschaft treten Unterschiede in den Branchen auf, die spezifische Ausnahmen in den Kompetenzprofilen begründen. So ist in der Elektrotechnik ebenso wie im Maschinenbau die *Reflexion des eigenen Handelns* überdurchschnittlich relevant, weicht aber nicht grundsätzlich vom allgemeinen Profil ab. Dagegen sticht ein Wert besonders hervor. Das *Handeln nach ethischen Grundsätzen* ist in der chemischen Industrie das relevanteste Kompetenzelement für Forschende. Führungskräfte in der Chemiebranche legen größeren Wert auf verantwortliches Handeln als auf die *Lernmotivation* ihrer F&E-Beschäftigten. In Opposition dazu ist

<sup>2</sup> Im Wissenschaftssystem lassen sich einerseits eine spezifische Form der Individualisierung als Auflösung und Ablösung industriegeellschaftlicher Lebensformen beobachten (Beck und Beck-Gernsheim 1993, S. 179) sowie andererseits ein Widerspruch zwischen individuellem Handeln und persönlicher Karriere auf der einen und institutionellen Anforderungen auf der anderen Seite, wie Gantenberg (2017, S. 250) am Beispiel der Wissenschaftskommunikation nachweist.

der *Umgang mit Diversität* branchenübergreifend wenig nachgefragt. Das drückt sich entsprechend auch im allgemeinen Kompetenzprofil aus. Als ebenfalls wenig relevant werden *emotionale Kompetenz*, *Kreativität* und *Agilität* eingeschätzt. Inwiefern die Einschätzung der geringeren Relevanz dieser Kompetenzelemente auf ein eher traditionelles Organisationsverständnis und eine entsprechende Unternehmenskultur zurückzuführen ist, bleibt für anschließende Forschungsvorhaben zu bestimmen. Eine mögliche Erklärung liegt in den Kooperationsformaten und Transferaktivitäten, denen die befragten Unternehmen in ihren F&E-Kooperationen nachgehen. Im Anschluss an die Überlegungen in Kapitel 2.3.3 kann eine Ursache in den multidirektionalen und damit essenziell komplizierten Kooperationen in Abgrenzung von komplex-dynamischen und wesentlich kokreativen Kollaborationen liegen. Wie in Kapitel 2 dargestellt, ist als allgemeiner Trend eine zunehmende Bedeutung von Missionsorientierung in der Forschungs- und Innovationspolitik zu verzeichnen. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass diese Formate und korrespondierenden Kompetenzelemente in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Für akademische Qualifizierungsformate kann das eine Inspiration sein. Ein akuter Qualifizierungsbedarf für die *emotionale*, *diversitätsspezifische*, *teambasierte* und *agile* Kompetenzelemente ist seitens privatwirtschaftlicher F&E gegenwärtig nicht zu konstatieren.

Obwohl einige Kompetenzelemente weniger stark nachgefragt werden als andere, bleibt übergreifend festzuhalten, dass die Studie I *Open Innovation Ecosystems* die in Kapitel 3 herausgearbeiteten Kompetenzelemente insgesamt bestätigt. Damit gilt das Verständnis von Transferkompetenz für missionsorientierten Transfer und Innovationshandeln in allen Kompetenzelementen als evident, in der Empirie begründet und dadurch validiert. Transferkompetenz bildet einen bestehenden Bedarf in F&E-Kooperationen wirtschaftlicher Akteur:innen ab. Mit der Überführung in prototypische Lehrangebote wird eine Brücke zwischen akademischer Qualifizierung und praktischer Anwendung geschlagen und der wissenschaftspolitischen Forderung nach gesteigerter Anwendungsorientierung und praktischerem Bezug Rechnung getragen (Coones et al. 2023; WR 2022a; Johannsen und Philipp 2021; WR 2020; HRK 2018; WR 2015a). Gruppenspezifische Besonderheiten konnten als Transferkompetenzprofile herausgestellt werden. Dabei ist festzuhalten, dass auch alle Variationen im Kern das in dieser Arbeit herausgebildete Verständnis von Transferkompetenz stützen.

Die Betrachtung der Nachhaltigkeitsorientierung und des Kooperationserfolgs der Unternehmen in der Studie hat gezeigt, dass sowohl nachhaltige Unternehmensaktivitäten als auch eine hohe Zufriedenheit in Kooperationen sowie das Erreichen der gesteckten Ziele mit einem erhöhten Anforderungsprofil für die Forschenden in den Unternehmen einhergeht. Allgemein lassen sich zwei Regeln ableiten.

1. Nachhaltige Unternehmen stellen höhere Anforderungen an die Transferkompetenz.
2. Unternehmen, die in ihren F&E-Kooperationen erfolgreich sind, weisen einen Bedarf an Beschäftigten mit einem höheren Maß an Transferkompetenz auf.

Diese Korrelation zwischen Nachhaltigkeitsorientierung bzw. Kooperationserfolg und Transferkompetenz drückt sich auch in der Relevanz verschiedener Transferaktivitäten

für die F&E-Praxis der befragten Unternehmen aus. Insgesamt konnte gezeigt werden, dass solche Formate für nachhaltige und erfolgreich kooperierende Unternehmen eine größere Bedeutung haben. Wenn diese Formate für die Lösung komplexer gesellschaftlicher Herausforderungen an Bedeutung gewinnen werden, dann wird auch eine ausgewiesene Transferkompetenz zunehmend relevanter werden. Diese Ergebnisse weisen erstens Transferkompetenzbedarfe in der forschenden Industrie im deutschen Ingenieurwesen aus, bestätigen zweitens den auf der Grundlage des Forschungsstands entwickelten Begriff von Transferkompetenz und zeigen drittens, dass mit einer nachhaltigen Ausrichtung und erfolgreichen F&E-Kooperationen gesteigerte Anforderungen an die Transferkompetenz der Forschenden einhergeht. Daraus lassen sich entsprechende Qualifizierungsbedarfe für die akademische Ausbildung angehender Wissenschaftler:innen ableiten, um diese frühzeitig praxisnah und bedarfsorientiert zu befähigen, um die (deutsche) Transferlandschaft nachhaltig zu stärken.

