

Starke Wirtschaft. **Starkes Köln.**



Studie für Stadtwerke Köln, KölnBusiness,
ARBEITGEBER KÖLN, Atlas Copco, Leybold und igus



Starke Wirtschaft. **Starkes Köln.**

Studie für Stadtwerke Köln, KölnBusiness,
ARBEITGEBER KÖLN, Atlas Copco, Leybold und igus

Impressum

© 2024

Verantwortlich:

IW Consult GmbH
Konrad-Adenauer-Ufer 21
50668 Köln
Tel.: +49 221 49 81-758
www.iwconsult.de

Autoren:

Dr. Tillman Hönig
Dr. Vanessa Hünнемeyer
Hanno Kempermann
Enno Kohlisch (IW Köln)
Oliver Koppel (IW Köln)
Dr. Thorsten Lang

Unter Mitarbeit des FIR an der RWTH Aachen,
insb. David Evers und Dr. Maximilian Schacht,
für den Technologie-Trendradar (Kapitel 6.2.3)

Gestaltung & Produktion:

TEMA Technologie Marketing AG, Aachen

Druck:

Repro Schneider GmbH, Köln

Bildnachweis:

Bundesanstalt für Wasserbau
Deutsche Bahn AG (2023)
Bechtle AG (2024)
Abfallwirtschaftsbetriebe Köln GmbH (o. J.)
ZWEIDENKER (2023)
Mendix (o. J.)
The Oater (o. J.)
Dome Cologne NFT (2024)
ineoskoeln.de
Volfang GmbH (2024)
FZ Jülich (2022b)
FIR e.V. an der RWTH Aachen (2024)
Südwestfalen Energie und Wasser AG (o. J.)
Kölner Verkehrsbetriebe (2021)
Deutscher Städtetag (2023)
Ford (2024a)
Getty Images
iStock by Getty Images
Adobe Stock

In dieser Publikation wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit regelmäßig das grammatikalische Geschlecht (Genus) verwendet. Damit sind hier ausdrücklich alle Geschlechteridentitäten gemeint.

01	Executive Summary	10
02	Einleitung	24
03	Standortprofil Köln	30
04	Bedeutung der Wirtschaft für den städtischen Haushalt	46
05	Wertschöpfung in Köln: Wirtschaftsstruktur, Produktivitäten und Unternehmenserfolg	76
05.1	Branchen	80
05.1.1	Gesamtwirtschaftliche Bedeutung und Struktur der Kölner Wirtschaft	80
05.1.2	Rolle der Industrie für die Wirtschaft	86
05.1.3	Kölner Wirtschaft und Klimaschutz	92
05.1.4	Kölner Wirtschaft im Vergleich	96
05.2	Unternehmen	108
06	Wertschöpfungspotenziale in Köln: Innovation, Kooperationen & Technologien	112
06.1	Innovationslandschaft	117
06.1.1	Innovationsoutput und wirtschaftliches Potenzial in Köln	118
06.1.2	Kooperationen für Innovation	120
06.1.3	Standortfaktoren	128
06.2	Technologieportfolio	132
06.2.1	Bedeutung von Technologien für Innovation und Wertschöpfung	134
06.2.2	Technologische Stärken und Potenziale	140
06.2.3	Trendradar ausgewählter Technologien	150
06.2.4	Weitere Ergebnisse der Patentdatenanalyse	218

07	Handlungsempfehlungen	226
07.1	Wertschöpfungspotenziale heben durch Wirtschaftsfreundlichkeit	232
07.2	Wertschöpfungspotenziale heben durch Best-in-Class-Ansatz	236
07.3	Wertschöpfungspotenziale heben durch verwandte Branchenvielfalt	238
07.4	Wertschöpfungspotenziale heben durch Netzwerke knüpfen	242
07.5	Wertschöpfungspotenziale heben mit höchster Attraktivität	246
08	Anhang	250
08.1	Ergänzende Inhalte	252
08.1.1	Beschäftigungsanteile in Leitmärkten im Vergleich	252
08.1.2	Separate Analyse von Unternehmenserfolgskennziffern nach Städten	254
08.2	Methodik	260
08.2.1	Input-Output-Analysen	260
08.2.2	Paneldatenanalyse mit Kreisdaten von 2016-2022	261
08.2.3	Unternehmensbefragung	262
08.2.4	Unternehmensdatenbanken	263
08.2.5	Patentdatenanalyse	264
08.2.6	Technologieaffinität und Wirtschaft 4.0 Index	272
09	Literaturverzeichnis	274

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1	Handlungsfelder zum Heben der Wertschöpfungspotenziale	23
Abbildung 3-1	Ausgesuchte sozio-ökonomische Parameter des Wirtschaftsstandorts Köln	35
Abbildung 3-2	Standortfaktoren im Vergleich	36
Abbildung 3-3	Regionale Strukturen ausgewählter Vergleichsräume	41
Abbildung 3-4	Relevante Akteure aus Sicht von Unternehmen	44
Abbildung 3-5	Berücksichtigung unterschiedlicher Akteure in Stadtverwaltung und Kommunalpolitik aus Sicht von Unternehmen	45
Abbildung 4-1	Struktur der Einzahlungen der Stadt Köln im Vergleich	53
Abbildung 4-2	Wo die Gewerbesteuer herkommt und wie sich die Wirtschaft zusammensetzt	66
Abbildung 4-3	Wer viel Gewerbesteuer zahlt: Steuermessbetrag je Beschäftigter	67
Abbildung 4-4	Wer wahrscheinlich Gewerbesteuer bezahlt	69
Abbildung 4-5	Gemeindeanteil an der Einkommensteuer und Einkünfte der Einwohner	70
Abbildung 4-6	Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer	73
Abbildung 4-7	Treiber des Gemeindeanteils an der Umsatzsteuer im Vergleich	74
Abbildung 5-1	Wertschöpfung in Köln und Region	81
Abbildung 5-2	Erwerbstätige in Köln und Region	81
Abbildung 5-3	Absolute und relative Beschäftigung in Branchen in Köln und Region	83
Abbildung 5-4	Produktivität, Wertschöpfung und Beschäftigung in Branchen in Köln und Region	87
Abbildung 5-5	Lokale Vorleistungsverflechtungen in Köln und Region	88
Abbildung 5-6	Effekte steigender Industriequote auf Flächenproduktivität und Gewerbesteuereinnahmen	91
Abbildung 5-7	Umweltschutzinvestitionen in Köln (und Region)	93
Abbildung 5-8	Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen	95
Abbildung 5-9	Erwerbstätige in Kölner Leitmärkten	99
Abbildung 5-10	Produktivitäten im Vergleich	101
Abbildung 5-11	Produktivität in Teilmärkten von Gesundheit und Life Science	101
Abbildung 5-12	Produktivität und Beschäftigungsanteile in Leitmärkten (mit Teilmärkten von „Gesundheit und Life Science“)	105
Abbildung 5-13	Verteilung der Umsatzrenditen	109
Abbildung 5-14	Verteilung des Umsatzwachstums	110
Abbildung 6-1	Steigerung der Unternehmensperformance durch Innovation	119
Abbildung 6-2	Steigerung des Innovationserfolgs durch Zusammenarbeit	121
Abbildung 6-3	Zusammenarbeit zur Innovation nach Partnertyp	122
Abbildung 6-4	Lokale Zusammenarbeit zur Innovation	124
Abbildung 6-5	Bewertung der Zusammenarbeit für Innovation nach Partnertypen	125
Abbildung 6-6	Gründe für fehlende Zusammenarbeit zur Innovation	127
Abbildung 6-7	Bewertung von Standortfaktoren in Bezug auf das Innovationsumfeld	128
Abbildung 6-8	Innovationsoutput nach Technologienutzung	136
Abbildung 6-9	Innovationsoutput nach Technologienutzung und Zusammenarbeit zur Innovation	139
Abbildung 6-10	Charakterisierung des Technologieportfolios in Köln und Region	142
Abbildung 6-11	Nutzung von Technologien im Trendradar	151

Abbildung 6-12	Einordnung der 16 vorgestellten Technologien und Trends anhand ihres Marktreifegrads und ihrer inhaltlichen Ausrichtung	153
Abbildung 6-13	Aktuelle und künftige Nutzung von KI in Unternehmen	155
Abbildung 6-14	Marktvolumen für KI weltweit	156
Abbildung 6-15	Durchschnittlicher täglicher Zuwachs neuer Schadprogramm-Varianten	159
Abbildung 6-17	Die vier größten Einsatzgebiete von IoT nach geschätztem Marktwert in 2025	162
Abbildung 6-18	Einsatzzwecke von IoT nach geschätztem Marktwert im Jahr 2030	164
Abbildung 6-19	Aktuelle und mögliche Einsatzgebiete von Augmented Reality	167
Abbildung 6-20	Vorteile der Nutzung von AR im industriellen Umfeld	168
Abbildung 6-21	Hauptgründe für die Verwendung von Low-Code Entwicklungsplattformen	171
Abbildung 6-22	Globaler XaaS-Marktanteil der Branchen	175
Abbildung 6-23	Prognostizierter globaler Marktwert der XaaS-Segmente 2030	176
Abbildung 6-24	Die Evolution des Internets	179
Abbildung 6-25	Prognose des Marktwachstums des Web 3.0 bis 2032 im Vergleich zu 2022	179
Abbildung 6-26	Anwendungen von Web 3.0	180
Abbildung 6-27	Industrieller Energieverbrauch nach Energieträgern und Anteil an erneuerbaren Energien im Jahr 2022	183
Abbildung 6-28	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland bis 2050 nach Energieträgern	184
Abbildung 6-29	Das 10-R-Modell	187
Abbildung 6-30	Marktpotenzial der Kreislaufwirtschaft in der EU	188
Abbildung 6-31	Ziele für die nächsten fünf Jahre im Rahmen einer Cloud-Strategie	191
Abbildung 6-32	Abstraktion der Ziele von Catena-X	192
Abbildung 6-33	Verlauf der weltweiten Neugründungen von Start-ups im Sektor der Quantentechnologie	194
Abbildung 6-34	Mögliche Verbesserungen durch Quantentechnologie	195
Abbildung 6-35	Kerneigenschaften von 5G	198
Abbildung 6-36	Geplante oder bereits durchgeführte Campus-Netz-Anwendungsfälle innerhalb von Industrieunternehmen	199
Abbildung 6-37	Erwartungen von Unternehmensvertretern an Process Mining	201
Abbildung 6-38	Beispielhafte Darstellung eines Prozessgraphen durch Process Mining	202
Abbildung 6-39	Entwicklung der Anzahl öffentlicher Ladepunkte in Deutschland	206
Abbildung 6-40	Zirkuläre Wertschöpfungskette der Batterie	207
Abbildung 6-41	Einsatzgebiete und Anwendungsbeispiele des Digitalen Zwillings	210
Abbildung 6-42	Reifegrade eingesetzter Digitaler Zwillinge	211
Abbildung 6-43	Anzahl der Patente in additiven Fertigungstechnologien	215
Abbildung 6-44	Entwicklung des 3D-Druck-Marktes	216
Abbildung 6-45	Patentanmeldungen in Köln und Region im Vergleich	219
Abbildung 6-46	Patentbasierte Einordnung von Technologien in Köln und Region 2016 bis 2020	222
Abbildung 8-1	Verteilung der Umsatzrenditen (separat für Köln und Referenzstädte)	254

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1	Die Region Köln im Vergleich mit ausgewählten anderen Agglomerationsräumen	40
Tabelle 4-1	Steuereinnahmekraft je Einwohner im Vergleich	51
Tabelle 4-2	Aufkommensniveau wirtschaftsrelevanter Steuern im Vergleich	57
Tabelle 4-3	Dynamik des Aufkommens wirtschaftsrelevanter Steuern im Vergleich	59
Tabelle 5-1	Gesamte Beschäftigung in Leitmärkten	98
Tabelle 6-1	Standortfaktoren in Bezug auf das Innovationsumfeld im Vergleich	129
Tabelle 6-2	Technologieaffinität in Köln im Vergleich	145
Tabelle 8-1	Top 5 Beschäftigungsanteile für die produktivsten Leit- bzw. Teilmärkte	252
Tabelle 8-2	Verteilung von Umsatzrenditen in Branchen (Köln)	256
Tabelle 8-3	Verteilung von Umsatzrenditen in Branchen (fünf größte deutsche Städte)	257
Tabelle 8-4	Verteilung des Umsatzwachstums in Branchen (Köln)	258
Tabelle 8-5	Verteilung des Umsatzwachstums in Branchen (fünf größte deutsche Städte)	259
Tabelle 8-6	Verwandtschaft zwischen Technologien	269
Tabelle 8-7	Komplexität einzelner Technologien	270
Tabelle 8-8	Wortwolken zur Bestimmung des Wirtschaft 4.0 Indizes	273

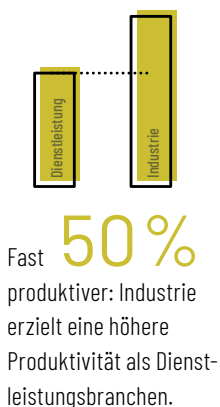
Executive Summary





01 Executive Summary

Deutschland verliert in internationalen Rankings den Anschluss. Wirtschaftlich waren die letzten Jahre geprägt von einem langsamen Abstieg. 2023 schrumpfte die deutsche Wirtschaft um 0,3 Prozent und mit einem prognostizierten Wachstum von 0,3 Prozent im Jahr 2024 belegt Deutschland in der Prognose der EU-Kommission den vorletzten Platz unter den EU-Mitgliedsstaaten (European Commission, 15.02.2024).



Trotz früherer Erfolge kämpfen die deutsche Wirtschaft und insbesondere der Industriesektor mit einer komplexen Regulierung, rückläufigen Innovationsaktivitäten, Infrastrukturlücken, hohen Kosten und sich verschärfenden Arbeitskräfteengpässen. Der globale Standortwettbewerb wird immer härter, deutsche Unternehmen investieren zunehmend im Ausland (Rusche, 2024). Diese Rahmenbedingungen sind die Ursache dafür, dass Deutschland im diesjährigen *World Competitiveness Ranking* auf den 24. Platz zurückgefallen ist (International Institute for Management Development, 2024).

Gleichzeitig wirken die beiden großen Transformationen der Dekarbonisierung und der Digitalisierung auf die deutschen Unternehmen. Deshalb müssen Investitionen getätigt werden, auch um die seit Jahren stagnierende Produktivität – also die Wirtschaftsleistung je Erwerbstätigen – zu erhöhen (Lang/Bähr, 2022). Eine hohe Produktivität ist ein zentraler Anker für entstehende finanzielle Spielräume für Unternehmen, aber auch

für Verwaltungen, um die drängenden Herausforderungen von heute – beispielsweise leistungsfähige Infrastruktur, exzellente Bildungs- und Betreuungsangebote – zu meistern. Wichtig für eine hohe Produktivität sind schlagkräftige Innovations-Ökosysteme, in denen technologische Neuigkeiten an Wissensgrenzen ausgelotet werden und Unternehmen mit Hochschulen, Forschungsinstituten, Start-ups und regionalen Stakeholdern in Wissensnetzen interagieren und damit ihre Resilienz erhöhen. **Die Industrie in Deutschland spielt in diesem Kontext eine zentrale Rolle, da sie intensiv in globale Innovationsnetze eingebunden ist und eine um fast 50 Prozent höhere Produktivität als die Dienstleistungsbranchen erzielt** (Statistisches Bundesamt, 2024). Deutschland vertraut auf die über Dekaden entwickelte industrielle Exzellenz, auf die große Teile des öffentlichen Forschungssystems ausgerichtet sind und die einen Industrie-Dienstleistungsverbund sichern, der für knapp jeden dritten Euro Wertschöpfung in Deutschland steht (Lang/Bähr, 2022).

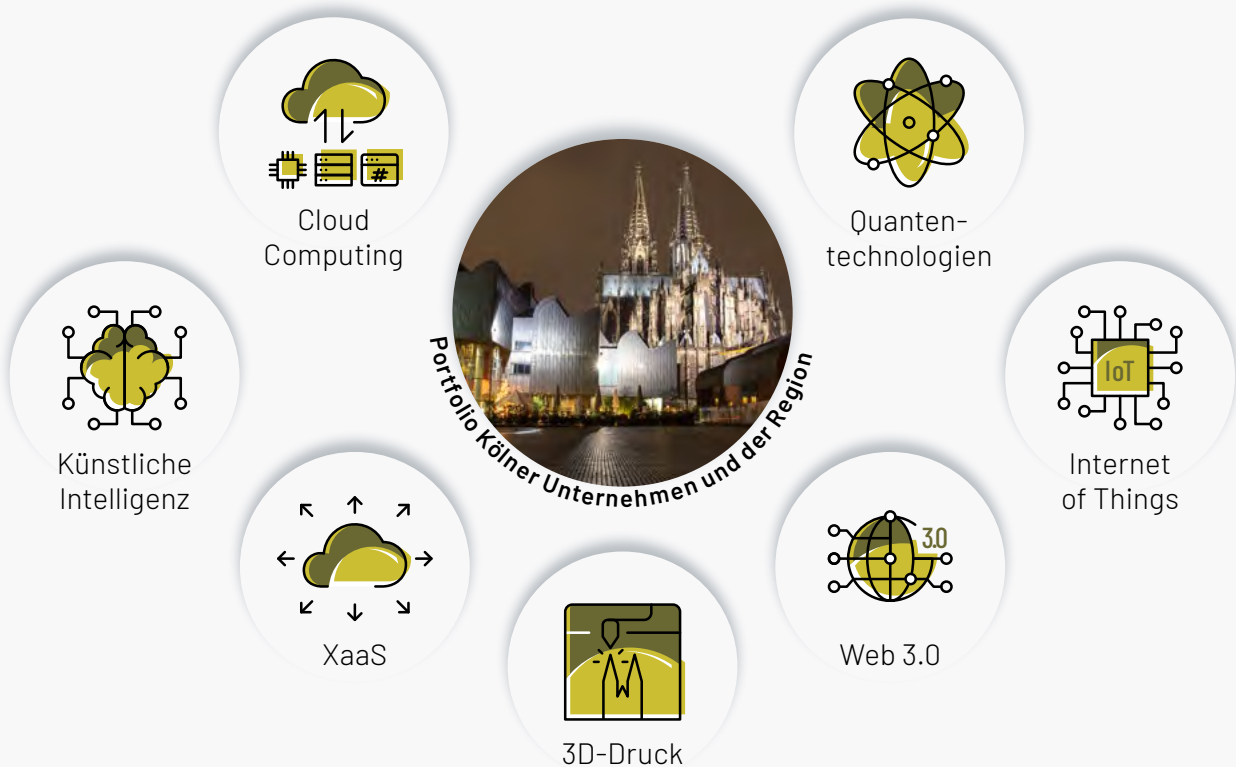
Anknüpfend an bestehende Stärken den Wirtschaftsstandort Köln und Region weiterentwickeln

Metropolen sind die Spinnen im Netz dieser Innovations-Ökosysteme – hier sind die entscheidenden Akteure in kritischer Masse zu Hause. Metropolen wie München machen es vor, wie eine europaweite Sichtbarkeit und Wirksamkeit gepaart mit einer hohen Anziehungskraft erzielt werden kann. Dabei zeigt sich, dass die Münchener Wirtschaft und der kommunale Haushalt von der hohen Produktivität und Innovationskraft profitieren – die gemeindliche Steuerkraft liegt in München je Einwohner um rund 36 Prozent höher als in Köln. Köln sollte einen großen Wurf wagen und sich auf den Weg machen, das städtische Profil zu stärken und mehr Strahlkraft zu kreieren.

Die Wertschöpfungspotenziale in Köln und der umliegenden Region¹, die zukünftig gehoben werden können, kämen damit nicht nur dem Rheinland zugute, sondern ganz Deutschland. Unternehmen in Köln und Re-

gion erzielen schon heute rund 162 Mrd. Euro Wertschöpfung. Darüber hinaus könnte Köln als viertgrößte Stadt Deutschlands und als Universitätsstadt mit hoher Attraktivität für junge, urbane Menschen eine überregionale Vorreiterrolle mit einem Innovations-Ökosystem einnehmen, das Ausstrahlungseffekte in weite Teile des Landes und darüber hinaus mit seiner attraktiven Lage mitten in Europa und engen Kontakten beispielsweise zu den Benelux-Ländern hätte.

Die bestehenden Stärken dienen dabei als wichtiger Anschlag, insbesondere die hohe digitale Reife der Unternehmen. In Köln sind überdurchschnittlich viele Unternehmen mit digitalem Profil ansässig. **Insbesondere Technologien wie Cloud Computing, Künstliche Intelligenz, Everything-as-a-Service (XaaS), Web 3.0 und Internet of Things, aber auch Quantentechnologien und 3D-Druck liegen im Portfolio Kölner Unternehmen und der Region.** Neben der Digitalisierung bestehen technologische Stärken in den Bereichen Chemie und Life Science sowie Medizintechnik, Biotechnologie und -informatik.



¹ In dieser Studie sind mit Köln und (der umliegenden) Region stets die Stadt Köln, Stadt Leverkusen, der Rhein-Erft-Kreis, Rheinisch-Bergische Kreis sowie der Rhein-Sieg-Kreis gemeint.



Das Start-up-Ökosystem mit Highlights wie dem „Gateway Exzellenz Start-up Center“ – einem Netzwerk zur Gründungsunterstützung – oder dem Startplatz im Mediapark funktioniert, mit DeepL hat Köln sogar das wertvollste deutsche KI-Start-up. Zudem funktioniert das infrastrukturelle Rückgrat: Die Unternehmen geben der digitalen Infrastruktur in Köln bessere Noten als Münchner Unternehmen der digitalen Infrastruktur in München.

Köln und Region liegen eingebettet in eine exzellente Forschungslandschaft, mit 64 Hochschulstandorten positioniert sich die Metropolregion Rheinland in Europas Spitzengruppe (Kempermann, 2019). Es gibt ein urbanes Umfeld mit einer jungen Bevölkerung (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024a, 2024c), es ziehen ähnlich viele 18-25-Jährige nach Köln je Einwohner der Altersgruppe wie nach Hamburg. Im Vergleich zu Referenzstädten wie München oder Hamburg fällt allerdings auf, dass die großen wirtschaftlichen Potenziale nicht vollständig zur Entfaltung kommen.

Damit ist das Ziel der Studie beschrieben: Das Ambitionsniveau sollte in Köln weiter erhöht werden, um Spielräume zu kreieren.

Die Benchmark für Köln ist nicht der Durchschnitt Deutschlands, sondern sollte aus den erfolgreichsten und lebenswertesten Städte Deutschlands bestehen. In Köln lässt es sich gut leben, die Willkommenskultur funktioniert und Köln hat es geschafft, in den letzten Jahren die Beschäftigtenanzahl stetig zu steigern – zuletzt auf über 600.000 Beschäftigte und damit seit 2010 um rund ein Drittel. Damit liegt Köln rund 4 Prozentpunkte über Hamburg, aber etwa 5 Prozentpunkte unter München. In den nächsten Jahren müssen nicht nur die Unternehmen, sondern auch die städtischen Akteure viel Geld in die Gestaltung der Transformationen Digitalisierung und Dekarbonisierung investieren. Jeder Euro, der zusätzlich in die Stadtkassen fließt, erleichtert diese Aufgabe.

Die Wirtschaft in den Mittelpunkt rücken

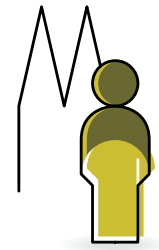
Es ist deshalb an der Zeit, dass alle relevanten Akteure – Stadtpolitik, Stadtverwaltung, Unternehmen, die Wissenschaft und regionale Stakeholder – gemeinsam die großen Potenziale heben, die in Köln und den angrenzenden Kreisen schlummern. Dafür müsste eine Aufbruchstimmung entstehen, die idealerweise an vielen Stellen gleichzeitig erzeugt wird und bestenfalls in einem gemeinsamen Projekt wie einem *Innovation Park* kulminiert, das überregionale Strahlkraft entfaltet.

Aktuell hat jedoch die Mehrheit der in Köln und Region ansässigen Unternehmen den Eindruck, dass ihre Belange nicht ausreichend von Kommunalpolitik und Stadtverwaltung gewürdigt werden. Vergleichszahlen aus München und Frankfurt zeigen eine deutlich höhere Zufriedenheit der Unternehmen für die Wahrung ihrer Interessen. **Konkret: In Köln und Region bewerten nur 23 Prozent der Unternehmen, dass die öffentliche Ver-**

waltung unternehmerische Interessen wahrt. In München und Frankfurt liegt der Wert bei knapp 40 Prozent und damit fast doppelt so hoch. Gleichzeitig geben 73 Prozent der Kölner Unternehmen an, dass die Verwaltung ihre eigenen Interessen wahrt, während das wiederum rund 45 Prozent der Münchner und 61 Prozent der Frankfurter Unternehmen bei ihren Verwaltungen einschätzen. München und Frankfurt tun also nach dieser Befragung mehr für die Unternehmen und weniger für sich selbst. Diese Bewertung zeigt einen neuralgischen Punkt. Wenn die Politik und Verwaltung in Köln wirtschaftsorientierter agieren und so beispielsweise Ermessensspielräume besser genutzt und Genehmigungsverfahren beschleunigt werden, können erhebliche Wertschöpfungspotenziale in Stadt und Region gehoben werden.

Die Berücksichtigung unternehmerischer Belange in der Verwaltung ist das eine, das andere ist aber auch die Erhöhung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der Unternehmen in der Region, beispielsweise durch ausbaufähige Innovationskooperationen in der Breite und die Ansiedlung von innovationsstarken Unternehmen, die Ausstrahlungseffekte kreieren. Während 63 Prozent der Unternehmen in Köln und Region mit Kunden und 36 Prozent mit der Wissenschaft für die Verbesserung von Produkten zusammenarbeiten, sind es in den vier Referenzstädten Berlin, Hamburg, München und Frankfurt mit 87 Prozent bzw. 51 Prozent deutlich mehr.

Gleichzeitig gibt es in Köln und Region eine vergleichsweise große Avantgarde von Unternehmen, die intensiv in Netzwerken zur Innovation kooperieren – beispielsweise 29 Prozent mit der Wissenschaft, während es in den Referenzstädten lediglich 17 Prozent sind. Diese Unternehmen zeichnet ein signifikant höheres Beschäftigungs- und Umsatzwachstum aus. Die Wahrscheinlichkeit eines positiven Beschäftigungswachstums liegt in der Industrie um 32 Prozentpunkte und im Dienstleistungssektor um 15 Prozentpunkte höher als bei innovations-

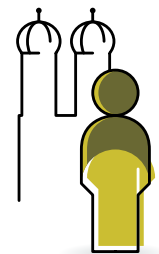


23 %

der Kölner Unternehmen sehen die öffentliche Verwaltung als unternehmerfreundlich.

In München liegt der Wert bei knapp

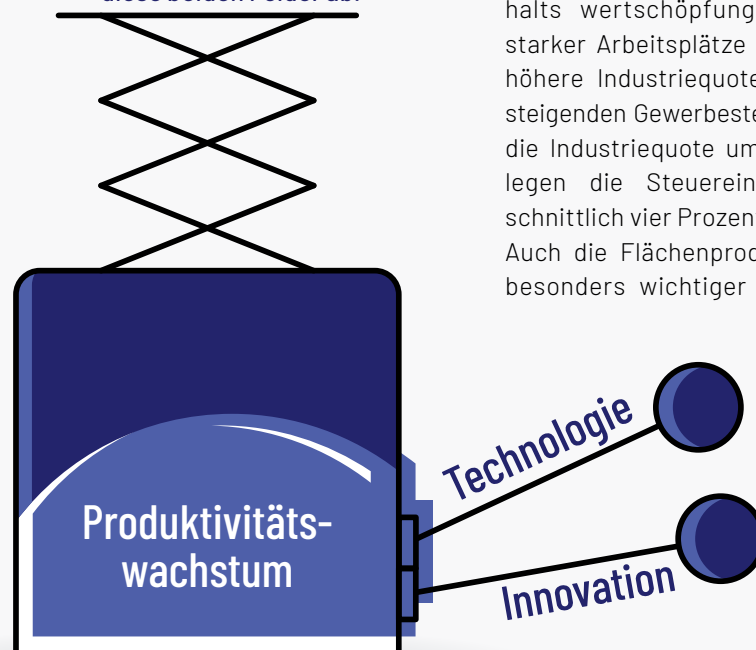
40 %



fernen Unternehmen. Deshalb sollten Maßnahmen getroffen werden, mehr Unternehmen in solche Innovationsnetzwerke einzubinden. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen bieten hier Potenziale, vor allem auch überregionale Innovationspartner zu finden, weil in Köln insbesondere lokal kooperiert wird, während in anderen Städten überregionale Netzwerke eine deutlich höhere Bedeutung entfalten. Kölner Unternehmen können somit ihre Produktivitätspotenziale im Vergleich zu Unternehmen in den Referenz-Großstädten nicht ausschöpfen. In allen Leitmärkten, die acht wesentliche Wirtschaftsbereiche Kölns umfassen, liegt die Produktivität der Unternehmen um 10 bis 20 Prozent niedriger.

Die vorliegende Studie lotet vor diesem Hintergrund die Potenzialräume aus, in die Köln und die umliegende Region vorstoßen könnte. Idealerweise würden sich die ganze Stadtgesellschaft und regionale Stakeholder zusammenschließen, um die wirtschaftlichen Belange in Köln und Region in den Vordergrund zu stellen. Das sorgt für gute und zukunftssträchtige Arbeitsplätze, höhere Steuereinnahmen für die Entwicklung der Stadt und Region und trägt nicht zuletzt einen Teil dazu bei, dass Deutschland als Ganzes wieder auf den Erfolgspfad zurückfindet. Eine starke Wirtschaft stärkt das Miteinander der Gesellschaft, indem auch die sozialen Fragen der Zeit – Integration, Inklusion, missionsorientierte Impulse – finanziell nachhaltiger beantwortet werden können. Ein solches gemeinsames Verständnis innerhalb der Stadtgesellschaft Kölns und bei den regionalen Stakeholdern würde viele der Empfehlungen, die wir auf Basis der empirischen Analyse herausarbeiten, leichter umsetzbar machen.

Zentrale Hebel für Produktivitätswachstum liegen in Innovationsaktivitäten und dem Einsatz moderner Technologien, deshalb zielen viele der Handlungsempfehlungen auf diese beiden Felder ab.

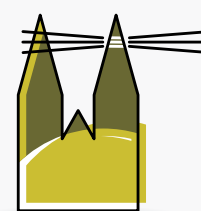


Das Ziel ökonomischen Erfolgs muss bei der richtigen Rahmensetzung im Einklang mit der Einhaltung der Klimaziele erreicht werden, jedoch unter Berücksichtigung des Erhalts wertschöpfungs- und innovationsstarker Arbeitsplätze in der Industrie. Eine höhere Industriequote führt zu signifikant steigenden Gewerbesteuererträgen: Steigt die Industriequote um einen Prozentpunkt, legen die Steuereinnahmen um durchschnittlich vier Prozent nach zwei Jahren zu. Auch die Flächenproduktivität steigt – ein besonders wichtiger Aspekt für Köln mit



ihren erheblichen Flächenkonkurrenzen. In Köln sind viele wichtige Industrieunternehmen ansässig und Städte wie Hamburg (bspw. Airbus, Aurubis, Beiersdorf) oder München (bspw. Siemens, BMW, MAN) zeigen, wie positiv Industrieunternehmen auf das urbane Profil einwirken können und welche Innovationskraft für die ganze Region von diesen Unternehmen ausgeht. Im Regional-ranking 2024 liegen München und die umliegende Region im Durchschnitt auf Rang 25, Frankfurt und die umliegende Region auf Rang 81, Berlin und die umliegende Region auf Rang 99, Hamburg und die umliegende Region auf Rang 133 und Köln und die umliegende Region auf Rang 201 von 400 Kreisen und kreisfreien Städten (Ewald et al., 2024). Ein Gutteil der in allen Städten außer Berlin höheren Steuerkraft – in Hamburg liegt sie um 8 Prozent je Einwohner höher, in München und Frankfurt sogar um über 40 Prozent – ist auf die Industrieunternehmen zurückzuführen. Die Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe lag in Köln 2023 allerdings nur noch bei 9 Prozent, während die vier Referenz-Großstädte auf 11,4 Prozent kamen (Berlin liegt mit 6,5 Prozent noch unter Köln). Im wirtschaftsstarken München liegt sie bei knapp 18 Prozent. Dabei ist in Köln der Anteil in den letzten Jahren besonders stark gefallen: Im Jahr 2000 lag er noch bei 12,4 Prozent.

Köln sollte unter anderem die Stärken im Bereich der Digitalisierung – neben der Einbindung in Innovationsnetzwerke, der Ansiedlung spezialisierter Dienstleister wie Ingenieurbüros und einer industriefreundlichen Wirtschaftspolitik – nutzen, um die Industrie in Köln wieder stärker zur Entfaltung kommen zu lassen. Köln kann zu einem **Digital Innovation Lighthouse** werden, indem alle relevanten Akteure im Sinne eines Innovations-Ökosystem zur Profilbildung Kölns beitragen. Unternehmen ergänzen industrielle Hardware-Komponenten mit Software zu Lösungsbündeln – dieses Advanced Systems Engineering spiegelt die industrielle Exzellenz Deutschlands wider und überführt sie in die digitale Welt (acatech et al., 2022). Damit einher gehen große Kooperationspotenziale zwischen Wissenschaft, Unternehmen und Start-ups. Deshalb spielen industrielle Wertschöpfungsnetze auch in urbanen Innovations-Ökosystemen eine wichtige Rolle. Zur vollen Entfaltung und Profilierung eines **Digital Innovation Lighthouse** müssen infrastrukturelle Voraussetzungen wie die Hochschul- und Forschungsinfrastruktur, gute Start-up-Voraussetzungen, eine leistungsfähige digitale Infrastruktur sowie Innovationsnetzwerke gezielt weiterentwickelt werden.



*Digital Innovation
Lighthouse zur
Profilbildung Kölns*



Knapp **90%**
der Steuereinnahmen
hängen mit der wirt-
schaftlichen Performance
zusammen.

Wirtschaftsstärke als Hebel für Steuereinnahmen: Finanzielle Spielräume erhöhen

Das Heben von Wertschöpfungspotenzialen durch die Ansiedlung von Unternehmen und Start-ups insbesondere aus den Bereichen Industrie und Digitalwirtschaft und die Entfaltung weiterer Produktivitäts-Potenziale bei Bestandsunternehmen könnte die Einnahmesituation der Stadt Köln – und durch lokale Wertschöpfungsketten auch der angrenzenden Kommunen – signifikant verbessern, denn **knapp 90 Prozent der lokalen Steuereinnahmen hängen unmittelbar mit der wirtschaftlichen Performance zusammen** (wobei die Gewerbesteuer nicht nur der größte Hebel ist, sondern als nicht zweckgebundene Einnahmequelle auch höchste Gestaltungsmöglichkeit bietet).

Aktuell liegt die Stadt in Bezug auf ihre Steuereinnahmekraft im Vergleich aller 15 Großstädte Deutschlands mit mehr als 500.000 Einwohnern lediglich auf dem sechsten Rang, bei der Entwicklung innerhalb der letzten fünf Jahre sogar nur auf dem zehnten Rang. Während der Steueranteil an allen kommunalen Gesamteinzahlungen in Köln bei nur 42 Prozent liegt, realisieren Düsseldorf und München 54 Prozent und Frankfurt rund 50 Prozent. Die geringeren Steuereinnahmen liegen unter anderem daran, dass die Produktivität Kölner Unternehmen unterdurchschnittlich stark ausgeprägt ist.

Hätte Köln die durchschnittliche Steuereinnahmekraft der Top-3-Städte, lägen die kommunalen Gesamteinzahlungen um rund eine Milliarde Euro und damit fast 20 Prozent höher als es aktuell der Fall ist.



Der Vorteil: Ab einem Sprung von rund 500 Millionen Euro würde Köln aus der Schwelle des kommunalen Finanzausgleichs fallen. Jede zusätzliche Mehreinnahme verbleibt dann vollständig in der Stadtkasse.

Profilierung der Region über *Best-in-Class* und verwandte Branchenvielfalt

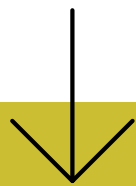
Eine Lösung des Produktivitätsdilemmas würde in der Kombination eines *Best-in-Class*-Ansatz mit dem Konzept der verwandten Vielfalt liegen, also die besten Unternehmen in der jeweiligen Branche mit technologischer Nähe zu Kölner Stärken anzuziehen und diese in das vorhandene Wertschöpfungsnetzwerk einzubinden. Diese Kombination führt zu einer hohen Resilienz und Profilbildung des Standorts:²



Die Studie bietet Orientierungspunkte für den *Best-in-Class*-Ansatz, indem durchschnittliche Innovationsintensitäten, Branchenproduktivitäten und Kennzahlen unternehmerischen Erfolgs analysiert werden. Solche Ankerpunkte können Orientierung geben, wenn es beispielsweise um neue Ansiedlungen oder die gezielte Weiterentwicklung von Bestandsunternehmen geht. Mit einem Gewerbe- und Industrieflächenbedarf, der die aktuelle Verfügbarkeit um mehr als das Sechsfache übersteigt, gibt es in Köln gute Gründe für produktivitätsorientierte Flächenvergabe im Rahmen von Ansiedlungen. Die Flächen könnten nach den neuesten Standards und ökologisch und kulturell nachhaltig entwickelt werden. Mit dem *Best-in-Class*-Ansatz wird sich vom bisherigen Leitmarktgedanken gelöst, weil Unternehmenserfolg innerhalb von Branchen stärker variiert als zwischen Branchen. So liegt der Unterschied in der Umsatzrendite zwischen den stärksten und schwächsten Unternehmen innerhalb einer Branche im Durchschnitt über dreimal so hoch wie zwischen Branchen. Neben der Ansiedlung produktivitätsstarker Unternehmen sollten bereits ansässige Unternehmen gezielte Angebote und Impulse erhalten, wie sie ihrerseits die Produktivität erhöhen können. Die Handlungsempfehlungen adressieren diesen Aspekt in vielfältiger Weise.



² Die Paarung des *Best-in-Class*-Ansatz mit dem Konzept verwandter Vielfalt wird nach dem besten Wissen der Autoren in dieser Studie erstmalig so konkret dargelegt, deswegen gibt es noch keine bekannten Best Practices.



Die Orientierung, welche Branchen fokussiert werden sollten, gibt die verwandte Vielfalt, die auf den technologischen Stärken der Stadt und Region aufsetzt. Die sogenannte verwandte Branchenvielfalt ist ein zentrales Element zur Weiterentwicklung des Standorts. Die Idee dabei ist, die Frage der optimalen Diversifizierung einer Wirtschaftsstruktur zu beantworten. Während monostrukturierte Regionen bei Strukturkrisen Risiken ausgesetzt sind (wie einst die Glasindustrie in Oberfranken oder die Textilindustrie in Rheinland-Pfalz oder aktuell die Automobilindustrie in Ingolstadt), entstehen in zufällig diversifizierten Wirtschaftsstrukturen wenig Innovationsimpulse zwischen Unternehmen und dementsprechend auch keine Ausstrahlungseffekte. In einem resilienten Innovations-Ökosystem sind dagegen branchenverwandte Unternehmen ansässig, sodass eine optimale Diversifizierungsstruktur bei gleichzeitig positiven Innovations-Spill-over-Effekten zwischen den Unternehmen – sprich räumliche Ausstrahlungseffekte, bei denen Unternehmen von den

jeweils anderen Innovationsaktivitäten zusätzlich profitieren – realisiert werden (Aarstad et al., 2016; Broekel et al., 2017). Das Ausloten technologischer Neuigkeiten an Wissensgrenzen zwischen verwandten Branchen ist besonders vielversprechend, um radikale und wertschöpfungsstarke Innovationen zu kreieren. Das Technologieportfolio Kölns und der Region könnte so gezielt ergänzt und vertieft werden und damit die Stärken Kölns und der Region als Technologie-Standort weiter geschärft werden. Den Standort ergänzende vielversprechende Technologien sind beispielsweise Nanotechnologien, Batterietechnologien, Wärme- und Kältetechnik sowie Technologien im Bereich der Erneuerbaren Energien und Elektromobilität – und somit einige Technologien, die, die zur erfolgreichen Dekarbonisierung der Wirtschaft beitragen. Diese Technologien knüpfen an den bereits genannten technologischen Stärken Kölns und der Region an und bieten besonders hohe Cross-Innovationspotenziale. Bei der Ansiedlung von Forschungsinstituten und Unternehmen sowie bei der gezielten Förderung von Bestandsunternehmen sollten diese Technologieprofile berücksichtigt werden – entlang dieser Profile ließen sich auch gezielt internationale Hochschul- und Forschungs Kooperationen beispielsweise in den Partnerstädten initiieren.

Kooperationen mit der umliegenden Region sind von zentraler Bedeutung für eine effiziente Arbeitsteilung und Ausstrahlungseffekte, also beispielsweise Innovationsimpulse, die von Unternehmen, Hochschulen, Forschungsinstituten oder Start-ups ausgehen und besonders gut in einem leistungsfähigen Innovations-Ökosystem entstehen. Schon heute



beziehen Kölner Unternehmen 43 Prozent ihrer Vorleistungen aus der direkten umliegenden Region. **Gleichzeitig bestehen enge lokale Innovationsbeziehungen innerhalb von Köln und Region – rund die Hälfte der Unternehmen arbeitet mit lokalen Kunden, Lieferanten oder anderen Unternehmen,** während die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen bei 22 Prozent liegt. Diese lokalen Netzwerke sind deutlich stärker ausgeprägt als in den Referenzstädten Berlin, Hamburg, München und Frankfurt. Gleichwohl sind Innovationsnetzwerke über das lokale Umfeld hinaus in den Vergleichsstädten deutlich größer. Bisher zeichnet sich der Standort also durch wenige innovationsstarke und produktive Unternehmen aus, die lokal gut vernetzt sind und intensiv kooperieren. Für Kölner Unternehmen gilt es also, an bestehende lokale Stärken anzuknüpfen und stärker in der weiteren Region und überregional zu kooperieren. Mit Institutionen wie der RWTH Aachen, der Uni Bonn, dem FZ Jülich oder dem Helmholtz-Cluster Wasserstoff bietet das regionale Umfeld eine einzigartige Forschungslandschaft, die durch

die 14,8 Milliarden Euro Strukturförderung im Rheinischen Revier in den nächsten Jahren weiter gestärkt wird. Die Energiewende könnte bei schnellen und mutigen Entscheidungen Vorteile für die regionale Entwicklung erzeugen. Geeignete Industrieflächen, Strom aus erneuerbaren Energien und der Zugang zu Fachkräften mit Blick auf Kölns leistungsfähige Hochschullandschaft sind der entscheidende Dreiklang für die Ansiedlung von digitalen und industriegeprägten Unternehmen. Köln und Region hat hier mit dem Rheinischen Revier und seiner Energieinfrastruktur sehr gute Ausgangsbedingungen, die nun gezielt weiterentwickelt und zusammengedacht werden müssen. Dabei ergeben sich durch die Ansiedlung mehrerer KI-Rechenzentren von Microsoft in Rheinischen Revier große Chancen für die weitere Stärkung des Digitalstandorts Köln.

Wenn die regionale Wirtschaftsstruktur gezielt weiterentwickelt wird, sodass die starken Branchen in Köln und Region komplementäre Technologien einsetzen, miteinander im engen Austausch stehen und gemeinsam im Rahmen eines Innovations-



Es bestehen enge lokale Innovationsbeziehungen innerhalb von Köln und Region.



150 – 250 ha

zusammenhängende
Industriefläche könnten
starke Unternehmen nach
Köln bringen und Dynamik
erzeugen.

Ökosystems an technologischen Rändern innovieren, könnten bedeutende wirtschaftliche Impulse entstehen, die wiederum zur Erhöhung der finanziellen Spielräume in den Haushalten von Stadt und Region beitragen würden. Drei Themenkomplexe, an die sich andocken ließe, wären Digitalisierung, Dekarbonisierung und Life-Science/Biotech. So gelingt es Cambridge in den USA seit Jahren, mit dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) als Nukleus herausragende Innovations-Ökosysteme zu etablieren. Ein Beispiel für einen Biotech-Inkubator ist das LabCentral, das Innovation und Förderung für die Life-Science- und Biotech-Branche kombiniert. Es werden hochmoderne Laborräume und der Zugang zu einem umfangreichen Netzwerk aus Investoren und Fachexperten bereitgestellt. Dazu kommen Venture-Capital-Geber und die Kooperationen mit großen Pharmaunternehmen (Mais, 2024). Diese hochproduktiven und innovativen Unternehmen erzeugen hohen regionalen Wohlstand.

Köln und die Region könnten so langfristig zu den wichtigsten Innovations-Ökosystemen Deutschlands und Europas zählen. Dafür müssen alle Entscheidungsträger, die ganze Stadtgesellschaft und die regionalen Stakeholder einen gemeinsamen Aufbruch wagen und die Belange der Wirtschaft in den Vordergrund zu stellen, während im Umkehrschluss auch die Wirtschaft zur städtischen Transformation mit Engagement beiträgt. Wenn Politik und Verwaltung Maßnahmen zur Steigerung des Ambitionsniveaus ergreift, zu den besten in Deutschland zu gehören und diesen Mindset-Wandel unterlegt mit weit-sichtigen infrastrukturellen Entscheidungen, könnten bald auch in Köln hochinnovative und erfolgreiche Unternehmen Ansiedlungswünsche formulieren.

Ein *Innovation Park* zur Verbindung von Engineering-Know-How und digitalem Know-How könnte im Kleinen die richtigen Signale an internationale Tech-Konzerne senden: Mit schlanker Bürokratie, hochleistungsfähigen Forschungsinstituten sowie innovativen Unternehmen und Start-ups könnte ein Leuchtturm wie in Heilbronn mit dem *Innovation Park Artificial Intelligence* entstehen, der die Wertschöpfungs- und Produktivitätspotenziale in Köln steigert. Wenn parallel dazu in einem mittelfristigen Horizont mit großem Willen **eine zusammenhängende Industriefläche von 150-250 Hektar mit ökologischen Standards erschlossen werden würde, könnten sich auch starke Industrieunternehmen in Köln ansiedeln und damit eine richtige Dynamik erzeugen.** Zur Diskussion stellen ließe sich, ob eine beispielsweise doppelt so große Fläche in einem anderen Landesteil Deutschlands, der touristisch bzw. naturräumlich geprägt ist, zur Kompensation als Naturschutzfläche ausgewiesen werden könnte. Dafür könnte dorthin ein Teil der Gewerbesteuer-einnahmen der zu entwickelnden Industrieflächen fließen.

Handlungsfelder

Die Studie arrondiert Handlungsfelder, die die Strahlkraft der Stadt erhöhen, ihr ein wiedererkennbares Profil geben, und entlang derer die Wirtschaftsstruktur langfristig so ausgerichtet werden kann, dass Ausstrahlungseffekte entstehen und Unternehmen gezielt unterstützt werden – durch wirksame Förderprogramme, das Ausnutzen von Ermessensspielräumen in Politik und Verwaltung für die Wirtschaft und eine leistungsfähige Infrastruktur. Im Endeffekt würden dadurch auch die Steuereinnahmen steigen. Diese finanziellen Spielräume könnten in die Erneuerung der städtischen Infrastruktur (bspw. die Betreuungs- und Bildungslandschaft) investiert werden.

Idealerweise würde von der Kölner Stadtspitze, regionalen Verwaltungsspitzen und ausgewählten Unternehmen in Köln und Region ein kleines entscheidungsfreudiges und

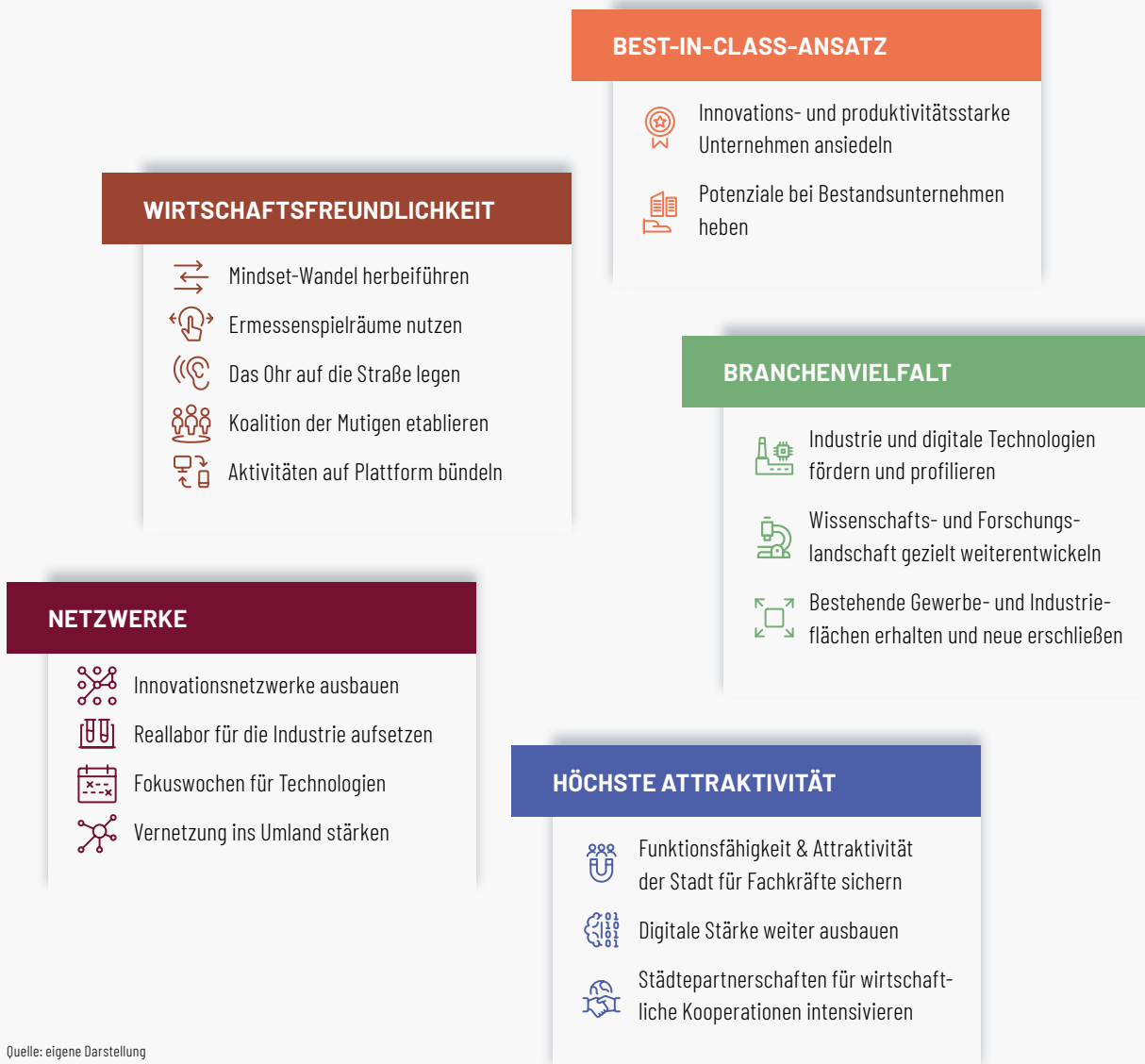
umsetzungsstarkes Gremium gebildet werden, das die einzelnen Handlungsempfehlungen evaluiert, Verantwortlichkeiten festlegt und eine Roadmap formuliert, wann und von wem welche der genannten oder daraus entstehenden Maßnahmen umgesetzt werden. Dieses Bündnis sollte aus High-Level-Akteuren bestehen, die ihren Entscheidungsspielraum nutzen, um gemeinsam sichtbare Aktivitäten anzustoßen. Eine Aufbruchstimmung

kann nur aus Politik gemeinsam mit Leitunternehmen erzeugt werden, die im zweiten Schritt alle weiteren relevanten regionalen Akteure mitnehmen.

Die Handlungsempfehlungen gruppieren sich um fünf Felder, die alle zur Hebung von Wertschöpfungspotenzialen mit Blick auf die spezifischen Voraussetzungen und Stärken der Stadt Köln und Region beitragen.

Abbildung 1-1 | Handlungsfelder zum Heben der Wertschöpfungspotenziale

Schaubild



Quelle: eigene Darstellung





Einleitung

02

02 Einleitung

Deutschland verliert in internationalen Rankings den Anschluss. Wirtschaftlich waren die letzten Jahre geprägt von einem langsamen Abstieg.

2023 schrumpfte die deutsche Wirtschaft um 0,3 Prozent und mit einem prognostizierten Wachstum von 0,3 Prozent im Jahr 2024 belegt Deutschland in der Prognose der EU-Kommission den vorletzten Platz unter den EU-Mitgliedsstaaten (European Commission, 15.02.2024). Trotz früherer Erfolge kämpfen die deutsche Wirtschaft und insbesondere der Industriesektor mit einer komplexen Regulierung, rückläufigen Innovationsaktivitäten, Infrastrukturlücken, hohen Kosten und sich verschärfenden Arbeitskräfteengpässen. **Der globale Standortwettbewerb wird immer härter, deutsche Unternehmen investieren zunehmend im Ausland (Rusche, 2024). Diese Rahmenbedingungen sind die Ursache dafür, dass Deutschland im diesjährigen World Competitiveness Ranking auf den 24. Platz zurückgefallen ist** (International Institute for Management Development, 2024).

Gleichzeitig wirken die beiden großen Transformationen der Dekarbonisierung und der Digitalisierung auf die deutschen Unternehmen. Deshalb müssen Investitionen getätigt werden, auch um die seit Jahren stagnierende Produktivität zu erhöhen (Lang/Bähr, 2022). Die Produktivität – also die Wirtschaftsleistung je Erwerbstätigen – ist ein zentraler Anker für entstehende finanzielle Spielräume für Unternehmen, aber auch für Verwaltun-

gen, um die drängenden Herausforderungen von heute – beispielsweise leistungsfähige Infrastruktur, exzellente Bildungs- und Betreuungsangebote – zu meistern.

Metropolen und ihre umliegenden Regionen nehmen seit jeher eine Vorreiterrolle in der wirtschaftlichen Entwicklung ein. Hier sind viele entscheidenden Akteure für wirtschaftlichen Erfolg in kritischer Masse zu Hause. Enge Verflechtungen zwischen Unternehmen verschiedener Branchen, aber auch Start-ups und Forschungseinrichtungen, sorgen dafür, dass Wertschöpfungsketten funktionieren, Wissenstransfers stattfinden und Innovationen hervorgebracht werden. Wenn Metropolen gut funktionieren, geht es auch im Land wirtschaftlich voran. Andererseits wirken die landesweiten transformativen Herausforderungen auch auf Metropolen ein. Als viertgrößte Stadt Deutschlands mit knapp über 1 Mio. Einwohnern – mit der umliegenden Region sind es sogar 2,6 Mio.³ – kann ein erfolgreicher und resilienter Wirtschaftsstandort Köln eine Magnetwirkung auf qualifizierte Fachkräfte entfalten, eine überregionale Vorreiterrolle einnehmen und wirtschaftliche Impulse im ganzen Land setzen. Um das zu erreichen, muss es sich den gegenwärtigen wirtschaftlichen Herausforderungen stellen.

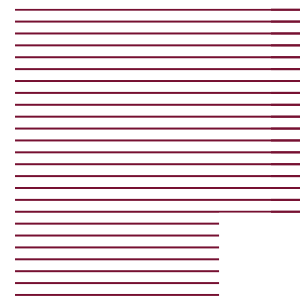
Deutschland belegt
im diesjährigen *World
Competitiveness Ranking*
nur noch Platz

24 ↓

³ Die (umliegende) Region schließt die umliegende Stadt Leverkusen, so wie den Rhein-Erft-Kreis, Rhein-Sieg-Kreis und Rheinisch-Bergischen Kreis ein. Kapitel 3 erklärt die geographischen Untersuchungseinheiten näher.

Diese Studie hat zum Ziel, die Wirtschafts- und Fiskalsituation Kölns und der Region zu analysieren und Handlungsempfehlungen für eine gezielte Weiterentwicklung des Wirtschaftsstandorts Kölns abzuleiten. Dabei liegt ein Fokus auf der in der Region Köln erzielten Wertschöpfung bzw. Produktivität (Wertschöpfung je Erwerbstätigen), wie diese strukturell zustande kommen und wo Wertschöpfungspotenziale liegen, die durch die richtigen politischen und unternehmerischen Rahmenbedingungen gehoben werden können. Wertschöpfung dient dabei als zentrale ökonomische Zielgröße, da es als

Maß der originär am Standort erzielten Wirtschaftsleistung letztendlich den Lebensstandard und die Attraktivität der Region bestimmt. Außerdem trägt ein Fokus auf Wertschöpfung und seine treibenden Kräfte – wie enge wirtschaftliche Verflechtungen zwischen verwandten Branchen und starke Innovations-Ökosysteme (s. Kapitel 5 und 6) – zur wirtschaftlichen Resilienz bei, die für Metropolen wie Köln entscheidend ist, wie auch die letzte Stadtstrategie hervorhebt. Nicht zuletzt sind die kommunalen Einnahmen eng an die Wirtschaftsleistung der Region gekoppelt, wie Kapitel 4 aufzeigt.





260

Unternehmen in Köln und Region wurden für diese Studie befragt.

Der Studie liegt ein breites empirisches Fundament zugrunde. Für die Analysen werden unterschiedliche Methoden und Datenquellen angewendet,⁴ die ineinandergreifen, um ein tiefgreifendes und umfassendes Bild der Wirtschaftsstandorts Kölns und seiner Potenziale zu zeichnen:

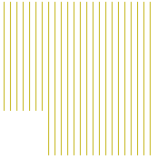
- **Unternehmensbefragung:** Im Rahmen dieser Studie wurden **260 Unternehmen in Köln und Region unter anderem zu ihren wirtschaftlichen Verflechtungen, ihrer Einschätzung von Standortfaktoren, Innovationsaktivitäten und Technologienutzung befragt**. Ergänzend fand eine Kurzbefragung mit einer kleinen Fragensauswahl mit jeweils 50 Unternehmen in München und umliegender Region sowie Frankfurt und umliegender Region statt.
- **Ökonomische Impact-Berechnungen mittels Input-Output-Analyse:** Mit Hilfe von amtlichen Statistiken zu Wirtschaftsverflechtungen kann die Wirtschaft von Köln und Region abgebildet werden und Schätzungen zur Wirtschaftskraft sowie Verflechtungen zwischen Branchen angestellt werden.
- **Paneldatenanalyse von Kreisdaten:** Paneldaten über alle 400 Kreise Deutschlands und 6 Jahre wurden für eine Analyse der Einflussfaktoren von Flächenproduktivität und Gewerbesteuererinnahmen herangezogen.
- **Analyse amtlicher Steuerdaten:** Für Kapitel 4 wurden diverse amtliche Daten zu verschiedenen Steuerarten, die kommunal relevant sind, für Köln und Großstädte im Vergleich analysiert.
- **Analyse von Unternehmensdatenbanken:** Angaben zu über 100.000 Unternehmen aus den Unternehmensdatenbanken Northdata (2024) und beDirect (2024) wurden für eine Analyse unternehmerischer Erfolgskennziffern herangezogen.
- **Patentdatenanalyse:** Mit Hilfe der IWPatentdatenbank, die alle Patentanmeldungen in Deutschland enthält, wurden Technologien und ihre Relevanz für Köln bewertet.
- **Webbasierte Ermittlung von Technologieaffinitäten:** Mittels Webcrawling von Unternehmenswebsites wurden kreisspezifische Affinitäten für eine Auswahl an Technologien ermittelt, die eine relative Einordnung Kölns ermöglichen.
- **Technologie-Trendradar:** Für eine Auswahl an Technologien wurde ein Trendradar erarbeitet (Kapitel 6.2.3), der diese kurz vorstellt, einordnet und *Best Practice* Beispiele für den weiteren Wirtschaftsstandort Köln präsentiert. Dieser Trendradar wurde vom FIR an der RWTH Aachen erarbeitet.

⁴ Die Methoden und Datenquellen werden hier nur kurz vorgestellt, aber in den auf sie zurückgreifenden Kapiteln der Studie sowie im Anhang näher erläutert.

Die Studie beinhaltet komplett neue Ansätze zur Diskussion der wirtschaftlichen Entwicklung von Regionen. Die Kombination aus der Analyse von Unternehmensdatenbanken und Patentanalysen können optimierte Wirtschaftsstrukturentwicklungspfade abgeleitet werden. Die beiden in dieser Studie kombinierten Konzepte heißen *Best-in-Class* und *Related Variety*, also verwandte Branchenvielfalt. Beide Konzepte können sowohl auf Bestandsunternehmen als auch auf Neuan-siedlungen angewendet werden. Es wird eine optimal diversifizierte Wirtschaftsstruktur beschrieben, die Ausstrahlungseffekte zwischen Unternehmen im Sinne von Innovationsimpulsen erzeugt und ansässige Unternehmen gezielt in Innovationsnetzwerke einbettet, wodurch der Unternehmenserfolg positiv beeinflusst wird. Damit werden den städtischen Akteuren Instrumente zur konkreten Bestimmung mitgegeben, welche Unternehmen angesiedelt werden sollten und

welche Maßnahmen besonders wichtig sind, um Bestandsunternehmen bei der Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit zu unterstützen.

Die Studie gliedert sich wie folgt. Kapitel 3 liefert ein einleitendes Standortprofil für die Stadt Köln und Region, das wesentliche Standortfaktoren in Bezug auf die Lebens- und Arbeitssituation sowie die unternehmerische Stimmung darstellt. Kapitel 4 beleuchtet die Fiskalsituation Kölns und die Rolle der Wirtschaft für den städtischen Haushalt. Kapitel 5 und 6 analysieren aktuelle Wertschöpfung sowie Wertschöpfungspotenziale im Detail. Dazu wird die Wirtschaftsstruktur im Hinblick auf Branchen und Unternehmen analysiert, sowie die Rolle von Innovationen und Technologien als zentrale Wertschöpfungspotenziale untersucht. Kapitel 7 schließt mit Handlungsempfehlungen.



Einleitende Bemerkungen der Auftraggeber:

Die Erstellung der vorliegenden Studie „Starke Wirtschaft. Starkes Köln.“ wurde von einem breiten Konsortium wirtschaftlicher Akteure bestehend aus den Stadtwerken Köln GmbH, der KölnBusiness Wirtschaftsförderungs-GmbH, dem Arbeitgeberverband ARBEITGEBER KÖLN und den Firmen igus GmbH, Atlas Copco Energas GmbH und Leybold GmbH finanziert und begleitet.

Die Mitglieder des Konsortiums verstehen sich als Partner der Stadt und Region. Mit der Studie wollen sie einen fundierten, empirisch belegten Blick auf die Bedeutung der einzelnen Wirtschaftssektoren für die Wertschöpfung und damit auch auf die Höhe der Steuereinnahmen in Köln ermöglichen. Die Studie gibt aus Sicht des Konsortiums wertvolle Hinweise, wie die Wirtschaftsstruktur in Köln zukunftsorientiert weiterentwickelt werden sollte, um das große wirtschaftliche Potenzial in Köln und der umliegenden Region auszubauen und somit auch die Einnahmesituation der Stadt Köln und der umliegenden Region nachhaltig zu verbessern. Zudem können die empirisch belegten Ergebnisse der Studie eine Entscheidungshilfe bei Zielkonflikten wie z. B. bei Flächenkonkurrenzen sein. Die Mitglieder des Konsortiums möchten die Umsetzung der Handlungsempfehlungen der Studie aktiv unterstützen und regen hierzu ein breites Bündnis aus Kommunalpolitik, der Stadtverwaltung, der Stadtgesellschaft, regionalen Stakeholdern und der Wirtschaft an.

MO Standortprofil Köln





03 Standortprofil Köln

Das folgende Kapitel präsentiert ein Standortprofil für Köln und Region. Im bundesweiten Vergleich wird eine Charakterisierung anhand verschiedener sozio-ökonomischer Indikatoren vorgenommen.

Außerdem zeichnen Ergebnisse der Unternehmensbefragung ein Bild der unternehmerischen Stimmung und liefern eine Bewertung verschiedenster Standortfaktoren.



KERNBOTSCHAFTEN

- Im bundesweiten Vergleich der Wohn-, Lebens-, Arbeits- und Wirtschaftssituation schneiden Köln und Region durchschnittlich und für Großstädte unterdurchschnittlich ab: Im Regionalranking der 400 Kreise und kreisfreien Städte Deutschlands liegen Köln und die umliegende Region im Durchschnitt auf Rang 201, während München und die umliegende Region auf Rang 26 liegen, Frankfurt und die umliegende Region auf Rang 81, Berlin und die umliegende Region auf Rang 99 und Hamburg und die umliegende Region auf Rang 133.
- Geringe Gewerbesteuerhebesätze wie in Leverkusen zeigen positive Dynamiken für die Wirtschaftsstruktur: Es wird mehr gegründet und die gemeindliche Steuerkraft profitiert ebenfalls. Zudem würden eine Entspannung im Immobiliensektor in Köln und attraktivere Lebensbedingungen dazu führen, die urbanen Vorteile auszuschöpfen und Hochqualifizierte leichter davon überzeugen, in die Region zu ziehen. Aktuell ist eine Nettoabwanderung aus Köln zu beobachten.
- Die hervorragenden Rahmenbedingungen hinsichtlich der vorhandenen Energieinfrastrukturen und dem Aufbau großskaliger Energieerzeugung aus Erneuerbaren könnte im engen Zusammenschluss mit dem Rheinischen Revier zu Standortvorteilen bei der Ansiedlung von Industrieunternehmen führen.
- Infrastrukturelle Rahmenbedingungen im Digital- und Verkehrsbereich werden in Köln vergleichsweise gut bewertet. Gerade in der digitalen Infrastruktur kann Köln punkten.
- Deutliche Entwicklungspotenziale gibt es beim bürokratischen Verhalten, politischen Entscheidungen und Zulassungs- und Genehmigungsverfahren, die von Kölner Unternehmen als ausbaufähig bewertet werden. Nur 23 Prozent der Unternehmen in Köln und Region bewerten, dass die öffentliche Verwaltung unternehmerische Interessen wahrt. In München und Frankfurt liegt der Wert bei knapp 40 Prozent und damit fast doppelt so hoch. Gleichzeitig geben 73 Prozent der Kölner Unternehmen an, dass die Verwaltung ihre eigenen Interessen wahrt, während das wiederum 45 Prozent der Münchner und 61 Prozent der Frankfurter Unternehmen bei ihren Verwaltungen einschätzen. München und Frankfurt tun also mehr für die Unternehmen und weniger für sich selbst.



Die Stadt Köln im Fokus

Im Vergleich der Wohn-, Lebens-, Arbeits-, und Wirtschaftssituation aller 71 Städte in Deutschland mit mehr als 100.000 Einwohner kann sich Köln auf Platz 31 gerade noch knapp in der vorderen Hälfte platzieren.

Geographische Abgrenzung

In der Studie wird stets von der Stadt Köln oder Köln und der umliegenden Region (hier auch kurz: „Köln und Region“) gesprochen. Die umliegende Region umfasst dabei die vier umliegenden Kreise Stadt Leverkusen, Rheinisch-Bergischer-Kreis, Rhein-Erft-Kreis und Rhein-Sieg-Kreis, die enge wirtschaftliche Kooperationen mit der Stadt Köln aufweisen. Je nach Analyse ist eine Fokussierung auf die Stadt Köln oder Köln und Region aus inhaltlichen Gründen sowie Gründen der Datenverfügbarkeit zielführend.

Das geht aus dem letzten IW-Städteranking 2023 hervor (Kempermann et al., 2023a). Ausgewählte sozio-ökonomische Indikatoren werden in Abbildung 3-1 gezeigt. Köln gilt seit langem als Medienstandort mit einem attraktiven Unterhaltungs- und Freizeitangebot sowie einer lebendigen Kunst- und Kulturszene. Dies spiegelt sich nicht nur in den demographischen Strukturen – die ein günstiges Verhältnis von junger zu alter Bevölkerung aufweisen sowie durch starke Zuwanderung der 25- bis 30-Jährigen geprägt sind –, sondern auch auf dem Immobilienmarkt wider. Hohe Miet- und Kaufpreise sowie kurze Vermarktungszeiten von Mietwohnungen stehen für die hohe Attraktivität der Stadt Köln als Wohn- und Arbeitsstandort. Insbesondere die hohen Betreuungsquoten von Kleinkindern zeigen exemplarisch, dass Köln nicht nur attraktiv ist für junge Menschen, sondern auch Familien viel bieten kann.

Abbildung 3-1 | Ausgesuchte sozio-ökonomische Parameter des Wirtschaftsstandorts Köln

Basierend auf dem Städteranking 2023 der IW Consult, der WirtschaftsWoche und ImmoScout24. Rang von 71 kreisfreien Großstädten.



Quelle: Kempermann et al. (2023a)

Köln ist ein Arbeitsplatzmagnet. Je 100 Einwohner pendeln zusätzlich 15,4 weitere Beschäftigte außerhalb Kölns zum Arbeiten in das Stadtgebiet. Köln bietet insbesondere hochqualifizierten Beschäftigten Arbeitsmöglichkeiten. Diese befinden sich nicht nur

in medienaffinen Berufen, sondern umspannen auch andere Wirtschaftsbereiche. Mit einer Ingenieursdichte von 3,3 Prozent – im Vergleich im oberen Drittel unter allen Großstädten – bieten sich beispielsweise auch Karrierechancen in MINT-Bereichen.

Damit Unternehmen am Standort prosperieren können, ist aus Sicht der Unternehmen eine Kombination aus infrastrukturellen

Rahmenbedingungen, Verwaltungs-/Politikhandeln- sowie Humanressourcen besonders wichtig.

Abbildung 3-2 | Standortfaktoren im Vergleich

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Unternehmensbefragung.

Fragen:

„Wie wichtig sind folgende Aspekte der Standortattraktivität von Köln und der umliegenden Region für den Erfolg Ihres Unternehmens?“ (y-Achse),

„Wie zufrieden ist Ihr Unternehmen mit folgenden Aspekten der Standortattraktivität in Köln und der umliegenden Region?“ (x-Achse). N ≥ 108



Quelle: Unternehmensbefragung

Während die infrastrukturellen Rahmenbedingungen, wie die Digital-, Verkehrs- und Bildungsinfrastruktur, sowohl als wichtig als auch generell gut bewertet werden, zeigt Abbildung 3-2, dass die Unternehmen bei den anderen Faktoren noch deutliche Entwicklungspotenziale sehen.

Mit am besten schneiden in Köln und Region in der Bewertung der Unternehmen die Mobilfunkinfrastruktur und Breitbandversorgung mit Durchschnittsnoten von 2,5 und 2,7 respektive ab. Das sind vergleichsweise starke Ergebnisse: In München, wo Benchmarkergebnisse einer anderen Befragung aus 2023 vorliegen, geben Unternehmen für beide Infrastrukturen eine durchschnittliche Bewertung von 3,3 ab (Kempermann et al., 2023b). **Die Stärke der digitalen Infrastruktur bescheinigt auch der letzte Smart City Index von Bitkom e.V. (2023b): Hier liegt Köln auf Platz 3 im Ranking über 81 Städte.** Der Index hat einen Schwerpunkt auf Indikatoren, die die Verfügbarkeit digitaler Services sowie digitale Infrastruktur für Stadt, Gesellschaft und Wirtschaft messen. Diese Platzierung relativiert auch die Bewertung von eGovernment-Leistungen. Diese werden zwar lediglich mit „ausreichend“ in Köln und Region bewertet, jedoch sind digitale Verwaltungsleistungen bundesweit noch ausbaufähig. Im Teilindikator des *Smart City Index* für Verwaltung liegt Köln auf Platz 4.

Ein wichtig angesehener Standortfaktor mit Entwicklungspotenzial besteht hingegen erstens in der Verfügbarkeit von Fachkräften. Vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels ist hervorzuheben, dass in Köln noch endogene Fachkräftepotenziale existieren, die es zu aktivieren gilt. Dies betrifft zum einen die Integration von Frauen auf dem Arbeitsmarkt. Um diese zu heben sind vorrangig Betreuungsinfrastrukturen, speziell für unter 3-Jährige, zu prüfen sowie die räumliche Verteilung und Auslastung der Infrastrukturen engmaschig zu beobachten und bedarfsgerecht weiterzuentwickeln. Zum anderen lassen die Arbeitslosenquoten sowohl von jungen als auch von älteren Personen weitere

Arbeitskraftpotenziale vermuten. Mögliche Maßnahmen, diese Potenziale zu aktivieren, fallen aufgrund der auseinandergehenden Bedarfe und Lebenssituationen unterschiedlich aus. Sie können von einer Intensivierung der Berufsorientierung und -vorbereitung bis hin zur gezielten Unterstützung von Unternehmen reichen, um Arbeitsstrukturen speziell für ältere Beschäftigte zu schaffen. Mit einer zunehmenden Wissensorientierung der Wirtschaft dürfen allerdings auch ALG-II-Empfänger nicht aus dem Blick geraten, damit sich die Schere zur Wiedereinstellung dieser Personen nicht weiter öffnet.

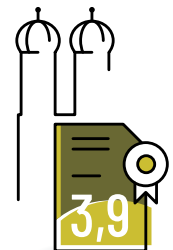
Als wichtig erachten Unternehmen zweitens das Verwaltungshandeln. Hierunter fallen Aspekte wie das (un)bürokratische Verhalten öffentlicher Stellen oder die Bearbeitung von Zulassungs- und Genehmigungsverfahren. **Auffallend ist, dass der Aspekt, der am wichtigsten für Unternehmen ist, nämlich das Verhalten von öffentlichen Stellen, die schlechteste Bewertung von allen berücksichtigten Indikatoren erhält.** Benchmarkergebnisse aus München zeigen dort ein anderes Bild (Kempermann et al., 2023b): Während das unbürokratische Verhalten in München mit 3,9 bewertet wird, vergeben Unternehmen in Köln die Note 4,5 im Durchschnitt.

Darüber hinaus spielen auch die politischen Rahmenbedingungen eine Rolle bei der Bewertung der Attraktivität von Wirtschaftsstandorten. Hierbei muss zwischen den unterschiedlichen politischen Ebenen differenziert werden, um adäquate Handlungsräume zu benennen sowie sinnvolle, umsetzbare und zielorientierte Maßnahmen zur Verbesserung der Situation abzuleiten. Während die Unternehmen am unzufriedensten mit den Entscheidungen auf internationaler und EU-Ebene sind, spielen diese im Vergleich aller drei Ebenen (international/EU, Bund, kommunal) eine untergeordnete Rolle. Entscheidungen auf der nationalen sowie auf der kommunalen Ebene werden sowohl in ihrer Bedeutung als auch in ihrer Zufriedenheit nahezu gleich bewertet. Während die Stadtverwaltungen sowie Einrichtungen der Wirt-

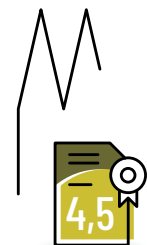


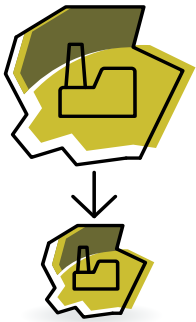
Platz 3

Im Smart City Index 2023 bestätigt die Stärke der digitalen Infrastruktur Kölns.



Unbürokratisches Verhalten wird in München mit 3,9 bewertet, in Köln vergeben Unternehmen im Durchschnitt die Note 4,5.





42%

Rückgang bei den verfügbaren baureifen Flächen im Vergleich zu 2022.

schaftsförderungen (z. B. Kammern, private oder öffentliche Wirtschaftsfördereinrichtungen) Unternehmen in erster Linie Orientierung und Information mit Blick auf supranationale Rahmenbedingungen bieten können, so verfügen diese auf kommunaler Ebene über eine stärkere Gestaltungsmacht. Diese nutzen die Akteure auch bereits, wovon die letzte Stadtstrategie „Kölner Perspektiven 2030+“ (Stadt Köln, 2021) oder die aktuelle Erarbeitung des Stadtentwicklungskonzept Wirtschaft (StEK Wirtschaft) zeugen. Zudem unterhielten und unterhalten die Stadt Köln und KölnBusiness eigene Förderprogramme, um Stadt und Wirtschaft gemeinsam zu entwickeln, etwa im Kontext von KI oder Smart Cities. Nichtsdestotrotz fällen Unternehmen insgesamt ein ausbaufähiges Urteil: Politische Entscheidungen auf kommunaler Ebene werden im Durchschnitt mit einer 3,9 bewertet.⁵

Die deutlich geringere Bedeutung von freien Gewerbe- und Industrieflächen, die aus der Befragung hervorgehen, ist mit Blick auf das spezifische Fragesetting zu erklären. Da nur Unternehmen befragt worden sind, die bereits in Köln ansässig sind, spielt weitere verfügbare Fläche nur dann eine unmittelbare Rolle, wenn das Unternehmen Expansionspläne unterhält. Freie Gewerbe- und Industriefläche sind von großer Bedeutung, um die Unternehmens- und Wirtschaftsstrukturen weiterzuentwickeln – entweder durch Zuzug von außen oder durch die Aktivierung endogener Potenziale, insbesondere Aktivitäten von Gründern und Gründerinnen. Projekte wie FUSION COLOGNE oder der BioCampus Cologne tragen dazu bei, attraktive Standorte in der Stadt zu entwickeln, um leistungsfähigen oder besonders vielversprechenden Unternehmen und Start-ups Entwicklungspotenziale in der Stadt zu eröffnen.

In Köln und Region sind Gewerbe- und Industrieflächen mittlerweile sehr rar: Stand Ende 2023 gab es in Köln lediglich 86,7 Hektar Potenzialflächen für Gewerbe und Industrie und 34,7 Hektar vermarktbarer baureife Gewerbe- und Industrieflächen (Stadt Köln, 2024). Nur 9 Hektar standen davon zur Verfügung, der Rest ist bereits reserviert. Im Vergleich zu den Vorjahren ist die Flächenverfügbarkeit erneut zurückgegangen. Während Potenzialflächen um knapp 1,5 Prozent gegenüber 2021 und 2022 zurückgegangen sind, ist **der Rückgang unter verfügbaren baureifen Flächen noch deutlich markanter: So liegt der aktuelle Stand 43 Prozent unter der Verfügbarkeit von 2021 und 42 Prozent unter der Verfügbarkeit von 2022.**

Entsprechend schwach mit Durchschnittsnoten von 3,6 bzw. 3,9 wird die Verfügbarkeit von Gewerbe- und Industrieflächen in der Unternehmensbefragung bewertet. In München liegt die entsprechende Bewertung bei 2,7 – über eine halbe Note im Durchschnitt höher. Das verdeutlicht, wie problematisch die Flächensituation für solche Unternehmen ist, die davon betroffen sind. Hierbei geht es sowohl um neue Flächen als auch die Sicherung von Bestandsflächen.



⁵ Zu diesem Item liegen keine Benchmarkergebnisse aus München vor.

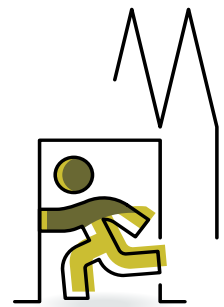
Die Stadt Köln und die umliegende Region

Die Stadt Leverkusen, der Rheinisch-Bergische Kreis, der Rhein-Sieg-Kreis und der Rhein-Erft-Kreis bilden die umliegenden Regionen der Stadt Köln. Mit Blick auf das IW-Regionalranking, welches alle 400 Kreise in Deutschland empirisch fundiert in den Bereichen Wirtschaftsstruktur, Arbeitsmarkt und Lebensqualität miteinander vergleicht (Kempermann et al., 2024), zeigen sich folgende Befunde:

- Die Region Köln zählt nicht zu den stärksten Agglomerationsräumen in Deutschland. Die Regionen München, Frankfurt, Berlin und Hamburg schneiden in der Bewertung des aktuellen Ist-Zustandes deutlich stärker ab.
- Anders als in den Agglomerationsräumen Hamburg oder München fungiert die Stadt Köln nicht als urbanes Zugpferd der Region. Sowohl in der Niveau- als auch in der Dynamikplatzierung sind Teile der umliegenden Region, d. h. die Stadt Leverkusen und der Rheinisch-Bergische Kreis, vor der Stadt Köln platziert.

Die Ergebnisse zeigen wichtige Stellschrauben, über die Köln und Region in Zukunft wieder einen dynamischeren Pfad einschlagen könnten:

- Leverkusen hat es in den letzten Jahren mit einer erheblichen Senkung der Gewerbesteuersätze von 475 auf 250 Prozent vorgemacht: In der Folge stieg der Gewerbesaldo 2020 auf 4,2 und lag 2022 immer noch bei 3,9 je 1.000 Einwohner. Das bedeutet Rang 1 in Vergleich aller 400 Kreise und kreisfreien Städte. Durch die Hebesatzsenkung gingen die Steuereinnahmen deshalb nicht zurück, sondern stiegen an. Lag Leverkusen 2020 noch auf Rang 43, war es 2022 bereits Rang 13. In Köln liegt die gemeindliche Steuerkraft je Einwohner um rund 20 Prozent niedriger. Das bedeutet Rang 30 im deutschlandweiten Vergleich.
- **Aus Köln wandern im Saldo die 30-50-Jährigen ab. Damit liegt die Stadt auf Rang 391 von 400.** Hamburg und München stehen auch hier wesentlich besser da. Gründe dafür liegen in der Wirtschaftsstruktur, die im Vergleich weniger produktiv ist und den damit einhergehenden geringeren Arbeitsentgelten als in Hamburg und München. Damit einhergehend führen die hohen Immobilienpreise, die auch von der geringen Anzahl an Baugenehmigungen getrieben werden, zu Abwanderungen in die umliegenden Regionen. In Köln liegen auch die Straftaten je 100.000 Einwohner (Rang 395) und die private Überschuldung (Rang 323) deutlich höher als in den Referenzstädten.



Rang 391

belegt Köln in Bezug auf die Abwanderung der 30-50-Jährigen.

- Als vorteilhaft für Köln und Region könnte sich mittelfristig die vorhandene Energieinfrastruktur und die Nähe zum Rheinischen Revier erweisen. Die energieintensive Industrie hat sich ursprünglich in Köln wegen der Nähe zur Kohle angesiedelt. Auch wenn der Kohlenabbau voraussichtlich 2030 sein Ende finden sollte, existiert erstens noch das leistungsfähige Energienetz und zweitens werden – auch
- durch die Fördermittel nach dem Investitionsgesetz Kohleregionen (InvKG) – neue Energieerzeugungsinfrastrukturen errichtet. Wenn sich die Energiepreise in wettbewerbsfähige Regionen entwickeln sollten, wäre dies nicht nur für Microsoft mit der Ansiedlung von KI-Rechenzentrum in Bergheim und Bedburg ein Argument, sich in Köln und Region niederzulassen.

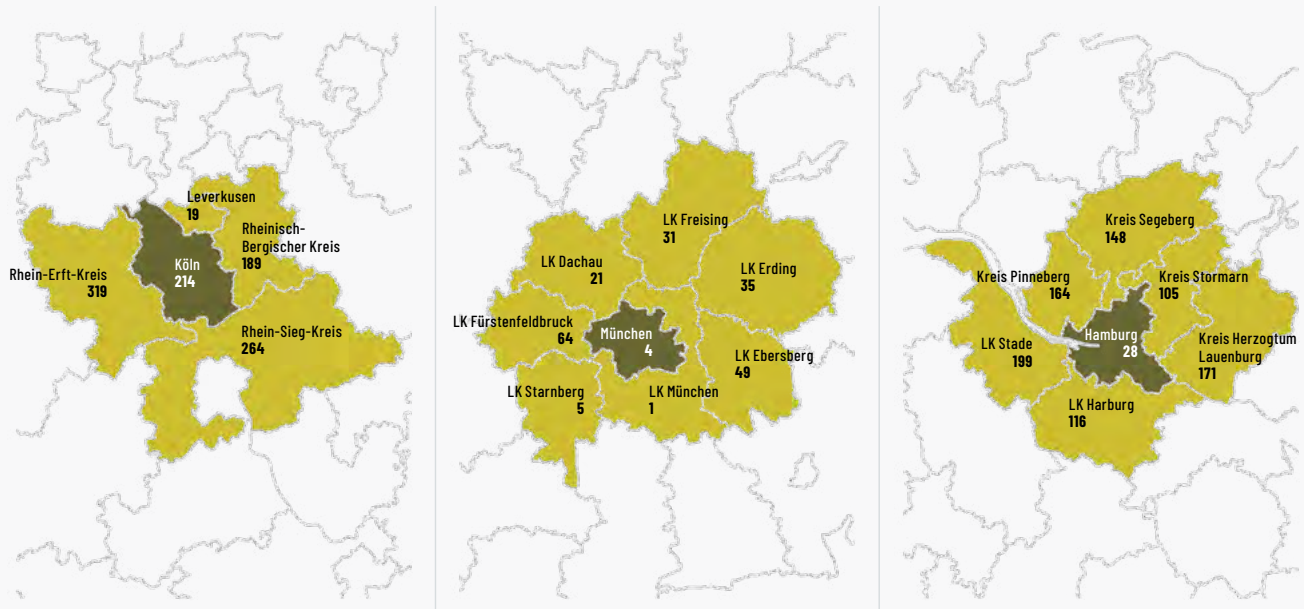
Tabelle 3-1 | Die Region Köln
im Vergleich mit ausgewählten anderen Agglomerationsräumen
Die Tabelle zeigt die Ergebnisse des Regionalrankings 2024 für ausgewählte Agglomerationsregionen.

Agglomerationsregion	Durchschnittliche Platzierung (Niveau)
Köln und Region (Stadt Köln, Stadt Leverkusen, Rhein-Erft-Kreis, Rhein-Sieg-Kreis, Rheinisch-Bergischer Kreis)	201
München (Stadt München, Landkreis München, Landkreis Dachau, Landkreis Fürstenfeldbruck, Landkreis Starnberg, Landkreis Freising, Landkreis Erding, Landkreis Ebersberg)	26
Frankfurt (Stadt Frankfurt a. M., Stadt Offenbach a. M., Landkreis Offenbach, Landkreis Groß-Gerau, Main-Taunus-Kreis, Hochtaunuskreis)	81
Berlin (Stadt Berlin, Landkreis Dahme-Spreewald, Landkreis Teltow-Fläming, Landkreis Potsdam-Mittelmark, Landkreis Oberhavel, Landkreis Barnim, Landkreis Oder-Spree, Stadt Potsdam, Landkreis Märkisch-Oderland)	99
Hamburg (Stadt Hamburg, Landkreis Stormarn, Landkreis Harburg, Landkreis Segeberg, Landkreis Pinneberg, Landkreis Herzogtum Lauenburg, Landkreis Stade)	133

Quelle: Kempermann et al. (2024)

Abbildung 3-3 | Regionale Strukturen ausgewählter Vergleichsräume

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse des Regionalrankings 2024 für ausgewählte Agglomerationsregionen.

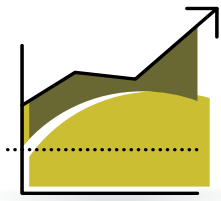


Quelle: Kempermann et al. (2024)

■ In der Gesamtschau lässt sich feststellen, dass in den beiden Städten des Agglomerationsraumes gute wirtschaftliche Bedingungen herrschen. Die Wirtschaft ist in Köln und Leverkusen durch ein hohes Qualifikationsniveau ihrer Beschäftigten und einer überdurchschnittlichen Wissensorientierung geprägt. Allerdings sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen unter Berücksichtigung der Abgabenlast für Unternehmen nicht die gleichen; die Wettbewerbsfähigkeit der Stadt Köln ist in dieser Hinsicht eingeschränkt. Die umgebenden Landkreise hingegen punkten bei der Lebensqualität. Hervorzuheben ist allerdings, dass in der gesamten Agglomeration die Baugenehmigungen unterdurchschnittlich sind. Dies kann mittelfristig den Zuzug verlangsamen und negative Folgen für die Positionierung der Unternehmen

im Wettbewerb um Fachkräfte nach sich ziehen. Mit Blick auf die berücksichtigte Indikatorik des IW-Regionalranking 2024 lassen sich am aktuellen Rand individuelle Stärken des Agglomerationsraumes identifizieren:

- Die Stadt Leverkusen schneidet im Bereich Wirtschaftsstruktur überdurchschnittlich stark ab. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind mit geringen Gewerbesteuerhebesätzen wettbewerbsfähig. Diese werden von Unternehmen und Unternehmerinnen wahrgenommen und äußert sich im bundesweit höchsten Gewerbesaldo. Der Handlungsspielraum der öffentlichen Hand ist gemessen an der gemeindlichen Steuerkraft infolge der Attraktivität als Wirtschaftsstandort groß. Neben starken Industrieunternehmen ist



Leverkusen

zählt bundesweit zu den 20 Städten, die sich am dynamischsten entwickeln.



Köln

punktet sowohl bei der Wirtschaftsstruktur als auch bei Faktoren des Arbeitsmarktes.

jeder vierte Beschäftigte in Leverkusen in wissensintensiven Dienstleistungen tätig; jeder fünfte Beschäftigte verfügt über eine akademische Ausbildung.

- Die Stärken des Rheinisch-Bergischen Kreises liegen in Faktoren schwerpunktmäßig auf Faktoren der Lebensqualität. Die private Überschuldung und das Kriminalitätsniveau sind unterdurchschnittlich, während der Anteil naturnaher Flächen, der Zuzug der 30- bis 50-Jährigen sowie die ärztliche Versorgung überdurchschnittlich sind. Weiterhin ist der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen und der hochqualifizierten Beschäftigten über dem Durchschnitt.

- Die Stadt Köln punktet sowohl bei der Wirtschaftsstruktur als auch bei Faktoren des Arbeitsmarktes. Insbesondere die hohe gemeindliche Steuerkraft, der Anteil wissensintensiver Dienstleistungen, die demographischen Strukturen und der Anteil hochqualifizierter Beschäftigten sind hervorzuheben. Hier schneidet Köln überdurchschnittlich ab. Stärken bei der Lebensqualität sind dagegen nur punktuell auszumachen, etwa beim Zuzug junger Menschen zwischen 25 und 30 Jahren sowie bei der ärztlichen Versorgung.

- Im Rhein-Sieg-Kreis fallen Faktoren der Lebensqualität auf, insbesondere ein geringes Schuldenniveau sowie eine hohe Zuwanderung der 30- bis 50-Jährigen.
- Der Rhein-Erft-Kreis, der auch Teil des Rheinischen Braunkohlereviere ist, verfügt nur über punktuelle Stärken. Diese liegen trotz der wirtschaftsstrukturellen Herausforderungen im Gewerbesaldo und in der gemeindlichen Steuerkraft. Darüber hinaus verzeichnet der Kreis Zuzug bei den 25- bis 30-Jährigen.

- Auch mit Blick auf die Entwicklung in den vergangenen Jahren lassen sich regionale Besonderheiten herausarbeiten:

- Die Stadt Leverkusen zählt bundesweit zu den 20 Städten, die sich am dynamischsten entwickeln. In allen drei Bereichen ist die Entwicklung in Summe überdurchschnittlich, etwa bei der Entwicklung der gemeindlichen Steuerkraft, der Transformation der Wirtschaft mit einer Zunahme der Beschäftigten in wissensintensiven Dienstleistungen, der Zunahme der hochqualifizierten Beschäftigten und der steigenden Integration von Frauen auf dem Arbeitsmarkt.

- Die Entwicklung im Rheinisch-Bergischen-Kreis verläuft ebenfalls in allen drei Bereichen überdurchschnittlich. Die starke Zunahme der hochqualifizierten und in wissensintensiven Dienstleistungen Beschäftigten sowie eine Verbesserung der Lebensbedingungen sind besonders auffallend.

- Die Entwicklung der Stadt Köln verlief in den vergangenen Jahren unterdurchschnittlich zum Bundesdurchschnitt. Nichtsdestoweniger sind punktuelle Positiventwicklungen zu benennen. Die gemeindliche Steuerkraft, die wissensintensiven Dienstleistungen sowie das Qualifikationsniveau der Beschäftigten sind weitergewachsen.

- Der Rhein-Sieg-Kreis fällt in seiner Entwicklung hinter dem Bundesdurchschnitt zurück. Dies betrifft alle drei Bereiche. Am geringsten ist der Abstand bei Faktoren des Arbeitsmarktes, insbesondere mit Blick auf die Beschäftigungsrate von Frauen.

- Der Rhein-Erft-Kreis entwickelt sich ausgehend von einem geringen Niveau überdurchschnittlich positiv. Insbesondere Faktoren des Arbeitsmarktes und der Lebensqualität punkten, zudem ha-



ben sich kreisweit die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gemessen an den Gewerbesteuerhebesätzen verbessert.

- Die Auseinandersetzung mit den regionalen Stärken des Agglomerationsraumes zeigt, dass die Ausgangsbedingungen und die jüngere Dynamik als heterogen zu bewerten sind. Dies birgt Chancen, aber auch Herausforderungen für die Positionierung der Stadt Köln. Eine Chance besteht, da die Stärken der Region auch zu einer Kräftigung der Positionierung der Stadt Köln beitragen können, etwa mit Blick auf die Bereitstellung von Wohnstandorten mit hoher Lebensqualität. Eine Herausforderung besteht darin, dass sich auch Standortnachteile im intraregionalen Wettbewerb für den Wirtschaftsstandort Köln ergeben. Besonders hervorzuheben sind die hohen Gewerbesteuerhebesätze. Zudem ist zu hinterfragen, wie groß die Ausstrahlungskraft der Stadt Köln insgesamt ist.

Mit Blick auf die großen Herausforderungen für die städtische Wirtschaftsentwicklung – von der Bereitstellung von Industrie- und Gewerbeflächen über funktionierenden Nahverkehr bis hin zur Wohnraumversorgung – können interkommunale und regional ausgelegte Entwicklungslinien dazu beitragen, neue und effiziente Strukturen aufzubauen und ganzheitlichere Lösungen für den Agglomerationsraum Köln bedeuten. Das Agglomerationskonzept des Region Köln/Bonn e.V. definiert für die Kreise Düren, Euskirchen, Ahrweiler, dem Rhein-Kreis Neuss, dem Rhein-Erft-Kreis, dem Rhein-Sieg-Kreis, dem Rheinisch-Bergischen Kreis, dem Oberbergischen Kreis sowie für die Städte Bonn, Köln, Leverkusen ein räumliches „Strukturbild 2040+“, um räumliche Strukturen abgestimmt aufeinander weiterzuentwickeln. Damit werden Themen wie interkommunale Wirtschaftsflächen, Mobilitätsinfrastrukturen, Klimawandelvorsorge oder Innenentwicklung adressiert und gemein-

same Leitlinien für abgestimmte, regionale Teilstrategien definiert. Darüber hinaus entwickeln Teilräume eigene Entwicklungsstrategien, wie Köln (Kölner Perspektiven 2030+, Stadtentwicklungskonzept Wirtschaft), das Bergische Land (REGIONALE 2025) oder Leverkusen (Perspektiven Leverkusen 20240+). Mit der Ausdifferenzierung von Entwicklungslinien auf unterschiedlichen Handlungs- und Planungsebenen steigt die Komplexität widerspruchsfreie und aufeinander abgestimmte Entwicklungsrichtungen zu bestimmen und umzusetzen.

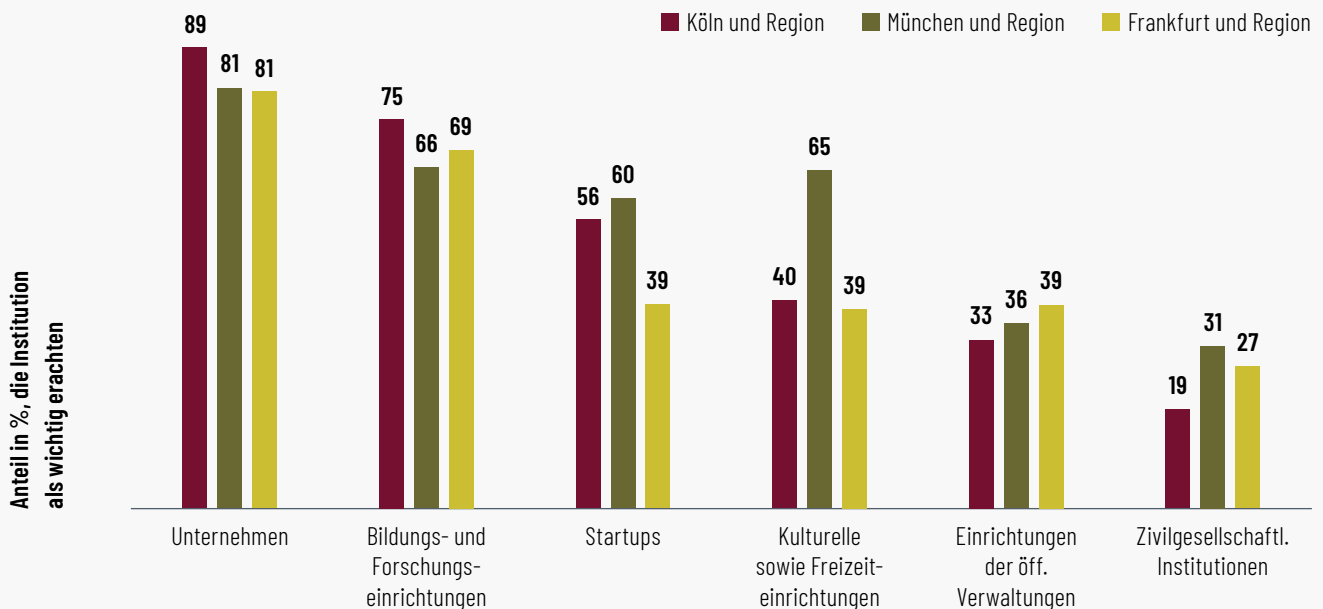
Gefragt nach den Akteuren, die für den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erfolg der Region Köln ausschlaggebend sind, sehen die Unternehmen in Köln und Region sich

selbst als besonders wichtig, wie aus Abbildung 3-4 hervorgeht. Darüber hinaus halten Sie Bildungs- und Forschungseinrichtungen als wertvolle Taktgeber, gefolgt von Start-ups sowie Kultur- und Freizeiteinrichtungen. Öffentliche Verwaltungen und zivilgesellschaftliche Institutionen werden dagegen weniger oft wichtig wahrgenommen. Durch die Befragung von Münchner und Frankfurter Unternehmen zeigen sich Besonderheiten in Köln. Gegenüber dem Münchner und Frankfurter Ökosystem werden Unternehmen und Bildungs- und Forschungseinrichtungen eine höhere Bedeutung zugeschrieben. Start-ups sowie Kultur-/Freizeiteinrichtungen werden weniger bedeutend für den Kölner Kontext als für den Münchner Kontext aus Sicht der Unternehmen bewertet.

Abbildung 3-4 | Relevante Akteure aus Sicht von Unternehmen

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Unternehmensbefragung.

Frage: „Wie wichtig sind Ihrer Meinung nach die folgenden Institutionen für den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erfolg in Köln und der umliegenden Region?“ / „... in München und der umliegenden Region?“ / „... in Frankfurt/RheinMain?“ N ≥ 237 (Köln und Region), N ≥ 50 (München und Region), N ≥ 50 (Frankfurt und Region)



Quelle: Unternehmensbefragung

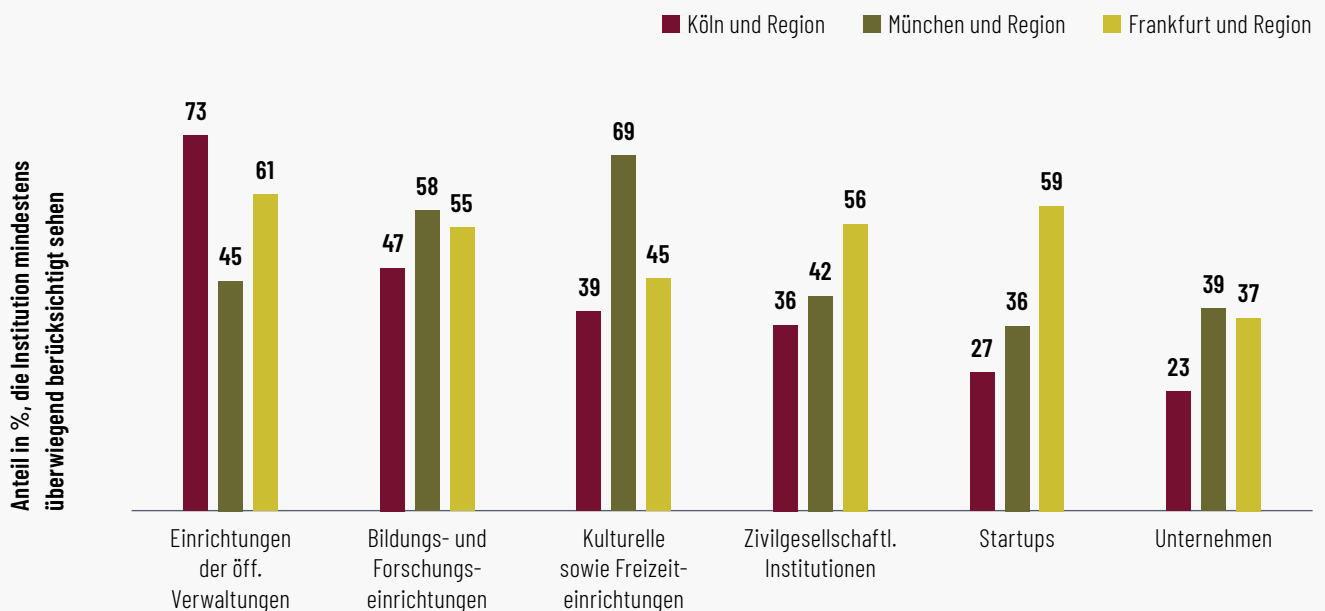
Insgesamt antworteten die Unternehmen in München und Frankfurt ausgewogener (gerade die am wenigsten wichtig erachteten Institutionen erfahren noch deutlich mehr Zustimmung als in Köln), was auf eine stärkere Egalität der unterschiedlichen Akteure im Ökosystem hinweisen könnte.

Es zeigt sich allerdings, dass die Unternehmen ihre Meinung und Bedürfnisse nicht ausreichend in der Stadtverwaltung und Kommunalpolitik berücksichtigt sehen. Aus Sicht der Unternehmen werden vor allem die Meinungen und Bedürfnisse der eigenen Verwaltungseinheiten gesehen, die aber von den Unternehmen als weniger wesentlich für den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Erfolg angesehen werden. Im Vergleich zu

München und Frankfurt wird nicht nur die im obigen Absatz beschriebene ausgewogenere Wahrnehmung der Bedeutung der Akteure deutlich, sondern auch, dass ihre Meinungen und Bedürfnisse mehr Einfluss nehmen auf Stadtverwaltung und Kommunalpolitik. Die Diskrepanz ist erheblich: **Während aus Sicht der Kölner Unternehmen die Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung zu 73 Prozent und Unternehmen zu 23 Prozent Gehör finden (mindestens überwiegend), liegen die entsprechenden Anteile aus Sicht der Münchener Unternehmen am Standort bei 45 und 39 Prozent und aus Sicht der Frankfurter Unternehmen am Standort bei 61 und 37 Prozent.**

Abbildung 3-5 | Berücksichtigung unterschiedlicher Akteure in Stadtverwaltung und Kommunalpolitik aus Sicht von Unternehmen

Ergebnisse basierend auf einer Unternehmensbefragung von Unternehmen in der Region Köln und München. Frage: „Inwieweit werden Ihrer Meinung nach die Bedürfnisse der folgenden Institutionen von der Stadtverwaltung und Kommunalpolitik berücksichtigt?“ / „... in Frankfurt/RheinMain?“ N ≥ 186 (Köln und Region), N ≥ 36 (München und Region), N ≥ 36 (Frankfurt und Region)



Quelle: Unternehmensbefragung





Bedeutung der Wirtschaft für den städtischen Haushalt

04

04 Bedeutung der Wirtschaft für den städtischen Haushalt

Was hat die lokale Wirtschaft mit der Stadtkasse zu tun? Die Antwort lautet: Einfach viel! Im Folgenden werden die städtischen Haushalte und die Rolle der Steuerarten, bei denen die lokale Wirtschaft besonders relevant ist, näher untersucht.



KERNBOTSCHAFTEN

- Die Wirtschaft ist zentral für die Steuereinnahmen in Köln. Knapp 90 Prozent der Steuereinnahmen kommen aus der Wirtschaft. Die wichtigste Steuer für den kommunalen Haushalt ist die Gewerbesteuer.
- Das Verarbeitende Gewerbe ist nicht nur stärkster Gewerbesteuerzahler, es trägt auch überproportional zu ihr bei. Während es einen Anteil von 22,2 Prozent an den Steuereinnahmen hält, liegt der Beschäftigtenanteil mit 20,9 Prozent darunter.
- Köln liegt aktuell auf Platz 6 der 15 Städte mit über 500.000 Einwohnern in Deutschland bei der Steuereinnahmekraft und bei der Dynamik der letzten fünf Jahre auf Platz 10. Das sollte nicht den Ansprüchen einer Millionenstadt wie Köln gerecht werden, zumal die Dynamik anzeigt, dass andere Großstädte bei der finanziellen Performance aufholen.
- Eine bessere wirtschaftliche Performance bietet Köln große Chancen bei den Steuereinnahmen: Hätte Köln die durchschnittlichen Steuereinnahmen der Top-3-Städte, lägen die kommunalen Gesamteinnahmen um rund eine Milliarde Euro und damit fast 20 Prozent höher als es aktuell der Fall ist.
- Kleine Verbesserungen helfen nicht weiter, es muss ein großer Sprung her. Köln hängt – anders als Frankfurt oder Düsseldorf – an den Schlüsselzuweisungen aus dem Finanzausgleich. Bis zur Schwelle des Finanzausgleichs sinkt die Schlüsselzuweisung (Gemeindeumlage) um ca. 90 Prozent der zusätzlichen Einnahmen. Effektiv verbleiben also nur rund 10 Prozent der zusätzlichen Gewerbesteuereinnahmen in der Stadtkasse. Erst wenn Köln rund eine halbe Milliarde Euro mehr einnimmt, profitiert die Stadt bei jedem weiteren Euro vollständig von weiteren Steuereinnahmen. Das entspricht gut der Hälfte der Differenz zu den Top-3 Städten.
- Neben branchenbedingten Unterschieden in Gewerbesteuereinnahmen gibt es auch große Unterschiede zwischen Unternehmen innerhalb von Branchen. Der Anteil von Unternehmen, die innerhalb von Branchen überhaupt Gewerbesteuer zahlen, schwankt. Es kommt also auch darauf an, Unternehmen lokal anzusiedeln, die wahrscheinlich Gewerbesteuer zahlen. Gewerbesteuer wird proportional zu den realisierten Gewinnen fällig. Allerdings variieren die Gewinnspannen erheblich.

Mit seinen über eine Million Einwohner ist Köln die viertgrößte Stadt in Deutschland. Anders als Berlin oder Hamburg ist Köln kein Stadtstaat, ebenso wenig ist Köln wie München eine Landeshauptstadt. Über 500.000 Einwohner weisen in Deutschland 15 Städte auf, darunter die Landeshauptstädte Düsseldorf, Stuttgart, Hannover und Dresden, Dortmund, Essen und Duisburg, Frankfurt am Main, Leipzig, Bremen und Nürnberg. Großstädte haben als urbane Kristallisationspunkte viel mehr Aufgaben als kleinere Städte. Dadurch steigt der finanzielle Bedarf mit der Größe einer Gemeinde überproportional an. Zum einen halten größere Städte Infrastrukturen vor, die oftmals auch von der umliegenden Region genutzt werden. Zum anderen haben größere Städte meist mehr soziale Aufgaben zu bewältigen, weil sich Hilfsbedürftige dort konzentrieren. Vor diesem Hintergrund werden in diesem Kapitel nur die größeren Städte miteinander verglichen.

Steuereinnahmekraft im Vergleich

Im Zentrum stehen dabei die besonders **finanzstarken Städte. Diese werden an der Steuereinnahmekraft je Einwohner festgemacht. Hier steht Köln im Vergleich auf Rang 6** (Tabelle 4-1). Köln zählt damit noch zu den Städten, deren Steuereinnahmekraft über 2.000 Euro je Einwohner liegt. An der Spitze liegt Frankfurt am Main mit 3.419 Euro je Einwohner, gefolgt von München (2.936 Euro) und Düsseldorf (2.401 Euro). Ebenfalls noch vor Köln stehen Hamburg (2.198 Euro) und Stuttgart (2.139 Euro)⁶. Am unteren Ende steht Duisburg mit 994 Euro. Dieses Bild aus dem Jahr 2021 ist durch die Corona-Pandemie beeinflusst. Im Jahr 2019 stand Köln noch auf Rang 7, hinter Hannover auf Rang 6. Die Top-5-Städte konnten auch während der Corona-Pandemie ihren Rang halten. Mit Ausnahme Hannovers ist in allen Großstädten die absolute Steuereinnahmekraft je Einwohner im Zeitraum 2019 bis 2021 gewachsen.



Rang 6

belegt Köln unter den finanzstarken Städten in Bezug auf die Steuereinnahmekraft je Einwohner.

Die Steuereinnahmekraft hat erhebliche Auswirkungen auf die Einnahmen der Stadt: Hätte Köln je Einwohner eine Steuereinnahmekraft von 2.930 Euro – was dem Mittelwert der führenden drei Großstädte entspricht – wären die Steuereinnahmen 967 Millionen Euro höher ausgefallen. Bei einer Performance wie der drei letztplatzierte Städten würden hingegen 1.030 Millionen Euro Steuereinnahmen in der Stadtkasse fehlen. Dieser Unterschied entspricht fast der Hälfte der tatsächlichen Kölner Steuereinnahmekraft von 2,2 Milliarden Euro.

FAZIT

Die Stadt Köln liegt bei der Steuereinnahmekraft in der oberen Hälfte der Großstädte. Allerdings könnten die Steuereinnahmen der Stadt Köln deutlich höher ausfallen, wenn der Standort an die Performance der Top-3-Vergleichsstädte anknüpfen könnte. Gleichzeitig würden erheblich weniger Steuereinnahmen in die Stadtkasse fließen, wenn bei der Performance nachgelassen würde.

⁶ Für Hamburg und Stuttgart liegen bei den jeweiligen Statistischen Landesämtern keine aktuellen Daten zu den Gemeindefinanzen vor. Daher werden diese Städte bei den weiteren Vergleichen nicht weiter betrachtet.



Tabelle 4-1 | Steuereinnahmekraft je Einwohner im Vergleich

Steuereinnahmekraft in Euro je Einwohner. Die Steuereinnahmekraft umfasst die Grundsteuer, Gewerbesteuer sowie gemeindliche Anteile an der Umsatz- und Einkommenssteuer, damit macht sie den Großteil der gemeindlichen Steuereinnahmen aus.⁷ Vergleich der Großstädte mit mehr als 500.000 Einwohnern.

Gemeinde	Rang	Steuereinnahmekraft im Jahr 2021
Frankfurt am Main	1	3.419
München	2	2.969
Düsseldorf	3	2.401
Hamburg	4	2.198
Stuttgart	5	2.136
Köln	6	2.038
Nürnberg	7	1.842
Hannover	8	1.809
Bremen	9	1.647
Berlin	10	1.396
Essen	11	1.349
Dortmund	12	1.338
Dresden	13	1.190
Leipzig	14	1.080
Duisburg	15	994
<i>Zur Information:</i>		
Regierungsbezirk Köln		1.499
Nordrhein-Westfalen		1.415
Deutschland		1.476

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023a), eigene Berechnungen

⁷ Weitere Steuereinnahmen auf Gemeindeebene sind unter anderem die Zweitwohnungssteuer, Vergnügungssteuer oder Hundesteuer. Hier wird aus Gründen der Datenverfügbarkeit über alle Gemeinden die Steuereinnahmekraft dargestellt.

42%

der Einzahlungen in Köln
stammen aus Steuern und
ähnlichen Abgaben.



Gesamte Einzahlungen im Vergleich

Gleichwohl sind die Steuereinnahmen nur ein Teil der gesamten Einzahlungen einer Gemeinde. Die Steuern und ähnliche Abgaben⁸ zählen zu den sogenannten „Einzahlungen aus der laufenden Verwaltungstätigkeit“. Zuwendungen, Entgelte und Umlagen sind ein weiterer wichtiger Posten. Darüber hinaus können Gemeinden Schulden aufnehmen, und so Einzahlungen aus der Finanzierungstätigkeit erzielen. Schließlich können auch aus Investitionstätigkeiten Einzahlungen resultieren (z. B. Veräußerungen von Sachvermögen, Investitionsbeiträge, Veräußerungen von Finanzvermögen).

Aus den verschiedenen Quellen kamen im Jahr 2022 in Köln Einzahlungen von 6.132 Euro je Einwohner zusammen (Abbildung 4-1). 79 Prozent dieser Einzahlungen stammen aus der laufenden Verwaltungstätigkeit, wobei 42 Prozent Steuern und ähnliche Abgaben ausmachen und 39 Prozent Zuwendungen, Entgelte und Umlagen. Rund 17 Prozent der Einzahlungen stammen aus der Finanzierungstätigkeit (Schuldenaufnahme). Die Investitionstätigkeit spielt mit 2 Prozent kaum eine Rolle.

Je Einwohner wies Köln im Jahr 2022 zwar vergleichsweise hohe Einzahlungen auf. Nur Frankfurt am Main liegt mit 6.326 Euro je Einwohner höher. Treiber in Köln war allerdings die Schuldenaufnahme, während die

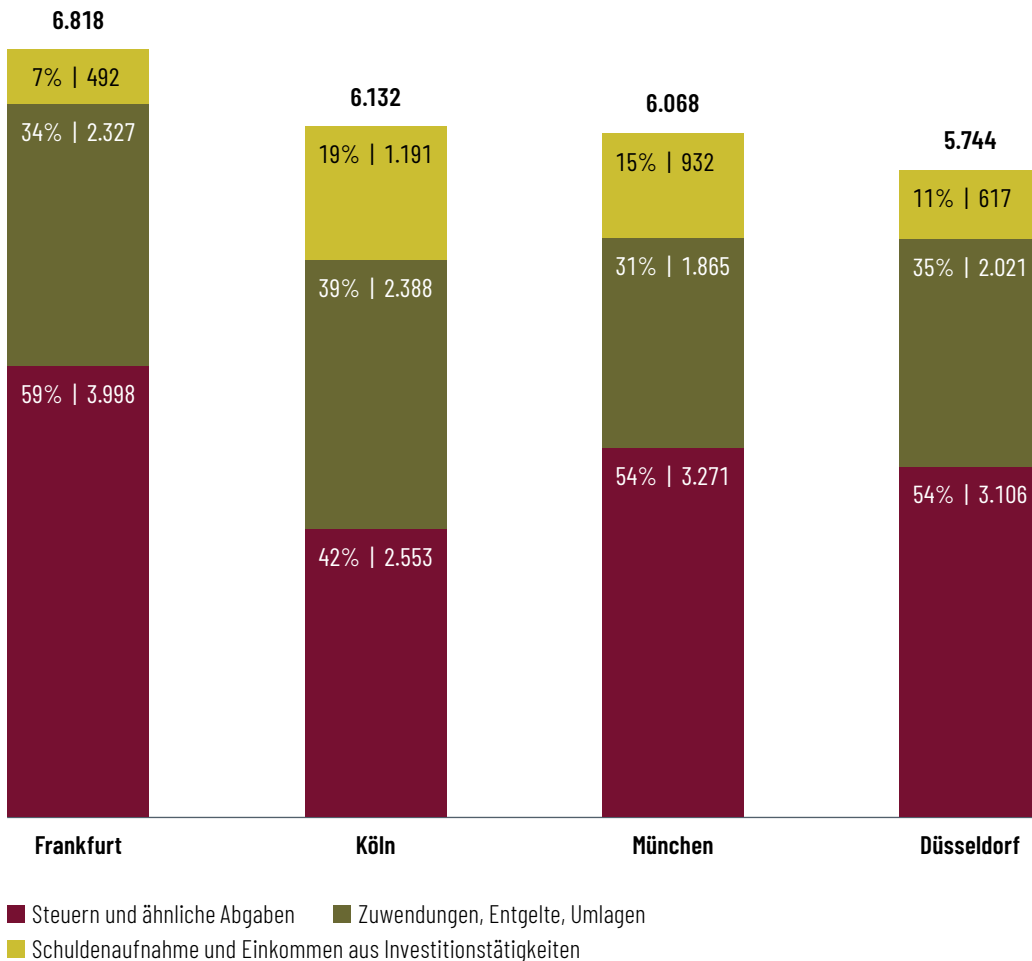
⁸ Zu den ähnlichen Abgaben zählen beispielsweise Fremdenverkehrsabgaben oder Hand- und Spanndienste. Steuern stellen rund 90 Prozent des Postens „Steuern und ähnliche Abgaben“.

laufende Verwaltungstätigkeit im Vergleich den geringsten Beitrag lieferte. **Insbesondere machen in Köln die Steuern und ähnlichen Abgaben mit 42 Prozent den kleinsten Anteil der Einnahmen aus. In Düsseldorf liegt der Anteil bei 54 Prozent. Auch in München (ebenfalls 54 Prozent) und in Frankfurt am Main (59 Prozent) leisten die Steuern und ähnliche Abgaben einen deutlich größeren Beitrag zu den Einnahmen.**

FAZIT

Eine hohe Steuerkraft trägt wesentlich zu überdurchschnittlichen Einzahlungen bei.

Abbildung 4-1 | Struktur der Einzahlungen der Stadt Köln im Vergleich
Einzahlungen in Euro je Einwohner (2022)

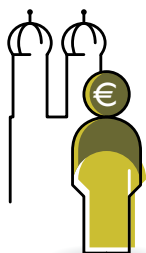


Quelle: IT.NRW (2023), Hessisches Statistisches Landesamt (2023a), Bayrisches Landesamt für Statistik (2023), eigene Berechnungen



4.594 €

rechnerische Schulden
in Köln pro Kopf.



1.021 €

rechnerische Schulden
in München pro Kopf.

Schulden im Vergleich

Hinter den Einnahmestrukturen stehen unterschiedliche Schuldenstände. **Jeder Einwohner und jede Einwohnerin in Köln hatte im Jahr 2020 durch die Stadt rechnerisch Schulden in Höhe von 4.594 Euro. Die geringsten Pro-Kopf-Schulden wies München auf (1.021 Euro)**, aber auch in Düsseldorf liegt der Schuldenstand nur bei 1.730 Euro je Einwohner. Die Stadt Duisburg weist mit 5.126 Euro je Einwohner den höchsten Schuldenstand auf. Frankfurt kommt auf 3.139 Euro Schulden je Einwohner (IT.NRW, 2024b; Hessisches Statistisches Landesamt, 2023b; Bayrisches Landesamt für Statistik, 2024). Die aus den Schulden resultierende Zinsbelastung je Einwohner war aufgrund der Niedrigzinsphase eher gering. Sie lag im Jahr 2022 bei nur 20 Euro je Einwohner in Köln und bei 29 Euro in Duisburg. In Düsseldorf entfielen sogar nur 9 Euro je Einwohner auf die Auszahlungsposition „Zinsen und sonstige Finanzanlagen“. Allerdings birgt ein höherer Schuldenstand ein Risiko für den Stadthaushalt: Steigende Zinsen können schnell zu einem deutlichen Anstieg der Zinsbelastung im Verwaltungshaushalt führen. Werden in einer Stadt mit gut 1 Million Einwohnerinnen und Einwohner statt 0,5 Prozent beispielsweise 4,5 Prozent bei einem Schuldenstand von 4.594 Euro je Einwohner fällig, steigt die Zinsbelastung von knapp 23 auf 207 Euro je Einwohner. Damit wären statt 25 rund 224 Millionen Euro für die Zinszahlungen aufzubringen.

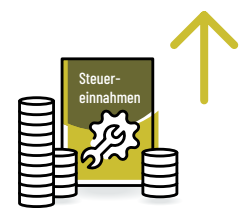
FAZIT

Hohe Schuldenstände bergen bei steigenden Zinsen Risiken für den Verwaltungshaushalt, da mehr Auszahlungen für den Schuldendienst aufgebracht werden müssen. Durch eine Verbesserung der Steuerbasis sinkt die Wahrscheinlichkeit, auf zusätzliche Schulden angewiesen zu sein.

Wirtschaftsnahe Steuern im Vergleich

Es gibt verschiedene Steuerarten, die zur Stärkung der Finanzen einer Stadt beitragen. Vereinfachend kann zwischen Steuerarten unterschieden werden, bei denen die Wirtschaft nicht relevant ist und bei denen die Wirtschaft relevant ist:

- Zu den Steuerarten, bei denen die wirtschaftliche Entwicklung nur eine untergeordnete Rolle spielt, gehören die Grundsteuer, die Zweitwohnungssteuer, die Vergnügungssteuern oder die Hundesteuer. Die wirtschaftliche Entwicklung hat auf diese Steuerarten nur indirekt Einfluss.
- Wirtschaftsrelevante Steuerarten sind die Gewerbesteuer, der Gemeindeanteil an der Einkommensteuer und der Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer. Hier hat die wirtschaftliche Entwicklung direkten Einfluss auf die Höhe des Aufkommens aus den Steuerarten, wobei sich die Wirkungsmechanismen unterscheiden. Daher werden die Treiber der wirtschaftsrelevanten Steuerarten unten gesondert betrachtet.



99%

der geplanten Mehreinnahmen 2025 bei Steuern und ähnlichen Abgaben sollen aus wirtschaftsrelevanten Steuern stammen.

Im Haushalt der Stadt Köln haben die wirtschaftsrelevanten Steuerarten eine hohe Bedeutung. Im Jahr 2022 entfielen laut Haushaltsplan 87,1 Prozent (2.160 Millionen Euro) der Steuereinnahmen (und ähnliche Abgaben) auf Steuerarten, bei denen die Wirtschaft relevant ist. Weitere 319 Millionen Euro (12,9 Prozent aller Steuereinnahmen) entfielen auf die Steuerarten, bei denen die Wirtschaft nicht relevant ist.

Auch in der Planung der Stadt Köln spielen die Steuerarten, bei denen die Wirtschaft relevant ist, eine große Rolle: **Zu den geplanten Mehreinnahmen bis zum Jahr 2025 bei den Steuern und ähnlichen Abgaben** sollen die Steuerarten, bei denen die Wirtschaft nicht relevant ist, 4 Millionen Euro (oder 1 Prozent) beitragen. **405 Millionen**

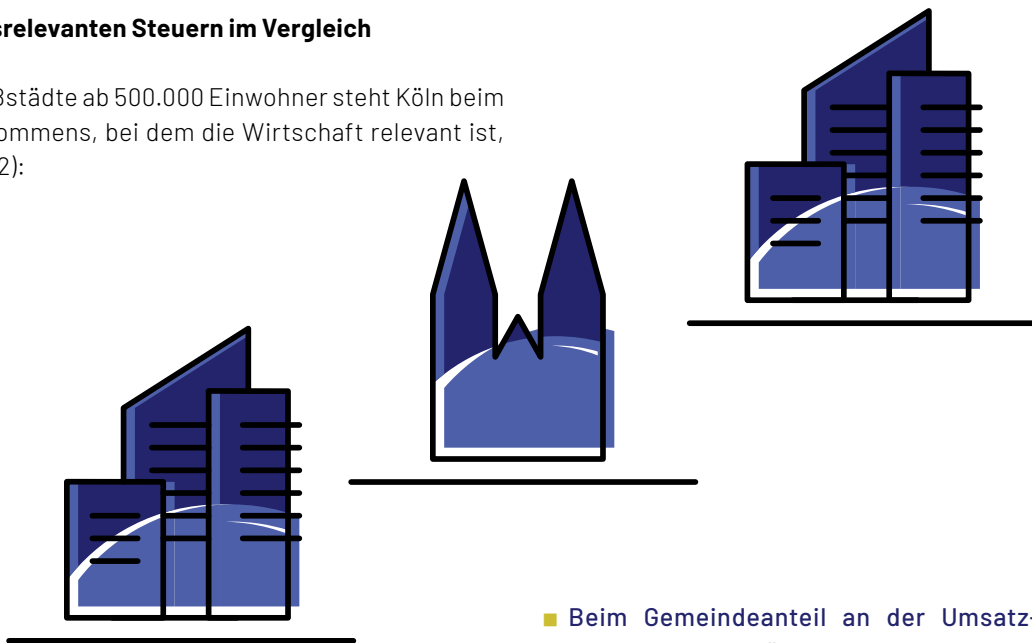
Euro (oder 99 Prozent) sollen dagegen die Steuerarten beitragen, bei denen die Wirtschaft relevant ist: die Gewerbesteuer, der Gemeindeanteil an der Einkommensteuer und der Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer.

FAZIT

Steuerarten, bei denen die Entwicklung der Wirtschaft relevant ist, spielen bei den Steuereinnahmen der Stadt Köln eine sehr wichtige Rolle.

Niveau der wirtschaftsrelevanten Steuern im Vergleich

Beim Vergleich der Großstädte ab 500.000 Einwohner steht Köln beim Niveau des Steueraufkommens, bei dem die Wirtschaft relevant ist, im Mittelfeld (Tabelle 4-2):



- Bei der Gewerbesteuer (Nettoaufkommen nach Abzug der Gewerbesteuerumlage) erreicht Köln mit seinem Aufkommen Rang 4. Im Jahr 2021 flossen je Einwohner 1.287 Euro Gewerbesteuer in die Stadtkasse. Höhere Werte erreichen nur Frankfurt am Main (2.506 Euro je Einwohner), München (2.084 Euro) und Düsseldorf (1.421 Euro). Hamburg (1.211 Euro) und Stuttgart (1.090 Euro) erzielten je Einwohner geringere Gewerbesteuereinnahmen als Köln. Abgeschlagen ist Duisburg, das lediglich 439 Euro Gewerbesteuer je Einwohner einnahm. Es gibt also deutliche Unterschiede zu den Spitzenreitern und den schlechtesten Performern.

- **Beim Gemeindeanteil an der Einkommensteuer erreicht Köln Rang 7.** Im Jahr 2021 flossen aus dem Gemeindeanteil an der Einkommensteuer je Einwohner 581 Euro in die Stadtkasse. Höhere Werte erzielten München (850 Euro je Einwohner), Hamburg (756 Euro), Frankfurt am Main (671 Euro), Stuttgart (660 Euro), Düsseldorf (631 Euro) und Nürnberg (626 Euro). Die geringsten Einnahmen aus dem Gemeindeanteil an der Einkommensteuer erzielte Leipzig (335 Euro je Einwohner).

- **Beim Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer erreicht Köln ebenfalls Rang 7.** Im Jahr 2021 fügte der Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer je Einwohner 181 Euro in die Stadtkasse hinzu. Höhere Werte erreichten Frankfurt am Main (302 Euro je Einwohner), München (229 Euro), Düsseldorf (224 Euro) Stuttgart (200 Euro), Hannover (195 Euro) und Hamburg (183 Euro). Die geringsten Einnahmen aus dem Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer erzielte Berlin (97 Euro je Einwohner).

Rang 7

erreichte Köln beim Gemeindeanteil an der Einkommen- sowie Umsatzsteuer.

FAZIT

Bei den Steuerarten, bei denen die Wirtschaft relevant ist, steht Köln beim Niveau im Mittelfeld. Gleichwohl könnten die Steuereinnahmen deutlich höher ausfallen, wenn man die Performance der Spitzenreiter betrachtet. Dieses Niveau gilt es zu erreichen, indem die Wirtschaft am Standort Köln gestärkt wird.

Tabelle 4-2 | Aufkommensniveau wirtschaftsrelevanter Steuern im Vergleich

Aufkommen in Euro je Einwohner und Rang unter 15 Großstädten mit mehr als 500.000 Einwohnern; Jahr 2021

Stadt	Gesamtrang	Gewerbesteuer netto (Ist-Aufkommen abzgl. Umlage)		Gemeindeanteil an der Einkommensteuer		Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer	
		Aufkommen	Rang	Aufkommen	Rang	Aufkommen	Rang
Frankfurt am Main	1	2.506	1	671	3	302	1
München	2	2.084	2	850	1	229	2
Düsseldorf	3	1.421	3	631	5	224	3
Hamburg	4	1.211	5	756	2	183	6
Köln	5	1.287	4	581	7	181	7
Stuttgart	6	1.090	6	660	4	200	4
Nürnberg	7	976	8	626	6	177	8
Hannover	8	1.065	7	507	9	195	5
Bremen	9	953	9	452	12	153	9
Dortmund	10	725	10	454	11	122	11
Essen	11	670	11	490	10	137	10
Berlin	12	628	13	550	8	97	15
Dresden	13	655	12	380	14	117	12
Leipzig	14	589	14	335	15	117	13
Duisburg	15	439	15	395	13	113	14

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023a), eigene Berechnungen



26,9%

Steigerung des Kölner Gewerbesteueraufkommens je Einwohner von 2016 bis 2021.



59%

Steigerung in Dortmund im gleichen Zeitraum.

Dynamik der wirtschaftsrelevanten Steuern im Vergleich

Die Entwicklung des Steueraufkommens im Zeitraum 2016 bis 2021 wird im Folgenden als Dynamik bezeichnet. Beim Vergleich der Großstädte ab 500.000 Einwohner steht Köln bei der Dynamik der Steuerarten, bei denen die Wirtschaft relevant ist, schlechter da als beim Niveau (Tabelle 4-3). Dies schlägt sich auch in der Dynamik der Steuereinnahmekraft nieder, wo Köln im Vergleich nur auf Rang 10 liegt:

- Bei der Dynamik der Gewerbesteuer (Nettoaufkommen nach Abzug der Gewerbesteuerumlage) liegt Köln (Rang 10) in der unteren Hälfte des Vergleichsfelds. **Im Zeitraum 2016 bis 2021 stieg das Gewerbesteueraufkommen je Einwohner um 26,9 Prozent.** Neun Großstädte erreichten eine teils deutlich höhere Dynamik bei der Gewerbesteuer: **Dortmund konnte die Einnahmen im gleichen Zeitraum um 59 Prozent, Dresden um 51,5 Prozent und Düsseldorf um 50,6 Prozent steigern.** München landete mit 39,7 Prozent auf Rang 6 und damit ebenfalls in der oberen Hälfte des Vergleichsfelds. Abgeschlagen auf den letzten Rang liegt Duisburg, das im Zeitraum 2016 bis 2021 seine Gewerbesteuereinnahmen um lediglich 4,8 Prozent steigern konnte.

- Beim Gemeindeanteil an der Einkommensteuer erreicht Köln im Zeitraum 2016 bis 2021 mit einer Steigerung um 88,1 Prozent Rang 7 im Vergleich. Das erstplatzierte München konnte seinen Gemeindeanteil um 99,1 Prozent steigern, die übrigen besserplatzierten Städte weisen teils nur geringfügig bessere Werte als Köln auf. Die geringste Einnahmensteigerung aus dem Gemeindeanteil an der Einkommensteuer erzielte Düsseldorf (64,4 Prozent).
- Beim Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer erreicht Köln Rang 6. Im Zeitraum 2016 bis 2021 stieg der Kölner Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer je Einwohner um 21,8 Prozent. Die höchste Steigerung erzielte Berlin (42,8 Prozent), gefolgt von Leipzig (37,9 Prozent) und Hamburg (26,4 Prozent). Die geringste Dynamik beim Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer wies Duisburg (14,9 Prozent) auf.

FAZIT

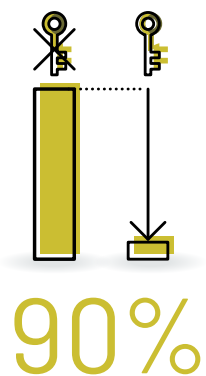
Bei den wirtschaftsrelevanten Steuerarten ist in Köln bereits eine bessere Dynamik erforderlich, um das bestehende Niveau zu halten. Um an die bessere Performance anderer Vergleichsstädte anknüpfen zu können, wäre eine noch deutlichere Erhöhung der Dynamik notwendig. Voraussetzung dafür ist eine Stärkung der Wirtschaft vor Ort. Die Gewerbesteuer stellen einen besonders neuralgischen Hebel dar. Bei der bestehenden Dynamik droht Kölns finanzieller Spielraum im Vergleich zu den anderen Städten zu schrumpfen.

Tabelle 4-3 | Dynamik des Aufkommens wirtschaftsrelevanter Steuern im Vergleich

Entwicklung des Aufkommens je Einwohner von 2016 bis 2021 in Prozent;
Rang unter 15 Großstädten mit mehr als 500.000 Einwohnern

Stadt	Gesamtrang	Gewerbesteuer netto (Ist-Aufkommen abzgl. Umlage)		Gemeindeanteil an der Einkommensteuer		Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer	
		Entwicklung	Rang	Entwicklung	Rang	Entwicklung	Rang
Dortmund	1	59,0	1	89,2	6	19,9	8
Dresden	2	51,5	2	82,1	9	26,0	4
Düsseldorf	3	50,6	3	64,4	15	18,3	11
Berlin	4	42,5	4	91,7	3	42,8	1
Essen	5	41,9	5	67,5	14	16,1	14
München	6	39,7	6	99,4	1	18,6	9
Nürnberg	7	36,4	7	76,8	11	20,2	7
Leipzig	8	33,2	8	93,0	2	37,9	2
Hamburg	9	27,2	9	84,0	8	26,4	3
Köln	10	26,9	10	88,1	7	21,8	6
Bremen	11	26,8	11	89,6	4	16,5	12
Frankfurt am Main	12	25,4	12	69,0	13	24,4	5
Hannover	13	14,5	13	80,8	10	16,5	13
Stuttgart	14	11,8	14	74,3	12	18,5	10
Duisburg	15	4,8	15	89,5	5	14,9	15

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023a), eigene Berechnungen



Abschöpfung der Mehreinnahmen aus einer verbesserten Gewerbesteuergrundlage durch verringerte Schlüsselzuweisungen

Gemeindefinanzausgleich als Bremse für eine Stärkung der Gewerbesteuerkraft

Die Kommunalfinanzen hängen nicht nur von der eigenen Steuerkraft ab, sondern auch von Zuweisungen aus dem Finanzausgleich. In Nordrhein-Westfalen gibt das Gemeindefinanzausgleichsgesetz. Darin ist geregelt, dass Kommunen, die ihren fiktiven Finanzbedarf nicht über ihre Steuerkraft decken können, eine Schlüsselzuweisung erhalten. Diese Schlüsselzuweisung ergibt sich als die Differenz zwischen fiktivem Finanzbedarf und der Steuerkraft. Der fiktive Finanzbedarf hängt von der Einwohnerzahl, der demografischen Struktur, der Anzahl der Beschulten, der Soziallasten, der Zentralität und der Fläche ab. Bei der Steuereinnahmekraft werden fiktive Hebesätze zugrundegelegt, bei der Gewerbesteuer beispielsweise 436 Prozent bei größeren Städten. Damit sollen Mehreinnahmen aus einer Erhöhung des individuellen Hebesatzes bei den Gemeinden verbleiben. Zugleich bekommen Gemeinden Mindereinnahmen aus einer Verringerung des Hebesatzes nicht über den Gemeindefinanzausgleich ausgeglichen, zumindest dann nicht, wenn der Hebesatz unter 436 Prozent sinkt. Damit soll ein ruinöser Gewerbesteuerwettbewerb zwischen den Gemeinden verhindert werden.

Der Gemeindefinanzausgleich führt allerdings auch dazu, dass bei Mehreinnahmen, die nicht aus einer Gewerbesteuerhebesatzerhöhung stammen, sondern über eine verbesserte Gewerbesteuergrundlage, über verringerte Schlüsselzuweisungen zu über 90 Prozent abgeschöpft werden. Damit reduziert die geltende Regelung grundlegend den Anreiz für Kommunen, für eine breitere Gewerbesteuerbasis zu sorgen. Eine Verbesserung der Gewerbesteuerbasis wirkt sich erst dann uneingeschränkt positiv auf die Stadtkasse aus, wenn die Gemeinde keine

Schlüsselzuweisungen aus dem Gemeindefinanzausgleich erhalten hat und zugleich seine Gewerbesteuerbasis weiter stärkt.

Düsseldorf ist aufgrund seiner hohen Wirtschaftskraft seit Jahren aus dem Gemeindefinanzausgleich herausgefallen und erhält keine Schlüsselzuweisungen. Dort nahm vom Jahr 2023 auf das Jahr 2024 die normierte Steuerkraft und die daraus abgeleitete Finanzkraft um 274 Millionen Euro zu. In Köln ist dagegen die normierte Steuerkraft um knapp 11 Millionen Euro gesunken. Durch eine erhöhte Schlüsselzuweisung ist die Finanzkraft zwar dennoch um 27 Millionen Euro gestiegen, was aber nur einem Zehntel des Düsseldorf-Wertes – bei einer deutlich geringeren Einwohnerzahl in Düsseldorf – entspricht.

In Köln müssten für ein Herausfallen aus den Gemeindefinanzausgleich die Steuereinnahmen um rund 500 Millionen Euro steigen, bevor die Mehreinnahmen vollständig der Stadtkasse zugutekommen würden.⁹ Dies ist nicht unrealistisch: Der obige Vergleich bei der Steuereinnahmekraft hat gezeigt, dass eine Performance wie in den Top-3-Städten mit Mehreinnahmen von 967 Millionen Euro verbunden wäre. Insofern besteht die Chance, sich aus der Umklammerung durch den Gemeindefinanzausgleich zu befreien.

FAZIT

Führen verbesserte Rahmenbedingungen zu mehr Gewerbesteuereinnahmen, macht sich dies zunächst nur eingeschränkt in der Stadtkasse bemerkbar. Erst bei einer signifikanten Verbesserung der Performance fließen deutlich mehr Mittel in die Stadtkasse. Eine solche ambitionierte Verbesserung sollte daher das Ziel der Stadt sein.

⁹ Das bezieht sich auf die Netto-Mehreinnahmen nach der bundesweit geltenden Gewerbesteuerumlage.

Exkurs: Gewerbsteuersenkung in Leverkusen

Die Stadt Leverkusen grenzt an Monheim am Rhein, das seit Jahren einen Gewerbesteuerhebesatz von 250 Prozent festgelegt hat. In der Folge haben Unternehmen ihren Sitz von Leverkusen, das vormals mit 475 Prozent einen gleich hohen Gewerbesteuerhebesatz wie Köln festlegte, ins benachbarte Monheim verlagert.

Der Gewerbesteuergrundbetrag je Einwohner – also die Gewerbesteuereinnahmen vor Anwendung des Hebesatzes – betrug im Jahr 2016 in Leverkusen 108 Euro je Einwohner, in Köln waren es 259 Euro und in Duisburg 96 Euro. Im Jahr 2020 hat Leverkusen seinen Gewerbesteuerhebesatz auf 250 Prozent gesenkt. In der Folge stieg der Gewerbesteuergrundbetrag je Einwohner im Vergleich zum Jahr 2016 bis zum Jahr 2022 um 391 Prozent, weil Unternehmen in Leverkusen mehr Gewerbesteuer zahlten. In Köln betrug dieser Anstieg lediglich 22 Prozent, in Duisburg 39 Prozent.

Durch diese Verbesserung des Gewerbesteuergrundbetrags stieg die fiktive Finanzkraft Leverkusens stark an, weshalb die vormalige Schlüsselzuweisung – sie lag im Jahr 2016 noch bei 643 Euro je Einwohner – im Jahr 2022 weggefallen ist. Köln erhielt im Jahr 2022 eine Schlüsselzuweisung von 492 Euro je Einwohner, ein Anstieg um 56 Prozent gegenüber dem Jahr 2016. In

Duisburg legten die Schlüsselzuweisungen je Einwohner um 42 Prozent auf 1.360 Euro zu. Die Gewerbesteuereinnahmen stiegen im Zeitraum 2016 bis 2022 in Leverkusen von 434 auf 1.143 Euro je Einwohner, ein Plus von 157 Prozent. In Köln stiegen die Gewerbesteuereinnahmen im gleichen Zeitraum entsprechend der Veränderung des Gewerbesteuergrundbetrags um 22 Prozent, in Duisburg um 39 Prozent.

Die Schlüsselzuweisungen und die Steuereinnahmen tragen gemeinsam zu den Einzahlungen aus der laufenden Verwaltungstätigkeit bei. Im Jahr 2016 betrugen in Leverkusen diese Einzahlungen 3.304 Euro je Einwohner. Sie stiegen bis zum Jahr 2022 auf 4.001 Euro, ein Anstieg um 21,1 Prozent. In Köln stiegen im Zeitraum 2016 bis 2022 die Einzahlungen aus laufender Verwaltungstätigkeit je Einwohner um 29,6 Prozent auf 4.958 Euro. In Duisburg stiegen die Einzahlungen um 32 Prozent von 3.260 auf 4.304 Euro je Einwohner. Damit stand Duisburg im Jahr 2022 trotz deutlich geringerer Gewerbesteuereinnahmen und einer geringeren Dynamik bei den Einzahlungen besser da als Leverkusen. Für die Zukunft bleibt abzuwarten, ob sich die Dynamik bei den Gewerbesteuereinnahmen in Leverkusen fortsetzt. Wäre dies der Fall, würden die Mehreinnahmen eins zu eins in die Stadtkasse fließen, da die Schlüsselzuweisung nicht weiter gesenkt werden kann.



Gute Basis erhalten

Die wirtschaftsrelevanten Steuern leisten einen signifikanten Beitrag zur Finanzierung der Ausgaben der Stadt Köln. Dennoch ist Köln vom Gemeindefinanzausgleich abhängig. Aufgrund des bestehenden Niveaus bei der Steuerkraft ist Köln in der Lage, viele Ausgaben zu tätigen. Gleichzeitig ist deutlich geworden, dass Städte mit einer höheren Steuereinnahmekraft mehr Mittel für Investitionen in die Zukunft mobilisieren.



Besteuert wird der Gewerbeertrag, weshalb konjunkturelle Schwankungen viel Einfluss auf die Steuern haben können.

Bei einem Hebesatz von
250%
beträgt die
Gewinnbelastung nur
8,75%

Damit Köln auch in der Zukunft seine Aufgaben stemmen und Investitionen in die Zukunft der Stadt tätigen kann, muss die steuerliche Basis gestärkt werden. Aufgrund der Dynamik der wirtschaftsrelevanten Steuerarten besteht aber Grund zur Sorge, dass Köln hier den Anschluss verpassen könnte. Vor allem bei der Gewerbesteuer sollte die Gewerbesteuergrundlage stärker wachsen, um mit dem vorhandenen Gewerbesteuerhebesatz das Niveau bei den Gewerbesteuer-einnahmen zu halten. Sollte die Dynamik ausbleiben, könnte Köln gezwungen sein, zur Finanzierung seiner Aufgaben den Gewerbe-steuerhebesatz zu erhöhen. Eine solche Maßnahme ist allerdings „Gift für Investitionen“ der Unternehmen vor Ort. So zeigt eine Ifo-Studie, dass aufgrund von Gewerbesteuer-satzerhöhungen lokale Investitionspläne zurückgestellt werden (Link et al., 2022). Daher sollte die Stadt alles unternehmen, um Gewerbe-steuererhöhungen zu vermeiden.

FAZIT

Insgesamt ist in Köln mehr Dynamik bei den wirtschaftsrelevanten Steuerarten erforderlich. Um zu verstehen, wie dies erreicht werden kann, sollten die Treiber des Steueraufkommens näher betrachtet werden.

Treiber der Gewerbesteuer im Detail

Die Gewerbesteuer gilt als „die Gemeindesteuer“ schlechthin, macht sie doch einen Großteil aller Steuereinnahmen einer Gemeinde aus. Die Gewerbesteuer ist eine Ertragssteuer: **Besteuert wird der Gewerbeertrag, weshalb konjunkturelle Schwankungen viel Einfluss auf die Steuern haben können.** Wieviel Gewerbesteuer eine Gemeinde durch einen gewerbesteuerpflichtigen Betrieb vor Ort einnimmt, hängt neben dem Gewerbeertrag von weiteren Faktoren ab:

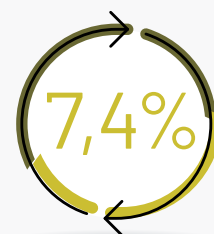
- Der Gewerbeertrag, also der wirtschaftliche Erfolg der Unternehmen vor Ort, ist der wichtigste Treiber des Gewerbesteuer-aufkommen. Ausgangspunkt ist der Gewinn, der der Einkommen- oder Körperschaftsteuer zugrunde gelegt wird. Diesem Gewinn werden bestimmte Positionen, wie Teile von Lizenzen und Konzessionen oder Mieten, Pachten und Leasingraten hinzuge-rechnet. Weiterhin gibt es Kürzungen, wie Anteile am Gewinn einer offenen Handels-gesellschaft. Aus dem Gewinn, den Hinzurechnungen und Kürzungen ergibt sich der Gewerbeertrag oder der Gewerbe-verlust. Der Gewerbeertrag des laufenden Jahres ist bis zu bestimmten Höchstgrenzen um Gewerbeverluste der vorangegan-genen Erhebungszeiträume zu kürzen. Die Gewerbesteuer berechnet sich anschlie-ßend aus der Multiplikation des Gewerbe-ertrags mit der Gewerbesteuermesszahl (aktuell 3,5 Prozent) und dem Gewerbe-steuerhebesatz der Gemeinde. Bei einem Hebesatz von 475 Prozent wird der Ge-werbeertrag mit 16,6 Prozent Gewerbe-steuer belastet, bei einem Gewerbe-steuerhebesatz von 400 Prozent beträgt die Gewinnbelastung 14 Prozent. **In Städten wie Monheim am Rhein, deren Hebesatz bei 250 Prozent liegt, beträgt die Gewinn-belastung dagegen nur 8,75 Prozent.**
- Vom Brutto-Gewerbesteuer-aufkommen ist eine Gewerbesteuerumlage abzuführen. Diese erhält der Bund als Kompensation für den Gemeindeanteil an der Einkom-



mensteuer. Bundesweit beträgt die Gewerbesteuerumlage circa 8,7 Prozent der Brutto-Gewerbesteuereinnahme, in den alten Ländern (ohne Stadtstaaten) liegt der Satz bei circa 16 Prozent. **In Köln betrug sie zuletzt 7,4 Prozent (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2023a).** Der Stadt verbleiben nach Abzug der Gewerbesteuerumlage das Netto-Gewerbesteuer-aufkommen.

- Ein erfolgreicher Gewerbebetrieb in einer Stadt führt nicht automatisch zu einer hohen Gewerbesteuerzahlung. Die Unternehmen haben verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten, die sich auf die Gewerbesteuereinnahmen einer Gemeinde auswirken. Ein Gewerbebetrieb kann Teil einer Organgesellschaft sein. Die Organmutter, nicht selten eine Holdinggesellschaft, hat ihren Sitz in einer anderen Stadt. Zudem kann die Organmutter weitere Gewerbebetriebe, sogenannte Organgesellschaften, in weiteren Städten haben. Zwar ermitteln die Finanzämter an jedem Betriebs-sitz der Organgesellschaften individuell den Gewerbeertrag (Betriebsfiktion), melden diese Erträge aber an das Finanzamt am Ort der Organmutter. Dort werden die Gewerbeerträge der verschiedenen Betriebsstätten zu einem Gewerbesteuerertrag zusammengefasst¹⁰. Mit diesem zusammengefassten Gewerbeertrag wird eine einheitliche Steuermesszahl ermittelt. Diese wird anschließend wieder auf

die verschiedenen Betriebsstätten zerlegt und dort mit den lokalen Gewerbesteuerhebesätzen besteuert. Grundlage für die Zerlegung sind die Arbeitslöhne in den Betriebsstätten, wobei bei der Berechnung der Anteile eine Deckelung auf 50.000 Euro erfolgt. Die Auswirkungen dieser Organkreise auf die Steuereinnahmen an einem bestimmten Standort kann sehr unterschiedlich ausfallen: In den seltenen Fällen, in denen die Gewinnverteilung innerhalb des Organkreises der Verteilung der gedeckelten Arbeitslöhne entspricht, wird jedem Standort im Rahmen der Zerlegung der Gewerbesteuer derjenige Gewerbesteuergrundbetrag zugewiesen, den er auch ohne Organkreis erhalten hätte. Ist der Gewerbeertrag an einem Standort besonders hoch, während andere Teile des Organkreises an den anderen Standorten Verluste aufweisen, fällt die Gewerbesteuer geringer aus als ohne Organkreis, weil Gewinne und Verluste verrechnet werden. Macht die Organgesellschaft am Standort Verluste, kann trotzdem aus dem Organkreis eine Gewerbesteuereinnahme für den Standort entstehen, wenn die anderen Organgesellschaften Gewerbeerträge erzielen. Arbeiten Unternehmensgruppen mit Lizenzen und Konzessionen, ist die Richtung für das Gewerbesteuer-aufkommen klar: Ein Produktionsstandort mit vielen Arbeitskräften weist einen geringeren Gewerbeertrag auf, wenn sein Gewinn um Lizenzen und Konzessionen ge-



betrug in Köln die Gewerbesteuerumlage der Brutto-Gewerbesteuereinnahme.

¹⁰ Aus diesem Grund ist die regionale Gewerbesteuerstatistik für lokale Auswertungen ungeeignet. In den Statistiken sind keine Organgesellschaften abgebildet, da ihre Gewerbeerträge nicht am Betriebsstandort, sondern am Standort der Organmutter gemeldet werden. Damit fallen das tatsächliche Gewerbesteueraufkommen und das in der Statistik abgebildete Aufkommen auseinander. Weil nicht bekannt ist, welcher Branche die Organgesellschaften angehören, können mit der Gewerbesteuerstatistik keine validen Aussagen zur Bedeutung der Branchen an bestimmten Standorten getroffen werden.



mindert wird. Zwar wird ein Teil dieser Kosten wieder dem Gewinn hinzugerechnet, um den Gewerbeertrag zu ermitteln, dennoch fällt der Gewerbeertrag geringer aus als ohne dieses Konstrukt. Hat der Lizenzgeber seinen Sitz an einem Standort mit geringerem Gewerbesteuerhebesatz, zahlt er dort weniger Gewerbesteuer. Eine Zerlegung der Gewerbesteuer findet nicht statt, wenn der Lizenzgeber nicht Teil eines Organkreises ist.

FAZIT

Wichtige Treiber der Gewerbesteuereinnahme einer Gemeinde sind der Gewerbeertrag der Unternehmen vor Ort, die Zahl der Arbeitskräfte mit Arbeitslöhnen um 50.000 Euro sowie die Organisation der Gewerbebetriebe (Organkreise, Lizenzen, Konzessionen).

Viele wirtschaftspolitische Akteure haben eine Vorliebe dafür, bestimmte Branchen auf ihrem Gebiet zu fördern. Von diesen „Schlüsselindustrien“, „Leitbranchen“ oder „Kernbranchen“ erhoffen sie sich eine gedeihliche Entwicklung ihres Standorts. Diese Sichtweise ist nicht unbegründet, da sich im Nachhinein immer Unterschiede beim wirtschaftlichen Erfolg verschiedener Branchen feststellen lassen. So haben im Zeitraum 1991 bis 2022 innerhalb des deutschen Verarbeitenden Gewerbes die Branchen Automobil und Maschinenbau die Hälfte des gesamten Zuwachses der Bruttowertschöpfung erzielt, auch weil sie vom Trend der Globalisierung überproportional profitiert haben.

Allerdings liefert eine solche Konzentration keine Erfolgsgarantie für einen Standort: Auch in Japan haben der Maschinenbau und die Automobilindustrie von der Globalisierung profitiert und sind deutlich gewachsen. Gleichzeitig sind dort aber andere Branchen derart stark geschrumpft, so dass das Verarbeitende Gewerbe in der Summe verloren hat. In Deutschland hat das Verarbeitende Gewerbe dagegen zulegen, weil es in der Breite – mit Ausnahme weniger Branchen wie der Textilindustrie – zugelegt hat (Lang/Bähr,

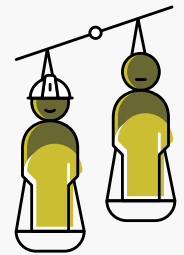
2022). Vor diesem Hintergrund ist immer auch eine horizontale Politik zur Förderung der Wirtschaft erforderlich, um die Branchen in der Breite zu stärken. Nur so lässt sich letztlich verhindern, dass die Erfolge der Leitbranchen durch Verluste der übrigen Branchen überkompensiert werden. Dies gilt es auch in der kommunalen Wirtschaftsförderung zu beachten. Gleichwohl bedeutet eine solche Politik nicht, die alten Strukturen um jeden Preis zu erhalten. Vielmehr muss ein Strukturwandel zugelassen, unterstützt und gegebenenfalls auch sozial abgefedert werden.

Bezogen auf die Gewerbesteuer ist es denkbar, bestimmte Branchen (bzw. bestimmte Unternehmen in diesen Branchen, s. *Best-in-Class*-Ansatz in Kapitel 5) zu fördern, weil diese höhere Gewerbesteuereinnahmen versprechen. Anhand der bundesweiten Gewerbesteuerstatistik¹¹ lässt sich die Rolle verschiedener Branchen für das Gewerbesteueraufkommen ermitteln. Konkret lassen sich folgende Fragen beantworten:

- Wo (aus welchen Branchen) kommt die Gewerbesteuer her? Anhand der Branchenanteile zum positiven Steuermessbetrag lässt sich diese Frage beantworten. Allerdings sind die Branchen unterschiedlich groß. Daher stellt sich die nächste Frage:
- Wer (welche Branche) zahlt viel Gewerbesteuer? Anhand der positiven Steuermessbeträge je Beschäftigten lassen sich Branchen identifizieren, die – gemessen an ihren Beschäftigten – im Durchschnitt höhere Gewerbesteuerzahlungen leisten.
- Wer (welche Branche) zahlt wahrscheinlich Gewerbesteuer? Nicht alle Betriebe einer Branche zahlen tatsächlich Gewerbesteuer. Anhand der Anteile der Betriebe mit positivem Steuermessbetrag an allen gewerbesteuerpflichtigen Betrieben kann die Wahrscheinlichkeit abgeschätzt werden, dass ein Betrieb vor Ort Gewerbesteuer zahlt.

Beim positiven Steuermessbetrag, der multipliziert mit den lokalen Hebesätzen zum Steueraufkommen führt, ragen wenige Wirtschaftsabschnitte hervor (Abbildung 4-2):

- Am meisten trägt das Verarbeitende Gewerbe (22,2 Prozent) zum positiven Steuermessbetrag bei. Dahinter folgen die Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen sowie der Wirtschaftsabschnitt Handel/Instandhaltung und Reparatur von Kfz.
- Die öffentliche Verwaltung/Sozialversicherungen tragen nicht zur Gewerbesteuer bei, weil sie nicht gewerbesteuerpflichtig sind. Auch andere Wirtschaftsabschnitte wie Erziehung und Unterricht oder Gesundheits- und Sozialwesen tragen nur geringe Anteile zum positiven Steuermessbetrag bei.
- **Das Verarbeitende Gewerbe trägt nicht nur am meisten zur Gewerbesteuer bei, es trägt auch überproportional zu ihr bei. Während es einen Anteil von 22,2 Prozent an den Steuereinnahmen hält, liegt der Beschäftigtenanteil mit 20,9 Prozent darunter. Je Beschäftigten erzielt das Verarbeitende Gewerbe überdurchschnittliche Gewerbesteuereinnahmen.**
- Neben dem Verarbeitenden Gewerbe ist der Wirtschaftsabschnitt Handel/Instandhaltung und Reparatur von Kfz beschäftigungsintensiv (13,5 Prozent). Dagegen sind in der Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen lediglich 2,9 Prozent aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten tätig. Damit trägt jeder Beschäftigte dieser Branche im Durchschnitt deutlich mehr zum positiven Steuermessbetrag bei. Genau andersherum ist es im Gesundheits- und Sozialwesen: Obwohl dort 14,8 Prozent aller Beschäftigten tätig sind, trägt der Wirtschaftsabschnitt nur zu 0,6 Prozent des positiven Steuermessbetrags bei.



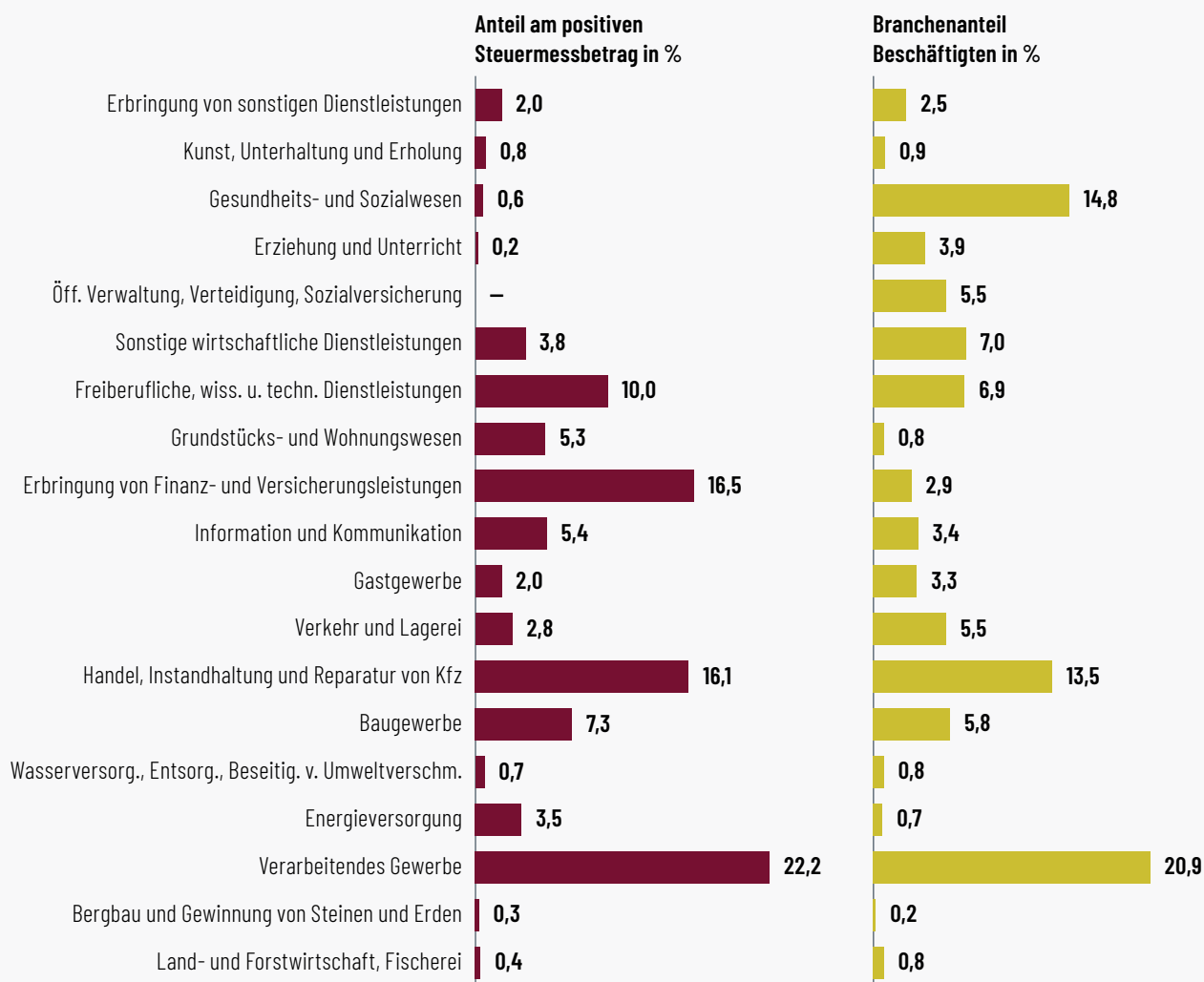
22,2%

Anteil an den Gewerbesteuereinnahmen stammen aus dem Verarbeitenden Gewerbe, das je Beschäftigten damit überdurchschnittlich dazu beiträgt.

¹¹ Bundesweit ergibt sich nicht die in der vorherigen Fußnote beschriebene Problematik aus den Organkreisen, sodass bundesweit Aussagen zur Bedeutung der Branchen für das Gewerbesteueraufkommen getroffen werden können.

Abbildung 4-2 | Wo die Gewerbesteuer herkommt und wie sich die Wirtschaft zusammensetzt

Anteil der Wirtschaftsabschnitte am positiven Steuermessbetrag und an allen sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Prozent; Jahr 2019



Quelle: Statistisches Bundesamt (2023), Bundesagentur für Arbeit (2024), eigene Berechnungen

Anhand des positiven Steuermessbetrags je Beschäftigten lassen sich diejenigen Branchen ermitteln, die eine „hohe Steuerproduktivität“ aufweisen, also einen hohen Messbetrag je Beschäftigten. Hier gibt es große Unterschiede nach Wirtschaftsabschnitten (Abbildung 4-3):

■ Gemessen an den Beschäftigten weist der Wirtschaftsabschnitt Grundstücks- und Wohnungswesen mit 2.530 Euro je Beschäftigten das höchste Potenzial für Gewerbesteuererinnahmen auf. Dahinter folgen die Finanz- und Versicherungsdienstleister (2.240 Euro) und die Energieversorgung (1.955 Euro).

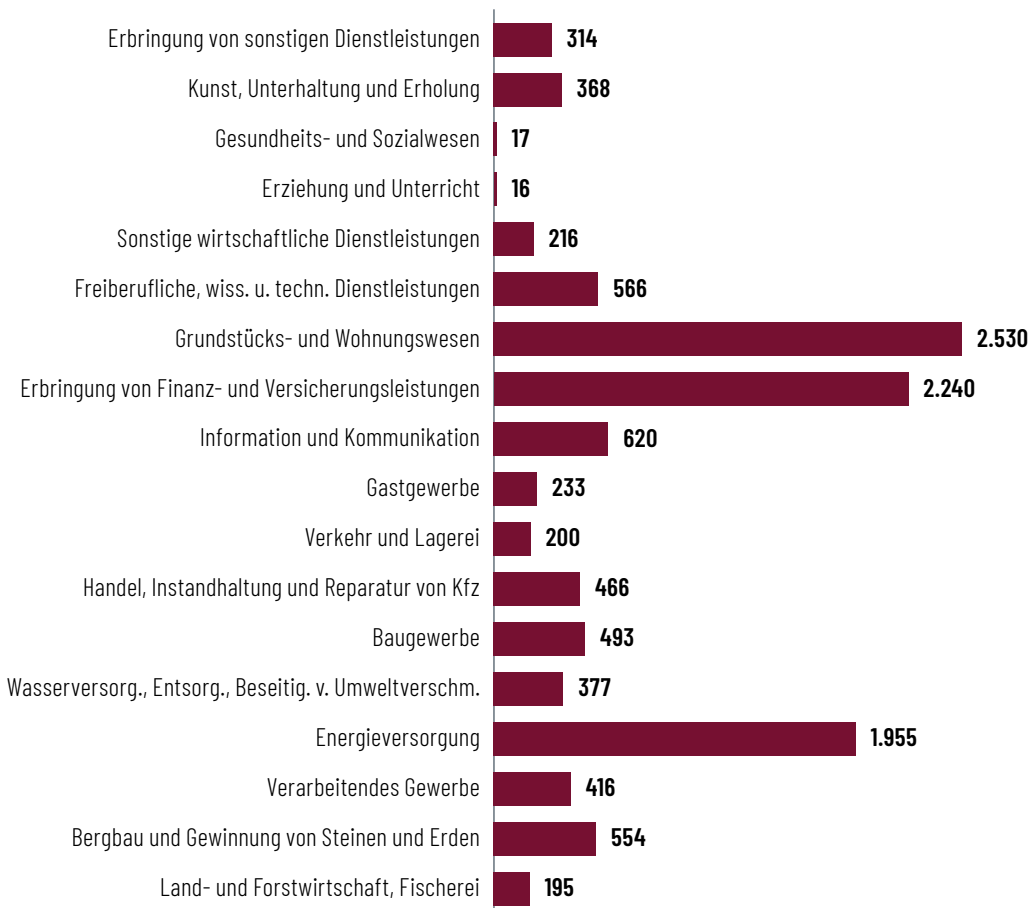
■ Im Verarbeitenden Gewerbe, das insgesamt viel zum Steuermessbetrag beiträgt, beträgt der positive Steuermessbetrag je Beschäftigten im Durchschnitt 416 Euro. Das liegt über dem Gesamtdurchschnitt von 391 Euro je Beschäftigten. Allerdings gibt es auch im Verarbeitenden Gewerbe große Branchenunterschiede: Deutschlandweit reicht der Steuermessbetrag je Beschäftigten von 181 Euro in der Metallherstellung und -bearbeitung bis zu 1.236 Euro in der

Pharmaindustrie. In den in Köln stark vertretenen Branchen Maschinenbau waren es im Jahr 2019 deutschlandweit 399 Euro und in der chemischen Industrie 685 Euro.

■ Geringe Gewerbesteureinnahmen je Beschäftigten sind in den Wirtschaftsabschnitten Erziehung und Unterricht (16 Euro) sowie Gesundheits- und Sozialwesen (17 Euro) zu erwarten.

Abbildung 4-3 | Wer viel Gewerbesteuer zahlt: Steuermessbetrag je Beschäftigter

Positiver Steuermessbetrag je sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten; in Euro; Jahr 2019



Quelle: Statistisches Bundesamt (2023), Bundesagentur für Arbeit (2024), eigene Berechnungen



Allerdings unterscheiden sich die Wirtschaftsabschnitte erheblich darin, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein steuerpflichtiger Gewerbebetrieb einen positiven Steuermessbetrag aufweist (Abbildung 4-4):

- Von allen gewerbesteuerpflichtigen Betrieben des Grundstücks- und Wohnungswesens zahlten im Jahr 2019 lediglich 32 Prozent Gewerbesteuer, deutlich weniger als alle Gewerbebetriebe (39 Prozent). In der Energieversorgung zahlten lediglich 15 Prozent der steuerpflichtigen Betriebe Gewerbesteuer. Wenn diese Betriebe Gewerbesteuer zahlen, weisen sie aber hohe Werte je Beschäftigten auf.
- Die Finanz- und Versicherungsdienstleister weisen nicht nur eine hohe Steuerzahlung je Beschäftigten auf, sondern auch eine hohe Zahlungswahrscheinlichkeit (45 Prozent). Die höchste Steuerzahlungswahrscheinlichkeit weist das Baugewerbe auf, das zudem mit einem Steuermessbetrag von 493 Euro je Beschäftigten über dem Gesamtdurchschnitt aller Branchen (391 Euro) liegt.
- Ebenfalls eine eher geringe Wahrscheinlichkeit für eine Gewerbesteuerzahlung weisen die Betriebe aus den Wirtschafts-

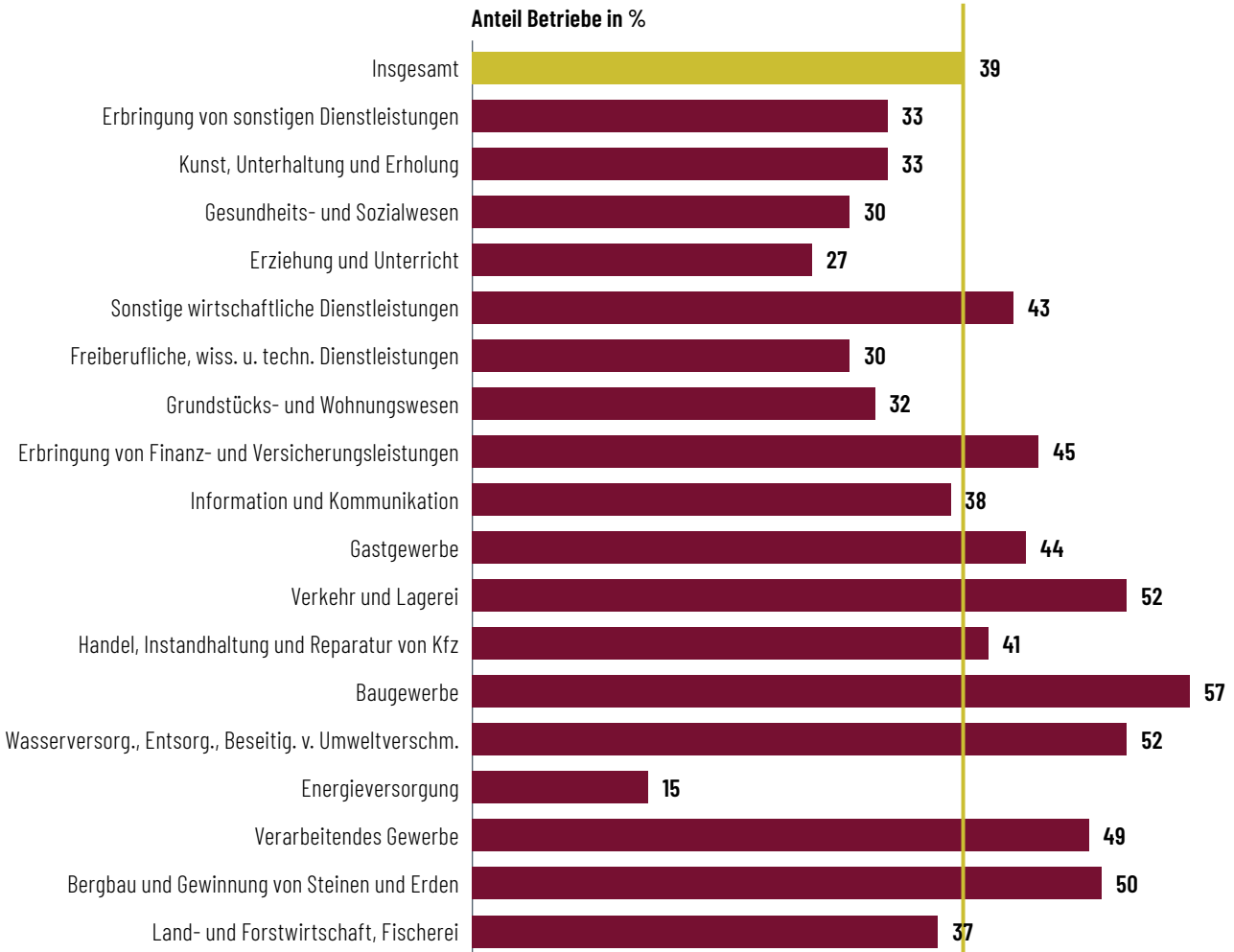
abschnitten Erziehung und Unterricht (27 Prozent), Freiberufliche/technische Dienstleister (30 Prozent) sowie Gesundheits- und Sozialwesen (30 Prozent) auf.

FAZIT

Das Mehr einer bestimmten Branche führt nicht automatisch zu mehr Gewerbesteuereinnahmen. Vielmehr kommt es darauf an, erfolgreiche Betriebe einer Branche lokal anzusiedeln. Gleichwohl sollte bei einer Ansiedlung die bisherige betriebliche Steuerpolitik der Unternehmen in Geschäftsberichten eruiert werden, um ein Gespür für das bisherige Steuerzahlungsverhalten zu bekommen. Damit kann frühzeitig erkannt werden, ob der wirtschaftliche Erfolg vor Ort auch mit einer Gewerbesteuerzahlung vor Ort einhergeht.

Abbildung 4-4 | Wer wahrscheinlich Gewerbesteuer bezahlt

Anteil der Betriebe mit positivem Steuermessbetrag an allen gewerbesteuerpflichtigen Beschäftigten; in Prozent; Jahr 2019



Quelle: Statistisches Bundesamt (2023), Bundesagentur für Arbeit (2024), eigene Berechnungen

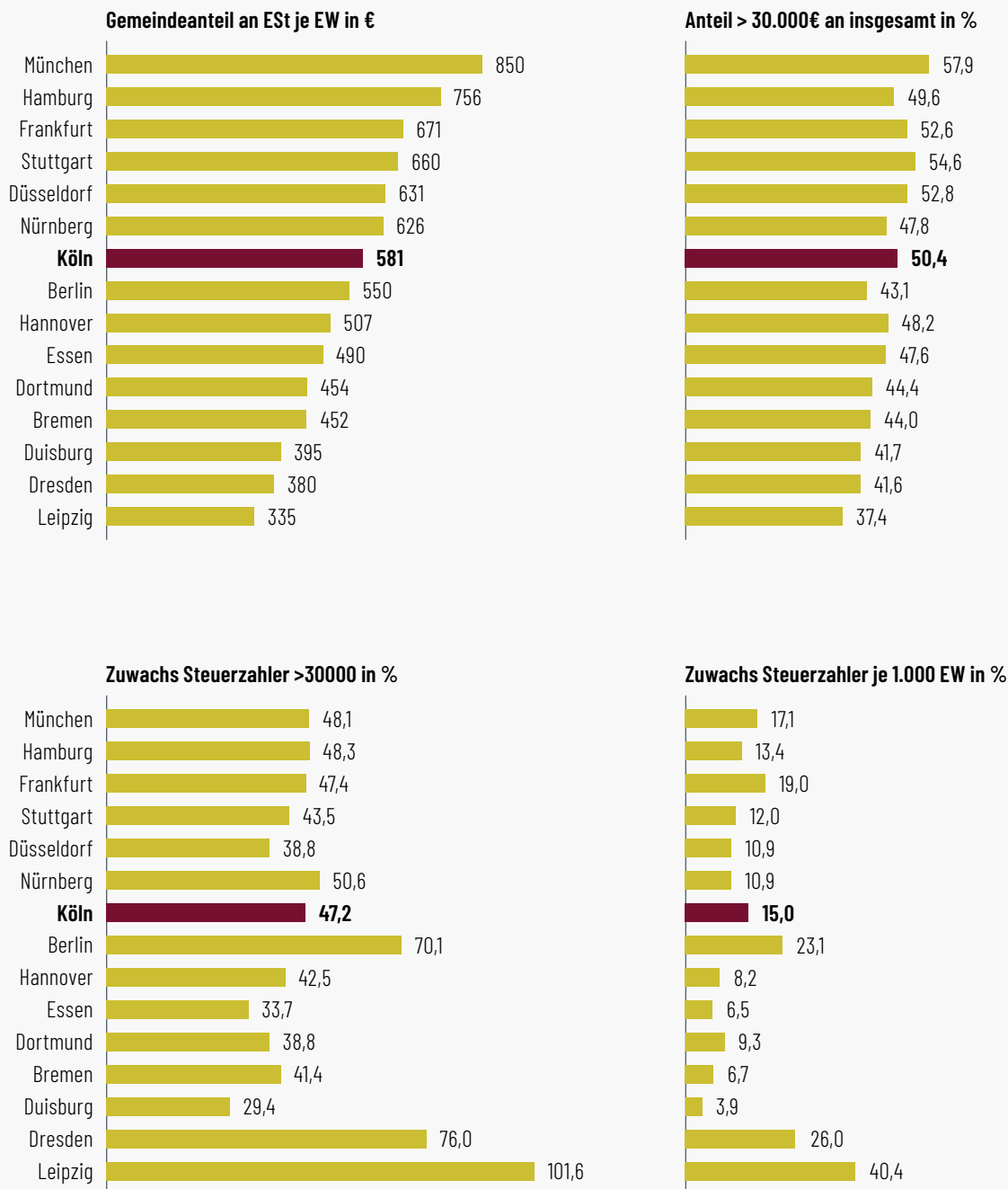
Treiber des Gemeindeanteils an der Einkommensteuer im Detail

Der Bund gibt 15 Prozent seiner Einnahmen aus der Lohn- und Einkommensteuer sowie 12 Prozent aus der Kapitalertragssteuer an die Gemeinden ab, die im Gegenzug einen Teil ihrer Gewerbesteuereinnahmen an den Bund abgeben. Die Gelder werden entsprechend

dem Aufkommen auf die 16 Länder verteilt. Damit ist die Wirtschaftskraft eines Landes an dieser Stelle ein wichtiger Treiber. Im nächsten Schritt erfolgt in den Ländern eine Aufteilung auf die Gemeinden. Dazu werden sogenannten Schlüsselzahlen für jede Gemeinde ermittelt, die als Grundlage für die Verteilung dienen.

Abbildung 4-5 | Gemeindeanteil an der Einkommensteuer und Einkünfte der Einwohner

Gemeindeanteil an der Einkommensteuer im Jahr 2021 in Euro je Einwohner;
 Anteil Steuerzahler mit Einkünften über 30.000 Euro in Prozent im Jahr 2018;
 Zuwachs jeweils 2007-2018 in Prozent



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023b), eigene Berechnungen

Die Aufteilung auf die Gemeinden erfolgt nach dem zu versteuernden Einkommen am Wohnsitz. Um die Verteilung des Gemeindeanteils an der Einkommensteuer zu egalisieren und den Gemeindeanteil nicht ausschließlich von der Wirtschaftskraft der Einwohnerinnen und Einwohner abhängig zu machen, gibt es bei den zu berücksichtigenden Einkommen eine Kappungsgrenze. Diese liegt bei 35.000 Euro bei Einzelpersonen und 70.000 Euro bei einer Zusammenveranlagung.

Als Treiber für den Gemeindeanteil an der Einkommensteuer lassen sich somit zwei Treiber identifizieren:

- Die Attraktivität einer Stadt als Wohnsitz entscheidet darüber, wie viele Steuerzahlerinnen und Steuerzahler ihren Wohnsitz in einer Gemeinde nehmen.
- Die erzielbaren Einkommen in der Gemeinde und umliegenden Region der Gemeinde bestimmen das zu versteuernde Einkommen am Wohnsitz maßgeblich.

Die Einkommensteuerstatistik gibt Einblick in die Treiber. Beim Vergleich der Rangfolge beim Gemeindeanteil an der Einkommensteuer je Einwohner und dem Anteil der Steuerzahler mit Einkünften über 30.000 Euro zeigt sich der Zusammenhang zwischen höheren Einkommen und dem Gemeindeanteil (Abbildung 4-5):

- Köln erreicht Rang 7 beim Gemeindeanteil an der Einkommensteuer.

- Von den Städten mit einem höheren Gemeindeanteil weisen nur Nürnberg und Hamburg einen geringeren Anteil bei den Einwohnern mit Einkünften ab 30.000 Euro¹² auf. Diese Städte können aber davon profitieren, dass ihre Länder einen hohen Anteil am bundesweiten Gemeindeanteil erhalten haben.

- Innerhalb Nordrhein-Westfalens weisen Städte mit einem geringeren Gemeindeanteil als Köln auch eine geringere Anzahl an Einwohnerinnen und Einwohner mit Einkünften über 30.000 Euro auf, während Düsseldorf einen höheren Anteil aufweist und entsprechend einen höheren Gemeindeanteil an der Einkommensteuer je Einwohner auf sich vereint.

- Bei der Entwicklung des Anteils an Steuerzahler mit Einkünften über 30.000 Euro erreicht Köln Rang 6. Die Dynamik war in Leipzig am höchsten und in Duisburg am geringsten.

- Beim Zuwachs aller Steuerzahler steht Köln im Vergleich auf Rang 4. Auch hier liegt Leipzig vorne, während Duisburg den letzten Rang belegt.

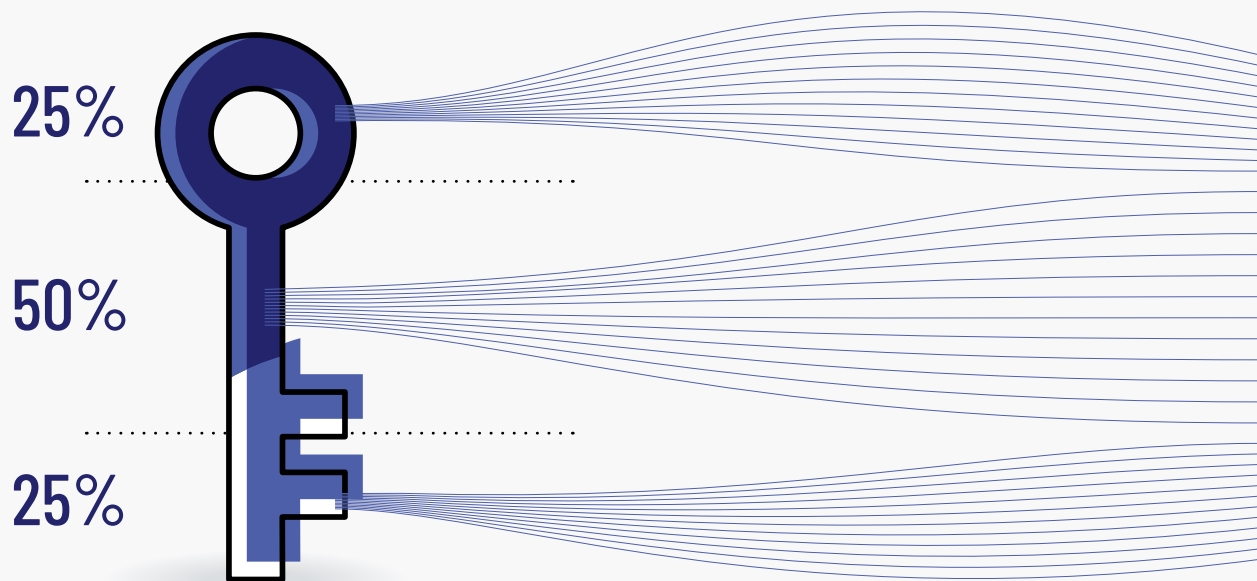


Die Attraktivität als Wohnsitz bestimmt die Anzahl der Steuerzahlenden einer Gemeinde. Köln ist ein attraktiver Wohnort und hat damit weitere Chancen auf wachsende Einnahmen.

FAZIT

Köln ist ein attraktiver Wohnort und sollte dies auch in Zukunft bleiben, um beim Gemeindeanteil an der Einkommensteuer weiterhin Chancen auf wachsende Einnahmen zu haben. Gleichzeitig sind in Köln und der Umgebung attraktive Arbeitsplätze erforderlich.

¹² Der Ansatz liegt 5.000 Euro unter der Kappungsgrenze, weil auch diese Einkommen das Potenzial einer Stadt bei der Ermittlung der Schlüsselzahlen in hohem Maße ausschöpfen.



Treiber des Gemeindeanteils an der Umsatzsteuer im Detail

Die Gemeinden erhalten vom Bund einen Anteil an der Umsatzsteuer. Der zu verteilende Gemeindeanteil betrug im Jahr 2022 rund zwei Prozent des Aufkommens im Bundesgebiet zuzüglich weiterer 2,4 Milliarden Euro.

Die Verteilung auf die Gemeinden erfolgt über Schlüsselzahlen. Jedes Land erhält zum Durchreichen an die Gemeinden entsprechend der Summe der Schlüsselzahlen im Land den Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer.

Die Schlüsselzahlen der Gemeinden werden anhand von drei Indikatoren ermittelt, die alle die Wirtschaftskraft der Gemeinden widerspiegeln:

1

Die Schlüsselzahl setzt sich zu 25 Prozent aus dem Anteil der Gemeinde am Gewerbesteueraufkommen zusammen.

2

50 Prozent der Schlüsselzahl wird anhand des Anteils der Gemeinde an den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten am Arbeitsort ermittelt, wobei Gebietskörperschaften unberücksichtigt bleiben.

3

Die übrigen 25 Prozent der Schlüsselzahl ergeben sich aus dem Anteil der Gemeinde an der Summe der sozialversicherungspflichtigen Entgelte am Arbeitsort, ebenfalls ohne Gebietskörperschaften.

- Die Berechnung der Schlüsselzahlen erfolgt anhand von Mittelwerten vergangener Zeiträume, sodass aktuelle Änderungen der Indikatoren erst mit Zeitverzug die Schlüsselzahl beeinflussen.

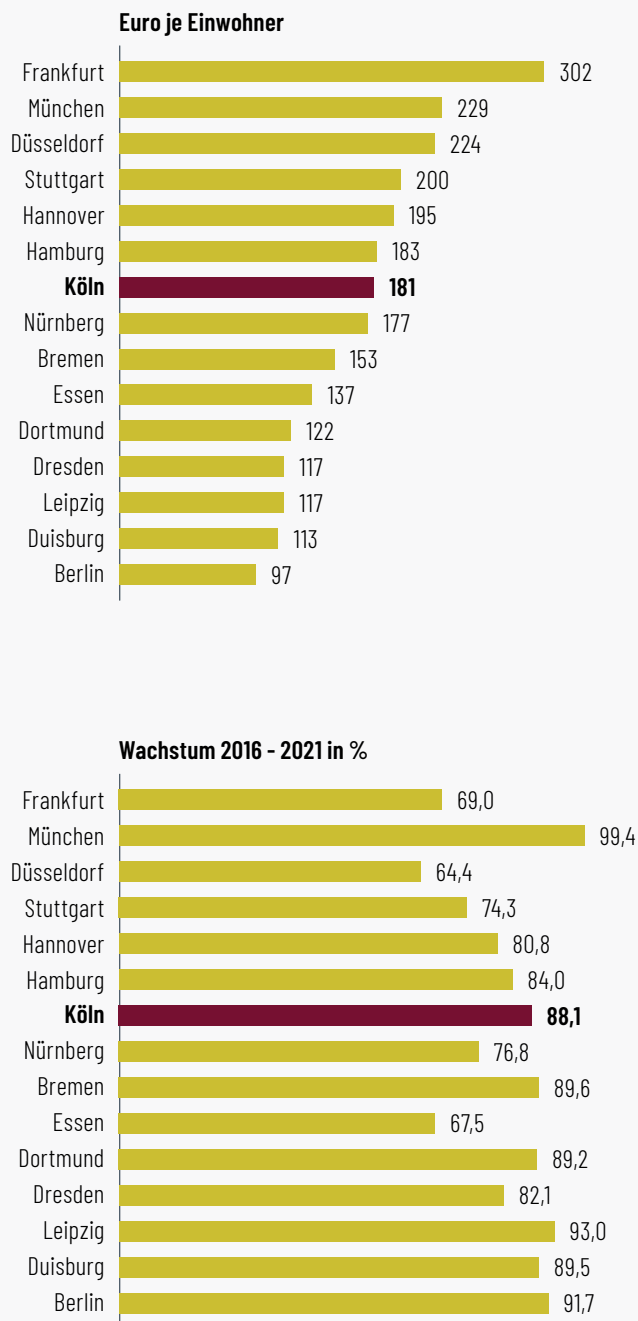
FAZIT

Der Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer ist im hohen Maße von der Wirtschaftskraft der Gemeinde abhängig.

Beim Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer erreicht Köln im Vergleich mit den Großstädten ab 500.000 Einwohnerinnen und Einwohner Rang 7. Beim Wachstum des Gemeindeanteils an der Umsatzsteuer im Zeitraum 2016 bis 2021 steht Köln ebenfalls mit einem Wachstum um 88,1 Prozent auf Rang 7. Hier weist München (99,4 Prozent) – als einzige der Top-Städte dynamischer als Köln – das höchste Wachstum auf. Düsseldorf weist mit 64,4 Prozent das niedrigste Wachstum bei dieser Steuerart auf. Insgesamt konnten die Städte mit einem geringeren Niveau etwas gegenüber Köln aufholen (Abbildung 4-6).

Abbildung 4-6 | Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer

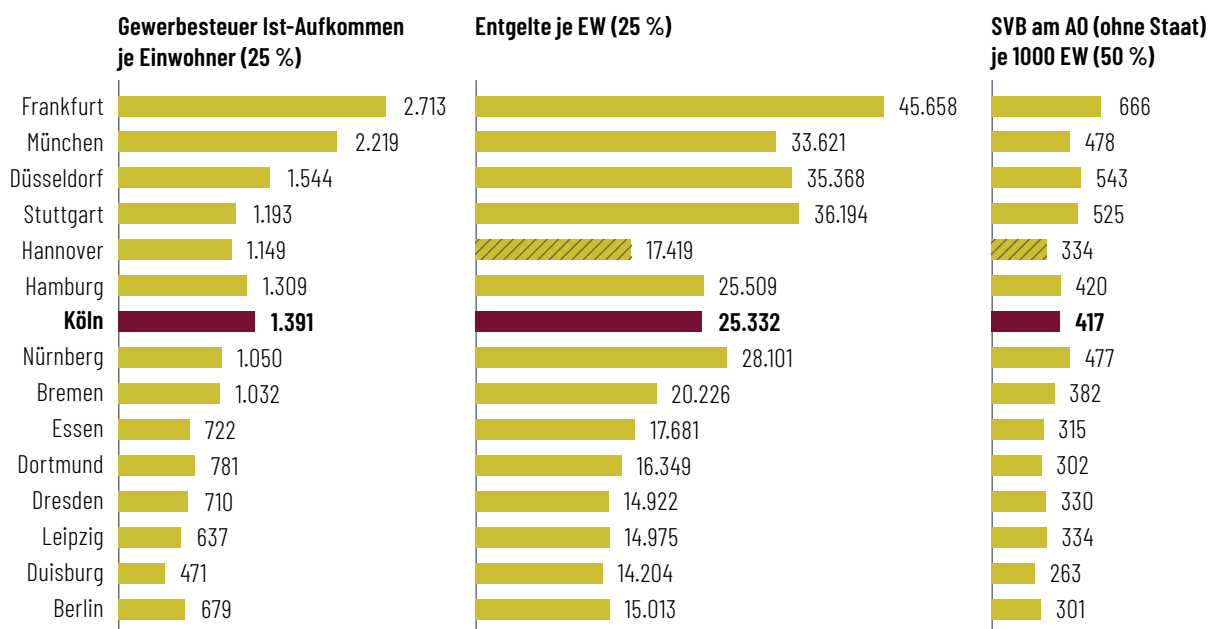
Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer im Jahr 2021 in Euro je Einwohner; Zuwachs 2016-2021 in Prozent



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023a), eigene Berechnungen

Abbildung 4-7 | Treiber des Gemeindeanteils an der Umsatzsteuer im Vergleich

Gewerbesteuer-Ist-Aufkommen je Einwohner in Euro, sozialversicherungspflichtige Beschäftigte am Arbeitsort (ohne Gebietskörperschaften) je 1.000 Einwohner, Entgelte je Einwohner in Euro; Jahr 2021; Sortierung der Städte entsprechend dem Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer



Hannover: Region statt Stadt Hannover bei Entgelten und SVB.

Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023a), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2023), eigene Berechnungen

Die Wirtschaftskraft ist – wenn auch zeitverzögert – der entscheidende Treiber beim Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer. Bei den drei relevanten Indikatoren zeigt sich, dass die Städte mit einem höheren Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer meist besser als Köln aufgestellt sind (Abbildung 4-7):

- Beim Gewerbesteueraufkommen hat Köln mit Rang 4 eine gute Position.
- Bei den Entgelten sind Frankfurt, München, Düsseldorf und Stuttgart besser aufgestellt als Köln. Köln bewegt sich hier im oberen Mittelfeld.
- Bei den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten am Arbeitsort fällt Köln gegenüber den führenden Städten ab. Vor allem Frankfurt zieht deutlich mehr

Pendler an, sodass gemessen an der Einwohnerzahl deutlich mehr Arbeitsplätze vorhanden sind.

FAZIT

Beim Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer ist die Privatwirtschaft entscheidend. Damit diese sich positiv entwickeln kann, benötigt sie gute Rahmenbedingungen vor Ort. So kann es Köln auch gelingen, ein stärkerer Arbeitsort zu werden. Bundesagentur für Arbeit (2023b)



Ableitungen aus der Analyse der städtischen Haushalte

Die Wirtschaft ist entscheidend für die Steuerkraft einer Gemeinde. Eine hohe Steuerkraft wirkt sich positiv auf die Einnahmen aus. Je höher diese ausfallen, desto mehr Spielraum hat eine Gemeinde für Investitionsausgaben und die Zukunftssicherung.

Die Stadt Köln ist beim Niveau des Steueraufkommens im oberen Mittelfeld. Im Vergleich mit allen 15 deutschen Großstädten ab 500.000 Einwohner erreicht Köln Rang 6, beim Gewerbesteueraufkommen sogar Rang 4. Allerdings fällt die Dynamik im Vergleich zu vielen anderen Städten geringer aus. Im Ergebnis hängt der Stadthaushalt am Gemeindefinanzausgleich. Allerdings müssten in Köln für ein Herausfallen aus dem Gemeindefinanzausgleich die Steuereinnahmen um rund 500 Millionen Euro steigen, bevor die Mehreinnahmen vollständig der Stadtkassen zugutekommen würden. Dies wäre aber machbar: **Die Steuereinnahmekraft der Stadt Köln könnte um 967 Millionen Euro höher ausfallen, wenn der Standort die Performance der Top-3-Vergleichsstädte erreichen würde.** Andererseits würden erheblich weniger Steuereinnahmen in die Stadtkasse fließen, wenn bei der Performance nachgelassen würde. Angesichts der mangelnden Dynamik besteht hier eine ernstzunehmende Gefahr.

Vor diesem Hintergrund gilt es, die Basis für die Steuereinnahmekraft zu erhalten und durch neue Impulse zu stärken. Ein wichtiger Ansatzpunkt zur Steigerung der Steuereinnahmekraft sind Verbesserungen bei den Rahmenbedingungen. Hier hat Köln die Möglichkeit, die ansässige Wirtschaft zu unterstützen. Zugleich besteht die Möglichkeit, die Wettbewerbsfaktoren der Top-Städte, die im Vergleich bei den relevanten Treibern der Steuereinnahmen vor Köln liegen, in den Blick nehmen. Von ihnen kann gegebenenfalls gelernt werden, wie das Umfeld für die Unternehmen verbessert werden kann.

Ein weiterer Ansatzpunkt sind Ansiedlungen von Unternehmen. Dabei sollte – neben der Auswahl erfolgreicher Unternehmen – deren bisheriges Steuerzahlverhalten eruiert und bei der Auswahl der Ansiedlungsobjekte berücksichtigt werden. Bei der Ansiedlung ist es wichtig, dass bestimmte Branchen zwar bessere Ausgangsbedingungen für zusätzliche Steuereinnahmen bieten. Allerdings gibt es in jeder Branche erfolgreiche und weniger erfolgreiche Unternehmen. Das begründet einen *Best-in-Class* Ansatz, der anstelle eines reinen Branchenfokus auf die erfolgreichsten Unternehmen innerhalb von Branchen abzielt (s. Kapitel 5).



967 Mio.

Euro mehr an Steuereinnahmen, wenn Köln die Performance der Top-3-Vergleichsstädte erreicht.



05

05.1
Branchen
80

05.2
Unternehmen
108



Wertschöpfung in Köln: Wirtschaftsstruktur, Produktivitäten und Unternehmenserfolg



05 Wertschöpfung in Köln: Wirtschaftsstruktur, Produktivitäten und Unternehmenserfolg

Köln hat durch seine Größe, Lage und Stärken im digitalen Bereich und der Hochschul- und Forschungslandschaft in der Metropolregion Rheinland große Potenziale, um deutschlandweit zu einem sichtbaren Kraftzentrum zu werden.

Dafür müssen die ansässigen Unternehmen bestmöglich bei den aktuell anstehenden Herausforderungen unterstützt werden.

Je erfolgreicher die Unternehmen in der Region wirtschaften, desto dynamischer entwickelt sich auch die Steuereinnahmekraft Kölns und der Region. Deshalb ist ein Fokus notwendig, der Wertschöpfung und Produktivität in den Mittelpunkt stellt. In diesem Kapitel werden diese beiden Aspekte in Köln und Region näher in den Blick genommen.

Dazu wird die Struktur der Kölner Wirtschaft und die der angrenzenden Kreise analysiert – sowohl im Hinblick auf ihre Branchen als auch Unterschiede zwischen Unternehmen innerhalb von Branchen. Anhand von Indikatoren wie Beschäftigung, Produktivität, Umsatz und Renditen wird gezeigt, wie und wo in der Kölner Wirtschaft Wertschöpfung entsteht und was daraus für eine wertschöpfungsorientierte Wirtschafts- und Regionalpolitik abgeleitet werden kann.

KERNBOTSCHAFTEN

- Köln und Region sind ein wichtiger Wirtschaftsstandort in Deutschland: Hier werden insgesamt 162 Mrd. Euro Wertschöpfung kreiert. Mit der Stadt Köln als Kern des Wirtschaftsstandortes bestehen wichtige regionale und überregionale Wertschöpfungsverflechtungen.

- Die Industrie treibt Wertschöpfung, Produktivität und Gewerbesteuern in Städten voran, weil die industrielle Produktivität im Vergleich zum Dienstleistungssektor überdurchschnittlich hoch in Köln und Region ausfällt. Auch deutschlandweit gilt: Je höher die Industriequote, desto höher die Flächenproduktivität und Gewerbesteureinnahmen in Städten.
- Köln weist in einigen industriellen Branchen wie Automotive oder Maschinenbau relative Beschäftigungsstärken im Vergleich zu anderen Großstädten auf. Diese Stärken gilt es zu halten, damit industrielle Wertschöpfungsnetzwerke nicht (weiter) erodieren. Aktuell liegt die industrielle Wertschöpfung in Köln bei nur noch 9 Prozent im Vergleich zu 12,4 Prozent im Jahr 2000. In München sind es rund 18 Prozent.
- Im Vergleich fällt auf, dass sich der Kölner Branchenmix nicht durch eine besondere Profilbildung auszeichnet. Die sogenannten Kölner Leitmärkte erfüllen die profilbildende Funktion nicht: Sie umfassen mit 80 Prozent der Beschäftigten einen großen Teil der Wirtschaft. Außerdem hat die Stadt Köln ein typisches großstädtisches Profil: Beschäftigungsanteile sind in allen Leitmärkten sehr ähnlich zu den Referenzstädten Berlin, Hamburg, München und Frankfurt.
- Der Durchschnitt der Kölner Unternehmen hat Potenziale zur Steigerung ihrer Produktivität: Mit 78.000 Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen liegt die Stadt Köln gut 10 Prozent hinter der Produktivität der vier Referenzstädte. Die unterdurchschnittliche Produktivität zieht sich durch die Branchen: In allen seinen Leitmärkten ist die Produktivität geringer als in den Referenzstädten – um bis zu 20 Prozent.
- Differenzen in unternehmerischem Erfolg zwischen Branchen zeigen das Potenzial, Produktivität innerhalb von Branchen zu erhöhen. Unternehmerischer Erfolg ist ein zentrales Element von Wertschöpfung. Es gibt in Bezug auf unternehmerischen Erfolg rund dreimal so große Unterschiede zwischen Unternehmen innerhalb von Branchen als zwischen Branchen. Ein *Best-in-Class* Ansatz, der Unternehmen innerhalb von Branchen im Hinblick auf ihre Performance identifiziert, auswählt und fördert, stellt einen wichtigen Hebel dar, Wertschöpfung am Standort voranzutreiben.
- Es besteht deutliches Potenzial, Beschäftigung in produktiveren Branchen voranzutreiben. Eine Kombination aus *Best-in-Class* und einem Fokus auf produktive und miteinander in Verbindung stehende Branchen stärkt wirtschaftliche Resilienz und erhöht Wertschöpfung. Insbesondere Unternehmen in den Branchen Chemie, Kunststoffe, Life Sciences und Biotech, Maschinenbau sowie IT-Unternehmen und unternehmensnahe Dienstleister wie Ingenieurbüros, Forschung oder Versicherungen wirken positiv auf den Standort.



Ein Best-in-Class Ansatz stellt einen wichtigen Hebel dar, Wertschöpfung in Köln voranzutreiben.

05.1 Branchen

Wertschöpfung in Köln entsteht in einer großen Bandbreite an Branchen, zwischen denen wichtige Wertschöpfungsverflechtungen bestehen. Dabei gibt es in Köln und Region Schwerpunkte sowohl im industriellen Bereich als auch in Dienstleistungsbereichen. Viele Wirtschaftszweige tragen in Köln und Region zu wirtschaftlichem Erfolg bei. Dieses Kapitel analysiert, wo und wie in Köln und Region Wertschöpfung entsteht und nimmt dabei gezielt die Branchen in Köln und Region in den Blick. Die Wirtschaftsstruktur

der Region wird vorgestellt, sowie der Branchenmix im Hinblick auf Erwerbstätige, Wertschöpfung und Produktivität analysiert. Dabei wird zunächst die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Wirtschaft in Köln und den umliegenden Kreisen und ihre Struktur vorgestellt. Anschließend wird die Rolle der Industrie für die Wirtschaft in den Blick genommen. Zuletzt wird die Wirtschaftsstruktur Kölns im Vergleich in Bezug auf ihre Profilbildung und Produktivitäten analysiert und Potenziale werden abgeleitet.

05.1.1 Gesamtwirtschaftliche Bedeutung und Struktur der Kölner Wirtschaft



3,8%

der nationalen Wertschöpfung werden in Köln und Region erwirtschaftet.

Die Wirtschaft in Köln und Region generiert insgesamt eine Wertschöpfung von 162 Milliarden Euro und beschäftigt 1,9 Millionen Erwerbstätige. Diese Schätzungen gehen aus einer regionalen Input-Output-Tabelle für die Wirtschaft von Köln und Region hervor, die auf nationalen amtlichen Daten basiert, die im Rahmen dieser Studie bis 2023 fortgeschrieben und regionalisiert wurden (Methodische Details werden in Anhang 8.2.1 erläutert). **Insgesamt sind Köln und Region damit eine bedeutende Wirtschaftsregion in Deutschland: 3,8 Prozent der nationalen Wertschöpfung werden in der Region erwirtschaftet, während 3,7 Prozent der Erwerbstätigen in Köln und Region tätig sind.** Der leicht höhere Wertschöpfungsanteil verdeutlicht, dass Köln und Region im Vergleich zum Rest von Deutschland leicht überdurchschnittlich produktiv sind.

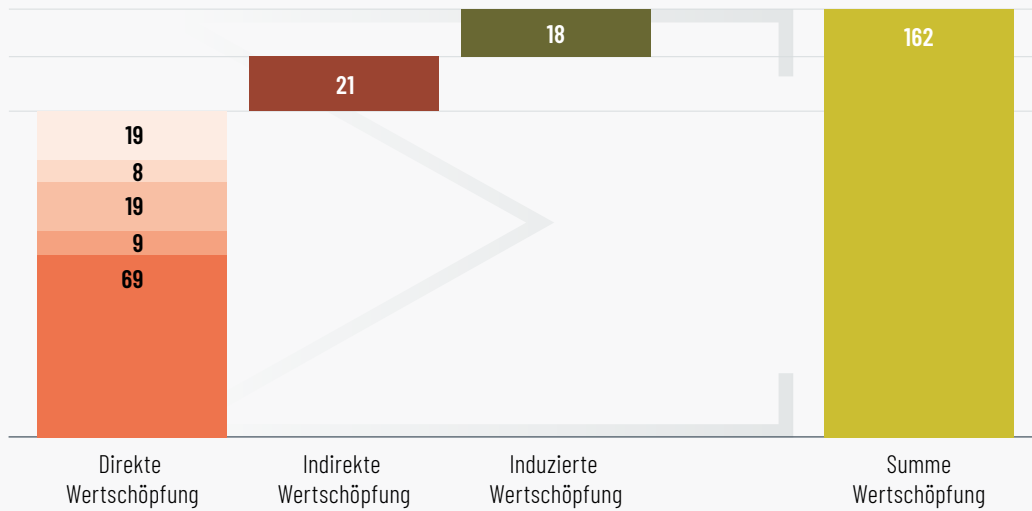
Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung lässt sich in den direkten, indirekten und induzierten wirtschaftlichen Effekt einteilen:

- Der direkte wirtschaftliche Effekt misst die Wirtschaftsleistung, die durch die Produktion von Gütern und Dienstleistungen in der Stadt Köln und den vier betrachteten umliegenden Kreisen entsteht. Die Wirtschaftsleistung wird in Wertschöpfung (s. Abbildung 5-1) und Erwerbstätigen (s. Abbildung 5-2), jeweils disaggregiert nach den fünf Kreisen gezeigt.
- Der indirekte Wirtschaftsleistung gibt an, welche wirtschaftlichen Impulse durch Vorleistungen entstehen, die Unternehmen in Köln und Region aus dem Rest von Deutschland beziehen. Dabei werden sowohl direkte Vorleistungen in den Blick

Abbildung 5-1 | Wertschöpfung in Köln und Region

Die Grafik zeigt die direkte, indirekt und induzierte Wertschöpfung von Köln und Region (in Mrd. Euro, 2023).

■ Stadt Köln ■ Stadt Leverkusen ■ Rhein-Erft-Kreis ■ Rheinisch-Bergischer Kreis ■ Rhein-Sieg-Kreis

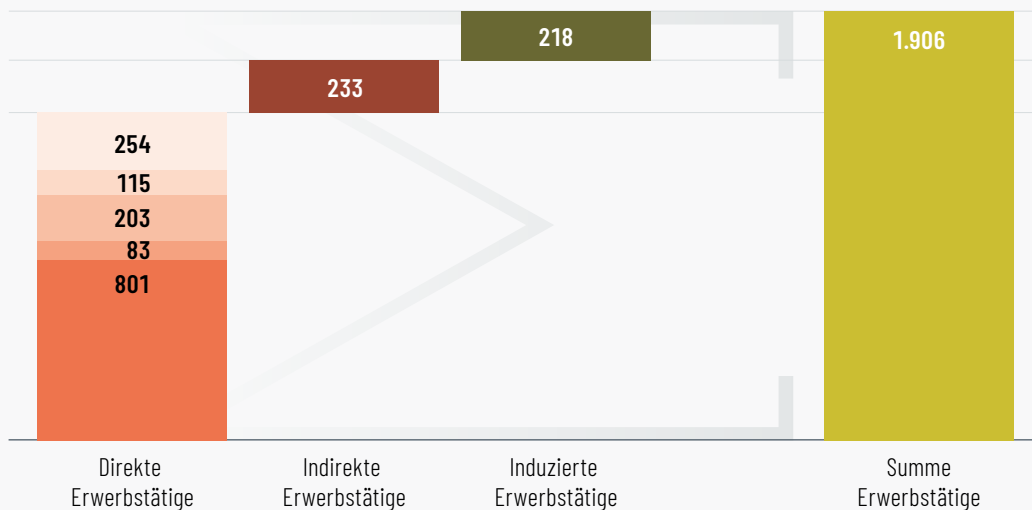


Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung (IW Consult, 2024a), eigene Berechnungen

Abbildung 5-2 | Erwerbstätige in Köln und Region

Die Grafik zeigt die direkte, indirekte und induzierte Beschäftigung in Köln und Region (in Tsd. Personen, 2023).

■ Stadt Köln ■ Stadt Leverkusen ■ Rhein-Erft-Kreis ■ Rheinisch-Bergischer Kreis ■ Rhein-Sieg-Kreis



Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung (IW Consult, 2024a), eigene Berechnungen



genommen als auch die Vorleistungen der Vorleistungen durch die gesamte Wertschöpfungskette hindurch. So fallen beispielsweise Maschinen, die ein Kölner Autobauer von einem Zulieferer außerhalb von Köln und Region bezieht unter die indirekten Wirtschaftsleistung, ebenso wie Teile, die jener Zulieferer für die Fertigung von Maschinen benötigt.

- Der induzierte wirtschaftliche Effekt misst, welche zusätzlichen wirtschaftlichen Impulse auf der Nachfrage dadurch ausgelöst werden, dass direkt und indirekte Beschäftigte der Kölner Wirtschaft Konsumausgaben tätigen. Für alle direkt und indirekt Beschäftigten wird anhand von Lohndaten für die regionale Wirtschaftsstruktur geschätzt, welche Wirtschaftsleistung durch ihren Konsum entsteht.

Aus der Disaggregation der Ergebnisse geht zum einen deutlich hervor, dass die Stadt Köln den größten Teil der Wirtschaftsleistung im Vergleich zu den vier umliegenden Kreisen erwirtschaftet. Das liegt daran, dass Köln zwar 41 Prozent der Gesamtbevölkerung in den fünf Kreisen stellt, allerdings 56 Prozent der Erwerbstätigen. **Damit einhergehend werden auch 55 Prozent der Wertschöpfung in der Stadt Köln erwirtschaftet.** Zum anderen zeigt sich, **dass auch mit Regionen**

außerhalb von Köln und Region wichtige Wertschöpfungsverflechtungen bestehen:

Auf jeden direkt in Köln und Region erwirtschafteten Euro Wertschöpfung kommen 17 Cent indirekte Wertschöpfung im Rest von Deutschland. Für jeden Beschäftigten in Köln und Region sind weitere 0,16 indirekte Erwerbstätige im Rest von Deutschland beschäftigt, die von der Wirtschaft in Köln und Region abhängen.

Im Hinblick auf seine Wirtschaftsstruktur weisen Köln und Region relative Beschäftigungsstärken in der Industrie, Medien und Versicherungen auf.

Abbildung 5-3 zeigt die absolute und relative Beschäftigung der Stadt Köln (korallenrot) bzw. der Region inklusive der umliegenden Kreise (dunkelrot) entlang der Branchen nach WZ2-Stellert-Klassifizierung auf. Die Punkte zeigen die relative Beschäftigung, wobei ein Wert über 1 überdurchschnittliche Beschäftigung und ein Wert unter 1 unterdurchschnittliche Beschäftigung angibt. Dabei gibt es unterschiedliche Vergleichsgruppen für die Stadt Köln bzw. Köln einschließlich der umliegenden Region. Die Stadt Köln wird hier und in vielen weiteren Analysen mit den anderen vier größten Städten Deutschlands unter den Top 5 verglichen: Berlin, Hamburg, Frankfurt, München. Köln und Region wird mit Gesamtdeutschland verglichen.

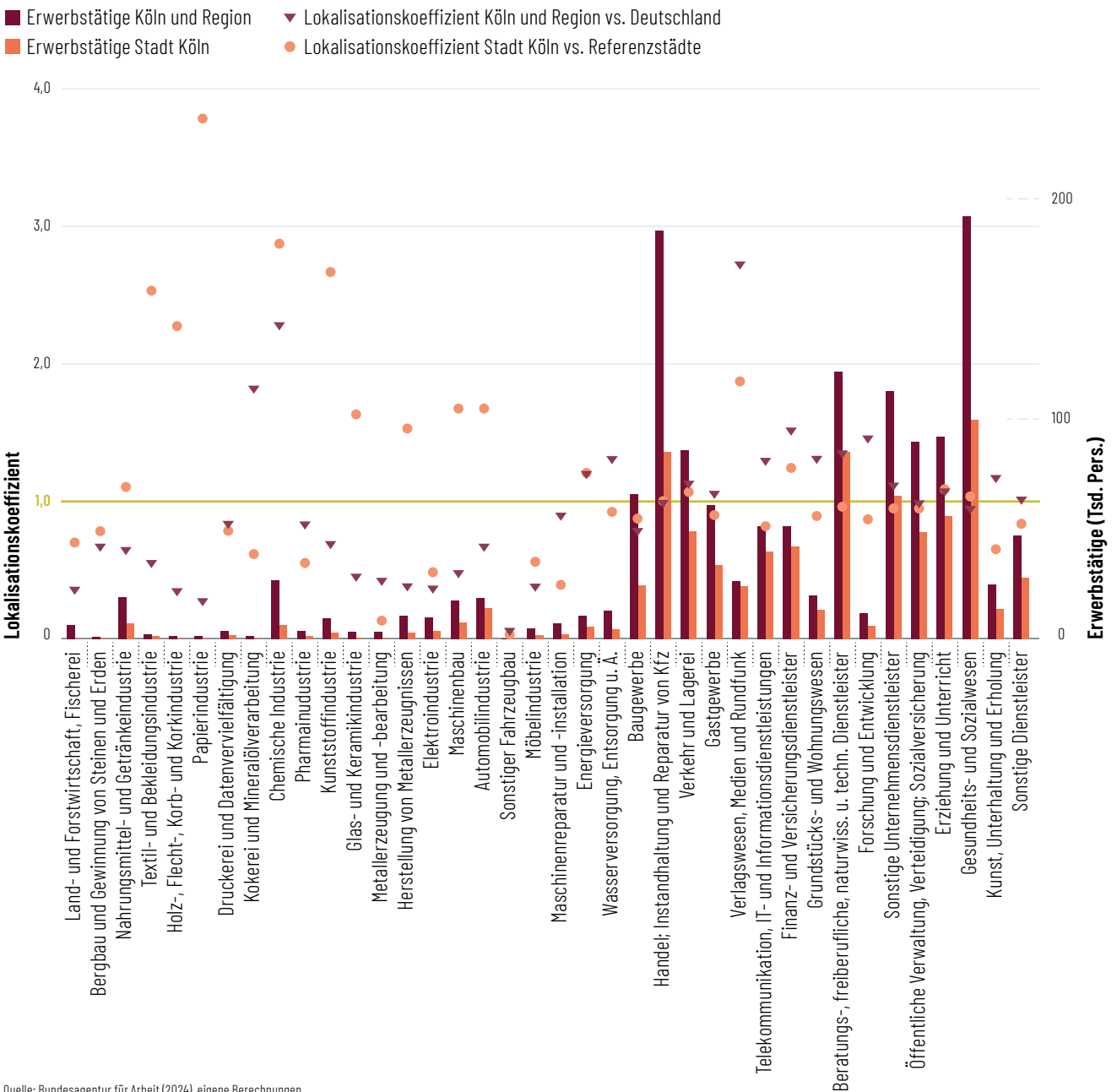


55%

der Wertschöpfung werden in der Stadt Köln erwirtschaftet.

Abbildung 5-3 | Absolute und relative Beschäftigung in Branchen in Köln und Region

Die Abbildung zeigt die Erwerbstätigen Kölns und der Region in WZ2-Steller-Branchen (in Tsd. Personen, 2023, Balken, rechte Achse) sowie Lokalisationskoeffizienten als relatives Maß der Beschäftigung in den Branchen (Punkte, linke Achse). Der Lokalisationskoeffizient ist definiert als der Beschäftigungsanteil einer Branche in Köln/K (bzw. Köln und Region/KR) geteilt durch den Beschäftigungsanteil der Branche in Deutschland (bzw. den fünf Referenzstädten Berlin, Hamburg, München und Frankfurt zusammengekommen). Ein Lokalisationskoeffizient über 1 gibt überdurchschnittliche Beschäftigung in Köln (bzw. Köln und Region) im Vergleich zu Deutschland (bzw. den Referenzstädten) an, ein Koeffizient unter 1 entsprechend unterdurchschnittliche Beschäftigung.

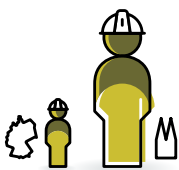


Quelle: Bundesagentur für Arbeit (2024), eigene Berechnungen



Für eine Großstadt weist Köln eine starke industrielle Prägung auf, betrachtet man die relative Beschäftigung.

Im Hinblick auf die relative Beschäftigung fällt zunächst auf, dass vor allem die Stadt Köln eine vergleichsweise starke industrielle Prägung für eine Großstadt hat. Der Beschäftigungsanteil in der Papierindustrie ist beispielsweise fast viermal so hoch wie in den Referenzstädten, wenngleich dies eine absolut betrachtet kleine Branche ist. Unter den absolut betrachtet größeren Kölner Industriebranchen weist Köln eine relative Beschäftigungsstärke in der Chemieindustrie, Automobilindustrie und dem Maschinenbau auf. In ersterer ist der Beschäftigungsanteil das 2,9-Fache vom Anteil in den Referenzstädten, in den beiden letzteren jeweils das 1,7-Fache. Im bundesweiten Vergleich weist die Kölner Region in den meisten industriellen Branchen eine unterdurchschnittliche Beschäftigung auf, eingeschlossen der Automobilindustrie und dem Maschinenbau. Das liegt allerdings daran, dass solche Industrien aufgrund ihrer Flächenansprüche typischerweise mit großen und beschäftigungsstarken Produktionsanlagen in ländlicheren Räumen zu finden sind. **Die Chemieindustrie ist allerdings in Köln und Region auch im bundesweitenvergleich deutlich überdurchschnittlich stark vertreten**, was insbesondere auf den Chempark in Leverkusen zurückzuführen ist: **Der Beschäftigungsanteil ist 2,3-mal so hoch wie in Gesamtdeutschland.**



2,3-mal

höher ist in Köln und Region der Beschäftigungsanteil in der Chemieindustrie im Vergleich zu Gesamtdeutschland.

Im Dienstleistungsbereich gibt es insbesondere zwei Branchen, bei denen eine ausgeprägte relative Beschäftigungsstärke besteht, sowohl im Vergleich zwischen der Stadt Köln und den Referenzstädten als auch im Vergleich zwischen Köln inklusive umliegender Region und Deutschland: Die Medienbranche und die Finanz- und Versicherungsbranche. Beide Branchen sind überdurchschnittlich stark in der Stadt Köln vertreten, was auch ihre relative Beschäftigungsstärke in der Region treibt (die umliegenden Kreise

weisen nur geringe Beschäftigung in den Branchen auf). In der Finanz- und Versicherungsbranchen sind es vor allem die in Köln ansässigen zahlreichen und großen Versicherungen, die die Beschäftigungsstärke bedingen.

Die stärksten Branchen im Hinblick auf die absolute Beschäftigung sind das Gesundheits- und Sozialwesen, der Groß- und Einzelhandel, Dienstleister im Beratungs-, freiberuflichen, naturwissenschaftlichen oder technischen Kontext sowie sonstige Unternehmensdienstleister. Das spiegelt allerdings sowohl bei der Stadt Köln als auch Köln und Region eine typische Wirtschaftsstruktur wider: Auch in den Referenzstädten bzw. bundesweit sind dies beschäftigungsstarke Branchen. Die Beschäftigungsanteile liegen in ähnlicher Höhe.

FAZIT

Köln ist ein wichtiger Wirtschaftsstandort in Deutschland. Mit der Stadt Köln als Kern des Wirtschaftsstandortes bestehen hier wichtige regionale und überregionale Wertschöpfungsverflechtungen. Relative Beschäftigungsstärken liegen vor allem in industriellen Bereichen, im Versicherungswesen und den Medien vor.



05.1.2

Rolle der Industrie für die Wirtschaft

Bestehende Beschäftigungsstärken in der Industrie sind ein wesentlicher Grund für starke Wertschöpfung am Standort. Eine Analyse der Produktivität – definiert als Wertschöpfung je Erwerbstätigen – der Branchen in Köln und Region, zeigt, dass vor allem industrielle Branchen besonders produktiv sind.



Mit einer Produktivität von

398.000 €

zählt vor allem die
Energieversorgung zu
den produktivsten
Wirtschaftszweigen.

Abbildung 5-4 zeigt die Produktivität der Branchen in Köln und Region (Punkte, absteigend sortiert von links nach rechts), sowie Erwerbstätigen- und Wertschöpfungsanteile (Balken). Überdurchschnittliche Produktivität erzielt eine Branche dann, wenn ihr Wertschöpfungsanteil den Beschäftigtenanteil übersteigt. Die durchschnittliche Produktivität in Köln und Region liegt bei rund 85 Tausend Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen.

Das Grundstücks- und Wohnungswesen ist zwar laut amtlicher Statistik die mit Abstand produktivste Branche. Das ist allerdings ein statistisches Artefakt: Jegliches Wohneigentum wird mit einer fiktiven Miete als Wertschöpfung diesem Wirtschaftszweig zugeordnet, während dem keine Erwerbstätigen gegenüberstehen. So ergibt sich eine sehr hohe Gesamtwertschöpfung, die einer relativ kleinen Anzahl an Beschäftigten, die de facto auch in der Branche arbeiten, gegenüberstehen. **Auf diese Branche folgen als produktivste Wirtschaftszweige vor allem industrielle Branchen, allen voran die Energie- und Wasserversorgung mit einer Produktivität von 389 bzw. 169 Tausend Euro**, die Kokerei und Mineralölverarbeitung mit einer Produktivität von 301 Tausend Euro, die Pharmaindustrie (Produktivität: 231 Tsd. Euro), Chemieindustrie (Produktivität: 190 Tsd. Euro) und Automobilindustrie (Produktivität: 141 Tsd. Euro). Auch der in Köln rela-

tiv beschäftigungsstarke Maschinenbau rangiert mit 102 Tausend Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen weit über dem Durchschnitt.

Zu den produktivsten Dienstleistungsbranchen gehören unternehmensnahe Dienstleistungen, die insbesondere eng mit industriellen Branchen verflochten sind. Die Forschung und Entwicklung steht mit einer Produktivität von 144 Tausend Euro an der Spitze der Dienstleistungsbranchen, darauf folgt die Finanz- und Versicherungsbranche (Produktivität: 125 Tausend Euro) und die IT und Telekommunikation (Produktivität: 122 Tausend Euro). **Insgesamt sind es also vor allem industrielle Branchen und industrie-nahe Dienstleister, die Wertschöpfung am Standort Köln und Region vorantreiben.**

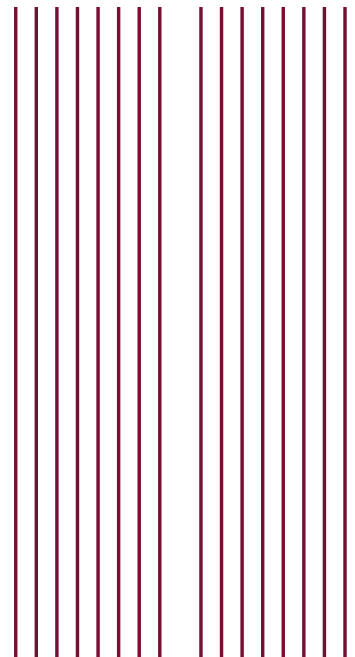
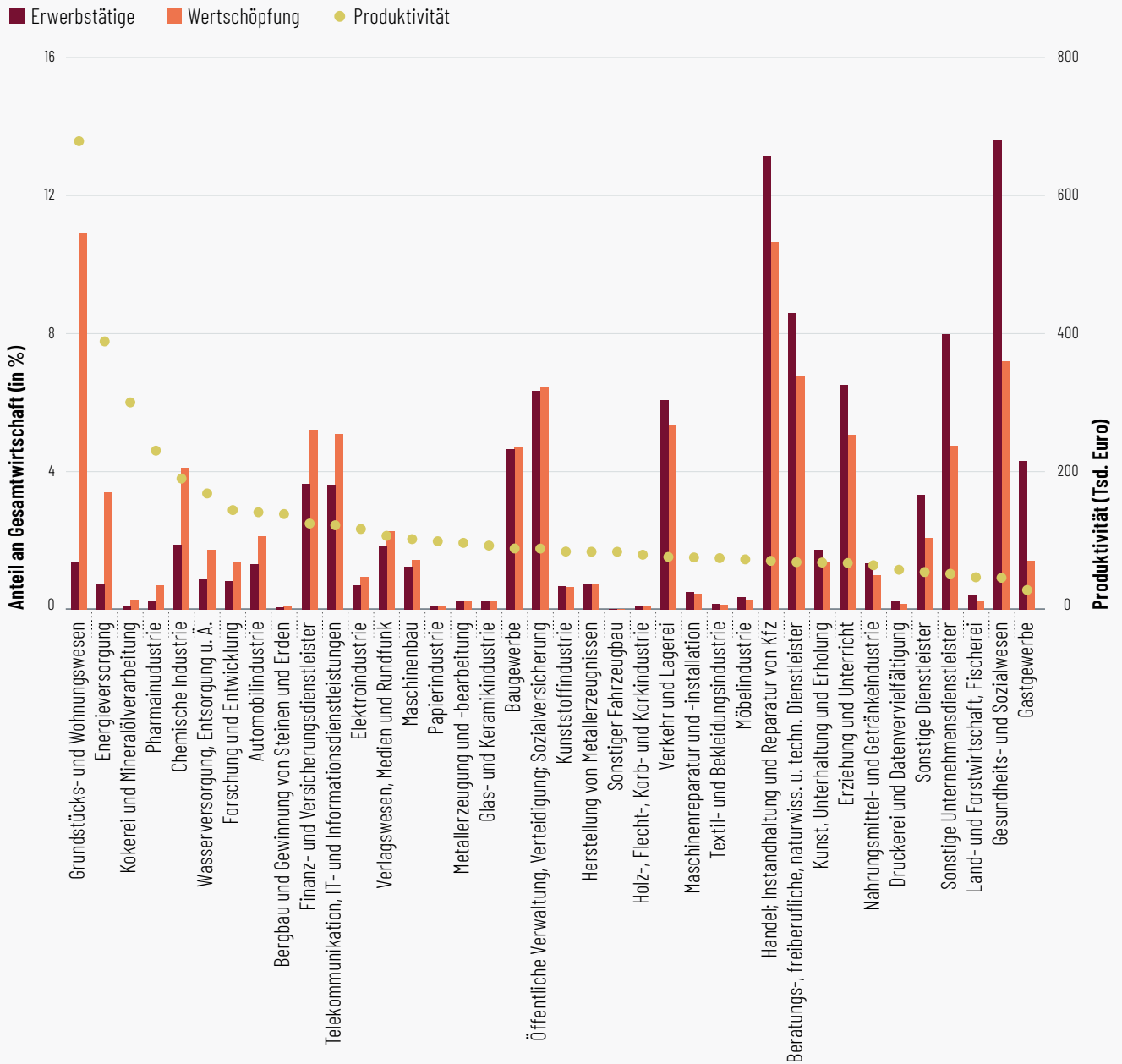


Abbildung 5-4 | Produktivität, Wertschöpfung und Beschäftigung in Branchen in Köln und Region

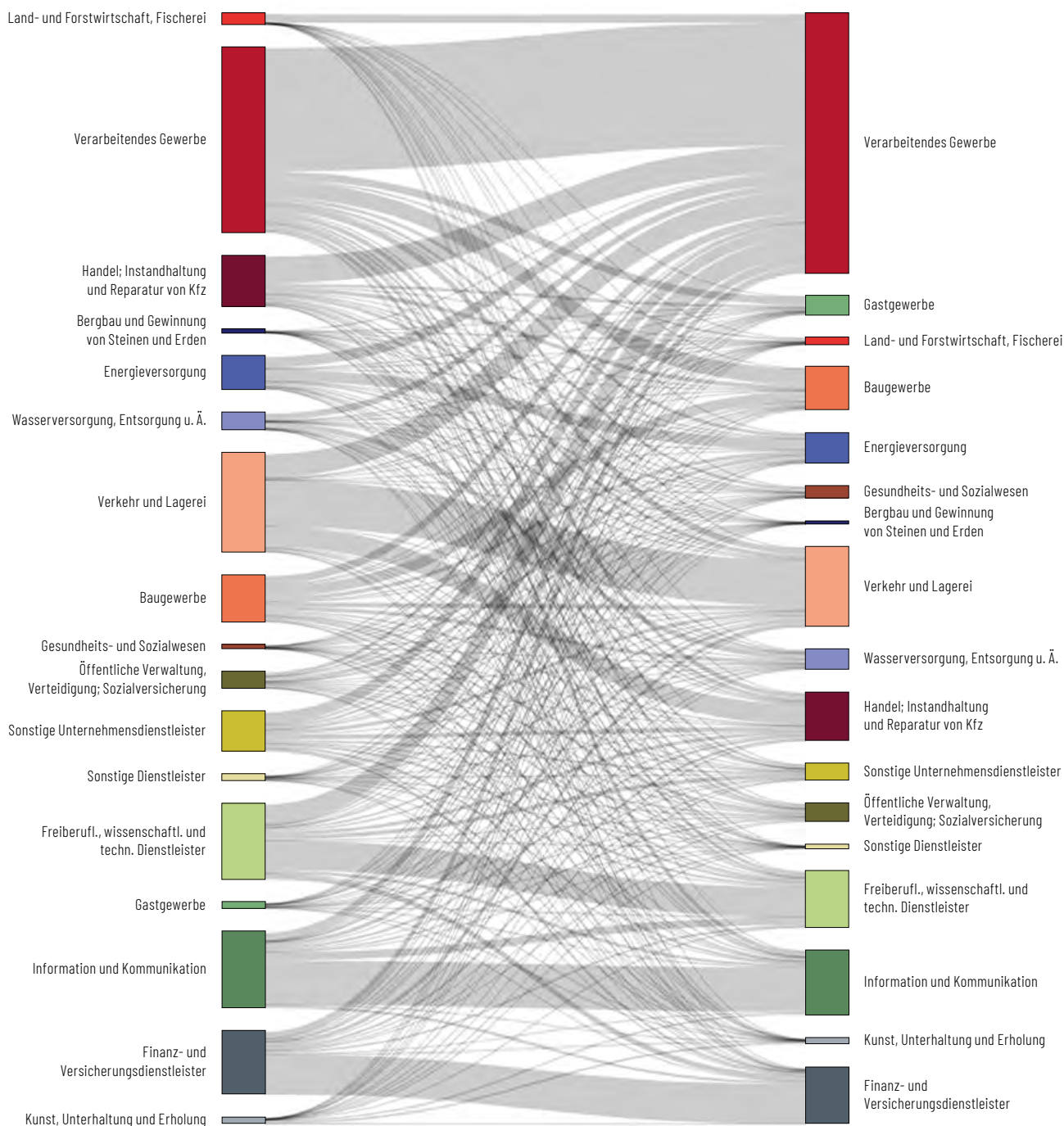
Die Abbildung zeigt die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsanteile von Branchen in Köln und Region (Balken, linke Achse, in Prozent) sowie Branchenproduktivitäten, definiert als Wertschöpfung je Erwerbstätigen (Punkte, rechte Achse, in Tsd. Euro). Angaben für 2023.



Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung (IW Consult, 2024a), eigene Berechnungen

Abbildung 5-5 | Lokale Vorleistungsverflechtungen in Köln und Region

Die Abbildung zeigt die lokalen Vorleistungsverflechtungen zwischen Branchen (Wirtschaftsabschnitten) in Köln und Region. Der Umfang der Flüsse gibt die Höhe der Vorleistungen an, die eine vorleistenden Branche (links) an eine Vorleistung empfangenden Branche (rechts) liefert. Angaben für 2023.



Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung (IW Consult, 2024a), eigene Berechnungen

Industrie und industrienae Dienstleister weisen nicht nur eine hohe eigene Wertschöpfung auf, sie sind auch eng in Wertschöpfungsnetzen miteinander verflochten und treten als wichtige lokale Vorleister für andere Branchen auf.

Anhand der regionalisierten Input-Output-Tabelle können solche Wertschöpfungsverflechtungen analysiert werden (methodische Details sind in Anhang 8.2.1 erklärt). Abbildung 5-5 zeigt die lokalen Vorleistungsverflechtungen der Wirtschaft in Köln und Region. Die Flüsse geben an, in welcher Höhe Branchen untereinander Vorleistungen beziehen. Links ist eine Branche als Zulieferer aufgeführt, rechts als Vorleistung empfangende Branche. Auffallend ist zum einen, dass industrielle Branchen (im verarbeitenden Gewerbe), Verkehr und Lagererei, freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleister sowie Finanz- und Versicherungsdienstleister die größten lokalen Vorleister (links) sind. Zum anderen sind die drei letztgenannten Branchen industrienae Dienstleister, deren lokales Liefervolumen auch relativ gesehen hoch ist. Im Verhältnis zu ihren Vorleistungsbezügen (rechts) liefern diese Branchen mehr, vor allem an die Industrie, als sie von anderen Branchen beziehen. Es gibt also wichtige lokale Wert-

schöpfungsverflechtungen in Köln und Region insbesondere zwischen der Industrie und industrienahen Dienstleistern.

Insgesamt liegt der Anteil der Vorleistungen, die Unternehmen in Köln und Region aus der Region beziehen, bei 43 Prozent, wie aus der Unternehmensbefragung hervorgeht. Das lokale Beschaffungsvolumen ist somit ähnlich hoch wie in München, wo es bei 49 Prozent liegt (Unternehmensbefragung).

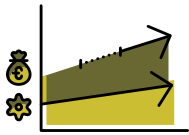
FAZIT

Es gibt wichtige lokale Wertschöpfungsnetzwerke in Köln und Region. Gerade die Industrie und industrienae Dienstleister sind wichtig für den Wirtschaftsstandort Köln. Sie zeichnen sich durch hohe Wertschöpfung je Erwerbstätigen und besonders ausgeprägte Wertschöpfungsverflechtungen untereinander aus.

43%

beträgt das lokale Beschaffungsvolumen in Köln und Region und ist somit ähnlich hoch wie in München.





Mit einem zeitlichen Verzug zeigt sich, dass eine steigende Industriequote in steigender Flächenproduktivität und steigenden Gewerbesteuereinnahmen resultiert.

Diese Bedeutung der Industrie für Wertschöpfung und somit auch für Gewerbesteuereinnahmen, die von lokalen unternehmerischen Gewinnen abhängen, lässt sich auch bundesweit anhand von Paneldaten über die 400 Kreise und 6 Jahre aufzeigen. Im Rahmen einer Kreisdatenanalyse ermittelt die folgende Analyse den Einfluss höherer industrieller Aktivität in Kreisen auf deren Flächenproduktivität und Gewerbesteuereinnahmen.¹³ Da die Industrie flächenintensiv und Flächen gerade in Großstädten wie Köln rar ist, wird hier bewusst die Flächenproduktivität, also die Produktivität pro Siedlungsfläche, als Ergebnisvariable herangezogen.

Die Ergebnisse der Schätzungen des Effekts einer Erhöhung der Industriequote werden in Abbildung 5-6 gezeigt. Es werden sowohl die Effekte einer steigenden Industriequote im gleichen Jahr sowie in bis zu zwei zurück liegenden Jahren gezeigt. Aus den Ergebnissen geht sehr deutlich hervor, dass **eine steigende Industriequote in steigender Flächenproduktivität und steigenden Gewerbesteuereinnahmen mit einem zeitlichen Verzug von ein bis zwei Jahren resultiert**. Es ist natürlich, dass die Umstellung der Wirtschaftsstruktur von Kreisen einiger Zeit bedarf, bis sich Produktivitätsänderungen und in der Folge höhere Steuereinnahmen vor Ort manifestieren. Entsprechend ist der Effekt im gleichen Jahr noch insignifikant, in Folgejahren allerdings signifikant.

Methodenbox: TWFE-Modell

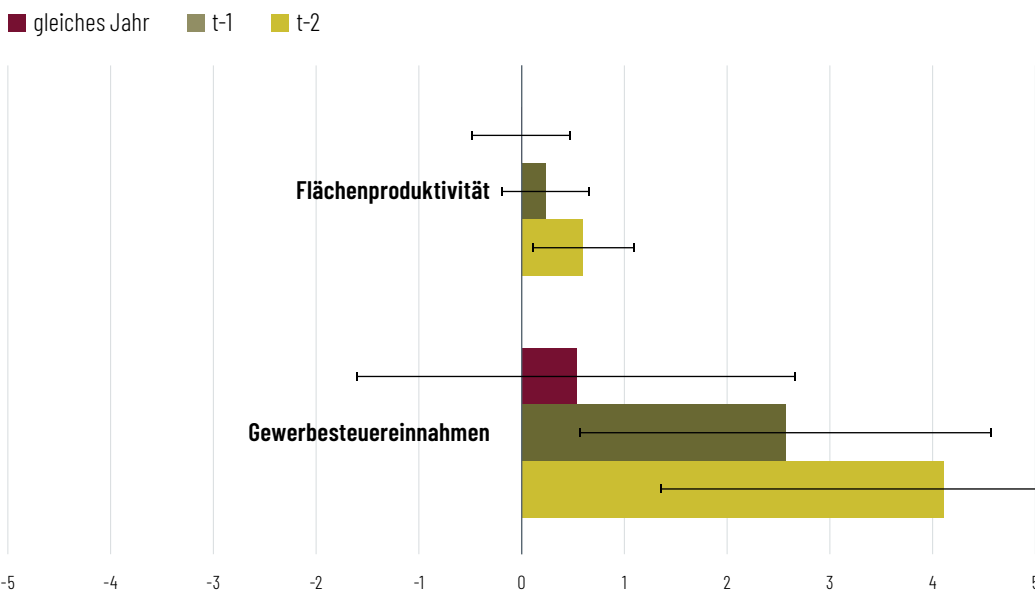
Ein sogenanntes Two-Way Fixed Effects (TWFE)-Modell wird zur Analyse herangezogen. Dieses Modell bietet die Möglichkeit, die Vorteile einer Längs- und Querschnittsanalyse zu kombinieren. Es kontrolliert sowohl für zeitinvariante Heterogenität zwischen Kreisen (wie bspw. unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen und Ausgangsniveaus an Produktivität zwischen Kreisen) als auch generelle, kreisübergreifende zeitliche Entwicklungen (wie bspw. bundesweites Wirtschaftswachstum im Zeitverlauf). Im Prinzip wird die zeitliche Entwicklung der Produktivität bzw. Gewerbesteuereinnahmen zwischen Kreisen mit steigender Industriequote und Kreisen mit nicht steigender Industriequote verglichen. Differenzen in der zeitlichen Entwicklung – nicht jedoch Unterschiede im Ausgangsniveau – werden der steigenden Industriequote ursächlich zugeschrieben. Das ermöglicht es, weitestgehend den kausalen Einfluss höherer Industriequoten zu schätzen.

Flächenproduktivität und Gewerbesteuereinnahmen sind in einer Wirkungskette zu verstehen. Gewerbesteuereinnahmen hängen an Unternehmensgewinnen, die neben Löhnen und Gehältern wesentliches Element der lokalen Wirtschaftsleistung sind. Letztere wird in der Flächenproduktivität über das BIP gemessen. Insofern erfolgt eine Steigerung der Gewerbesteuereinnahmen bei Produktivitätssteigerungen nur, wenn letztere auch von unternehmerischen Gewinnen getrieben werden, nicht nur von Änderungen in Löhnen und Gehältern. Die Analyse testet die Wirkungskette also mittelbar und unmittelbar: Unmittelbar wird der Effekt steigender Industriequote auf die Flächenproduktivität evaluiert. Mittelbar wird dann getestet, inwieweit sich Produktivitätssteigerungen auch in Änderungen der Gewerbesteuereinnahmen übersetzen, also inwieweit unternehmerische Gewinnsteigerungen Teil der Produktivitätsveränderung sind.

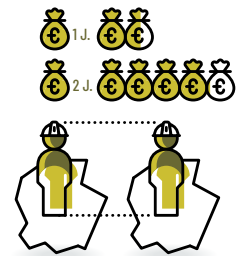
¹³ Das Modell wird kurz in der Methodenbox vorgestellt. Nähere methodische Details finden sich in Anhang 8.2.2

Abbildung 5-6 | Effekte steigender Industriequote auf Flächenproduktivität und Gewerbesteuereinnahmen

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Schätzung von *Two-Way Fixed Effects* (TWFE)-Modellen. Die Ergebnisvariablen sind die Flächenproduktivität, definiert als BIP pro Kopf und Siedlungsfläche (oben), und der Gewerbesteuer-Grundbetrag je Beschäftigten.¹⁴ Die unabhängigen Variablen sind die Industriequote im gleichen Jahr (oberster Balken), im vorangegangenen Jahr (mittlerer Balken), sowie zwei Jahre zuvor (unterster Balken). Die Ergebnisse entstammen separaten Schätzungen für die verschiedenen Zeitpunkte der Industriequote. Alle Schätzungen kontrollieren neben Kreis- und Jahres-*Fixed Effects* für Gründungen, High-Tech Gründungen, die Arbeitslosenquote und die Jugend-Arbeitslosenquote. Die Intervalle sind 95%-Konfidenzintervalle. Umfasst ein Intervall nicht die 0%-Linie, handelt es sich um einen statistisch signifikanten Effekt.



Quelle: Paneldaten über 400 Kreise und 6 Jahre (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024b, 2023c, 2023a; Bundesagentur für Arbeit, 2023a, 2024; ZEW, Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung, 2023), eigene Schätzungen



2,6%

mehr Gewerbesteuer-Grundbetrag je Beschäftigten nach einem Jahr folgen aus höherer Industriebeschäftigung und damit einhergehend einer Steigerung der Flächenproduktivität. Nach zwei Jahren beträgt der Anstieg

4,1%

Die Ergebnisse zeigen einen unmittelbaren Effekt und einen starken mittelbaren Effekt. Eine Steigerung des Anteils der industriell Beschäftigten um einen Prozentpunkt resultiert nach einem Jahr in einer Steigerung der Flächenproduktivität um 0,2 Prozent und des Gewerbesteuer-Grundbetrags je Beschäftigten um 2,6 Prozent. Nach zwei Jahren betragen die Anstiege jeweils 0,6 Prozent und 4,1 Prozent.

FAZIT

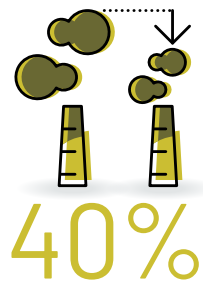
Der Erhalt und Ausbau industrieller Beschäftigung ist ein wichtiger Hebel, um Produktivität und unternehmerischen Erfolg anzutreiben und darüber Gewerbesteuereinnahmen vor Ort zu erhöhen.

¹⁴ Um den Effekt der Industriequote auf die steuerliche Bemessungsgrundlage zu ermitteln und nicht etwa unterschiedliche Entwicklungen in Gewerbesteuer-Hebesätzen in Kreisen, wird hier der Grundbetrag verwendet. Der Grundbetrag spiegelt den für die Gewerbesteuer zugrundeliegenden unternehmerischen Erfolg wider, und wird mit dem Hebesatz multipliziert, um das Gewerbesteueraufkommen einer Gemeinde oder eines Kreises zu ermitteln.



05.1.3

Kölner Wirtschaft und Klimaschutz



CO₂-Reduktion im Sektor Industrie. Damit trägt die Industrie überdurchschnittlich zur Erreichung der Klimaziele bei.

Dabei bedeutet ein Erhalt und Ausbau wertschöpfungsstarker Industrie nicht zwangsläufig ein Verzicht auf Klimaziele. **Im Vergleich zu anderen Sektoren trägt die Industrie sogar überdurchschnittlich zur Erreichung der Klimaziele bei. Das gilt bundesweit ebenso wie für den Wirtschaftsstandort Köln.** Eine Betrachtung der Emissionsentwicklung von Kohlenstoffdioxid in Deutschland seit 1990 – das Referenzjahr für die Erreichung nationaler Klimaziele – zeigt, dass sich die Emissionen bundesweit um 37 Prozent reduziert haben. **Die Industrie hat überdurchschnittlich dazu beigetragen: In diesem Sektor kam es zu einer Reduktion von 40 Prozent (Umweltbundesamt, 2024).**

In der Unternehmensbefragung wurden zudem Unternehmen in Köln und der Region nach ihren Emissionsentwicklungen in den letzten fünf Jahren befragt. Die Ergebnisse legen nahe, dass der lokale Beitrag zum Klimaschutz überdurchschnittlich ausgeprägt ist. Während bundesweit die Emissionen der Industrie in den letzten fünf Jahre um 14 Prozent gesunken sind, liegt die Reduktion in Köln und der Region bei 17 Prozent.¹⁵

Schließlich zeigen Angaben aus der Unternehmensbefragung zu Klimaschutzmaßnahmen sowie die Umweltschutzinvestitionen in Köln und der Region, dass ein signifikantes und steigendes unternehmerisches Engagement für den Klimaschutz in Köln und der Region besteht. Abbildung 5-7 zeigt die Entwicklung der Klimaschutzinvestitionen in Köln und Region bzw. nur für die Stadt Köln.

¹⁵ Dieser Wert ist indikativ zu verstehen. Er beruht auf lediglich elf Antworten. Fragen zu den Transformationsprozessen Digitalisierung und Klimaschutz auf Grund von Beschränkungen der Länge des Fragebogens, die einen großen Einfluss auf die Rücklaufquote hat, im fakultativen Teil der Befragung. Dieser Teil wurde nur von wenigen Unternehmen beantwortet.

Abbildung 5-7 | Umweltschutzinvestitionen in Köln (und Region)

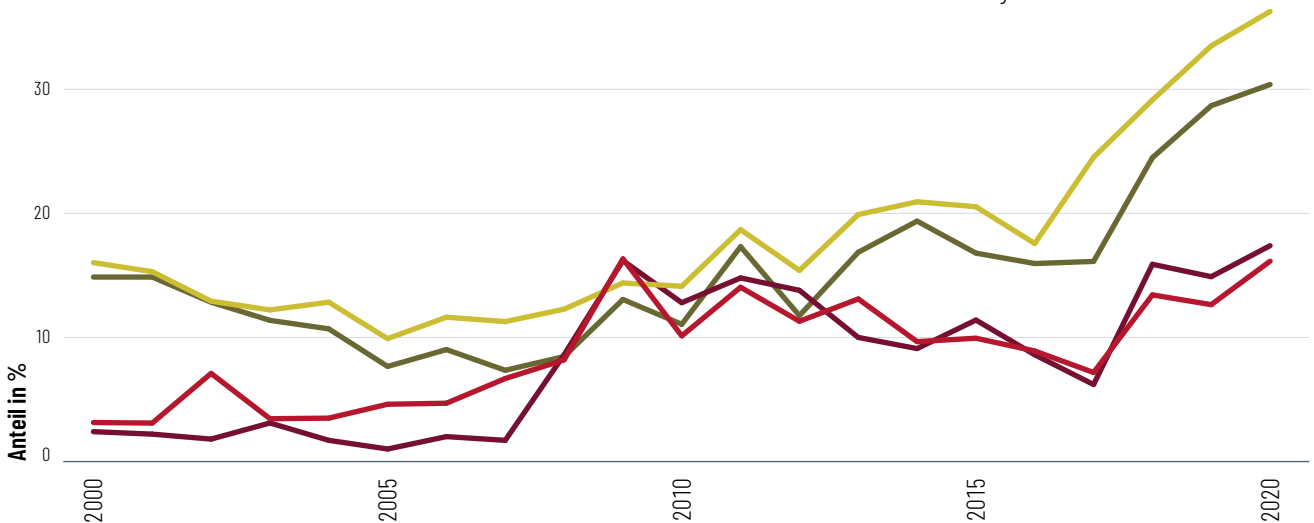
Die Abbildung zeigt die Entwicklung der Umweltschutzinvestitionen in der Stadt Köln bzw. Köln und Region, gemessen zum einen als Anteil an den Gesamtinvestitionen und zum anderen als der Anteil an Betrieben, die Umweltschutzinvestitionen vornehmen.

Anteil Umweltschutzinvestitionen an Gesamtinvestitionen

■ Stadt Köln ■ Köln und Region

Anteil Betriebe mit Umweltschutzinvestition an investierenden Betrieben

■ Stadt Köln ■ Köln und Region



Quelle: IT.NRW (2024a)

Gemessen werden diese anteilig am Umsatz und als Anteil der Betriebe, die Umweltschutzinvestitionen tätigen. In allen Zeitverläufen sieht man einen deutlich positiven Trend: So lag der Anteil der Betriebe mit Umweltschutzinvestitionen in Köln und Region 2020 bei 36 Prozent – eine Verdoppelung im Vergleich zu 18 Prozent im Jahr 2000. Auch der Umsatzanteil hat in diesem Zeitraum deutlich zugenommen: **Während 2020 über 15 Prozent der Investitionen in Köln (und Region) in den Umweltschutz flossen, waren es 2000 noch unter 5 Prozent.**

Abbildung 5-8 zeigt die unternehmerische Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in Köln und Region. Es wird deutlich, dass die Mehrheit der abgefragten Maßnahmen bereits von über der Hälfte umgesetzt werden. Die Top-Maßnahmen sind dabei die Förderung der Ressourceneffizienz in Geschäftsabläufe und unternehmensinterne Richtlinien zum Klimaschutz, die von mindestens 90 Prozent der Unternehmen in Köln und Region bereits umgesetzt werden. Die Verfolgung des CO₂-Fußabdrucks in Lieferketten, CO₂-Kompensationszahlungen und Personal im Klimaschutz- bzw. Nachhaltigkeitsbereich sind mit rund einem Drittel Umsetzungsrate die am wenigsten verbreiteten Maßnahmen.



3x

soviel investierten
Köln und Region 2020
in den Umweltschutz im
Vergleich zu 2000.



Allerdings sehen in diesen Bereichen viele Unternehmen die Umsetzung vor: Zwischen 23 und 32 Prozent planen sie innerhalb der nächsten fünf Jahre. Angesichts neuer gesetzlicher Verpflichtungen – insbesondere im Rahmen des Lieferkettensorgfaltspflichten-gesetzes – ist das nicht überraschend. Berichtspflichten und damit einhergehendes Personal sind insbesondere für große Unternehmen relevant. Eine Differenzierung nach Größe zeigt dies bei der Verfolgung des CO₂-Fußabdrucks und Mitarbeitenden im Klimaschutz- bzw. Nachhaltigkeitsbereich deutlich: Alle befragten Großunternehmen setzen diese Maßnahmen bereits um oder sehen die Umsetzung vor innerhalb der nächsten fünf Jahre vor.

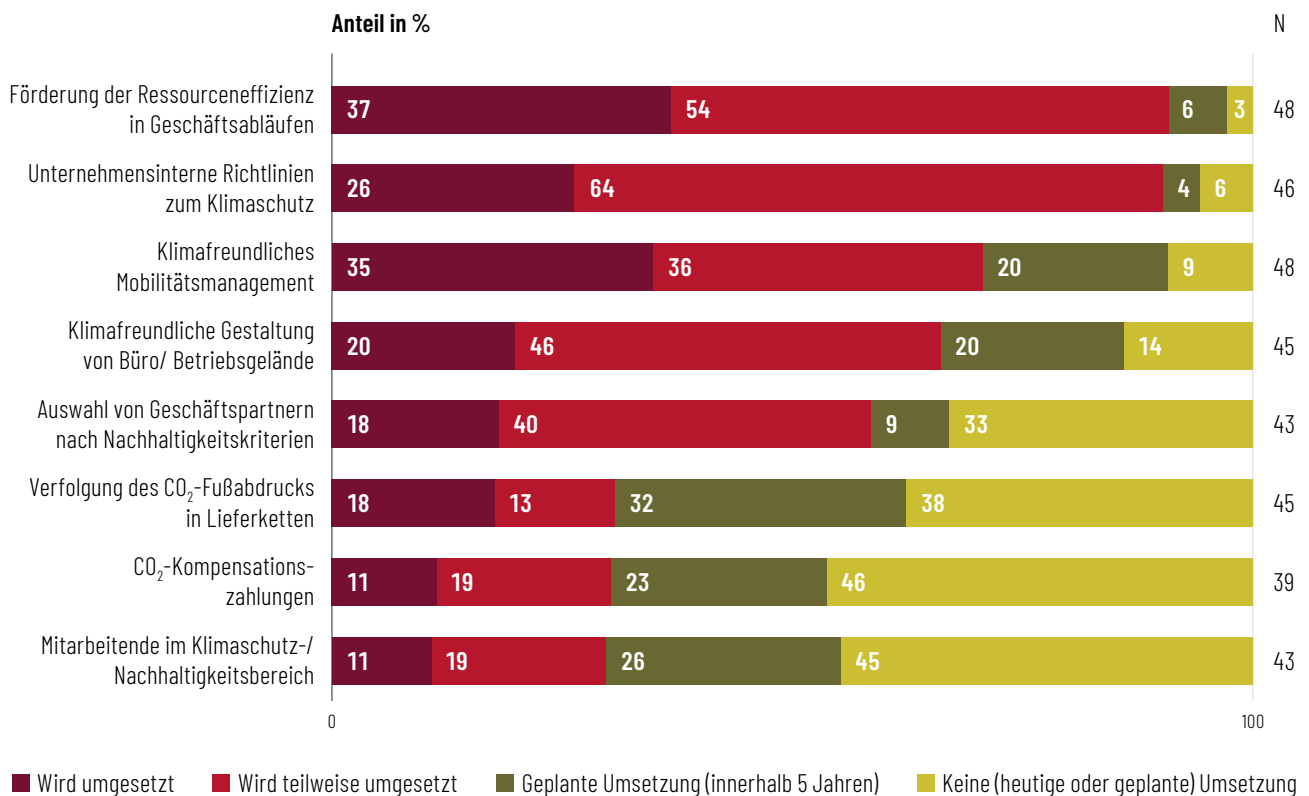
FAZIT

Der Erhalt und Ausbau wertschöpfungsstarker Industrie widerspricht sich nicht mit Klimazielen. Die Industrie trägt überdurchschnittlich zur Erreichung der Klimaziele bei – auch am Wirtschaftsstandort Köln. Das lokale unternehmerische Engagement für den Klimaschutz ist signifikant und steigend.

Abbildung 5-8 | Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen

Ergebnisse basieren auf der Unternehmensbefragung.

Frage: „Welche Maßnahmen im Bereich des Klimaschutzes setzt Ihr Unternehmen um?“



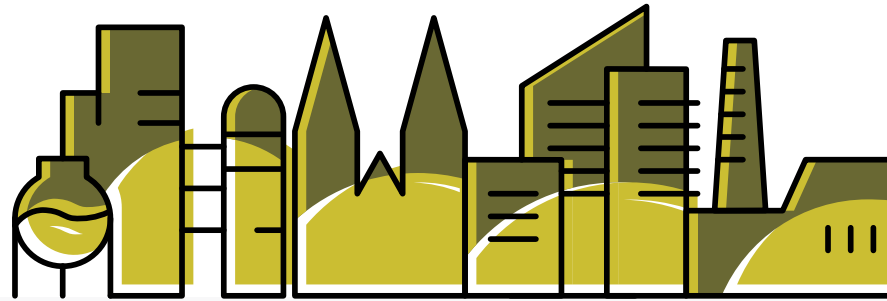
Quelle: Unternehmensbefragung

05.1.4

Kölner Wirtschaft im Vergleich

Im Folgenden wird die Wirtschaft Kölns und der Region im Vergleich betrachtet. Die vergleichende Betrachtung ermöglicht eine Einordnung der Kölner Wirtschaftsstruktur und erlaubt Rückschlüsse zu ziehen, in welchen Branchen vielversprechende Ausbaupotenziale für eine wertschöpfungsorientierte Weiterentwicklung des Wirtschaftsstandorts bestehen. Als Rahmenwerk für die Betrachtung dienen die Kölner Leitmärkte, die eine von der Stadt Köln und KölnBusiness verwendete Charakterisierung darstellen und ein Profil der Kölner Wirtschaftsstruktur sein sollen (Prognos AG, 2016):





Zuerst wird die Profilbildungsfunktion der Leitmärkte anhand der offiziellen Definition der Leitmärkte (KölnBusiness, 2024) untersucht. Anschließend nimmt dieses Kapitel eine vergleichende Branchen-Produktivitätsanalyse anhand der Leitmärkte vor, um Ausbaupotenziale zu identifizieren.

Summiert man alle Beschäftigten in Kölner Leitmärkten zugehörigen Branchen auf

(Tabelle 5-1), arbeiten in Köln und Region 80 Prozent der Erwerbstätigen in den Leitmärkten während der Anteil in Deutschland bei 82 Prozent liegt. **Leitmärkte erfüllen also keine profilbildende Funktion.** Auch die Stadt Köln alleine hat mit 80 Prozent genauso viele Beschäftigte in ihren Leitmärkten wie die Referenzstädte (Berlin, Hamburg, München und Frankfurt zusammengefasst).

Tabelle 5-1 | Gesamte Beschäftigung in Leitmärkten

Die Tabelle zeigt den Beschäftigungsanteil aller Branchen, die der Definition der Kölner Leitmärkte zugeordnet sind, für fünf Vergleichsregionen bzw. -städte. Schätzungen auf Grundlage der Input-Output-Analyse für 2023.

Region/ Stadt	Beschäftigungsanteil in Leitmärkten zugehörigen Branchen
Deutschland	82%
NRW	82%
Köln und Region	80%
Stadt Köln	80%
Referenzstädte (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt)	80%

Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf der Leitmarkt-Definition (KölnBusiness, 2024)



Die Leitmärkte in Köln bilden einen großen Teil der Gesamtwirtschaft ab.

Außerdem fällt auf, dass **die Leitmärkte grundsätzlich einen großen Teil der Gesamtwirtschaft abbilden.** Die größten ausgelassenen Branchen, die sich keinem Leitmarkt zuordnen lassen und rund ein Fünftel der Gesamtwirtschaft ausmachen, sind der öffentliche Dienst, Erziehung und Unterricht und Teile gebäudenaher Dienstleistungen.

Auch für jeden einzelnen Leitmarkt zeigt sich, dass die Stadt Köln ein typisch großstädtisches Profil hat. Während es auf der Ebene von WZ2-Steller-Branchen relative Beschäftigungsstärken von der Stadt Köln im Vergleich zu den Referenzstädten gibt (s. Abbildung 5-3), äußern diese sich nicht mehr in den höher aggregierten Leitmärkten.

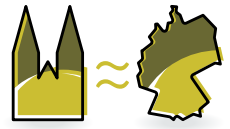
Abbildung 5-9 zeigt die Beschäftigtenanteile für jeden der acht Leitmärkte. In jedem einzelnen Leitpunkt unterscheidet sich der Beschäftigtenanteil der Stadt Köln höchstens marginal (um bis zu 1 Prozentpunkt) vom Anteil in den Referenzstädten. Während er in den Leitmärkten „Business City“, „Gesundheit und Life Science“, „Kultur- und Kreativwirtschaft“ sowie „Logistik und Großhandel“ marginal größer ist, ist er in den Leitmärkten „Forschung und Wissenschaft“, „Gastgewerbe/Destination Köln“, „IT und Telekommunikation“ und „Produktion“ sogar marginal kleiner als in den Referenzstädten. **Auch Köln und Region weisen in sechs von acht Leitmärkten einen sehr ähnlichen Beschäftigungsanteil in jedem Leitmarkt auf**

wie Deutschland oder NRW – die Region hat also eine sehr typische Wirtschaftsstruktur.

Größere Unterschiede gibt es im Leitmarkt „Business City“, der beschäftigungsintensiver in Köln und Region ist, und „Produktion“, der weniger beschäftigungsintensiv ist. Das ist auf typische Differenzen zwischen städtischen und ländlichen Räumen zurückzuführen. Branchen in erstem Leitmarkt sind typischerweise stärker in Städten vertreten, während große industrielle Produktionsanlagen stärker in ländlichen Räumen angesiedelt sind. Entsprechend gibt es bei diesen beiden Märkten auch keine großen Beschäftigungsunterschiede zwischen der Stadt Köln und den Referenzstädten.

FAZIT

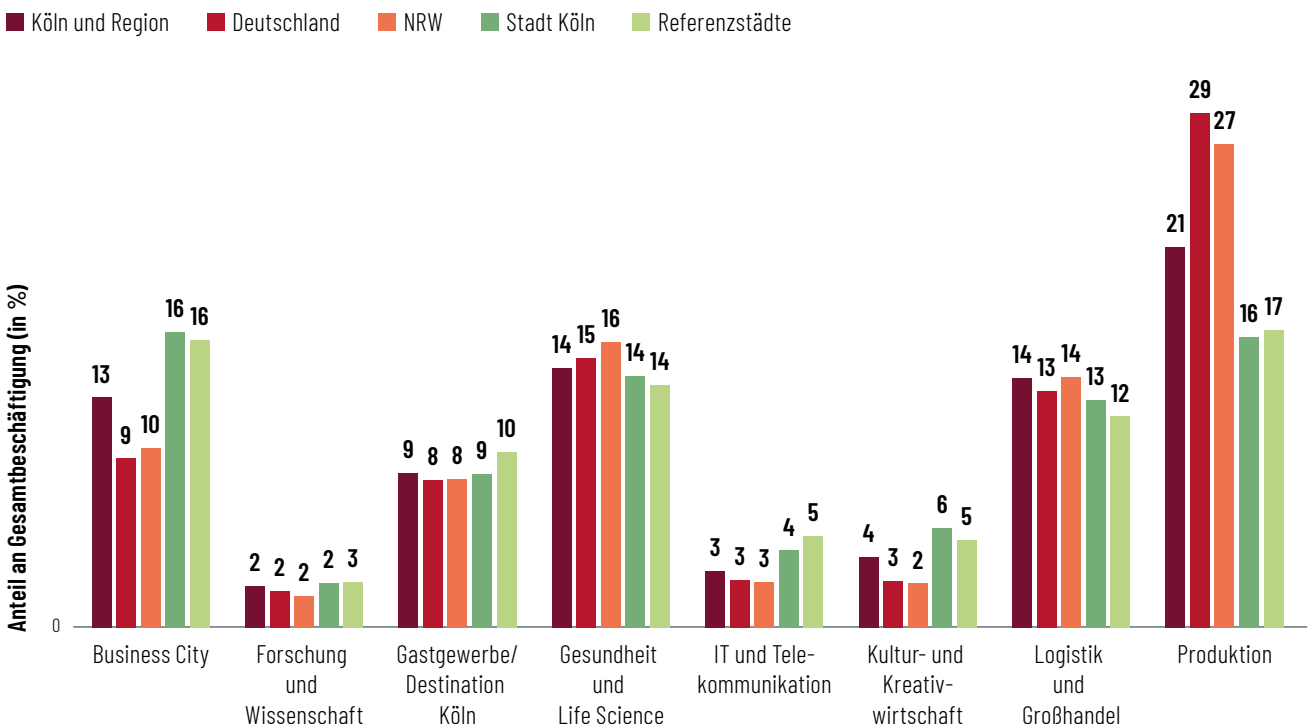
Die Leitmärkte erfüllen in Köln und Region keine profilbildende Funktion. Die Stadt Köln hat ein typisches großstädtisches Profil und zeichnet sich in keinem Leitmarkt durch eine relative Beschäftigungsstärke im Vergleich zu anderen Großstädten aus.



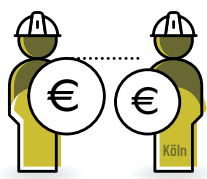
Köln und Region haben eine sehr typische Wirtschaftsstruktur – in sechs Leitmärkten weisen sie einen sehr ähnlichen Beschäftigungsanteil wie Deutschland auf.

Abbildung 5-9 | Erwerbstätige in Kölner Leitmärkten

Die Abbildung zeigt die Beschäftigtenanteile in den einzelnen Kölner Leitmärkten für fünf Vergleichsregionen bzw. -städte. Beschäftigte werden in allen einem Leitmarkt zugehörigen Branchen nach offizieller Definition gezählt. Anteile auf ganze Zahlen gerundet. Schätzungen auf Grundlage der Input-Output-Analyse für 2023.



Quelle: Bundesagentur für Arbeit (2024), Leitmarkt-Definition (KölnBusiness, 2024)



86.000 €

Wertschöpfung je Erwerbstätigen in der Stadt Köln ist über 10 % geringer als in den Referenzstädten

mit **97.000 €**

Aufgrund der fehlenden Profilbildung über den bisherigen Branchenmix schlägt diese Studie eine Profilbildung für den Wirtschaftsstandort Kölns vor, der wertschöpfungsorientiert ist. Die Grundlage dafür bildet eine vergleichende Produktivitätsuntersuchung für die Kölner Wirtschaft. Produktivitätsschätzungen erlauben eine Bestandsaufnahme der relativen Wertschöpfungsstärke. Die Leitmärkte dienen bei der Analyse als Branchenkategorisierung. Drei Ergebnisse stehen heraus: **Erstens ist die Kölner Wirtschaft im Vergleich zu den vier Referenzstädten unterdurchschnittlich produktiv. Zweitens weisen die nach den Leitmärkten charakterisierten Branchen sehr unterschiedliche Produktivitäten auf. Drittens schneidet die Stadt Köln in jedem einzelnen Leitmarkt schlechter ab als die Referenzstädte.** Zum Teil sind die relativen Differenzen erheblich. Grundlage für die Produktivitätsschätzungen sind Daten aus der amtlichen Statistik sowie Methoden zur Fortschreibung und Regionalisierung, die in Anhang 8.2.1 näher erläutert werden.

Abbildung 5-10 zeigt die Ergebnisse. Die ersten fünf Balken links zeigen die Ergebnisse für die Gesamtwirtschaft und die restlichen Balken zeigen die Produktivitäten in den acht Leitmärkten. Zunächst wird deutlich, dass Köln und Region mit rund 85 Tsd. Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen zwar leicht über der bundesweiten Produktivität von rund 82 Tsd. Euro liegt. **Allerdings bleibt die Stadt Köln allein deutlich hinter den Referenzstädten (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt) zurück: Mit 97 Tsd. Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen ist die Produktivität in den Referenzstädten über 10 Prozent höher als in der Stadt Köln (86 Tsd. Euro).**

In den einzelnen Leitmärkten zeigen sich sehr unterschiedliche Branchenproduktivitäten. Der Kölner Leitmarkt „Business City“ ist im Kölner Raum mit einer Produktivität von 136 Tsd. Euro in der Stadt Köln bzw. 145 Tsd. Euro in Köln und Region der produktivste Leitmarkt, gefolgt vom Leitmarkt „IT

und Telekommunikation“ mit einer Produktivität von 128 Tsd. Euro in Köln und 125 Tsd. Euro in Köln und Region. Die wissensintensiven Dienstleister im Leitmarkt „Business City“ mit hohen Akademikerteilen sind auch in Deutschland und anderen Großstädten wertschöpfungsstark. Im Vergleich ist Köln (und Region) deutlich weniger produktiv: Deutschlands Produktivität in dem Leitmarkt ist mit 165 Tsd. Euro um knapp 14 Prozent höher als in Köln und Region. Mit 152 Tsd. Euro Wertschöpfung je Beschäftigten sind die Referenzstädte um knapp 12 Prozent produktiver im Leitmarkt als die Stadt Köln. Auch in der IT- und Telekommunikationsbranche fällt die Stadt Köln hinter den Referenzstädten zurück, die eine rund 10 Prozent höhere Produktivität aufweisen (141 Tsd. Euro).

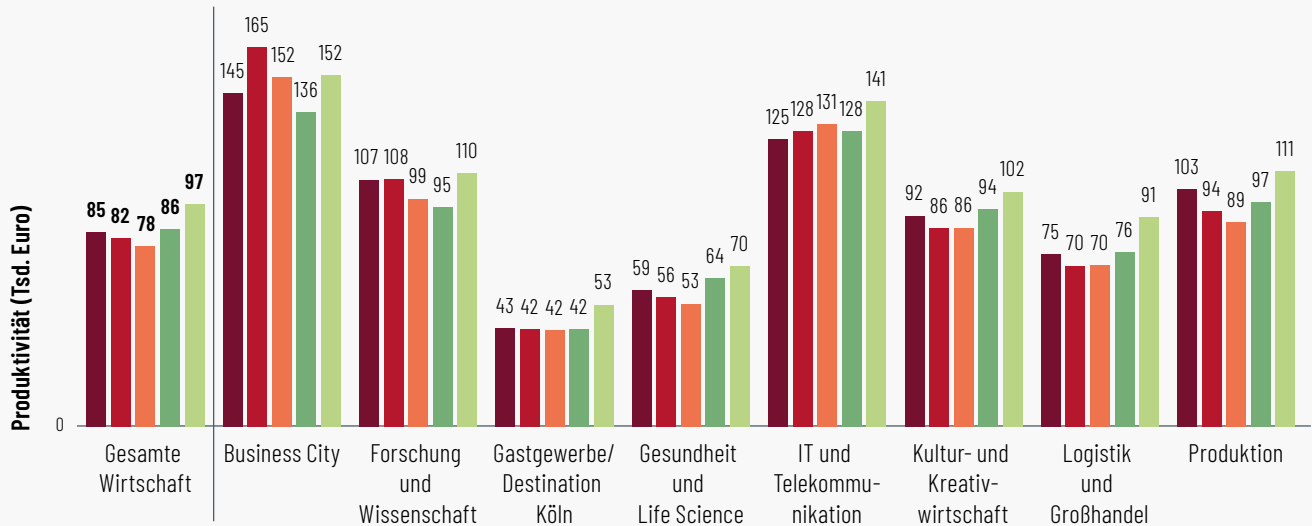
Während der Leitmarkt „Gesundheit und Life Science“ als Gesamtes mit einer Produktivität von 64 Tsd. Euro in Köln bzw. 59 Tsd. Euro in Köln und Region vergleichsweise weniger produktiv ist, gibt es erhebliche Differenzen zwischen Branchen, die diesem Leitmarkt zugehörig sind. Der Leitmarkt lässt sich gut in die oben genannten drei Teilbranchen einteilen:

- Gesundheitsversorgung
- Kranken- und Sozialversicherung
- Pharma, Biotech und Life Science

Wie Abbildung 5-11 deutlich zeigt, ist die dritte industrielle Branche mit einer Produktivität von 135 Tsd. Euro in der Stadt Köln bzw. 145 Tsd. Euro in Köln und Region der wertschöpfungsstärkste je Erwerbstätigen. Nichtsdestotrotz beträgt die Produktivität in den Referenzstädten in dieser Teilbranche bei 192 Tsd. Euro, um 42 Prozent höher als in der Stadt Köln. Das bedeutet, dass es in diesem Teilmarkt noch deutliches Steigerungspotenzial gibt. Während die Gesundheitsversorgung zwar die am wenigsten produktive Teilbranche ist, hat sie natürlich einen wichtigen funktions-sichernden Charakter, der sich nicht in der Produktivitätsstatistik widerspiegelt.

Abbildung 5-10 | Produktivitäten im Vergleich

Die Abbildung zeigt die Produktivität, definiert als Tsd. Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen, in der gesamten Wirtschaft (erste fünf Balken links) sowie in allen Kölner Leitmärkten (restliche Balken) für fünf Vergleichsregionen bzw. -städte. Schätzungen auf Grundlage der Input-Output-Analyse für 2023.

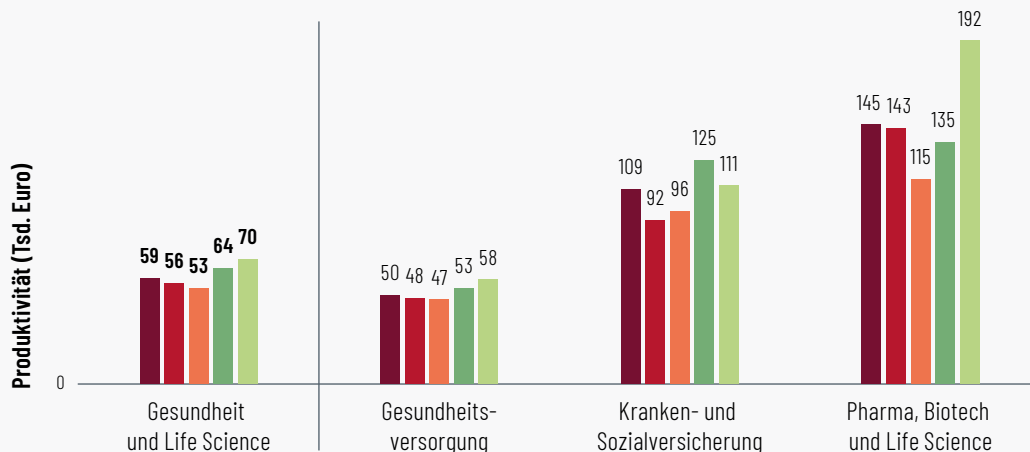


Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung (IW Consult, 2024a), Leitmarkt-Definition (KölnBusiness, 2024), eigene Berechnungen

Abbildung 5-11 | Produktivität in Teilmärkten von Gesundheit und Life Science

Die Abbildung zeigt die Produktivität, definiert als Tsd. Euro Wertschöpfung je Erwerbstätigen, im Kölner Leitmarkt „Gesundheit und Life Science“ (links) sowie in drei Teilmärkten, die zusammen den Leitmarkt ergeben, für fünf Vergleichsregionen bzw. -städte. Schätzungen auf Grundlage der Input-Output-Analyse für 2023.

- Köln und Region
- Deutschland
- NRW
- Stadt Köln
- Referenzstädte



Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung, Leitmarkt-Definition (KölnBusiness, 2024), eigene Berechnungen

Die Leitmärkte „Produktion“ und „Forschung und Wissenschaft“ weisen in Köln (und Region) ähnliche Produktivitäten rund um 100 Tsd. Euro auf, die Kultur- und Kreativwirtschaft liegt mit Produktivitäten knapp über 90 Tsd. Euro etwas dahinter, gefolgt von Logistik und Großhandel mit Produktivitäten rund um 75 Tsd. Euro im Kölner Raum. Die Produktion umfasst viele unterschiedliche Branchen, entsprechend gibt es hier innerhalb des Leitmarkts erhebliche Produktivitätsdifferenzen. In der in diesem Leitmarkt angesiedelten Industrie sind die fünf produk-

tivsten Branchen mit einer 100 Tsd. Euro übersteigenden Produktivität in Köln und Region die Mineralölverarbeitung (301 Tsd. Euro), die Chemieindustrie (190 Tsd. Euro) und die Automobilindustrie (141 Tsd. Euro), die Elektroindustrie (130 Tsd. Euro) sowie der Maschinenbau (102 Tsd. Euro).

Auch in den vier Leitmärkten „Produktion“, „Forschung und Wissenschaft“, „Kultur- und Kreativwirtschaft“ und „Logistik und Großhandel“ ist die Stadt Köln weniger produktiv als die Referenzstädte:





Das Gastgewerbe ist schließlich der am wenigsten produktive Leitmarkt mit einer Wertschöpfung von 42 Tsd. Euro je Erwerbstätigen in der Stadt Köln und 43 Tsd. Euro in Köln und Region. Auch wenn das Gewerbe für die Attraktivität der Stadt eine funktionssichernde Funktion hat, die sich in der Produktivitäts-

statistik nicht wieder findet, ist der Unterschied zwischen der Stadt Köln und den Referenzstädten deutlich: In den Referenzstädten ist die Produktivität mit 53 Tsd. Euro um 25 Prozent höher. Auch hier besteht also erhebliches Potenzial, Produktivität zu steigern.

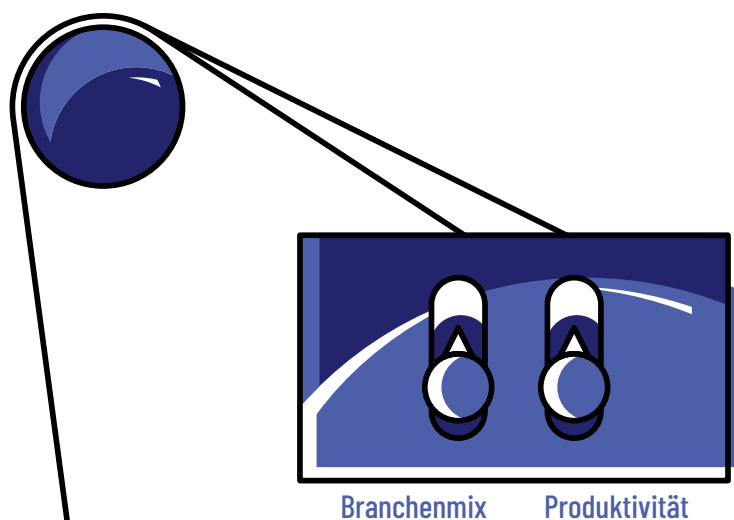
FAZIT

Köln weist eine vergleichsweise schwache Produktivität auf. Das gilt für die Wirtschaft als Gesamtes so wie in fast allen Branchen. In jedem einzelnen der Leitmärkte ist Köln weniger produktiv als die vier Referenzstädte (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt)¹⁶, um bis zu 25 Prozent. Es besteht also erhebliches Potenzial, produktiver zu werden.

¹⁶ Teilt man den Leitmarkt „Gesundheit und Life Science“ in drei Teilmärkte auf, ist der Teilmarkt „Kranken- und Sozialversicherung“ die einzige Ausnahme, in der die Produktivität der Stadt Köln (125 Tsd. Euro) die der Referenzstädte (111 Tsd. Euro) übersteigt.

Hebel, produktiver zu werden und damit zu einer wertschöpfungsorientierten Profilbildung des Wirtschaftsstandorts Kölns beizutragen, liegen in zwei Ansätzen, die im Folgenden näher untersucht werden. Zum einen kann über den Branchenmix durch eine Fokussierung auf wertschöpfungsstarke Branchen dazu beigetragen werden. Zum anderen kann ein Fokus auf Produktivitätserhöhungen innerhalb von Branchen gelegt werden.

Die folgende Analyse adressiert ersten Punkt und ermittelt Potenziale für Änderungen der Wirtschaftsstruktur. Anschließend wirft das folgende Kapitel 5.2 einen genaueren Blick auf Unternehmen innerhalb von Branchen und adressiert damit den zweiten Ansatz. Es legt dar, wie nach der Logik eines *Best-in-Class* Ansatzes als profilbildendes Element eine Fokussierung auf die wertschöpfungsstärksten Unternehmen innerhalb von Branchen Produktivitätsschwäche konterkariert werden können.



Um zu beurteilen, inwieweit die Wirtschaftsstruktur in Köln und Region sich an Wertschöpfungsstärke orientiert und wo Potenziale zu Änderungen in der Struktur bestehen, werden in Abbildung 5-12 die Produktivitäten in den Leitmärkten den Beschäftigungsanteilen gegenübergestellt und mit den beschäftigungsstärksten Kreisen bundesweit in jedem Leit- bzw. Teilmarkt verglichen. Die Analyse zeigt für Köln und Region **erhebliches Potenzial, in den produktivsten Branchen beschäftigungsintensiver zu werden, um Wertschöpfung am Standort voranzutreiben**. Die Leitmärkte „Pharma, Biotech und Life Science“ und „IT und Telekommunikation“ gehören beispielsweise mit Produktivitäten über 120 Tsd. Euro je Erwerbstätigen zu den produktivsten in Köln und Region, weisen aber geringe Beschäftigungsanteile von respektive 0,5 bzw. 3,2 Prozent auf. Während die Branchen in diesen Leitmärkten auch landesweit nicht besonders beschäftigungsstark sind, liegt der Anteil in Köln und Region dennoch in beiden Leitmärkten weit unter dem Anteil der Spitzenreiter – es besteht also noch deutliches Ausbaupotenzial.

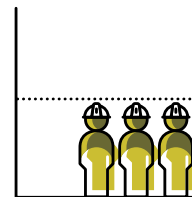
Abbildung 5-12 | Produktivität und Beschäftigungsanteile in Leitmärkten (mit Teilmärkten von „Gesundheit und Life Science“)

Die Abbildung stellt die Produktivität der Leitmärkte bzw. Teilmärkte von „Gesundheit und Life Science“ (x-Achse, in Tsd. Euro) den Beschäftigungsanteilen (y-Achse, in Prozent) gegenüber. Produktivität ist definiert als Wertschöpfung je Erwerbstätigen. Punkte zeigen die Werte für Köln und Region. Striche sind Potenziale, die für die gleichfarbigen sechs Leit- bzw. Teilmärkte mit einer Produktivität über 100 Tsd. Euro in Köln und Region als y-Wert jeweils den höchsten Beschäftigungsanteil unter allen 400 Kreisen bundesweit zeigen. Schätzungen auf Grundlage der Input-Output-Analyse für 2023.

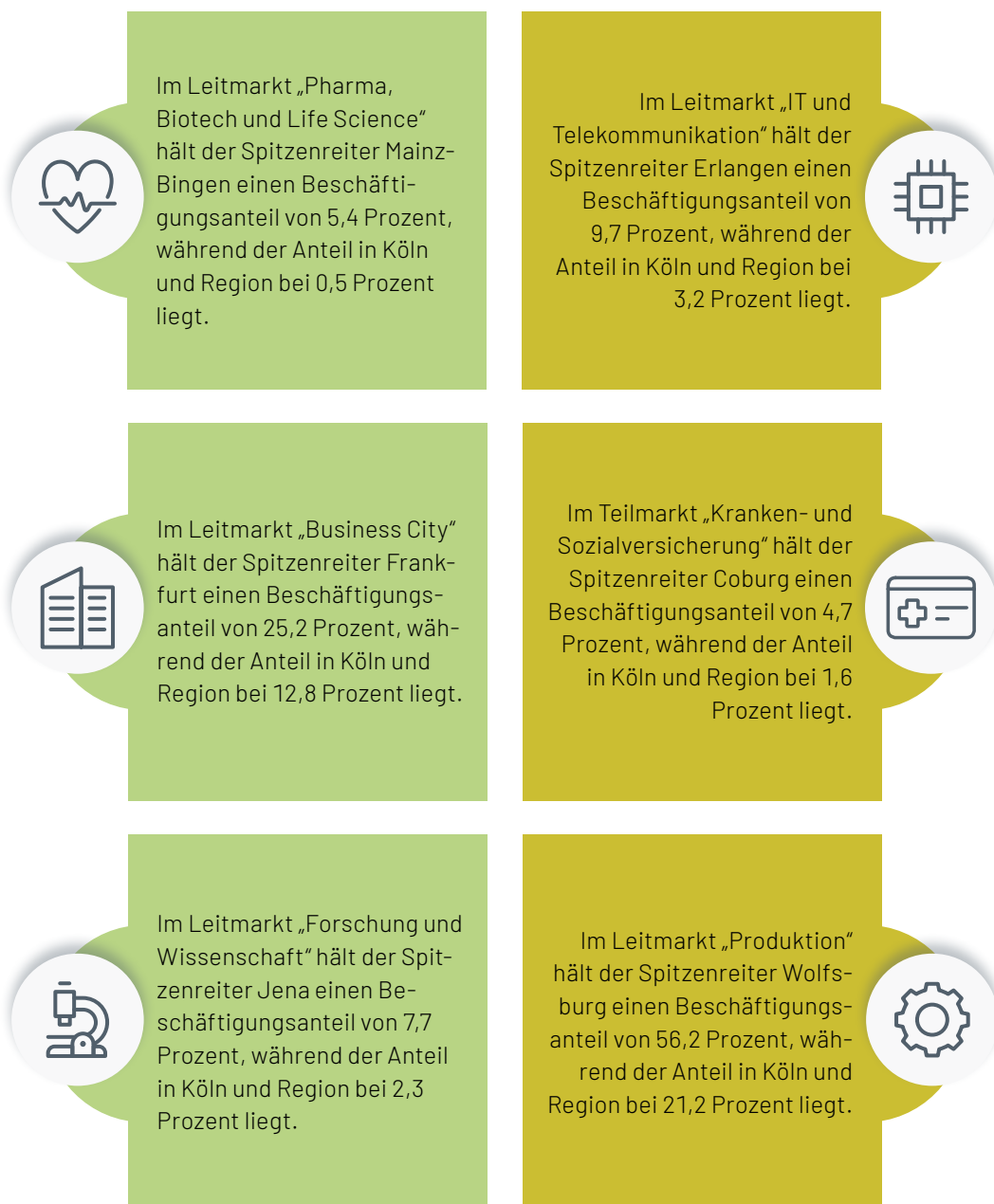


Quelle: Eurostat (2024b), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b), Bundesagentur für Arbeit (2024), Unternehmensbefragung, Leitmarkt-Definition (KölnBusiness, 2024), eigene Berechnungen

In Leitmärkten mit einer Produktivität von über
100.000 €
 weist Köln nur mittelmäßige
 Beschäftigungsanteile auf.



In allen Leitmärkten mit einer Produktivität von über 100 Tsd. Euro ergibt sich ein ähnliches Bild. Der Beschäftigungsanteil in Köln und Region liegt weit unter dem der Spitzenreiter: ¹⁷



¹⁷ Die Ergebnisse halten auch, wenn nicht die Spitzenreiter, sondern die Top-Gruppe herangezogen wird. Sie sind nicht getrieben von einzelnen Ausreißern, wie beispielsweise der Standortentscheidung eines einzelnen riesigen Unternehmens. Tabelle 7-1 in Anhang 7.1.1 zeigt die Top 5-Kreise in den jeweiligen Leitmärkten mit Beschäftigungsanteilen.

Die dargestellten Leitmärkte umfassen zum Teil eine große Bandbreite unterschiedlicher Branchen. Während die obige Analyse der Beschäftigungsanteile grundsätzlich Potenziale zur Veränderung der Wirtschaftsstruktur aufzeigt, sollte eine wertschöpfungsorientierte Weiterentwicklung des Wirtschaftsstandorts zum einen Differenzen zwischen Unternehmen innerhalb von Branchen würdigen und in der Wirtschaftsstruktur auf eine gute Branchenpassung zueinander achten. Das folgende Kapitel widmet sich Unternehmensdifferenzen und analysiert Produktivitäten innerhalb von Branchen. Im Anschluss liefert Kapitel 6 eine umfassende Analyse zentraler Wertschöpfungspotenziale und zeigt auf, wie eine gute Branchenpassung auf Basis von Wissens- und Technologieverflechtungen zu höherer Innovation und damit zukünftiger Wertschöpfung beitragen kann.

FAZIT

In produktiven Branchen bestehen Potenziale, beschäftigungsstärker zu werden und damit Wertschöpfung am Standort voranzutreiben. Das liefert die Basis für eine wertschöpfungsorientierte Weiterentwicklung und Profilbildung des Wirtschaftsstandorts Kölns. Diese sollte auch Unternehmensdifferenzen würdigen und auf eine gute Branchenpassung achten.



05.2 Unternehmen



Eine wertschöpfungsorientierte Strategie ist ein Best-in-Class Ansatz mit einem Augenmerk auf die besten Unternehmen innerhalb einer Branche.

Die vorangehende Analyse hat gezeigt, dass es Produktivitätsdifferenzen zwischen Köln (und Region) und anderen Großstädten bzw. Deutschland gibt. Dabei lag ein Fokus auf einer Analyse der Branchen. Dieses Kapitel fokussiert sich auf Unternehmen innerhalb von Branchen und betrachtet unternehmerischen Erfolg als ein zentrales Element von Produktivität. Die Produktivität – gemessen als Wertschöpfung je Erwerbstätigen – setzt sich im Wesentlichen aus zwei Elementen zusammen: erstens, unternehmerischen Gewinnen und zweitens, Löhnen und Gehältern.

Methodenbox: Analyse von Unternehmensdatenbanken

Datengrundlage bilden die Unternehmensdatenbanken von Northdata und beDirect, die den Großteil der Unternehmen in Deutschland abbilden und Kennzahlen wie Umsätze und Gewinne enthalten. In die Analyse fließen Angaben zu über 100.000 Unternehmen in den fünf größten deutschen Städten. Die Daten wurden verschnitten, zum Teil manuell mit Hilfe von Angaben aus dem Unternehmensregister ergänzt, nach Standardverfahren bereinigt und schließlich die Verteilungen von Umsatzrenditen und Umsatzwachstum berechnet. Die Verfügbarkeiten von Informationen zu Umsatz und Gewinn variieren erheblich nach Ort und Branche. Wo wenige Informationen vorlagen, wurde nach manueller Recherche im Unternehmensregister ergänzt. Auch nach Ergänzungen verbleibend kleine Fallzahlen innerhalb von Branchen werden in den Abbildungen rot markiert.

Neben dem Einfluss auf Produktivität ist unternehmerischer Erfolg außerdem im Hinblick auf lokale Gewerbesteuererinnahmen besonders relevant. Auf der Grundlage von Unternehmensdatenbanken¹⁸ wird analysiert, wie sich Unternehmen innerhalb von Branchen unterscheiden. Als Erfolgsmaße werden die Umsatzrendite (sprich: Gewinn gemessen als Anteil am Umsatz) und das Unternehmenswachstum herangezogen. Letzteres ist vor allem im Hinblick auf zukünftige Wertschöpfung interessant: Unternehmen können gerade in frühen Phasen der Expansion und Markteroberung niedrige oder gar negative Renditen erzielen, aber stark wachsen, um zukünftig erfolgreich zu sein.

Aus den Analysen geht hervor, dass es deutlich größere Unterschiede zwischen Unternehmen innerhalb von Branchen gibt als zwischen Branchen. Entsprechend stellt ein Best-in-Class Ansatz mit einem Augenmerk auf die besten Unternehmen innerhalb einer Branche eine wertschöpfungsorientierte Strategie dar. Abbildung 5-13 zeigt die Verteilung von Umsatzrenditen in den fünf größten deutschen Städten, d.h. Köln und den vier Referenzstädten, innerhalb von Branchen und zwischen Branchen. In dieser Analyse wurden alle fünf größten Städte zusammen analysiert, um die Fallzahlen pro Branche zu erhöhen und so möglich belastbare empirische Ergebnisse über die Verteilungen zu erhalten. Eine separate Analyse für Köln und die Referenzstädten zeigt, dass in beiden Fällen die Diskrepanz zwischen der Variation zwischen Unternehmen innerhalb von Branchen und der Variation zwischen Branchen ähnlich ausgeprägt ist. Anhang 8.1.2 zeigt die separate Analyse.

Zunächst fällt auf, dass die Umsatzrenditen insgesamt erheblich variieren. Bei Betrachtung aller Werte zwischen dem 10. und 90. Perzentil (ohne die untersten und obersten 10%) in jeder Branche schwanken die Umsatzrenditen insgesamt zwischen -29 Prozent und 31 Prozent. Diese Variation zeigt sehr deutlich, dass es große Erfolgsunterschiede zwischen Unternehmen gibt.¹⁹

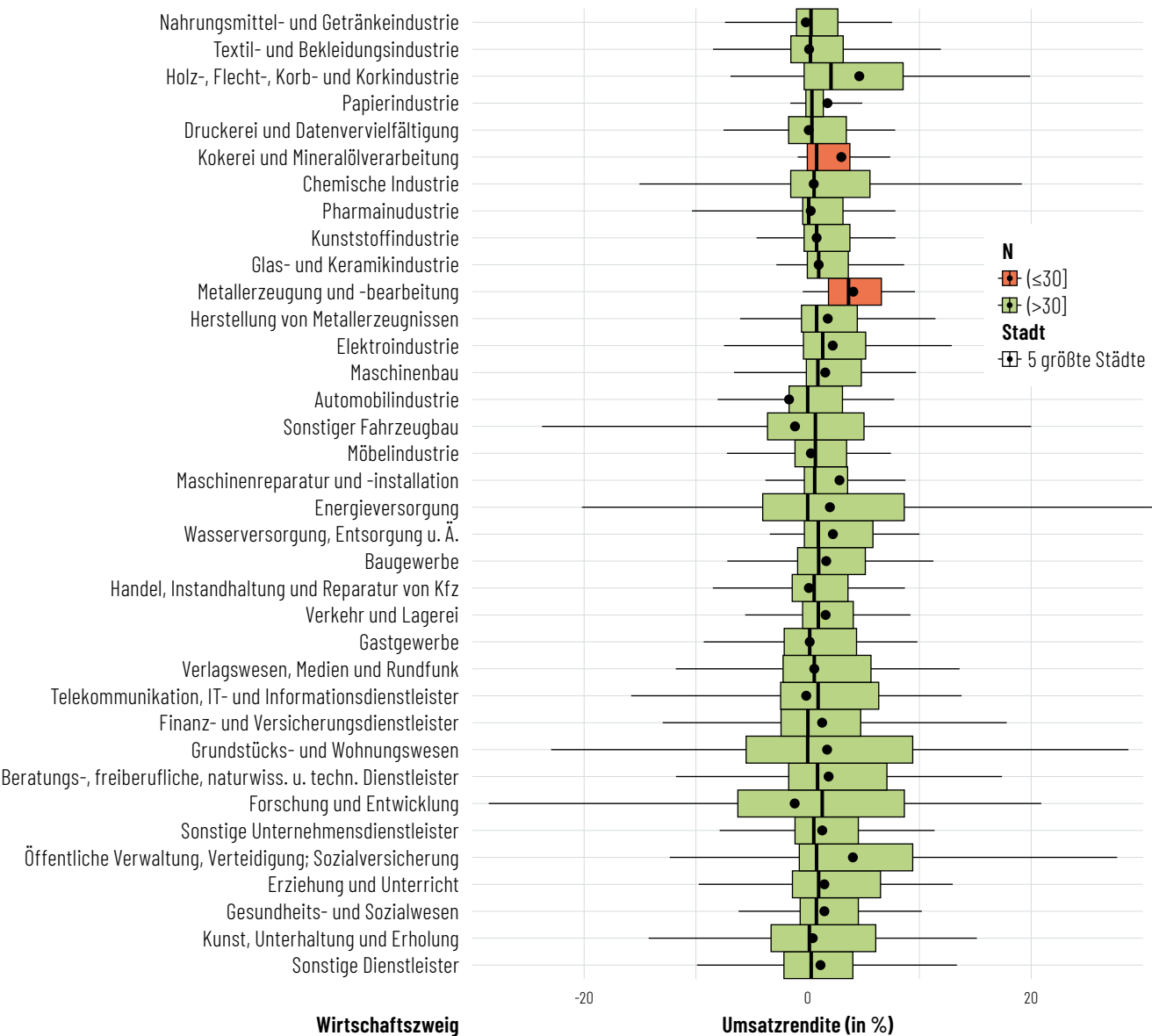
¹⁸ Die Methodenbox stellt die Datenbasis und Analyse kurz dar. Weitere Erläuterungen finden sich in Anhang 8.2.4.

¹⁹ Differenzen in der Umsatzrendite sind nicht allein auf unternehmerischen Erfolg zurückzuführen, allerdings spielt er eine wesentliche Rolle dafür. Unterschiedliche Zeitpunkte im Lebenszyklus von Unternehmen und natürliche Volatilität der Umsatzrendite im Zeitverlauf (hier wird in den meisten Fällen nur ein Jahr beobachtet) zählen auch auf schwankende Umsatzrenditen ein.

Abbildung 5-13 | Verteilung der Umsatzrenditen

Die Abbildung zeigt die Verteilung von Umsatzrenditen innerhalb von Branchen und zwischen Branchen in den fünf größten deutschen Städten. Für jede Branche (in Zeilen) zeigt das Boxplot die Verteilung, wobei das linke Ende das 10. Perzentil darstellt, der linke Balken einer Box das 25. Perzentil (erstes Quartil), der mittlere Balken das 50. Perzentil (Median/zweites Quartil), der rechte Balken das 75. Perzentil (drittes Quartil) und das rechte Ende das 90. Perzentil. Der Punkt ist der Mittelwert. Ein Perzentil gibt an, welcher Anteil der Unternehmen innerhalb einer Branche unter dem Wert liegt. Die Branchen sind sortiert nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige (Industrie oben, Dienstleistungen unten).

Interpretationsbeispiel: In der Elektroindustrie erzielen 25 Prozent der Unternehmen eine Umsatzrendite von über 5,2 Prozent und 75 Prozent von unter 5,2 Prozent (rechter Balken der Box liegt bei 5,2 Prozent).



Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

Abbildung 5-14 | Verteilung des Umsatzwachstums

Die Abbildung zeigt die Verteilung des jährlichen Umsatzwachstums (*Compound Annual Growth Rate*) innerhalb von Branchen und zwischen Branchen in den fünf größten deutschen Städten. Für jede Branche (in Zeilen) zeigt das Boxplot die Verteilung, wobei das linke Ende das 10. Perzentil darstellt, der linke Balken einer Box das 25. Perzentil (erstes Quartil), der mittlere Balken das 50. Perzentil (Median/zweites Quartil), der rechte Balken das 75. Perzentil (drittes Quartil) und das rechte Ende das 90. Perzentil. Der Punkt ist der Mittelwert. Die Branchen sind sortiert nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige (Industrie oben, Dienstleistungen unten).

Interpretationsbeispiel: In der Elektroindustrie weisen 25 Prozent der Unternehmen ein Umsatzwachstum von über 14 Prozent und 75 Prozent von unter 14 Prozent auf (rechter Balken der Box liegt bei 14 Prozent).



Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

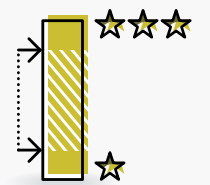
Diese Variation kommt im Wesentlichen von Differenzen *innerhalb einer Branche*. Im Durchschnitt liegen zwischen dem 10. und 90. Perzentil *innerhalb einer Branche* 23 Prozentpunkte Unterschied in der Umsatzrendite. Das heißt: Ein Unternehmen, das gerade zu den erfolgreichsten 10 Prozent seiner Branche gehört, erzielt eine um 23 Prozentpunkte höhere Umsatzrendite wie ein Unternehmen, das gerade in die Gruppe der am wenigsten erfolgreichen 10 Prozent fällt. Im Mittel fallen Unterschiede in der Umsatzrendite *zwischen Branchen* hingegen wesentlich geringer aus: Zwischen der renditenstärksten und -schwächsten Branche liegen im Mittel 6 Prozentpunkte Unterschied, weniger als ein Drittel des Unterschieds innerhalb von Branchen. Der Hebel, Unternehmensgewinne am Standort zu beeinflussen, ist bei einer Auswahl von Unternehmen innerhalb von Branchen, die sich nach der Performance richtet, also über dreimal so hoch wie bei einer Auswahl nach reinen Branchenzugehörigkeit.

Ein Blick auf Umsatzwachstum zeichnet ein ähnliches Bild: Auch hier gibt es deutliche Unterschiede zwischen Unternehmen, die zum größten Teil auf Schwankungen innerhalb von Branchen zurückzuführen sind. Abbildung 5-14 zeigt die Ergebnisse. Insgesamt schwankt das Unternehmenswachstum zwischen -33 Prozent und 81 Prozent, wenn man sich auf die Werte zwischen dem 10. und 90. Perzentil innerhalb jeder Branche fokussiert. **Innerhalb von Branchen liegen zwischen Unternehmen, die gerade zu den erfolgreichsten 10 Prozent gehören und solchen, die gerade zu den am wenigsten erfolgreichen 10 Prozent gehören, im Mittel 63 Prozentpunkte Unterschied im Umsatzwachstum.**

Der Branchenunterschied ist deutlich geringer: *Zwischen der wachstumsstärksten und -schwächsten Branche* liegen im Mittel 25 Prozentpunkte Unterschied.

FAZIT

Unternehmerischer Erfolg ist ein wesentlicher Treiber für Wertschöpfung und Gewerbesteuer-einnahmen, die direkt an Unternehmensgewinnen hängen. Unternehmen unterscheiden sich deutlich in ihrem Erfolg, gemessen an ihrer Umsatzrendite und ihrem Umsatzwachstum. Diese Variationen liegen im Wesentlichen an Differenzen zwischen Unternehmen innerhalb einer Branche, nicht an Unterschieden zwischen Branchen. Ein *Best-in-Class* Ansatz, der Unternehmen innerhalb von Branchen im Hinblick auf ihre Performance identifiziert, auswählt und fördert, stellt also einen wichtigen Hebel dar, Unternehmenserfolg am Standort zu beeinflussen



63%

-punkte Unterschied im Umsatzwachstum liegen im Mittel zwischen den 10 % erfolgreichsten und am wenigsten erfolgreichen 10 % der Unternehmen einer Branche.

A person wearing a grey cable-knit sweater is working on a drone in a laboratory or workshop. The drone is mounted on a stand, and the person is adjusting a component on its underside. In the background, there is a laptop, a power supply unit, and other electronic equipment. The scene is overlaid with a semi-transparent blue circular graphic.

Wertschöpfungspotenziale in Köln: Innovation, Kooperationen & Technologien



06.1

Innovationslandschaft

117

06.2

Technologieportfolio

132

06

06 Wertschöpfungspotenziale in Köln: Innovation, Kooperationen und Technologien

Um auf den bestehenden Wertschöpfungsstärken aufzubauen und als wirtschaftsstarke und resiliente Metropole weiter zu wachsen, muss Köln seine Wertschöpfungspotenziale konsequent nutzen.

Ein zentrales Potenzial liegt in Innovation, denn Innovation treibt unternehmerischen Erfolg, der für die Wertschöpfung am Standort entscheidend ist. Unternehmen, die im Innovations-Ökosystem und unter gezielter Nutzung von Technologien kooperieren, bringen Innovationen hervor und bringen damit

Wertschöpfung in Köln und Region voran. Je innovativer ein Unternehmen ist und je mehr Technologien es nutzt, desto produktiver und wettbewerbsfähiger ist es. Vor diesem Hintergrund untersucht das folgende Kapitel Innovationen und Technologien als zentrale Wertschöpfungspotenziale.



KERNBOTSCHAFTEN

- ➔ Innovation ist ein wesentlicher Treiber für Unternehmenserfolg und stellt somit ein zentrales Wertschöpfungspotenzial dar. Innovative Unternehmen wachsen wahrscheinlicher und stärker und exportieren eher. Die Wahrscheinlichkeit, Wachstum zu verzeichnen liegt knapp 20 Prozentpunkte höher bei innovativen Unternehmen als bei nicht innovativen Unternehmen. Insbesondere die Industrie verzeichnet mit einer deutlich höheren Wahrscheinlichkeit Wachstum, wenn sie innovativ ist.
- ➔ Deshalb ist es von zentraler Bedeutung, dass Unternehmen Köln und Region innovativ sind. 55 Prozent der Unternehmen haben in den letzten drei Jahren innoviert. In München liegt der Anteil bei 74 Prozent, in den vier anderen größten deutschen Städten zusammengenommen bei knapp 60 Prozent.
- ➔ Zusammenarbeit zur Innovation mit Partnern treibt Innovation voran. Kooperierende Unternehmen können ihren Innovationsoutput durch Zusammenarbeit mit Lieferanten, Kunden, der Wissenschaft oder Unternehmen um zwischen 25 und 43 Prozentpunkten steigern.



- Gleichzeitig wird der Mehrwert von Innovationskooperationen unter nicht kooperierenden Unternehmen nicht gesehen. Unterstützungsangebote und Netzwerke im Bereich Innovation sind außerdem teilweise wenig bekannt und werden schlecht bewertet, insbesondere von der Industrie. Es besteht also ein Kooperationsparadoxon: Kooperierende Unternehmen wissen um die positiven Effekte von Kooperationen, nichtkooperierende Unternehmen stehen Kooperationen skeptisch gegenüber. Ein Grund hierfür liegt in einem Informationsdefizit, das auch durch existierende Förderangebote nicht hinreichend adressiert wird.
- In Köln und Region wird grundsätzlich vergleichsweise wenig zur Innovation zusammengearbeitet. Lediglich eine Avantgarde an Unternehmen arbeitet intensiv und vornehmlich lokal und erfolgreich mit Partnern zusammen. Im weiteren Wirtschaftsraum um Köln bestehen mit dem Raum Aachen und dem Rheinland exzellente Anknüpfungspunkte für stärkere und größere Innovations-Ökosysteme.
- Technologienutzung ist ein wichtiger Treiber für Innovation, gerade moderne Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung (u.a. Künstliche Intelligenz) und Technologien der Geschäftsmodellentwicklung. Den höchsten Innovationsschub erfahren Unternehmen, wenn die Technologienutzung mit Innovationskooperationen zusammenkommt, sie also in erfolgreichen Innovations-Ökosystemen zusammenarbeiten: So verdreifacht sich die Innovationswahrscheinlichkeit.
- Technologische Stärken von Köln und Region liegen bei modernen digitalen Technologien (u.a. Cloud Computing, KI, Internet of Things, Web 3.0, Everything-as-a-Service, digitale Zwillinge), vor allem in der Anwendung im industriellen Kontext (Stichwort *Advanced Systems Engineering*), wie beispielsweise im Bereich der Chemie-, Kunststoff-, Life Science und Biotech-Industrien, aber auch im Maschinenbau.
- Komplementäre Potenziale zum Technologieportfolio Kölns bestehen in branchenverwandten Bereichen, konkret unter anderem im Bereich der Nanotechnologie, Wärme- und Kältetechnik, Batterietechnologien sowie im Bereich Elektromobilität.
- Wenn Köln es schafft, bestehende Stärken in Digitaltechnologien, insbesondere im industriellen Kontext, weiter zu forcieren und in branchenverwandte Innovations-Ökosysteme weiter zu integrieren, kann die Region zu einem europaweiten *Digital Innovation Lighthouse* werden, das nach außen Strahlkraft entfaltet und neue Unternehmen und Start-ups anzieht.



Wertschöpfungsstärke heute ist kein Garant für wirtschaftlichen Erfolg morgen: Um erfolgreich zu bleiben, muss die Wirtschaft in Bewegung bleiben und sich kontinuierlich weiterentwickeln. Innovation ist der Schlüssel dafür, auch zukünftig wertschöpfungsstark zu bleiben und künftigen Wohlstand zu sichern (OECD, 2015). Unternehmen schaffen durch Innovation Wert, indem sie neue Produkte und Dienstleistungen auf den Markt bringen, ihre Produktionsprozesse optimieren und Organisationsstruktur verbessern. Dies steigert ihre Wettbewerbsfähigkeit, schafft Arbeitsplätze und führt zu einer besseren Wirtschaftsleistung und einem höheren Wachstum auf der Ebene der gesamten Wirtschaft.²⁰

Für die Umsetzung von Innovationen sind verschiedene Akteure erforderlich, insbesondere Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Letztere sind besonders wichtig, um innovative Ideen in die Praxis umzusetzen. Eine Idee allein reicht nicht aus: Oft müssen auf dem Weg zur effektiven Umsetzung und Nutzung des Potenzials guter Ideen erhebliche Hindernisse überwunden werden. Vor diesem Hintergrund wird in diesem Kapitel die Rolle der Innovation für unternehmerischen Erfolg in den Blick genommen, genauso wie Netzwerke und Faktoren, die Innovation am Standort vorantreiben.

²⁰ Frühe und moderne Theorien zum Wirtschaftswachstum betonen die Rolle, die Innovation und Investitionen in innovative Aktivitäten für den technologischen Fortschritt, die Wertschöpfung und die Förderung des Wachstums spielen (Solow (1956); Romer (1990); Acemoglu et al. (2018)).

06.1.1

Innovationsoutput und wirtschaftliches Potenzial in Köln

Die Unternehmensbefragung zeigt, dass Unternehmen in Köln und Region in ihrer Innovationskraft etwas hinter den vier anderen größten deutschen Städten liegen. 55 Prozent der Unternehmen haben in den letzten drei Jahren ein neues Produkt, eine neue Dienstleistung oder ein neues Verfahren eingeführt. Aus Benchmarkergebnissen geht hervor, dass der Anteil in den vier anderen größten Städten bei 58 Prozent liegt – München ist mit 74 Prozent der Spitzenreiter, Hamburg liegt bei 68 Prozent. Bundesweit liegt der Anteil auf dem gleichen Niveau wie in Köln und Region.²¹ In fehlender

Innovation liegen große ungenutzte Wertschöpfungspotenziale, denn Innovation und Wertschöpfung sind eng miteinander verknüpft, wie auch aus der Unternehmensbefragung und anderen Studien hervorgeht.

Ein Blick auf den Zusammenhang zwischen Innovation und Unternehmenserfolg als Kernelement von Wertschöpfung verdeutlicht das. Abbildung 6-1 zeigt die Steigerung verschiedener Unternehmenserfolgskennziffern, wenn ein Unternehmen in den letzten drei Jahren innoviert hat. Der Zusammenhang ist ausgesprochen stark: Die Wahrscheinlichkeit, zu wachsen, ist für innovative Unternehmen über 17 Prozentpunkte höher als für nicht innovative Unternehmen. Auch die Wachstumsrate steigt deutlich. Befragte Unternehmen weisen eine um 3,1 (Beschäftigtenwachstum) bzw. 9,2 (Umsatzwachstum) höhere jährliche Wachstumsrate auf, wenn sie innovativ sind. Auch die Exportwahrscheinlichkeit und -rate sind bei innovativen Unternehmen deutlich höher: Die Wahrscheinlichkeit, zu exportieren, steigt um 8,5 Prozentpunkte mit Innovation – der Umsatzanteil liegt 4,7 Prozentpunkte höher. Dieser starke Zusammenhang zwischen Innovation und unternehmerischem Erfolg bestätigt in Köln einen empirischen Befund, der sich auch in anderen deutschlandweiten Analysen zeigt (Bolwin et al., 2023b; Bolwin et al., 2023a).

Dieser Zusammenhang ist besonders ausgeprägt in der Industrie. Eine disaggregierte Analyse zeigt, dass gerade Industrieunternehmen mit höherer Wahrscheinlichkeit wachsen, wenn sie innovativ sind:

Methodenbox: Regressionsanalyse

Eine (multivariate) Regressionsanalyse untersucht den Zusammenhang zwischen zwei Variablen unter Hinzunahme von Kontrollvariablen. Der Einfluss der Kontrollvariablen wird dabei implizit konstant gehalten. Beispielsweise zeigt Abbildung 6-1 die Ergebnisse einer Regressionsanalyse zum Zusammenhang zwischen Unternehmensperformance und Innovation unter Berücksichtigung der Unternehmensgröße und des -sektors als Kontrollvariablen. Die gezeigten Werte (Schätzer der Koeffizienten des Regressionsmodells) spiegeln also wider, welchen Einfluss Innovation auf Unternehmensperformance hat, wenn man den Einfluss der Unternehmensgröße und des -sektors auf die Unternehmensperformance konstant hält. Das bedeutet, dass die gezeigten Werte den Unterschied zwischen der Performance innovativer und nicht-innovativer Unternehmen zeigen, der *nicht* auf Unternehmensgröße oder -sektor zurückgeführt werden kann.

²¹ Benchmarkergebnisse stammen aus einer bundesweiten Unternehmensbefragung im Rahmen einer Studie der IW Consult zur Innovation (Kempermann/Pohl (2019)). Die Zahlen beziehen sich auf den Zeitraum 2016-2019, eine Referenzperiode vor der Corona-Pandemie.

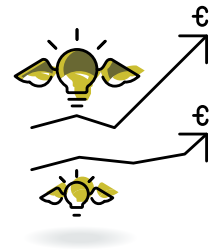
■ Die Wahrscheinlichkeit, Beschäftigtenwachstum zu verzeichnen steigt mit Innovation um 32 Prozent bei Industrieunternehmen, während die Steigerung 15 Prozent bei Dienstleistungsbetrieben beträgt.

■ Die Wahrscheinlichkeit, Umsatzwachstum zu verzeichnen, steigt mit Innovation um 19 Prozent bei Industrieunternehmen, während die Steigerung 17 Prozent bei Dienstleistungsunternehmen beträgt.

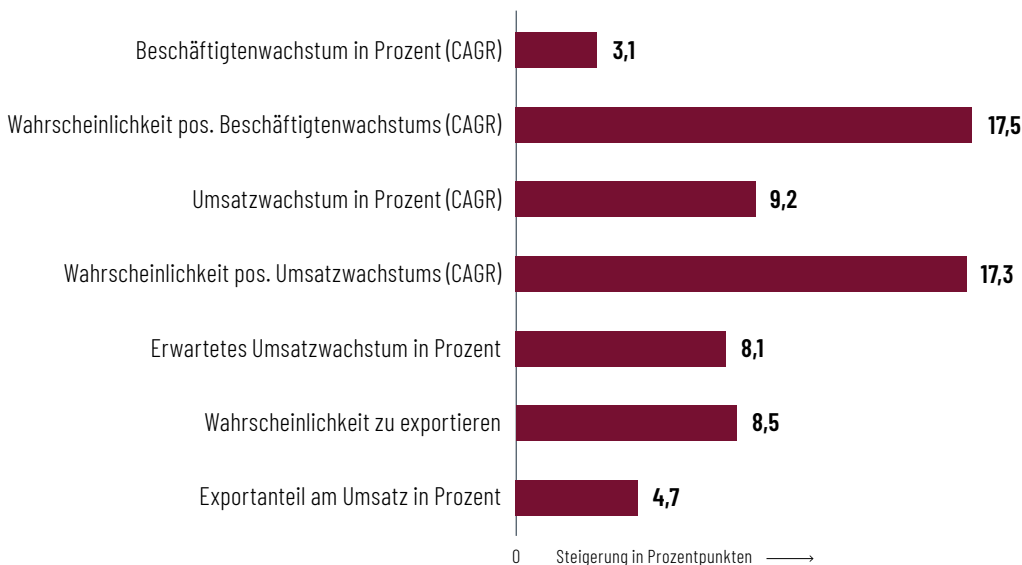
Abbildung 6-1 | Steigerung der Unternehmensperformance durch Innovation

Die Abbildung zeigt, wie viel ausgeprägter die Unternehmensperformance in Bezug auf eine Kennziffer (links) ist, wenn das Unternehmen seit 2021 innovativ war, d.h. neue oder merklich verbesserte Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren eingeführt hat. Der Wert entstammt einer Regression, die für Unternehmensgröße (in 4 Größenklassen) und -sektor (Industrie, Dienstleistungen) kontrolliert. Wachstumsmaße sind das durchschnittliche jährliche Wachstum zwischen 2021 und 2023 (CAGR: *Compound Annual Growth Rate*).

Interpretationsbeispiel: Unternehmen, die seit 2021 innovativ waren, wuchsen um 3,1 Prozentpunkte stärker in ihrer Beschäftigung als nicht innovative Unternehmen (oberster Wert).



Innovation ist ein Schlüssel für unternehmerischen Erfolg.



Quelle: Unternehmensbefragung, eigene Berechnungen

FAZIT

Innovation ist ein Schlüsseltreiber unternehmerischen Erfolgs, dem Kern der Wertschöpfung: Innovative Unternehmen wachsen wahrscheinlicher, schneller und exportieren eher und mehr. In der Industrie ist der Zusammenhang überdurchschnittlich stark ausgeprägt. In Köln und Region besteht großes Potenzial, innovativer zu werden und somit zukünftige Wertschöpfung zu sichern und auszubauen.



06.1.2 Kooperationen für Innovation

Ausgehend von dem Befund, dass Innovation ein Erfolgs- und damit Wertschöpfungstreiber darstellt, untersucht die folgende Analyse Netzwerke und Faktoren, die Innovation begünstigen näher. **Ein zentraler Treiber für erfolgreiche Innovation ist die Zusammenarbeit zur Innovation mit anderen Akteuren.** Die Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern ermöglicht Wissenstransfer, organisatorisches Lernen und das sinnvolle Nutzen von Synergien. Der Erfolg dieses sogenannten Open Innovation Ansatz geht auch aus den Daten zu Kölner Unternehmen deutlich hervor: Unternehmen, die zur Innovation zu-

sammenarbeiten sind mit einer Innovationswahrscheinlichkeit von 73 Prozent fast dreimal so innovativ wie solche, die es nicht tun (25 Prozent Wahrscheinlichkeit, zu innovieren).²²

Die Unternehmensbefragung zeigt zudem, dass verschiedene Innovationspartner alle eine starke positive Wirkung auf den Innovationserfolg haben. Den stärksten Einfluss hat die Zusammenarbeit mit lokalen Partnern. Abbildung 6-2 zeigt die Ergebnisse. Die ersten fünf Balken stellen den Effekt für verschiedene Typen von Partnern da:

²² Dieser Zusammenhang ist robust, auch wenn Unternehmensgröße und -sektor kontrolliert werden. In einer solchen Regressionsanalyse beträgt der Koeffizient, der die Steigerung der Innovationswahrscheinlichkeit misst bei kooperierenden Unternehmen, 45 Prozentpunkte.

- Kooperationspartner entlang der Wertschöpfungskette (Lieferanten oder Kunden)
- Wissenschaft
- Andere Unternehmen
- Regionale Netzwerkitiativen (z. B. Clustern, Kammern, Verbände)

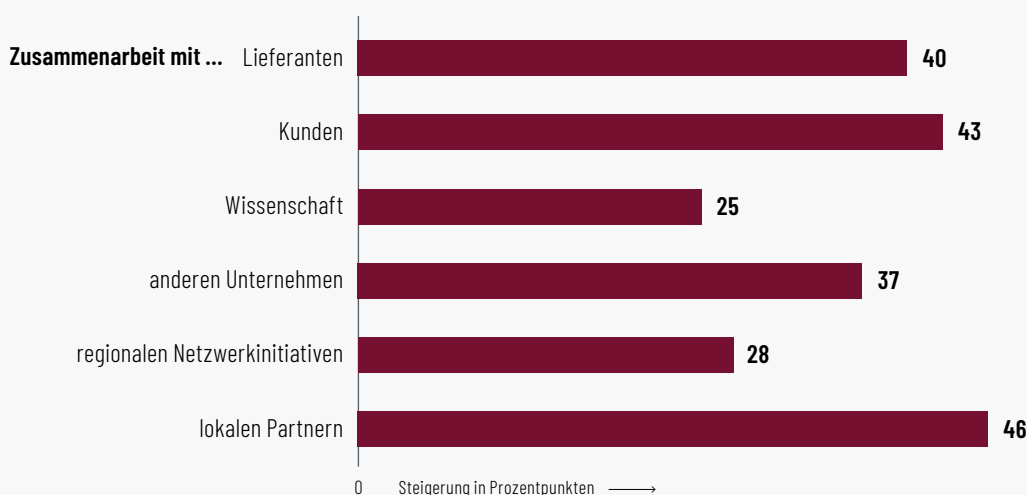
Der letzte Balken stellt Ergebnisse für eine geografische Differenzierung dar. Für jeden Partnertyp wurden Unternehmen zu ihrer Zusammenarbeit in Köln und Region sowie außerhalb dieser Region befragt. Lokale Partner umfassen alle oben genannten Partner in Köln und Region.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass jeder Kooperationspartner nützlich für Innovation ist. Unter den verschiedenen Partnertypen reicht der Effekt von einer Steigerung der Innovationswahrscheinlichkeit um 25 Prozentpunkte (Zusammenarbeit mit der Wissenschaft) bis zu 43 Prozent (Zusammenarbeit mit Kunden). Im Querschnitt erweist sich die Zusammenarbeit mit Partnern vor Ort als besonders fruchtbar: Sie steigert die Innovationswahrscheinlichkeit um 46 Prozentpunkte.

Abbildung 6-2 | Steigerung des Innovationserfolgs durch Zusammenarbeit

Die Abbildung zeigt, wie viel wahrscheinlicher Innovation ist (Einführung neuer bzw. merklich verbesserter Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren seit 2021), wenn Unternehmen mit den entsprechenden Partnern (links) zusammenarbeiten. Der Wert entstammt einer Regression, die für Unternehmensgröße (in 4 Größenklassen) und -sektor (Industrie, Dienstleistungen) kontrolliert. $N \geq 152$.

Interpretationsbeispiel: Unternehmen, die zur Innovation mit Lieferanten zusammenarbeiten, steigern ihre Innovationswahrscheinlichkeit um 40 Prozentpunkte (oberster Wert).



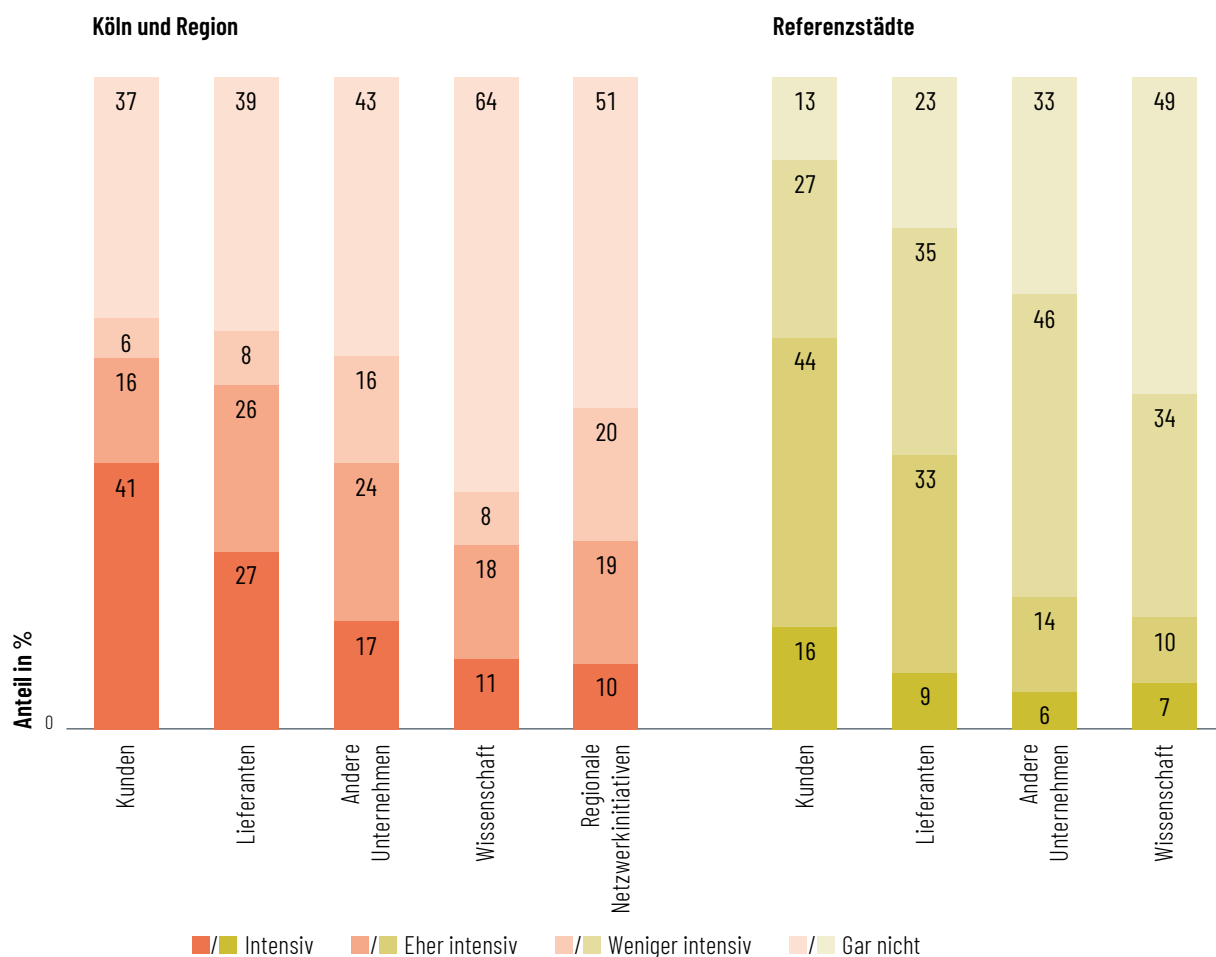
Quelle: Unternehmensbefragung, eigene Berechnungen

Angesichts des erheblichen Potenzials für Innovation und unternehmerischem Erfolg, das in Innovationsnetzwerken liegt, stellt sich die Frage, wie es um die Kooperationen zur Innovation bei Unternehmen in Köln und Region bestellt ist. Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung zeigen, dass **insgesamt Unternehmen am Standort am intensivsten mit Kunden zusammenarbeiten und am wenigsten mit der Wissenschaft. Im Vergleich**

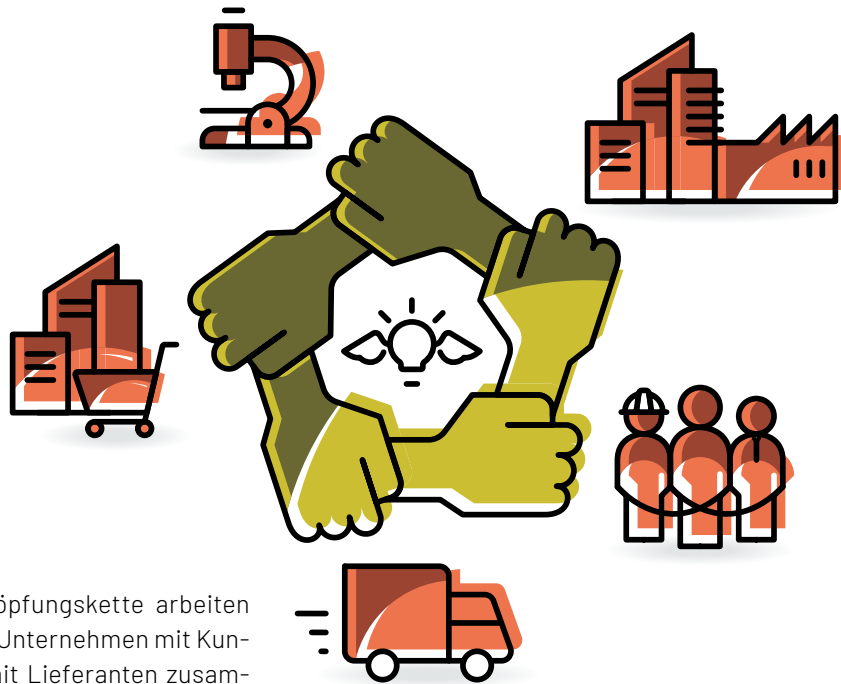
zu den anderen vier größten deutschen Städten (Referenzstädte) sind die Kooperationen mit allen Partnern ausbaufähig. Während es bei intensiven Partnerschaften gute Anknüpfungspunkte gibt, besteht vor allem das Potenzial das Innovationsnetzwerk weniger zu konzentrieren und dadurch zu verbreitern. Abbildung 6-3 stellt Kooperationen nach Partnertyp und Intensität dar.

Abbildung 6-3 | Zusammenarbeit zur Innovation nach Partnertyp

Die Abbildung zeigt den Anteil der Unternehmen, die in einer bestimmten Intensität mit verschiedenen Partnern zur Innovation zusammenarbeiten. Links sind die Ergebnisse der Unternehmensbefragung für Köln und Region, $N \geq 189$. Rechts sind Benchmarkergebnisse zu vier der fünf Partnertypen, zu denen es Daten gibt, für die Referenzstädte (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt zusammengefasst) gezeigt, $N \geq 69$.



Quelle: Unternehmensbefragung, Bolwin et al. (2023b), eigene Berechnungen



Entlang der Wertschöpfungskette arbeiten 63 Prozent der Kölner Unternehmen mit Kunden und 61 Prozent mit Lieferanten zusammen. Das liegt deutlich unter den Anteilen in den Referenzstädten (87 Prozent und 77 Prozent respektive). Auch **die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und der Wissenschaft ist in Köln unterdurchschnittlich ausgeprägt, wobei die Diskrepanz zu den Referenzstädten etwas weniger stark ist. Während in Köln und Region 57 Prozent bzw. 36 Prozent mit diesen Akteuren zur Innovation zusammenarbeiten, sind es in den Referenzstädten zwei Drittel bzw. die Hälfte.** Die Diskrepanz kommt bei allen Partnertypen vor allem durch die weniger intensive Zusammenarbeit zustande, die in den Referenzstädten viel ausgeprägter ist. Bei Kunden zeigt 57 Prozent der Kölner Unternehmen intensive oder eher intensive Zusammenarbeit, vergleichbar mit dem Anteil in den anderen vier größten deutschen Städten (60 Prozent). Bei Lieferanten, anderen Unternehmen und der Wissenschaft sind intensivere Kooperationen in Köln und Region sogar ausgeprägter: 53 Prozent der Unternehmen arbeiten in Köln und Region mit Lieferanten (eher) intensiv zusammen im Vergleich zu 41 Prozent in den Referenzstädten. **Bei anderen Unternehmen und der Wissenschaft sind die Anteile für (eher) intensive Zusammenarbeit mit 41 Prozent und 29 Prozent doppelt bzw. mehr als eineinhalbmal so hoch wie in den**

Referenzstädten (20 Prozent und 17 Prozent respektive). Es zeigt sich also eine stärkere Konzentration in der Zusammenarbeit in Köln.

So zeigt Köln bereits Stärken in intensiverer Zusammenarbeit zur Innovation. Gleichzeitig ergibt sich das Potenzial, Innovationsnetzwerken zu verbreitern und noch mehr Unternehmen allgemein einzubinden. Größere Innovationsnetzwerke können dafür sorgen, dass mehr Synergien geschaffen und genutzt werden können. Beispielsweise können in Phasen des Experimentierens verschiedener Innovationen, Kosten in einem breiten Verbund von Unternehmen geteilt werden, wenn diese gemeinsam Reallabore oder entsprechende Plattformen teilen.

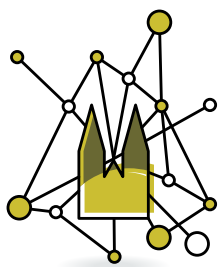
Potenziale, Kooperationen zur Innovation zu erhöhen, bestehen dabei vor allem bei kleinen und mittleren Unternehmen. Während 98 Prozent der Großunternehmen (mit 250 und mehr Mitarbeitenden) in Köln und Region bereits zur Innovation mit Partnern zusammenarbeiten, tun es nur rund zwei Drittel der mittleren Unternehmen (mit 50-249 Mitarbeitenden) und 63 Prozent der kleineren Unternehmen (mit weniger als 50 Mitarbeitenden).

Nur **57%**
der Kölner Unternehmen
arbeiten zur Entwicklung
von Innovationen mit
anderen Unternehmen
zusammen – mit der
Wissenschaft sogar nur
36%

Findet eine Zusammen-
arbeit zur Entwicklung
von Innovationen aber
statt – ist sie dafür umso

intensiver





Köln und Region haben das Potenzial, an starke lokale Innovationspartnerschaften anzuknüpfen und Netzwerke regional und überregional zu erweitern.

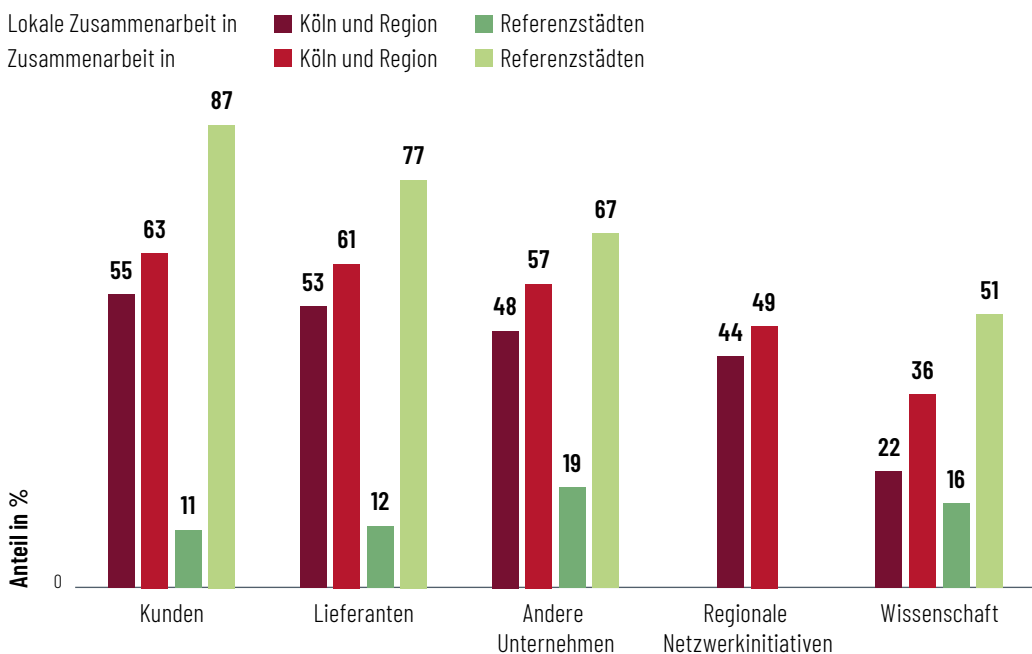
Die **lokale Zusammenarbeit zur Innovation stellt in Köln und Region einen besonders starken Hebel für Innovationserfolg dar. Diese ist am Standort bereits vergleichsweise stark ausgeprägt.** Abbildung 6-4 zeigt die Zusammenarbeit zur Innovation mit verschiedenen Partnern insgesamt und lokal. Kölner Unternehmen arbeiten weit überdurchschnittlich stark lokal zusammen: Gut die Hälfte der Unternehmen arbeitet lokal mit Kunden, Lieferanten oder anderen Unternehmen zusammen – die Anteile liegen in den Referenzstädten mit 11, 12 bzw. 19 Prozent weit darunter. Auch mit der Wissenschaft kooperiert Köln und Region mit einem Unternehmensanteil von 22 Prozent lokal mehr als die Referenzstädte (16 Prozent), der Unterschied ist allerdings kleiner. Im Vergleich zu

den Referenzstädten ist in Köln und Region die Diskrepanz zwischen lokaler Zusammenarbeit und allgemeiner (d.h. lokaler und überregionaler) Zusammenarbeit viel geringer. Während in Köln und Region der Großteil der grundsätzlich kooperierenden Unternehmen auch in lokale Innovationspartnerschaften eingebunden ist, stellen in den Referenzstädten lokale Kooperation nur zwischen rund einem Neuntel und einem Drittel der grundsätzlichen Kooperationen dar.

Köln und Region bergen also das Potenzial, an starke lokale Innovationspartnerschaften anzuknüpfen und Netzwerke regional und überregional zu erweitern. Regional bieten sich im Raum Aachen mit der RWTH Aachen und dem FZ Jülich als führende

Abbildung 6-4 | Lokale Zusammenarbeit zur Innovation

Die Abbildung zeigt den Anteil der Unternehmen, die mit verschiedenen Partnern zur Innovation zusammenarbeiten, insgesamt und lokal. Ergebnisse der Unternehmensbefragung sind gezeigt für Köln und Region, N ≥ 189, sowie Benchmarkergebnisse zu vier der fünf Partnertypen, zu denen es Daten gibt, für die Referenzstädte (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt zusammengekommen), N ≥ 69.

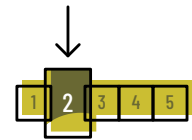


Quelle: Unternehmensbefragung, Bolwin et al. (2023b), eigene Berechnungen

technische Forschungseinrichtungen und Vorreiter in modernen digitalen Technologien exzellente Chancen für stärkere Kooperationen. Vor allem im Hinblick auf industrielle Stärken in Köln und Region (s. Kapitel 5.1.2) und seine Vorreiterrolle in der wirtschaftlichen Anwendung und unternehmerischen Nutzung moderner digitaler Technologien (s. Kapitel 6.2) gibt es hier starke Komplementaritäten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

In Köln ist neben starken lokalen Innovationsnetzwerken positiv festzustellen, dass **die Zusammenarbeit zur Innovation generell gut bewertet wird**. Wie aus Abbildung 6-5 hervorgeht, bewerten knapp 70 Prozent der Kölner Unternehmen die Zusammenarbeit

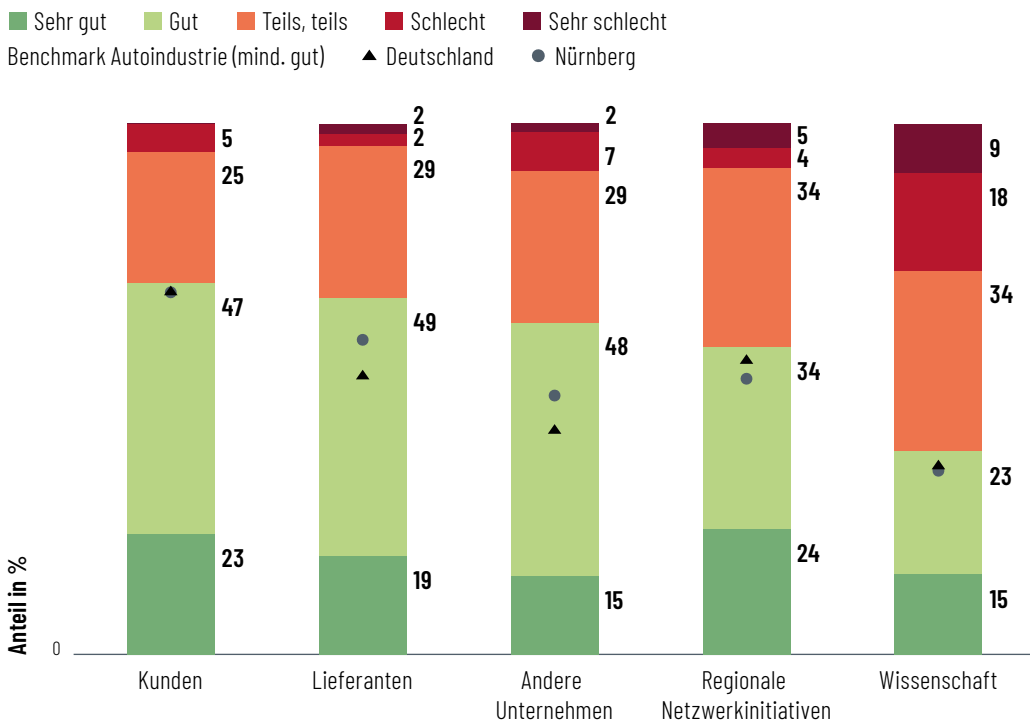
mit Kunden und Lieferanten mindestens „gut“. Bei der Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen liegt dieser Anteil bei um die 60 Prozent. Bei allen vier Partnertypen gibt es nur sehr wenige schlechte oder sehr schlechte Bewertungen – der Anteil für diese Bewertungen liegt zusammen genommen überall bei unter 10 Prozent. Dies sind auch vergleichsweise gute Ergebnisse: Benchmarkergebnisse aus Automobil-Transformationsregionen in Süd- und Westdeutschland bzw. der Metropolregion Nürnberg zeigen durchweg einen geringeren Anteil mindestens guter Bewertungen in der Automobilindustrie.



Mit **gut** bewerten Kölner Unternehmer die Zusammenarbeit zur Innovation.

Abbildung 6-5 | Bewertung der Zusammenarbeit für Innovation nach Partnertypen

Die Abbildung zeigt die Bewertungen der Zusammenarbeit, die kooperierende Unternehmen abgegeben haben. Gezeigt sind Ergebnisse aus der Unternehmensbefragung in Köln und Region (Balken, $N \geq 45$), sowie Benchmarkergebnisse aus Automobil-Transformationsregionen in Süd- und Westdeutschland und Nürnberg (Punkte, $N \geq 43$).



Quelle: Unternehmensbefragung, Kempermann et al. (2021), eigene Berechnungen



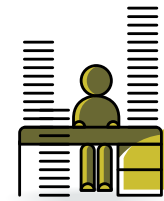
Nur die Zusammenarbeit in regionalen Netzwerkinitiativen wird deutlich schwächer bewertet. Lediglich 38 Prozent geben eine mindestens gute Bewertung ab und 27 Prozent eine schlechte oder sehr schlechte Bewertung. Das verhält sich in den Benchmarkregionen zwar ähnlich, deutet allerdings darauf hin, dass bei der Weiterentwicklung von Innovationsnetzwerken in Köln und Region ein besonderes Augenmerk auf die Qualität der Zusammenarbeit in regionalen Netzwerkinitiativen gelegt werden kann.

FAZIT

Innovationsnetzwerke tragen entscheidend dazu bei, Innovation voranzutreiben. In Köln gibt es starke Anknüpfungspunkte in bestehenden Innovationsnetzwerken, die lokal besonders stark ausgeprägt sind und eine weitestgehend hohe Qualität aufzuweisen. Gleichzeitig besteht Potenzial, vor allem regional und überregional Innovationsnetzwerke zu vergrößern. Gerade im weiteren regionalen Verbund gibt es mit starken technischen Forschungseinrichtungen im Raum Aachen exzellente Möglichkeiten, über Innovationspartnerschaften Fortschritt und Wertschöpfung zu beflügeln.

Während die Vorteile von Innovationspartnerschaften am unternehmerischen Erfolg kooperierender Unternehmen sehr deutlich werden, sind führende Gründe für eine fehlende Zusammenarbeit unter nicht kooperierenden Unternehmen paradoxerweise kein wahrgenommener Wert oder als zu hoch empfundener Aufwand. Abbildung 6-6 zeigt Ergebnisse aus der Unternehmensbefragung zu Gründen fehlender Zusammenarbeit. Mit einer Zustimmungsrate von 57 Prozent (zutreffend oder eher zutreffend) nennen Unternehmen keinen Mehrwert als Grund für fehlende Zusammenarbeit zur Innovation. Eine zu aufwändige Koordination

der Zusammenarbeit wird als nächstwichtigster Grund mit einer Zustimmungsrate von 47 Prozent genannt. 45 Prozent der nicht kooperierenden Unternehmen arbeiten nicht gezielt an Innovation und ein Drittel hat dafür ein eigenes Team und arbeitet deswegen nicht in Innovationspartnerschaften. Das Finden geeigneter Partner oder Bedenken bezüglich der Preisgabe von Geschäftsgeheimnissen halten lediglich unter einen Drittel der nicht kooperierenden Unternehmen von der Zusammenarbeit ab. Dass ersteres eine untergeordnete Rolle spielt, verdeutlicht auch die starke Präsenz lokaler Innovationspartnerschaften in Köln und Region.



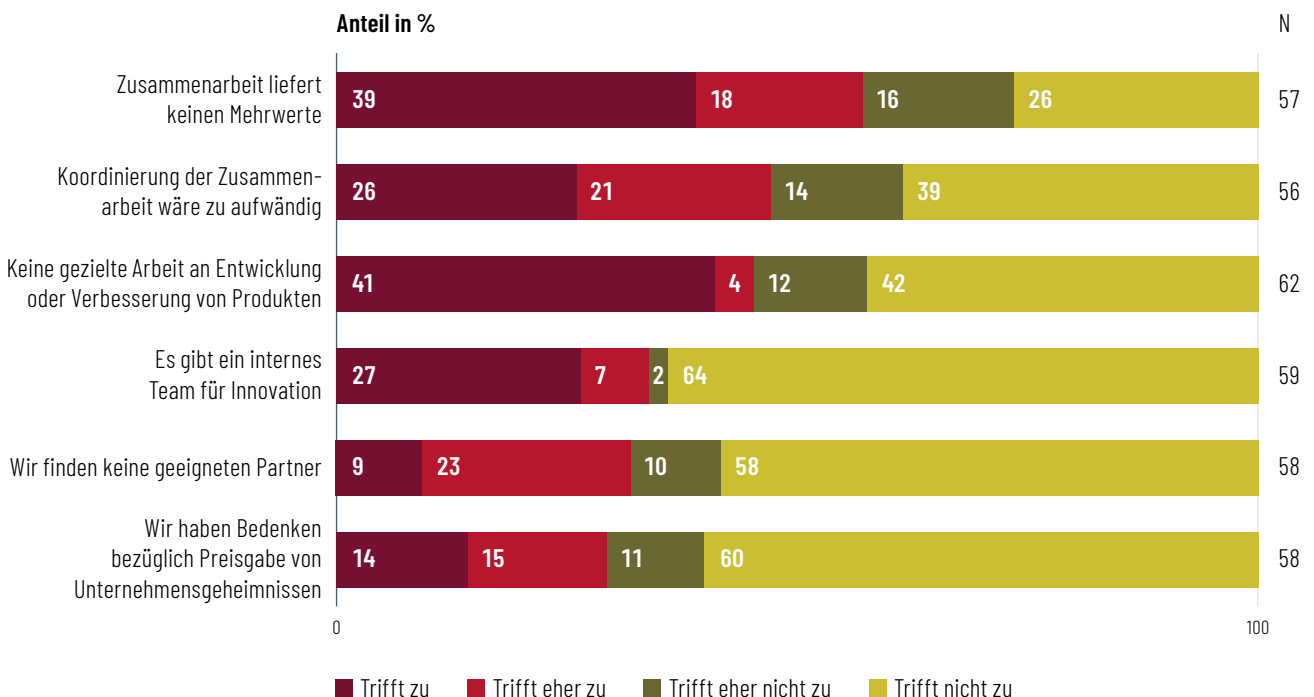
47%

der Unternehmer halten den Koordinationsaufwand für Innovationspartnerschaften für zu hoch.

Abbildung 6-6 | Gründe für fehlende Zusammenarbeit zur Innovation

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Unternehmensbefragung.

Frage: „Aus welchen Gründen arbeitet Ihr Unternehmen nicht mit Partnern bei der Entwicklung und Verbesserung Ihrer Produkte/ Dienstleistungen oder Prozesse zusammen?“



Quelle: Unternehmensbefragung

06.1.3

Standortfaktoren

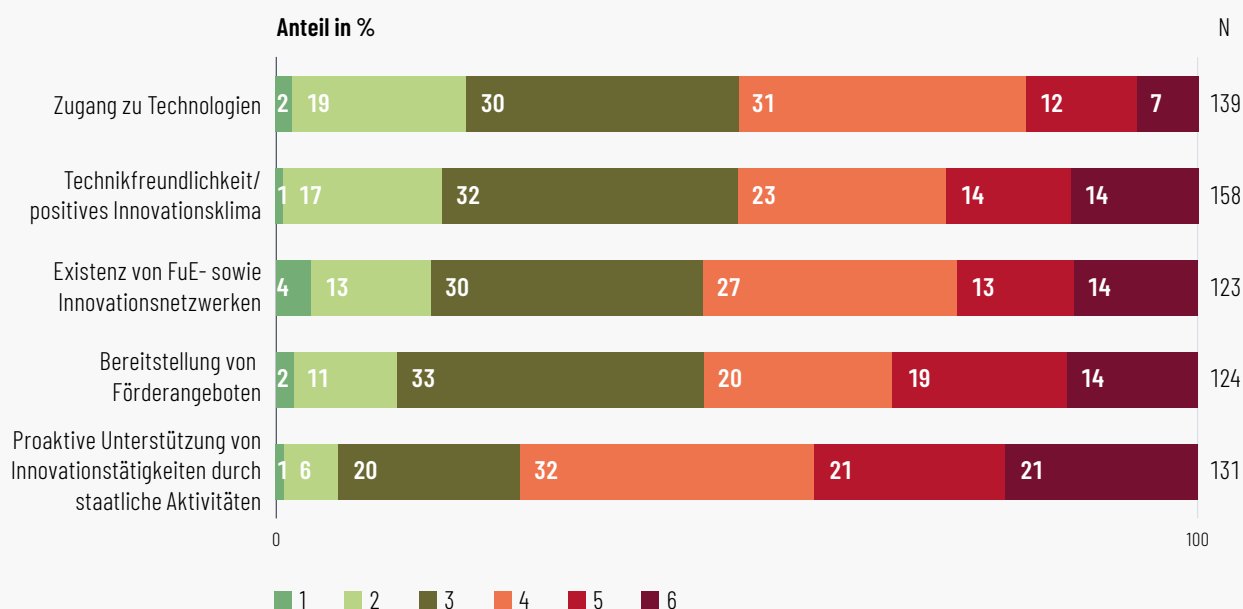
Wie auch aus der Unternehmensbefragung hervorgeht, tragen Standortfaktoren und insbesondere städtische Angebote zurzeit nicht dazu bei, das vorliegende Informationsdefizit zu bekämpfen oder durch effektive Rahmensetzung zu schlagkräftigen Innovationsnetzwerken und einem positiven Innovationsklima beizutragen, was auch die Koordinierung von Kooperationen einfacher machen würde. Abbildung 6-7 und Tabelle 6-1 zeigen die Zufriedenheit mit und Bekanntheit von Standortfaktoren bezüglich Innovation.

Zunächst fällt auf, dass alle Standortfaktoren schlecht bewertet werden. Auf einer Schulnotenskala rangieren die Durchschnittsnoten zwischen 3,5 (Zugang zu Technologien) bis 4,3 (Proaktive Unterstützung von Innovationstätigkeiten durch staatliche Aktivitäten). Die Noten fallen extrem aus. In Bezug auf das Innovationsklima, Innovationsnetzwerke und Förderangebote vergeben 14 Prozent der Unternehmen eine 6, in Bezug auf die staatliche Unterstützung von Innovationstätigkeiten vergeben sogar 21 Prozent diese Note.

Abbildung 6-7 | Bewertung von Standortfaktoren in Bezug auf das Innovationsumfeld

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Unternehmensbefragung.

Frage: „Wie zufrieden ist Ihr Unternehmen mit folgenden Standortfaktoren für Köln und der umliegenden Region in Bezug auf das Innovationsumfeld?“ Antwortoptionen sind Schulnoten.





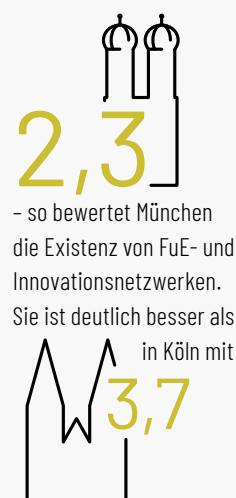
Eine Verbesserung der Rahmenbedingungen, die die Industrie im Blick hat, fördert Innovationen und Wertschöpfung.

Tabelle 6-1 | Standortfaktoren in Bezug auf das Innovationsumfeld im Vergleich

Die Tabelle zeigt für Standortfaktoren in Bezug auf das Innovationsfeld disaggregierte Durchschnittsergebnisse sowie fehlende Bekanntheit. Gezeigt sind Ergebnisse aus der Unternehmensbefragung in Köln und Region sowie Benchmarkergebnisse aus München (Punkte, $N \geq 22$). Die letzte Spalte zeigt den Anteil der Unternehmen, die auf die Frage (s. Abbildung 5-7) zum entsprechenden Item mit „Nicht bekannt“ geantwortet haben.

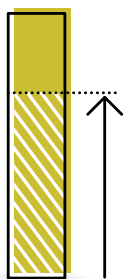
Standortfaktor	N	(Ø) Note	Ø Dienstleistungen	Ø Industrie	Ø München	Fehlende Bekanntheit
Zugang zu Technologien	139	3,5	3,5	3,7	2,5	18%
Technikfreundlichkeit/ positives Innovationsklima	158	3,7	3,7	3,3	2,7	11%
Existenz von FuE- sowie Innovationsnetzwerken	123	3,7	3,6	4,0	2,3	28%
Bereitstellung von Förderangeboten	124	3,9	3,7	3,9	3,4	29%
Proaktive Unterstützung von Innovationstätigkeiten durch staatliche Aktivitäten	131	4,3	4,1	4,5	3,1	27%

Quelle: Unternehmensbefragung, Kempermann et al. (2023b)



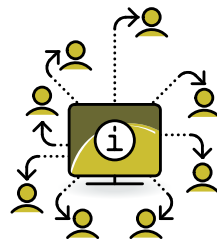
Die schlechte Bewertung fällt für alle Standortfaktoren außer das Innovationsklima bei Industrieunternehmen etwas schlechter aus als bei Dienstleistungsbetrieben. Die Industrie hat es also in Köln und Region im Hinblick auf die richtigen Rahmenbedingungen besonders schwer, Innovation zu betreiben. Nichtsdestotrotz profitieren Industrieunternehmen überdurchschnittlich stark von Innovationserfolgen (s. Kapitel 6.1.1). **Diese Diskrepanz legt nahe, dass eine Verbesserung der Rahmenbedingungen, die insbesondere die Industrie in den Blick nimmt, besonders vielversprechend für Innovationserfolge und somit das Heben von Wertschöpfungspotenzialen ist.**

Ein Städtevergleich mit München zeigt überdies, dass diese Standortfaktoren in Köln und Region auch vergleichsweise schlecht bewertet werden: Bei allen Standortfaktoren fällt die durchschnittliche Bewertung in München mindestens eine ganze Note besser aus. **Was die Existenz von Forschungs- und Entwicklungs- (FuE-) sowie Innovationsnetzwerke betrifft, fällt die Bewertung in München mit 2,3 erheblich besser aus als in Köln (3,7).** Das verdeutlicht das starke Potenzial, in Köln und Region die Quantität und Qualität von Innovationsnetzwerken auszubauen.



Nur **70%**
der Unternehmen kennen
Innovations-Förderange-
bote und proaktive, staat-
liche Unterstützung von
Innovationstätigkeiten.

Einige Angebote sind in Köln zudem wenig bekannt. **Förderangebote in Bezug auf Innovation und proaktive, staatliche Unterstützung von Innovationstätigkeiten kennen fast 30 Prozent der Unternehmen nicht.** Ein wichtiges Informationsdefizit liegt bei Unternehmen in Bezug auf Innovation also in zweierlei Hinsicht vor: Zum einen herrscht hohe Unkenntnis über den Mehrwert von Innovationsnetzwerken, zum anderen sind eben jene Netzwerke sowie Unterstützungsangebote nicht besonders bekannt. **Die zentrale Bereitstellung von Informationen zu Unterstützungsangeboten sowie eine aktivere städtische Mitgestaltung von Innovationsnetzwerken bietet Potenzial dem entgegenzuwirken.** Das würde sich schließlich auch auf ein besseres Innovationsklima auswirken.



Die zentrale Bereitstellung von Informationen zu Unterstützungsangeboten und eine aktivere städtische Mitgestaltung an Innovationsnetzwerken steigern deren Bekanntheit und Mehrwert.

FAZIT

Es könnte besser um die Rahmenbedingungen für erfolgreiche Innovation am Wirtschaftsstandort Köln und Region bestellt sein. Eine innovationsfreundliche Lokalpolitik, die Netzwerke schafft, belebt und Informationen besser bereitstellt, kann vorliegende Informationsdefizite bekämpfen und ein besseres Innovationsklima schaffen, in dem Koordination zwischen verschiedenen Akteuren besser funktioniert. So kann sie zu größeren Innovationsnetzwerken beitragen, die für den Innovationserfolg maßgeblich sind.



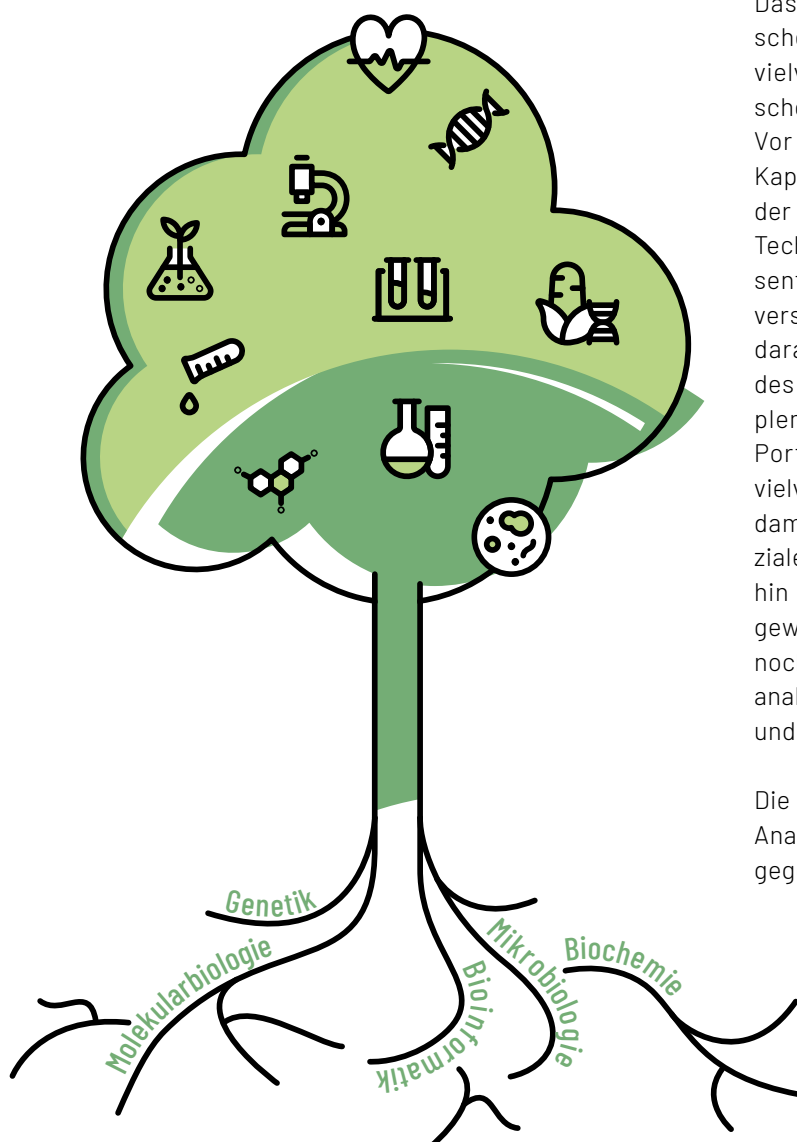
Große Innovations- und somit Wertschöpfungspotenziale entstehen in einer Wirtschaft, die durch verwandte Vielfalt (*Related Variety*) geprägt ist. Hier arbeiten Unternehmen zusammen, die eine Wissens- und Technologiegrundlage teilen und so von Wissenstransfers und Spill-over-Effekten profitieren und an technologischen Rändern innovieren können. (Aarstad et al., 2016)

In einer durch verwandte Vielfalt gekennzeichneten Wirtschaftsstruktur besteht ein optimaler Grad an Diversifizierung. Während monostrukturierte Regionen bei Strukturkrisen Risiken ausgesetzt sind (wie einst die

Glasindustrie in Oberfranken oder die Textilindustrie in Rheinland-Pfalz), entstehen in zufällig diversifizierten Wirtschaftsstrukturen wenig Innovationsimpulse zwischen Unternehmen und dementsprechend auch keine Ausstrahlungseffekte. In einem resilienten Innovations-Ökosystem sind dagegen branchenverwandte Unternehmen ansässig, sodass eine optimale Diversifizierungsstruktur bei gleichzeitig positiven Innovations-Spill-over-Effekten zwischen den Unternehmen – räumliche Ausstrahlungseffekte, bei denen Unternehmen von den jeweils anderen Innovationsaktivitäten zusätzlich profitieren – realisiert werden (Aarstad et al., 2016).

Das Ausloten technologischer Ränder zwischen verwandten Branchen ist besonders vielversprechend, um radikale und wertschöpfungsstarke Innovationen zu kreieren. Vor diesem Hintergrund analysiert dieses Kapitel das Technologieportfolio Kölns und der Region. Zunächst wird die Bedeutung von Technologien aufgezeigt. Anschließend präsentiert und systematisiert dieses Kapitel verschiedene Technologien, wobei ein Fokus darauf liegt, die technologischen Stärken des Standorts herauszuarbeiten sowie komplementäre Technologien zum bisherigen Portfolio zu identifizieren, die besonders vielversprechende Innovationschancen und damit wesentliche Wertschöpfungspotenziale darstellen. Ein Trendradar gibt daraufhin einen detaillierten Überblick über ausgewählte Technologien. Schließlich werden noch weitere Ergebnisse der Patentdatenanalyse, die das Technologieportfolio in Köln und Region charakterisieren, präsentiert.

Die Ergebnisse des Kapitels greifen auf vier Analysen und Datenquellen zurück, die sich gegenseitig ergänzen:



1

Patentdatenanalyse:

Die Patentdatenanalyse ermöglicht den Vergleich zwischen Köln und Deutschland, um relative Stärken in verschiedenen technologischen Bereichen zu identifizieren. Außerdem ermöglicht sie die Untersuchung technologischer Nähe, also wie verwandt Technologien miteinander sind, auf Grundlage der Nennung mehrerer Technologien in Patenten. Diese Analyse ist ein einzigartiger Vorteil der Patentdatenanalyse, da anderen Methoden nicht auf die Verwandtschaft zwischen verschiedenen Technologien schließen lassen. Datengrundlage bildet für die Zeiträume 2011-2015 und 2016-2020 die IW-Patentdatenbank, die alle Patente und Schutzrechte in Deutschland umfasst. Eine wichtige Limitation der Patentdatenanalyse ist, dass sich nicht alle Technologien durch Patente darstellen lassen. Nicht jede technologie-basierte Innovation zieht Patente mit sich. Außerdem gibt es Technologien, die eine Querschnittsfunktion haben und damit breit über viele verschiedene Unterklassen in der Patentklassifizierung streuen. Solche Technologien sind in der Patentdatenanalyse nicht gut abbildbar.

2

Technologie-Trendradar:

Der Trendradar (Kapitel 6.2.3) gibt einen Überblick über eine Auswahl an relevanten Technologien für Köln mit einer Beschreibung der Technologie, Einordnung und *Best Practice* Beispiel aus der weiteren Wirtschaftsregion Köln. Komplementär zur Patentdatenanalyse wurde bei der Auswahl unter anderem darauf geachtet, Technologien abzubilden, die sich durch ihre Querschnittsfunktion nicht gut in den Patentdaten abbilden lassen.

3

Ermittlung von Technologieaffinität mittels Webcrawling (Methodik des Wirtschaft 4.0-Index):

Um die Technologieaffinität von Unternehmen im Raum Köln sowie Deutschland für die Technologien des Trendradars zu ermitteln, wurde mittels Webcrawling ermittelt, ob bestimmte Begriffe, die einer Technologie zugeordnet werden, auf der Unternehmenswebsite zu finden sind – im Fall eines Treffers wird ein Unternehmen als technologieaffin für eine Technologie gezählt. Diese Analyse erlaubt eine Beurteilung von Standortvorteilen Kölns für Technologien, die nicht gut in den Patentdaten abgebildet werden können. Außerdem erfasst die Analyse im Vergleich zur Unternehmensbefragung, die jedwede Technologienutzung bei Unternehmen erfragt, tendenziell die intensivere Nutzung von Technologien als Kernelement des Geschäftsmodells bzw. Unternehmen, die an der Entwicklung von Technologien arbeiten.

4

Unternehmensbefragung:

Für alle Technologien des Trendradars wurden Unternehmen nach ihrer heutigen und zukünftigen Nutzung befragt. Das ermöglicht eine Analyse der Verbreitung von Technologien in Köln und Region sowie eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Technologienutzung und Innovation.



06.2.1

Bedeutung von Technologien für Innovation und Wertschöpfung

Technologien spielen eine entscheidende Rolle für Innovationen im Kontext der verwandten Vielfalt. Das Konzept der verwandten Vielfalt bezieht sich auf die Existenz unterschiedlicher, aber verwandter Industrien innerhalb einer Region, die ähnliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Technologien nutzen. Diese Vielfalt fördert Wissens-Spill-overs und ermöglicht es Unternehmen, von bestehenden Technologien zu lernen und diese anzupassen, was wiederum zu erhöhter Innovationsfähigkeit führt. Studien zeigen, dass Regionen mit hoher verwandter Vielfalt tendenziell eine höhere Innovationsrate aufweisen, da die Nähe der Industrien die Zusammenarbeit und den Austausch von Wissen und Technologien erleichtert. Eine geringere unverbundene Vielfalt, also die Ko-

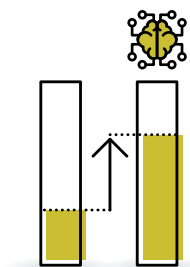
existenz von Industrien ohne gemeinsame Wissens- oder Technologiebasis, hingegen kann die Produktivität hemmen (Aarstad et al., 2016).

Ein wesentlicher Treiber für Innovation, vor allem im industriellen Kontext, ist kollaborative Forschung und Entwicklung (FuE). Diese gewinnt besonders an Wert, wenn gemeinsame Projekte auf verwandter Vielfalt aufbauen. Dies liegt daran, dass die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen in verwandten Bereichen die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass neue Technologien und Innovationen entstehen, die für alle beteiligten Parteien relevant und nützlich sind. Die gezielte Förderung solcher kollaborativen Projekte kann

somit die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit von Regionen und Unternehmen erheblich steigern. Untersuchungen bestätigen, dass Regionen, die auf eine ausgewogene Mischung aus Spezialisierung und verwandter Vielfalt setzen, besser in der Lage sind, technologische Durchbrüche zu erzielen und langfristiges Wachstum zu sichern (Broekel et al., 2017).

Dass die Nutzung von Technologien für Innovationen entscheidend ist, zeigt sich auch in den Ergebnissen der Unternehmensbefragung. In der Befragung wurden Unternehmen nach ihrer Nutzung verschiedener Technologien befragt, die auch im Trendradar erklärt und eingeordnet werden (s. Kapitel 6.2.3), und die Nutzung der Innovationswahrscheinlichkeit gegenübergestellt. Die Technologien lassen sich in vier Gruppen kategorisieren:





41 Prozentpunkte

steigt die Innovationswahrscheinlichkeit, wenn Unternehmen Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung nutzen.

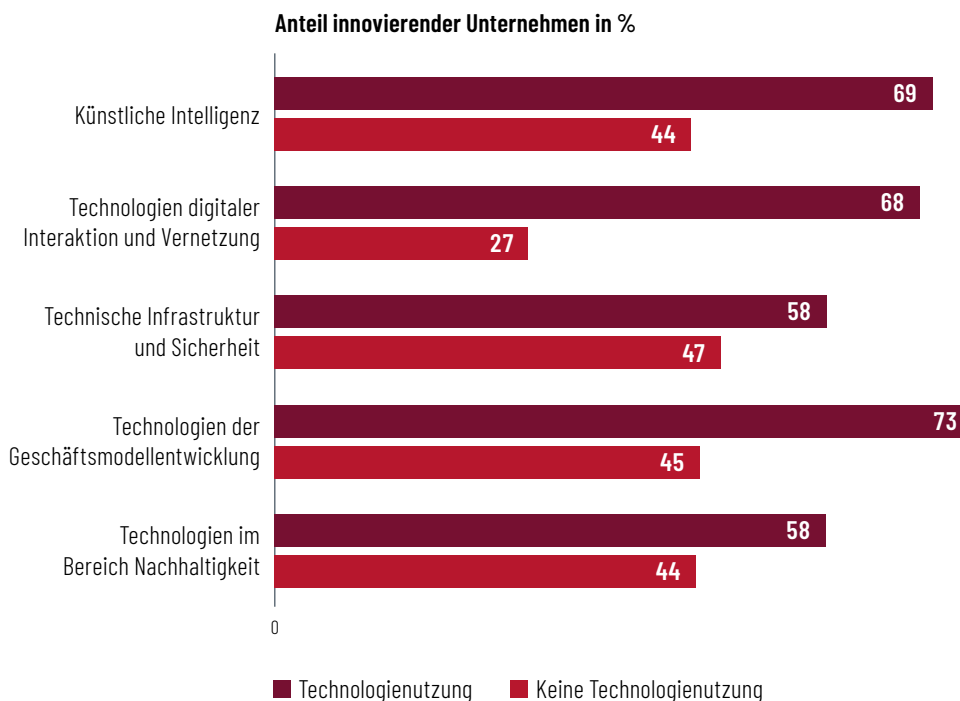
Unternehmen, die verschiedene Arten von Technologien nutzen, sind mit einer wesentlich höheren Wahrscheinlichkeit innovativ als solche, die die Technologien nicht nutzen, wie aus Abbildung 6-8 hervorgeht. Der Unterschied ist besonders ausgeprägt für drei Arten von Technologien: Künstliche Intelligenz, Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung sowie Technologien der Geschäftsmodellentwicklung.

Während rund 7 von 10 KI-nutzenden Unternehmen innovativ sind, liegt der Anteil bei Unternehmen, die KI nicht nutzen, bei

weniger als der Hälfte. Sehr ähnlich ist die Diskrepanz in der Innovationswahrscheinlichkeit bei Technologien der Geschäftsmodellentwicklung (73 Prozent bei technologienutzenden Unternehmen gegenüber 45 Prozent bei nicht nutzenden Unternehmen). **Am größten ist der Unterschied bei der Obergruppe der Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung. Die Nutzung solcher Technologien geht mit mehr als einer Verdoppelung der Innovationswahrscheinlichkeit von 27 auf 68 Prozent einher.** Auch im Bereich technologischer Infrastruktur und Sicherheit

Abbildung 6-8 | Innovationsoutput nach Technologienutzung

Die Abbildung zeigt den Anteil innovierender Unternehmen (Einführung eines neuen oder merklich verbesserten Produkts, Dienstleistung oder Verfahrens) unter allen Unternehmen, die bestimmte Technologien (nicht) nutzen. Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung: Künstliche Intelligenz (KI), Internet of Things (IoT), Virtual Reality/ Augmented Reality (VR/ AR), Web 3.0, Process Mining; Technologische Infrastruktur und Sicherheit: Cybersecurity, Cloud Computing, Quantencomputing; Technologien zur Geschäftsmodellentwicklung: Low-Code/ No-Code, Everything-as-a-Service (XaaS), digitaler Zwilling; Technologien im Bereich Nachhaltigkeit: Erneuerbare Energien, Kreislaufwirtschaft, Elektromobilität. N ≥ 139.



Quelle: Unternehmensbefragung

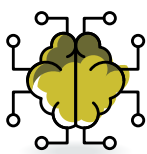


GEAR BEZUGS	
Quantität	3K
Netto	85850,00
Umsatz	254678
Average Gr.	117
Quantität Gr.	2482
Average Hr.	25785,00

GEAR TAGE 817	
Quantität	3K
Netto	85850,00
Umsatz	254678
Average Gr.	117
Quantität Gr.	2482
Average Hr.	25785,00



Technologienutzung vereinfacht und beschleunigt Innovationsprozesse in Unternehmen.



Nutzen kooperierende Unternehmen KI steigert die Wahrscheinlichkeit zu innovieren um

31 Prozentpunkte

sowie bei Technologien im Bereich Nachhaltigkeit gibt es einen positiven Zusammenhang zwischen Technologienutzung und Innovation, der allerdings weniger stark ausgeprägt ist.²³

Die Ergebnisse heben die besondere Bedeutung von Technologienutzung, gerade im Bereich digitaler Interaktion und Vernetzung sowie Geschäftsmodellentwicklung, für Innovation hervor. Solche Technologien können Unternehmen vor allem auf zwei Weisen in ihrer Innovationstätigkeit helfen. Erstens können sich aus den Technologien selbst neue Produkte oder gar Geschäftsmodelle ergeben. Im Fall Künstlicher Intelligenz kann beispielsweise ein physisches Produkt durch Anwendungen von KI so erweitert werden, dass daraus neue Produkte entstehen (z. B. Smart Home Integrationen, Sprachsteuerung von physischen Produkten, etc.). **Zweitens kann die Nutzung bestimmter Technologien Innovationsprozesse in Unternehmen vereinfachen und beschleunigen.** In forschungsintensiven industriellen Branchen kann die Anwendung von KI in der Datenauswertung dazu führen, dass Ergebnisse schneller und günstiger erreicht werden und Innovationen somit beschleunigt werden.

Aus der Unternehmensbefragung geht ebenfalls hervor, dass **Innovation am wahrscheinlichsten wird, wenn Innovationskooperation und Technologienutzung zusammenkommen.** Das zeigt eine weiter disaggregierte Betrachtung der drei Technologien bzw. Technologiegruppen, für die die Nutzung den höchsten Innovationseffekt entfaltet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6–9 dargestellt. Bei allen Technologien liegt der Anteil innovierender Unternehmen bei über 80 Prozent, wenn diese die Technologien nutzen und zur Innovation zusammenarbeiten. Nutzen Un-

ternehmen die Technologien hingegen nicht und kooperieren auch nicht zur Innovation, liegt die Innovationswahrscheinlichkeit bei lediglich rund einem Viertel. Außerdem wird aus den Ergebnissen deutlich, dass der Innovationsschub durch Technologienutzung bei Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung – und insbesondere Künstlicher Intelligenz unter ihnen – deutlich wirkungsvoller ist, wenn Unternehmen zur Innovation kooperieren. Im Fall Künstlicher Intelligenz macht Technologienutzung für die Innovationswahrscheinlichkeit keinen Unterschied unter nicht kooperierenden Unternehmen (beide unteren Balken in der Abbildung): KInutzende und nicht nutzende Unternehmen innovieren beide mit einer Wahrscheinlichkeit von rund einem Viertel. **Unter kooperierenden Unternehmen zeigt sich allerdings ein deutlicher Unterschied durch die Nutzung von KI: Die Wahrscheinlichkeit, zu innovieren, steigt von 57 auf 88 Prozent.** Diese Ergebnisse verdeutlichen die besondere Bedeutung von Technologien in Innovations-Ökosystemen, in denen Organisationen im Sinne der verwandten Vielfalt auf einer gemeinsamen Wissens- und Technologiebasis erfolgreich zusammenarbeiten.

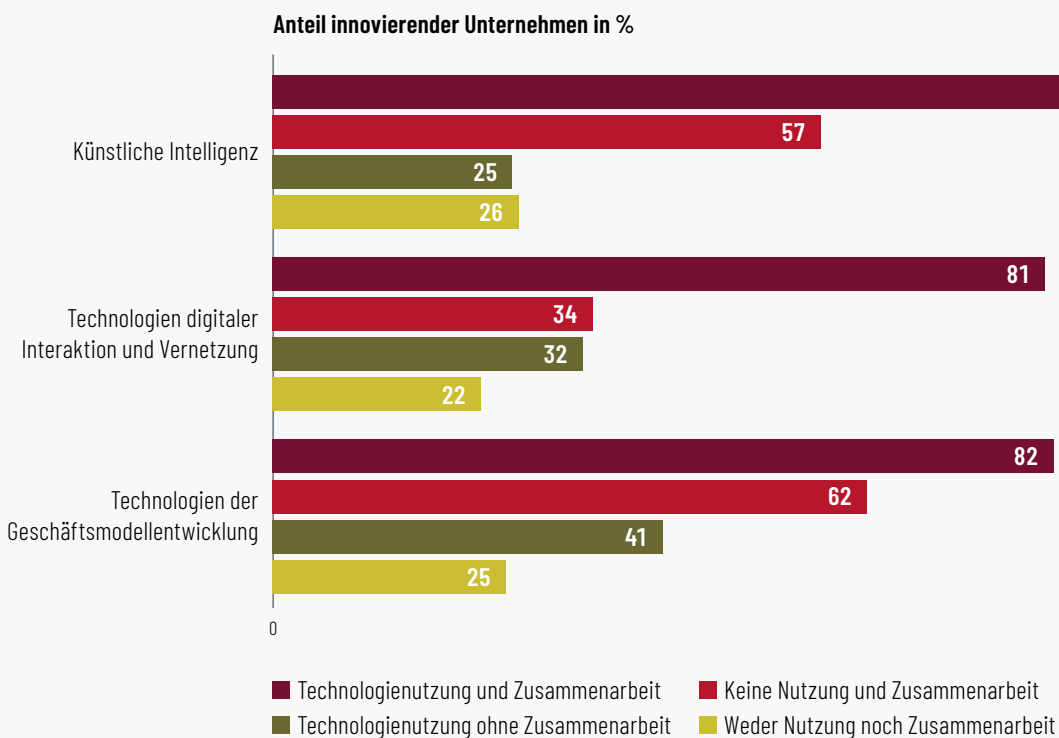
FAZIT

Für ein erfolgreiches Innovations-Ökosystem sind im Sinne der verwandten Vielfalt zwei Aspekte erforderlich: Die richtigen Akteure müssen zusammenkommen und sie müssen auf einer gemeinsamen Wissens- und Technologiebasis kooperieren. Unter diesen Bedingungen können die Ökosysteme florieren und über erfolgreiche Innovation Wert schöpfungspotenziale entfalten.

²³ Die gezeigten Zusammenhänge zwischen Innovationsoutput und Technologienutzung bestehen auch in sehr ähnlicher Größenordnung, wenn man in einer Regressionsanalyse für Unternehmensgröße und Sektor kontrolliert. Das heißt, dass der Zusammenhang nicht vornehmlich dadurch getrieben ist, dass beispielsweise größere Unternehmen tendenziell mehr Technologien nutzen und gleichzeitig innovativer sind.

Abbildung 6-9 | Innovationsoutput nach Technologienutzung und Zusammenarbeit zur Innovation

Die Abbildung zeigt den Anteil innovierender Unternehmen (Einführung eines neuen oder merklich verbesserten Produkts, Dienstleistung oder Verfahren) unter allen Unternehmen, die bestimmte Technologien nutzen und/oder zur Innovation zusammenarbeiten. Technologien digitaler Interaktion und Vernetzung: Künstliche Intelligenz (KI), Internet of Things (IoT), Virtual Reality/ Augmented Reality (VR/ AR), Web 3.0, Process Mining; Technologien zur Geschäftsmodellentwicklung: Low-Code/ No-Code, Everything-as-a-Service (XaaS), digitaler Zwilling; N ≥ 138.

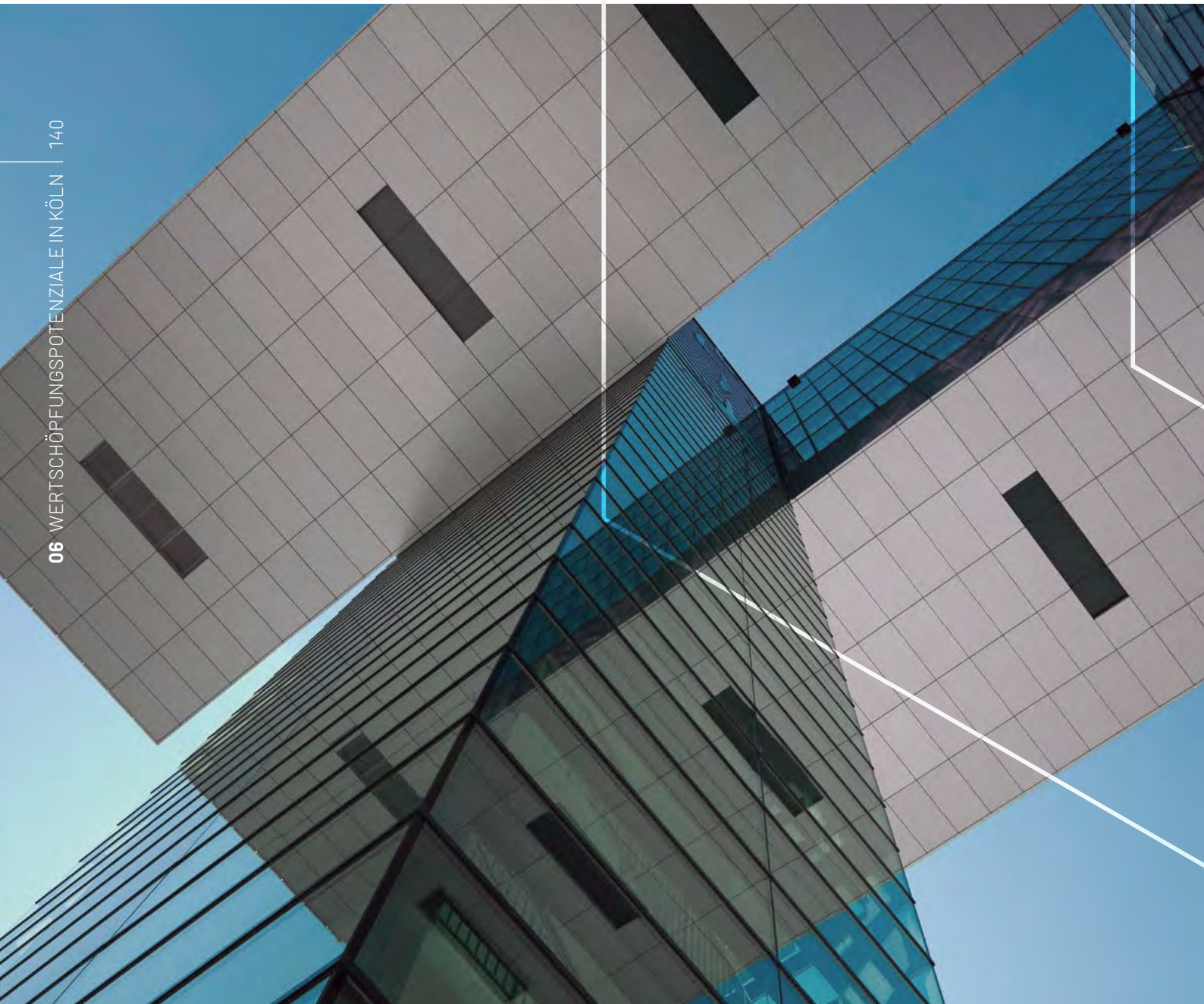


Quelle: Unternehmensbefragung

06.2.2

Technologische Stärken und Potenziale

Aus den unterschiedlichen Datenquellen lässt sich eine Bewertung verschiedener Technologien für den Standort Köln und Region vornehmen, aus der Stärken und Potenziale hervorgehen. Dazu wurden Technologien in drei Dimensionen bewertet:

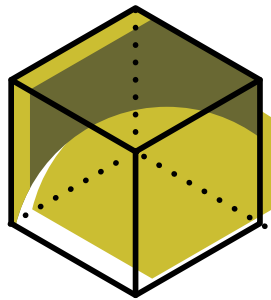


1

Marktpotenzial: Diese Dimension ist eine Einschätzung des bestehenden und zukünftigen Marktpotenzials von verschiedenen Technologien. Sie beruht im Wesentlichen auf Angaben zum jetzigen und zukünftigen Marktwert, der aus Online-Recherchen hervorgeht, sowie Angaben zur Komplexität von Technologien, die aus der Patentdatenanalyse hervorgehen. Wie in Anhang 8.2.5 näher erläutert, besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Komplexität und dem (Markt-)Wert von Technologien.

2

Technologischer Vorteil am Standort: Diese Dimension misst, ob Köln in der Anwendung der Technologie einen relativen Vorteil im bundesweiten Vergleich hat. Die Datengrundlage bilden Ergebnisse zur relativen Patentierungsstärke Kölns für die Technologie, die mittels Webcrawling ermittelte Technologieaffinität (Methodik des Wirtschaft 4.0-Index), sowie vereinzelte ergänzende qualitative Experteneinschätzungen, die Institutionen in der weiteren wirtschaftlichen Region (bspw. im Raum Rheinland, Aachen) berücksichtigen.

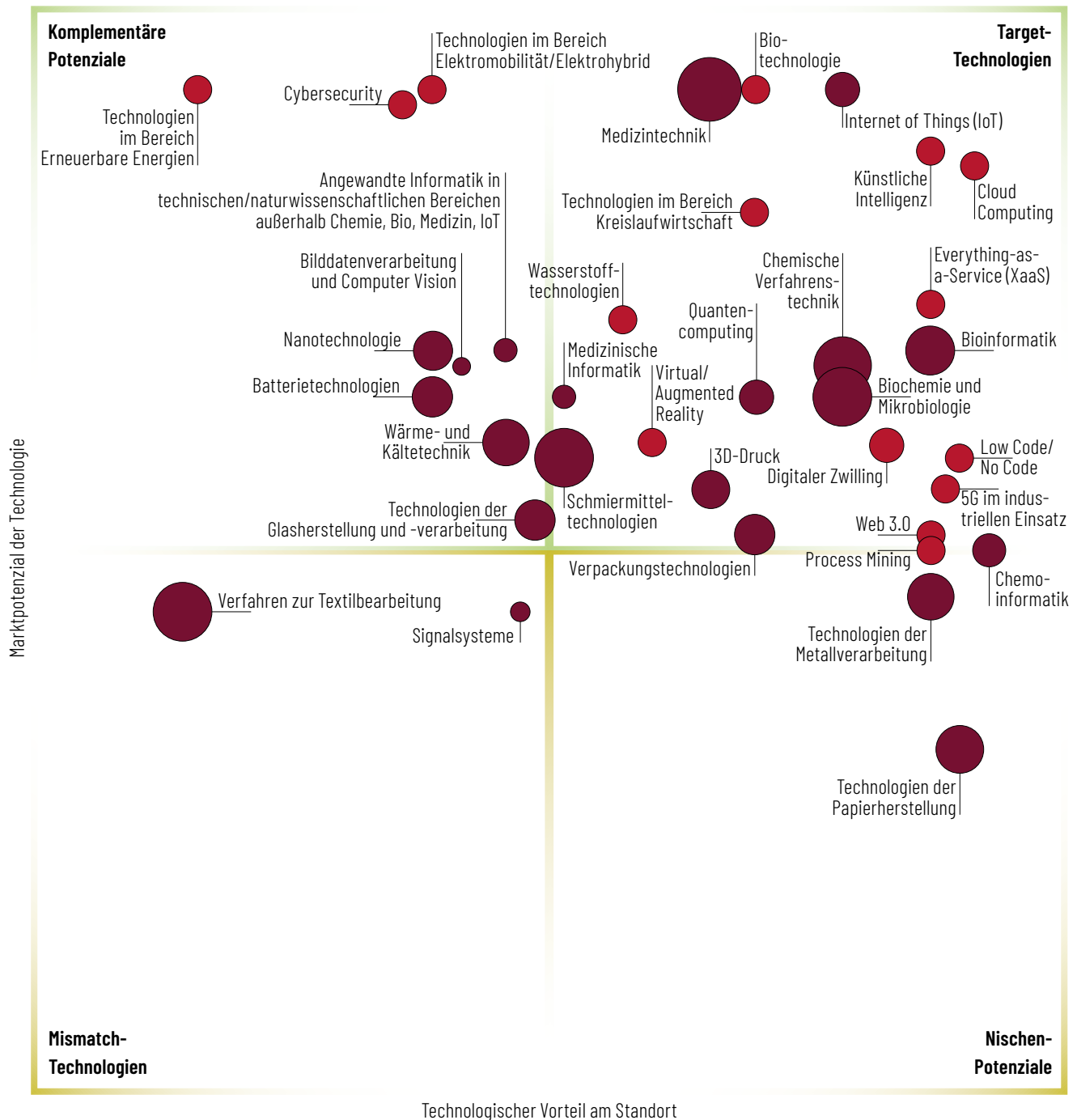


Nähe zum Technologieportfolio Kölns und der Region: Diese Dimension misst, ob eine Technologie eine Nähe aufweist zu Technologien, in denen Köln stark ist. Für eine hohe Nähe einer Technologie zum Portfolio Kölns und der Region muss die Technologie selbst einen Vorteil am Standort haben. Entscheidend ist, ob sie verwandt mit anderen Technologien ist, die am Standort stark sind. Die Patentdatenanalyse – im Spezifischen Angaben zu gemeinsamen Technologien in Patentanmeldungen – liefern für die Bewertung die Datengrundlage (s. Anhang 8.2.5 für nähere Details). Diese Dimension kann nur für Technologien bewertet werden, die sich in der Patentdatenanalyse wieder finden. Das trifft aufgrund der o.g. Limitationen der Patentdaten nicht auf alle in dieser Studie betrachteten Technologien zu.

3

Abbildung 6-10 | Charakterisierung des Technologieportfolios in Köln und Region

Die Abbildung charakterisiert das Technologieportfolio Kölns anhand von drei Dimensionen: Marktpotenzial (x-Achse), technologischer Vorteil am Standort (y-Achse), Nähe zum Technologieportfolio (Größe des Kreises, nur für dunkelrote Kreise bewertbar)



Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft (2024), beDirect (2024), Online-Recherche

Die Ergebnisse der Bewertung sind in Abbildung 6-10 gezeigt, die den technologischen Vorteil am Standort auf der x-Achse, das Marktpotenzial auf der y-Achse und als Größe des Kreises für alle auf Grundlage der Patentdatenanalyse bewertbaren Technologien (dunkelblau gekennzeichnet) die Nähe zum Technologieportfolios darstellt. Technologien, für die letztere Dimension nicht bewertbar ist, sind in mittlerer Kreisgröße und blaugrau dargestellt. Anhand der Gegenüberstellung des Marktpotenzials und des technologischen Standortvorteils lassen sich die Technologien in vier Cluster einteilen, die das Technologieportfolio Kölns und der Region charakterisieren und Rückschlüsse auf Stärken und Potenziale zulassen:

1

Target-Technologien:

Diese Technologien stellen **wesentliche technologische Stärken** des Standorts dar, in denen ein hohes Marktpotenzial besteht und bei denen der Standort bereits einen technologischen Vorteil aufweist. **Target-Technologien gilt es, weiter auszubauen.**

Nischen-Potenziale:

Diese Technologien weisen einen hohen Standortvorteil Kölns und der Region auf, aber niedriges Marktpotenzial. Hierzu zählen vor allem Technologien, in denen Köln traditionellerweise stark ist, aber in Märkten angewandt werden, die zukünftig kein hohes Wachstum mehr versprechen. Nischen-Potenziale können gehalten und in den entsprechenden Märkten Wertschöpfung abgeschöpft werden.

3

2

Komplementäre Potenziale:

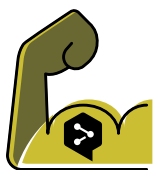
In diesem Bereich liegt ein hohes Marktpotenzial, aber (noch) ein geringer technologischer Standortvorteil für Köln und Umgebung vor. Besonders interessant sind in diesem Bereich Technologien, bei denen die Nähe zum Technologieportfolio Kölns (Größe des Kreises) hoch ist. Diese Technologien sind vielversprechende komplementäre **Potenziale**: Sie weisen hohes Marktpotenzial auf und sie sind verwandt mit Technologien, in denen Köln und Region bereits Standortstärken haben. Durch die Verwandtschaft ist es für Köln und Region relativ risikoarm und lohnenswert, in diese Technologien zu investieren (Balland et al., 2019; Mewes/Broekel, 2020).

Für komplementäre Potenziale mit hoher Verwandtschaft zum aktuellen Technologieportfolio empfiehlt sich Investition und Aufbau.

Mismatch-Technologien:

Das sind Technologien, die einen geringen technologischen Vorteil am Standort aufweisen und über kein hohes Marktpotenzial verfügen. Bei diesen Technologien lohnt sich keine weitere Investition mit Blick auf zukünftige Entwicklung. Mit den Verfahren zur Textilbearbeitung befindet sich hier beispielsweise eine Technologie, für deren Markt relativ geringes Wachstum erwartet wird und kein hohes Potenzial mehr besteht. Mismatch-Technologien können in innovations- und wertschöpfungsorientierter Regionalpolitik depriorisiert werden.

4



Gerade im Deep-Tech-Bereich hat Köln Stärken im Einsatz moderner digitaler Technologien.



2024

wurde DeepL zum wertvollsten KI-Start-up Deutschlands.

Target-Technologien des Kölner Portfolios umfassen viele moderne digitale Technologien.

Der Trendradar in Kapitel 6.2.3 gibt einen Überblick über viele dieser Technologien (z. B. Künstliche Intelligenz, Cloud Computing, Everything-as-a-Service, Low-Code/ No-Code, 5G im industriellen Einsatz, digitale Zwillinge, Virtual/ Augmented Reality, etc.). Der Standortvorteil für diese Technologien geht großteilig aus einem Maß der Technologieaffinität von Unternehmen hervor, das auf Grundlage ihrer Websites bestimmt wird (s. Methodenbox und nähere Details in Anhang 8.2.6). Technologieaffinität eines Unternehmens kann in diesem Sinne als ein Maß dafür verstanden werden, inwieweit Unternehmen die Technologie als Kernelement ihres Geschäftsmodells benutzen oder an der Entwicklung der Technologie beteiligt sind. Das ist eine intensivere Anwendung einer Technologie als eine oberflächlichere Nutzung von Technologien im Rahmen von Routine-Geschäftsprozessen, die primär Effizienzvorteile birgt. So kann ein Unternehmen beispielsweise auf der einen Seite KI-Algorithmen entwickeln oder KI-basierte Produkte

vermarkten oder auf der anderen Seite KI-Tools anwenden, um bestimmte Prozesse zu beschleunigen. Das hier verwendete Maß der Technologieaffinität, das den technologischen Standortvorteil bestimmt, zielt auf ersteres ab. Diese Art von Technologieaffinität bzw. dem Einsatz von Technologien birgt besonders hohes Innovationspotenzial.

Im bundesweiten Vergleich schneidet Köln bei einem solchen Einsatz moderner digitalen Technologien sehr gut ab: Der Wirtschaft 4.0-Index der Stadt liegt im 90. Perzentil der Verteilung über alle Städte. Das ist vergleichbar mit dem Rang der Referenzstädte Berlin, Hamburg, München und Frankfurt, die zusammengekommen im 92. Perzentil liegen und damit nur leicht besser abschneiden. Auch bei einzelnen Technologien schneidet Köln im bundesweiten Vergleich sehr gut ab. In Relation zu den Referenzstädten hält die Stadt allerdings auch bei einzelnen Technologien eine sehr ähnliche Position. Tabelle 6-2 zeigt die Ergebnisse. Bei den Technologien Cloud Computing, Low-Code/ No-Code, Everything-as-a-Service (XaaS), Process Mining, Web 3.0, Künstliche Intelligenz (KI) und Internet of Things (IoT) gehört Köln im bundesweiten Vergleich zu den Top-5 Prozent. Das umfasst knapp die Hälfte der betrachteten Technologien. **Gerade im Deep-Tech-Bereich hat Köln Stärken in der Anwendung solcher Technologien (Lang, 2021). Ein besonders prominentes Beispiel ist die Kölner Firma DeepL, die 2024 zum wertvollsten KI-Start-ups Deutschlands wurde** (Handelsblatt, 2024).

Viele dieser digitalen Technologien haben wichtige industrielle Anwendungen. So bieten beispielsweise Cloud Computing, KI, Internet of Things, digitale Zwillinge und 5G viele Möglichkeiten, industrielle Hardware mit Software im Sinne des *Advanced Systems Engineering* (ASE) zu neuen Lösungen zu verbinden (acatech et al., 2022). Das kann neue Produkte und Leistungen beinhalten, die Unternehmen vermarkten oder auch die Vereinfachung industrieller Fertigungsprozesse.

Methodenbox: Technologieaffinität und Wirtschaft 4.0-Index

Zur Bestimmung der Technologieaffinität wird mittels Webcrawling ermittelt, ob bestimmte Begriffe, die einer Technologie zugeordnet werden, auf der Unternehmenswebsite zu finden sind – im Fall eines Treffers wird ein Unternehmen als technologieaffin für eine Technologie gezählt. Für jede Technologie kann so auf Ebene der 400 Kreise Deutschlands der Anteil der technologieaffinen Unternehmen berechnet werden und Köln in Relation zu anderen Kreisen eingeordnet werden. Aggregiert ergibt sich so für jeden Kreis der sogenannte „Wirtschaft 4.0 Index“, der die digitale Reife von Unternehmen eines Kreises widerspiegelt.

Tabelle 6-2 | Technologieaffinität in Köln im Vergleich

Die Tabelle zeigt das Perzentil der Technologieaffinität Kölner Unternehmen im bundesweiten Vergleich (über alle 400 Kreise), sowie das korrespondierende Perzentil für die Referenzstädte (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt).

Interpretationshilfe: Köln liegt bei Cloud Computing im 98,2. Perzentil. Das heißt: 98,2% der Kreise sind weniger technologieaffin in Bezug auf Cloud Computing und 1,8% der Kreise sind technologieaffiner.

Technologie	Perzentil Köln	Perzentil Referenzstädte
Cloud Computing	98,2	98,2
Low-Code / No-Code-Plattformen	97,2	97,9
Everything-as-a-Service (XaaS)	97,0	98,2
Process Mining	96,5	97,2
Web 3.0	96,5	99,3
Künstliche Intelligenz (KI)	95,5	96,2
Internet of Things (IoT)	95,0	98,0
Digitaler Zwilling	93,7	95,1
5G im industriellen Kontext	93,2	95,0
Quantencomputing	92,0	95,1
Technologien im Bereich Kreislaufwirtschaft	90,0	93,0
Virtual Reality / Augmented Reality (VR/ AR)	82,7	78,1
Elektromobilität	76,9	57,9
Cybersecurity	36,3	18,4
Technologien im Bereich Erneuerbare Energien	5,0	8,5
Gesamt (Wirtschaft 4.0-Index)	90,2	92,3

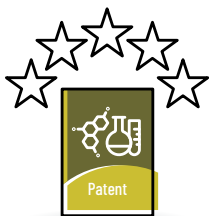
Quelle: beDirect (2024), eigene Berechnungen

Darüber hinaus umfassen die **Target-Technologien Technologien, die in der Chemie- und Life Science Industrie, sowie der Biotechnologie Anwendung** finden. Auch hier umfasst das unter anderem Technologien an der Schnittstelle zwischen industriellen naturwissenschaftlichen Verfahren und der Informatik bzw. Anwendung digitaler Technologien.

Neben den im Trendradar erfassten Technologien gehören dazu insbesondere folgende Technologien, deren technologischer Standortvorteil anhand der Patentdatenanalyse bewertet werden konnte:



Köln und Region haben in der Biotechnologie, basierend auf Patentaktivität, einen klaren technologischen Vorteil.



Einen sehr ausgeprägten technologischen Vorteil haben Köln und Region in der Chemischen Verfahrenstechnik sowie Biochemie und Mikrobiologie.

■ **Biotechnologie:** Die Biotechnologie weist den Charakter einer klassischen Querschnittstechnologie auf, die viele verschiedene Einsatzgebiete und damit auch zahlreiche Branchen umfasst – von der pharmazeutischen Industrie bis zur Agrartechnik, von der Medizintechnik bis zur Lebensmittelindustrie. Definitorisch beschreibt Biotechnologie die Anwendung von Wissenschaft und Technologie auf lebende Organismen, Teile von ihnen oder ihre Produkte. **Im Bereich der Biotechnologie weist Köln und Region auf Grundlage ihrer Patentaktivität einen ausgeprägten relativen technologischen Vorteil auf,** der sich sowohl auf die pharmazeutische als auch die sonstige Biotechnologie erstreckt.

■ **Medizintechnik:** Auch die Medizintechnik hat einen Querschnittscharakter. Sie umfasst die Entwicklung und Anwendung technischer Lösungen zur Diagnose, Überwachung und Behandlung von Krankheiten und Verletzungen. Sie spielt eine entscheidende Rolle im Gesundheitswesen, indem sie innovative Geräte und Verfahren bereitstellt, die die Qualität der Patientenversorgung verbessern. Zu den wichtigsten Bereichen gehören bildgebende Verfahren wie Röntgen und MRT, chirurgische Instrumente, Herzschrittmacher und künstliche Gelenke. Medizintechnik ermöglicht präzisere Diagnosen, minimalinvasive Eingriffe und eine bessere Lebensqualität für Patienten. Auf Basis der Patentaktivität hat Köln und Region in der Medizintechnik einen relativen technologischen Vorteil.

■ **Chemische Verfahrenstechnik sowie Biochemie und Mikrobiologie:** Technologien in der chemischen Verfahrenstechnik und Biochemie sowie Mikrobiologie spielen eine wesentliche Rolle in der Chemie-, Life Science, Pharma- und Biotech-Industrie.

Dazu gehören chemische oder physikalische Verfahren zur Herstellung von Verbindungen und Materialien, einschließlich Katalysatoren und Reaktoren. Auch Apparate und Verfahren zur Verwendung von Enzymen oder Mikroorganismen in biochemischen Prozessen, wie Bioreaktoren und Fermentationsanlagen fallen in diesen Bereich, sowie Technologien zur Herstellung von chemischen Verbindungen oder Kompositionen durch biochemische Prozesse, wie die Produktion von Antibiotika, Vitaminen oder Biokraftstoffen. **Köln und Region haben auf Grundlage ihrer Patentaktivität einen sehr ausgeprägten technologischen Vorteil in diesen Bereichen.**

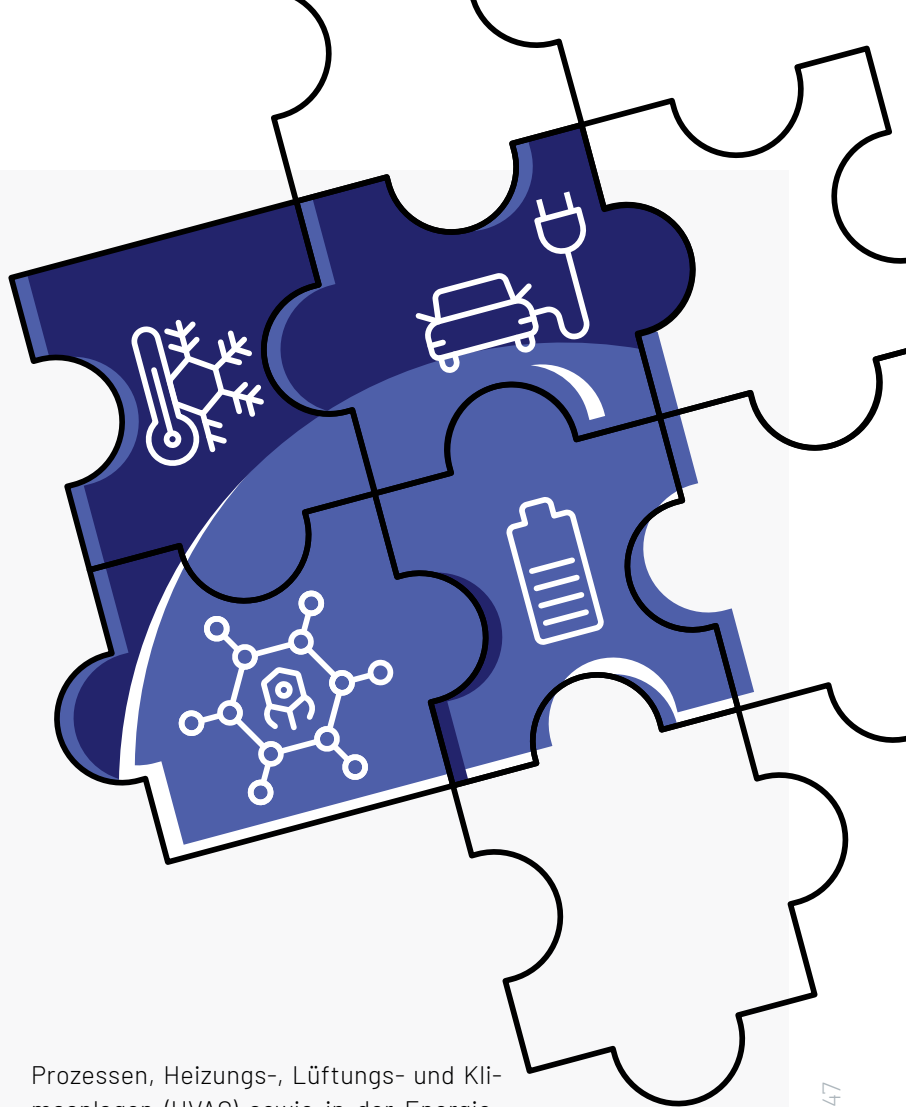
■ **Medizinische Informatik und Bioinformatik:** Medizinische Informatik und Bioinformatik sind interdisziplinäre Bereiche, die Technologie und Informatik nutzen, um die Gesundheitsversorgung und biologische Forschung zu verbessern. Die medizinische Informatik befasst sich mit der Verwaltung und Analyse von Gesundheitsdaten zur Unterstützung klinischer Entscheidungen, der Entwicklung von elektronischen Patientenakten und der Telemedizin. Bioinformatik hingegen nutzt Computertechnologie zur Analyse biologischer Daten, wie Genomsequenzen, um Muster und Zusammenhänge zu erkennen, die in der Forschung und Entwicklung neuer Therapien und Medikamente von großer Bedeutung sind. Beide Disziplinen tragen wesentlich zur personalisierten Medizin bei, indem sie präzise Diagnosen und maßgeschneiderte Behandlungsstrategien ermöglichen, und fördern somit die Effizienz und Qualität der Gesundheitsversorgung. In der medizinischen Informatik besteht ein leichter technologischer Vorteil auf Grundlage der Patentaktivität in Köln und Region, in der Bioinformatik ein stark ausgeprägter technologischer Standortvorteil.

Wichtige **komplementäre Potenziale** liegen in **Nanotechnologien, Wärme- und Kältetechnik, Batterietechnologien sowie Technologien im Bereich der Elektromobilität.**

Diese Bereiche stellen Technologiebereiche dar, in denen das Marktpotenzial hoch ist und Köln zwar noch keinen technologischen Standortvorteil aufweist, allerdings eine hohe Nähe zum Technologieportfolio Kölns besteht.²⁴ Diese Technologien sind also verwandt mit Technologien, in denen Köln bereits stark ist. Dadurch ergeben sich besonders hohe Potenziale für Cross-Innovationen. Für die Ansiedlung von Unternehmen, Start-ups und Forschungsinstitutionen, sowie die gezielte Förderung von Bestandsunternehmen empfiehlt sich daher eine Berücksichtigung dieser Technologieprofile:

- **Nanotechnologie:** Nanotechnologie umfasst Forschung von Partikeln und Einzelatomen bis zu einer Größe von 100 Nanometern (nm). Ihre Einsatzgebiete finden sich im Bereich der Cluster-, Halbleiter- und Oberflächenphysik, der Materialtechnik sowie in Teilbereichen des Maschinenbaus, der Lebensmitteltechnologie und der Medizin. Konnte die Region Köln und Umgebung im Bereich der Nanotechnologie im Zeitraum 2011 bis 2015 noch einen technologischen Vorteil aufgrund ihrer Patentaktivität aufweisen, galt dies im letzten Beobachtungszeitraum 2016 bis 2020 nicht mehr. Auf Grund der hohen Verwandtschaften mit anderen Technologien am Standort Köln bietet sich ein neuer Schub im Bereich der Nanotechnologie besonders an.

- **Wärme- und Kältetechnik:** Technologien in diesem Bereich umfassen eine Vielzahl von Systemen und Verfahren zur effizienten Übertragung und Steuerung von Wärmeenergie. Dazu gehören beispielsweise Wärmetauscher, die in industriellen



Prozessen, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HVAC) sowie in der Energieerzeugung eingesetzt werden, um Wärme zwischen verschiedenen Medien zu übertragen. Auch Technologien wie Rohrbündelwärmetauscher, Plattenwärmetauscher und Luftkühler sind hier vertreten, sowie Systeme zur Nutzung und Verteilung von Wärmeenergie, einschließlich Wärmerückgewinnung, thermische Speichersysteme und innovative Kühlmethoden wie Absorptionskältemaschinen und adiabatische Kühlsysteme. Diese Technologien sind entscheidend für die Verbesserung der Energieeffizienz, Reduzierung von Emissionen und den wirtschaftlichen Betrieb von thermischen Prozessen in verschiedenen industriellen und kommerziellen Anwendungen. Auf Grund der hohen Nähe zu bestehenden Technologien im Portfolio Kölns und der Bedeutung der zukünftigen Marktbedeutung von Wärme- und Kältetechnik ist der Aufbau eines technologischen Vorteils für Köln und Region in diesem Bereich besonders vielversprechend.

²⁴ Für die ersten drei Technologien kann die Nähe auf Grundlage der Patentdaten bestimmt werden. Letzterer Bereiche (Elektromobilität) lässt sich nicht eindeutig in den Patentdaten identifizieren, weil er über viele verschiedene Patent-Unterklassen streut und eine Bewertung der Nähe zum Technologieportfolio ist daher nicht möglich. Nichtsdestotrotz werden Technologien im Bereich Elektromobilität hier als vielversprechende Technologien berücksichtigt auf Grund der herausragenden zukünftigen Bedeutung der Elektromobilität und der Tatsache, dass Köln in diesem Bereich nicht weit von einem relativen technologischen Vorteil entfernt ist. Zudem gibt es im Bereich der Elektromobilität viele Anwendungen der Batterietechnologien, die eine hohe Nähe zum Technologieportfolio Kölns aufweisen.



Fortschritte in der Batterietechnologie sind entscheidend für nachhaltige Energielösungen und bieten hohes Wertschöpfungspotenzial in der globalen grünen Transformation.

■ **Batterietechnologien:** Batterietechnologien sind essenziell für die Speicherung und Bereitstellung elektrischer Energie in einer Vielzahl von Anwendungen, von tragbaren Geräten bis hin zu Elektrofahrzeugen und erneuerbaren Energiesystemen. Moderne Batterien, wie Lithium-Ionen-Batterien, zeichnen sich durch hohe Energiedichte, lange Lebensdauer und geringe Selbstentladung aus. Sie bestehen aus einer Anode, einer Kathode und einem Elektrolyten, die zusammenarbeiten, um elektrische Energie durch chemische Reaktionen zu speichern und freizusetzen. **Fortschritte in der Batterietechnologie zielen darauf ab, die Kapazität, Ladegeschwindigkeit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit weiter zu verbessern. Diese Entwicklungen sind entscheidend für die Förderung nachhaltiger Energielösungen und bieten hohes Wertschöpfungspotenzial im Rahmen der globalen grünen Transformation.** Köln weist in seinem Technologieportfolio eine hohe Verwandtschaft mit Batterietechnologien auf und somit sind diese Technologien ein vielversprechendes komplementäres Potenzial für den Standort.

■ **Technologien im Bereich Elektromobilität/Elektrohybrid:** Technologien im Bereich Elektromobilität und Elektrohybrid bauen auf fortschrittlichen Batterietechnologien auf und treiben die Entwicklung umweltfreundlicher Transportlösungen voran. Elektrofahrzeuge (EVs) nutzen ausschließlich elektrische Energie, die in Hochleistungsbatterien gespeichert wird, während Hybridfahrzeuge (HEVs) eine Kombination aus Verbrennungsmotor und Elektroantrieb einsetzen, um Effizienz und Reichweite zu maximieren. Neben Batterietechnologien finden sich in diesem Technologiebereich auch regenerative Bremsysteme, fortschrittliche Energiemanagementsysteme, Technologien von Elektromotoren, KfZ-Hochvoltsysteme sowie weitere Technologien rund um den Fahrzeugbau. Aus den Patentdaten geht hervor, dass Köln und Region sich 2016-2020

in Bezug auf ihre technologische Stärke schon deutlich gegenüber dem vorherigen Betrachtungszeitraum (2011-2015) verbessert haben, wenngleich immer noch kein relativer technologischer Vorteil besteht. Angesichts der hohen zukünftigen Bedeutung der Elektromobilität, ist auch auf technologischer Ebene eine Fortsetzung dieses Trends für Köln und Region besonders lohnend.

FAZIT

Köln nimmt also eine Vorreiterrolle bei modernen digitalen Technologien sowie Technologien im Bereich der Chemie-, Life Science und Biotech-Industrie an, die es zu stärken gilt. Vor allem im Hinblick auf die Anwendung digitaler Technologien als Kernelement des Geschäftsmodells, gerade im industriellen Kontext (*Advanced Systems Engineering*), oder die Entwicklung der Technologien ist Köln besonders stark. Komplementäre Potenziale bestehen in branchenverwandten Bereichen, konkret unter anderem im Bereich der Nanotechnologie, Wärme- und Kältetechnik, Batterietechnologien sowie im Bereich Elektromobilität. Wenn Köln es schafft, bestehende Stärken in Digitaltechnologien, insbesondere im industriellen Kontext, weiter zu forcieren und in branchenverwandte Innovations-Ökosysteme weiter zu integrieren, kann es zu einem europaweiten *Digital Innovation Lighthouse* werden, das wiederum nach außen Strahlkraft entfaltet und neue Unternehmen und Start-ups anzieht.



06.2.3

Trendradar ausgewählter Technologien

Im Rahmen dieser Studie wurde für ausgewählte Technologien ein Trendradar erarbeitet, der die Technologien kurz vorstellt, das Marktpotenzial näher einordnet und *Best Practices* aus Köln und der Region präsentiert. Dieser Trendradar wurde von Experten des FIR an der RWTH Aachen erarbeitet. Dabei wurden Technologien nach folgenden drei Kriterien ausgewählt:

1

Hohes Marktpotenzial: Die Technologien sollten ein hohes Marktpotenzial aufweisen. Entsprechend finden sich in der obenstehenden Systematisierung alle im oberen Bereich (entlang der y-Achse in Abbildung 6-10).

2

Nähe zur Unternehmerlandschaft Köln: In diesem Kriterium wurde eingeschätzt, inwieweit Technologien heute oder zukünftig für viele Unternehmen im Wirtschaftsraum Köln relevant sind.

3

Komplementarität zu anderen Analysen: Aus den oben genannten Gründen (Querschnittsfunktion, keine patentaktiven Bereiche) sind manche Technologien in Patentdatenanalysen nicht gut abbildbar. Solche Technologien wurden besonders bei der Auswahl für den Trendradar berücksichtigt.

Parallel zum Trendradar wurden Unternehmen in der Unternehmensbefragung nach ihrer Nutzung der berücksichtigten Technologien befragt, um einen Einblick in die aktuelle und prognostizierte zukünftige Verbreitung der Technologien in der Unternehmerlandschaft in Köln und Region zu erhalten. Abbildung 6-11 zeigt die Ergebnisse. **Es zeigt sich, dass die Verbreitung der Technologien sehr unterschiedlich ausgeprägt ist.** Während beispielsweise gut drei von vier Unternehmen bereits Cloud Computing nutzen, werden Process Mining und Low-Code/No-Code-Plattformen von weniger als einem Fünftel und Quantencomputing bisher von

lediglich 2 Prozent der Unternehmen genutzt. Im letzteren Fall liegt das auch daran, dass Quantencomputing noch nicht die Marktreife wie viele der anderen Technologien hat.

Interessant ist hierbei auch ein Blick auf die zukünftige Nutzung: Knapp ein Viertel der Unternehmen sehen die Nutzung von Quantencomputing innerhalb der nächsten fünf Jahre vor – sehen also hohes Anwendungspotenzial in der nahen Zukunft. Ausgenommen der beiden schon verbreitetsten Technologien Cloud Computing und Cybersecurity planen insgesamt zwischen 16 und 31 Prozent die Nutzung der betrachteten Technologien in den nächsten fünf Jahren. Spitzenreiter in der geplanten Nutzung sind KI (31 Prozent), Web 3.0 (29 Prozent) und Process Mining (28 Prozent). Im Hinblick auf Veranstaltungen, die sich intensiv mit bestimmten Technologien befassen, wie beispielsweise Austauschformate oder Anwenderschulungen sind solche Technologien mit hoher vorgesehener Nutzung besonders relevant.

Diese Daten zur Nutzung bilden jegliche Anwendung einer Technologie ab. Das umfasst zum einen die oben genannte intensivere Nutzung als Kernelement des Geschäftsmodells bzw. die Entwicklung einer Technologie und zum anderen eine oberflächlichere Anwendung im Rahmen von Routine-Prozessen. Als besonders innovationstreibend wird vor allem erstere intensivere Nutzung bzw.

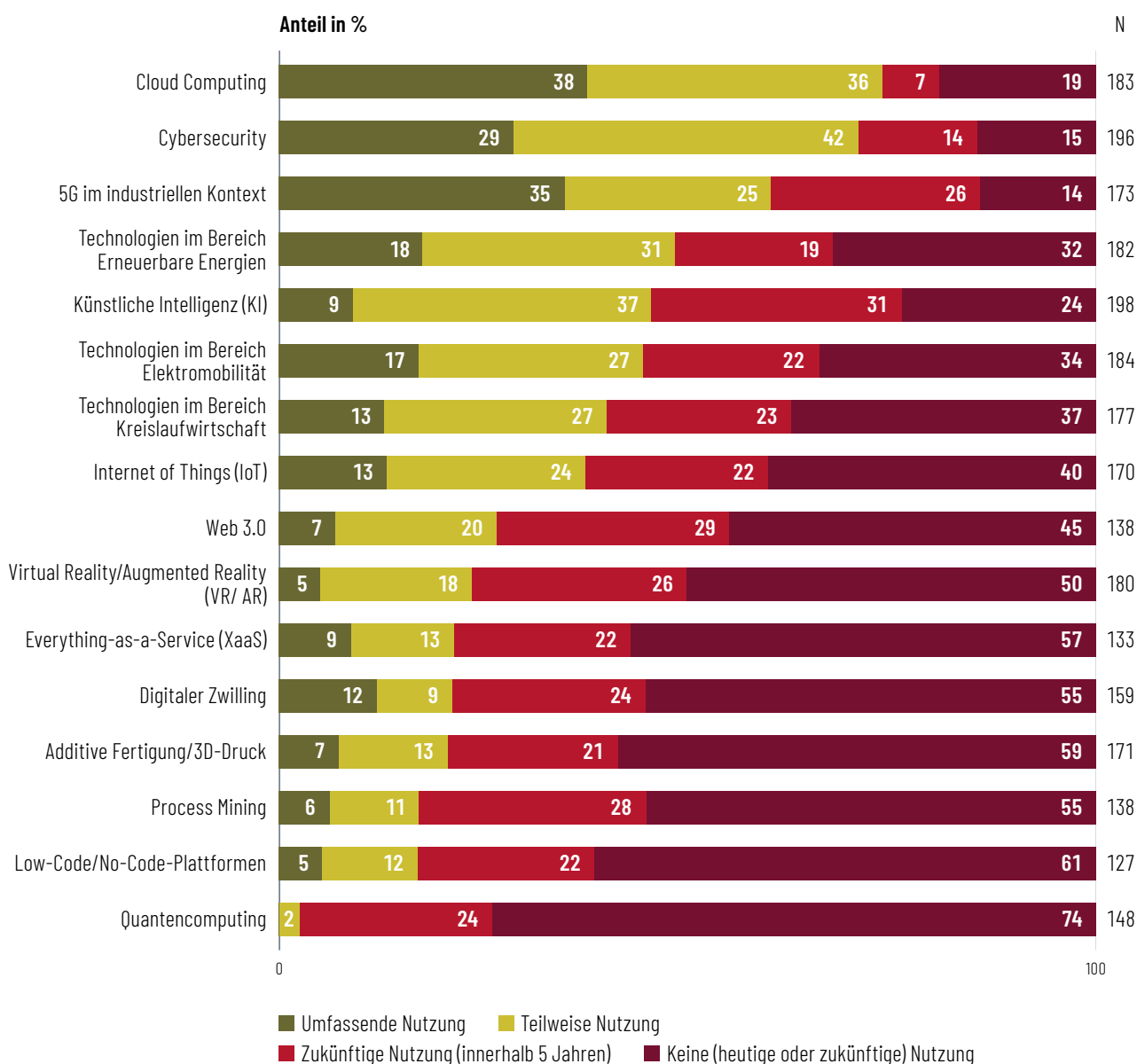
Entwicklung gesehen – wie Kapitel 6.2.1 aufzeigt, geht die Nutzung von Technologien stark mit höherem Innovationsoutput einher. Allerdings birgt auch zweiteilige oberflächliche Anwendung für Unternehmen Vorteile:

Durch die Beschleunigung und Vereinfachung von Geschäftsprozessen können sie ihre Effizienz steigern. Die folgenden Best Practices für einzelne Technologien liefern zahlreiche Beispiele dafür.

Abbildung 6-11 | Nutzung von Technologien im Trendradar

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Unternehmensbefragung.

Frage: „Inwieweit nutzt Ihr Unternehmen die folgenden Technologien heute oder voraussichtlich innerhalb der nächsten fünf Jahre?“



Quelle: Unternehmensbefragung



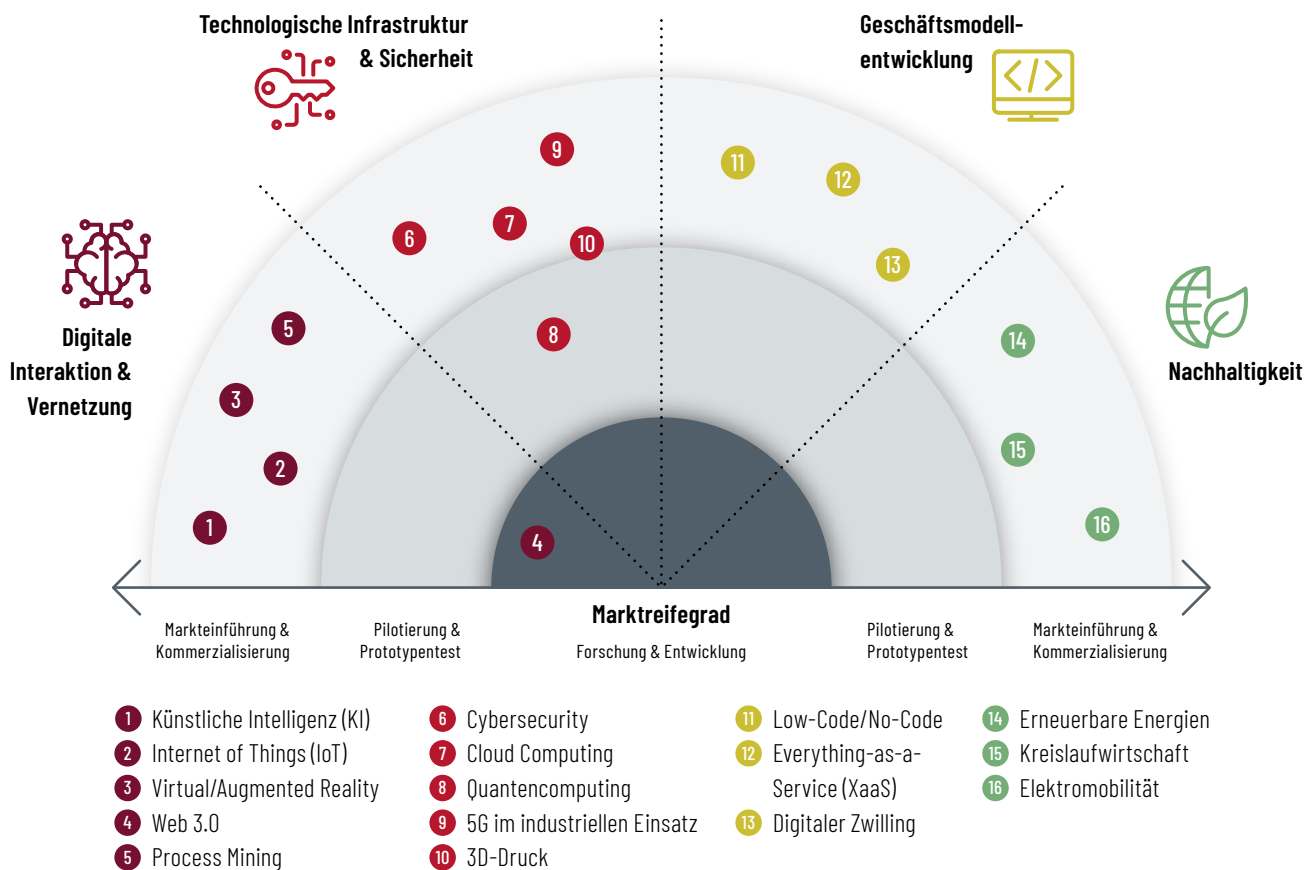
Überblick des Trendradars

Der folgende Trendradar präsentiert eine Auswahl von 16 Schlüsseltechnologien und Trends, die die Landschaft des lokalen Unternehmertums tiefgreifend verändern. Diese Technologien und Trends wurden gezielt ausgewählt, um die einzigartige Branchenstruktur Kölns widerzuspiegeln und deren zukünftige Relevanz für ansässige Unternehmen zu prognostizieren. Abbildung 6-12 gibt einen einordnenden Überblick.

Dabei werden Technologien und Trends nicht nur im Hinblick auf die gegenwärtige Marktrelevanz und das direkte Wertschöpfungspotenzial untersucht, sondern auch durch praxisnahe Anwendungsbeispiele illustriert, die die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten aufzeigen. Von entscheidender Bedeutung ist die Erkenntnis, dass sich viele dieser Technologien und Trends bereits mitten in der kommerziellen Markteinführung befinden, während andere noch in den Kinderschuhen der Forschung und Entwicklung stecken.

Abbildung 6-12 | Einordnung der 16 vorgestellten Technologien und Trends anhand ihres Marktreifegrads und ihrer inhaltlichen Ausrichtung

Die Studie teilt diese Innovationen in vier Kategorien ein: Digitalisierung, Technologie, Geschäftsmodell & Organisation und Umwelt & Nachhaltigkeit. Jede Kategorie umfasst eine Bandbreite von Entwicklungen, von Künstlicher Intelligenz (KI) bis hin zu Erneuerbaren Energien und Elektromobilität, die die betriebliche Effizienz und Nachhaltigkeit vorantreiben.



Quelle: eigene Darstellung



Künstliche Intelligenz (KI)



Kurz erklärt:

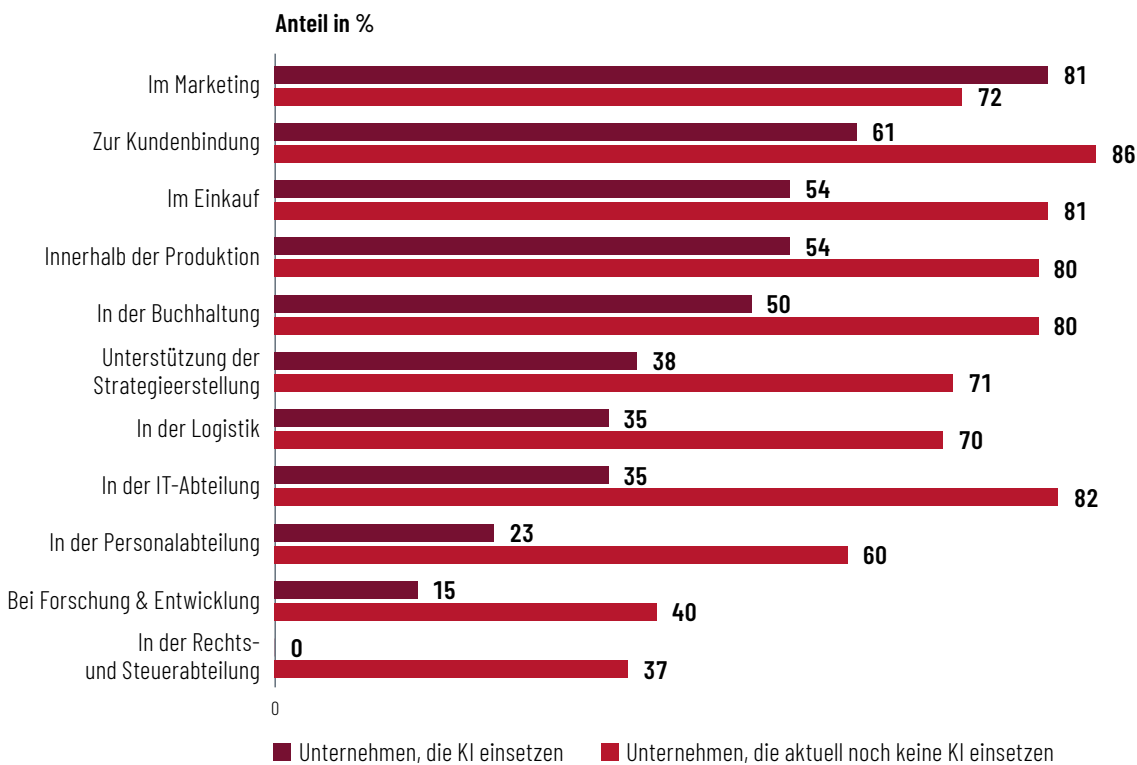
Das Feld der Künstlichen Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik. Es befasst sich mit der Entwicklung von intelligenten Computerprogrammen, die in der Lage sind, menschliche Intelligenz zu simulieren und dadurch eigenständig Probleme zu lösen. Dabei wird zwischen starker und schwacher KI unterschieden. Die starke KI (engl. „Strong AI“) zielt darauf ab, auf abstrakter Ebene die Fähigkeiten des menschlichen Gehirns zu imitieren, während sich die schwache KI (engl. „Weak AI“) auf spezifische und weniger komplexe Problemstellungen konzentriert. Es sei anzumerken, dass die Entwicklung einer definitorisch starken KI bislang nicht erreicht wurde (Buxmann/Schmidt, 2019).

Unternehmen können sich viele Anwendungsbereiche von KI vorstellen

Künstliche Intelligenz fungiert als Querschnittstechnologie, vergleichbar mit den Innovationen wie Computern, Automobilen, der Telefonie und dem Internet. Das legt nahe, dass KI-Anwendungen mit der Zeit in sämtliche Branchen eindringen und alle Ebenen der Wertschöpfung in unterschiedlichem Ausmaß durchdringen werden (Kreutzer/Sirrenberg, 2019). KI schafft neue Möglichkeiten für die Analyse umfangreicher Datensätze, die für den Menschen sonst schwer zu bewältigen wären. Dadurch entstehen völlig neue Potenziale und Geschäftsmodelle (W. Samek et al., 2019; G. Harkut/Kasat). In Unternehmen können KI-Technologien dazu genutzt werden, bestehende Produkte zu verbessern, interne Prozesse zu optimieren und Mitarbeitende von routinemäßigen Tätigkeiten zu entlasten, um ihnen Raum für kreativere Aufgaben zu geben (Sallaba/Esner, 2019).



Abbildung 6-13 | Aktuelle und künftige Nutzung von KI in Unternehmen



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Bitkom e.V. (2022)

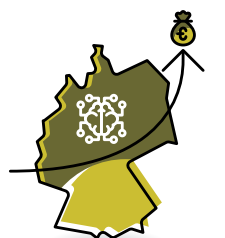
Aus dem privaten Sektor gaben im Jahr 2022 94 Prozent der befragten Führungskräfte an, dass KI in den nächsten fünf Jahren entscheidend für den Erfolg des Unternehmens sein wird (Mittal et al., 2022). Folglich setzen sich Unternehmen verstärkt mit der Integration von KI-Systemen auseinander, um deren Potenziale zu erschließen. In einer Studie von Deloitte aus dem Jahr 2022 teilen 82 Prozent der Führungskräfte die Ansicht ihrer Mitarbeitenden, dass die Zusammenarbeit mit KI-Technologien ihre Leistungsfähigkeit und Arbeitszufriedenheit verbessern wird (Mittal et al., 2022). Eine Umfrage des Technologieverbandes Bitkom zeigt, dass Unternehmen KI vor allem im Marketing einsetzen (81 Prozent der Befragten). Weitere Einsatzbereiche sind unter anderem die Produktion, der Einkauf, die Buchhaltung und die IT-Abteilung (Abbildung 6-13). Hierbei ist zu

beachten, dass lediglich 10 Prozent der befragten Unternehmen bereits KI verwenden (Bitkom e.V., 2022).

Diese konkreten Anwendungsgebiete finden sich in zahlreichen Branchen und Funktionen wieder. KI kann bei der Bildverarbeitung Verwendung finden und beispielsweise im medizinischen Kontext bei der Auswahl von Therapieentscheidungen unterstützen, indem sie Röntgen- oder CT-Aufnahmen analysiert und Erklärungen sowie mögliche Diagnosen liefert (W. Samek et al., 2019). Des Weiteren befähigt KI dazu, sowohl gesprochene als auch geschriebene menschliche Sprache zu verstehen und dadurch bei alltäglichen Aufgaben zu unterstützen. Auf praktischer Ebene helfen Roboter, deren Bewegungen durch KI geplant werden, bei anspruchsvollen und gefährlichen Tätigkeiten wie der Minenräumung

94%

der Führungskräfte im privaten Sektor sehen KI als entscheidend für den Unternehmenserfolg.

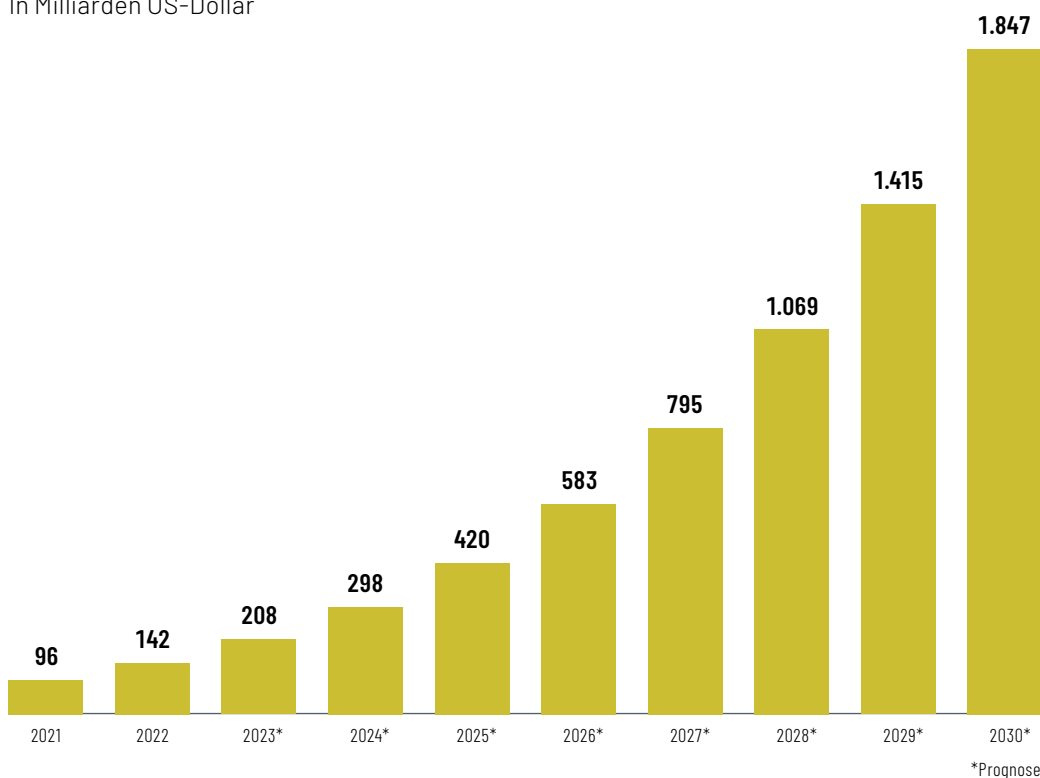


0,4 – 0,7%

jährliches Wirtschaftswachstum in Deutschland wird durch generative KI erwartet.

Abbildung 6-14 | Marktvolumen für KI weltweit

In Milliarden US-Dollar



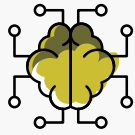
Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Next Move Strategy Consulting (2023)

oder dem Umgang mit giftigen Chemikalien im Labor (Kreutzer/Sirrenberg, 2019). Auch in produzierenden Unternehmen werden KI-Anwendungen im Bereich der Qualitätskontrolle oder der Routenoptimierung in der Logistik eingesetzt (Waltersmann et al., 2021).

Exponentielles Wachstum des globalen KI-Marktpotenzials bis 2030

Die Relevanz von KI wird in den nächsten Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnen. Schätzungen zufolge wird der weltweite Markt für KI bis 2030 auf voraussichtlich 1.850 Milliarden US-Dollar anwachsen (Abbildung 6-14). Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 32,9 Prozent im Zeitraum von 2022 bis 2030 (Next Move Strategy Consulting, 2023). Im

Rahmen der Programme Horizon Europe sowie Digitales Europa investiert die Europäische Kommission jährlich eine Milliarde Euro in den Bereich der Künstlichen Intelligenz (Gestaltung der digitalen Zukunft Europas, 2024). **Auf nationaler Ebene wird erwartet, dass allein Generative künstliche Intelligenz, also KI, die im Gegensatz zur traditionellen Form aus Daten lernen und neue Inhalte kreieren kann, das Wirtschaftswachstum in Deutschland pro Jahr zwischen 0,4 und 0,7 Prozent steigern wird.** Dies entspricht einem Zuwachs im BIP von rund 220 Milliarden Euro bis 2030 (Strategy&, 04.03.2024). Darüber hinaus besitzt generative Künstliche Intelligenz das Potenzial, 330 Milliarden Euro zur Bruttowertschöpfung beizutragen (Bolwin et al., 2023a).



BEST PRACTICE



Die neue ICE-Wartung bei der Deutschen Bahn wird von Künstlicher Intelligenz gesteuert und wurde erstmals im ICE-Werk Köln-Nippes implementiert. Dieses neue „E-Check“ genannte Verfahren besteht aus mehreren Komponenten. Durch den Einsatz von Kameras und optional eines mobilen Unterflurgeräts erfolgt eine umfassende Inspektion des ICE. Die Aufnahmen werden von einer KI analysiert und etwaige Abweichungen vom Sollzustand werden im Werk angezeigt. Die Technologie ist in der Lage, sowohl kleinste Abweichungen wie eine locker sitzende Schraube oder Instandsetzungsbedarf als auch Schönheitsfehler wie beschädigte Piktogramme außen am Zug zu erkennen. Dies führt zu einer Entlastung der Mitarbeitenden und gleichzeitig zu einer Steigerung der Wartungskapazität des Standorts um 25 Prozent (Deutsche Bahn AG, 2023).



25%

Steigerung der Wartungskapazität und Entlastung der Mitarbeitenden durch Einsatz eines KI-unterstützten Wartungstools.



Cybersecurity



Kurz erklärt:

Cybersecurity umfasst den Schutz vor Bedrohungen und Risiken, die aus der Nutzung von Informationstechnologien im Internet entstehen. Es bezieht sich auf Maßnahmen zum Schutz von IT-Systemen, Netzwerken und Daten vor unberechtigtem Zugriff, Veränderungen oder Zerstörungen (Klipper, 2015). Cybersecurity verfolgt die Gewährleistung von Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit von Informationen (Klipper, 2015; Sowa, 2017). Die vielfältigen und komplexen Herausforderungen in dem Kontext erfordern sowohl technische als auch organisatorische Maßnahmen, um den Schutz in einem sich ständig wandelnden Bedrohungsfeld aufrechtzuerhalten (Klipper, 2015; Pohlmann, 2022).

Heutige Relevanz und Arten von Cyberangriffen

Der Global Risks Report 2024 des World Economic Forum bewertet Cyberrisiken als eine der Top 5 dominierenden gesellschaftlichen Bedrohungen des 21. Jahrhunderts (World Economic Forum, 2024). Die moderne Welt wird maßgeblich von Informationstechnologien und dem Internet geprägt. Mit zunehmender Digitalisierung und in gleicher Weise wachsenden Verflechtungen zwischen Protokollen, Diensten und globalen Netzwerken ergeben sich neue Bedrohungen für die Informationssicherheit. Unzureichend gesicherte IT-Architekturen, Sicherheitslücken in Prozessen, Hardware und Software sowie menschliches Versagen sind oftmals Ursache für Cyberangriffe. Datendiebstahl oder -missbrauch, Betriebsstillstände, Verlust von geistigem Eigentum sowie finanzielle Verluste sind mögliche Folgen für Unternehmen. Laut aktuellen Schätzungen liegt der wirtschaftliche Schaden für die deutsche Wirtschaft bei über 220 Milliarden Euro jährlich (Pohlmann, 2022). Organisationen weltweit haben deswegen im Jahr 2021 etwa 150 Milliarden US-Dollar für Cybersecurity ausgegeben, mit einer jährlichen Wachstumsrate von 12,4 Prozent (Aiyer et al., 2022). Etwa drei von vier deutschen Unternehmen, die in den letzten zwölf Monaten von Diebstahl, Industriespionage oder Sabotage betroffen waren, führen Schäden auf Cyberattacken zurück (Bitkom e.V., 2023c).

Cyberangriffe werden durch den Einsatz von Schadsoftware durchgeführt. Diese wird über verschiedene Kanäle wie E-Mail-Anhänge, maliziöse Webserver und weitere Mittel verbreitet. Abbildung 6-15 zeigt den durchschnittlichen Zuwachs neuer Varianten



an Schadprogrammen im Zeitraum von Juni 2022 bis Juni 2023 für jeden Monat (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023).

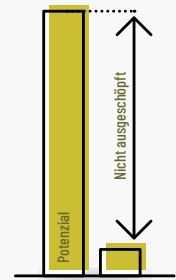
Ransomware, Advanced Persistent Threats (APT), Denial-of-Service (DoS) sowie Spam und Phishing sind die häufigsten Arten von Cyberangriffen: Ransomware ist eine Form der digitalen Erpressung. Angreifer dringen tief in Systeme ein und nutzen z.B. veraltete Software, Fehlkonfigurationen oder mangelnde Datensicherung aus, um Daten zu verschlüsseln. Ziel ist die Erpressung von Lösegeld, indem der Zugriff auf die verschlüsselten Daten verweigert wird. APT sind hoch entwickelte und langfristig geplante Angriffe, die darauf abzielen, Informationen zu beschaffen und gegebenenfalls Sabotage zu betreiben. Im Gegensatz zu anderen kriminellen Aktivitäten dienen APTs nicht der Gewinnerzielung, sondern beispielsweise dem Ausspähen von sensiblen Informationen. DoS Angriffe beeinträchtigen die Verfügbarkeit von Internetdiensten. Häufig sind Web-

seiten das Ziel. Durch Überflutung der zugehörigen Webserver mit Anfragen werden die Seiten unerreichbar. Spam und Phishing sind zwei Arten von unerwünschten E-Mails. Spam umfasst Werbebotschaften, Erpressungs- und Betrugsmails. Im Bereich betrügerischer Aktivitäten sind Phishing-Mails häufig anzutreffen, die Opfer durch Social-Engineering-Methoden dazu verleiten, ihre Identitäts- oder Authentifizierungsdaten preiszugeben (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023).

Viele Anwendungsbereiche weisen ein hohes Marktpotenzial auf

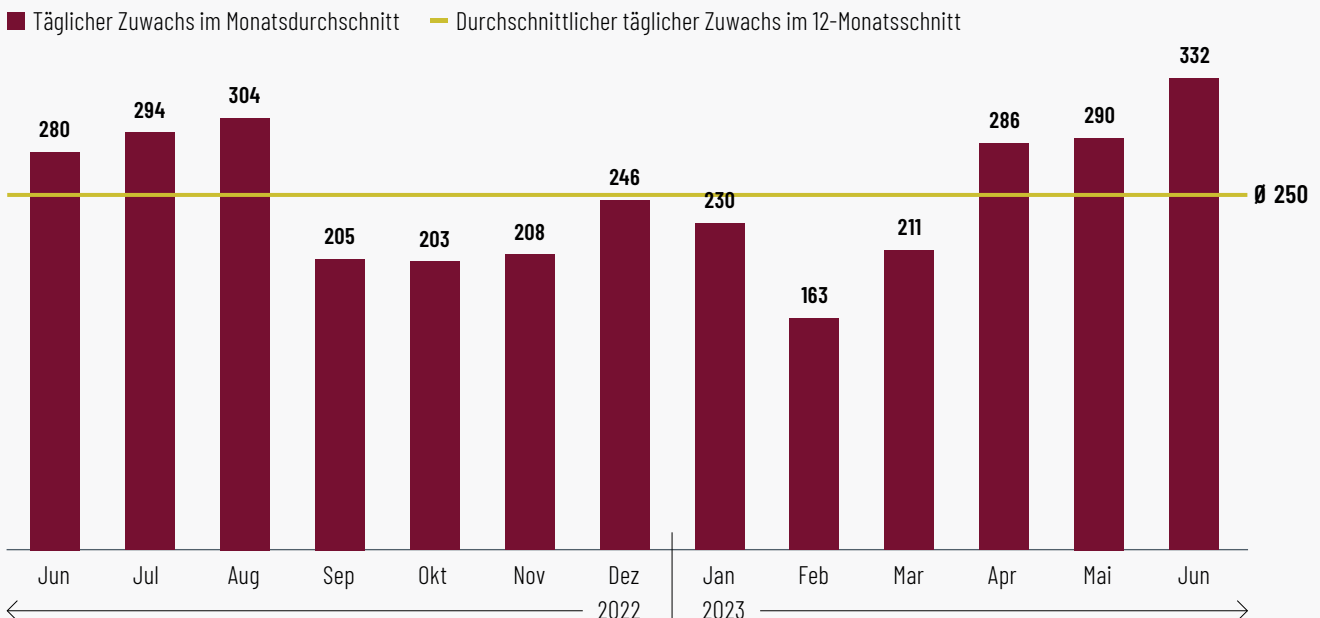
Trotz wachsender Cyberbedrohungen, die bereits 2025 jährlich Schäden von etwa 10,5 Billionen US-Dollar verursachen könnten, wird der Marktbedarf für Cybersecurity-Lösungen nicht vollständig abgedeckt. **McKinsey beziffert ein Marktpotenzial von 1,5 bis 2 Billionen US-Dollar, was aktuell nur zu etwa 10 Prozent ausgeschöpft wird.** Eine universelle Cybersecurity-Lösung, die sämt-

Auf bis zu **2** Billionen US-Dollar wird das Marktpotenzial für Cybersecurity-Lösungen beziffert ...



... nur **10%** davon werden aktuell ausgeschöpft.

Abbildung 6-15 | Durchschnittlicher täglicher Zuwachs neuer Schadprogramm-Varianten



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2023)

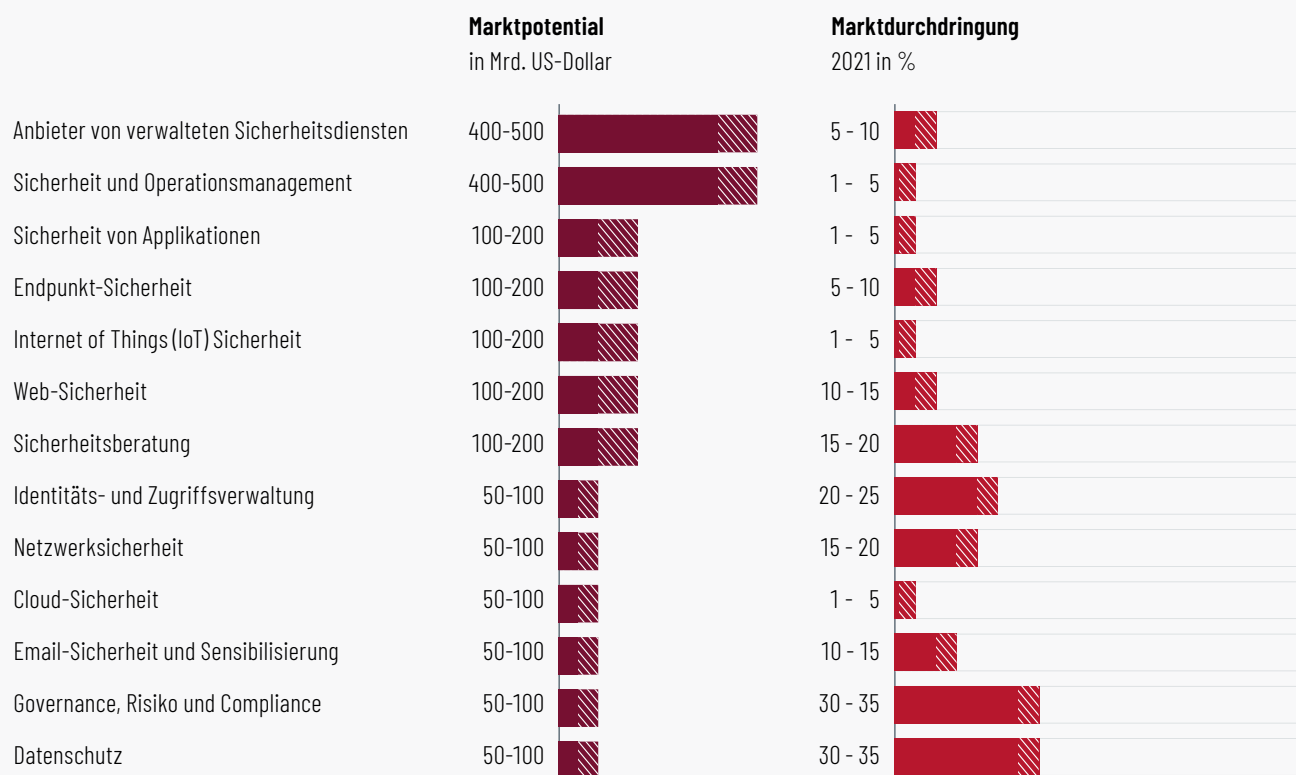
lichen Unternehmen gerecht wird, existiert nicht. Stattdessen basiert die Absicherung auf einem integrativen Ansatz, der diverse Anwendungsbereiche miteinander verbindet (Abbildung 6-16) (Aiyer et al., 2022). Das umfasst neben Sicherheitssystemen auch organisatorische Aspekte wie die Sensibilisierung von Mitarbeitenden und die Entwicklung von Governance-Strukturen.

Die stetige Weiterentwicklung von Künstlicher Intelligenz, insbesondere durch den Einsatz von Deep-Learning-Algorithmen, spielt eine entscheidende Rolle in der Cybersecurity, da sie die Genauigkeit, Skalierbarkeit, Zuverlässigkeit und Leistung von Sicherheitssystemen signifikant verbessert (Dixit/Silakari, 2021). Andererseits kann Künstliche Intelligenz auch von Angreifern genutzt wer-

den, um den Angriffszyklus erheblich zu beschleunigen und die Effizienz ihrer Attacken zu erhöhen.

Die beschleunigte digitale und analytische Transformation in Unternehmen wird voraussichtlich zu einer weiteren Zunahme des Fachkräftemangels und von Wissenslücken im Bereich der Cybersicherheit führen. Des Weiteren erhöht die zunehmende Abhängigkeit von mobilen Plattformen, Home-Office und schnellem Zugang zu umfangreichen Datensätzen das Risiko von Sicherheitsverletzungen, während Unternehmen mehr Daten in der Cloud zentralisieren und einem breiten Spektrum an Nutzenden und Dritten zugänglich machen (McKinsey, 2022; Schulte, 29.11.2022).

Abbildung 6-16 | Größe und Bereiche des globalen Cybersecurity-Marktes im Jahr 2021



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Aiyer et al. (2022)



BEST PRACTICE

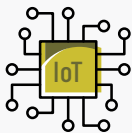


7 Tage

Ausfallzeit durch eine Cyberattacke – trotz schneller Reaktion und Minimierung des Angriffs.

Der Maschinenbauer Kracht GmbH aus Werdohl reagierte auf eine Cyberattacke durch eine Neuaufstellung seiner IT-Struktur. Nach einem Zugriff über eine gefälschte E-Mail und einem darauffolgenden Produktionsstopp, trennte das Unternehmen betroffene Maschinen sofort vom Netzwerk und minimierte so die Ausbreitung des Angriffs. Mit Hilfe des IT-Dienstleisters Bechtle und durch die Nutzung eines Daten-Backups wurde der Betrieb, ohne Lösegeldzahlung, innerhalb von sieben Tagen wiederaufgenommen. Zur zukünftigen Absicherung separierte Kracht das Produktionsnetz von anderen Netzwerken und der Datenaustausch wird über speziell gesicherte Wege abgesichert. Durch Künstliche Intelligenz können ungewöhnliche Datenbewegungen nun effektiver erkannt und automatisiert unterbunden werden (ebenda).





Internet of Things (IoT)



Kurz erklärt:

Das Konzept Internet of Things (IoT) bezeichnet die Vernetzung verschiedener Geräte durch das Internet. Verbundene Geräte können sowohl einzelne Sensoren als auch ganzheitliche Maschinen sein und im privaten Kontext, im Smart Home oder in der Industrie als Teil der Fertigung genutzt werden. Echtzeitdaten werden automatisiert erfasst, analysiert und die Erkenntnisse innerhalb des Netzwerks ausgetauscht. Durch die direkte, autonome Datenverarbeitung werden Effizienzsteigerungen und neue Anwendungsfelder möglich.

IoT im Aufschwung: Treibende Kraft der modernen Industrie und Wirtschaft

Das Internet of Things befindet sich bereits mitten in der Marktetablierungsphase. Eine Befragung europäischer und nordamerikanischer Unternehmen ergab, dass 57 Prozent der befragten Unternehmen IoT bereits nutzen oder es für die Zukunft planen (Spiceworks Ziff Davis, 2023). Dabei wird IoT vor allem für operative Prozesse in (Produktions-) Betrieben eingesetzt. Weitere Einsatzorte von hoher Relevanz sind Städte, Arbeitsstätten wie Baustellen und Rohstoffförderungen sowie die Gesundheitsbranche (Abbildung 6-17) (Chui et al., 2021). Das Konzept verzeichnet stetiges Wachstum: Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Investitionen in IoT lag zwischen 2018 und 2023 bei 4,5 Prozent (Davies, 2023).

Abbildung 6-17 | Die vier größten Einsatzgebiete von IoT nach geschätztem Marktwert in 2025

Mrd. US-Dollar sortiert nach maximaler Schätzung

Einsatzgebiet	Anwendungsbeispiel	Geschätzter Wert
 Betriebe	Betriebsmanagement, Predictive Maintenance, autonome Roboter	690 - 1750 
 Städte	datenbasierte Verkehrsführung, autonome Fahrzeuge	470 - 840 
 Arbeitsstätten	Baustellenmanagement, Überwachung von Ölgewinnung, Werkzeuginstandhaltung	220 - 790 
 Gesundheit	Überwachung und Behandlung von Krankheiten, Verbesserung der Gesundheit	350 - 780 

Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Chui et al. (2021)

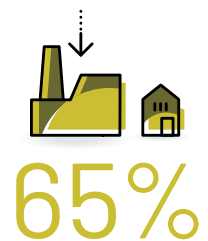


IoT findet sowohl im B2C (Business-to-Consumer) als auch im B2B (Business-to-Business) Anwendung. Dabei werden 35 Prozent des finanziellen Mehrwerts in Kundennähe geschaffen, wobei dieser Anteil zunimmt (Chui et al. 2021). Beispielsweise wird IoT in Thermostaten oder Haushaltsgeräten in Smart Home-Systemen realisiert. **Mit 65 Prozent wird der Großteil der Wertschöpfung jedoch im B2B-Kontext durch Produktivitätssteigerung von Unternehmen verwirklicht, da dem Nutzenden mehr Möglichkeiten zur Datenerfassung und -auswertung zur Verfügung stehen (Chui et al., 2021).** Weitere Gründe für den Einsatz von IoT sind die Verbesserung der Arbeitssicherheit, die Reduktion von operativen Kosten durch Effizienzsteigerung, verbesserte Kundenerfahrungen sowie erhöhte Produktqualitäten (IDC/IoT European Large-Scale Pilots Programme, 2019). Durch IoT können nicht nur

Kosteneinsparungen erzielt, sondern auch neue Umsatzmöglichkeiten generiert werden (Deloitte United States, 2024). IoT ermöglicht zum Beispiel die Auswertung von Nutzungsdaten, um Kundenbedarfe zu identifizieren und entsprechende Entwicklungen zu priorisieren.

Neue Anwendungsmöglichkeiten von IoT in der Zukunft

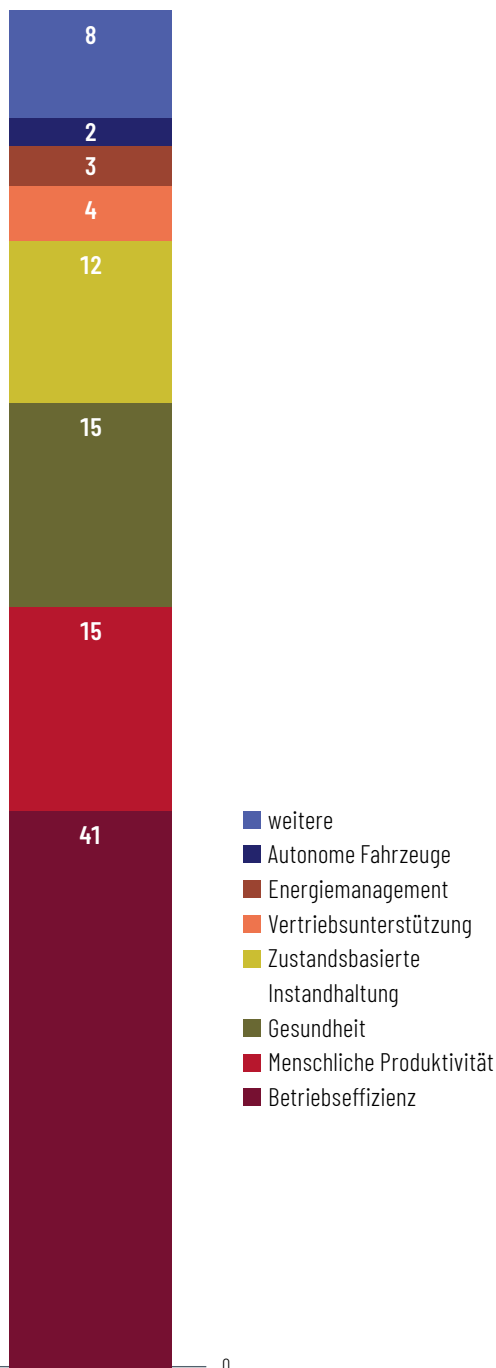
Die Bedeutung von IoT wird weiter zunehmen: Während der Umsatz für IoT-Produkte in 2024 noch auf 340 Milliarden US-Dollar geschätzt wird, ist eine Verdopplung auf 620 Milliarden US-Dollar bis zum Jahr 2030 prognostiziert (Transforma Insights, 2023). Innerhalb der nächsten Jahre ist ebenso eine signifikante Zunahme der Anzahl angeschlossener IoT-Geräte zu erwarten (Transforma Insights, 2023; Espinoza et al., 2020). Haupt-



der Wertschöpfung im Bereich IoT wird im B2B-Kontext verwirklicht.

Abbildung 6-18 | Einsatzzwecke von IoT nach geschätztem Marktwert im Jahr 2030

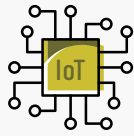
Anteil in % (gerundet)



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Chui et al. (20 21); NetCologne (o. J.)

sächlich wird IoT zur Steigerung der Betriebseffizienz sowie zur Verbesserung der menschlichen Produktivität und Gesundheit genutzt werden (Abbildung 6-18) (Chui et al., 2021). Für die Höhe der Investitionen in IoT in den kommenden Jahren wird eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von etwa 10 Prozent erwartet. Damit könnte eine weltweite Investitionssumme von 1.000 Milliarden US-Dollar im Jahr 2026 überschritten werden (Davies, 2023). Die Abweichungen von Investitions- und Umsatzschätzungen können z. B. durch höhere Kosten für Forschung und Entwicklung oder Implementierungskosten begründet sein.

Technologische Weiterentwicklungen durch KI sowie die Verbreitung von 5G und die potenzielle Einführung von 6G ermöglichen Fortschritte in mehreren Anwendungsbereichen von IoT. Insbesondere ist eine zunehmende Verwertung in den Teilbereichen Vehicular (VloT), Satellite (SloT), Healthcare (HloT) und Industrial Internet of Things (IloT) zu erwarten: VloT-Anwendungen werden in den nächsten Jahren durch die Anzahl autonomer Fahrzeuge und Fluggeräte zunehmen. In Smart Cities ist die weitere Vernetzung von Sensoren zur Steuerung des Verkehrs wahrscheinlich. Ebenfalls können unbemannte Drohnen zur Überwachung von Tierbeständen, Pflanzen und weiteren Umweltfaktoren eingesetzt werden. Um Erreichbarkeit im ländlichen Raum sowie in überlasteten oder ausgefallenen Netzwerken zu garantieren, sollen erweitert Satelliten eingebunden werden (SloT). Weiter ermöglicht HloT Fortschritte im Gesundheitsbereich: Durch die sinkende Latenz in der Datenübertragung wird die Durchführung von ferngesteuerten Operationen ermöglicht. Zusätzlich vereinfachen Echtzeit-Gesundheitsdaten durch Wearables und implantierte Geräte eine Ferndiagnose. Im Bereich IloT wird die weitere Standardisierung und Einbindung von Geräten und intelligenten Robotern sowie die Zunahme von Edge Computing, also der Verarbeitung von Daten in Entstehungsnähe, die Produktionseffizienz zusätzlich steigern.



BEST PRACTICE



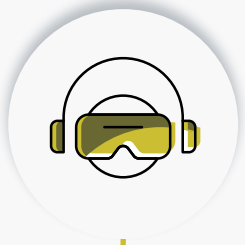
10 Jahre

Einsatzdauer auch an entlegenen Orten – dank des geringen Energieverbrauchs der Sensoren.

Im Smart City Index des Technologieverbandes Bitkom belegt Köln den dritten Platz der deutschen Städte (Bitkom e.V., 2023b). Grund dafür sind u. a. Kölns IoT-Anwendungen: Das Entsorgungsunternehmen AWB stattet Unterflurbehälter (siehe Bild) mit Sensoren aus, die den Füllstand erfassen und übertragen. Dadurch können überflüssige Anfahrten reduziert und so Treibstoffverbrauch, Emissionen und Personaleinsätze gesenkt werden. Der Vorteil der verwendeten Sensoren ist der geringe Energieverbrauch, welcher eine rein batteriebetriebene Verwendung auch an abgelegenen Orten für bis zu zehn Jahre ermöglicht (NetCologne, o. J.).



© Abfallwirtschaftsbetriebe Köln GmbH (o. J.)



Augmented Reality/Virtual Reality (AR/VR)

Kurz erklärt:

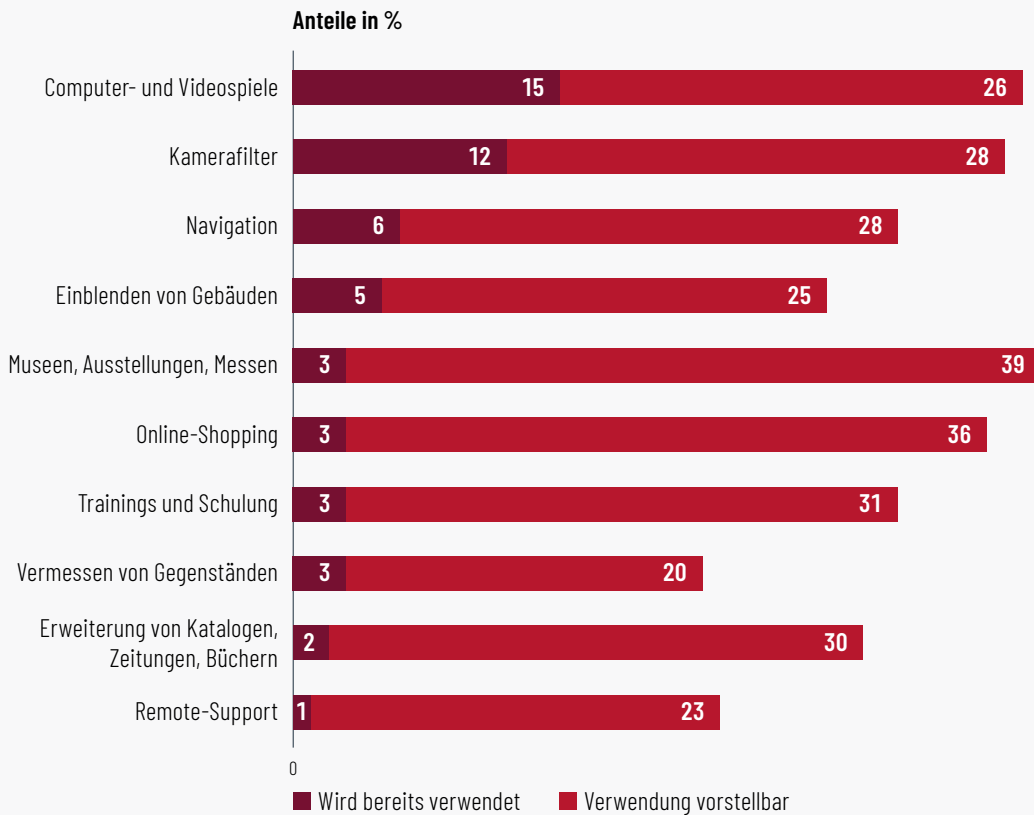
Virtual Reality (VR) beschreibt eine vollständig virtuelle Abbildung der Realität. Diese kann beispielsweise für die Planung von Gebäuden oder Fabriken verwendet werden. Bei Augmented Reality (AR) werden digitale Objekte und Informationen in die reale Welt projiziert. Zur Anzeige der Elemente können z. B. Smartphones, Tablets oder eine Datenbrille genutzt werden. Beispielhafte Anwendungsmöglichkeiten sind die Unterstützung bei der Bedienung von Maschinen oder die Anzeige von Prozessparametern an Anlagen. Dieser Artikel widmet sich insbesondere der AR-Technologie, da diese aufgrund ihrer Relevanz für die ansässigen Branchen in Köln mehr Anwendungsgebiete als VR bietet.

AR: Das Instrument zur Bewältigung des demografischen Wandels

Das Thema Augmented Reality (AR) gewinnt in der industriellen Praxis zunehmend an Bedeutung (Adelmann). Das liegt vor allem an den technologischen Fortschritten in den Bereichen Grafikprozessoren, Displays und Arbeitsspeicher (Kind et al., 2021). AR-Brillen und Handheld-Geräte wie Tablets oder Smartphones können computergenerierte Objekte in die natürliche Perspektive des Nutzers einblenden und so kontextbezogene Informationen liefern (Syberfeldt et al., 2017). Die AR-Technologie verfügt daher in vielen Bereichen über ein großes Potenzial. Hierzu gehört in der industriellen Anwendung vorwiegend der Remote-Support, bestehend aus Tätigkeiten zur Inspektion, Wartung, Reparatur sowie Optimierung von Maschinen und Anlagen (DIN, 2018). Beispielsweise



Abbildung 6-19 | Aktuelle und mögliche Einsatzgebiete von Augmented Reality



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Bitkom e. V. (2024)

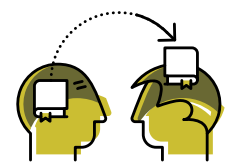
können über eine Datenbrille Service-Videoanrufe getätigt werden, um das Sichtfeld des Personals vor Ort zu übertragen. Remote arbeitende Experten können dann das Personal vor Ort anweisen und digitale Markierungen im Sichtfeld platzieren. Diese Videoanrufe können zudem digital aufbereitet werden, um das Wissen zu sichern und zu skalieren. Dadurch können Schulungsinhalte erstellt werden, um Techniker im Einsatz zu unterstützen.

In Abbildung 6-19 ist zu erkennen, dass im industriellen Zusammenhang (z.B. Remote-Support oder Vermessen von Gegenständen) ein wesentlicher Anteil des Potenzials noch ungenutzt ist. Die größte Chance von AR begründet sich im Umschwung der Gesellschaft von einer Industrie- hin zu einer Wissensge-

sellschaft. In dieser ist die Organisation und Verbreitung von Kompetenzen der wesentliche Wettbewerbsfaktor, wobei AR unterstützen kann (Poltermann, 2023). Ergänzend wird der Fachkräftemangel in den kommenden Jahren weiter zunehmen. **Es fehlen bereits über 350.000 Fachkräfte in diesen Berufen (iwd, 2022). Hierdurch entstehen dem Mittelstand jährliche Umsatzeinbußen von etwa 86 Milliarden Euro (Bahlinger et al., 2021; dpa, 2022).** Durch die Verrentung der Baby-Boomer-Generation wird sich dieses Problem in den nächsten fünf Jahren verstärken und die Lücke an Fachkräften verdoppeln (Scheel, 2022). **Hier kann AR genutzt werden, um Wissen aufzunehmen, aufzubereiten und für nachfolgende Generationen bereitzustellen.**

86 Mrd. €

verliert der Mittelstand jährlich an Umsatz auf Grund des Fachkräftemangels.



350.000

Fachkräfte fehlen bereits. AR kann viel dazu beitragen Wissen zu erhalten und weiterzugeben.

AR bietet diverse Vorteile im industriellen Einsatz

Der steigende Einsatz von Augmented Reality wird neben den zunehmenden Anwendungsmöglichkeiten durch Technologiefortschritte begünstigt. Diese äußern sich u. a. in Verbesserungen der Hardware, gereiften Ökosystemen für die Entwicklung von AR-Lösungen sowie in Synergien zwischen AR und anderen Technologie-Trends wie Machine Learning und IoT (Adelmann). Die Verwendung von AR im industriellen Umfeld bietet, neben der oben genannten konkreten Nutzung im Remote-Support, weitere quantitative und qualitative Vorteile.

Abbildung 6-20 kategorisiert die Potenziale der AR-Technologie in Bezug auf ihren monetären Wert. Monetär bewertbare Potenziale sind vor allem solche, die direkt zu Kosteneinsparungen, aber auch zu Umsatzsteigerungen führen können. Diese Nutzenpotenziale legen nahe, dass insbesondere die Anwendung von AR im industriellen Kontext stark zunehmen wird. Um dem Fachkräftemangel zu begegnen, ist dies unerlässlich.

Abbildung 6-20 | Vorteile der Nutzung von AR im industriellen Umfeld

UNMITTELBAR MONETARISIERBARE VORTEILE

- **Produktivitätssteigerungen**
 - Verkürzung der Durchlaufzeit von Prozessen
 - Effizientere Gestaltung von operativen sowie Support-Prozessen
 - Vermeidung von Warte-/Fahrzeiten
 - Vermeidung von Reise-/Fahrtkosten
 - Senkung der Materialkosten
- **Qualitätsverbesserungen**
 - Verbesserte Fehlererkennung
 - Geringere Fehlerrate
- **Steigerung des Umsatzes**

NICHT UNMITTELBAR MONETARISIERBARE VORTEILE

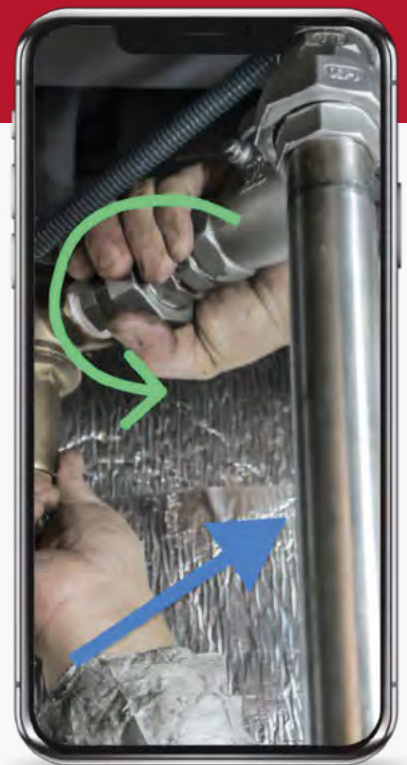
- **Verbesserung auf Mitarbeitendenseite**
 - Verbesserung des Wissenstransfers
 - Erhöhung der Flexibilität
 - Verbesserung der Mitarbeiterzufriedenheit
 - Verbesserung der Sicherheit/Arbeitsbedingungen
- **Verbesserte Kundenzufriedenheit**
 - Verringerung der Ausfallzeiten beim Kunden
 - Verringerung von Kundenbeschwerden
- **Verbesserung für den Anbieter**
 - Verbesserung der Datenaktualität und -qualität
 - Differenzierung des Serviceangebots
 - Verbesserung des Markenbewusstseins des Unternehmens

Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Bollinger et al. (2021)



BEST PRACTICE

Die Softwareagentur ZWEIDENKER aus Köln befasst sich mit der Digitalisierung von Geschäftsprozessen. Die Agentur unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung eigener Apps für den AR-Remote-Support. Über Videotelefonie können sich Service-Mitarbeitende mit ihren Kunden verbinden und Anweisungen und Zeichnungen direkt in das Bild projizieren (siehe Bild). Die Anmerkungen bleiben dank der Sensoren im Endgerät auch bei Bewegung des Geräts an der fixierten Position. Durch den Remote-Support kann die Einrichtung, Wartung oder Entstörung von Produkten und Maschinen erleichtert werden. Gleichzeitig werden die Bearbeitungszeit für die Nutzern sowie die Reisekosten für das Service-Personal reduziert.



© ZWEIDENKER (2023)



Low-Code/No-Code



Beschleunigung der Digitalisierung durch Low-Code

Aktuelle Studien zeigen, dass bereits 78 Prozent der Unternehmen Low-Code-Ansätze nutzen oder implementieren wollen (techconsult GmbH, 2021). Es wird geschätzt, dass bis 2026 rund dreiviertel aller neuen Anwendungen mithilfe von Low-Code-Technologien erstellt werden (Gartner Research, 2022). Drei Hauptgründe für die Nutzung von Low-Code-Plattformen sind in Abbildung 6-21 dargestellt.

Die Mehrheit der Unternehmen nutzt Low-Code-Plattformen, um die Digitalisierung voranzutreiben und damit Innovationsprozesse und Markteinführungszeiten zu verkürzen. Über die Hälfte der Unternehmen zielt darauf ab, bestehende IT-Projektstaus abzubauen und die allgemeine Reaktionsfähigkeit der IT zu verbessern. Durch Low-Code werden die Abhängigkeit von weitreichenden Vorerfahrungen in der Programmierung verringert und damit die Einstellungshürden gesenkt. Low-Code-Entwicklungen ermöglichen so-

Kurz erklärt:

Low-Code bietet einen effizienten Ansatz zur Softwareentwicklung, der die Erstellung von Anwendungen mit minimaler manueller Codierung ermöglicht. Im Gegensatz dazu erfordert No-Code keinen von Hand geschriebenen Code, um Anwendungen zu entwickeln. Beide Ansätze nutzen visuelle Entwicklungsumgebungen, Drag-&-Drop-Funktionen und Modellierungstechniken, um den Entwicklungsprozess deutlich zu vereinfachen. Dadurch können auch Personen ohne tiefgreifende Programmierkenntnisse Softwarelösungen entwickeln. Um die Ausführungen zu vereinfachen, wird im Folgenden der Begriff „Low-Code“ verwendet, um beide Konzepte zu umfassen. Das Hauptziel von Low-Code-Plattformen besteht darin, die Komplexität im Softwareerstellungsprozess zu reduzieren, die Entwicklungszeit signifikant zu verkürzen und dadurch die Produktivität von Entwicklerteams zu steigern.

Abbildung 6-21 | Hauptgründe für die Verwendung von Low-Code Entwicklungsplattformen



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Juhas et al. (2022)

mit einer schnellen Reaktion auf Marktveränderungen, was im IT-Umfeld einen signifikanten Wettbewerbsvorteil darstellt (Talesra/G. S., 2021).

Low-Code als Wegbereiter für eine demokratisierte Softwareentwicklung

Ein herausragendes Merkmal von Low-Code-Plattformen ist ihre Fähigkeit, die Softwareentwicklung zu demokratisieren. Low-Code kann die negativen Folgen des Fachkräftemangels abmildern. **Indem Low-Code-Plattformen die Barrieren für den Einstieg in die Anwendungsentwicklung senken, ermöglichen sie es einer breiteren Gruppe von Nutzern, als Entwickler tätig zu werden (Juhas et al., 2022).** Diese sogenannten „Citizen Developers“ können ohne umfangreiche Programmierausbildung zur Entwicklung beitragen, was die Diversität im Entwicklungsprozess fördert und innovative Lösungen aus unterschiedlichen Perspektiven ermöglicht (Juhas et al., 2022).

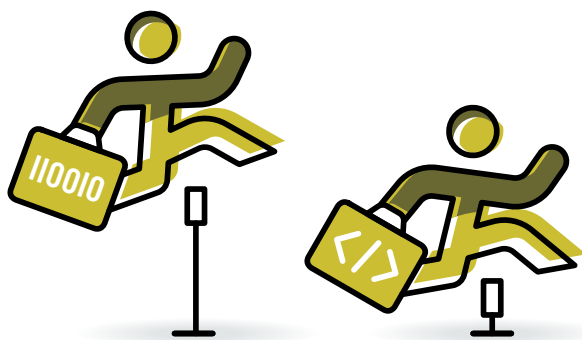
Trotz dieser Vorteile von Low-Code-Plattformen liegt die Softwareentwicklung in vielen Firmen weiterhin vorrangig in den Händen der IT-Abteilungen. Kleinere Unternehmen

mit weniger als 500 Mitarbeitenden nutzen überproportional häufig Low-Code-Plattformen (Schaffry, 2023). Das Thema Datenschutz wird von mehr als einem Drittel der Befragten als Hauptgrund genannt, derzeit oder in Zukunft keine Low-Code-Plattformen einzusetzen. Zudem befürchten Verantwortliche, dass der Einsatz solcher Plattformen zur Entstehung einer größeren Schatten-IT, also nicht genehmigter IT-Anwendungen, führen könnte (techconsult GmbH, 2021).

Low-Code-Plattformen sind beschränkt in Bezug auf die Anpassungsfähigkeit und Leistung komplexer Anwendungen. Die Plattformen werden diese Einschränkungen überwinden müssen, um eine noch größere Flexibilität und Skalierbarkeit zu bieten (Juhas et al., 2022). Häufig nutzen Befragte mindestens zwei Low-Code-Plattformen, da diese oft für einen Anwendungsfall spezifisch sind. Häufig liegt der Fokus auf CRM-, ERP- und HR-Systemen oder auf Dialog- und Portalanwendungen (Schaffry, 2023).

Zukunft der Softwareentwicklung: Low-Code und die transformative Rolle der KI-Integration

Die Praxis zeigt, dass noch erheblicher Spielraum für eine umfassendere Anwendung besteht. Nur etwa eins von vier befragten Unternehmen hat in den letzten fünf Jahren ein bis fünf Projekte mit Low-Code-Plattformen realisiert (Schaffry, 2023). Zur Steigerung der Nutzung muss insbesondere auf Schulungsmaßnahmen Wert gelegt werden (techconsult GmbH, 2021). Als Katalysator von Low-Code-Plattformen gilt zudem die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) (Schaffry, 2023). Bedeutsam sind KI-Funktionen für Sprach- und Bilderkennung sowie Vorhersageanalysen. Ebenfalls gewinnt generative KI an Bedeutung, die basierend auf vorhandenen Daten und erlernten Mustern, neue Inhalte generieren kann. Low-Code-Plattformen müssen entsprechende Funktionen einbinden, um den steigenden und dynamischen Anforderungen gerecht zu werden (Schaffry, 2023).



Barrieren abbauen

Low-Code-Plattformen ermöglichen einer breiteren Nutzergruppe einen besseren Einstieg in die Anwendungsentwicklung.



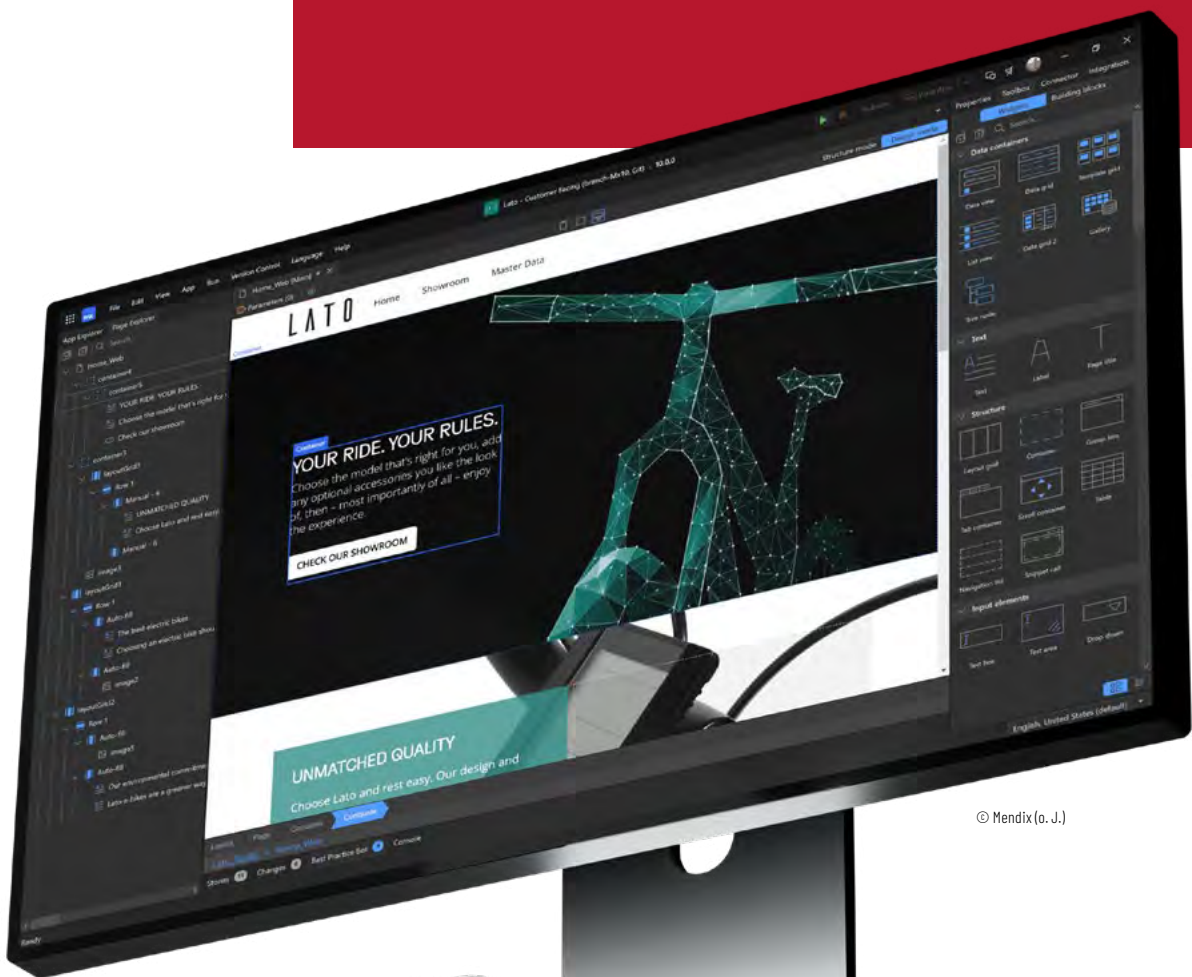
BEST PRACTICE

12
statt
52

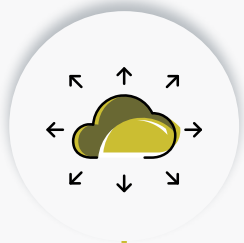
Wochen

Entwicklungsarbeit
für die erste in Mendix
realisierte Anwendung.

Continental hat sich nach eingehender Prüfung für Mendix als Low-Code-Plattform entschieden, um veraltete Insellösungen durch dynamisch anpassbare Anwendungen zu ersetzen. Neue Applikationen zur Prozessoptimierung oder Datenanalyse wurden entwickelt und alle Unternehmensbereiche vom Einkauf über Finance bis HR profitieren davon. Die erste mit Mendix entwickelte Anwendung wurde in nur zwölf Wochen realisiert – eine Aufgabe, die zuvor über ein Jahr in Anspruch genommen hatte. Mendix-Anwendungen können an bestehende IT-Infrastruktur angebunden werden. Ein weiterer Vorteil von Low-Code-Plattformen wie Mendix liegt in der verbesserten Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen internen Auftraggebern und Entwicklern, was die Arbeitsatmosphäre in IT-Abteilungen positiv beeinflusst (ebenda). Insbesondere die Zusammenarbeit von Personal mit und ohne IT-Erfahrung wurde bei Continental verbessert. So können die tatsächlichen Nutzer einer Anwendung eine Prozesslogik grundlegend umsetzen und durch Entwickler ausdetaillieren lassen (Mendix, 2023).



© Mendix (o. J.)



Everything-as-a-Service (XaaS)



Kurz erklärt:

Das Konzept „X-as-a-Service“ (XaaS), auch „Everything-as-a-Service“ genannt, beschreibt die Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen im Rahmen eines serviceorientierten Geschäftsmodells. Der Fokus liegt dabei auf dem direkten Kundennutzen und der Erstellung skalierbarer und kundenspezifischer Produktlösungen. XaaS umfasst dabei als Oberbegriff verschiedene Service-Geschäftsmodelle wie beispielsweise Software-as-a-Service (SaaS), Infrastructure-as-a-Service (IaaS) und Platform-as-a-Service (PaaS).

XaaS kommt unabhängig von Branche oder Größe des Unternehmens zum Einsatz

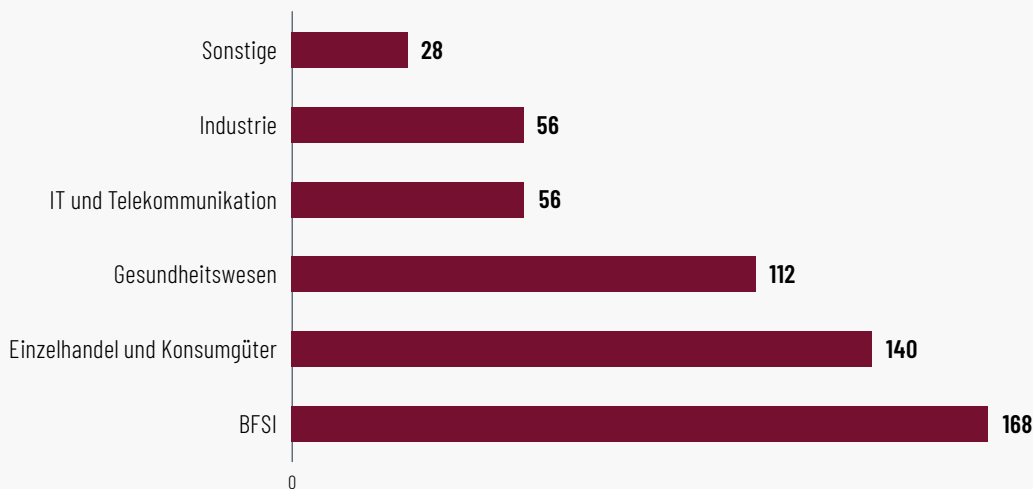
Der XaaS-Markt hat sich mit weltweit knapp 560 Milliarden US-Dollar im Jahr 2022 als ein dynamischer und integraler Bestandteil der digitalen Wirtschaft etabliert (Fortune Business Insights 2024). XaaS bietet kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU) sowie Konzernen Vorteile: Während XaaS KMUs den Zugang zu fortschrittlichen Technologien ohne hohe Anfangsinvestitionen ermöglicht, profitieren größere Unternehmen von gesteigerter Flexibilität und Effizienz (Global Market Insights Inc. 2024). XaaS-Geschäftsmodelle bieten häufig die Möglichkeit, weitere Funktionen oder Kapazitäten flexibel zuzubuchen oder zu stornieren, um auf einen schwanken-



den Bedarf zu reagieren. Die Modelle SaaS, IaaS und PaaS dominieren den Markt (MarkWide Research 2024). SaaS-Modelle ermöglichen es, Software über das Internet auf Abonnementbasis zu beziehen, anstatt sie zu kaufen und lokal zu installieren (Lentz et al. 2023). IaaS beschreibt die Zurverfügungstellung von Rechen- und Speicherkapazitäten. Im Rahmen von PaaS werden Entwicklern Plattformumgebungen zur Entwicklung und Verwaltung von Anwendungen bereitgestellt (Lentz et al., 2023).

Abbildung 6-22 | Globaler XaaS-Marktanteil der Branchen

In Milliarden US-Dollar, 2022



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Exactitude Consultancy (2024)



30%

Marktanteil verzeichnete der BFSI-Sektor 2022 am gesamten XaaS-Markt.

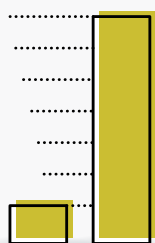
Im Jahr 2022 hatte der Bankwesen-, Finanzdienstleistungs- und Versicherungs-Markt (BFSI) mit 30 Prozent den größten Anteil am Gesamtmarkt für XaaS (Abbildung 6-22) (Fortune Business Insights, 2024; Exactitude Consultancy, 2024). Dies ist auf die breite Anwendung von XaaS in Bereichen wie Vermögensverwaltung oder Investment Banking zurückzuführen. Im Einzelhandel- und Konsumgütermarkt bestehen Softwareangebote (SaaS) zur Optimierung von Vertriebs- und Kundenbindungslösungen sowie zur Effizienzsteigerung in Lieferketten und Bestandsmanagement eingesetzt. Das Gesundheitswesen nutzt verstärkt XaaS-Angebote, um Patientendaten zu digitalisieren, Telemedizin

zu ermöglichen und klinische Abläufe zu verbessern (Exactitude Consultancy, 2024). Im IT- und Telekommunikationsmarkt sowie in der Industrie werden ebenfalls auf entsprechende Geschäftsmodelle zurückgegriffen, um die IT-Infrastruktur zu modernisieren, Softwareentwicklung zu optimieren, Kommunikationsdienste zu verbessern und Produktionsprozesse zu automatisieren. **Durch die Nutzung von XaaS-Angeboten können die Anwendungen in den oben genannten Bereichen aktuell gehalten und bedarfsgerecht sowie kostenoptimiert skaliert werden.** Dies zeichnet Vorteile im Gegensatz zu einmaligen Lizenzkäufen aus.



XaaS-Angebote erlauben eine bedarfsgerechte und kostenoptimierte Skalierung und die Anwendungen sind stets

up-to-date

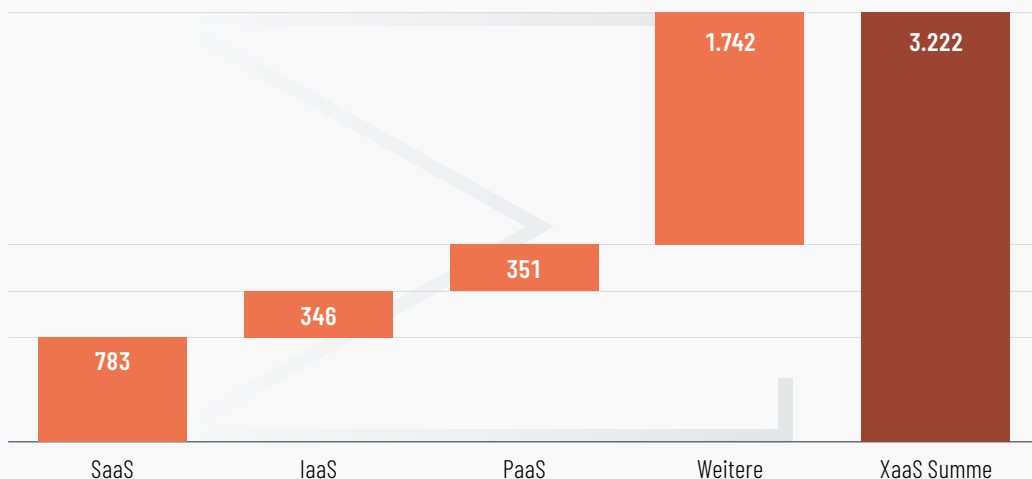


6x

höher wird der Marktwert für XaaS bis 2030 prognostiziert.

Abbildung 6-23 | Prognostizierter globaler Marktwert der XaaS-Segmente 2030

In Milliarden US-Dollar

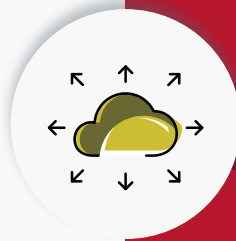


Quelle: Fortune Business Insights (2024), Precedence Research (2024c), Precedence Research (2024b), GlobeNewswire (2023), SkyQuest (2024)

Künftige Relevanz und Anwendung

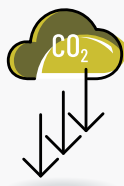
Bis zum Jahr 2030 wird annähernd eine **Versechsfachung des Marktwerts auf mehr als 3.200 Milliarden US-Dollar erwartet** (Abbildung 6-23). Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 24,4 Prozent (Fortune Business Insights, 2024). Auch weiterhin wird erwartet, dass die drei Cloud-Servicemodelle (SaaS, IaaS und PaaS) den Großteil des XaaS-Marktes ausmachen (MarkWide Research, 2024; Marzo, 2023).

Die zunehmende Digitalisierung in verschiedenen Branchen und sich schnell entwickelnde Technologien, wie Künstliche Intelligenz (KI) und das Internet of Things (IoT), werden zur Expansion von XaaS beitragen. Die Anpassungsfähigkeit und Skalierbarkeit von XaaS-Modellen bieten eine sichere Grundlage für Unternehmen, um neue Innovationen zu testen und Geschäftsmodelle voranzutreiben. Das Wachstum und die Diversifizierung des XaaS-Marktes wird es den Unternehmen ermöglichen, effizienter, agiler und wettbewerbsfähiger zu werden.



BEST PRACTICE

Das Kölner Foodtech-Startup The Oater präsentiert mit seinem einzigartigen Konzept des „Haferdrink-als-Service“ ein innovatives Beispiel für den XaaS-Markt. Gegründet wurde The Oater 2021 mit dem Ziel, den Markt für Milchersatzprodukte zu revolutionieren, indem es nachhaltige und pflanzliche Alternativen zur Selbstproduktion anbietet. Das Geschäftsmodell des Start-ups beinhaltet die Entwicklung von Geräten für die lokale Produktion von Haferdrinks, insbesondere für die Gastronomie. Wartung und Support sind Teil des Abonnements. Dazu gehören E-Mail- und Telefonunterstützung, Videodiagnose innerhalb von 24 Stunden sowie die Reparatur oder den Austausch der Maschine (siehe Bild). Das Ziel ist es, den CO₂-Ausstoß durch lokale Produktion von Hafergetränken zu senken und somit eine nachhaltigere Option gegenüber traditionellen Produkten und Kuhmilch anzubieten (Marzo, 2023).



CO₂- Reduktion

durch lokale Produktion
von Haferdrinks direkt am
Verbrauchsort.





Web 3.0



Kurz erklärt:

Der Begriff „Web 3.0“, auch „Web3“ genannt, repräsentiert die nächste Generation des Internets. Im Web 1.0 können Nutzende Webinhalte lediglich passiv konsumieren. Durch das Web 2.0 wird es ermöglicht, selbst Inhalte zu produzieren und sich mit diesen auseinanderzusetzen (Pippig, 2022). Das Web 3.0 ermöglicht die persönliche, sichere und effiziente Interaktion sowohl unter einzelnen Personen als auch zwischen Menschen und Maschinen (Praful Bharadiya, 2023).

Sie basiert auf den Prinzipien der Blockchain-Technologie, Dezentralisierung und einer token-basierten Wirtschaft (Luber, 2022). Es ermöglicht eine direktere Interaktion zwischen zwei Geräten im Netzwerk (Peer-to-Peer), bei der die Abhängigkeit von zentralen Autoritäten durch dezentrale Verifizierung innerhalb eines verteilten Netzwerks abgelöst wird.

Vom statischen Web 1.0 zum dezentralen Web 3.0: Die Evolution des Internets

Erstmalig wurde der Begriff „Web 3.0“ im Jahr 2006 durch den Reporter John Markoff geprägt (WOLF OF SEO, 2023) und schließlich im Jahr 2014 von Gavin Wood weiter ausgeführt. Es beschreibt ein Konzept zur Entwicklung von Applikationen nach dem Prinzip der „Trustlessness“. Entsprechend konzipierte sicherheitskritische Anwendungen können unabhängig von der Notwendigkeit vertrauensbasierter Drittparteien agieren. Das Vertrauen wird dementsprechend

durch die kryptografischen und mathematischen Mechanismen gewährleistet. Dieser Ansatz entstand als Reaktion auf das schwindende Vertrauen in Unternehmen, bedingt durch bedeutende Datenschutzhüllungen (Wood, 2022).

Um das Web 3.0 zu verstehen, bietet es sich an, den Entwicklungsverlauf des Internets zu betrachten (Abbildung 6-24). Während das Web 1.0 (ca. 1991-2004) hauptsächlich statische Informationsseiten bot (Guan et al., 2023), ermöglichte das Web 2.0 seit etwa 2004 dynamische Interaktionen und soziale Vernetzung durch Plattformen wie Facebook, Twitter und YouTube (Luber, 2022; Guan et al., 2023). Diese Ära war geprägt durch die Zentralisierung des Internets in den Händen großer Konzerne. **Das Web 3.0 strebt nun eine Dezentralisierung an, bei der Nutzende mehr Kontrolle über ihre Daten erhalten und direkt am digitalen Wertschöpfungsprozess teilhaben können. Kerntechnologien wie Blockchain, Non-Fungible Tokens (NFT) und das Metaverse ermöglichen diese Transformation, indem sie eine sicherere, transparentere und intermediär-freie Online-Interaktion fördern** (Guan et al., 2023). Damit geht eine Umgestaltung der digitalen Landschaft in Richtung größerer Fairness und Selbstbestimmung einher. Die Blockchain bezeichnet eine Datenbank, in der Transaktionen transparent und unveränderbar aufgezeichnet werden. NFTs sind einmalig existierende digitale Objekte, z. B. ein Musikstück, deren Eigentum durch die Blockchain eindeutig geregelt ist. Wie bei einem physischen Verkauf können dadurch digitale Objekte exakt einer Person zugeordnet werden. Das Metaverse ist ein digitales Konzept, in dem sich Menschen in einer vollständig virtuellen Umgebung begegnen und austauschen können.

Kerntechnologien wie Blockchain, NFTs und das Metaverse ermöglichen die Transformation zum

Web 3.0

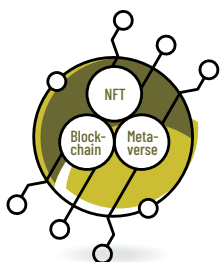


Abbildung 6-24 | Die Evolution des Internets

	1991		2024
	 Web 1.0 (statisches Web)	 Web 2.0 (soziales Web)	 Web 3.0 (dezentrales Web)
Datenstruktur	Statisch, Text-basiert	Dynamisch, Multimedia	Dynamisch, verknüpft, semantisch
Technologien	HTML, HTTP	Web-Apps	Blockchain, P2P-Netzwerke
Vernetzung	Hyperlinks	Soziale Netzwerke	Daten-Interoperabilität
Datennutzung	Einseitig (Webmaster)	Bidirektional (User-generated Content)	Verteilt (Datenaustausch durch Konsens)
Datenkontrolle	Zentralisiert	Zentralisiert (mit mehr Nutzerkontrolle)	Dezentralisiert, nutzerzentriert

Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Zhu et al. (2020)

Abbildung 6-25 | Prognose des Marktwachstums des Web 3.0 bis 2032 im Vergleich zu 2022
In Milliarden US-Dollar



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Acumen (2023)

Für das Jahr 2032 wird ein Anstieg des globalen Web 3.0-Marktes auf 81,9 Milliarden US-Dollar prognostiziert, wobei ein durchschnittliches jährliches Wachstum (CAGR) von ca. 44 Prozent erwartet wird (Abbildung 6-25). Der wachsende Einfluss von Web 3.0 zeigt sich in der steigenden Adaption oben genannter Elemente (Blockchain-Technologien, Zunahme von NFTs) sowie dem Wachs-

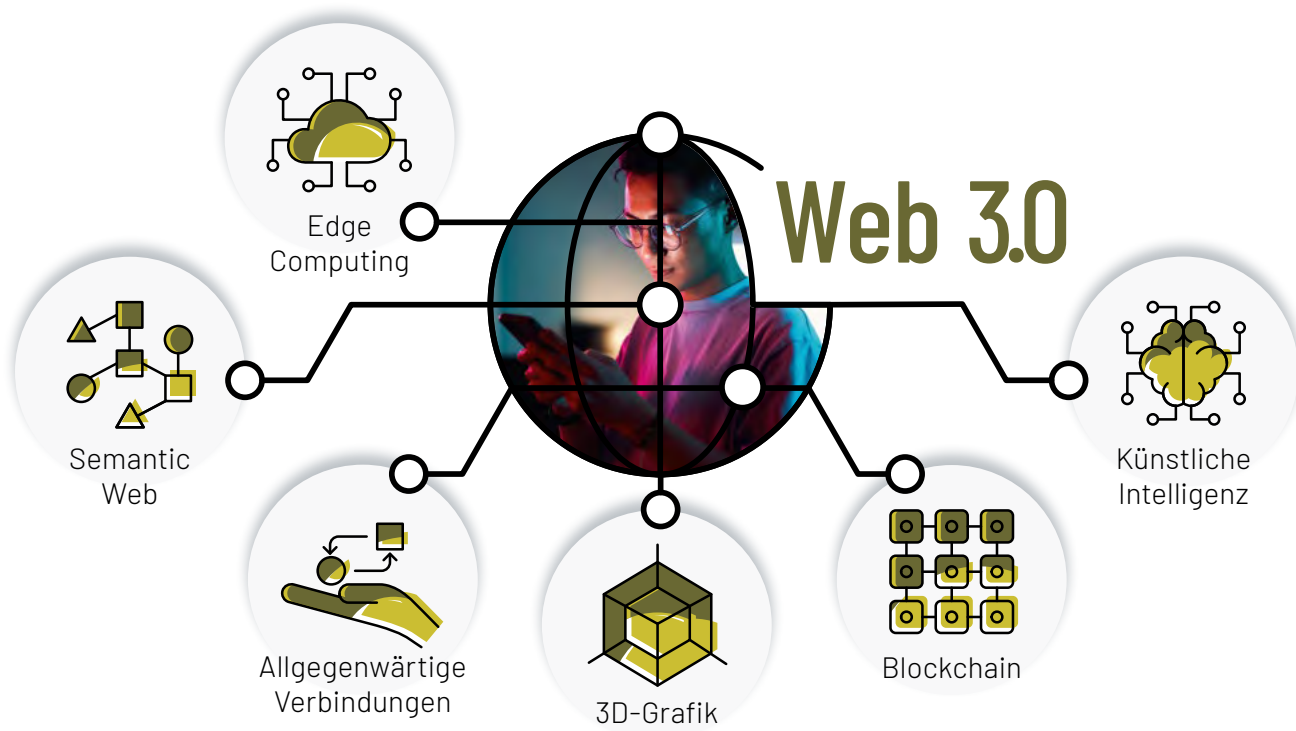
tum dezentralisierter Finanzdienstleistungen (DeFi). Treibende Kräfte sind zudem eine gesteigerte Transparenz und Datensicherheit, die zunehmende Akzeptanz von Zahlungen über NFTs und digitale Sammlerobjekte sowie verstärkte Investitionen in Forschung und Entwicklung durch Schlüsselakteure des Marktes (Acumen, 2023).

Neue Anwendungsmöglichkeiten von Web 3.0 in der Zukunft

Das Konzept Web 3.0 ermöglicht eine neue, transformative Kraft in der digitalen Welt, die durch die zunehmende Verbreitung von Kryptowährungen, Blockchain-Technologien und virtuellen Welten weiter an Dynamik gewinnt. Die fundamentale Rolle des Webs 3.0 in Sektoren wie der Industrie 4.0, dem Internet of Things (IoT) und der Verwaltung von Smart Contracts verdeutlicht dessen Fähigkeit, effiziente Lösungen für die Abwicklung von Verträgen und die Automatisierung von Prozessen zu ermöglichen (Praful Bharadiya, 2023). Besonders im Kontext des Metaverse werden die nutzerzentrierten Eigenschaften des Webs 3.0 als Plattform hervorgehoben, die immersiv die Kommunikation zwischen Nutzenden untereinander sowie zwischen Nutzenden und Maschinen verbessern kann.

Die Potenziale des Web 3.0 gehen weit über eine verbesserte Nutzerpartizipation hinaus und ermöglichen signifikante Veränderungen in verschiedenen Industriezweigen. Das Web 3.0 ermöglicht zum Beispiel die Anwendbarkeit dezentralisierter Finanzstrukturen. Es eliminiert Intermediäre aus den traditionellen Finanzsystemen, was Transparenz und Sicherheit von Finanztransaktionen erhöht und Transaktionskosten senkt. Die zukünftigen Anwendungen vom Web 3.0 sind breit gefächert und haben das Potenzial, die Art und Weise, wie Finanzen, Supply-Chain-Management, digitale Identität und viele andere Bereiche ausgeführt werden, grundlegend zu verändern (Zuo, 2023). Die Eigenschaft der Dezentralisierung und die erhöhte Sicherheit des Web 3.0 kann innovative Anwendungen fördern und vorantreiben (Abbildung 6-26).

Abbildung 6-26 | Anwendungen von Web 3.0



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Chamria (2022)



BEST PRACTICE

Der Kölner Dom markiert eine zukunftsweisende Schnittstelle zwischen kulturellem Erbe und der Digitalisierung durch die Nutzung von Web 3.0-Technologien. Für den Dom wird eine innovative Methode zur Finanzierung seiner Restaurierung genutzt, indem Bilder des Westportals als digitale Kunstwerke, sogenannte NFTs (Non-Fungible Tokens), verkauft werden (siehe Bild). Diese werden auf einer Blockchain gespeichert, was eine sichere und nachverfolgbare Besitzurkunde ermöglicht (Dome Cologne NFT, 2024). Dieses Projekt, das sowohl als Investition als auch zur Unterstützung des Doms dient, zeigt eine neue Art der Mittelbeschaffung auf und demonstriert das Potenzial von Web 3.0-Technologien zur Unterstützung kultureller und historischer Einrichtungen. Es handelt sich um ein beispielhaftes Best Practice für den Einsatz des Web 3.0 im Bereich des Fundraisings und des Kulturerbes und demonstriert auch eine transformative Kraft, die das Management und die Erhaltung des kulturellen Erbes neu definiert.

DOM COLOGNE NFT Drop 2

051 Enos Westfassade - Dreikönigenportal

Jedes Dome Cologne NFT ist ein einzigartiges Abbild eines einzigartigen Gebäudes. Sulpiz Boisserée, einer der Gründer des Zentralen Dombau-Vereins, hat im 19. Jahrhundert mit Kupferstichen für die Finanzierung geworben. Heute unterstützt jeder NFT-Besitzer den Erhalt des Weltkulturerbes. Das Westportal ist ein weltweit bekanntes Symbol der spätmittelalterlichen Gotik.



www.domecolognenft.com



DOM COLOGNE NFT Drop 2

098 Wasserspeier Westfassade - Petersportal

Jedes Dome Cologne NFT ist ein einzigartiges Abbild eines einzigartigen Gebäudes. Sulpiz Boisserée, einer der Gründer des Zentralen Dombau-Vereins, hat im 19. Jahrhundert mit Kupferstichen für die Finanzierung geworben. Heute unterstützt jeder NFT-Besitzer den Erhalt des Weltkulturerbes. Das Westportal ist ein weltweit bekanntes Symbol der spätmittelalterlichen Gotik.



www.domecolognenft.com

© Dome Cologne NFT (2024)



Technologien im Bereich Erneuerbare Energien

Kurz erklärt:

Unter dem Begriff Erneuerbare Energien werden in Deutschland fünf Energieträger zusammengefasst: Wasserkraft, Windenergie, solare Strahlungsenergie, Geothermie und Energie aus Biomasse (§ 3 Nr. 15 EEG). Dabei werden in der Natur ablaufende Prozesse und nachwachsende Rohstoffe durch Umwandlung in Wärme, Strom und Kraftstoffe nutzbar gemacht (Umweltbundesamt, 2020). Erneuerbar bedeutet in diesem Kontext, dass diese Energiequellen entweder in der Lage sind, sich selbst zu regenerieren, oder dass sie durch ihre Nutzung nicht erschöpft werden (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2024).

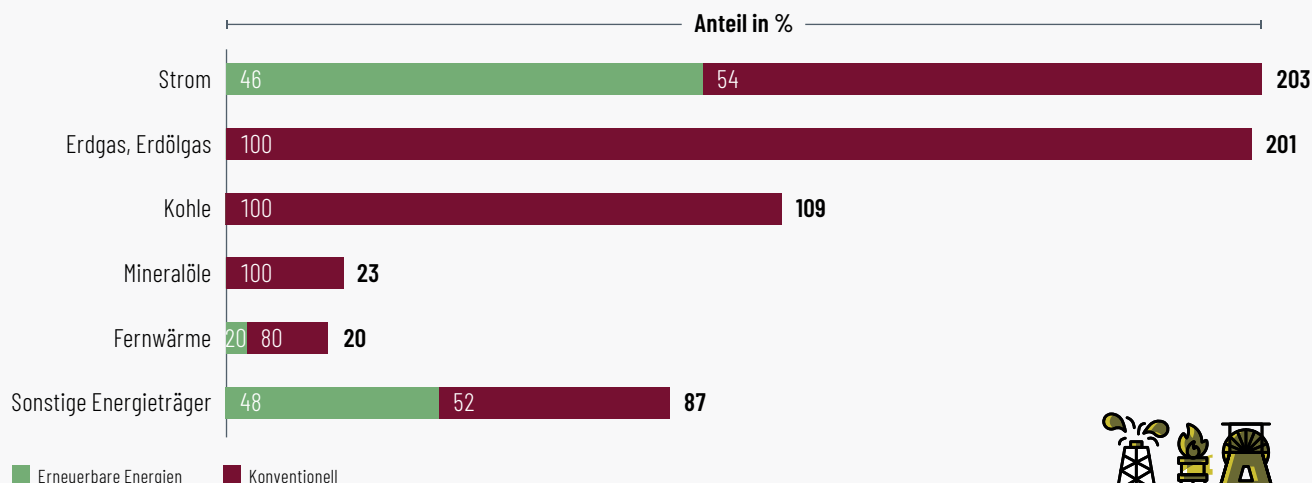
Energiewende: Aufstieg der Erneuerbaren Energien

Die Europäische Union hat sich zur Reduktion ihrer Emissionen um 55 Prozent bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 verpflichtet (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2024; Europäische Union, 2021; Umweltbundesamt, 2020). Eine zentrale Säule der Strategie zur Erreichung dieses Ziels stellt die Nutzung Erneuerbarer Energien dar. In den vergangenen Jahren stieg deren Anteil an der Deckung des deutschen Energiebedarfs kontinuierlich. Erneuerbare Energien werden hauptsächlich zur Erzeugung von Strom und Wärme sowie als Kraftstoffe im Verkehrssektor genutzt (Umweltbundesamt, 2023). In der Stromversorgung lag der Anteil von Erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022 bei



Abbildung 6-27 | Industrieller Energieverbrauch nach Energieträgern und Anteil an erneuerbaren Energien im Jahr 2022

In Terawattstunden (TWh)

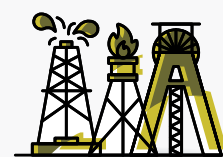


Quelle: eigene Darstellung mit Daten der AG Energiebilanzen e.V. (2023) und des Umweltbundesamts (2023)

46 Prozent (Abbildung 6-27). Für den Endverbrauch beim Heizen und Kühlen lag der Anteil erneuerbarer Energiequellen sektorenübergreifend bei rund 18 Prozent, während im Verkehrssektor nur 6 Prozent des Energiebedarfs durch erneuerbare Kraftstoffe (z. B. Biodiesel) gedeckt wurden (Umweltbundesamt, 2020).

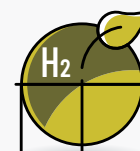
Um die energiepolitischen Ziele zu erreichen, muss insbesondere in der industriellen Energieverwendung der Einsatz Erneuerbarer Energien gesteigert werden. Derzeit ist nur ein Viertel der genutzten Energie erneuerbar (AG Energiebilanzen e.V., 2023; Umweltbundesamt, 2023). Zur Erreichung der Ziele können Erneuerbare Energien entweder direkt in Form von Strom oder Wärme in Prozesse integriert oder durch regenerativ erzeugte Ersatzkraftstoffe substituiert werden.

Über 60 Prozent der verwendeten Energie entfällt auf die fossilen Energieträger Erdgas, Kohle und Mineralöl, davon die Hälfte auf Erdgas (AG Energiebilanzen e.V., 2023). Ein zentrales Ersatzprodukt stellt Wasserstoff dar. Wasserstoff dient der Substitution von Erdgas als Ausgangsprodukt in der chemischen Industrie sowie der Erzeugung von Prozesswärme in energieintensiven Industrien wie der Glas- oder Stahlherstellung (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 19.02.2024). Ein durch Elektrolyse unter Verwendung Erneuerbarer Energien hergestellter Wasserstoff wird als grüner Wasserstoff bezeichnet. Dadurch kann z. B. die Solar- und Windenergie örtlich und zeitlich unabhängig von der Erzeugung für Verkehr und Industrie verfügbar gemacht werden (Lechtenböhmer et al., 2019).



60%

der derzeit verwendeten Energie wird aus fossilen Energieträgern gewonnen. Ein wichtiges Ersatzprodukt ist Wasserstoff.



-36%

Gesamtenergiebedarf werden bis 2050 durch Effizienzsteigerungen in Gebäuden und Verkehr erwartet.



90%

des Bedarfs an grünem Wasserstoff im Jahr 2050 werden importiert – daher will NRW Produktionskapazitäten aufbauen.

Dekarbonisierung bis 2050: 97 Prozent erneuerbare Energieträger

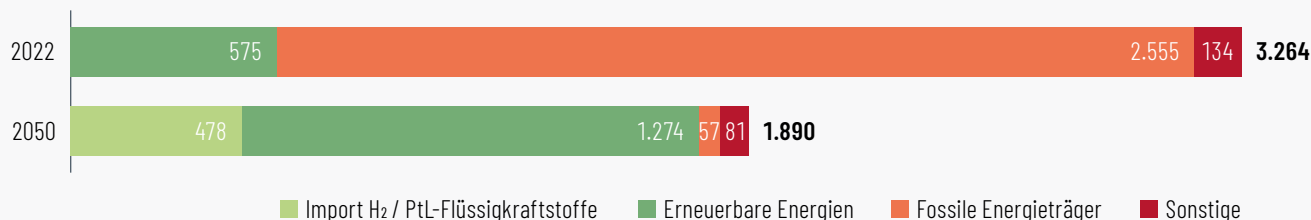
Die Bedeutung von Erneuerbaren Energien wird weiter zunehmen: Bis zum Jahr 2030 soll deren Anteil am Bruttostromverbrauch in Deutschland auf 80 Prozent steigen (§ 1 Abs. 2 EEG). Der Bruttostromverbrauch stellt einen Teil des Gesamtenergieverbrauchs da. Gemäß den Plänen der Europäischen Union soll der Anteil Erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch der EU bis 2030 auf 42,5 Prozent erhöht werden (Europäische Union, 2023). Damit verbunden ist der Aufbau von neuen Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Quellen. **Es wird erwartet, dass der Gesamtenergiebedarf, insbesondere durch Effizienzsteigerungen bei Gebäuden und im Verkehrssektor, bis zum Jahr 2050 um 36 Prozent sinkt** (Abbildung 6-28). Der Gesamtenergiebedarf sinkt, auch wenn der Energiebedarf in Form von Strom durch die Substitution fossiler Energieträger um 82 Prozent steigen wird (Cerniauskas et al., 2021).

Ein weiterer relevanter Energieträger im Kontext der Erneuerbaren Energien ist Wasserstoff. Der Bedarf an grünem Wasserstoff wird in den kommenden Jahren weiter steigen: 40 Prozent der Energie- und Industrieunternehmen werden bis 2025 Wasserstoff beschaf-

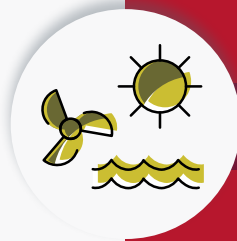
fen oder vermarkten (Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 15.02.2024). Der Bedarf an grünem Wasserstoff im Jahr 2050 wird auf 900 TWh geschätzt (Cerniauskas et al., 2021), etwa das 1,8-fache der derzeit erzeugten Erneuerbaren Energien (Umweltbundesamt, 2023). **Dabei wird 90 Prozent des deutschen Bedarfs an grünem Wasserstoff importiert (Cerniauskas et al., 2021). Neben der Schaffung einer Infrastruktur will das Land NRW daher Produktionskapazitäten für grünen Wasserstoff aufbauen** (Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 19.02.2024). Bis 2030 wird der größte Bedarf für grünen Wasserstoff in der Grundstoffchemie und im Verkehrssektor liegen (Cerniauskas et al., 2021).

Die Umstellung auf Erneuerbare Energien birgt Wertschöpfungspotenziale, da entsprechende Anlagen produziert, installiert und betrieben werden müssen (Hirschl et al., 2010). Zudem bietet der Wandel von konventionellen Verbrenner-Anlagen zu elektrifizierten Maschinensystemen neue Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung durch weniger wartungsintensive Antriebe (Heinfellner, 2018). Weiteres Potenzial entsteht durch die zunehmende Substitution von fossilen Energieträgern und die dafür notwendigen (Geschäfts-) Prozesse.

Abbildung 6-28 | Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland bis 2050 nach Energieträgern

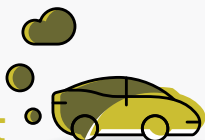


Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an AG Energiebilanzen e.V. (2023) und Cerniauskas et al. (2019)



BEST PRACTICE

100.000 t



CO₂ jährlich, vergleichbar mit dem Ausstoß von 24.000 PKW, könnten durch grünen Wasserstoff eingespart werden.

Als Chemiestandort weist der Raum Köln eine hohe Wasserstoffnachfrage auf (Cerni-
auskas et al., 2021). Hersteller von Methanol
und Ammoniak sind Abnehmer großer Men-
gen konventionell aus Erdgas gewonnenem,
sogenanntem blauen Wasserstoff (Lechten-
böhmer et al., 2019). INEOS in Köln baut da-
her im Projekt ChemCH2ange einen 100-
Megawatt-Elektrolyseur, der zur Erzeugung
von grünem Wasserstoff mithilfe von Strom
aus Erneuerbaren Energien dient. Der Was-
serstoff soll in der in Köln betriebenen Am-
moniakanlage den blauen Wasserstoff er-
setzen und zukünftig auch zur Herstellung
von grünem Methanol genutzt werden
(INEOS in Köln, 2022). Durch die Erzeugung
und Nutzung des hier produzierten grünen
Wasserstoffs könnten die Treibhausgas-
emissionen jährlich um 100.000 Tonnen CO₂
(INEOS in Köln, 2021), dem jährlichen Aus-
stoß von knapp 24.000 PKW (United States
Environmental Protection Agency, 2024), re-
duziert werden.



© ineoskoeln.de



Technologien im Bereich Kreislaufwirtschaft



Kurz erklärt:

Die Kreislaufwirtschaft ist ein restauratives und regeneratives Wirtschaftsmodell, das darauf abzielt, Ressourcen effizient zu nutzen, Abfall zu minimieren und Umweltauswirkungen zu reduzieren. Dabei sollen sowohl der gesamte Produktlebenszyklus als auch Prozesse optimiert werden, sodass Materialien jederzeit mit dem maximalen Nutzen im technischen und biologischen Kreislauf zirkulieren. Dadurch werden begrenzt verfügbare Ressourcen wieder in einen Kreislauf zurückgeführt, wodurch das momentan vorherrschende lineare Wirtschaftsmodell durch ein zirkuläres ersetzt wird.

Das 10-R-Modell verkörpert die Ansätze der Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft spielt eine entscheidende Rolle auf dem Weg zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050. Der Schwerpunkt der Kreislaufwirtschaft liegt dabei auf der Abkehr von den gängigen Praktiken des heutigen linearen Wirtschaftssystems: „Nehmen, Herstellen, Wegwerfen“. Momentan sind **lediglich 11,5 Prozent aller in der Europäischen Union verwendeten Materialien kreislauffähig** (Eurostat, 2024a). Das Ziel der EU ist es, diesen Anteil bis 2030 sukzessive zu verdoppeln (European Environment Agency, 2024).

In diesem Kontext sollen beispielsweise alle Kunststoffverpackungen innerhalb der EU wiederverwendbar oder recycelbar sein. Das Ziel dabei ist es, nicht-kreislauffähige Kunststoffabfälle zu minimieren (Europäische Kommission, 2024). Um die Klimaziele zu erreichen und eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben, ist ein umfassendes Umdenken notwendig. Dies erfordert nicht nur eine Anpassung im täglichen Verhalten der Konsumenten, sondern auch der Art und Weise, wie Wirtschaft betrieben und Ressourcen genutzt werden.

Die R-Strategien, zusammengefasst durch das 10-R-Modell (Abbildung 6-29), zeigen unterschiedliche Möglichkeiten auf, wie Ressourcen im Sinne der Kreislaufwirtschaft verwendet werden können. Die hierarchische Anordnung illustriert die Priorisierung von Maßnahmen zur Ressourcennutzung (Potting et al., 2017). So wird die Verengung von Ressourcenflüssen gegenüber dem Schließen von Ressourcenkreisläufen präferiert. Folgende drei übergeordneten Strategien lassen sich zusammenfassen (McCarthy et al., 2018; Laubinger et al., 2020):



88,5%

aller in der Europäischen Union verwendeten Materialien sind NICHT kreislauffähig.

Abbildung 6-29 | Das 10-R-Modell

Zirkularität	Verengung von Ressourcenflüssen: Einsparung, effizientere Nutzung und Herstellung von Produkten	R0 Refuse	Überflüssigmachen des Produkts
		R1 Rethink	Überdenken von Design und Einsatz von Produkten und Intensivierung der Nutzung
		R2 Reduce	Reduzierung von Materialverbrauch während der Nutzung und Herstellung
	Verlangsamen von Ressourcenkreisläufen: Erhöhung der Lebensdauer von Produkten und Teilen	R3 Reuse	Wiederverwendung von Produkten in ihrer originalen Funktionalität
		R4 Repair	Reparatur von Produkten zum Gebrauch in originaler Funktionalität
		R5 Refurbish	Aufarbeitung von alten Produkten
		R6 Remanufacture	Wiederverwendung von einzelnen Bauteilen entsorgter Produkte in neuen Produkten
		R7 Repurpose	Umfunktionierung alter Teile für andere Funktionen in neuen Produkten
	Schließen von Ressourcenkreisläufen: Materialien sinnvoll wiederverwenden	R8 Recycle	Recycling von Materialien zur stofflichen Verwertung
		R9 Recover	Verbrennung von Abfällen für die Erzeugung von Energie

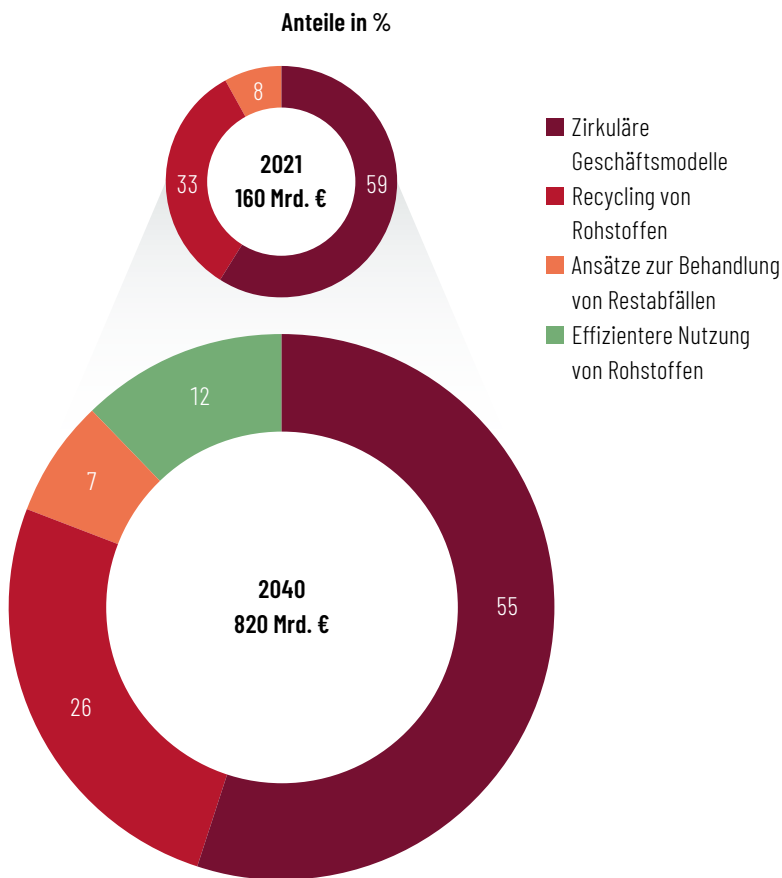
Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Potting et al. (2017)

- 1 Das Ziel beim Schließen von Ressourcenkreisläufen ist die Reduktion der Rohstoffextraktion durch eine Verringerung deponierter und damit dem System entzogener Abfälle. Dies wird durch verbesserte Sortierprozesse, adäquate Behandlungsmethoden und gesteigertes Recycling am Ende der Nutzungsdauer erreicht.
- 2 Bei der Verlangsamung von Ressourcenkreisläufen steht die Erhöhung der Produktlebensdauer durch Wiederverwendung, Reparatur und Aufbereitung im Vordergrund.
- 3 Die Verengung von Ressourcenflüssen zielt auf eine effizientere Nutzung natürlicher Ressourcen, Materialien und Produkte in allen Phasen der Wertschöpfungskette ab.

Wirtschaftliche und ökologische Auswirkungen durch den Wandel der Linear- zur Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft besitzt das Potenzial, die globalen CO₂-Emissionen in der Produktion von Zement-, Aluminium-, Stahl-, Plastik- und Lebensmittelprodukten bis 2050 zu halbieren. Das entspricht 9,3 Milliarden Tonnen eingespartem CO₂ – so viel wie alle verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen zusammen (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Neben den Vorteilen für das Klima profitiert die EU von einem First-Mover-Vorteil für die Arbeitswelt. Der Übergang zur Kreislaufwirtschaft ist eine wesentliche Möglichkeit, neue Arbeitsplätze zu generieren (International Labour Organization et al., 2023).

Abbildung 6-30 | Marktpotenzial der Kreislaufwirtschaft in der EU



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Summa Equity (2023)

Abbildung 6-30 veranschaulicht das Wachstumspotenzial, das sich in Europa durch die Kreislaufwirtschaft ergibt. Das auf nachhaltige Investitionen fokussierte Private Equity Unternehmen, Summa Equity, prognostiziert, dass sich das Marktvolumen der Kreislaufwirtschaft bis 2040 von 160 auf 820 Milliarden Euro steigern wird (Summa Equity, 2023). Zirkuläre Geschäftsmodelle werden demnach das größte Wachstum erfahren. Ebenfalls wird der Umsatz innovativer Dienstleistungsunternehmen, die zirkuläre Leistungen wie z. B. Reparaturen anbieten, stark wachsen (McKinsey & Company, 2022b). Durch die effizientere Nutzung von Rohstoffen (R2 Reduce, R3 Reuse) wird zwar kein Umsatz generiert, allerdings lässt sich die Materialeinsparung

mit ihrem ökonomischen Wert gewichten und geht somit mit ca. 100 Milliarden Euro in das Marktvolumen ein (Summa Equity, 2023).

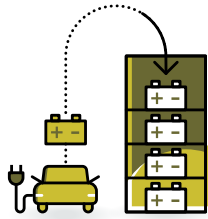
Im Sinne der Zwillingstransformation („Twin Transition“), die eine parallele Entwicklung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit beschreibt, wird der Wandel hin zur Kreislaufwirtschaft durch den Fortschritt anderer Technologien ermöglicht (Brink, 2022). Die ebenfalls im Trendradar beschriebene Technologie Internet of Things (IoT) ermöglicht es, im Rahmen der Kreislaufwirtschaft wertvolle Informationen zu sammeln und erleichtert die Kommunikation unterschiedlicher Beteiligten in der Wertschöpfungskette (Ranta et al., 2021). Technologien wie das IoT vereinfachen die Erfassung und Verarbeitung großer Datenmengen erheblich und liefern Industrieunternehmen entscheidende Informationen, um Prozesse im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu optimieren (Pagoropoulos et al., 2017).

In der Bauindustrie können durch die in der Betriebsphase von Gebäuden gesammelten Daten genutzt werden, um Gebäude energieeffizienter zu bewirtschaften und zukünftig optimiert zu planen. Eine Möglichkeit ist dabei die effizientere Nutzung der Gebäudeklimatechnik, wodurch Energie eingespart (R2 Reduce) werden kann, ohne die Behaglichkeit innerhalb der Gebäude zu reduzieren (Fan/Xiao, 2017). Ein weiterer Ansatz der zirkulären Wirtschaft ist die Entwicklung und Nutzung von digitalen Produktpässen. Diese Pässe erfassen wichtige Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes. Alle relevanten Akteure in der Lieferkette können auf diese Pässe zugreifen und durch das Wissen über Herkunft, Zusammensetzung und Entsorgungsoptionen, Produkte effektiv in den Kreislauf zurückführen (Jensen et al., 2023; Adisorn et al., 2021).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Transformation von der Linear- zur Kreislaufwirtschaft nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Chancen für eine nachhaltige Entwicklung der EU in den kommenden Jahrzehnten eröffnet.



BEST PRACTICE



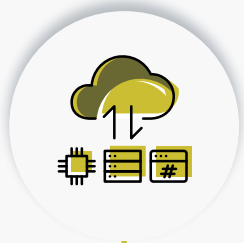
80%

Restkapazität machen
die Batterien ideal für den
Einsatz in stationären
Speichersystemen.

Voltfang, gegründet 2020, stellt nachhaltige Batteriespeicher im Sinne der Kreislaufwirtschaft her. Dafür werden aussortierte und überproduzierte Elektromobilitätsbatterien wiederverwendet (R6 Remanufacture). Diese Batterien besitzen noch eine Restkapazität von über 80 Prozent und eignen sich somit ideal für den Einsatz in stationären Speichersystemen. Die Batteriespeicher werden z.B. verwendet, um überschüssige Energie aus Photovoltaikanlagen effizient zu speichern, damit sie bei Bedarf abgerufen werden können. Durch das innovative Geschäftsmodell des in Aachen gegründeten Unternehmens können somit seltene Rohstoffe in der Produktion von Batteriespeichern eingespart werden (R2 Reduce).

© Voltfang GmbH (2024)





Cloud Computing



Kurz erklärt:

Durch Cloud Computing können Dienstleistungen standortunabhängig über das Internet bezogen und zur Verfügung gestellt werden. Unternehmen können Rechenleistung, Datenspeicher oder Anwendungen beziehen, ohne entsprechende physische Produkte oder Infrastruktur beschaffen zu müssen. Cloud-Angebote zeichnen sich durch hohe Elastizität aus: werden mehr oder weniger Ressourcen benötigt, können diese flexibel angepasst und bedarfsgemäß abgerechnet werden. Unterschieden wird zwischen Public und Private Cloud sowie einem gemischten Ansatz (Hybrid). In einer Public Cloud wird die physische Infrastruktur des Cloud-Anbieters mit mehreren Organisationen geteilt. Bei einer Private Cloud werden Ressourcen exklusiv einer Organisation zur Verfügung gestellt, um volle Kontrolle über Zugriff und Datenschutz zu haben (Herzwurm/Henzel).

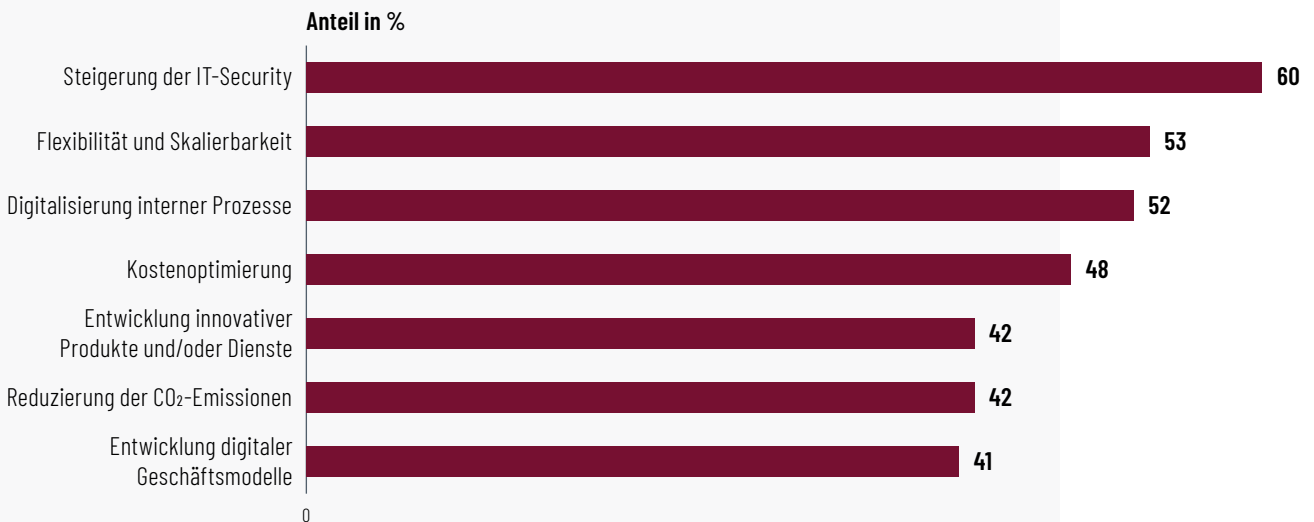
Unternehmen setzen zwecks höherer IT-Sicherheit, Skalierbarkeit und Kosteneffizienz auf Cloud-Dienste

Die Nutzung von Cloud-Diensten hat sich als Standard etabliert. Im Jahr 2023 verwendeten 84 Prozent der deutschen Unternehmen Cloud Computing und weitere 13 Prozent planen oder diskutieren die Anwendung. Dabei setzt sich die „Cloud-first“ Strategie durch, die besagt, dass bei neuen IT-Projekten zunächst eine cloudbasierte Umsetzung geprüft wird, sofern keine Compliance-Anforderungen oder andere Gründe dagegensprechen. Ein kleinerer, aber wachsender Anteil der Unternehmen (16 Prozent) unterhält keine eigenen Server oder Infrastrukturen und folgt damit dem Ansatz „Cloud-only“. Überwiegend wird auf ein hybrides Modell gesetzt, bei dem die Skalierbarkeit und Kosteneffizienz der Public Cloud mit den höheren Sicherheits- und Performanceanforderungen der Private Cloud kombiniert werden (Blees, 2022; Herzwurm/Henzel).



Abbildung 6-31 | Ziele für die nächsten fünf Jahre im Rahmen einer Cloud-Strategie

Anteil in Prozent der Unternehmen, die eine Cloud-Strategie verfolgen. Nur Ziele, die mindestens 40 Prozent der Unternehmen verfolgen. Mehrfachnennung möglich.



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. KPMG (2023)

Als Gründe für Cloud Computing werden zuvorderst die Steigerung der IT-Sicherheit, Flexibilität sowie die Digitalisierung interner Prozesse genannt (Abbildung 6-31).

Cloud-Anbietende investieren z. B. in Server-Redundanzen und Verschlüsselungstechnologien, um eine hohe Sicherheit und Verfügbarkeit zu gewährleisten. Neben weiteren Gründen setzen vier von fünf Unternehmen auf eine Multi-Cloud-Strategie, um sich vor Ausfällen zu schützen (KPMG, 2023). Bei der Multi-Cloud-Strategie werden mehrere Anbieter parallel verwendet, insbesondere um unterschiedliche Funktionalitäten zu nutzen. Die größten Marktanteile halten Amazon Web Services (31 Prozent), Microsoft Azure (25 Prozent) und Google Cloud (10 Prozent) (Canalys, 2023).

Beständiges Wachstum beim Cloud-Angebot auch im Rheinland spürbar

Die Transformation zu Cloud-Angeboten wird kontinuierlich voranschreiten. **Für den globalen Umsatz im Public Cloud-Bereich wird ein Wachstum von 690 Milliarden US-Dollar im Jahr 2024 auf 1.060 Milliarden US-Dollar im Jahr 2028 prognostiziert** (Statista Market Insights, 2024). Diese Entwicklung wird ebenfalls im Gebiet Köln spürbar sein: Im Februar 2024 kündigte Microsoft an, ein Rechenzentrum für KI und Cloud Computing im rheinischen Revier zu erbauen (Finke, 2024).

Im europäischen Vergleich hat Deutschland Aufholbedarf. In skandinavischen Ländern nutzen mehr als 90 Prozent der Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitenden kosten-

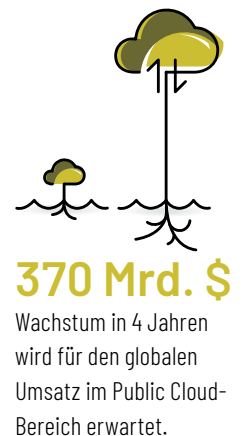
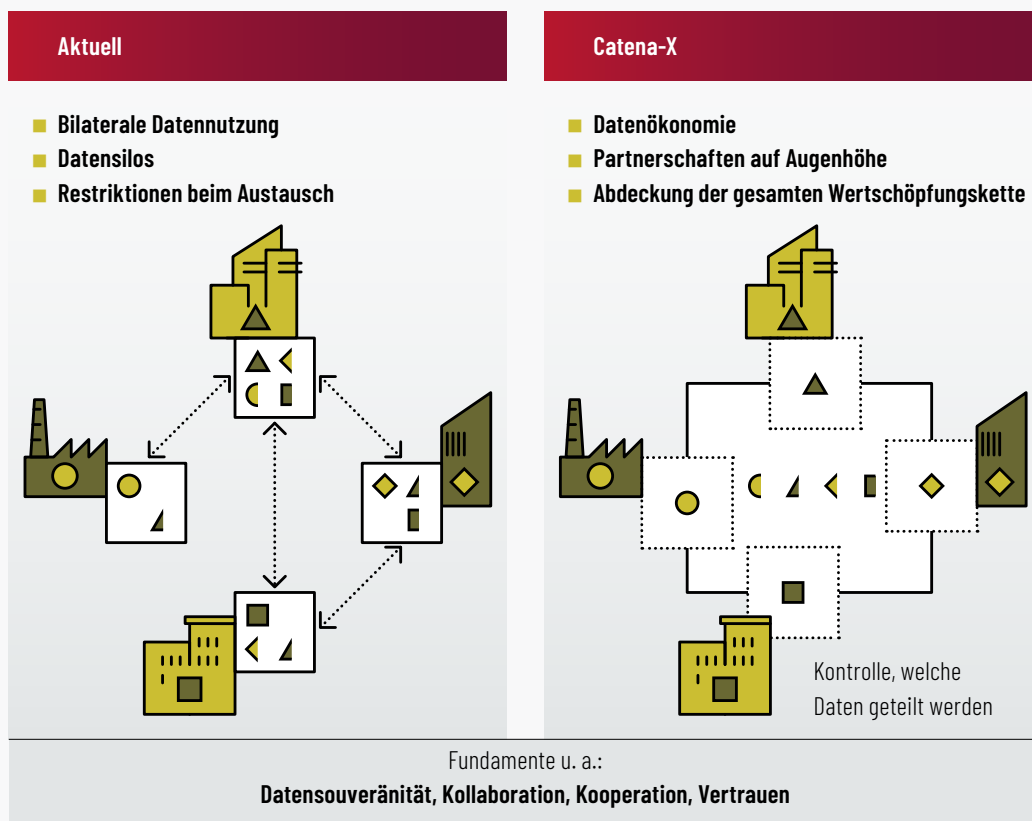


Abbildung 6-32 | Abstraktion der Ziele von Catena-X



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Catena-X Automotive Network e.V. (2024)

pflichtige Cloud-Dienste. Deutschland kommt nach dieser Schätzung auf 77 Prozent und liegt damit im unteren Mittelfeld (Eurostat, 2023).

Die Relevanz der Technologie wird sich in den nächsten Jahren u. A. im Edge-Computing, bei Cloud Gaming und im Projekt Gaia-X widerspiegeln: Ersteres bezeichnet die Speicherung und Verarbeitung von Daten in direkter Entstehungsnähe. Während Cloud-Dienste im Hintergrund angeschlossen sind, erfolgen einzelne Berechnungen direkt vor Ort, um die Latenz und Datenübermittlung zu reduzieren (Velimirovic, 2022). Im Rahmen von Cloud Gaming werden Rechenzentren genutzt, um ressourcenlastige Videospiele effizient zu verarbeiten. Die spielende Person benötigt dann nur noch einen Internet-

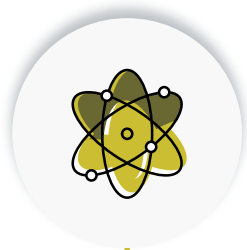
anschluss, um das Spiel auf einem Gerät zu streamen (Velimirovic, 2022). Außerdem wird die europäische Initiative Gaia-X die unternehmensübergreifende, wertschöpfende Nutzung von Daten vorantreiben. Im Rahmen von Gaia-X wird ein Framework für Organisationen entwickelt, damit diese unabhängig von Cloud-Anbietern und unter Berücksichtigung von Datensouveränität und weiteren Regeln Informationen austauschen können (gaia-x, 2021; Bonfiglio, 2021). Ein Leuchtturmprojekt der Initiative heißt Catena-X: ein Datenökosystem im Automobilsektor mit Beteiligung von Konzernen wie Mercedes-Benz und Volkswagen sowie Zulieferern, Netzanbietern und weiteren Stakeholdern (Abbildung 6-32) (Catena-X Automotive Network e.V., o. J.).



BEST PRACTICE

Der 1. FC Köln vereinheitlicht seine IT-Systeme durch Nutzung einer Cloud-Lösung von Salesforce. Zuvor waren bei den einzelnen Abteilungen wie dem Kundendienst, dem Ticketshop oder der Fußballschule Insellösungen im Einsatz, die jeweils separate Zugangsdaten erforderten. Durch das Verbundsystem können Fans nun eine Single-Sign-on-Lösung nutzen, wodurch ein Account für alle Anwendungen ausreicht. Neben dieser Erleichterung für die Fans konnten die Prozesse des 1. FC Köln optimiert und mehr Umsätze generiert werden. Bei der Implementierung wurden die Mitarbeitenden zur Zuordnung von Datenfeldern und Erklärung von Funktionen einbezogen, um eine erfolgreiche und akzeptierte Transformation zu erreichen. Durch die Umstellung können sich Mitarbeitende aus verschiedenen Bereichen in einer Umgebung über denselben Datensatz austauschen, was Abstimmungsungenauigkeiten verringert. Zudem erleichtert ein mobiler Zugriff auf die Datensätze das Arbeiten im Einsatz bei Fußballspielen (Nemeth, 2020).





Quantencomputing



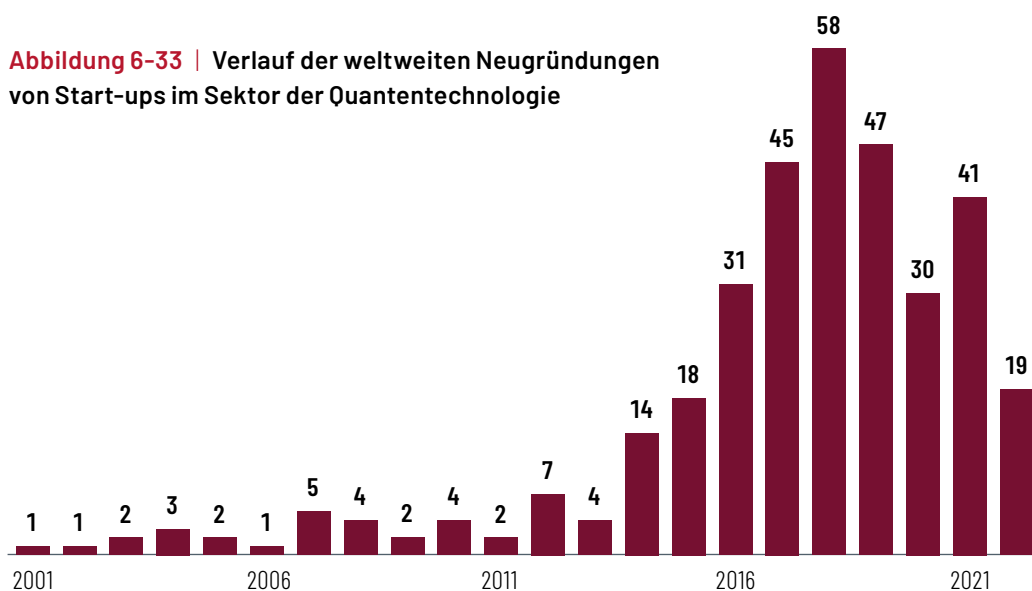
Kurz erklärt:

Quantencomputing nutzt die Prinzipien der Quantenmechanik, um Datenverarbeitungsaufgaben durchzuführen, die für traditionelle Computer zu komplex sind. Es basiert auf Qubits, die im Gegensatz zu klassischen Bits (Zustände: „0“ und „1“) gleichzeitig mehrere Zustände repräsentieren können. Diese Fähigkeit ermöglicht es Quantencomputern, bestimmte Probleme exponentiell schneller zu lösen als ihre klassischen Pendanten. Dieser Geschwindigkeitsvorteil ist dabei nicht universell auf alle Berechnungsarten anwendbar, sondern fokussiert sich insbesondere auf komplexe Rechenprobleme wie Simulationen und Optimierungsaufgaben (Amazon Web Services, Inc., 2024; Giles, 2019).

Gestiegene Investitionen lassen Praxisbedarf für die Technologie erkennen

Quantencomputer befinden sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium. Allerdings führt die Perspektive damit Probleme lösen zu können, die für klassische Computer einen hohen Rechenaufwand bedeuten, zu erheblichen Investitionen in Forschung und Entwicklung. Der McKinsey Quantum Technology Monitor 2023 zeigt trotz einer sinkenden Anzahl an Neugründungen im Jahr 2022 ein Rekordhoch von 2,35 Milliarden US-Dollar an Investitionen in Quanten-Start-ups (Abbildung 6-33) (McKinsey & Company, 2023a). Im selben Jahr beliefen sich die weltweiten Investitionen in Quantentechnologien (QT) auf rund 31 Milliarden US-Dollar. Innerhalb der EU entfielen 41 Prozent der gesamten Investitionssumme von 7,2 Milliarden US-Dollar auf Deutschland (McKinsey & Company, 2022a).

Abbildung 6-33 | Verlauf der weltweiten Neugründungen von Start-ups im Sektor der Quantentechnologie



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. McKinsey & Company (2023b)

Bis zum Jahr 2026 stellt die Bundesregierung eine Investitionssumme von drei Milliarden Euro zur Verfügung (McKinsey & Company, 2023a).

Quantencomputer versprechen erhebliche Fortschritte in verschiedenen Bereichen, wie Materialwissenschaften oder Pharmazie. Unternehmen experimentieren bereits mit Quantencomputern, um beispielsweise leistungsfähigere Batterien für Elektroautos oder neue Medikamente schneller zu entwickeln. Die Fähigkeit von Quantencomputern, eine große Anzahl von Ergebnissen gleichzeitig zu berechnen, macht sie besonders nützlich für die Simulation molekularer Strukturen. Da die Technologie noch in der Entwicklungsphase steht, zeigt sie noch eine höhere Fehleranfälligkeit auf als klassische Computer. Die meisten Einsatzfälle sind damit zum

heutigen Zeitpunkt noch rein experimentell bzw. hypothetisch (Infineon Technologies AG, 2021; Masiowski et al., 2022).

Quantencomputing verspricht Potenziale in einer Vielzahl an Anwendungsfeldern

Die zukünftige Relevanz von Quantencomputing wird als revolutionär angesehen. Der Technologie wird die Fähigkeit zugeschrieben, zahlreiche Felder zu transformieren. Die Potenziale umfassen eine signifikante Beschleunigung für Künstliche Intelligenz, Datenanalysen, Optimierungsaufgaben und komplexe Simulationen (ebenda). Im Finanzsektor beispielsweise können dadurch revolutionäre Potenziale, wie z. B. verbesserte Faktorisierung oder effizientere Datenanalyse, realisiert werden (Abbildung 6-34).

Abbildung 6-34 | Mögliche Verbesserungen durch Quantentechnologie

Verbesserungspotenzial verschiedener Anwendungsfälle durch Quantentechnologie, nach Branchen

Anwendungsfall	Finanzen	Life Science	Raumfahrt, Verteidigung	Chemie	Reise, Transport, Logistik	Automobil-sektor	Energie-versorgung*
Faktorisierung z. B. Verschlüsselung	3	1	3	1	2	1	1
Simulationen z. B. Verhaltensweisen eines Moleküls	1	3	2	3	2	2	2
Optimierungsprobleme z. B. Fahrpläne	3	3	2	1	3	2	2
Maschinelles Lernen/KI z. B. Sprachverarbeitung	3	2	1	2	2	2	2
Datenanalyse z. B. Treffersuche in unstrukturierten Daten	3	1	1	1	3	3	1

1 leichtes Potenzial 2 großes Potenzial 3 Besonders Hohes Potenzial

*Elektrische Energie, Erdgas

Quelle: eigene Darstellung, i. A. a. McKinsey & Company (2023b)

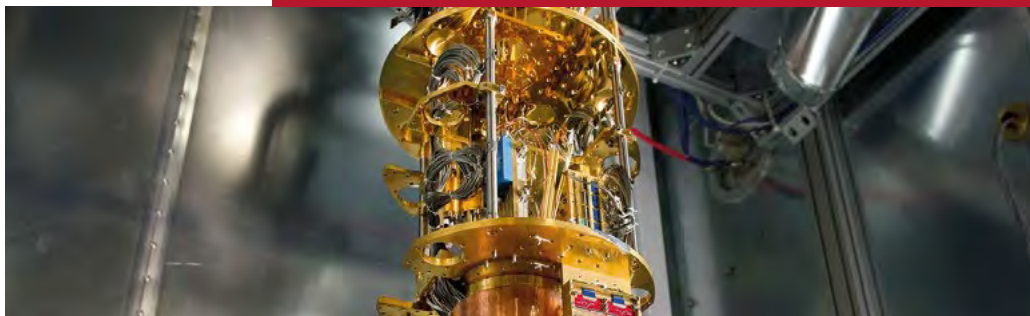
Diesen Aussichten stehen allerdings Herausforderungen gegenüber, die es zu überwinden gilt. Das aktuell konkreteste Problem stellt die praxistaugliche, technische Realisierung von Quantencomputern dar. Die Quanteneigenschaften von Qubits sind äußerst instabil und erfordern unter anderem spezifische Laborbedingungen hinsichtlich magnetischer und elektrischer Felder, Temperaturen sowie Erschütterungen, damit der Rechenprozess nicht gestört wird. Darüber hinaus fehlen, speziell in der EU, Nachwuchskräfte in der Erforschung der Technologie.

Zuletzt stellt der potenzielle Durchbruch im Quantencomputing ein erhebliches Risiko für aktuell genutzte Verschlüsselungsverfahren dar. Insbesondere ein Kryptografie-Standard im Internet, genannt SSL/TLS, lässt sich aufgrund seiner asynchronen Funktionsweise theoretisch durch Quantencomputing brechen. Speziell das National Institute of Standards and Technology (NIST) forscht deswegen an Methoden zur „Post-Quantum Cryptography“. Das NIST beabsichtigt, im Laufe des Jahres 2024 ein quantensicheres Verschlüsselungsverfahren entwickelt zu haben (NIST, 2023).



BEST PRACTICE

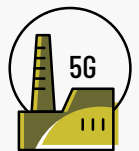
Im erweiterten Großraum Köln setzt das Forschungszentrum (FZ) Jülich als führende Einrichtung in Deutschland und Europa Maßstäbe in der Quantencomputing-Forschung. Neben der Grundlagenforschung arbeitet das FZ Jülich auch an der Entwicklung von Anwendungen, die von der Technologie profitieren könnten, etwa in der Energieforschung und in den Lebenswissenschaften. Die Zusammenarbeit mit internationalen Partnern und die Beteiligung an europäischen Quanteninitiativen unterstreichen die zentrale Rolle des Forschungszentrums Jülich im globalen Bestreben, Quantencomputing voranzutreiben und für den Wirtschaftsraum Deutschland praktisch nutzbar zu machen (FZ Jülich, 2022a, 2024).



© FZ Jülich (2022b)



5G im industriellen Einsatz



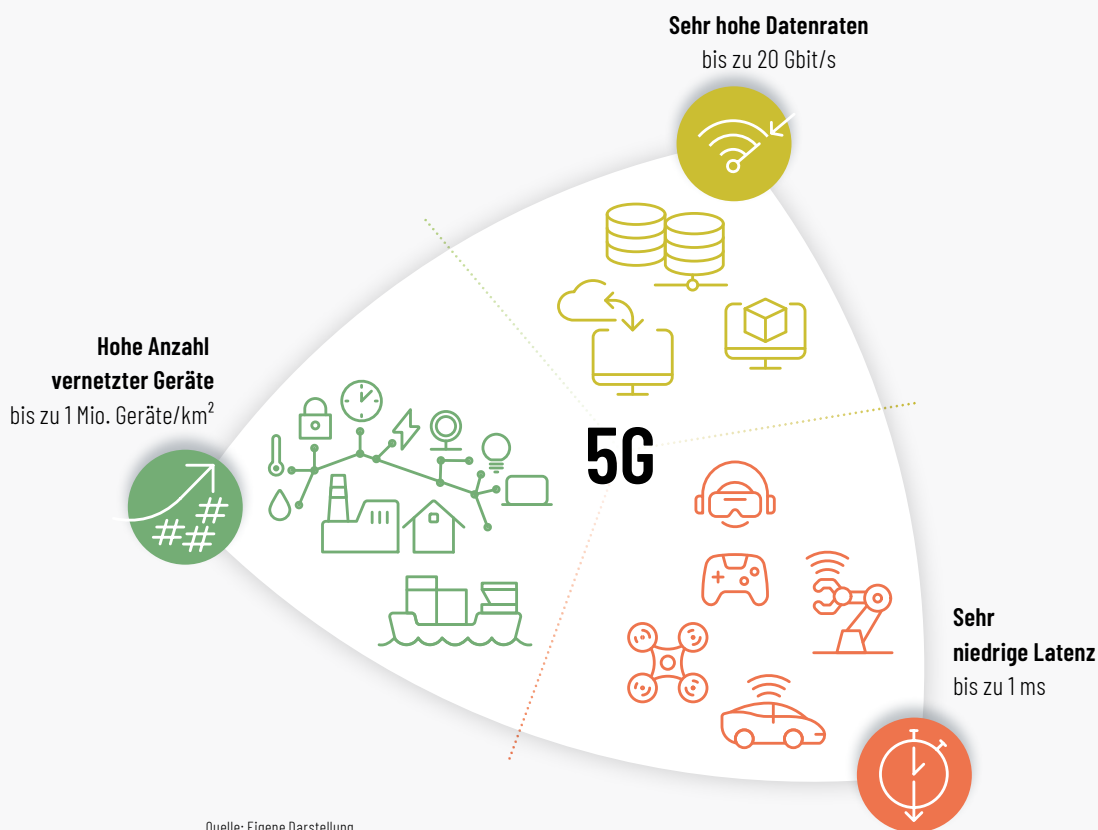
5G: Angekommen in der Markteinführung

Die 5G-Technologie verzeichnet steigende Abonentenzahlen: Laut des Mobility Reports von Ericsson ist die Zahl der Abonnements im öffentlichen Funknetz allein im dritten Quartal 2023 um 163 Millionen Geräte gestiegen. Insgesamt gab es damit Ende des Jahres 2023 etwa 1,4 Milliarden 5G-Abonnements. Bis 2029 werden aktuell 5,3 Milliarden Abonnements prognostiziert, was einem Anteil von 58 Prozent aller Mobilnetz-Anschlüsse entspricht (Ericsson, 2023). Neben dem privaten Sektor beweisen sich Anwendungen im industriellen Kontext (Tewes et al., 2020). Dabei wird die 5G-Technologie nahezu alle Branchen beeinflussen. 5G übertrifft andere Technologien in verringerter Latenz, höherer Geschwindigkeit oder der Möglichkeit, mehr Geräte gleichzeitig anzubinden (Abbildung 6-35) (Schulz et al., 2019). Unternehmen können über lizenzierte Frequenzbänder ihr privates 5G-Netz aufspan-

Kurz erklärt:

5G ist die fünfte Generation drahtloser Technologie für Mobilfunknetze, die eine erhebliche Verbesserung gegenüber ihren Vorgängern darstellt. Dieser Funkstandard nutzt höhere Frequenzen und eine fortschrittliche Infrastruktur, um eine Übertragung größerer Datenmengen, geringere Latenzzeiten und eine höhere Verbindungsdichte zu ermöglichen. Durch die außerordentlich hohe Konnektivität von 5G können Industrieanwendungen wie das Internet der Dinge (IoT), autonomes Fahren und vernetzte Fabriken optimiert bzw. ermöglicht werden. Die Nutzung von 5G ermöglicht potenzielle Vorteile für die Industrie, wie z. B. eine verbesserte Effizienz, erhöhte Produktivität und die Möglichkeit zur Einführung innovativer Anwendungen und Dienste, die auf Echtzeitdaten basieren.

Abbildung 6-35 | Kerneigenschaften von 5G



nen und eigenständig betreiben (Falck et al., 2019). Diese sogenannten Campus-Netze können individuell an die Anforderungen des Unternehmens angepasst werden, z. B. an erhöhte Sicherheitsanforderungen durch Isolierung vom öffentlichen Netz.

Die Anwendungsmöglichkeiten von 5G in der Praxis steigen

Bedeutende Veränderungen durch die Einführung werden in den Sektoren Konsumgüter, Fertigung, Logistik und Landwirtschaft erwartet (Walter et al., 2023). Die verzögerungsarme und zuverlässige Übertragung von 5G erfüllt höchste Anforderungen an Verbindungsqualität, Verfügbarkeit und Störanfälligkeit. Diese Eigenschaften finden Anwendung in Bereichen wie Autonomes Fahren, E-Health und Industrie 4.0 (Liyanage et

al., 2018; Ghosh et al., 2019). In der Logistik ermöglicht 5G die Vernetzung einzelner Fahrzeuge zur effizienteren Steuerung unbemannter Fahrzeuge, während in der Landwirtschaft autonom agierende Erntemaschinen durch Schwarmsteuerung innovative Anwendungsfälle, wie den kleinteiligen Anbau von Mischkulturen, ermöglichen (Humayun et al., 2021; Moysiadis et al., 2021; Walter et al., 2023).

In der Industrie trägt die verbesserte Verarbeitung von Echtzeitdaten dazu bei, Ausfallzeiten von Maschinen zu minimieren und Produktionsstandards zu setzen (ebenda). Für sicherheitskritische Anwendungen ermöglicht 5G eine garantierte Datenübertragung, beispielsweise für die Übertragung von Warnsignalen. Die Fähigkeit, eine große Anzahl von Geräten pro Fläche gleichzeitig zu

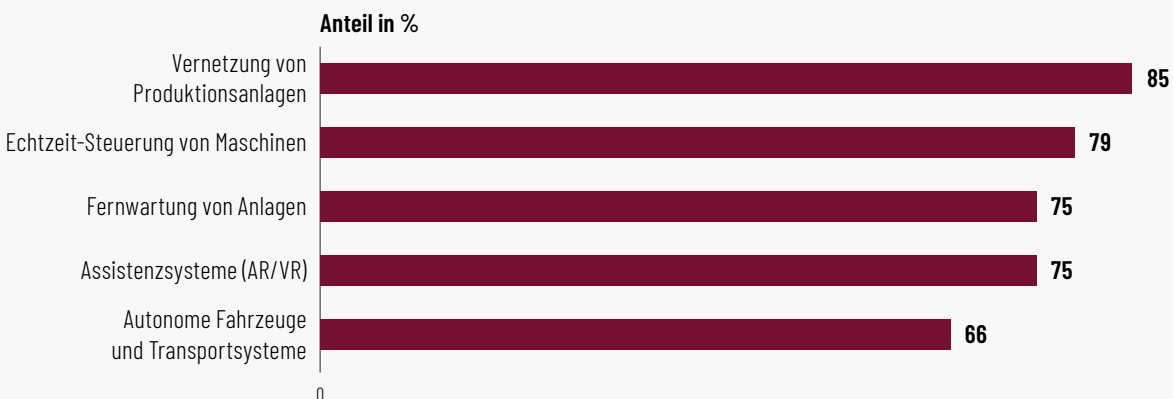
bedienen, findet z.B. Anwendung in Smart Cities. Darüber hinaus bietet die Mobilfunktechnologie besonders hohe Datenraten, was Anwendungen für Augmented oder Virtual Reality ermöglicht (Brauckmüller et al., 2017; Liyanage et al., 2018).

5G fasst in der Industrie Fuß

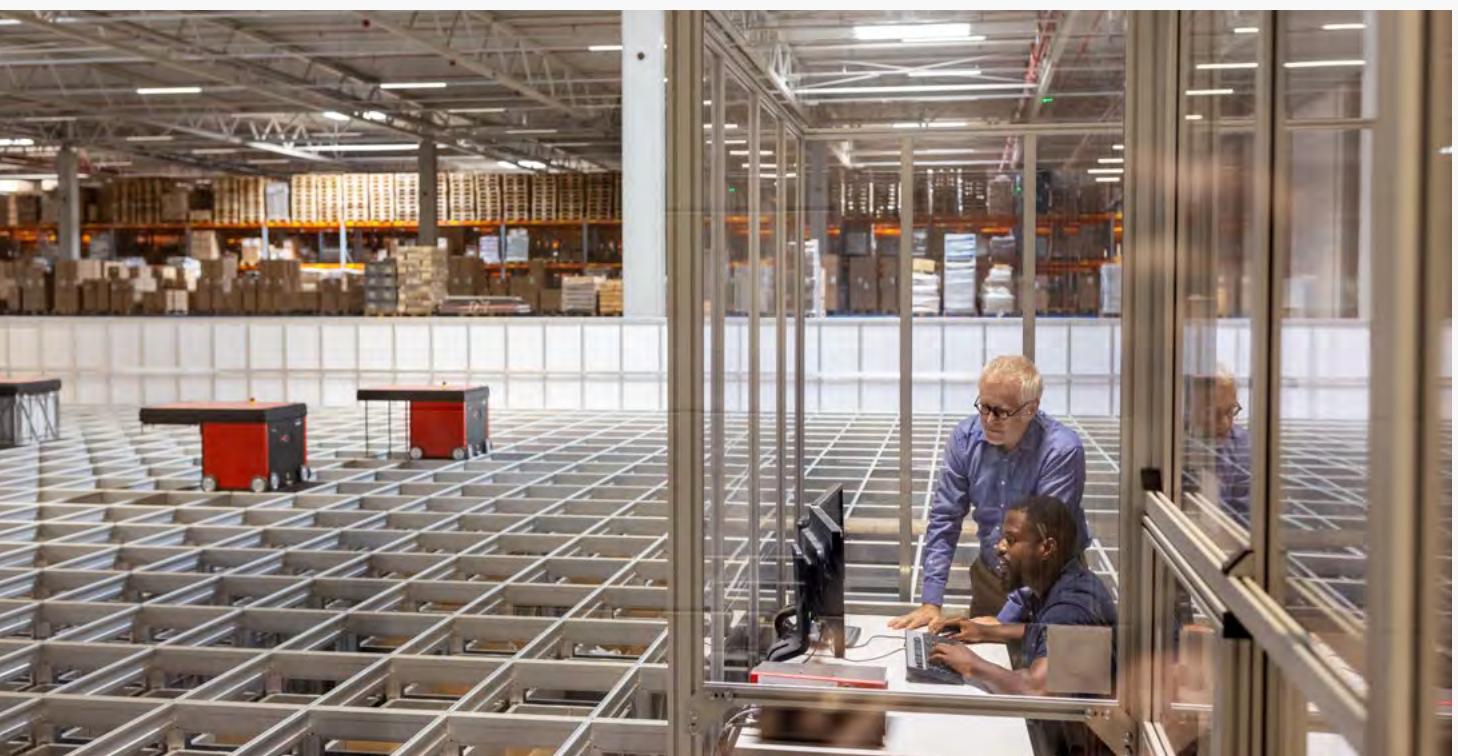
Aktuell besitzen oder planen 26 Prozent der Industrieunternehmen Campus-Netze mit 5G. Hierbei setzt etwa ein Viertel der Unternehmen auf eigene Planungen, während die restlichen Unternehmen diese über Mobilfunkanbieter realisieren. Die Vielseitigkeit von 5G zeigt sich besonders in der Produk-

tion: 85 Prozent der Unternehmen beabsichtigen, den Funkstandard für die Vernetzung von Produktionsanlagen zu nutzen oder tun dies bereits, während 79 Prozent 5G zur Echtzeit-Steuerung von Maschinen einsetzen (Abbildung 6-36). Darüber hinaus erkennen rund drei Viertel der Unternehmen das Potenzial von 5G für die Fernwartung von Anlagen und nahezu ebenso viele für Assistenzsysteme wie Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR). Auch für autonome Fahrzeuge und Transportsysteme sowie den Einsatz mobiler Roboter zeigt sich für rund zwei Drittel der Unternehmen großes Potenzial für 5G (Paulsen et al., 2022).

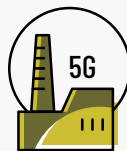
Abbildung 6-36 | Geplante oder bereits durchgeführte Campus-Netz-Anwendungsfälle innerhalb von Industrieunternehmen



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Paulsen et al. (2022)



BEST PRACTICE



Im Kontext Landwirtschaft wurde von zwei Düsseldorfer Firmen, Schmiede.one GmbH & Co. KG und Infosys Ltd., die autonome Steuerung von Erntemaschinen in einem Schwarm implementiert. Durch das Aufspannen eines 5G-Campus-Netzes auf dem Acker können in Echtzeit große Datenmengen mit teils sicherheitsrelevantem Bezug versendet werden. Dies ermöglicht, dass einzelne Erntemaschinen übergreifend, abgestimmt und zentral gesteuert werden. Die Vorteile sind vielseitig: resilientere Produktionsprozesse, geringerer Ressourcenverbrauch, geringere Bodenverdichtung auf dem Acker und das wirtschaftliche Einsetzen von kleineren Erntemaschinen. Letztere ermöglichen neue Anwendungsfälle, wie den Anbau von Mischkulturen, die eine nachhaltige und ökonomische Alternative zum konventionellen Anbau darstellen können.

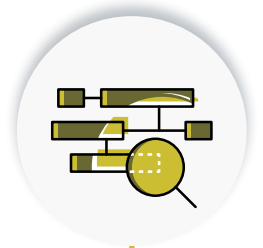


nachhaltig+ ökonomisch

5G ermöglicht den Einsatz kleinerer Erntemaschinen und fördert neue Anwendungsfälle wie den Mischkulturanbau.



Process Mining



Deutsche Unternehmen werden zunehmend mit Process Mining optimiert

Process Mining weist großes Potenzial für die Optimierung von Unternehmen auf, da es aus einer großen Datenmenge Erkenntnisse über die unterschiedlichen Prozesse im eigenen Unternehmen schaffen kann. Mehr als 80 Prozent der befragten Unternehmensvertreter sehen einen konkreten Mehrwert für ihre Organisation durch Process Mining, denn sie erwarten vor allem verbesserte Prozesse, Transparenz von Unternehmensabläufen sowie Kostenreduktionen (Abbildung 6-37) (Galic/Wolf, 2021).

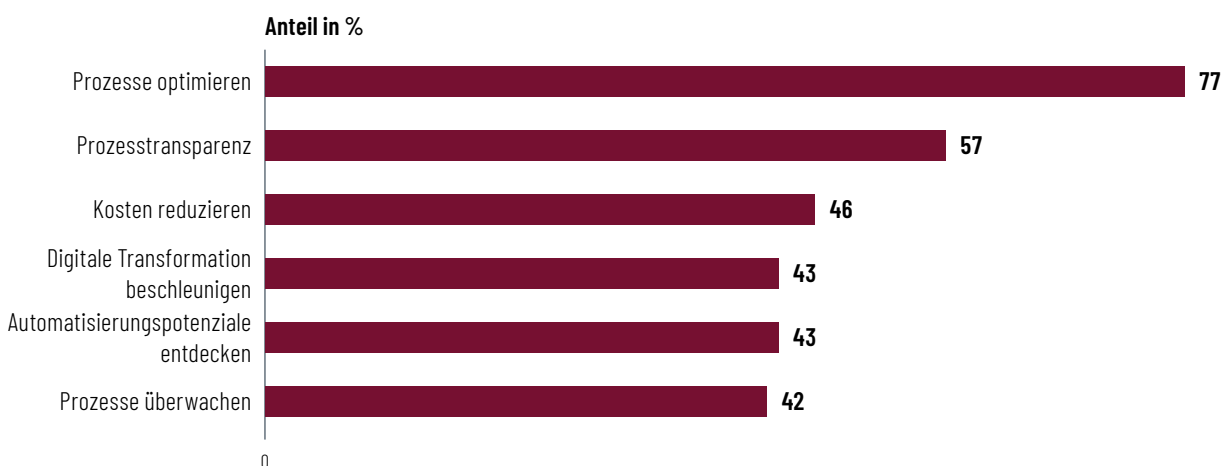
Da durch das Process Mining Prozesse aus Ereignisdaten rekonstruiert und analysiert werden können, sind zahlreiche Anwendungen denkbar (Hardjosuwito et al., 2023). Die Analyse der Durchlaufzeiten im Auftrags-

Kurz erklärt:

Im Rahmen von Process Mining gilt es, Prozesse digital zu rekonstruieren, zu analysieren und letztlich zu optimieren. Werden bei Prozessen IT-Systeme verwendet, können deren Ereignisdaten automatisch in Form von Ereignisprotokollen (Event-Logs) erfasst und durch Process-Mining-Tools verarbeitet und analysiert werden. In Ereignisdaten eines Produktionsprozesses ist zum Beispiel protokolliert, wann ein Objekt an welcher Fertigungsstation bearbeitet wurde. Durch die Verwendung von digital erfassten Ereignisdaten sind die Ergebnisse von Process-Mining-Anwendungen deutlich objektiver als beispielsweise auf individueller Erfahrung basierende Workshops zur Prozessaufnahme.

Abbildung 6-37 | Erwartungen von Unternehmensvertretern an Process Mining

Ausschnitt, Mehrfachantwort möglich



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. (ebenda)(2021)



Erkennung

von Prozessengstellen oder Prüfung von Prozesskonformitäten sind Anwendungsbeispiele für Process Mining.

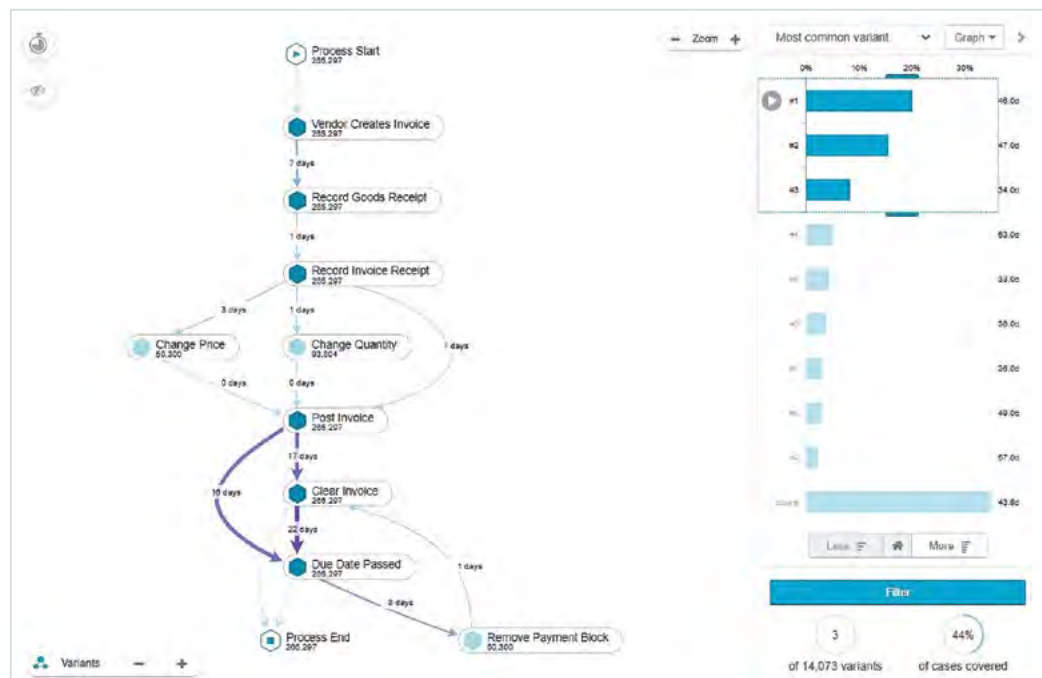
abwicklungsprozess, **die Identifizierung von Prozessengstellen in der Bearbeitung von Kundenaufträgen oder die Prüfung der Prozesskonformitäten für Audits sind einige Beispiele.** Ebenso sind die Reduzierung von Materialverbrauch in der Produktion, die Identifizierung von Automatisierungspotenzialen in administrativen Prozessen sowie die Optimierung von operativen Abläufen, z. B. in Kliniken, möglich (Fischer, 2023; Grisold et al., 2021). Anwenderunternehmen können dabei aus der produzierenden Industrie, dem Dienstleistungsgewerbe, dem öffentlichen Sektor oder jeglichen anderen Bereichen stammen.

Im Process-Mining-Markt existieren aktuell mehr als 40 Tool-Anbieter (van der Aalst, 2022; Process and Data Science Group, 2024), die von einer ungleich höheren Anzahl an Beratungsunternehmen ergänzt werden. Eine beispielhafte Darstellung eines Prozessgra-

phens ist in Abbildung 6-38 dargestellt. Wenn Anwenderunternehmen Process Mining zum ersten Mal einführen, erfolgt dies in der Regel in einem gemeinsamen Projekt mit dem beauftragten Tool-Anbieter und/oder einer Unternehmensberatung. Der Grund hierfür ist, dass das Wissen zu Process Mining in den meisten Unternehmen zunächst noch nicht vorhanden ist. Dieses wird durch die ersten Projekte sukzessiv intern aufgebaut.

In Europa bzw. in Deutschland scheint der Process-Mining-Markt dabei aktuell deutlich ausgeprägter zu sein als in anderen Regionen der Welt (Galic/Wolf, 2021). Process Mining findet aktuell vor allem in großen Unternehmen Anwendung und gewinnt zunehmend auch bei mittelgroßen Unternehmen an Beliebtheit. Für viele kleinere Unternehmen ist ein Einsatz ökonomisch aktuell noch nicht sinnvoll. Dies liegt, neben den Kosten für das Process-Mining-Tool, vor allem an den Pro-

Abbildung 6-38 | Beispielhafte Darstellung eines Prozessgraphen durch Process Mining



Quelle: Ausschnitt aus Abbildung von IEEE Task Force on Process Mining (2021), Software von Celonis



jektumsetzungskosten. **Die Anwendung von Process Mining erfordert zunächst umfangreichen Aufwand für die Lokalisierung, Extraktion und Aufbereitung der Daten, bevor die eigentliche Analyse durch entsprechende Tools erfolgen kann. Dieser Aufwand wird auf ca. 80 Prozent des gesamten Projektaufwands geschätzt** (van der Aalst, 2022). Dies stellt aktuell noch ein wirtschaftliches Hindernis für eine breitere Nutzung von Process Mining dar.

Breite Anwendung und Etablierung von Process Mining in der Zukunft

Der Process-Mining-Markt wächst stetig und wird für das Jahr 2025 auf eine Größe von 2,3 Milliarden US-Dollar mit einer jährlichen Wachstumsrate von 33 Prozent prognostiziert (Gartner Research, 2021). Aufgrund der potenziellen Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Prozessoptimierung und der

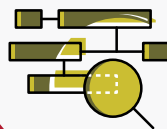
Bedeutung der Prozessautomatisierung angesichts des Fachkräftemangels wird die Relevanz von Process Mining für Anwenderunternehmen künftig steigen. In Zukunft wird der Aufwand für den Einsatz von Process Mining, insbesondere für Standardanwendungsfälle, sinken, was es insbesondere für kleine und mittelgroße Unternehmen erschwinglicher und somit zugänglicher macht.

Process Mining wird zunehmend mit anderen Technologien kombiniert, um neue Potenziale zu erschließen. Vor allem die Einbindung von Künstlicher Intelligenz wird die Anwendungsmöglichkeiten von Process Mining deutlich steigern. Es werden zudem mehr große IT-Systemanbieter ihr Portfolio durch eigene Process-Mining-Funktionalitäten erweitern. Ebenfalls sind, z. B. im Produktionsbereich, weitere kleinere, spezialisierte Anbieter zu erwarten.

80%

des gesamten Projektaufwands bei Process Mining fließen in die Datenlokalisierung, -extraktion und -aufbereitung.

BEST PRACTICE



Das Energieversorgungsunternehmen ENERVIE zeigt exemplarisch, wie die Entwicklung von einem Unternehmen ohne anfängliche Erfahrung im Process Mining zu einem Unternehmen mit skalierenden Anwendungen und einer zukunftsgerichteten Strategie erfolgen kann. In diesem Fall ließ sich im Laufe der Zeit im Kontext der Rechnungsstellung die Anzahl der Klärungsfälle um 90 Prozent reduzieren. Den Start markierte zunächst die Entscheidung für ein Pilotprojekt im Bereich Einkauf und Rechnungswesen, in dem Prozesse optimiert und die Transparenz gesteigert wurde. Mit unternehmensexterner Unterstützung wurden im ersten Projekt Erfahrungen gesammelt, um unternehmensinterne Expertise aufzubauen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten werden schrittweise in Projekten angegangen. Dazu wurde auch ein unternehmensinternes Center of Excellence zum Thema Process Mining eingerichtet. Auf diese Weise kann ein Unternehmen die Potenziale von Process Mining nutzen und seine Kernprozesse individuell digital optimieren (Dignan, 2023; Process& GmbH, 2022; Mining Your Business Podcast, 2022).



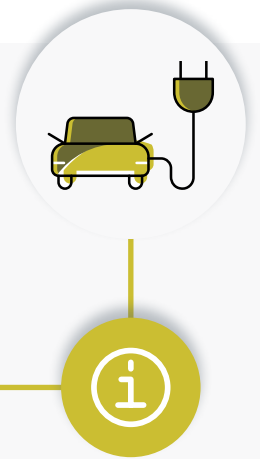
-90%

Klärungsfälle im Kontext der Rechnungsstellung der Rechnungsstellung dank Process Mining.



© Südwestfalen Energie und Wasser AG (o. J.)

Technologien im Bereich Elektromobilität



Vergleich elektrifizierter und konventioneller Fahrzeuge

Konventionelle Fahrzeuge werden mithilfe von Treibstoff auf Erdölbasis angetrieben. Aufgrund der Klimakrise und der Endlichkeit fossiler Ressourcen wurden Emissionsgrenzwerte verschärft, wodurch die Suche nach alternativen Antriebskonzepten intensiviert wurde. In diesem Zusammenhang sind elektrisch angetriebene Fahrzeuge in den letzten Jahren immer weiter in den Fokus gerückt (Heimes et al., 2024b). Dafür wird Energie in der separaten Antriebsbatterie gespeichert und von dort wieder abgerufen.

Beim ökologischen Vergleich von konventionellen Verbrennungsmotoren und batterieelektrischen Fahrzeugen müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden. Die Emissionen bei der Herstellung der Fahrzeugbatterie hängen stark von der speicherbaren Energiemenge und dem der Produktionsverfahren ab. Bei der Herstellung von Elektrofahrzeugen werden deswegen mehr Emissionen ausgestoßen als bei der Produktion von Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben. Allerdings ist die Emission bei der Nutzung geringer (Wietschel et al., 2022).

Durch die elektrische Transformation des Antriebsstrangs verändert sich die Kostenstruktur der Fahrzeuge. Konventionelle Verbrennungsmotoren entfallen, während Antriebsbatterie und Elektromotoren hinzukommen. Während bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren der Antrieb ungefähr 25 Prozent der Kosten einnimmt, sind es bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen zusammen mit der Batterie ca. die Hälfte der Kosten (Heimes et al., 2024b). Dies resultiert in höheren Anschaffungskosten elektrisch

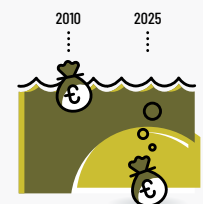
Kurz erklärt:

Elektromobilität bezeichnet eine alternative Antriebsform für Fahrzeuge, bei der elektrische Energie aus einer Traktionsbatterie einen Motor antreibt und somit das Fahrzeug bewegt. Mithilfe von Strom aus erneuerbaren Energien ist eine emissionsarme Fahrzeugmobilität möglich. Durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs ergeben sich neue Herausforderungen für die Automobilindustrie sowohl bei der Produktion, dem Vertrieb als auch bei der Entwicklung neuer Ladetechnologien und Geschäftsmodelle.

angetriebener Fahrzeuge. **Gleichzeitig sinken jedoch die Kosten pro Kilowattstunde Batteriekapazität beständig. Lagen diese 2010 bei 600 €/kWh werden sie bis 2025 voraussichtlich auf 83 €/kWh sinken** (Heimes et al., 2024a). Durch Optimierungen in der Produktion und im Design sowie strategische Kooperationen sind mittelfristig gleiche Anschaffungskosten zwischen Verbrennern und Elektrofahrzeugen zu erwarten (Kasperk et al., 2024).

Marktwirtschaftlicher Ausblick auf die Entwicklung der Elektromobilität

Nach Zielen der Bundesregierung sollen im Jahr 2030 mindestens 15 Millionen Elektrofahrzeuge auf den deutschen Straßen unterwegs sein. Im Jahr 2023 lag die Anzahl bei über einer Million Fahrzeuge (BMDV, 2023; Bundesregierung, 2024). Die Elektromobili-

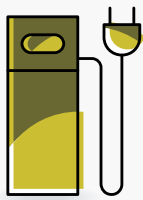


83 €/kWh

bis 2025 – die Kosten pro Kilowattstunde Batteriekapazität sinken beständig.

450.000

bis 850.000 öffentliche Ladepunkte werden bis 2030 in Deutschland benötigt.

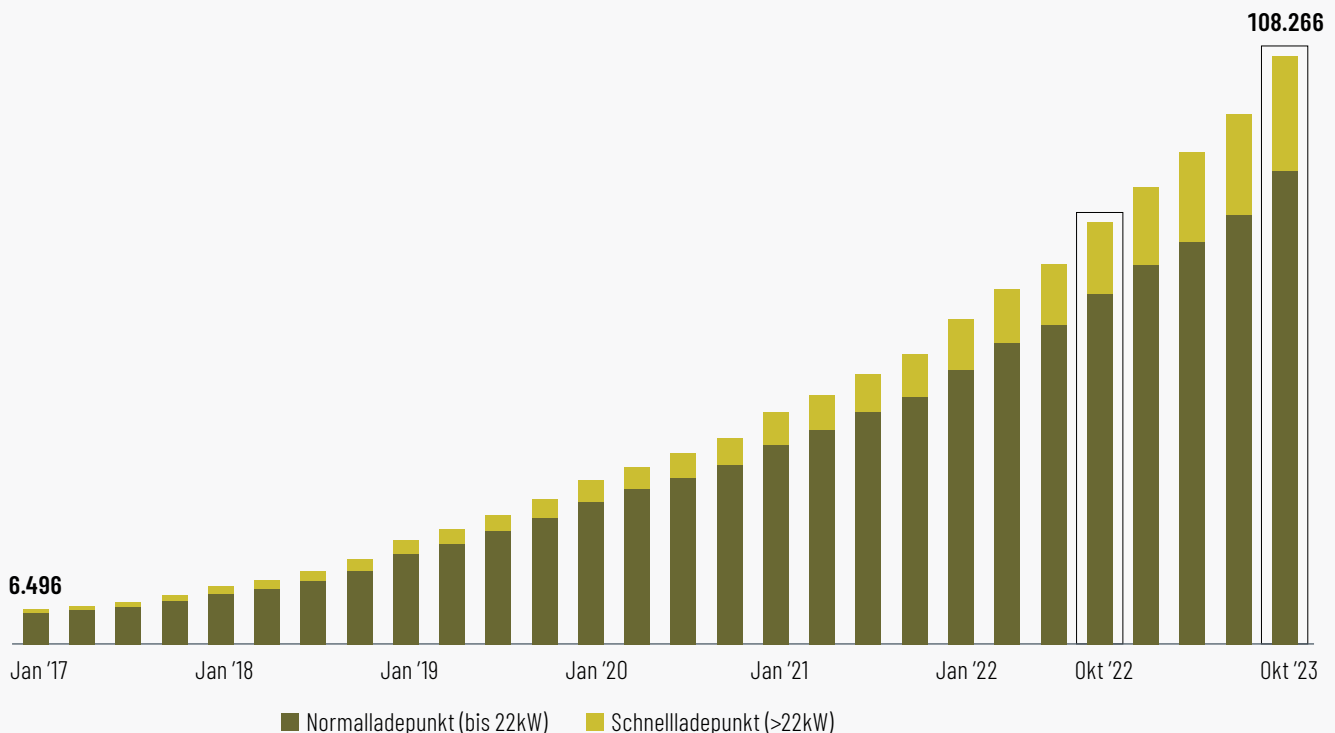


tät ist somit einer der Haupttreiber für den steigenden Bedarf an leistungsstarken Batterien. Es wird mit einem jährlichen Anstieg der Nachfrage von 34 Prozent gerechnet sowie einer gesamten Steigerung bis 2030 um den Faktor 18 (Kellerhoff, 2023).

Es gilt zudem die notwendige Ladeinfrastruktur und intelligente Stromnetze zu etablieren, die die erforderliche Leistung bereitstellen können. Durch die neue Ladetechnologie ergeben sich bei der Transformation

neue Geschäftsfelder und -modelle, wie z. B. Wallboxen für das Aufladen zu Hause oder öffentliche Ladesäulen (Mercedes-Benz AG, 2024; Hecht et al., 2024). In Zukunft werden öffentliche Lademöglichkeiten eine höhere Relevanz einnehmen, da ein Großteil der Bevölkerung nicht auf einem eigenen Grundstück wohnt (Schaubel/Wirschke, 2021; Kellerhoff, 2023). Ladestandorte umfassen eine oder mehrere Ladestation(en) mit je einem oder mehreren Ladepunkt(en), die jeweils ein Auto laden können. Ende 2023 gab es in Deutschland knapp 110.000 installierte öffentliche Ladepunkte (Abbildung 6-39). **Währenddessen ist 2030, je nach Szenario, eine Mindestanzahl von 400.000 bis 850.000 öffentlich zugänglichen Ladepunkten in Deutschland erforderlich** (Bundesnetzagentur, 2024a, 2024b; Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, 2020).

Abbildung 6-39 | Entwicklung der Anzahl öffentlicher Ladepunkte in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Bundesnetzagentur (2024a)

Bei der Nutzung der Lithium-Ionen-Batterien in Elektrofahrzeugen verschleißt diese sowohl kalendarisch als auch durch Lade- und Entladezyklen. **Die Batterie erreicht ihr Lebensende, sobald ihre ursprüngliche Maximalkapazität einen prozentualen Schwellenwert von meist 80 Prozent unterschreitet** (Sauer/Ringbeck, 2024). Einzelne Komponenten der Batterie können jedoch durch Remanufacturing wiederverwendet oder Materialien durch Recycling wiedergewonnen werden (Heimes et al., 2024e; Heimes et al., 2024d).

Eine weitere Möglichkeit bieten „Second-Life-Anwendungen“ von Batterien nach dem Ende ihrer Lebensdauer für Einsatzgebiete mit geringeren Anforderungen. Durch die Wiederverwendung werden Ressourcen effizienter und langfristiger genutzt (Heimes

et al., 2024c). Die verschiedenen Sektoren Transport, Energie und Batterieindustrie werden über die Elektromobilität und diese ganzheitlichen Betrachtungen miteinander verknüpft. Mittels dieser Vielfalt an Optionen ist es möglich, die Wertschöpfungskette zu zirkularisieren (Abbildung 6-40). Beispielsweise ermöglicht Vehicle-to-Grid es, Elektrofahrzeuge als mobile Speicher zu benutzen und die eingespeicherte Energiemenge wieder über bidirektionales Laden an das Stromnetz abzugeben. Durch diese Technik ist es möglich, bei der Erzeugung überschüssigen Stroms, vor allem aus erneuerbaren Energien, diesen zwischenspeichern und bei Bedarf ins Netz wieder einzuspeisen (Fleischmann et al., 2023).

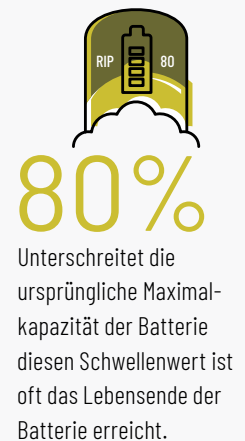
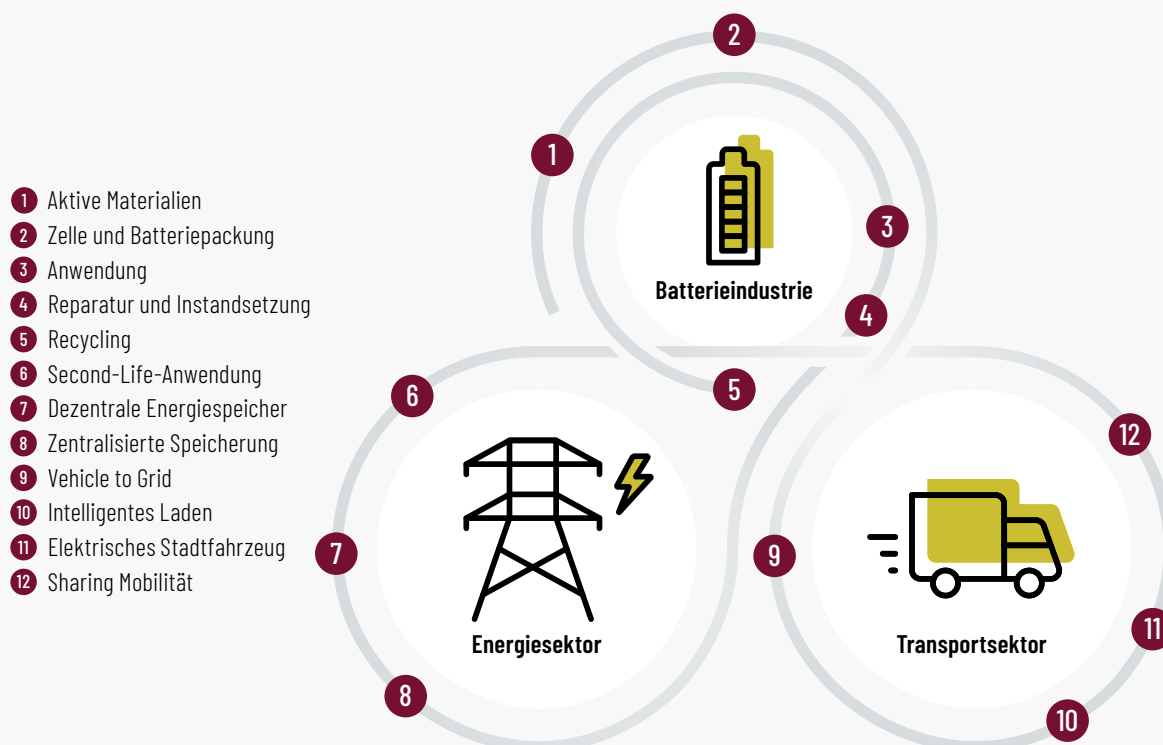
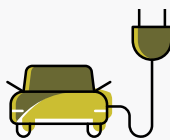


Abbildung 6-40 | Zirkuläre Wertschöpfungskette der Batterie



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. (ebenda)(2023)

BEST PRACTICE



Das Projekt Multimodale Lademodul-Integration (MuLi) ist ein vom BMDV gefördertes Innovationsprojekt in Köln. Innerhalb des Projektes wurde durch die Kölner Verkehrsbetriebe AG, die RheinEnergie AG und die Ford-Werke GmbH ein Ladesystem mit integrierten Lademodulen aus Second-Life Fahrzeugbatterien für verschiedene Fahrzeugklassen aufgebaut. Dadurch wird die Elektrifizierung der hoch belasteten Gelenkbuslinien (siehe Bild) ermöglicht. Durch Rekuperation (Rückgewinnung der Energie beim Bremsen) der Stadtbahn-Linien werden die Speicher mit einer Kapazität von 300 kWh geladen. Mit dem Ladesystem an der Ladestation können neben den Bussen auch Elektrofahrzeuge geladen werden (Kölner Verkehrsbetriebe, 2021).



300kWh

werden bei der Rekuperation der Stadtbahn-Linien gewonnen und in die Speicher geladen.



© Kölner Verkehrsbetriebe (2021)



Digitaler Zwilling



Abgrenzung zum Digitalen Schatten

Im Unterschied zum Digitalen Zwilling bezeichnet der Digitale Schatten die virtuelle Darstellung eines realen, physischen Objekts oder Prozesses, die kontinuierlich durch Echtzeitdaten aktualisiert wird. Dadurch können aktuelle Informationen über den Zustand und die Leistung des realen Objekts bereitgestellt werden. Der Unterschied zum Digitalen Zwilling besteht darin, dass sich der Digitale Schatten auf die kontinuierliche Erfassung und Aktualisierung von Echtzeitdaten konzentriert, während der Digitale Zwilling die Modellierung und Simulation fokussiert, um verschiedene Szenarien zu analysieren und zu optimieren (van der Aalst et al.).

Kurz erklärt:

Der Digitale Zwilling ist eine virtuelle Repräsentation eines physischen Objektes oder Prozesses. Er wird genutzt, um Echtzeitinformationen wie Nutzungsdaten oder den Status eines Objekts anzuzeigen (Kritzinger et al., 2018). Der Digitale Zwilling ermöglicht die Optimierung bestehender und zu entwickelnder Produkte und Prozesse sowie die Verbesserung der Steuerung und des Systemverständnisses (Klostermeier et al., 2020).

Durch Digitale Zwillinge können Systeme virtuell getestet werden

Bereits 40 Prozent der über 600 befragten deutschen Unternehmen setzen Digitale Zwillinge ein (Bitkom e.V., 2023a). Es zeigen sich vor allem fünf Einsatzgebiete (Abbildung 6-41).

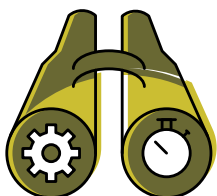
Abbildung 6-41 | Einsatzgebiete und Anwendungsbeispiele des Digitalen Zwillings

 Fertigung	■ Simulation von Produktionsprozessen und Anlagen ■ Produktfehleranalyse
 Gebäudemanagement	■ Optimierung vom Energieverbrauch ■ Vereinfachung vom Facility Management
 Smart Cities	■ Modellierung von Verkehrssystemen, Energieversorgung und Abfallmanagement
 Gesundheitswesen	■ Präzisere Diagnosen durch die Modellierung von Organen
 Luft- und Raumfahrt	■ Simulation von Flugobjekten zur Leistungs- und Sicherheitsoptimierung

Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Song/Le Gall (2023)

Ein Vorteil des Digitalen Zwillings besteht in der Möglichkeit, komplexe Systeme virtuell zu modellieren, analysieren und zu optimieren, bevor physische Änderungen vorgenommen werden. Hierfür werden nicht nur datenbasierte Vorgaben (z. B. ein 3D-Modell eines Produkts oder die maximale Bearbeitungsgeschwindigkeit einer Maschine) berücksichtigt, sondern auch die realen Echtzeitdaten (z. B. Nutzungsdaten). Neben der Erhöhung der Produkt- und Produktionsqualität, kann die Effizienz und die Effektivität der einge-

setzten Materialien und Maschinen gesteigert werden. **Des Weiteren können durch den Digitalen Zwilling neue Geschäftsmodelle und Produktfunktionen erschlossen werden. Beispielsweise kann vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) als Dienstleistung angeboten oder Produkte durch genaue Nutzungsdaten besser personalisiert werden (Aivaliotis et al., 2019).** Allgemein ermöglicht der Digitale Zwilling einen höheren Automatisierungsgrad und die Reduktion von Kosten (Song/Le Gall, 2023).



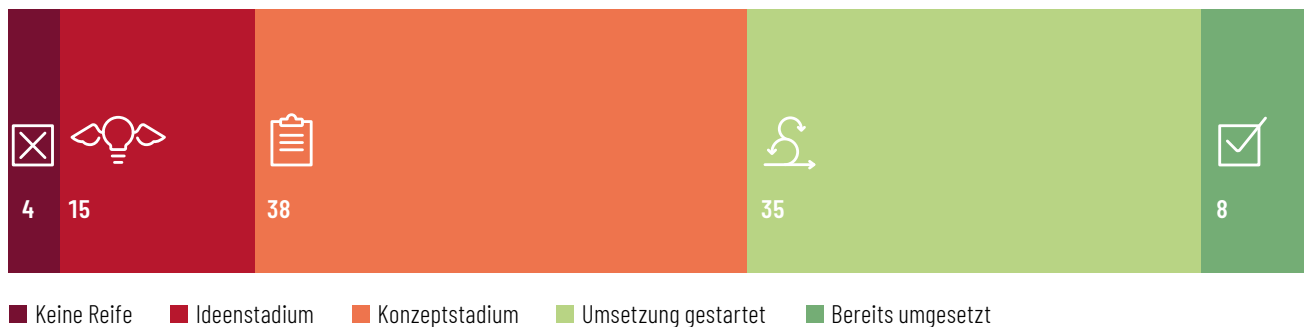
Predictive Maintenance

Nur ein Beispiel für die Erschließung eines Geschäftsmodells oder einer Produktfunktion durch den Digitalen Zwillings.

Trotz dieser vielversprechenden Nutzungsmöglichkeiten zeigt sich, dass der Digitale Zwilling in der produzierenden Industrie derzeit nur für Fehleranalysen und als datengenerierendes System genutzt wird. Zudem haben nur acht Prozent der Befragten das Konzept des Digitalen Zwillings bereits voll-

Abbildung 6-42 | Reifegrade eingesetzter Digitaler Zwillinge

Anteile in %



Quelle: eigene Darstellung i. A. a. Riedelsheimer et al. (2020)

ständig umgesetzt. Mehr als die Hälfte der Unternehmen befinden sich noch im Konzeptstadium oder früher (Abbildung 6-42).

Des Weiteren kann durch die alleinige Umsetzung des Digitalen Zwillings noch kein Mehrwert generiert werden. Nur wenn dieser in Form von Simulationen und Optimierung oder in neuen Geschäftsmodellen zum Einsatz kommt, wird das Potenzial ausgeschöpft.

Die gegenwärtig größte Herausforderung ist das Überwinden von Schnittstellenproblematiken (Klostermeier et al., 2020). Während sich intern schnell Daten erheben und Datenstandards entwickeln lassen, verkompliziert sich letzteres über die Grenzen des Betriebes hinweg. Um dieses Problem anzugehen, streben Initiativen wie Gaia-X, das Netzwerk „Plattform Industrie 4.0“ und die Open Industry 4.0 Alliance danach, Ökosysteme für Digitale Zwillinge durch Open-Source-Initiativen und Datenstandards zu schaffen. Dadurch können Unternehmen von entwickelten Standards und Ökosystemen profitieren (Song/Le Gall, 2023).

Ein Ausblick in die Zukunft

Neben der reinen Informationsbereitstellung haben Digitale Zwillinge das Potenzial, in Zukunft weitere Funktionen zu erfüllen. Die Verknüpfung mehrerer Digitaler Zwillinge zu einem Netzwerk könnte das volle Potenzial erschließen, indem Interdependenzen der Objekte identifiziert und gezielt geregelt würden. Besonders bei der unternehmensübergreifenden Vernetzung kann künftig ein Mehrwert durch adaptive Produktionsführung realisiert werden (Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kommunikation, 2021). Zudem können durch virtuelle Prototypenerstellung Schwachstellen und Fehler frühzeitig identifiziert werden, was Zeit und Geld einspart (Riedelsheimer et al., 2020). Nicht zuletzt können Digitale Zwillinge durch Einbettung in das Metaverse neue Funktionen wie beispielsweise die Echtzeitvisualisierung einer Fabrik inkl. mobiler Robotik ermöglichen (Duong et al., 2023).



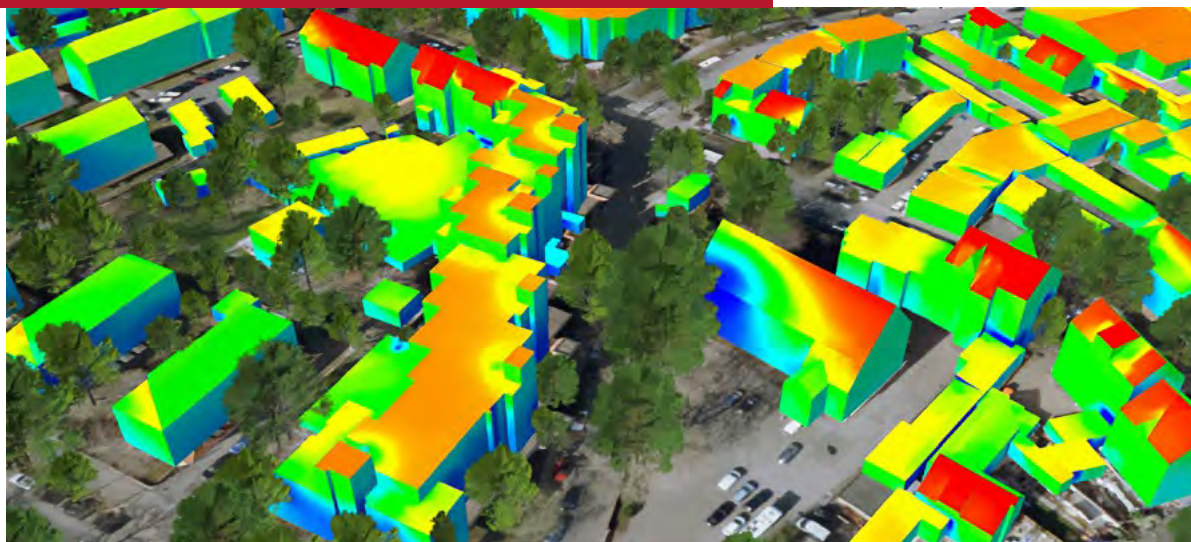
Schnittstellenprobleme stellen derzeit die größte Herausforderung für den gewinnbringenden Einsatz eines Digitalen Zwillings dar.

BEST PRACTICE



Einen Anwendungsfall des Digitalen Zwillings stellt der Neubau des Zentrums für Stoffwechselforschung der Universitätsmedizin Köln dar. Bei diesem Bauvorhaben wurde noch vor Baubeginn ein virtuelles Modell des gesamten Gebäudes erstellt, um den Baufortschritt während der Bauphase zu überprüfen. Durch das virtuelle Modell können Leitungen und Rohre exakt lokalisiert werden, was zum Beispiel zukünftige Reparaturmaßnahmen und damit verbunden Kosten reduzieren wird (Ministerium für Heimat, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023).

Auch bei der Städteplanung findet der Digitale Zwilling bereits heute erfolgreich Anwendung: Mithilfe eines urbanen digitalen Zwillings der Stadt Hannover können die solare Einstrahlung auf Dächer, der Schattenwurf von Gebäuden und das daraus resultierende Mikroklima simuliert werden (siehe Bild). Hierfür wurden virtuelle Modelle auf Basis von Google Maps und mithilfe von Künstlicher Intelligenz erstellt, welche reale Gebäudeformen sowie Straßen- und Baupositionen modellieren und so Ergebnisse in Form von sogenannten Heatmaps bereitstellen (Deutscher Städtetag, 2023).



© Deutscher Städtetag (2023)

3D-Druck/Additive Fertigung

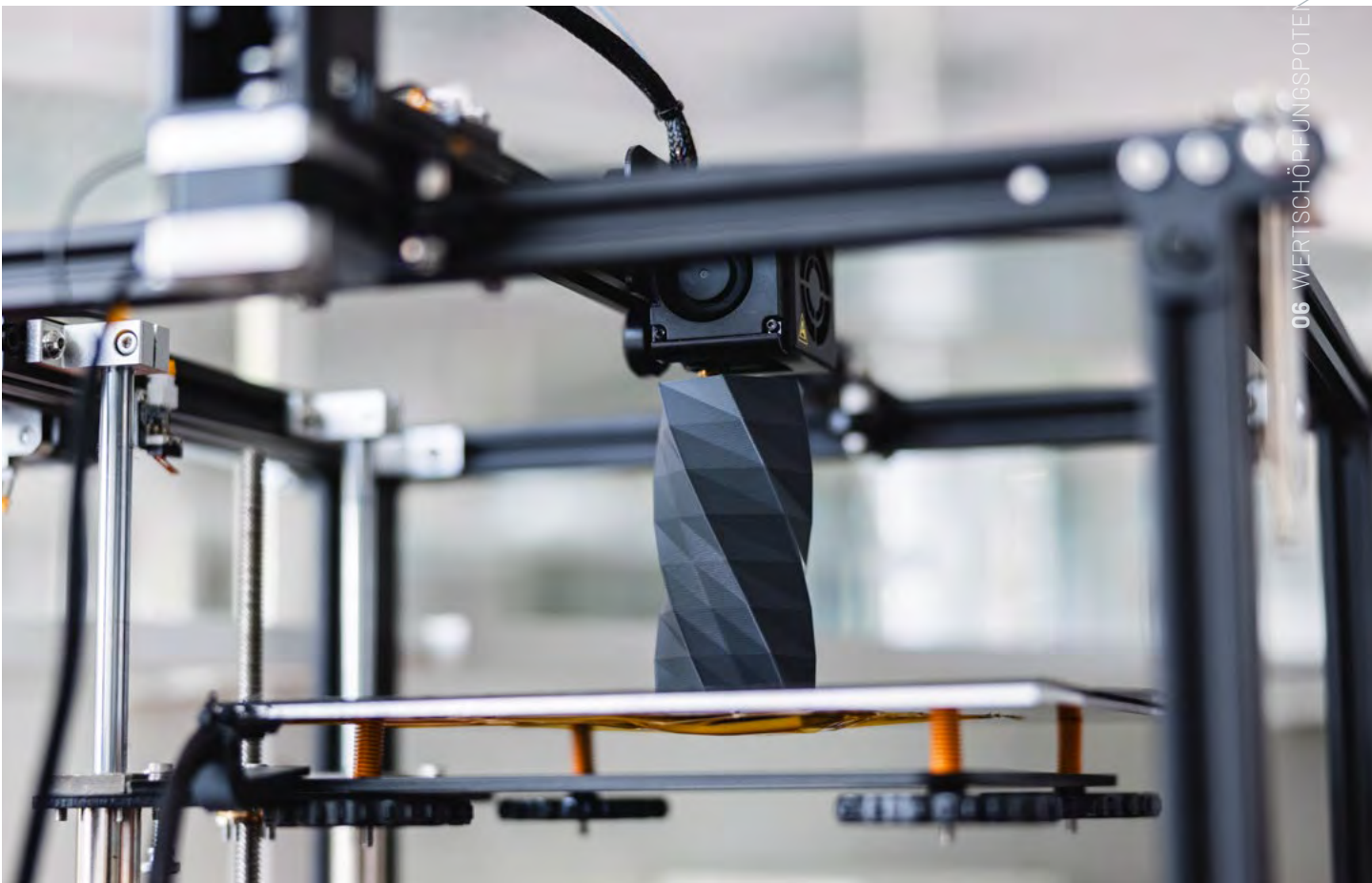


Innovationen sorgen für viele Anwendungsbereiche des 3D-Drucks

Additive Fertigungen bzw. 3D-Druck haben gegenüber anderen Fertigungsmethoden einen großen Vorteil durch die unkomplizierte Herstellung verschiedenster Formen. Dies erlaubt insbesondere eine schnelle Prototypenherstellung. Designer und Ingenieure können schnell und kostengünstig Modelle ihrer Entwürfe erstellen und testen, was die Innovationszyklen erheblich verkürzt. Darüber hinaus ermöglicht 3D-Druck eine hohe Individualisierung und Anpassung, was besonders in der Medizintechnik für maßgefertigte Prothesen und Implantate von Vorteil ist (Eichstädt/Spiecker, 2024).

Kurz erklärt:

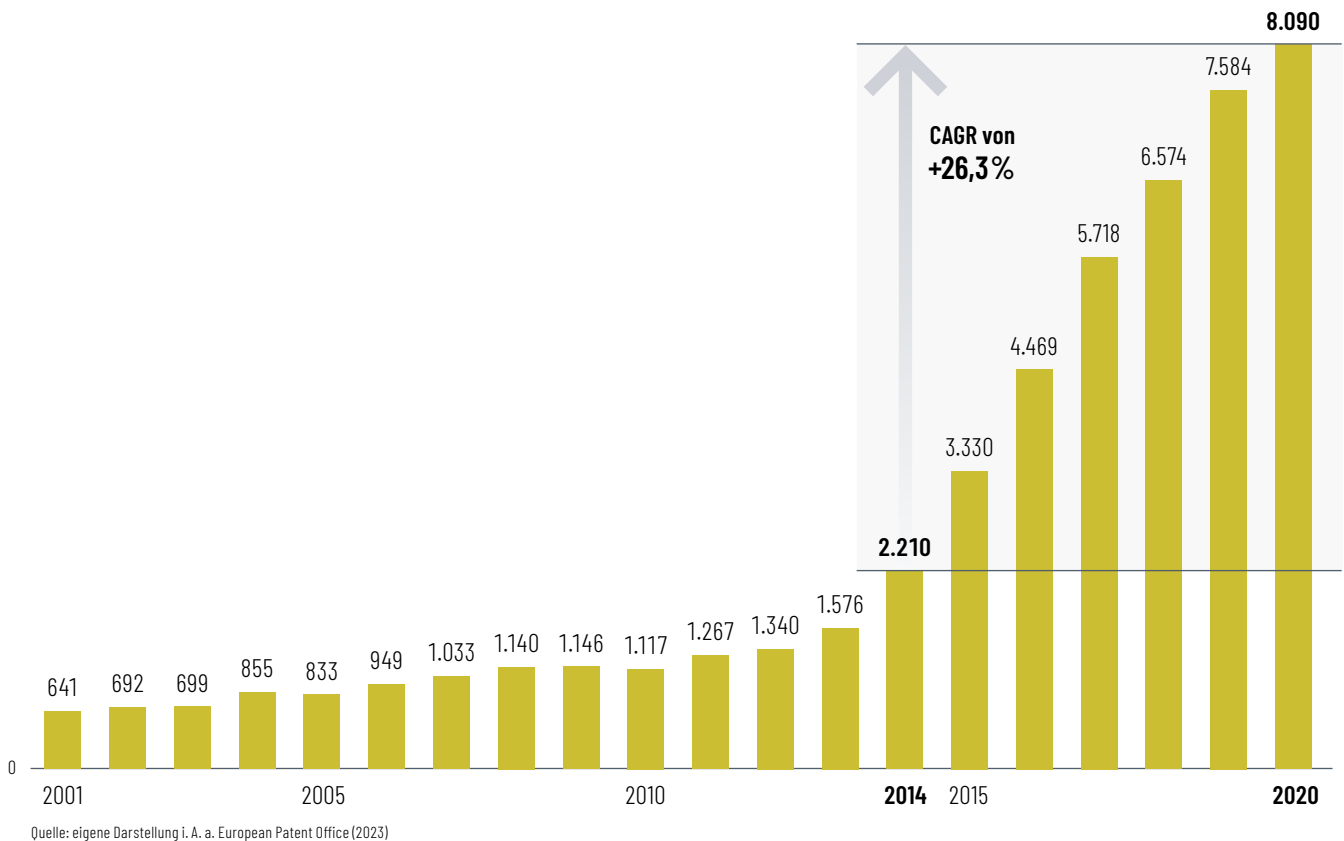
3D-Druck oder auch additive Fertigung bezeichnet ein spezielles Fertigungsverfahren für dreidimensionale Objekte. Hierbei wird das herzustellende Objekt virtuell entlang einer geometrischen Achse in Schichten zerlegt, die dann maschinell erzeugt und übereinander aufgetragen werden. Eine besondere Stärke des 3D-Drucks liegt darin, komplizierte Formen zu erzeugen, die mit anderen Maschinen nur schwer oder gar nicht herstellbar sind. Verschiedene Materialien, wie beispielsweise Kunststoffe oder Metalle, können dabei verarbeitet werden, was zu einer Vielzahl von Anwendungsbereichen führt. Neben klassischen Industriebranchen sind hier exemplarisch auch die Medizintechnik oder die Gastronomie zu nennen (Fischer, 2020).





Die Anwendungsmöglichkeiten des 3D-Drucks sind vielfältig. In der Industrie wird er zur Herstellung komplexer Teile eingesetzt, die mit traditionellen Methoden schwer herzustellen sind.

Abbildung 6-43 | Anzahl der Patente in additiven Fertigungstechnologien



In der Luft- und Raumfahrtindustrie hilft der 3D-Druck bei der Produktion leichter und dennoch robuster Komponenten. Auch im Bauwesen gewinnt er an Bedeutung, etwa durch den Druck von Gebäudestrukturen. In der Kunst und Mode ermöglicht er neue Formen des kreativen Ausdrucks, indem er komplexe und filigrane Designs realisierbar macht. Der 3D-Druck revolutioniert damit zahlreiche Branchen durch Effizienz, Flexibilität und neue Möglichkeiten der Gestaltung (Fischer, 2020).

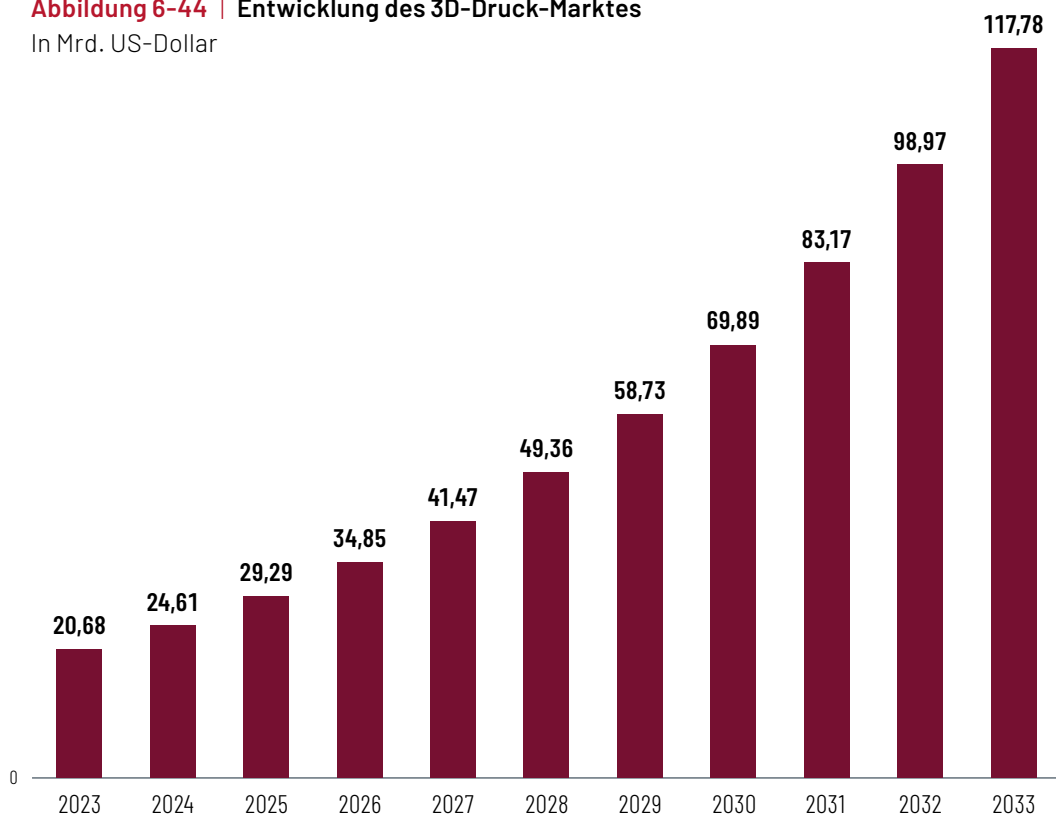
Die Zahl der Anwendungsmöglichkeiten ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Dies liegt an großen Innovationen in diesem Bereich, was sich auch in der Anzahl von Patenten widerspiegelt. Abbildung 6-43 zeigt die jährlichen Patentanmeldungen in allen additiven Fertigungstechnologien. Gab es bis 2006 noch weniger als 1000 neue Patente pro Jahr, waren es 2020 schon mehr als achtmal so viele. Speziell seit 2014 gibt es hier einen deutlichen Anstieg – die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate liegt bei 26 Prozent. Dieser Anstieg ist vor allem auf Patente in den Bereichen Gesundheit und Medizin, Transport und Werkzeugmaschinenbau zurückzuführen (European Patent Office, 2023).

Abbildung 6-44 | Entwicklung des 3D-Druck-Marktes

In Mrd. US-Dollar



blicken optimistisch oder
sehr optimistisch auf das
Potenzial des 3D-Drucks.



Quelle: Precedence Research (2024a)

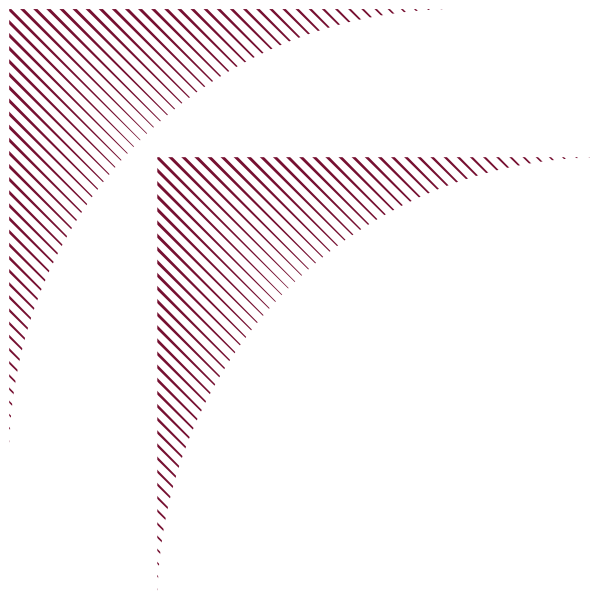
Starkes Wachstum des 3D-Druck-Marktes bis 2030

3D-Druck wird in den nächsten Jahren Schätzungen zu folge weiterhin an Bedeutung gewinnen. Abbildung 6-44 zeigt die durch das Marktforschungs- und Beratungsunternehmen Precedence Research **prognostizierte Entwicklung des weltweiten Marktes**. Zwischen 2023 und 2033 soll sich die Marktgröße auf fast 120 Milliarden US-Dollar mehr als verfünffachen. **Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 19 Prozent** (Precedence Research, 2024a).

Diese Entwicklung spiegelt sich auch in den Aussagen von Unternehmern wider, die mit 3D-Druck arbeiten. **Laut einer Befragung schauen 84 Prozent hinsichtlich des Potentials von 3D-Druck optimistisch oder sehr optimistisch in die Zukunft.** Lediglich 4 Prozent sind pessimistisch oder sehr pessimistisch (Sculpteo, 2022).

19%

lautet die Prognose für
die durchschnittliche
jährliche Wachstumsrate
des 3D-Druck Marktes.





BEST PRACTICE



Kupfer

als 3D-Druck Material. Für diese innovative Anwendung wurden Ford Mitarbeiter ausgezeichnet.

Die Ford-Werke GmbH mit ihrem Hauptsitz in Köln, nutzt in verschiedenen Kontexten 3D-Druck. In einem neuen 3D-Druckzentrum werden vor allem Werkzeuge und Hilfsmittel für die Fertigung erstellt, die mitunter bis zu 2,4 Meter lang sind. Aber auch Bauteile für verschiedene Fahrzeugtypen können so hergestellt werden. Der 3D-Druck zeichnet sich nicht nur durch Zeit- und Kosten-Vorteile aus, sondern auch durch Nachhaltigkeit. Die Drucker werden mit erneuerbarer Energie betrieben und das verwendete Material kann in zerkleinerter Form wiederverwendet werden (Ford, 2024a).

2023 hat Ford Mitarbeiter für eine innovative 3D-Druck-Anwendung mit einem Technologie-Preis ausgezeichnet. Das eher unübliche Druck-Material Kupfer ermöglichte es ein Werkzeug herzustellen, das so deutlich robuster und dessen Verschleiß wesentlich geringer ist (Ford, 2024b).

© Ford (2024a)

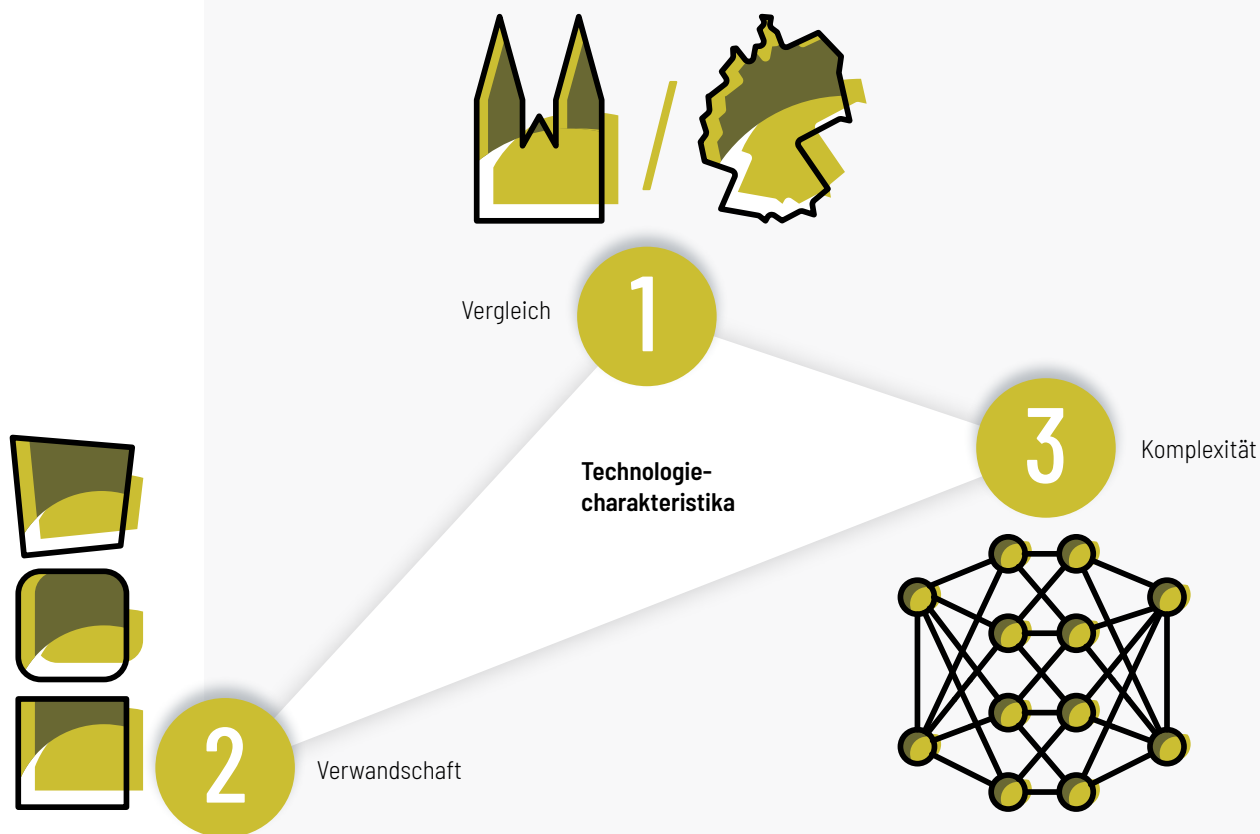


06.2.4

Weitere Ergebnisse der Patentdatenanalyse

Für eine Einschätzung des Innovationsstandorts in der Wirtschaftsregion Köln erlaubt die Patentdatenanalyse eine Charakterisierung des Technologieportfolios, aus dem Stärken und Schwächen sowie zeitliche Entwicklungen abgeleitet werden können. Wie zu Beginn des Kapitels 6.2 bereits kurz dargestellt, können insbesondere drei Technologiecharakteristika auf Basis der Daten bestimmt werden. Erstens erlaubt eine Bestimmung der regionalen Patentanmeldungen im Vergleich zu den bundesweiten Anmeldungen zu ermitteln, wo technologische Standortstärken vorliegen. Zweitens kann die Verwandtschaft von Technologien mit dem Portfolio Kölns ermittelt werden. Diese zeigt an, welche Technologien auf das bereits bestehende Technologieportfolio gut aufbauen. Drittens kann die Komplexität einer Technologie mit Hilfe der Patentdaten ermittelt werden, die in einem positiven Zusammenhang mit zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg steht und unter anderem eine Datengrundlage für das oben geschätzte Marktpotenzial darstellt (Mewes/Broekel, 2022).²⁵

Aus den Patentdaten geht hervor, dass **Köln insgesamt in 201 Technologieklassen (IPC-Unterklassen²⁶) einen relativen technologischen Vorteil hat. Das entspricht gut jeder dritten IPC-Unterklasse und spricht für eine gewisse Breite des Technologieportfolios.** Bei der Berechnung des technologischen Vorteils wird der Wirtschaftsraum Köln und Region, der lediglich fünf von 400 Kreisen umfasst, in das Verhältnis zur gesamten Bundesrepublik gesetzt. Die Region weist also nicht nur in wenigen ausgewählten Technologieklassen einen relativen Vorteil auf, sondern streut in verschiedene Technologiebereiche.

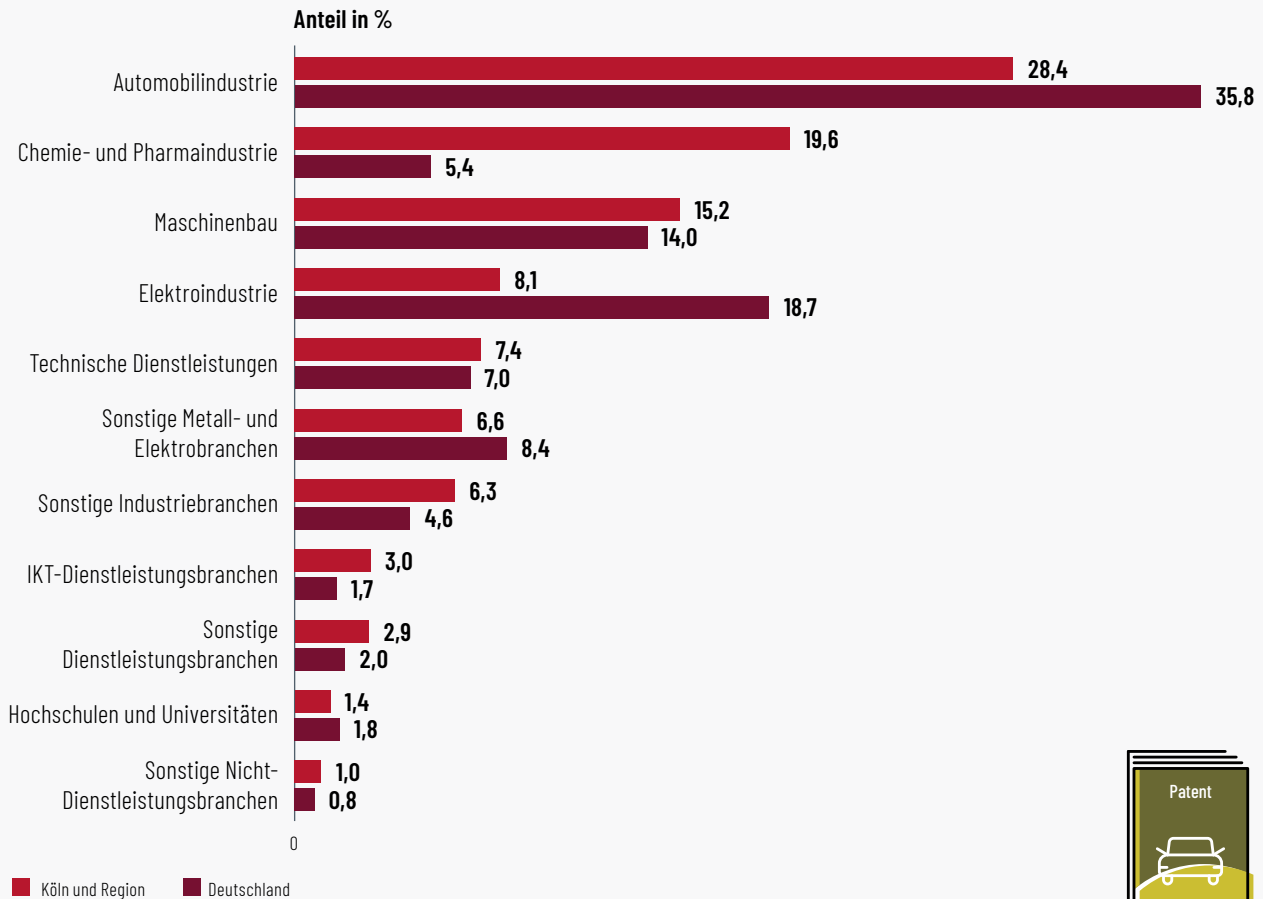


²⁵ Die theoretischen Grundlagen und Details zur Berechnung dieser drei Technologiecharakteristika sowie die Methodik der Patentdatenanalyse im Allgemeinen werden in Anhang 8.2.5 näher erläutert.

²⁶ IPC-Unterklassen sind die dritthöchste Aggregationsebene der Internationalen Patentklassifikation (International Patent Classification, IPC). Die IPC ist eine hierarchische Unterteilung von technischen Wissensselementen DPMA. Sie dient dazu, die technischen Inhalte von Patentanmeldungen zu kodifizieren und ermöglichen dadurch eine einfachere Auswertung oder Recherche. Die dritthöchste Ebene der IPC-Klassen, die Unterklassen, bietet einen guten Mittelweg aus Aggregation der in dem untersuchten Zeitraum insgesamt 69.000 verschiedenen genutzten IPC-Klassen und Detailschärfe im Vergleich zu den relativ allgemeinen Oberkategorien, wie beispielsweise Elektrotechnik oder Physik auf der höchsten Ebene, den sogenannten Sektionen. Die meisten Unterklassen lassen sich direkt einer Technologie zuordnen.

Abbildung 6-45 | Patentanmeldungen in Köln und Region im Vergleich

Patentanmeldungen nach Erfindersitz fraktional aufgeteilt nach Branchen der anmeldenden juristischen Personen für die Anmeldejahre 2016 bis 2020.

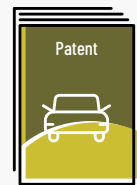


Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft (2024), eigene Berechnungen

Das zeigt auch die Verteilung der Patentanmeldungen über verschiedene Wirtschaftsbereiche deutlich, die in Abbildung 6-45 dargestellt ist. Zunächst fällt auf, dass die **Automobilindustrie mit 28,4 Prozent die meisten Patente in Köln und Region hervorbringt**. Das gilt auch im gesamten Land, wo der Anteil mit 35,8 Prozent sogar noch deutlich höher liegt.

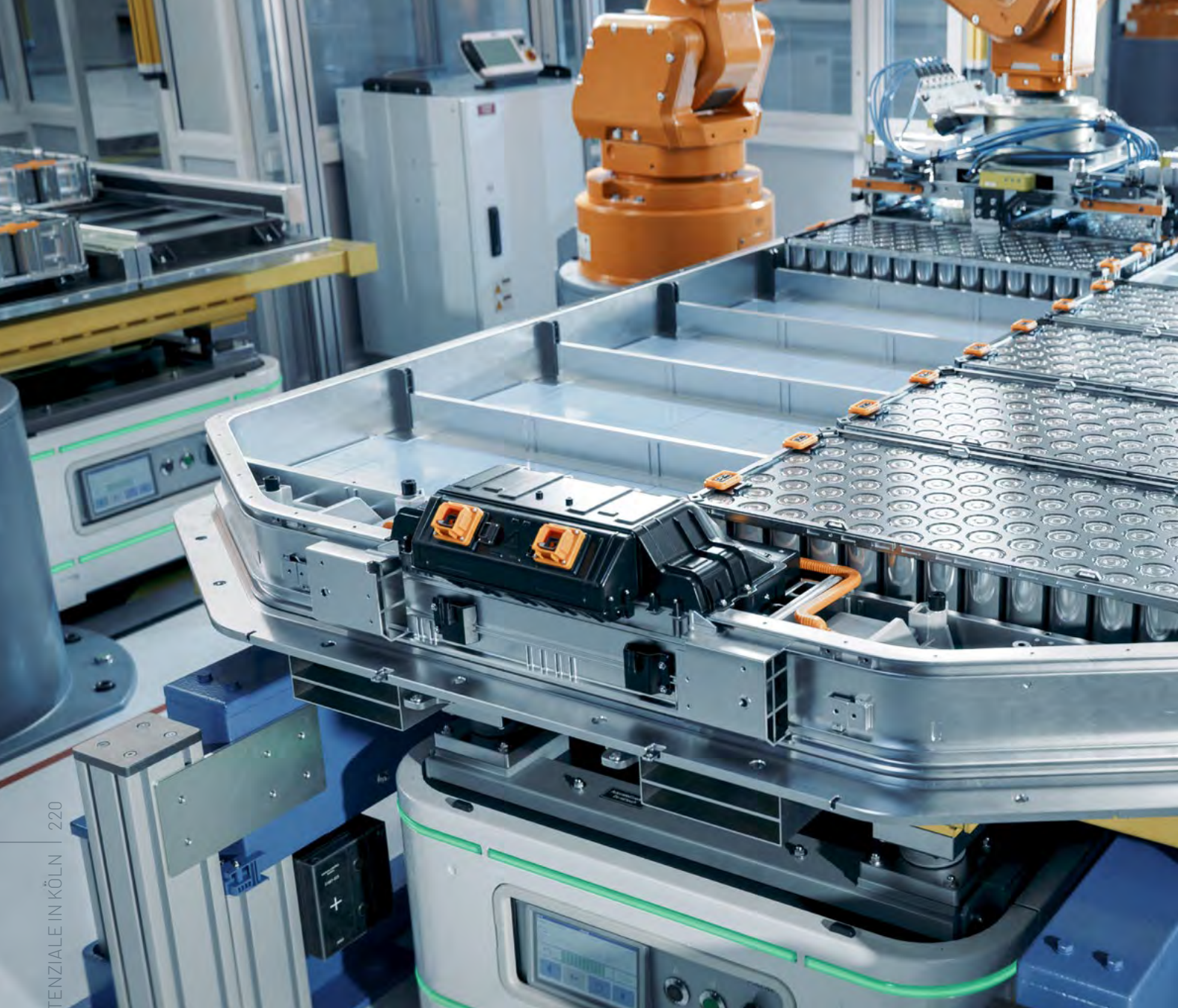
Die Patentanmelder aus dem Automobilbereich in der Region Köln mit – gemessen am Erfindersitz – mindestens 50 Patentanmeldungen vor Ort lauten (in absteigender Reihenfolge):

- Ford Motor Company,
- Adient Ltd. & Co. KG,
- Hanon Systems Co. Ltd.,
- KAUTEX TEXTRON GmbH & Co. KG,
- ZF Friedrichshafen AG,
- Federal Mogul Burscheid GmbH,
- Vitesco Technologies Lohmar Verwaltungs GmbH,
- Continental Automotive GmbH,
- GKN Ltd.,
- Pierburg GmbH sowie
- GKN Driveline International GmbH.



28,4%

der Patente aus Köln und Region stammen aus der Automobilindustrie.



Eine Analyse der Patentportfolios dieser Unternehmen zeigt, dass die Patent-schwerpunkte in einem stark dominierenden Ausmaß im Bereich des konventionellen Antriebsstrangs liegen (Getriebe zur Kraft-übertragung von Verbrennungsmotoren, Plastikspritzguss für Benzintanks, Kataly-satoren für Verbrennungsmotoren, Hitze-schilde für Verbrennungsmotoren und deren Komponenten, ...). Die Region Köln und Um-ggebung steht folglich angesichts des Struk-turwandels der Automobilindustrie vom klassischen Verbrennungsmotor hin zum

elektrifizierten Antriebsstrang vor der gro-ßen Herausforderung, dass die am hiesigen Standort patentaktiven Automobilunter-nehmen eine hohe Kompetenz im Bereich des konventionellen Antriebsstrangs aufweisen, während die Zukunft der Automobilindust-rie aller Voraussicht nach – nicht zuletzt an-gesichts des EU-Verbots zur Neuzulassung von Verbrennern nach dem Jahr 2035 sowie der Ankündigung zahlreicher Hersteller und Zulieferer, aus dem klassischen Verbrenner auszusteigen – nicht in diesem Bereich lie-gen wird.

Im Falle des mit Abstand patentaktivsten Automobilunternehmens in der Region, der Ford Motor Company, zeigt sich, dass dieses Unternehmen sehr wohl sehr forschungs- und in der Folge auch patentaktiv im Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs ist, die entsprechende Forschung jedoch in erster Linie an den Standorten in den USA und Kanadas durchführt. Gemessen an den über alle Forschungsstandorte weltweit ermittelten Patentanmeldungen des Ford-Konzerns liegen die Patentanmeldungen aus dem Bereich des elektrifizierten Antriebsstrangs mit denen aus dem Bereich des konventionellen Antriebsstrangs gleichauf. Am Standort Köln und Umgebung jedoch beträgt das entsprechende Verhältnis lediglich 0,42, d.h., die Patentanmeldungen zum konventionellen Verbrenner betragen das 2,5-Fache jener des elektrifizierten Antriebsstrangs. Auch die Städtereion Aachen mit dem dort angesiedelten Ford-Forschungszentrum kommt auf einen Wert von 0,27. In der gesamten Automobilbranche ist ein starker Rückgang der Patentanmeldungen zum konventionellen Antriebsstrang und ein starker Anstieg der Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang zu beobachten. **Am Automobilstandort Deutschland liegt der Referenzwert bereits bei 1,0, in China, dem auf den elektrifizierten Antriebsstrang spezialisiertesten Automobilstandort, sogar bereits bei über 6.**

Entsprechend besteht für Köln und Region hier starker Aufholbedarf. Gleichwohl ist der Trend bereits positiv: Im Verhältnis zur vorhergehenden Untersuchungsperiode 2011-2015 hat sich die Anzahl der Patentanmeldungen im Bereich Elektromobilität und -hybrid um 170 Prozent gesteigert. Auch das Verhältnis der Patentanmeldungen im Bereich Elektromobilität zum konventionellen Antriebsstrang ist von rund 0,09 auf 0,31 deutlich angestiegen. Diesen Trend gilt es, verstärkt fortzusetzen.

Über die Automobilindustrie hinaus stellt die **Chemie- und Pharmaindustrie mit rund jeder fünften Patentanmeldung in Köln und Region nicht nur den zweitstärksten Patentbereich in der Region dar, sondern auch einen starken relativen Schwerpunkt. Bundesweit beträgt der Patentanteil 5,4 Prozent und ist damit gut viermal kleiner.** Das hängt auch mit der wirtschaftlichen Größe der Chemie- und Pharmaindustrie in Köln und Region zusammen, allerdings ist die Diskrepanz bei den Patentanteilen deutlich größer als den Beschäftigungsanteilen. So ist der Beschäftigtenanteil der Chemie- und Pharmaindustrie in Köln und Region rund doppelt so hoch wie der bundesweite Beschäftigungsanteil. Das deutet daraufhin, dass diese Industrien nicht nur wirtschaftlich relativ stark in Köln und Region sind, sondern insbesondere auch technologie- und innovationsstark. In Bezug auf einzelne Technologien weist die Chemie- und Pharmaindustrie auch den stärksten relativen technologischen Vorteil auf: Hier halten Köln und Region in 54 Prozent der Technologieklassen einen relativen technologischen Vorteil, während der Anteil über alle Industrien hinweg bei 31 Prozent liegt.

Neben der Chemieindustrie sind Köln und Region auch im Maschinenbau und der sonstigen Industrie besonders innovationsstark. In beiden Bereichen haben Köln und Region einen etwas höheren Patentanteil als Deutschland insgesamt. Auf den Maschinenbau entfallen in Köln und Region 15,2 Prozent der Patentanmeldungen gegenüber 14 Prozent in Deutschland. In den sonstigen Industrien fallen 6,3 Prozent der Patentanmeldungen in Köln an, während es 4,6 Prozent in Deutschland sind.

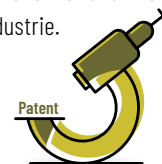


>6

ist der Referenzwert für die Patentanmeldungen zum elektrifizierten Antriebsstrang in China. In Deutschland liegt er bei eins.

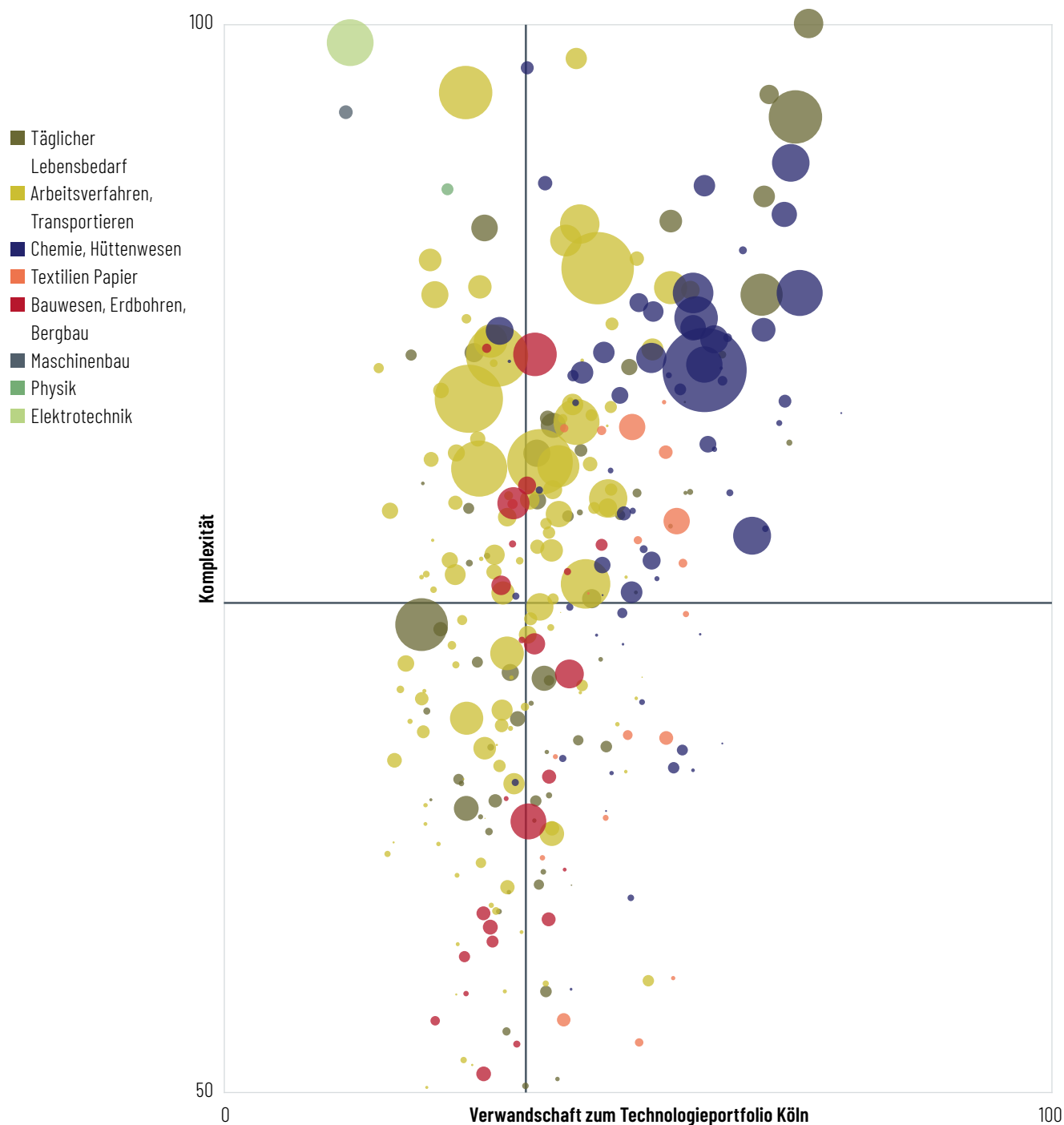
Ca. 4x

höher als bundesweit: In Köln und Region kommen rund 20 % der Patentanmeldungen aus der Chemie- und Pharmaindustrie.



**Abbildung 6-46 | Patentbasierte Einordnung von Technologien in Köln und Region
2016 bis 2020**

Die Größe der Punkte ist proportional zur Anzahl der Patentanmeldungen in Köln.



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung aufbauend auf Broekel et al. (2020)

Auch in einer Gegenüberstellung der Verwandtschaft zum Technologieportfolio Kölns und der Komplexität von Patenten, die in Abbildung 6-46 gezeigt wird, sticht der Chemiebereich deutlich hervor. Die Abbildung stellt alle Technologieklassen mit Einfärbung nach übergeordnetem Technologiebereich dar. Dem Technologiebereich Chemie und Hüttenwesen gehören viele Technologien an, die sowohl eine hohe Verwandtschaft zum Technologieportfolio Kölns und der Region als auch eine hohe Komplexität aufweisen. Außerdem weist die Region in den meisten von ihnen bereits einen technologischen Vorteil auf (schwarze Umrandung). In diesem Bereich befinden sich also viele technologische Stärken Kölns, die es weiter zu intensivieren gilt. Einzelne beispielhafte Technologien finden sich auch in Abbildung 6-10 im Bereich der Target-Technologien wieder.

Auch der Technologiebereich des täglichen Lebensbedarfs umfasst viele Technologien, die nah an Kölns Technologieportfolio sind. In diesem Bereich sind insbesondere Technologien aus dem Bereich der Medizin und Life Science führend (bspw. Medizintechnik).

Ein weiterer Technologiebereich, dem viele IPC-Unterklassen mit hoher Komplexität und Verwandtschaft zum Technologieportfolio Kölns und der Region angehörig sind, ist der Maschinenbau. Typischerweise sind Köln und Region in diesem Bereich in Technologien stark, die Verbindungen zur Chemie- oder Automobilindustrie aufweisen. Außerdem ist die Wärme- und Kältetechnik diesem Technologiebereich zuzuordnen, die als komplementäres Potenzial (s. Kapitel 6.2.2) besonders vielversprechend für zukünftige Investition ist, weil sie eine hohe Nähe zum Technologie-





portfolio sowie Komplexität aufweist, aber zurzeit noch keinen technologischen Standortvorteil.

Über alle Technologiebereiche hinweg lassen sich mit Hilfe der Patentdaten auch Patentakteure analysieren. Eine besondere Rolle für das Innovationssystem eines Standorts spielen hierbei **Hochschulen**.

Neben der Versorgung mit hochqualifizierten Arbeitskräften gehen von ihnen insbesondere forschungsbasierte Innovationsimpulse aus. Von besonderer Bedeutung ist, dass die Übertragung von grundlagenforschungsbasierter in konkrete Anwendungsmöglichkeiten gelingt. Patentanmeldungen repräsentieren einen der relevantesten Indikatoren, um dieses Potenzial des Technologietransfers von den Hochschulen in die Wirtschaft zu messen.

Mit kumuliert 50 Patentanmeldungen im Zeitraum der Jahre 2010 bis 2019 erreicht die Universität Köln den 45. Platz im Gesamtranking aller 178 im Vergleichszeitraum patentaktiven deutschen Hochschulen. Die Technische Hochschule Köln folgt mit kumuliert 25 Patentanmeldungen auf Platz 69, die Rheinische Fachhochschule Köln mit sechs Anmeldungen auf Platz 117 und die Deutsche Sporthochschule Köln mit zwei Anmeldungen auf Platz 157.

Unter den 108 patentaktiven Hochschulen mit anwendungsorientiertem Schwerpunkt (Fachhochschulen) belegt die Technische Hochschule Köln einen bemerkenswerten achten Platz. Mit ihrem Schwerpunkt in den forschungs- und patentaffinen Bereichen Ingenieurwissenschaften und Informatik zählt sie in Erfüllung ihres Claims zu den innovativsten Hochschulen für angewandte Wissenschaften hierzulande.

Unter den 76 im Vergleichszeitraum patentaktiven Universitäten belegt die Universität Köln den 45. Platz. Spitzenreiter TU Dresden kommt im Vergleichszeitraum auf 684 An-

meldungen. Als nachteilig in puncto Output anwendungsorientierter Forschung erweist sich die Tatsache, dass die Universität Köln als nahezu einzige der großen deutschen Universitäten auf einen ingenieurwissenschaftlichen Fachbereich verzichtet. Ihre relativen Forschungsschwerpunkte (auch im Patentbereich) liegen in den Bereichen Biochemie, Biologie und Chemie und sind damit zwar gut an das technologische Profil der Region angepasst, doch wäre eine Stärkung ihrer Patentleistung in den Bereichen IT und technische Ingenieurwissenschaften – insbesondere im Bereich Digitalisierung – wünschenswert, um sowohl als Partner der nicht-chemisch geprägten regionalen Wirtschaft an Bedeutung zu gewinnen, als auch die steigenden Bedürfnisse der chemisch geprägten Wirtschaft in Bezug auf digitalisierte Geschäfts- und Produktionsprozesse erfüllen zu können.

FAZIT

Köln ist technologisch breit aufgestellt mit Patentaktivitäten in vielen, vor allem industriellen, Bereichen. Besondere Schwerpunkte liegen allen voran in der Chemie- und Pharmaindustrie, aber auch im Maschinenbau und der Automobilindustrie. Kölner Hochschulen sind zentrale Innovationstreiber. Die TH Köln ist im IT- und Ingenieursbereich besonders stark, Stärken der Uni Köln liegen im Bereich der Biochemie, Biologie und Chemie.



Platz 8

für die TH Köln im Ranking der patentaktivsten Fachhochschulen. Sie spielt damit eine wichtige Rolle im Innovationssystem von Köln und Region.

Handlungs- empfehlungen

- 07.1
**Wertschöpfungspotenziale
heben durch
Wirtschaftsfreundlichkeit**
232
- 07.2
**Wertschöpfungspotenziale
heben
durch Best-in-Class-Ansatz**
236
- 07.3
**Wertschöpfungspotenziale
heben durch
verwandte Branchenvielfalt**
238
- 07.4
**Wertschöpfungspotenziale
heben durch
Netzwerke knüpfen**
242
- 07.5
**Wertschöpfungspotenziale
heben mit
höchster Attraktivität**
246





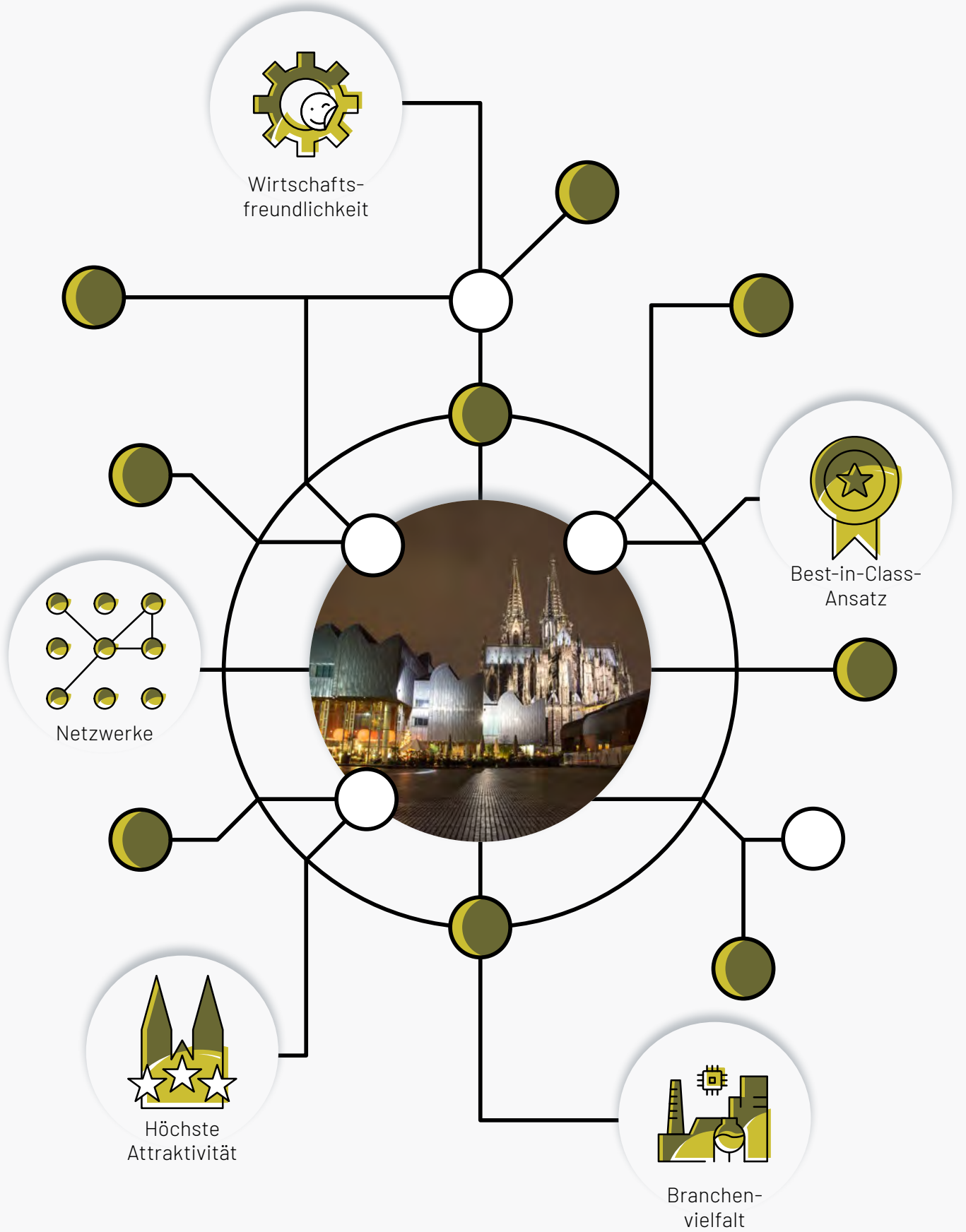
07 Handlungsempfehlungen

Die fünf Handlungsfelder adressieren Hauptwege und Nebenwege, die unmittelbar und mittelbar einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, Wertschöpfungspotenziale in Köln und Region zu heben, indem erstens wertschöpfungsstarke Unternehmen angesiedelt werden und zweitens die Innovationskraft und Produktivität der ansässigen Unternehmen erhöht werden.²⁷

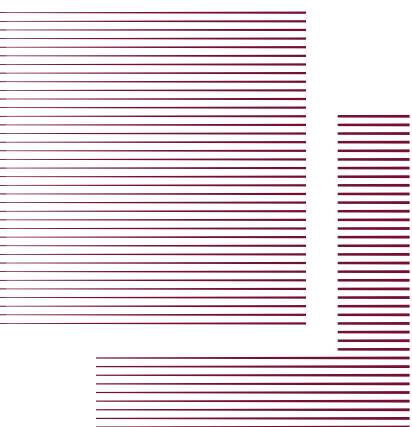
Entscheidend dafür ist, dass alle Akteure gemeinsam an einem Strang ziehen: Die Stadtpolitik und -verwaltung die Chancen wahrnimmt, die eine Fokussierung auf die Wirtschaft entfaltet, indem Steuereinnahmen steigen, die Wirtschaft floriert und Köln auf der Landkarte als Leuchtturm wirtschaftlicher Performance mit einem resilienten Innovations-Ökosystem und einem geschärften wirtschaftlichen Profil erscheint. Die anderen regionalen Akteure in Stadt und Region unterstützen mit dem Aufbau eigener Netzwerke zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, mit der Entwicklung wirksamer Unterstützungsangebote, mit konstruktiven Überlegungen, mit gemeinsam finanzierten Projekten, die der gesamten regionalen Entwicklung zugutekommen und mit gesellschaftlichem Engagement in High-Level-Gesprächskreisen, deren Wirken die Rahmenbedingungen der regionalen Wirtschaft spürbar optimieren.

Es wird vorgeschlagen, Kölns Profil in den Bereichen Industrie und Digitales sowie Industrie und Dekarbonisierung herauszuarbeiten. Die Verknüpfung von Engineering Know-How mit digitalem Know-How zählt auf das erfolgreiche Geschäftsmodell Deutschlands ein, gleichermaßen wie die Dekarbonisierung, die zentral für die Transformation der deutschen Industrie in eine klimaneutrale Welt ist. Gelingen die beiden Transformationen, können Unternehmen aus Köln und Region neue globale Marktanteile erschließen und zu einer Renaissance der Industrie beitragen, sofern auch die Rahmenbedingungen optimiert werden. Die in diesen Bereichen eingesetzten Technologien stärken das Innovationsprofil, erhöhen die Wachstumsdynamik am Standort, steigern die Produktivität und damit die Resilienz der ganzen Region.

27 Die Empfehlungen innerhalb der fünf Handlungsfelder greifen alle ineinander und entfalten ihre größte Wirkung, wenn möglichst viele von ihnen gleichzeitig umgesetzt werden. Eine Priorisierung ergibt sich grob aus der Reihenfolge der Empfehlungen innerhalb der Handlungsfelder.







Um eine solche wirtschaftliche Dynamik zu entfachen, erscheint ein Dreiklang im Zusammenspiel aller regionalen Entscheidungsträger hilfreich:

1

Mindset-Wandel in Politik und Verwaltung herbeiführen, dass insbesondere mit Blick auf die beiden großen Transformationen Digitalisierung und Dekarbonisierung finanzielle Spielräume im städtischen Haushalt bestehen müssen, die nur durch wirtschaftliche Aktivitäten der Unternehmen vor Ort gewährleistet werden können.



2

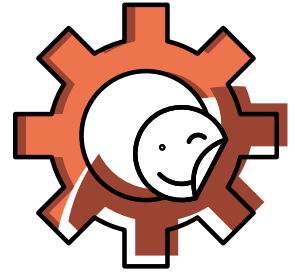
Ein kleines Leuchtturmprojekt umsetzen, um Signale nach draußen zu senden, dass die Attraktivität Kölns gesteigert wird und Unternehmensansiedlungen willkommen sind. Ein Beispiel hierfür könnte ein *Innovation Park* sein (s. Kapitel 7.4).



3

Parallel dazu mittelfristig eine zusammenhängende Industriefläche von 150-250 Hektar erschließen, um Ansiedlungen großer und innovativer Industrieunternehmen zu ermöglichen. Eine regelmäßige Befragung unter allen Wirtschaftsförderern in Deutschland zeigt, dass insbesondere in Westdeutschland so gut wie keine freien Industrieflächen mehr verfügbar sind (IW Consult, 2024b). Köln hat direkten Zugang zu einem leistungsfähigen Energienetz durch die Historie des Rheinischen Reviers und zu einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur. Die Hochschullandschaft ermöglicht zudem den Zugriff auf hochqualifizierte Absolventen. Dieser Dreiklang – Flächen, Ökostrom und Fachkräfte – ist von zentraler Bedeutung für hochklassige Ansiedlungen, wie die Vergangenheit mit Blick auf Tesla, Intel oder Northvolt zeigt (Golling/Jarolin, 2022). Daraus könnte ein großes Leuchtturm-Projekt entstehen.





1

07.1

Wertschöpfungspotenziale heben durch Wirtschaftsfreundlichkeit

Eine zentrale Stellschraube für die Hebung von Wertschöpfungspotenzialen ist eine wirtschaftsfreundliche Ausrichtung von Lokalpolitik und Stadtverwaltung. Die Kölner Unternehmen attestieren hier einen großen Bedarf im umfassenden Sinne, begonnen bei einem unternehmerisch geprägten Mindset und der besseren Ausnutzung von Ermessensspielräumen über beschleunigte Planungs- und Genehmigungsverfahren. Mit dem Bewusstsein für die grundlegende Bedeutung einer starken Wirtschaft für die kommunale Finanzkraft wären zudem weitsichtige und wirtschaftsfreundliche Stadtplanungsprozesse von großem Mehrwert für die Unternehmen vor Ort und die Haushalte der Stadt und umliegenden Regionen selbst. Das betrifft unter anderem den Schutz von Industrie- und Gewerbeflächen vor Einschränkungen, eine adäquate Verkehrs- bzw. Logistikpolitik sowie wirksamere und übersichtlichere Förderstrukturen.



■ **Mindset Wandel mit klarer strategischer Agenda und Anreizsystemen in der Verwaltung herbeiführen.**

Verwaltung funktioniert dann gut, wenn eine klare, strategische Agenda (wie bspw. mit einem Fokus auf die Wirtschaft) von der Stadtführung verfolgt und diese in die Verwaltung und Politik kommuniziert und mit konkreten Meilensteinen in der Umsetzung unterlegt wird. Meilensteine könnten beispielsweise ein konkretes Agenda-Setting für die nächsten Jahre, die Ausweisung neuer Industrieflächen oder zeitliche Zielvorgaben für Genehmigungsverfahren darstellen. Damit entsteht auf der einen Seite ein implizi-

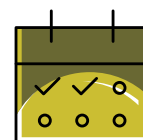
tes Anforderungsprofil an die Stadtverwaltung – auf der anderen Seite sollte dies flankiert werden mit neuen Anreizmechanismen. Diese könnten in Bottom-up-Workshops mit Teams in der Verwaltung entwickelt werden, um Engagement auf allen Ebenen zu erzeugen. Im Rahmen einer solchen strategischen Agenda sollten *key performance indicators* (KPIs) entwickelt werden, die den Fortschritt bei der Umsetzung der Meilensteine messen. Anknüpfend an die KPIs ließe sich auch ein monetäres Anreizsystem für die Beteiligten entwickeln, was durchaus im Einklang mit dem Tarifrecht möglich ist.



■ **Ermessensspielräume nutzen.** Es gibt große Ermessensspielräume bei der Einhaltung von Verfahren, Richtlinien und anderem. Das angloamerikanische Modell geht hier einen anderen Weg als den deutschen. **In der Regel werden Verfahren dort viel schneller genehmigt.** Damit einher geht aber auch die unternehmerische Verantwortung, im erlaubten Rahmen zu agieren. Vorhaben werden stichprobenhaft geprüft. So entstehen mehr Freiheitsgrade für Unternehmen und freiwerdende Kapazitäten in den Verwaltungen können für die Unterstützung von Bürgern und Unternehmen bei komplexen Antragsverfahren eingesetzt werden. Damit würde auch die Anreizstruktur verbessert. **Verwaltungsangestellte müssten nicht alle Eventualitäten und Unsicherheiten bis ins kleinste Detail prüfen und hätten mehr Handlungsspielräume.** Seit einiger Zeit wird auf Ebene der Bundespolitik zurecht darauf hingewiesen, dass auch in Verwaltungen stärker Freiheitsgrade genutzt werden müssten, um Flexibilität und Unschärfen zugunsten neuer Impulse zuzulassen.



■ **Das Ohr auf die Straße legen.** Eine wirtschaftsfreundliche Ausrichtung der Politik und Verwaltung könnte durch regelmäßige Befragungen und High-Level-Diskussionsrunden zwischen Stadt und Region und Unternehmerschaft beflügelt werden, um eine klare gemeinsame Strategie gemeinsam und konsensual zu entwickeln und entlang den unternehmerischen Anforderungen zu priorisieren. Bei einem solchen Dialog – von denen es bereits viele in Köln gibt, denen es aber an oftmals Durchschlagskraft mangelt – muss eine Person die Fäden in der Hand halten und den Prozess proaktiv steuern. Die Stadt Coburg – eine der wirtschaftsstärksten Regionen Deutschland trotz ihrer nur gut 40.000 Einwohner – nutzt beispielsweise solche Foren, um im Dialog mit den wichtigsten Unternehmen der Stadt das eigene Ambitionsniveau immer weiter zu steigern. Die internationale Ausrichtung der strukturprägenden Unternehmen setzt Coburg in einen internationalen Standortwettbewerb, den die Stadt mit großem Ehrgeiz annimmt. Ein solches Miteinander zwischen Politik, Verwaltung und Wirtschaft wäre ein wichtiges Signal an die Unternehmerschaft, dass eine Agenda wie die Stärkung des Wirtschaftsstandorts ernst genommen wird und konkrete, gemeinsam zu erarbeitende Meilensteine damit verknüpft werden. Damit einher geht auch, dass die Politik Kölns und der Region einen solchen Prozess dafür nutzen könnte, mit der gemeinsamen Finanzierung von Vorhaben Win-Win-Situationen zu kreieren.



Schnellere Verfahren

durch die Schaffung von mehr Handlungsspielräumen.



High-Level-Diskussionen

zwischen Politik, Verwaltung und Unternehmerschaft können helfen eine klare gemeinsame Strategie gemeinsam und konsensual zu entwickeln.



■ **Benchmarks sammeln und Koalition der Mutigen bilden.**

In Deutschland gibt es an vielen Orten mutige Entscheidungsträger, die die Wirtschaft ihrer Region erfolgreich weiterentwickeln. Solche guten Beispiele könnten im Rahmen einer „Koalition der Mutigen“ ausgetauscht werden. So gibt es beispielsweise Städte wie München, die Erfolgsmetriken aus Gütezeichen wie der „Mittelstandsorientierten Kommunalverwaltung“ einsetzen, um ihre Prozesse und Strukturen kontinuierlich zu verbessern. Erfolgreiche Strategien könnten dann in den lokalen High-Level-Diskussionsrunden aufgegriffen und auf die spezifischen Gegebenheiten Kölns und der Region angepasst werden. Durch den Austausch entstünden auch überregionale Kooperationspotenziale, indem größere Vorhaben gemeinsam angestoßen werden könnten – beispielsweise Wissenstransfers, Pilotprojekte oder Reallabore. Dabei geht es auch darum, gemeinsam Ermessensspielräume auszuloten und im Zweifel von übergeordneten Stellen wie Landes- oder Bundesministerien mit geeinter Stimme einzufordern. Städte wie Wuppertal, Herne oder Wolfsburg, aber auch Metropolen wie Hamburg oder München verfolgen langfristige, erfolgreiche Strategien, teilweise unter herausfordernden Rahmenbedingungen. Ein solcher Zusammenschluss würde überregionale Aufmerksamkeit erzeugen und könnte auch dafür genutzt werden, gezielt Unternehmen zusammenzubringen oder komplementäre technologische Exzellenz herauszubilden.



■ **Zentrale Plattform für Aktivitäten und Förderprogramme der regionalen Stakeholder bereitstellen.**

Akteure wie KölnBusiness, Arbeitgeber Köln, die IHK und HWK bieten alle eigene Services zur Unterstützung der Unternehmen. Diese sollten auf einer Plattform für Köln und Region gebündelt werden. Ein Projektmanager könnte in regelmäßigen Austausch mit allen Stakeholdern stehen und effiziente Arbeitsteilungen anregen. Damit lassen sich auch besser Redundanzen zwischen den einzelnen Angeboten aufdecken. Die Bündelung ermöglicht zudem das Angebot besser an der Nachfrage zu steuern, indem erfolgreiche Programme intensiviert und ausgeweitet und weniger erfolgreiche Programme eingestellt werden. Generative KI erlaubt eine hohe Nutzerfreundlichkeit durch KI-gestützte Suchen, wodurch Übersichtlichkeit bei gleichzeitiger Vielfalt gewährleistet werden kann.





2

07.2

Wertschöpfungspotenziale heben durch Best-in-Class-Ansatz

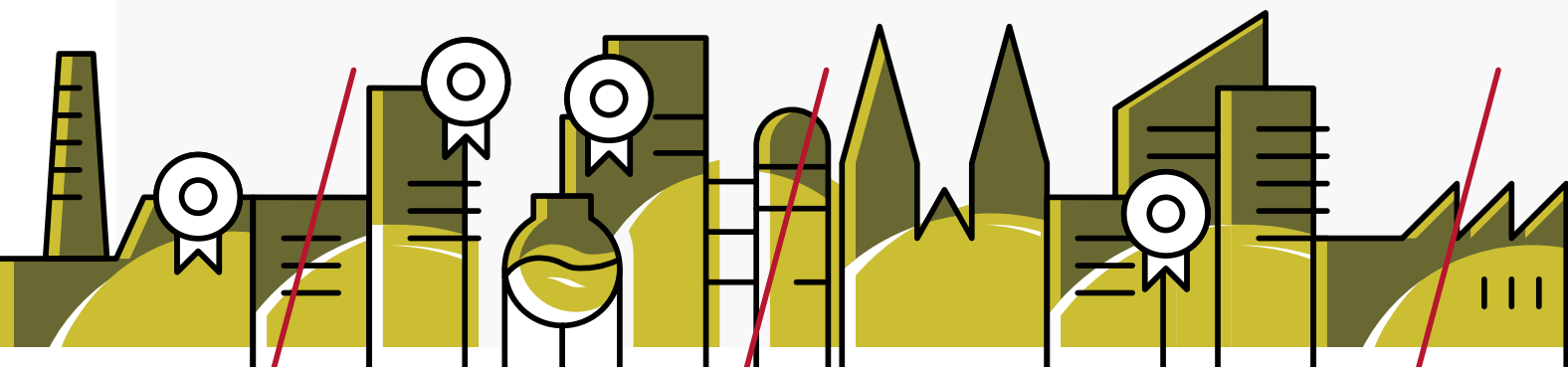
Hohe Wertschöpfung entsteht durch erfolgreiche Unternehmen, die produktiv und innovativ sind und in Innovations-Netzwerken kooperieren. Ein zentrales Wertschöpfungspotenzial liegt in Köln in einer gezielten Auswahl zur Ansiedlung und Weiterentwicklung von Bestandsunternehmen im Sinne eines *Best-in-Class*-Ansatzes. Die Studie zeigt, dass große Unterschiede zwischen Unternehmen in Bezug auf ihren unternehmerischen Erfolg, ihr Wachstum, ihre Nutzung von Technologien, Innovationsfähigkeit und -verhalten bestehen – relevante Faktoren, die die Wertschöpfung am Standort beeinflussen. Über eine resilientere Wirtschaftsstruktur mit erfolgreichen Unternehmen würden auch die finanziellen Spielräume in den Haushalten Kölns und der Region ausgeweitet werden können.



■ **Sich bei Neuansiedlungen von Unternehmen an einer Best-in-Class-Logik orientieren.** Köln hat nur noch wenige freie Industrie- und Gewerbeflächen.

Diese sollten dementsprechend gezielt an vielversprechende Unternehmen vergeben werden. Dazu können als Anhaltspunkte Kennziffern des Unternehmenserfolgs dienen wie z. B. eine hohe Produktivität oder Umsatzrendite innerhalb der eigenen Branche,

ebenso wie ihre Innovationstätigkeit und Nutzung von KI und weiteren Technologien, die wesentlich mit Unternehmensperformance einhergehen. Benchmarks werden im Rahmen dieser Studie vorgelegt, also beispielsweise Rendite- und Produktivitätsverteilungen oder die Innovationskooperationsintensität von Unternehmen. Auch die Nähe zum Technologieportfolio von Köln und Region und damit den Forschungseinrichtungen





■ **Bestandsunternehmen bei der Entwicklung zu einem Best-in-Class Unternehmen fördern.** Unternehmen in allen Branchen haben **durch gezielte Nutzung von**

Technologien und Innovationstätigkeit das Potenzial, ihre Wertschöpfung zu steigern. Das betrifft auch funktionssichernde Bereiche wie das Handwerk. Gemeinschaftliche Unterstützungsangebote verschiedener Akteure (Stadt, Land, Unternehmen) zur Weiterbildung in der Nutzung von KI oder anderen digitalen Technologien sind hier besonders vielversprechend, weil sie Geschäftsmodelle modernisieren und zukünftige Wertschöpfung sichern. Die zielgerichteten Unterstützungsangebote sollten laufend mit einer Benchmarkgruppe von Unternehmen gemonitort werden, um wirksame Unterstützungen anbieten und diese gegebenenfalls flexibel justieren zu können. Die bestehenden Unterstützungsangebote sind aktuell relativ unbekannt und werden ausbaufähig bewertet. Zusätzlich könnte ein Wettbewerb hilfreich sein, in dem von einer High-Level-Jury drei Unternehmen ausgezeichnet werden, die die größten Sprünge nach festgelegten KPIs (bspw. Produktivität) verzeichnen und daraus Best Practices bilden, die andere Unternehmen inspirieren. Ein Beispiel für solche Wettbewerbe ist der Innovationspreis NRW, der 2024 in Köln ausgerichtet wird und sowohl mit Ministerpräsident Wüst als auch Wirtschaftsministerin Neubaur illustre Speaker hat.

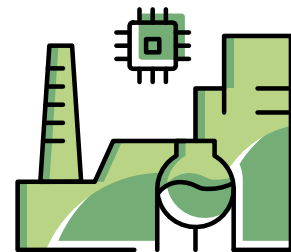
gen für Kooperationen kann als Orientierungspunkt dienen. Das betrifft digitale Technologien, wie beispielsweise Künstliche Intelligenz, Cloud Computing, Process Mining, Everything-as-a-Service (XaaS), Web 3.0 und Internet of Things, vor allem im industriellen Kontext (Stichwort *Advanced System Engineering*) und im Bereich der Chemie und Life Science sowie Biotechnologie. Auch Quantentechnologie, 3D-Druck und Wasserstofftechnologien mit industriellen Anwendungen liegen im Portfolio Kölns und der Region und sind Technologien, denen hohe Wachstumspotenziale zugeschrieben werden. Wichtige komplementäre Technologie-Potenziale Kölns liegen in Nanotechnologien, Batterietechnologien, Wärme- und Kältetechnik, sowie im Bereich der Elektromobilität. **Eine erfolgreiche Ansiedlungsstrategie, die sich daran orientiert, trägt dazu bei, dass vermehrt innovations- und wachstumsstarke sowie produktive Unternehmen und Start-ups nach Köln kommen und damit die Wirtschaftsstruktur resilienter werden lassen.** Das kommt sowohl dem Wohlstand des Standorts zugute als auch der Stadtkasse und den Haushalten der umliegenden Region über höhere Gewerbesteuerereinnahmen und hilft dabei, am Standort ein herausragendes Innovations-Ökosystem zu entfalten, und damit die Potenziale als viertgrößte Stadt Deutschlands zu heben.



Eine erfolgreiche Ansiedlungsstrategie zieht innovations- und wachstumsstarke sowie produktive Unternehmen und Start-ups nach Köln.



Auch das Handwerk kann seine Wertschöpfung durch gezielte Nutzung von Technologien und Innovationstätigkeit steigern.



3

07.3

Wertschöpfungspotenziale heben durch verwandte Branchenvielfalt

Große Innovations- und somit Wertschöpfungspotenziale entstehen in einer Wirtschaft, die durch verwandte Vielfalt geprägt ist. Hier arbeiten Unternehmen zusammen, die eine Wissens- und Technologiegrundlage teilen und so von Wissenstransfers und Spill-over-Effekten profitieren und an technologischen Rändern innovieren können. Deswegen sollte ein *Best-in-Class* Ansatz mit verwandter Vielfalt im Kontext breiter Wertschöpfungsverbünde zusammen gedacht werden. Eine besondere Rolle kommt dabei in Köln und Region industriellen und digitalen Unternehmen zu, die mit verwandten Technologien des Technologieportfolios der Region arbeiten oder wertschöpfungsstarke Wirtschaftsverflechtungen mit diesen aufweisen. Diese Kombination würde mehrere positive Effekte entfalten: Es entstünde ein klarer Technologiefokus für Köln und Region, der die Profilbildung der Region erleichtern würde. Ausstrahlungseffekte zwischen den Branchen durch gemeinsame Innovationsaktivitäten würden zudem die Resilienz des Standorts erhöhen.



■ Unternehmen und Branchen an der Schnittstelle zwischen Industrie und digitalen Technologien fördern.

Innerhalb des Technologieportfolios der Region Köln gibt es viele Innovationspotenziale. Gerade zwischen den industriellen Bereichen Chemie, Life Science, Biotechnologie und der Informatik bestehen enge technologische Verbindungen im Sinne der verwandten Vielfalt, die erhebliches Innovationspotenzial bergen. Eine enge Zusammenarbeit der Unternehmen aus diesen Branchen am Standort Köln könnte sich vom Münchner Biotech-Ökosystem inspirieren lassen, das seit Jahrzehnten sehr erfolgreich im Landkreis Mün-

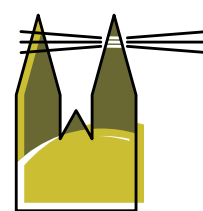
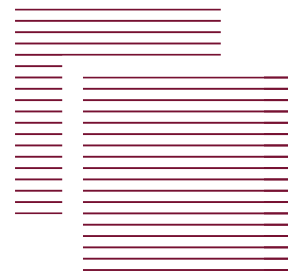


chen etabliert wurde. Ein zweites Beispiel ist die Verknüpfung von digitalen Technologien und dem Maschinen- und Anlagenbau, ähnlich wie im Stuttgarter Raum, in dem es ein Innovations-Ökosystem zwischen Ingenieur- und IT-Dienstleistern, Maschinenbauern und Automotive-Unternehmen gibt, beispielsweise mit der ARENA2036. *Advanced Systems Engineering*, die Verbindung industrieller Hardware mit Software zu einer Lösung, ist ein Beispiel dafür. Bereits heute sind die genannten Branchen in Köln und Region wertschöpfungsstark. Eine gezielte Ansiedlung erfolgreicher und technologiestarker Unternehmen in diesen Branchen würde das Innovations-Ökosystem im Raum Köln nachhaltig stärken, damit die wirtschaftliche Resilienz erhöhen und die Wertschöpfung der Zukunft sichern. Auch der Aufbau von Partnerschaften zwischen ansässigen Unternehmen und passenden anderen Unternehmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen sowie Peer-2-Peer-Matching an technologischen Rändern – also das gezielte Zusammenbringen von Wirtschaft und Wissenschaft durch regionale Akteure wie Kammern, Verbände oder Wirtschaftsförderungen – trägt zum Aufbau eines solchen Innovations-Ökosystems bei. Bereits ansässige Unternehmen können auch mit der Bereitstellung von Best Practices sehen, wie solche Entwicklungen an technologischen Rändern in anderen, verwandten Kontexten erfolgreich umgesetzt wurden und von einer direkten, vertrauensbildenden Ansprache der Unternehmen durch regionale Stakeholder motiviert werden.



■ **Wissenschafts- und Forschungslandschaft gezielt weiterentwickeln.**

Zentral für die Hebung von Wertschöpfungspotenzialen in Köln und Umgebung ist eine hohe Passgenauigkeit zwischen den eingesetzten Technologien der Unternehmen und den Forschungsschwerpunkten der Wissenschaft. Technologien entwickeln sich dynamisch weiter, wie die Bereiche KI, Quantencomputing oder AR/VR, aber auch Biotech illustrieren. Deshalb sollte auf Grundlage von Trendradars und der sich entwickelnden Branchenvielfalt in Köln regelmäßig geprüft werden, inwieweit die bestehende Forschungslandschaft leistungsfähige Partner sein können oder ob neue Lehrstühle, Sonderforschungsprogramme, Schwerpunktsatelliten oder Forschungsinstitute gegründet werden müssten. Außerdem sollten sich sowohl Unternehmen als auch Forschungseinrichtungen für Partnerschaften verstärken öffnen. Schwerpunktsatelliten könnten auch aus reputationsstarken internationalen Universitätsstandorten entstehen. So hat beispielsweise Heilbronn einen Campus der TU München für das Thema Digitalisierung angesiedelt, in Wolfsburg entsteht aktuell ein Campus der TU Braunschweig zur Kreislaufwirtschaft. **In Köln könnte im Sinne eines Digital Innovation Lighthouse weitergedacht werden und entweder entlang der Städtepartnerschaften beispielsweise mit Tel Aviv eine Campus-Idee ausgelotet werden oder darüber hinaus mit anderen zu den technologischen Stärken der Regionen passenden Elite-Universitäten wie dem MIT.** Eine solche Ansiedlung hätte nicht nur innovationsfördernde Effekte auf die Unternehmen vor Ort, sondern würde sowohl die Gründungsdynamik als auch das zu schärfende Profil Kölns positiv beeinflussen.



Weiterdenken im Sinne eines Digital Innovation Lighthouse zur gezielten Hebung der Wertschöpfungspotenziale.





■ **Bestehende Gewerbe- und Industrie-
flächen erhalten und neue erschließen.**

Die Verfügbarkeit von Gewerbe- und Industrie-
flächen sind weitere wichtige
Rahmenbedingungen für die gezielte Unter-
stützung industrieller und industrienaher
wertschöpfungsstarker Unternehmen. Die
Flächenverfügbarkeit sollte eine höhere poli-
tische Priorität bekommen, damit die indus-
trielle Basis am Standort gesichert werden
kann und Wertschöpfungsnetzwerke nicht
erodieren. Dafür sind nötige Haushaltsmittel
von der Stadt Köln für den Kauf strategisch
relevanter Flächen bereitzustellen. Aspekte
der Umwelt-, Klima-, Lärm- und Verkehrspro-

litik im konstruktiven Miteinander lösungs-
orientiert mit ansässigen und interessierten
Industrieunternehmen verhandelt werden.
So gibt es beispielsweise die Umweltpart-
nerschaft Hamburg oder den Klimapakt Mün-
chen, bei denen Unternehmen klimaschüt-
zende Maßnahmen umsetzen und dabei för-
dernd und beratend von regionalen Akteuren
und der Stadtverwaltung begleitet werden.
Eine wirtschaftsfreundliche Stadtpolitik und
-verwaltung haben es in der Hand, ihre Er-
messensspielräume pro Wirtschaft zu nut-
zen, Planungs- und Genehmigungsverfahren
zügiger auf den Weg zu bringen und sich aktiv
zum Ziel setzen, trotz der herausfordernden



30 ha

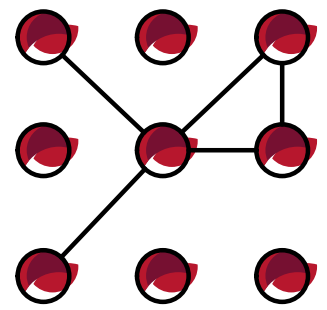
werden perspektivisch im Niehler Hafen an Industrie- und Gewerbeflächen frei, deren Entwicklung vielversprechende Ansätze für „Best-in-Class“ und „verwandte Vielfalt“ bieten.

Lage weitere Gewerbe- und Industriegebiete nicht umzuwidmen, sondern neue zu erschließen. **So werden im Niehler Hafen perspektivisch 30 Hektar Industrie- und Gewerbeflächen frei, die marktgerecht entwickelt werden sollten, um sie dann im Sinne des Zweiklangs Best-in-Class und verwandte Vielfalt zu vermarkten.** Mittelfristig würde für die Dynamik der Kölner Wirtschaftsstruktur eine große Chance entstehen, wenn eine zusammenhängende Industrieflächen von 150-250 Hektar erschlossen werden würde. Damit könnte ein großes industrielles Leuchtturm-Projekt angesiedelt werden, das viele weitere positive Effekte im Sinne von Zulieferern, Innovationsimpulsen und Startup-Gründungen nach sich ziehen würde. Zur Diskussion stellen ließe sich, ob eine beispielsweise doppelt so große Fläche in einem anderen Landesteil Deutschlands, der touristisch bzw. naturräumlich geprägt ist, zur Kompensation als Naturschutzfläche ausgewiesen werden könnte. Dafür könnte dorthin ein Teil der Gewerbesteuererinnahmen der zu entwickelnden Industrieflächen fließen. Auch die proaktive Ansprache von Eigentümern brachliegenden Hallen oder unbebauter Flächen kann ein vielversprechendes Mittel sein, ebenso wie das britische Modell von umfassenden „Call for Sites“, die nicht nur Eigentümer ansprechen, sondern explizit die gesamte Bevölkerung, um Flächenpotenziale zu melden (Bock et al., 2009). **Das Stadtentwicklungskonzept Wirtschaft (StEK Wirtschaft) schätzt den Gewerbe- und Industrieflächenbedarf auf über 700 Hektar – das zeigt die hohe Attraktivität Kölns und die Möglichkeit, diese Flächen gezielt mit Unternehmen zu besetzen, die den Konzepten Best-in-Class und Branchenvielfalt entsprechen.** Zusätzlich zum bestehenden Bedarf würde eine Verbesserung der Wirtschaftsfreundlichkeit in Köln zu weiteren Anfragen führen, die noch besser zu den ge-

forderten Best-in-Class-Kategorien passen würden. Je erfolgreicher ein Unternehmen ist, desto begehrter ist seine Ansiedlung, weswegen viele hoch attraktive Regionen um diese Unternehmen buhlen. Nur mit einem wirtschaftsfreundlichen Mindset in Politik und Verwaltung und einer bestmöglichen Infrastrukturausstattung und einem leistungsfähigen Innovations-Ökosystem entstehen Ansiedlungschancen. Neue Flächenpotenziale könnten auch zur Dynamik und Modernisierung des Standorts beitragen, indem ganz neue Möglichkeiten im Sinne von Pilotflächen für Sandboxes oder Reallabore für Vorreiterunternehmen ausgelotet werden. Hier könnten neue Technologien entwickelt und getestet und an technologischen Rändern zwischen Unternehmen und mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Start-ups entwickelt werden (s. Kapitel 7.4). Neben Heilbronn und dem dort auf einer neuen Fläche entstehenden *Innovation Park Artificial Intelligence* (IPAI) kann auch Darmstadt als gutes Beispiel für die Entwicklung einer solchen Fläche mit dem HUB31 herangezogen werden. Als vorteilhaft für Köln und Region könnte sich mittelfristig die vorhandene Energieinfrastruktur und die Nähe zum Rheinischen Revier erweisen. Die energieintensive Industrie hat sich ursprünglich in Köln wegen der Nähe zur Kohle angesiedelt. Auch wenn der Kohlenabbau voraussichtlich 2030 sein Ende finden sollte, existiert erstens noch das leistungsfähige Energienetz und zweitens werden – auch durch die Fördermittel nach dem Investitionsgesetz Kohleregionen (InvKG) – neue Energieerzeugungsinfrastrukturen errichtet. Geeignete Industrieflächen, Strom aus erneuerbaren Energien und der Zugang zu Fachkräften mit Blick auf Kölns leistungsfähige Hochschullandschaft sind der entscheidende Dreiklang für die Ansiedlung von innovativen Unternehmen.

700 ha

geschätzter Bedarf an Gewerbe- und Industrieflächen – das zeigt die hohe Attraktivität Kölns.



4

07.4

Wertschöpfungspotenziale heben durch Netzwerke knüpfen

Netzwerke sind der Weg zu wirtschaftlichem Fortschritt: In Netzwerken können Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und der Politik zusammenkommen, um Synergien für höhere Wertschöpfung zu nutzen, Innovationen vorantreiben und wirtschaftliche Verflechtungen zu intensivieren. Für Köln und Region ist es wichtig, in lokalen und überregionalen Netzwerken zu denken, um Wertschöpfung am Standort zu sichern. Die Studie zeigt auch für die Unternehmen in Köln und Region eindrucksvoll, dass Innovation zu mehr Erfolg führt und Innovationskooperationen zu mehr Innovation führen. Ungehobene Potenziale liegen vor allem in überregionalen Innovationsnetzwerken.



Mehr als **180** Innovations-Partnerschaften und mehr als 50 skalierbare Start-ups entstehen in München jährlich durch die Arbeit des UnternehmerTUM.



■ **Innovationsnetzwerke ausbauen.** Nach dem Vorbild der UnternehmerTUM in München könnte in Köln und der Region ein zentrales Innovations-Ökosystem aufgebaut werden, das die entscheidenden Akteure zusammenbringt: die Wirtschaft, insbesondere industrielle Player, Start-ups und Akteure in der Digitalwirtschaft, Forschungseinrichtungen – besonders im technischen Bereich und regionalen Verbund (mit der RWTH Aachen, dem FZ Jülich und dem Helmholtz-Cluster Wasserstoff), Investoren sowie städtische Akteure wie die Wirtschaftsförderung. **Die UnternehmerTUM ist Europas größtes Zentrum für Gründung und Innovation und bietet Start-up-Programme, Entrepreneurship-Ausbildungen, Wissenstrans-**

fers in Unternehmen, Risikokapital und High-Tech-Werkstätten, wodurch jährlich mehr als 50 skalierbare Start-ups und mehr als 180 Innovations-Partnerschaften entstehen. Ein solches Kölner Ökosystem kann an bestehende Innovationspartnerschaften anknüpfen, diese aber intensivieren und vor allem in der Region stärker ausbauen. Auch in München liegt der UnternehmerTUM-Campus in Garching, dem direkt angrenzenden Landkreis. Der Anschluss an überregionale (und internationale) Forschungseinrichtungen, die in Technologien mit einem Standortvorteil in Köln und Region stark sind, sollte aufgrund der dortigen Forschungsstärke aktiv gesucht und gematcht werden. Dazu gehören beispielsweise Technologien im Be-

reich chemischer und biologischer Verfahren sowie Digitaltechnologien, wie beispielsweise Cloud Computing, Process Mining und Künstliche Intelligenz oder AR/VR und Wasserstofftechnologien. Es bestehen viele überregionale Netzwerke, in die eine Einbindung geprüft werden sollte. So bietet beispielsweise die Ruhr-Universität Bochum mit Start4Chem eine Start-up-Initiative, die möglicherweise mit ChemCologne kooperieren könnte. Andere Beispiele im Bereich der Quantentechnologie sind das Netzwerk „EIN Quantum NRW“ und das Exzellenzcluster „Matter and Light for Quantum Computing“ (ML4Q), in denen unter anderem das FZ Jülich und die Universität zu Köln Mitglied sind. Das Gateway Exzellenz Start-up Center und die sich in der Entwicklung befindliche Startup Factory der Gateway-Hochschulen (u.a. Uni Köln und RWTH Aachen) sind hier beispielgebende Netzwerke, um Gründungen zu fördern. Die TH Köln hat bereits einen Maker-Space, der Teil einer umfangreichen High-Tech-Werkstatt sein könnte. Auch bestehende Innovations-Förderprogramme wie der „Kölner Rahmen“ können gezielt in ein umfangreiches Innovations-Ökosystem integriert werden. Zur Finanzierung sollten potenzielle Geldgeber identifiziert und mit einem attraktiven Fördermodell angesprochen werden – so konnte die UnternehmerTUM mit Susanne Klatten und das IPAI in Heilbronn über die Dieter Schwarz Stiftung wesentliche Finanzierungsfragen abdecken. Auch im Kölner Raum leben viele erfolgreiche Unternehmer, die möglicherweise motiviert werden könnten, sich ebenfalls finanziell beim Aufbau einer Kölner Exzellenz-Initiative zu beteiligen. Grundlage dafür wären eine High-level-Ansprache und ein gemeinsames Wirkungskonzept.



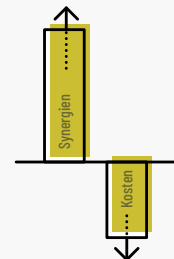
■ **Gemeinsam Reallabore (auch Sandboxes genannt) und Innovation Parks für die Industrie aufsetzen.**

Eine Testumgebung schafft die Möglichkeit, Innovationen unter Realweltbedingungen außerhalb des kontrollierten Labors zu erproben. **In Köln und Region bieten sich solche Reallabore oder Sandboxes gerade für die Erprobung des Einsatzes neuer digitaler Innovationen im industriellen Kontext an, wo eine große Nähe zum Technologieportfolio und den -potenzialen der Region Köln bestehen.** Im Industriebereich Chemie, Biotechnologie bzw. Life Science kann ein Reallabor auf das hiesige Technologieportfolio aufbauen und von verschiedenen Unternehmen gemeinsam betrieben werden, beispielsweise im Chempark Leverkusen, Dormagen oder Wesseling oder auf dem BioCampus Cologne. **Der Vorteil einer breiten Kooperation wäre in der Vernetzung und dem gemeinsamen Erproben von Innovationen Synergien zu nutzen und voneinander lernen zu können. Zum anderen werden dadurch Kosten für den Betrieb des Reallabors geteilt.** Auch der Bau eines *Innovation Park* – inspiriert durch den IPAI in Heilbronn – sollte diskutiert werden. Eine solche große Initiative benötigt den Rückhalt wesentlicher Stakeholder in Köln. So könnten KölnBusiness, Arbeitgeber Köln und die Stadtwerke ein Netzwerk von Unternehmen und Start-ups gründen, das das Fundament für eine solche Initiative ist, die über



Reallabore

eignen sich besonders zur Erprobung digitaler Innovationen im industriellen Kontext, da sie nahe am Technologieportfolio und den Potenzialen von Köln liegen.



Eine breite Kooperation in der Vernetzung und der Erprobung von Innovationen schafft Synergien und reduziert die Kosten für Reallabore.



Ausverkauf der europäischen KI-Unternehmen stoppen und aus den KI-Anwendungen abgeleitete digitale Geschäftsmodelle im B2B-Sektor entwickeln.

Köln hinaus strahlt. Ein Beispiel könnte ein Digitalpark sein, der anschlussfähig an die in Köln verbreiteten Technologien wie VR/AR oder Künstliche Intelligenz ist. Die Nähe zu dem Bau der Microsoft-Rechenzentren im Rhein-Erft-Kreis und dem FZ Jülich bieten herausragende Voraussetzungen. Gleiches gälte für einen Dekarbonisierungspark, in dem eng mit dem im brainenergy Park in Jülich ansässigen Helmholtz-Cluster Wasserstoff kooperiert wird und so gemeinsam mit ansässigen Unternehmen in Köln und Region eine kritische Masse für ein Innovations-Ökosystem in der Region entsteht, die überregionale Wirkungen erzeugt. Die Stadtpolitik und -verwaltung könnte hier zeigen, wie wirtschaftsfreundliches Vorgehen funktioniert und Planungs- und Genehmigungsverfahren für die Flächen und den Bau beschleunigen. Ein solches Miteinander kreiert national und international Aufmerksamkeit und zieht Ansiedlungen nach sich. Zudem erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich in einem solchen Innovations-Ökosystem mehr Unternehmen wie DeepL entwickeln und beispielsweise auf KI-Anwendungen auf Basis großer Sprachmodelle setzen. Damit könnte gelingen, dass Deutschland im KI-Wettbewerb aufschließt. **Aktuell sind die USA mit großem Abstand davongezogen und kaufen zudem europäische KI-Unternehmen auf.** Das finnische Silo AI, das sich als Europas größtes privates KI-Labor beschreibt, wurde beispielsweise kürzlich für gut 600 Millionen Euro vom US-Chipkonzern AMD übernommen. Mistral, das zweite starke europäische KI-Unternehmen aus Frankreich, gehört ebenfalls zu einem guten Teil amerikanischen Investoren. Nun ist nur noch das dritte große europäische KI-Unternehmen Aleph Alpha mehrheitlich in europäischer Hand. **Umso wichtiger ist es, mit Blick auf die Kombination von industrieller und digitaler Exzellenz, aus den Sprachmodellen abgeleitete digitale Geschäftsmodelle im B2B-Sektor zu entwickeln.** Köln könnte mit einem solchen Vorhaben ein weithin sichtbares Zeichen setzen.



■ **Fokuswochen für Technologien.** Als öffentlichkeitswirksames Vernetzungsformat könnten städtische Akteure in Köln und Region für verschiedene vielversprechenden Technologien für den Standort Fokuswochen organisieren. Einige Städte bieten solche Fokuswochen bereits erfolgreich in Kooperation mit lokalen Partnern wie Kammern oder Forschungseinrichtungen an, wie beispielsweise die Stadt Wismar in dem InnovationPort zum Thema Smart Industry. In diesem Rahmen können Unternehmen ihre Anwendungen und Geschäftsmodelle zu den Technologien präsentieren, über neue Innovationen mit den Technologien lernen und sich vernetzen, um neue gemeinsame Projekte auf den Weg zu bringen. Auch Förderangebote zu Technologien könnten im Rahmen von öffentlichkeitswirksamen Fokuswochen beworben werden, um Informationsdefiziten der Unternehmen entgegenzuwirken. Als Technologien bieten sich beispielsweise Künstliche Intelligenz, Web 3.0 oder Process Mining für Fokuswochen besonders an, weil knapp ein Drittel der hiesigen Unternehmen die Nutzung innerhalb der nächsten fünf Jahre vorsieht. Auch Quantencomputing könnte eine vielversprechende Technologie sein, für das mit dem FZ Jülich ein zentraler Akteur in der weiteren Region liegt. Fokuswochen könnten über eine zentrale Plattform beworben werden (s. Kapitel 7.1).



■ **Wertschöpfungsnetze in der Region stärken und Infrastruktur-Kooperationen eingehen.** Stärkere Wertschöpfungsverflechtungen in Köln und Region

sichern den Wohlstand und können Innovationen beflügeln. Städtische Akteure können die Rahmenbedingungen dafür verbessern, indem sie Austauschformate für das Unternehmertum anbieten, Cluster für den Austausch in bestimmten Branchen fördern oder gemeinsame Infrastruktur-Projekte in der Region auf den Weg bringen. Dafür sollte die Stadt Köln auch proaktiv auf die umliegende Region zugehen. Die Stadt Hamburg kann hierfür als Beispiel dienen. Über den Verbund der Metropolregion nimmt sie eine aktive Rolle in zahlreichen wirtschaftlichen Kooperationen mit umliegenden Kreisen ein, sei es im Bereich der Hafenwirtschaft oder einem aktuell entwickelten Kompetenzverbund für erneuerbare Energien und grünen Wasserstoff. Auch das Stärken der industriellen Basis (s. Kapitel 7.3), größere Innovationsnetzwerke (s. oben) und eine wirtschaftsfreundlichere Stadt (s. Kapitel 7.1) tragen dazu bei, dass lokale Wertschöpfungsketten in Köln und Region gestärkt werden. Es gibt viele wertschöpfungsstarke und innovative Unternehmen in der direkten und weiteren umliegenden Region Kölns – gerade im industriellen Bereich beispielsweise mit Blick auf den Oberbergischen Kreis, aber natürlich auch im Bereich der Chemie in Richtung Leverkusen oder dem Rhein-Erft-Kreis. Die Verbindung von Industrie und Digitalisierung wird auch in diesen Regionen bereits gelebt, beispielsweise mit der DigitalXchange am Gummersbacher Standort der TH Köln. Vernetzung bestehen also durchaus, könnten aber weiter ausgebaut werden. Auch bei Initia-

tiven wie das AI Village in Hürth sollte die Stadt gezielt Angebote einer Unterstützung und Verbreiterung der Aktivitäten unterbreiten, um kritische Massen zu erzeugen. **Ganz grundsätzlich bestehen durch die Fördermittel in Höhe von 14,8 Milliarden Euro, die bis 2038 in das Rheinische Revier fließen, weitreichende Möglichkeiten, um die gesamte Region weit nach vorne zu bringen. Das sollte auch in Köln als große Chance wahrgenommen werden.** Dafür müssen konzentrierte Aktionen erfolgen, die einer Steuerung bedürfen. Hier sind nicht nur das Rheinische Revier und Köln gefragt, sondern auch die Bezirks- und die Landesregierung. Wenn hier an einem Strang gezogen wird, entstehen hohe Wertschöpfungspotenziale für die Region. Interkommunale Gewerbegebiete sind vor diesem Hintergrund gerade für die an Industrieflächen arme Stadt Köln ein wichtiges Instrument, um den Standort zu dynamisieren und wieder mehr regionale Wertschöpfung in industriellen Netzwerken zu unterstützen. Es gibt deutschlandweit viele gute Beispiele für solche Gewerbegebiete. Ganz in der Nähe befindet sich eins, das sich von Düsseldorf und dem Rhein-Kreis Neuss geteilt wird.

14.800.000.000 €

Fördermittel bis 2038 für das Rheinische Revier bieten Köln und der Region hohe Wertschöpfungspotenziale, wenn an einem Strang gezogen wird.



5

07.5

Wertschöpfungspotenziale heben mit höchster Attraktivität

Die Region Köln steht in direktem Wettbewerb mit anderen erfolgreichen Metropolregionen in Europa, wie beispielsweise Amsterdam, Hamburg oder München. Zur Profilbildung für technologische Vorreiter und hochspezialisierte Fachkräfte ist deshalb höchste regionale Attraktivität von zentraler Bedeutung. Eine regionale Strategie, die in der gesamten Region Arbeits- und Wohnorte über ein leistungsfähiges multimodales Verkehrsangebot vernetzt und attraktive Innenstädte entwickelt, indem viel radikaler verschiedenste Inspirations- und Erlebniselemente wie Reallabore, Kulturangebote, Freizeit- und Grünflächen zusammen geplant und gleichzeitig sinnvolle Verkehrsachsen gewährleistet werden, würde die notwendigen Akzente setzen und ein proaktives Bild für die Zukunft der Region entwerfen.

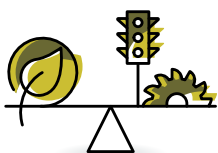
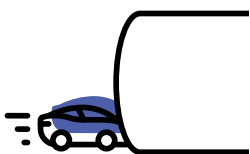


■ **Funktionsfähigkeit und Attraktivität der Stadt erhöhen.** Für die Erhöhung der Attraktivität des Standorts Köln mit Blick auf Ansiedlungen internationaler

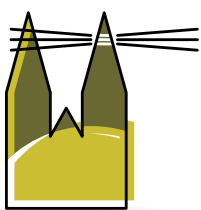
Firmen muss das Stadtmarketing professionalisiert werden, um die Bedürfnisse internationaler Mitarbeiter stärker in den Blick nehmen zu können. In diesem Rahmen sollte eine Strategie erarbeitet und umgesetzt werden, die Köln für (internationale) Hochqualifizierte – und insgesamt für alle Bürgerinnen und Bürger – zu einer lebenswerten Stadt macht. Die Aufwertung der Stadtsilhouette mit architektonischen Highlights ist ein zentraler Aspekt, um das Profil eines erfolgreichen und dynamischen urbanen Raums zu unterstreichen. Der Neubau des Stadtquartiers „Deutzer Hafen“ bietet hierfür an promi-

nenter Stelle eine einmalige Gelegenheit. In attraktiver Lage am Rhein und mit Blick auf den Dom reift ein einzigartiges Stadtquartier mit einer Fläche von rund 37,7 Hektar heran: ein gemischt genutztes Quartier und eine vielfältige Nachbarschaft, ein Ort von hoher ästhetischer Qualität und attraktiven, nutzerfreundlichen Freiräumen. Insgesamt wird angestrebt, etwa 3.000 neue Wohnungen für 6.900 Bewohner anzubieten. Zudem sollen rund 6.000 neue Arbeitsplätze sowie Kitas, eine Grundschule, Gastronomie, Kultur- und Freizeitangebote entstehen. Grundsätzlich sollten im Sinne einer stadtweit möglichen Nachverdichtung auch Projekte diskutiert werden, die moderne Hochhausarchitekturen ähnlich dem Elbtower in Hamburg oder andere Holzkonstruktionen nach dem Vorbild





Wichtig für Köln ist die Balance zwischen Klimaschutz und der Förderung von Handwerk und innerstädtischer Logistik.



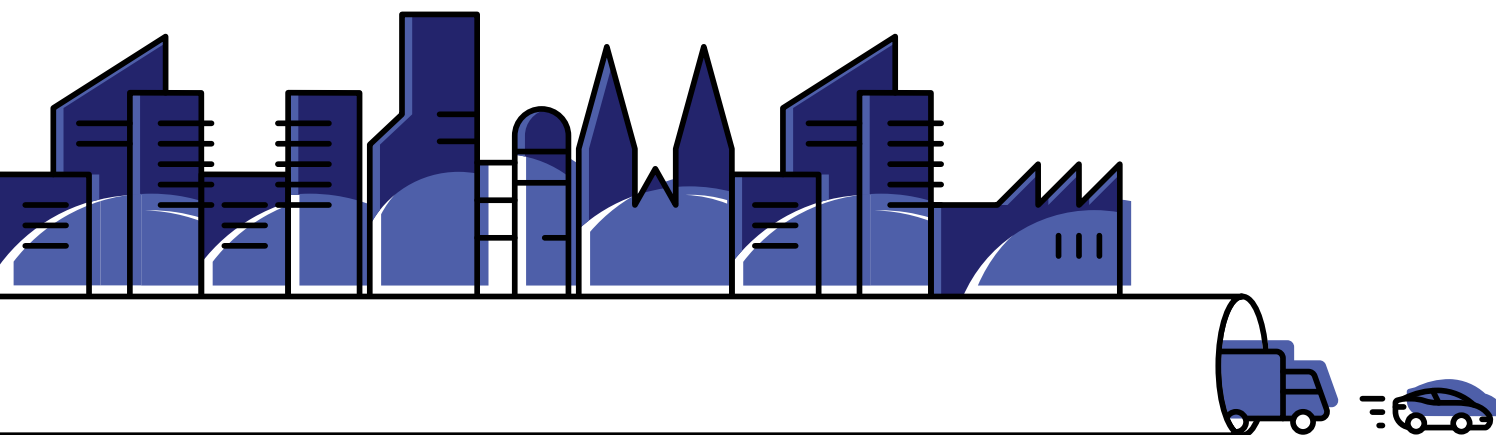
Digital Innovation Lighthouse zur Profilbildung Kölns

des Neuen Zollhofs in Düsseldorf erlauben. Mehrere positive Effekte könnten zudem durch eine langfristige Verkehrsplanung entstehen, die eine hohe Lebensqualität mit der Aufrechterhaltung wichtiger Verkehrsachsen in Köln verbände. In diesem Kontext sind beispielsweise die Untertunnelung der Ost-West-Achse und weitere Untertunnelungsprojekte zu sehen, um im Innenstadtbereich Flächen autofrei zu gestalten. Die Maßnahmen würden dazu beitragen, dass die angespannte Flächensituation gelindert werden könnte. Auf den freiwerdenden Flächen könnte je nach Lage ein Mix aus Erholungsraum, Wohnbebauung und Industrie- und Gewerbeflächen für High-Tech-Unternehmen entstehen. Maßstab könnte hier der Rheinufertunnel in Düsseldorf sein, der im Dezember 1993 planmäßig nach nur 3,5 Jahren Bauzeit und einem halben Jahr Genehmigungszeit eingeweiht wurde. Dabei sollten die entstehenden Baustellen in ähnlich kurzer Zeit mit geeigneten Maßnahmen vollendet werden – die massiven Verzögerungen am Roncalli-Platz oder an der Oper müssen vermieden werden. **Von zentraler Bedeutung für die Stadt ist, dass eine Balance gefunden wird zwischen klimaschützenden Maßnahmen und der Förderung funktionssicherer Bereiche wie dem Handwerk und der innerstädtischen Logistik, die über Elektroantriebe und ähnliche Maßnahme zur Balance unterschiedlicher Interessensgruppen in der Stadt beitragen könnten.** Bei den Attraktivitätssteigerungen muss auch immer die umliegende Region mitgedacht werden, beispielsweise bei leistungsfähigen ÖPNV-Systemen oder der Auslotung gemeinsamer Flächenpotenziale wie bei Gewerbegebieten oder Flächen für Erneuerbaren Energien. Alle diese Modernisierungen kosten Geld, weshalb es von zentraler Bedeutung ist, den Wirtschaftsstandort zu stärken und damit finanzielle Spielräume zu kreieren.



■ **Digitale Stärken weiter ausbauen.** Köln und Region sollten ihr digitales Profil weiter schärfen. Die Rahmenbedingungen sind gut, für die digitale Infrastruktur

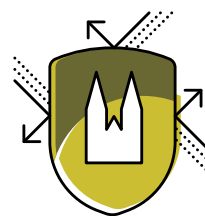
werden sogar bessere Noten als in München vergeben. Deshalb gilt es, das digitale Rückgrat weiter mit Nachdruck ausbauen, um den Vorsprung aufrechtzuerhalten. Gleichzeitig sollten auf Produkt-, Prozess- und Geschäftsmodellebene neue digitale Möglichkeiten entlang der technologische Stärken Kölns ausgelotet werden. Hier bieten sich Kooperationen an, beispielsweise bei der Entwicklung von Digitalparks mit Blick auf die Rechenzentren-Ansiedlungen von Microsoft im Rhein-Erft-Kreis oder die Quantencomputing-Exzellenz am Forschungszentrum Jülich. Vertiefte regionale Fähigkeiten in den Bereichen Virtual Reality und Augmented Reality in Kombination mit KI-Technologien könnten neue Schwerpunkttechnologien bilden und Highlights in den in Köln starken Bereichen der Kultur und des Gamings produzieren. Für diesen Pfad wäre die Profilierung von Stadt und Region zu einem **Digital Innovation Lighthouse** hilfreich, um so Unternehmen und Start-ups von außen, die in diesen Bereichen entwickeln, anzuziehen. Ein Innovationspark wie in Kapitel 7.4 skizziert, der unter Einsatz wesentlicher regionaler Stakeholder gemeinsam mit der Stadtpolitik und -verwaltung umgesetzt würde, hätte eine große überregionale Wirkung auf die Standortattraktivität. Auch die vorgeschlagenen Fokuswochen könnten helfen, schlagkräftige Netzwerke in diesen Themen zu etablieren. Nicht zuletzt könnten internationale Best Practices zu digitalen Leuchttürmen recherchiert werden, um passende Initiativen zu starten. Dafür sollten spezifische Infrastrukturen entwickelt werden, wie beispielsweise Pilotflächen, Technologie-Sandboxes und Unternehmerreisen zu den internationalen Hot-Spots als Inspiration und zur Einbettung in internationale Netzwerke.



■ Städtepartnerschaften für wirtschaftliche Kooperationen intensivieren.

Köln pflegt bereits seit Jahren Partnerschaften zu Städten wie Peking, Istanbul, Tel Aviv, Barcelona oder Rotterdam, die zielgerichtet intensiviert und für die Umsetzung einer strategischen Agenda mit Wirtschaftsfokus gehebelt werden können. Düsseldorf zeigt, wie wertvoll solche Partnerschaften sein können, wenn damit eine langfristige Strategie verfolgt wird, indem auch kulturelle Anknüpfungspunkte über internationale Kindergärten und Schulen, Mehrsprachigkeit in Ämtern, gemeinsame Festivitäten sowie Ansprechpartner auf höchster Ebene etabliert werden. Besonderes Augenmerk kann darauf liegen, oben genannte Empfehlungen über die Städtepartnerschaften zu hebeln. So können beispielsweise gezielt Forschungsk Kooperationen mit Partnerstädten eingegangen und die Ansiedlung von Start-ups aus Partnerstädten entlang der technologischen Stärken und der verwandten Branchenvielfalt verfolgt werden. Vielversprechend wären attraktive Förderprogramme für solche Start-ups, beispielsweise indem attraktive Flächen be-

grenzt mietfrei vergeben werden und Peer-2-Peer-Matchings mit ansässigen Unternehmen sowie die Anbindung an die Forschung gewährleistet werden. Auch hier könnten regelmäßig Best Practices ausgetauscht, gemeinsame Projekte und Forschungsk Kooperationen initiiert und Sichtbarkeit kreiert werden. **Die Kombination aus lokalem Wissen, das innerhalb eines Innovations-Ökosystems entsteht („local buzz“) und Wissen, das durch Investitionen in den Aufbau von Kommunikationskanälen zu ausgewählten Anbietern außerhalb des lokalen Milieus erworben wird („global pipelines“) erzeugt eine hohe Standortresilienz (Bathelt et al., 2002).** Um die Intensität der Kooperationen zu erhöhen, sollte eine Task-Force gebildet werden, die den aktuellen Stand der Städtepartnerschaften evaluiert, eine eigene Agenda ausarbeitet, erfolgversprechende Mechanismen anderer Städtepartnerschaften analysiert und auf dieser Basis eigene Maßnahmen erarbeitet. Dabei könnte auch ein gezielter Austausch mit der Koalition der Mutigen hilfreich sein.



Die Kombination aus lokalem und externem Wissen stärkt die Standortresilienz.



08.1

Ergänzende Inhalte

252

08.2

Methodik

260

Anhang

08

08 Anhang

08.1

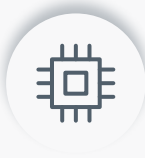
Ergänzende Inhalte

08.1.1

Beschäftigungsanteile in Leitmärkten im Vergleich

Tabelle 8-1 | Top 5 Beschäftigungsanteile für die produktivsten Leit- bzw. Teilmärkte

Die Tabelle zeigt für jeden Leit- bzw. Teilmarkt mit einer Produktivität von über 100 Tsd. Euro die Top 5 Kreise, die für den jeweiligen Leit- bzw. Teilmarkt den höchsten Beschäftigungsanteil aufweisen.

Leitmarkt	Top 5 Kreise	Beschäftigungsanteil
Pharma, Biotech und Life Science 	1. Mainz-Bingen	5,4%
	2. Lörrach	5,2%
	3. Hochtaunuskreis	5,0%
	4. Anhalt-Bitterfeld	3,7%
	5. Biberach	3,4%
Business City 	1. Frankfurt	25,2%
	2. Hochtaunuskreis	20,6%
	3. Düsseldorf	20,5%
	4. Main-Taunus-Kreis	19,0%
	5. Coburg	18,5%
IT und Telekommunikation 	1. Erlangen	9,7%
	2. Rhein-Neckar-Kreis	9,4%
	3. München	8,7%
	4. Darmstadt	8,0%
	5. Main-Taunus-Kreis	6,8%



Leitmarkt	Top 5 Kreise	Beschäftigungsanteil
Kranken- und Sozialversicherung	1. Coburg	4,7%
	2. Koblenz	4,0%
	3. Wiesbaden	3,5%
	4. Schwerin	3,4%
	5. Wilhelmshaven	3,3%
Forschung und Wissenschaft	1. Jena	7,7%
	2. Heidelberg	6,5%
	3. Erlangen	6,3%
	4. Karlsruhe	5,8%
	5. Ludwigshafen am Rhein	5,5%
Produktion	1. Wolfsburg	56,2%
	2. Unterallgäu	52,8%
	3. Tuttlingen	52,3%
	4. Dingolfing-Landau	51,1%
	5. Sonneberg	50,1%

Quelle: Bundesagentur für Arbeit (2024), Leitmarkt-Definition (KölnBusiness, 2024), eigene Berechnungen

08.1.2

Separate Analyse von Unternehmenserfolgskennziffern nach Städten

Abbildung 8-1 | Verteilung der Umsatzrenditen (separat für Köln und Referenzstädte)

Die Abbildung zeigt die Verteilung von Umsatzrenditen innerhalb von Branchen und zwischen Branchen in Köln und den Referenzstädten (Berlin, Hamburg, München, Frankfurt). Für jede Branche (in Zeilen) zeigt das Boxplot die Verteilung, wobei das linke Ende das 10. Perzentil darstellt, der linke Balken einer Box das 25. Perzentil (erstes Quartil), der mittlere Balken das 50. Perzentil (Median/zweites Quartil), der rechte Balken das 75. Perzentil (drittes Quartil) und das rechte Ende das 90. Perzentil. Der Punkt ist der Mittelwert. Ein Perzentil gibt an, welcher Anteil der Unternehmen innerhalb einer Branche unter dem Wert liegt. Die Branchen sind sortiert nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige (Industrie oben, Dienstleistungen unten). *Interpretationsbeispiel:* In der Elektroindustrie erzielen 75 Prozent der Unternehmen eine Umsatzrendite von unter 8 Prozent bzw. 25 Prozent von über 8 Prozent (rechter Balken der blauen Box liegt bei 8 Prozent).





Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

Tabelle 8-2 | Verteilung von Umsatzrenditen in Branchen (Köln)

Die Tabelle zeigt für alle Wirtschaftszweige die Verteilung der Umsatzrenditen (in Prozent) in Köln und der umliegenden Region. N = Anzahl der Unternehmen in den Unternehmensdatenbanken, $\emptyset$ = Mittelwert, $P10$ = 10. Perzentil (10 % der Umsatzrenditen liegen unter dem 10. Perzentil), $P25$ = 25. Perzentil, $P50$ = Median, $P75$ = 75. Perzentil, $P90$ = 90. Perzentil.

Wirtschaftszweig	N	$\emptyset$	$P10$	$P25$	$P50$	$P75$	$P90$
Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie	120	0,6	-3,1	0,0	0,9	3,5	7,2
Textil- und Bekleidungsindustrie	20	1,0	-6,3	0,1	1,0	3,9	8,3
Holz-, Flecht-, Korb- und Korkindustrie	23	1,8	-4,4	-1,0	0,0	4,8	10,8
Papierindustrie	14	4,6	-1,2	-0,5	0,9	3,6	8,4
Druckerei und Datenvervielfältigung	85	-1,2	-10,8	-4,9	0,5	4,0	7,6
Kokerei und Mineralölverarbeitung	2	2,5	1,2	1,7	2,5	3,4	3,9
Chemische Industrie	27	2,0	-5,9	-1,2	0,1	6,9	14,7
Pharmaindustrie	49	0,0	-16,8	-0,6	0,3	4,7	14,4
Kunststoffindustrie	46	2,4	-1,4	0,0	2,0	5,6	8,3
Glas- und Keramikindustrie	21	3,0	-1,2	0,7	1,5	3,3	9,4
Metallerzeugung und -bearbeitung	6	6,7	3,7	4,5	6,7	8,9	9,7
Herstellung von Metallerzeugnissen	116	3,1	-2,9	0,0	0,6	2,3	10,4
Elektroindustrie	77	5,4	-3,0	0,0	2,1	8,0	20,8
Maschinenbau	45	3,0	-0,7	0,0	0,8	6,0	8,8
Automobilindustrie	21	-0,3	-5,2	-0,5	0,0	6,1	7,9
Sonstiger Fahrzeugbau	2	5,6	2,5	3,7	5,6	7,5	8,7
Möbelindustrie	88	1,6	-5,5	-0,9	1,1	3,8	10,9
Maschinenreparatur und -installation	41	-0,8	-9,7	-0,8	0,5	3,3	7,5
Energieversorgung	59	2,1	-12,6	0,0	0,0	2,7	17,0
Wasserversorgung, Entsorgung u. Ä.	76	2,2	-2,1	0,0	1,6	4,1	9,8
Baugewerbe	1.172	1,7	-6,4	-0,5	1,1	5,1	10,3
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz	1.734	0,6	-6,6	-0,7	0,7	4,0	8,9
Verkehr und Lagerei	396	1,4	-4,5	-0,2	1,0	3,6	8,4
Gastgewerbe	551	-0,5	-8,5	-1,5	0,2	4,1	8,4
Verlagswesen, Medien und Rundfunk	560	1,1	-9,1	-2,1	0,9	5,4	12,2
Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistung	907	1,1	-11,8	-1,2	1,6	6,9	14,5
Finanz- und Versicherungsdienstleister	466	4,6	-9,0	-0,8	0,7	8,4	24,2
Grundstücks- und Wohnungswesen	1.171	4,8	-23,6	-4,2	0,6	14,5	40,2
Beratungs-, freiberufliche, naturwiss. und techn. Dienstleister	2.980	3,1	-10,8	-1,5	1,4	8,6	20,4
Forschung und Entwicklung	50	1,3	-24,6	-11,0	2,7	8,4	25,1
Sonstige Unternehmensdienstleister	993	1,7	-7,9	-0,7	1,2	5,2	12,5
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	60	5,8	-5,2	0,0	5,5	12,9	25,3
Erziehung und Unterricht	172	1,4	-12,5	-0,9	1,2	6,5	15,3
Gesundheits- und Sozialwesen	415	2,0	-5,4	-0,4	1,0	4,7	11,1
Kunst, Unterhaltung und Erholung	226	1,5	-9,8	-2,6	0,4	5,8	13,8
Sonstige Dienstleister	231	1,3	-9,0	-1,3	1,0	5,5	16,0

Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

Tabelle 8-3 | Verteilung von Umsatzrenditen in Branchen (fünf größte deutsche Städte)

Die Tabelle zeigt für alle Wirtschaftszweige die Verteilung der Umsatzrenditen (in Prozent) in Berlin, Hamburg, München, Köln und Frankfurt. N = Anzahl der Unternehmen in den Unternehmensdatenbanken, $\bar{\theta}$ = Mittelwert, $P10$ = 10. Perzentil (10 % der Umsatzrenditen liegen unter dem 10. Perzentil), $P25$ = 25. Perzentil, $P50$ = Median, $P75$ = 75. Perzentil, $P90$ = 90. Perzentil.

Wirtschaftszweig	N	$\bar{\theta}$	$P10$	$P25$	$P50$	$P75$	$P90$
Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie	947	-0,1	-7,4	-1,0	0,3	2,7	7,6
Textil- und Bekleidungsindustrie	116	0,1	-8,5	-1,5	0,3	3,2	12,0
Holz-, Flecht-, Korb- und Korkindustrie	138	4,7	-6,9	-0,2	2,1	8,6	19,9
Papierindustrie	60	1,8	-1,6	-0,1	0,4	1,4	4,9
Druckerei und Datenvervielfältigung	706	0,1	-7,5	-1,7	0,4	3,5	7,9
Kokerei und Mineralölverarbeitung	16	3,1	-0,9	0,0	0,8	3,8	7,4
Chemische Industrie	216	0,6	-15,1	-1,5	0,6	5,6	19,2
Pharmaindustrie	115	0,2	-10,3	-0,4	0,1	3,2	7,9
Kunststoffindustrie	241	0,9	-4,5	-0,3	0,9	3,8	7,9
Glas- und Keramikindustrie	135	1,0	-2,8	0,0	1,0	3,7	8,7
Metallerzeugung und -bearbeitung	19	4,1	-0,4	1,9	3,7	6,7	9,7
Herstellung von Metallerzeugnissen	780	1,8	-6,0	-0,5	0,8	4,5	11,5
Elektroindustrie	706	2,3	-7,4	-0,3	1,4	5,2	12,9
Maschinenbau	334	1,6	-6,5	-0,1	0,9	4,9	9,7
Automobilindustrie	74	-1,5	-8,0	-1,6	0,0	3,1	7,8
Sonstiger Fahrzeugbau	82	-1,1	-23,8	-3,6	0,7	5,1	20,1
Möbelindustrie	692	0,3	-7,2	-1,1	0,7	3,5	7,5
Maschinenreparatur und -installation	379	2,9	-3,7	-0,2	0,7	3,6	8,8
Energieversorgung	683	2,0	-20,2	-4,0	0,0	8,6	31,1
Wasserversorgung, Entsorgung u. Ä.	608	2,3	-3,4	-0,3	1,0	4,4	10,1
Baugewerbe	10.340	1,7	-7,2	-0,9	1,1	5,2	11,3
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz	12.414	0,1	-8,5	-1,4	0,6	3,7	8,8
Verkehr und Lagerei	3.854	1,6	-5,6	-0,4	1,0	4,1	9,2
Gastgewerbe	5.659	0,2	-9,3	-2,1	0,2	4,4	9,8
Verlagswesen, Medien und Rundfunk	5.129	0,6	-11,8	-2,2	0,6	5,7	13,6
Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistung	9.178	-0,1	-15,8	-2,4	1,0	6,4	13,8
Finanz- und Versicherungsdienstleister	7.480	1,3	-13,0	-2,3	0,0	4,7	17,9
Grundstücks- und Wohnungswesen	6.416	1,7	-23,0	-5,5	0,0	9,5	28,8
Beratungs-, freiberufliche, naturwiss. und techn. Dienstleister	17.275	1,9	-11,7	-1,7	1,0	7,1	17,5
Forschung und Entwicklung	521	-1,2	-28,6	-6,3	1,3	8,7	20,9
Sonstige Unternehmensdienstleister	8.627	1,2	-7,8	-1,1	0,6	4,6	11,5
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	742	4,1	-12,4	-0,7	0,8	9,4	27,7
Erziehung und Unterricht	1.450	1,6	-9,7	-1,3	1,0	6,5	13,0
Gesundheits- und Sozialwesen	4.175	1,5	-5,4	-0,4	1,0	4,7	11,1
Kunst, Unterhaltung und Erholung	1.607	0,4	-9,8	-2,6	0,4	5,8	13,8
Sonstige Dienstleister	1.819	1,2	-9,0	-1,3	1,0	5,5	16,0

Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

Tabelle 8-4 | Verteilung des Umsatzwachstums in Branchen (Köln)

Die Tabelle zeigt für alle Wirtschaftszweige die Verteilung des jährlichen Umsatzwachstums (*Compound Annual Growth Rate*; in Prozent) in Köln und der umliegenden Region. *N* = Anzahl der Unternehmen in den Unternehmensdatenbanken, $\emptyset$ = Mittelwert, P10 = 10. Perzentil (10 % der Umsatzrenditen liegen unter dem 10. Perzentil), P25 = 25. Perzentil, P50 = Median, P75 = 75. Perzentil, P90 = 90. Perzentil.

Wirtschaftszweig	N	$\emptyset$	P10	P25	P50	P75	P90
Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie	139	17,9	-9,1	-0,1	5,2	20,9	55,7
Textil- und Bekleidungsindustrie	40	6,4	-18,0	-1,4	2,2	10,8	22,3
Holz-, Flecht-, Korb- und Korkindustrie	62	-0,5	-20,6	-3,5	0,0	4,0	16,7
Papierindustrie	20	20,6	-9,9	-3,2	3,5	27,9	37,3
Druckerei und Datenvervielfältigung	98	7,7	-14,5	-7,4	1,0	8,7	24,9
Kokerei und Mineralölverarbeitung	3	8,8	1,7	4,2	8,5	13,2	16,1
Chemische Industrie	30	31,2	-10,4	-1,2	3,1	18,7	73,0
Pharmaindustrie	53	15,9	-33,9	-17,8	0,0	8,7	29,4
Kunststoffindustrie	47	9,8	-13,5	-4,1	1,9	11,1	31,3
Glas- und Keramikindustrie	37	14,6	-3,0	-1,1	4,5	9,3	22,5
Metallerzeugung und -bearbeitung	8	5,6	-23,0	-12,8	-5,7	12,7	56,8
Herstellung von Metallerzeugnissen	130	11,0	-13,4	-5,2	0,6	13,4	47,6
Elektroindustrie	133	8,1	-14,8	-1,3	2,2	10,0	29,8
Maschinenbau	47	6,2	-18,6	-3,7	4,3	13,0	23,5
Automobilindustrie	33	10,0	-8,4	-1,0	3,7	15,7	39,9
Sonstiger Fahrzeugbau	6	4,3	-22,8	-7,9	0,0	1,6	35,6
Möbelindustrie	100	12,4	-10,4	-3,5	2,7	15,6	44,2
Maschinenreparatur und -installation	42	22,7	-11,4	-4,5	5,7	25,8	58,0
Energieversorgung	78	13,5	-17,9	-6,9	3,0	14,3	42,5
Wasserversorgung, Entsorgung u.Ä.	86	18,3	-9,1	-0,8	3,2	14,1	50,3
Baugewerbe	1.363	12,9	-14,6	-4,1	3,7	15,9	42,9
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz	1.977	16,4	-15,0	-3,3	4,2	17,7	51,5
Verkehr und Lagerei	443	15,2	-11,9	-2,7	3,9	16,8	43,6
Gastgewerbe	633	18,2	-10,0	-1,9	5,6	20,2	46,3
Verlagswesen, Medien und Rundfunk	648	10,5	-20,1	-6,4	3,4	15,6	39,7
Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistung	1.062	19,3	-15,0	-3,2	6,9	24,6	60,1
Finanz- und Versicherungsdienstleister	563	16,0	-19,3	-2,3	3,3	15,5	55,0
Grundstücks- und Wohnungswesen	1.611	14,1	-17,1	-3,8	1,4	12,5	43,9
Beratungs-, freiberufliche, naturwiss. und techn. Dienstleister	3.407	15,7	-15,7	-3,7	3,8	16,8	51,6
Forschung und Entwicklung	63	18,6	-13,3	-1,0	3,3	19,2	59,8
Sonstige Unternehmensdienstleister	1.154	18,0	-15,4	-3,1	4,7	18,3	61,0
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	77	5,4	-17,6	-5,0	0,0	4,7	18,6
Erziehung und Unterricht	183	22,3	-11,9	-2,1	6,9	19,1	64,8
Gesundheits- und Sozialwesen	468	16,2	-8,2	-0,6	4,9	15,2	43,4
Kunst, Unterhaltung und Erholung	291	10,4	-13,1	-5,4	2,8	14,5	46,7
Sonstige Dienstleister	298	7,3	-12,5	-4,2	1,9	11,8	29,7

Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

Tabelle 8-5 | Verteilung des Umsatzwachstums in Branchen (fünf größte deutsche Städte)

Die Tabelle zeigt für alle Wirtschaftszweige die Verteilung des jährlichen Umsatzwachstums (Compound Annual Growth Rate; in Prozent) in Berlin, Hamburg, München, Köln und Frankfurt. N = Anzahl der Unternehmen in den Unternehmensdatenbanken, Ø = Mittelwert, P10 = 10. Perzentil (10% der Umsatzrenditen liegen unter dem 10. Perzentil), P25 = 25. Perzentil, P50 = Median, P75 = 75. Perzentil, P90 = 90. Perzentil.

Wirtschaftszweig	N	Ø	P10	P25	P50	P75	P90
Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie	1.063	17,2	-11,1	-1,8	4,7	19,1	59,6
Textil- und Bekleidungsindustrie	160	9,6	-16,0	-6,1	1,6	11,3	35,7
Holz-, Flecht-, Korb- und Korkindustrie	196	11,9	-14,1	-1,3	3,2	17,0	44,7
Papierindustrie	70	8,6	-14,3	-6,9	1,1	9,2	20,2
Druckerei und Datenvervielfältigung	828	5,8	-14,3	-5,7	0,6	9,0	22,5
Kokerei und Mineralölverarbeitung	18	-0,6	-31,0	-1,2	4,6	6,1	14,0
Chemische Industrie	247	24,8	-9,8	-1,3	5,1	19,7	81,2
Pharmaindustrie	124	10,3	-32,9	-10,8	2,5	14,6	34,5
Kunststoffindustrie	262	10,5	-14,9	-3,4	2,8	11,8	32,6
Glas- und Keramikindustrie	169	9,7	-7,3	-2,2	2,4	9,2	24,3
Metallerzeugung und -bearbeitung	23	1,9	-22,2	-9,4	-1,4	8,2	50,8
Herstellung von Metallerzeugnissen	901	8,3	-12,4	-4,9	1,6	10,1	32,7
Elektroindustrie	821	9,4	-15,9	-4,0	3,4	13,6	33,9
Maschinenbau	365	9,4	-14,8	-2,8	3,3	12,1	30,4
Automobilindustrie	85	11,0	-13,5	-4,5	2,9	14,9	45,0
Sonstiger Fahrzeugbau	96	22,6	-17,6	-4,2	3,6	20,1	80,3
Möbelindustrie	764	13,2	-10,9	-2,0	3,8	14,3	35,6
Maschinenreparatur und -installation	514	9,3	-18,8	-8,1	0,5	13,1	32,1
Energieversorgung	961	18,7	-20,4	-8,3	0,0	18,9	75,4
Wasserversorgung, Entsorgung u.Ä.	679	12,4	-12,0	-2,2	3,2	12,2	36,4
Baugewerbe	11.862	16,6	-15,5	-4,0	3,9	18,2	53,7
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz	13.790	17,2	-15,6	-3,6	4,3	18,9	55,8
Verkehr und Lagerei	4.346	17,8	-15,5	-4,1	3,7	17,8	55,9
Gastgewerbe	6.401	17,8	-12,6	-2,5	5,9	21,3	51,8
Verlagswesen, Medien und Rundfunk	5.906	13,1	-18,6	-5,8	3,0	16,9	50,0
Telekommunikation, IT- und Informationsdienstleistung	10.146	23,1	-17,7	-3,6	7,7	28,0	72,8
Finanz- und Versicherungsdienstleister	8.855	22,0	-19,4	-3,5	3,6	22,5	74,9
Grundstücks- und Wohnungswesen	8.549	15,8	-21,4	-3,5	1,3	13,4	55,4
Beratungs-, freiberufliche, naturwiss. und techn. Dienstleister	19.575	16,8	-17,6	-4,5	4,1	18,9	56,1
Forschung und Entwicklung	602	20,4	-15,2	-1,3	7,5	26,4	60,8
Sonstige Unternehmensdienstleister	9.771	20,3	-15,9	-3,5	4,8	21,1	64,8
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	1.047	7,8	-15,4	-3,6	0,0	5,7	23,9
Erziehung und Unterricht	1.601	17,9	-13,0	-2,0	7,1	22,0	52,6
Gesundheits- und Sozialwesen	4.623	16,7	-8,2	-0,6	4,9	15,2	43,4
Kunst, Unterhaltung und Erholung	1.915	14,7	-13,1	-5,4	2,8	14,5	46,7
Sonstige Dienstleister	2.119	13,3	-12,5	-4,2	1,9	11,8	29,7

Quelle: Unternehmensdatenbanken (Northdata, 2024; beDirect, 2024; Unternehmensregister, 2024), eigene Berechnungen

08.2

Methodik

08.2.1

Input-Output-Analysen

Mit Hilfe von nationalen Daten zu Vorleistungsverflechtungen (nationale Input-Output-Tabellen, kurz: IOT) kann eine regionale Input-Output-Tabelle für die Wirtschaft von Köln und Region erstellt werden. Auf dieser Basis können auf regionaler und Wirtschaftszweigebene ökonomische Kennziffern (z. B. Wertschöpfung, Produktivität, Erwerbstätige) ermittelt werden, sowie die angegebenen ökonomischen Effekte in Kapitel 5.1 (direkter, indirekter und induzierter Effekt) geschätzt werden und regionale Wirtschaftsverflechtungen dargestellt werden.

Ausgangspunkt für die Regionalisierung bildet die nationale IOT von Eurostat „FIGARO“ (Eurostat, 2024b). Die Regionalisierung erfolgt in zwei Schritten. Zuerst werden die amtlichen Daten aus der nationalen IOT mit Hilfe

des Input-Output-Modells der IW Consult bis auf das Jahr 2023 fortgeschrieben. Für die Fortschreibung werden gängige Schätzverfahren und verschiedene Datenquellen mit Angaben zur Wertschöpfung und Erwerbstätigen auf Wirtschaftszweig-, Wirtschaftsabschnitt-, Kreis- und Bundeslandebene herangezogen (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024b; Bundesagentur für Arbeit, 2024). In einem zweiten Schritt wird mit Hilfe der selben Datenquellen sowie der FLQ-Methode die nationale IOT 2023 für Köln und Region regionalisiert (Flegg/Webber, 2010). Außerdem fließen dezidiert im Rahmen der Unternehmensbefragung ermittelte Angaben zu lokalen Wertschöpfungstiefen, Beschaffungsvolumina und Exportanteilen von Unternehmen in die Berechnungen mit ein.



Paneldatenanalyse mit Kreisdaten von 2016-2022

Das verwendete ökonometrische Modell für die Paneldatenanalyse ist ein sogenanntes *Two-Way Fixed Effects (TWFE)* Modell. Dieses Modell ermöglicht es, den spezifischen Einfluss einer Industriequote auf die beiden Ergebnisvariablen, Flächenproduktivität und Gewerbesteureinnahmen, zu isolieren, indem allgemeine (kreisinvariante) Entwicklungen der Wirtschaftsleistung im Laufe der Zeit (erfasst durch *Jahres-Fixed Effects*) und zeitinvariante Unterschiede zwischen den Kreisen (erfasst durch *Kreis-Fixed Effects*) kontrolliert werden. Außerdem werden folgende alternative relevante sozio-ökonomische Einflussfaktoren als Kontrollvariablen berücksichtigt: Arbeitslosenquote, Jugend-Arbeitslosenquote, Gründungsintensität und High-Tech Gründungsintensität. Dies verringert die Wahrscheinlichkeit, dass eine statistische Korrelation nur auf einer gemeinsamen Entwicklung im Zeitverlauf, auf kreisspezifische Heterogenität oder Einflüssen der alternativen Einflussfaktoren beruht und reduziert somit den Schätzfehler des Modells. Das ökonometrische Modell kann formal wie folgt dargestellt werden:

$$Y_{it} = \beta_x x_{it} + \beta'_c c_{it} + \gamma_i + \delta_t + \epsilon_{it},$$

wobei Y_{it} die Ergebnisvariable von Kreis i im Jahr t , x_{it} die Industriequote in Kreis i im Jahr t (mit korrespondierendem Koeffizienten β_x), c_{it} der Vektor der Kontrollvariablen in Kreis i im Jahr t (mit korrespondierendem Koeffizientenvektor β_c), γ_i der *Kreis-Fixed Effect*, δ_t der *Jahres-Fixed Effect* und ϵ_{it} der Fehlerterm (geclustert auf Kreisebene) ist.

Zur Berücksichtigung zeitlich verzögerter Einflüsse wurden separate Modelle geschätzt, in denen die Industriequote und Kontrollvariablen mit einem bzw. zwei Jahren Verzug modelliert wurden.

Die zugrunde liegenden Daten setzen sich aus verschiedenen Quellen zusammen:

- Gewerbesteureinnahmen aus Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023a)
- Flächenangaben aus Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023c)
- Produktivität (BIP pro Kopf) aus Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2024b)
- Industriequote aus Bundesagentur für Arbeit (2024)
- Arbeitslosenquote und Jugend-Arbeitslosenquote aus Bundesagentur für Arbeit (2023a)
- Gründungen und High-Tech Gründungen aus ZEW (2023)

Vollständig liegen die Daten für die Jahre 2016-2022 und alle 400 deutschen Kreise vor. Entsprechend wird das Modell auf dieser Datengrundlage geschätzt. Da nur sechs Jahre Teil der Datenbasis sind, wird auf Schätzungen mit einem höheren zeitlichen Verzug als zwei zurück liegende Jahre verzichtet.



Grundlagen bilden Daten aus 2016 bis 2022 sowie aller 400 deutschen Kreise u. a. über Flächenangaben, Gewerbesteureinnahmen, Produktivität, Industriequote, Arbeitslosenquote sowie Gründungen.

08.2.3

Unternehmensbefragung

Im Zeitraum von März bis Mai 2024 wurde für diese Studie eine **Unternehmensbefragung durchgeführt, in der 260 Unternehmen im Raum Köln und Region befragt** wurden. Außerdem wurde eine kleine Zusatzbefragung zu den im Kapitel 3 ausgewerteten Fragen zur unternehmerischen Stimmung in München mit 50 Unternehmen durchgeführt. Die Themen der vollständigen Befragung waren folgende:

260

Unternehmen im Raum Köln und Region wurden für die Studie befragt



Die Befragung der Unternehmen wurde als Online-Befragung und in einer zweiten Phase als Telefonbefragung durchgeführt.

- **Verflechtung in Wertschöpfungsnetzwerke:** Hier wurden Unternehmen zu ihrer Sicht auf Wertschöpfung in der Region, sowie ihre Verflechtungen in Wertschöpfungsnetzwerke als auch nach Beschaffungsvolumina und Exportanteilen befragt. Letzteres dient als Datenquelle für die Input-Output-Analysen (s. Anhang 8.2.1).
- **Innovation und Wissenstransfer:** In diesem Teil wurde nach Innovationsoutput, sowie Kooperationen zur Innovation und Wissenstransfer gefragt und wie Unternehmen die Rahmenbedingungen am Standort dazu einschätzen.
- **Weitere Aspekte der Standortattraktivität:** Hier wurden Unternehmen nach ihrer Einschätzung zu allgemeinen Aspekten der Standortattraktivität befragt.
- **Strukturfragen:** In diesem Teil wurden allgemeine Strukturmerkmale der Unternehmen erfragt (Umsätze, Beschäftigte, erwartete Umsatzentwicklung). Diese Fragen dienen im Wesentlichen zur Differenzierungsanalyse.
- **Gestaltung von Transformationsprozessen (*fakultativer Teil*):** Dieser Teil beinhaltete Fragen zu Digitalisierungs- und Klimaschutzbemühungen von Unternehmen. Auf Grund der Länge des Fragebogens, die sich stark auf die Rücklaufquote auswirkt, wurde dieser Teil als fakultativer Teil implementiert, den Unternehmen beantworten konnten, wenn sie bereit waren, weitere 10 Minuten für die Befragung zur Verfügung zu stehen. Leider haben nur unter 50 Unternehmen Fragen in diesem Teil beantwortet, für manche Fragen liegt die Fallzahl sogar unter 20. Entsprechend konnte für diesen Teil nur eine begrenzte Auswertung vorgenommen werden.

Die Unternehmensbefragung ist in zwei unterschiedlichen Modi und Phasen durchgeführt worden: Zuerst wurde eine **Online-Befragung mit Unternehmen aus allen Branchen durchgeführt, die Teil von Adressbeständen der Auftraggeber waren. Um die Fallzahlen zu erhöhen, wurde in einer zweiten Phase eine anschließende Telefonbefragung durchgeführt.** Die Stichprobe wurde nach Unternehmensgröße und -sektor stratifiziert, um eine hinreichende Fallzahl in jedem Stratum zu erzielen. Bei reiner Randomisierung wäre nur eine geringe Fallzahl für Großunternehmen zu erwarten, da diese nur einen sehr kleinen Teil der Unternehmenslandschaft darstellen. Anzahlgewichte in der Auswertung sorgen für Repräsentativität der Ergebnisse.

08.2.4 Unternehmensdatenbanken

Für eine Analyse unternehmerischer Erfolgskennziffern wurde auf die Unternehmensdatenbanken Northdata (2024) und beDirect (2024) zurückgegriffen. Die Datenbanken enthalten für den Großteil der Unternehmen in Deutschland Kennziffern wie Umsätze und Gewinne. Zum Teil liegen diese Informationen für mehrere Jahre vor – für jedes Unternehmen wurden immer die aktuellsten Ergebnisse in der Analyse verwendet. Angaben zu über 100.000 Unternehmen insgesamt fließen in die Analyse. Die Unternehmensanzahl variiert jedoch erheblich nach Ort und Branche. Bei kleinen Fallzahlen wurden Angaben auf Grundlage der Daten im Unternehmensregister (2024) manuell ergänzt.

Die Daten wurden für die Analyse verschnitten und aufbereitet. Das Aufbereiten beinhaltet insbesondere folgende Schritte:

Berechnung von Umsatzrenditen und Umsatzwachstum:

Auf Grundlage der Gewinn- und Umsatzangaben (teils über mehrere Jahre) konnten diese Größen ermittelt werden

Bereinigung um Extremwerte:

Unrealistische Extremwerte wurden nach Standard-Verfahren bereinigt. Unrealistische Extremwerte können dadurch zustande kommen, dass die Unternehmensdatenbanken zum Teil Unternehmenskennziffern wie Gewinne oder Umsätze schätzen. Aus diesen Schätzungen ergeben sich bisweilen extreme Erfolgsmaße, die sehr wahrscheinlich auf ungenaue Schätzungen zurückzuführen sind und nicht der Realität entsprechen. Eine Umsatzrendite kann beispielsweise per Definition nicht 100 Prozent übersteigen. Bei Angaben zum Wachstum wurden Extremwerte, die über 500 Prozent liegen, abgeschnitten. Das betraf weniger als 2 Prozent der Daten.

Aggregation:

Schließlich wurden die Daten auf der Ebene von Wirtschaftszweigen und Städten (Köln bzw. die Referenzstädte zusammengekommen) aggregiert. Für jedes Aggregat wurden Durchschnitte sowie Verteilungen berechnet.



08.2.5

Patentdatenanalyse



Technologischer Fortschritt ist eine wichtige Komponente für wirtschaftlichen Erfolg.

Im Rahmen dieser Studie wurden Analyseverfahren, welche bereits auf der Ebene von Deutschland Anwendung fanden, für die Region Köln adaptiert (Broekel et al., 2020). Grundsätzlich gilt, dass es einfacher ist eine neue Technologie voranzutreiben, wenn dafür benötigtes Wissen bereits durch bekannte Technologien erworben wurde (Balland et al., 2019). Pfadabhängigkeit sorgt dafür, dass Regionen wahrscheinlicher in Technologien investieren, die auf bereits bekanntem aufbauen (Mewes/Broekel, 2020). Dabei erweist es sich als sinnvoll, das bereits regional bekannte Wissen nur in jene Richtungen weiterzuentwickeln, die zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg versprechen (Balland et al., 2019).

Um diese Ideen zu operationalisieren, werden die Konzepte des relativen technologischen Vorteils, der technologischen Verwandtschaft sowie technologischen Komplexität genutzt (ibid.). Ersteres gibt an, in welchen Technologien ein Standortvorteil auf Grundlage überdurchschnittlich ausgeprägter Patentaktivität vorliegt. Zweiteres zeigt an, welche Technologien auf das bereits bestehende Technologieportfolio aufbauen, wodurch deren Erforschung ein geringeres Risiko aufweist. Die Komplexität einer Technologie weist als drittes Element einen positiven Zusammenhang mit zukünftigem wirtschaftlichem Erfolg auf (Mewes/Broekel, 2022).

Gerade im Hinblick auf die Potenzialanalyse bietet sich eine kombinierte Betrachtung an. Bei Technologien, in denen beispielsweise noch kein Standortvorteil vorliegt, lohnt sich Investition besonders, wenn die Komplexität hoch ist (hohes Marktpotenzial) sowie die Nähe zum bestehenden Technologieportfolio (hohe Verwandtschaft). In Abbildung 6-10 entspricht das der Identifikation von Technologien mit hoher Verwandtschaft (großer Kreis) im Quadranten der komplementären Potenziale (oben links).

Die ursprüngliche Idee für diese Zusammenhänge kam aus der Betrachtung von Ländern und deren Exportprodukten, um zu erklären, warum sich Länder wirtschaftlich unterschiedlich entwickeln (Hidalgo et al., 2007; Hidalgo/Hausmann, 2009). Unterschiedliche wirtschaftliche Erfolg von Ländern wurde bis dahin an zwei wichtigen Elementen festgemacht. Zum einen wurden relative Unterschiede in dem Einsatz von beispielsweise Arbeit, Kapital, Infrastruktur und Institutionen herangezogen, weil beobachtet wurde, dass arme Länder sich eher auf arbeitsintensive Produkte spezialisieren und reiche Länder unter anderem kapital- und infrastrukturintensive Produkte produzieren (Heckscher/Ohlin, 1991; Hidalgo et al., 2007). **Zum anderen wurde technologischer Fortschritt als eine wichtige Komponente für wirtschaftlichen Erfolg identifiziert** (Romer, 1990). Dabei wird angenommen, dass es immer ein technologisch fortgeschritteneres Produkt gibt, zu dem ein Land wechseln kann, wobei es viel realistischer ist, dass ein Land nur zu Produkten wechseln kann, zu denen das bereits bestehende Produktportfolio Verbindungen aufweist (Hidalgo et al., 2007).

Anders formuliert fällt es Ländern besonders leicht zu Produkten zu wechseln, zu denen das bereits bestehende Produktportfolio

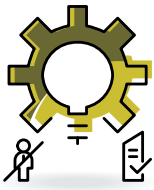


eine große Nähe aufweist (hohe Verwandtschaft) und vergleichsweise schwer, wenn dies bei nur geringer Verwandtschaft nicht der Fall ist. Die Methode der Verwandtschaft zeigt zunächst nur alle einfach zu erreichenden Pfade und damit technologisch sinnvoll mögliche Veränderungsmöglichkeiten auf. In einem zweiten Schritt braucht es unter Einbeziehung von Marktpotenzialen eine ergänzende Einschätzung, welche Pfade verfolgt werden sollten und welche nicht. Entsprechend kann es politisch auch empfehlenswert sein, den Sprung zu einer weiter entfernten Technologie zu unterstützen, wenn gleich dies mit besonderen finanziellen Risiken verbunden ist (Mewes/Broekel, 2020).

Zur Einschätzung der möglichen Pfade ist wahrscheinlicher wirtschaftlicher Erfolg ein wichtiges Entscheidungskriterium, welches durch das Konzept der Komplexität unterstützt wird. Wohlstand und Entwicklung werden dabei durch Komplexität erklärt, die aus den zunehmenden Interaktionen zwischen einer steigenden Anzahl an Akteuren inner-

halb einer Volkswirtschaft entsteht (Hidalgo/Hausmann, 2009). In einem global interagierenden Markt für den Handel von Input- und Output-Gütern existiert die Beobachtung, dass einzelne Produkte nur von ausgewählten Ländern exportiert werden (ibid.). Wenn nur einzelne Länder die Fähigkeiten besitzen, diese Produkte zu exportieren, dann muss es sich dabei um komplexe Produkte handeln und Länder, die diese Produkte herstellen, sind gleichzeitig wirtschaftlich erfolgreicher als andere (ibid.).

Die durchgeführte Patentanalyse basiert auf einer Auswertung aus der IW-Patentdatenbank. Die Datenbank beinhaltet alle Patentanmeldungen, die unter anderem in Deutschland ein Schutzrecht anstreben. Dies ist möglich durch eine Anmeldung beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA), beim Europäischen Patentamt (EPA) oder bei der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO). Durch das Betrachten von Patentanmeldungen bei verschiedenen Patentämtern ist eine Betrachtung von Familien unerlässlich.



Patentanmeldungen von natürlichen Personen werden ausgeschlossen. Es werden nur juristische Personen betrachtet, zur Einschätzung des wirtschaftlichen Zusammenhangs.

lich, um die Doppelzählungen der gleichen Erfindung zu vermeiden. Innerhalb einer Patentanmeldung gibt es verschiedene Bereiche, die für die nachfolgende Analyse betrachtet werden. Da gibt es die zeitliche, regionale, wirtschaftliche und technologische Perspektive.

Zum Aufzeigen einer zeitlichen Entwicklung, werden zwei fünf Jahreszeiträume von 2011 bis 2015 sowie 2016 bis 2020 gebildet. Unter anderem durch die 18-monatige Offenlegungsfrist bildet das Anmeldejahr 2020 hierbei zum Auswertungszeitpunkt das aktuelle verfügbare Jahr.

Zur Begutachtung des Innovationsstandort Köln ist es wichtig, den regionalen Entstehungsort einer Innovation zu bestimmen. Der Einschätzung der wissenschaftlichen Literatur folgend, wird dafür der Erfindersitz genutzt (Maraut et al., 2008). Allerdings kann diese Einschätzung durch Pendelbewegungen vom Wohnort zum Arbeitsort nur für eine größere regionale Größe korrekt sein (Haag et al., 2023, 34 f.). Es werden alle Patentanmeldungen von Erfindenden mit ihrem Sitz in den Kreisen Köln, Leverkusen, Rhein-Erft, Rhein-Sieg und dem Rheinisch-Bergischen genutzt. Dabei werden Patentanmeldungen fraktional gezählt, so dass eine Patentanmeldung, mit einem Erfindenden aus Berlin und zwei Erfindenden aus den gerade genannten Kreisen zu zwei Dritteln den Regionen in und um Köln zugerechnet wird.

Um einzuschätzen in welchem wirtschaftlichen Zusammenhang eine Patentanmeldung eingebettet ist wird die ein Patent anmeldende Person betrachtet. Dabei werden Anmeldungen von natürlichen Personen ausgeschlossen. Für juristische Personen wurde unter anderem die Branche (Chemie vs. Maschinenbau), die Kategorie (Profit vs. Non-

Profit), die Konzernstruktur (Sitz des Eigentümers), individuelle Größenklasse (KMU vs. Großunternehmen) bestimmt. Diese Merkmale werden ebenfalls anteilig an einer Patentanmeldung bestimmt. Wenn es bei dem obigen Beispiel zwei Anmeldende gibt, wobei es nur eine juristische Person gibt, dann wird für die Region Köln ein Drittel der Patentanmeldung gezählt.

Für die technologische Perspektive werden die innerhalb einer Patentanmeldung genannten IPC-Klassen herangezogen. Die Internationale Patentklassifikation (IPC) ist eine hierarchische Unterteilung von technischen Wissens-elementen (DPMA). Sie dienen dazu, die technischen Inhalte von Patentanmeldungen zu kodifizieren und ermöglichen dadurch eine einfachere Auswertung oder Recherche. Die dritthöchste Ebene der IPC-Klassen, die Unterklassen bietet einen guten Mittelweg aus Aggregation der in dem untersuchten Zeitraum insgesamt 69.000 verschiedenen genutzten IPC-Klassen und Detailschärfe im Vergleich zu den relativ allgemeinen Oberkategorien, wie beispielsweise Elektrotechnik oder Physik auf der höchsten Ebene, den sogenannten Sektionen. In der Region Köln werden 543 verschiedene Unterklassen mindestens einmal in dem gesamten Zeitraum genutzt und in Deutschland 637. Dabei handelt es sich um Unterklassen, wie „H04L - Übertragung digitaler Information, z.B. Telegrafieverkehr.“ oder „C21B - Gewinnung von Eisen oder Stahl.“, wo im Folgenden der Begriff Technologie für verwendet wird. Im Folgenden werden die Methoden vorgestellt, um den relativen technologischen Vorteil der Region Köln im Vergleich zu Deutschland, die Verwandtschaft einer Technologie zum vorhandenen Technologieportfolio der Region Köln und die Komplexität einer Technologie zu berechnen.

Ein relativer technologischer Vorteil für eine Region r zum Zeitpunkt t in Technologie i ergibt sich angelehnt an das Konzept des relativen komparativen Vorteils aus dem Anteil der Technologie in der Region geteilt durch den Anteil der Technologie über alle Regionen (Hidalgo et al., 2007; Balland et al., 2019; Boschma et al., 2015). Dabei gibt es in diesem Fall nur die Region Köln und bei der Gesamtsumme handelt es sich um alle Patentanmeldungen mit Erfindersitz in Deutschland. Ist das Verhältnis ≥ 1 , dann spricht von einem relativen technologischen Vorteil. Dabei wird die Anzahl von Patentanmeldungen wieder fraktional bestimmt. Eine Patentanmeldung mit sechs verschiedenen IPC-Klassen, die zwei unterschiedlichen Unterklassen zugeordnet sind wird demnach zur Hälfte den jeweiligen Technologien zugeordnet. Wenn zusätzlich zwei Drittel der Erfindenden aus der Region Köln kommen und nur einer von zwei Anmeldenden eine juristische Person ist, dann ergibt sich für die Region Köln, dass jeweils ein Sechstel den entsprechenden Technologien und Köln zugeordnet wird.

$$RTA_{r,i,t} = \frac{\frac{Patente_{r,t}(i)}{\sum_i Patente_{r,t}(i)}}{\frac{\sum_r Patente_{r,t}(i)}{\sum_r \sum_i Patente_{r,t}(i)}} \quad (8-1)$$

Zusätzlich wird der RTA noch für weitere ausgewählte Technologien berechnet, die nicht direkt in einer Unterklasse abgebildet sind. Dabei wird unter anderem ein Fokus auf den elektrifizierten sowie konventionellen Antriebsstrang (Kohlisch et al., 2023) und die Biotechnologie (Haag/Schumacher, 2024; OECD, ohne Jahr) gelegt. Der RTA wird nach dem gleichen Muster berechnet: Verhältnis in Köln im Vergleich zum Verhältnis in Deutschland. Allerdings kann für diese extra Technologien lediglich der RTA berechnet werden und nicht die folgenden Parameter der Verwandtschaft und Komplexität, da einzelne in Patentanmeldungen genannte IPC-Klassen so in mehreren Technologien i auftauchen würden.

Um zu bestimmen, wie nah oder fern sich zwei Technologien i und j sind gibt es verschiedene Ansätze die global einen Wert der Nähe ermitteln. Dem hier verwendeten Ansatz liegt das gemeinsame Auftreten von Technologien in Patentanmeldungen zugrunde (Mewes/Broekel, 2020). Dabei wird die Cosine Ähnlichkeit auf Patentanmeldungen angewendet, welche ein Maß für die Ähnlichkeit zweier Vektoren ist (Breschi et al., 2003). Der Darstellung von (ebenda) folgend wird für alle Patentanmeldungen in einem Zeitraum t gezählt, wie häufig Technologie i und j innerhalb der gleichen Patentanmeldung genannt werden. Sei $F_{i,m} = 1$, wenn innerhalb einer Patentanmeldung m die Technologie i genannt wird. $C_{i,j} = \sum_m F_{i,m} F_{j,m}$ zählt, in vielen Patentanmeldungen Technologie i und j zusammen auftreten. Daraus wird das Maß der Nähe gebildet:

$$\rho_{i,j} = \frac{\sum_k C_{i,k} C_{j,k}}{\sqrt{\sum_k C_{i,k}^2} \sqrt{\sum_k C_{j,k}^2}} \quad (8-2)$$

Dieses Maß liegt zwischen 0 und 1 und gibt an, wie ähnlich sich die beiden Vektoren $C_{i,k}$ und $C_{j,k}$ sind. Wenn die Technologie i und j auf gleiche Art und Weise zusammen mit den anderen Technologien auftreten, dann ist der Wert aus Gleichung (8-2) hoch und es wird angenommen, dass sich die beiden Technologien i und j sehr nah sind. Aus Gleichung (8-2) folgt, dass die Technologien i und j nie zusammen auftreten müssen und trotzdem technologisch nah sein können, da sie ähnlich mit allen anderen Technologien auftreten.

Tabelle 8-6 zeigt einige Beispiele, wo durch das Maß aus Gleichung (8-2) über Sektionen der IPC-Klassen hinweg eine hohe Nähe zwischen zwei Technologien ermittelt wurde. In einem nächsten Schritt wird dieses Maß verwendet, um für eine Region r zu bestimmen, wie verwandt eine Technologie i zu dem bereits vorhandenen Portfolio in einer Region ist:

$$\text{Verwandtschaft}_{r,i} = \frac{\sum_k x_k \rho_{i,k}}{\sum_k \rho_{i,k}} * 100 \quad (8-3)$$

Dabei ist $x_k = 1$, wenn die Region r in der Technologie k einen relativen Technologischen Vorteil hat – in dem Fall gilt: Gleichung

(8-1) ≥ 1 . Wenn die Technologie i eine hohe Nähe ($\rho_{i,k} \rightarrow 1$) zu Technologien hat, in denen die Regionen einen relativen Vorteil hat ($x_k=1$), dann ist die Verwandtschaft hoch. Daraus ergibt sich, dass es für eine Region einfacher sein sollte in die Technologie i zu wechseln, da die dafür nötigen Kompetenzen bereits für anderen Technologien mit einem $\text{RTA} \geq 1$ genutzt werden. Die Werte aus Gleichung (8-3) stellen dabei die Größe des Kreises in Abbildung 6-10 für jene Technologien dar, die auf Basis der Patentdaten abbildbar sind.



Tabelle 8-6 | Verwandtschaft zwischen Technologien

Darstellung ausgewählter Technologien, die sektionsübergreifend eine hohe Verwandtschaft aufweisen.

Technologie	Bezeichnung	Technologie	Bezeichnung
G09C	Verschlüsselungsgeräte oder Entschlüsselungsgeräte für Geheimschrift oder andere Zwecke, bei denen Geheimhaltung erforderlich ist.	H04L	Übertragung digitaler Information, z. B. Telegrafieverkehr.
C21B	Gewinnung von Eisen oder Stahl.	F27B	Industrieöfen, Schachtöfen, Brennöfen, Retorten allgemein; offene Sinterapparate oder ähnliche Vorrichtungen.
A47C	Stühle; Sofas; Betten.	B68G	Verfahren, Ausrüstung oder Maschinen zum Verwenden in der Polsterei; Polsterei, soweit nicht anderweitig vorgesehen.
G03B	Geräte oder Anordnungen zum Aufnehmen, Projizieren oder Betrachten von Fotografien; Geräte oder Anordnungen, die sich vergleichbarer Techniken unter Verwendung von nicht optischen Wellen bedienen; Zubehör dafür.	H04N	Bildübertragung, z. B. Fernsehen.
F24S	Sonnenkollektoren; Solarthermische Systeme.	H02S	Erzeugung elektrischer Energie durch Umwandlung von Infrarot-Strahlung, sichtbarem Licht oder ultraviolettem Licht, z. B. unter Verwendung von Photovoltaik [PV]-Modulen.

Quelle: eigene Berechnung aufbauend auf Mewes/Broekel (2020), Breschi et al. (2003).

Zur Messung der Komplexität einer Technologie gibt ebenfalls eine Methode, die das Auftreten von Technologien im Raum bewertet und eine, welche auf den in den Patentanmeldungen genannten Technologieklassen basiert. Bei der räumlichen Betrachtung ist ein zentraler Punkt, dass Technologien oder Produkte komplex sind, wenn sie im Raum sehr selten vorkommen, da nur wenige Akteure die dafür nötigen Fähigkeiten besitzen (Balland/Rigby, 2017; Hidalgo/Hausmann, 2009).

Allerdings wird diese zentrale Annahme kritisiert, dass komplexes Wissen im Raum relativ selten vorkommt (Broekel, 2019). Der in dieser Studie verwendete Ansatz beruht wie die technologische Nähe auf Basis von Patentanmeldungen und dem Zusammenspiel von IPC-Klassen.

Zur Bestimmung der Komplexität von Technologien wird der „Network Density Score“ (NDS) verwendet (ebenda). Der NDS ist eine

Komposition aus vier verschiedenen strukturellen Eigenschaften von Netzwerken und soll zuverlässig komplexe Netzwerke von einfachen und zufälligen Netzwerken unterscheiden (Emmert-Streib/Dehmer, 2012). Der Notation zum Thema Verwandtschaft folgend werden für jede Technologie i (Beispielsweise: die IPC Unterklasse „B60W“) alle Patentanmeldungen gezählt, wo mindestens eine der zu der Technologie i gehörenden IPC-Klassen (Beispielsweise: „B60W 10/08“) genannt wird. Über all diese Patentanmeldungen werden alle Verknüpfungen der IPC-Klassen gezählt, sodass sich Knoten (vorkommende IPC-Klassen) und Kanten (vorkommende Verknüpfungen zwischen IPC-Klassen) ergeben. Eine Einschränkung der Methode

ist, dass es keine Gewichtung der Verknüpfungen gibt, es also egal ist für die Berechnung, ob eine Verknüpfung zwischen zwei IPC-Klassen besonders häufig oder lediglich ein einziges Mal auftritt (Broekel, 2019). Das Maß wird für ein komplettes Anmeldejahr berechnet, wobei zur Glättung der Ergebnisse auch alle Patentanmeldungen aus dem Anmeldejahr davor und danach hinzugezogen werden.²⁸ Für die Betrachtung der Region Köln wird anschließend der Mittelwert aus den Einzeljahren für die entsprechenden zwei Zeiträume gebildet. Tabelle 8-7 zeigt illustrativ fünf Beispiele für Technologien, die als nicht komplex (oben) und komplex (unten) ausgewiesen werden.

Tabelle 8-7 | Komplexität einzelner Technologien

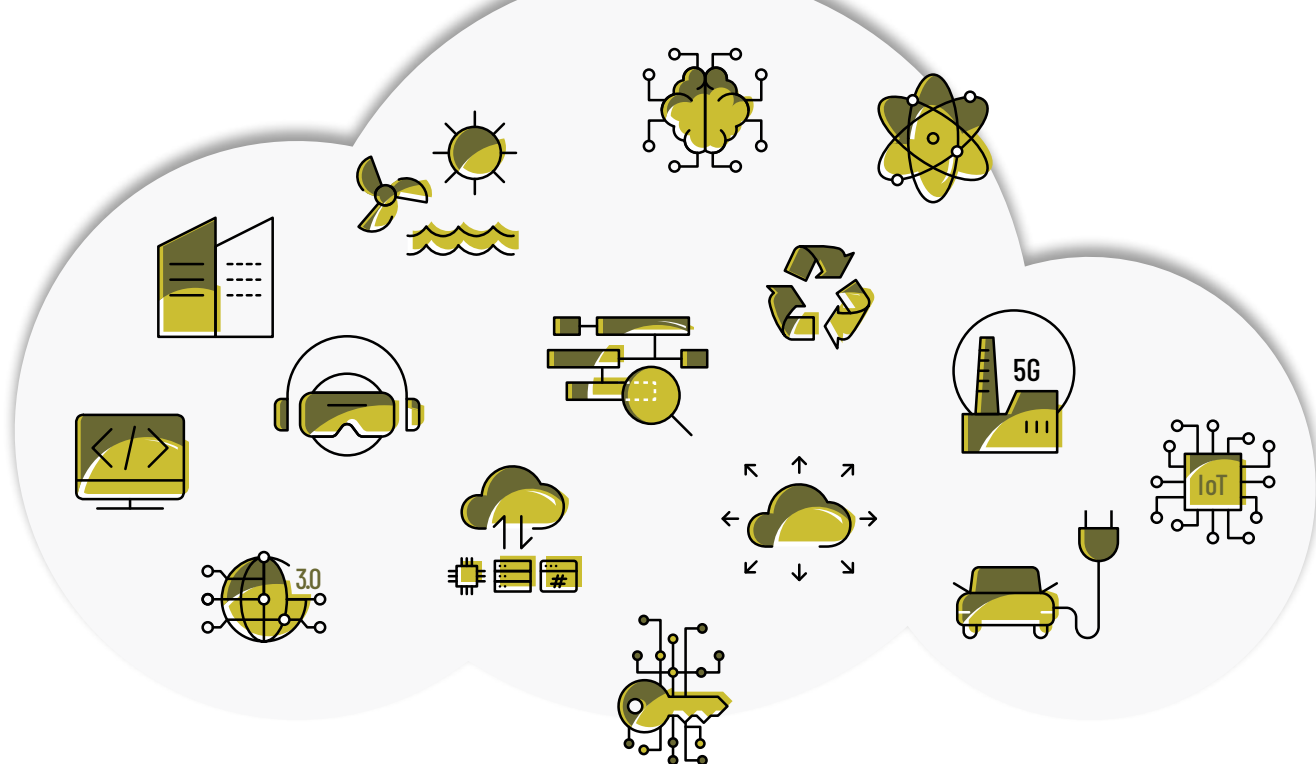
Darstellung ausgewählter Technologien, die eine niedrige (obere fünf) oder hohe (untere fünf) Komplexität aufweisen.

	Technologie	Bezeichnung
Niedrige Komplexität	A47H	Nähen.
	E21F	Handschneidwerkzeuge, soweit nicht anderweitig vorgesehen.
	G06M	Reinigen von Straßen; Reinigen von Schienenwegen; Reinigen von Stränden; sonstiges Reinigen von Gelände; Auflösen von Nebel allgemein.
	F41B	Kupplungen besonders ausgebildet für Eisenbahnfahrzeuge; Zug- oder Puffervorrichtungen besonders ausgebildet für Eisenbahnfahrzeuge.
	E01D	Vorbehandlung von Fasern, z. B. zum Verspinnen.
Hohe Komplexität	B60W	Gemeinsame Steuerung oder Regelung von Fahrzeug-Unteraggregaten verschiedenen Typs oder verschiedener Funktion; Steuerungs- oder Regelungssysteme besonders ausgebildet für Hybrid-Fahrzeuge; Antriebs-Steuerungssysteme von Straßenfahrzeugen für Verwendungszwecke, die nicht die Steuerung oder Regelung eines bestimmten Unteraggregats betreffen.
	C22C	Legierungen.
	B22F	Verarbeiten von Metallpulver; Herstellen von Gegenständen aus Metallpulver; Gewinnung von Metallpulver; Apparate oder Vorrichtungen besonders ausgebildet für Metallpulver.
	H04W	Drahtlose Kommunikationsnetze.
	A61P	Spezifische therapeutische Aktivität von chemischen Verbindungen oder medizinischen Zubereitungen.

Quelle: eigene Berechnung aufbauend auf Broekel

²⁸ Zur Berechnung wurde „GitHub - tombroekel/GeoInno: Calculation of types of complexity and aggregated indices at the level of spatial units“ (<https://github.com/tombroekel/GeoInno>) genutzt.





08.2.6

Technologieaffinität und Wirtschaft 4.0 Index

Der Wirtschaft 4.0 Index misst den Digitalisierungsfortschritt von Unternehmen bestimmter Branchen, Größenklassen und/oder Regionen. Er basiert auf einer systematischen Analyse des Internetauftritts aller deutschen Unternehmen, die eine Website betreiben, unter Verwendung eines semantischen Modells. Dabei werden die Websites nach 29 Wortwolken durchsucht, die mehr als 100 spezifische Begriffe umfassen. Diese Begriffe deuten auf die Nutzung digitaler Technologien, Prozesse, Geschäftsmodelle oder Produkte hin (Meeßen et al., 2024). Die Methodik zur Ermittlung der W4.0-Intensität wird bereits seit 2014 eingesetzt, anfangs als Industrie-4.0-Index im Rahmen des jährlich veröffentlichten Städterankings der IW Consult (Kempermann et al., 2023a).

Im Zuge dieser Studie wurden die Wortwolken angepasst, damit ein umfassenderes Bild der Technologieaffinität gemäß des Trendrads gezeichnet werden kann. Es wurden 15 Wortwolken (eine für jede relevante Technologie) mit insgesamt 142 Begriffen analysiert (siehe Tabelle 8-8). Wenn auf der Website

eines Unternehmens mindestens einer der Begriffe aus einer Wortwolke gefunden wird, wird das Unternehmen im Bezug auf die entsprechende Technologie als „technologieaffin“ eingestuft, ansonsten gilt es als „nicht technologieaffin“.

Innerhalb einer Gruppe (zusammengefasst nach Branchen, Größenklassen und/oder Regionen) und Technologie wird der Anteil der technologieaffinen Unternehmen an der Gesamtzahl der Unternehmen als einfache Kennzahl für die entsprechende Technologieaffinität verwendet. Da die absolute Höhe dieser Anteile stark von den gewählten Schlüsselbegriffen abhängt, liegt der Erkenntnisgewinn vor allem im Vergleich mit anderen Benchmarkgruppen.

Der Wirtschaft 4.0 Index gibt darüber hinaus an, wie hoch der Anteil an Unternehmen ist, die in Bezug auf mindestens zwei der 15 Technologien als affin eingestuft werden. Dieser aggregierte Index zeigt also auch, wie vielseitig die technologische Ausrichtung der Unternehmen ist.

Tabelle 8-8 | Wortwolken zur Bestimmung des Wirtschaft 4.0 Indizes

Die Tabelle zeigt für jede relevante Technologie die Wortwolke, anhand derer das Webscraping durchgeführt wurde.

Technologie	Wortwolke
Cloud Computing	Cloud Computing, Cloudcomputing, Cloud Daten, Cloud Dienste, Cloud Speicher, Sealed Cloud, Private Cloud, Public Cloud, Hybrid Cloud, Community Cloud, Infrastructure as a Service, Platform as a Service, Software as a Service, Relational Database Service, Web-Scale IT, Cloud Architecture
Low-Code/No-Code-Plattformen	Low-Code, No-Code, Visuelle Programmierung, Drag-and-Drop, Codeless Automation, Platform as a Service, PaaS, grafische Oberfläche, Power Page, Widget, Workflow
Everything-as-a-Service (XaaS)	Smart Services, Smart Service, Smart Service Lösung, Smart Service Lösungen, Software as a Service, SaaS, XaaS
Process Mining	Process Mining, Prozessanalyse, Process Analytics, Business Intelligence, Process Intelligence, Workflow-Mining, Geschäftsdatenanalyse, Process Discovery, Process Conformance, Process Enhancement
Web 3.0	Dezentrale Anwendungen, Blockchain, Smart Contracts, Tokenisierung, Tokenization, Distributed Ledger, Cryptocurrency, Kryptowährung, NFT, Decentralized Web, Semantic Web, Web 3.0, Web3
Künstliche Intelligenz (KI)	Künstliche Intelligenz, KI, Artificial Intelligence, AI, Machine Learning, Maschinelles Lernen, smart machine, Smart Maschine, Smart Machine Technology, Smart Machine Technologie
Internet of Things (IoT)	Internet der Dinge, Internet of Things, IoT, Internet of Everything, Grid Networks, Smart Grid
Digitaler Zwilling	digital twin, digitaler Zwilling, Virtuelle Softwarerepräsentation
5G im industriellen Kontext	Industrial Internet, 5G, 5G-Netzwerk, 5G-Frequenzen, 5G Network
Quantencomputing	Quantencomputing, Qubits, Quantencomputer, quantenbasiert, Quantenapplikationen, Quantenhardware, Quantenimplementierungen, Quantenprogramm, Quantenoptimierung, Quantenalgorithmen
Technologien im Bereich Kreislaufwirtschaft	Kreislaufwirtschaft, Recycling, Ressourceneffizienz, Upcycling, Downcycling, Zero Waste, Wiederverwendung, Life Cycle Assessment, Circular Economy
Virtual Reality/Augmented Reality (VR/AR)	Virtual Reality, virtuelle Realität, 3D Maus, Datenhandschuh, Augmented Reality, Brain Computer Interface, Brain-Computer-Interface
Elektromobilität	Elektromobilität, Elektromotor, Elektroauto, Elektrofahrzeug, Elektrische Antriebstechnik, Plug-in-Hybrid, Ladestation, Ladeinfrastruktur, Reichweite, E-Mobility
Cybersecurity	Cybersecurity, Netzwerksicherheit, Firewall, Cyberabwehr, Informationssicherheit, Verschlüsselung, Cyber Defense, Cloud Security
Technologien im Bereich Erneuerbare Energien	Solarenergie, Geothermie, Bioenergie, Wasserkraft, Wasserstofftechnologie, Photovoltaik, Solarthermie, Umgebungswärme, Energieeffizienz, Nachhaltige Energie, Erneuerbare Energie, Speichertechnologie, Smart Energy

Quelle: eigene Definitionen

09 Literatur- verzeichnis





- Aarstad, Jarle / Kvitastein, Olav A. / Jakobsen, Stig-Erik, 2016, Related and unrelated variety as regional drivers of enterprise productivity and innovation. A multilevel study, in: *Research Policy*, 45. Jg., Nr. 4, S. 844–856
- Abfallwirtschaftsbetriebe Köln GmbH, o. J., Unterflurbehälter, <https://www.awbkoeln.de/wohnungswirtschaft/leistungsangebot/unterflurbehaelter/>
- acatech et al., 2022, Die Advanced Systems Engineering Strategie. Eine Leitinitiative zur Zukunft des Engineering- und Innovationsstandorts Deutschland, <https://www.acatech.de/publikation/die-advanced-systems-engineering-strategie/> [21.06.2024]
- Acemoglu, D. et al., 2018, Innovation, reallocation, and growth, in: *American Economic Review*, 108. Jg., Nr. 11, S. 3450–3491
- Acumen, 2023, Web 3.0 Market Size USD 81.9 Billion by 2032 growing at a CAGR of 44.5%, <https://www.acumenresearchandconsulting.com/web-3-0-market>
- Adelman, Robert, Augmented Reality in der industriellen Praxis, in: Orsolits, Horst / Lackner, Maximilian (Hrsg.), *Research, Virtual Reality und Augmented Reality in der digitalen Produktion*, Wiesbaden, Germany, S. 7–32
- Adisorn, Thomas / Tholen, Lena / Götz, Thomas, 2021, Towards a Digital Product Passport Fit for Contributing to a Circular Economy, Nr. 8, <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/8/2289> [04.03.2024]
- AG Energiebilanzen e.V., 2023, Auswertungstabellen zur Energiebilanz in Deutschland: Daten für die Jahre von 1990 bis 2022, https://ag-energiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/10/awt_2022_deutsch.pdf
- Aivaliotis, P. / Georgoulis, K. / Chrysosolouris, G., 2019, The use of Digital Twin for predictive maintenance in manufacturing, in: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32. Jg., Nr. 11, S. 1067–1080
- Aiyer, Bharath / Caso, Jeffrey / Russell, Peter / Sorel, Marc, 2022, New survey reveals \$2 trillion market opportunity for cybersecurity technology and service providers, https://www.mckinsey.com/capabilities/risk-and-resilience/our-insights/cybersecurity/new-survey-reveals-2-trillion-dollar-market-opportunity-for-cybersecurity-technology-and-service-providers?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block#/
- Amazon Web Services, Inc., 2024, Was ist Quantencomputing? – Quantencomputing erklärt – AWS, <https://aws.amazon.com/de/what-is/quantum-computing/>
- Bahlinger, Thomas / Reinheimer, Stefan / Smutny, Ronald P., 2021, KI-unterstützte Plattform zur Fachkräftesicherung – ein Kooperationsprojekt, in: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 58. Jg., Nr. 5, S. 1196–1212
- Balland, Pierre-Alexandre / Boschma, Ron / Crespo, Joan / Rigby, David L., 2019, Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification, in: *Regional Studies*, 53. Jg., Nr. 9, S. 1252–1268
- Balland, Pierre-Alexandre / Rigby, David, 2017, The Geography of Complex Knowledge, in: *Economic Geography*, 93. Jg., Nr. 1, S. 1–23
- Bathelt, Harald / Malmberg, Anders / Maskell, Peter, 2002, Clusters and Knowledge. Local Buzz, Global Pipelines and the Process of Knowledge Creation, in: *Progress in Human Geography*, 28. Jg., Nr. 1, S. 31–56

- Bayrisches Landesamt für Statistik, 2023, Vierteljährliche Kassenergebnisse der Gemeinden: Gemeinde, Bruttoeinnahmen, Einnahmearten, Jahre
- Bayrisches Landesamt für Statistik, 2024, Schuldenstände der hessischen Gemeinden und Gemeindeverbände 1995 bis 2022
- Bechtle AG, 2024, Kracht – Forensik-Team von Bechtle stellt IT wieder her, <https://www.bechtle.com/ueber-bechtle/referenzen/kracht-forensik-team-von-bechtle-stellt-it-wieder-her>
- beDirect, 2024, Unternehmensdatenbank, <https://www.bedirect-online.de/>
- Bitkom e. V., 2024, Die Zukunft der Consumer Technology 2023, <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-08/bitkom-studie-die-zukunft-der-consumer-technology-2023.pdf> [27.03.2024]
- Bitkom e.V., 2022, Künstliche Intelligenz – Wo steht die deutsche Wirtschaft, https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-09/Charts_Kuenstliche_Intelligenz_130922.pdf
- Bitkom e.V., 2023a, Digitale Zwillinge werden in der Industrie zum Standard
- Bitkom e.V., 2023b, Smart City Index 2023, <https://www.bitkom.org/Smart-City-Index>
- Bitkom e.V., 2023c, Wirtschaftsschutz 2023, <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-09/Bitkom-Charts-Wirtschaftsschutz-Cybercrime.pdf>
- Blees, Thomas, 2022, Cloud-Computing bietet mehr als nur Kosteneffizienz, <https://kpmg.com/de/de/home/media/press-releases/2022/06/cloud-computing-bietet-mehr-als-nur-kosteneffizienz.html>
- BMDV, 2023, Verkehr in Zahlen 2023/2024: 52. Jahrgang, Flensburg, <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/verkehr-in-zahlen.html> [12.01.2024]
- Bock, Stephanie / Hinzen, Ajo / Libbe, Jens (Hrsg.), 2009, Nachhaltiges Flächenmanagement – in der Praxis erfolgreich kommunizieren. Ansätze und Beispiele aus dem Förderschwerpunkt REFINA ; eine Publikation des Förderprogramms „Forschung für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement“ (REFINA) im Rahmen des Programms „Forschung für die Nachhaltigkeit“ (FONA) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), Berlin
- Bollinger, Stephan et al., 2021, Evaluation of Potential Benefits of Augmented Reality for Industrial Services, in: Kim, Duck Young (Hrsg.), IFIP Advances in Information and Communication Technology, Bd. 663, Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing and Logistics Systems: IFIP WG 5. 7 International Conference, APMS 2022, Gyeongju, South Korea, September 25-29, 2022, Proceedings, Part I, Cham, S. 135–144
- Bolwin, Lennart et al., 2023a, Der digitale Faktor. Wie Deutschland von intelligenten Technologien profitiert, <https://der-digitale-faktor.de/>
- Bolwin, Lennart / Kempermann, Hanno / Klink, Hilmar / Schmidt, Armando Garcia, 2023b, Innovative Milieus 2023: Die Innovationsfähigkeit der deutschen Unternehmen in Zeiten des Umbruchs
- Bonfiglio, Francesco, 2021, Vision & Strategy, <https://gaia-x.eu/sites/default/files/2021-12/Vision%20%26%20Strategy.pdf> [27.02.2024]
- Boschma, R. / Balland, P.-A. / Kogler, D. F., 2015, Relatedness and technological change in cities: the rise and fall of technological knowledge in US metropolitan areas from 1981 to 2010, in: Economic Geography, 24. Jg., Nr. 1, S. 223–250
- Brauckmüller, Tim et al., 2017, 5G. Aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und Potenziale für den Zugang zu kommunaler Infrastruktur, https://www.breitband-in-hessen.de/mm/5G_Studie_final.pdf [17.02.2020]

- Breschi, Stefano / Lissoni, Francesco / Malerba, Franco, 2003, Knowledge-relatedness in firm technological diversification, in: *Research Policy*, 32. Jg., Nr. 1, S. 69–87
- Brink, Alexander, 2022, Die Zwillingstransformation, <https://csr-news.org/2022/04/21/die-zwillingstransformation/>
- Broekel, Tom, 2019, Using structural diversity to measure the complexity of technologies, in: *PloS one*, 14. Jg., Nr. 5, e0216856
- Broekel, Tom / Brachert, Matthias / Duschl, Matthias / Brenner, Thomas, 2017, Joint R&D Subsidies, Related Variety, and Regional Innovation, in: *International Regional Science Review*, 40. Jg., Nr. 3, S. 297–326
- Broekel, Tom / Knüplig, Louis / Stenke, Gero, 2020, Zukunftsfähigkeit des Technologieprofils Deutschlands. Im Spiegel staatlicher Fördermaßnahmen, Nr. 4, S. 1–12
- Bundesagentur für Arbeit, 2023a, Arbeitslosenquote und Jugendarbeitslosenquote
- Bundesagentur für Arbeit, 2023b, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach ausgewählten Merkmalen nach Arbeits- und Wohnort
- Bundesagentur für Arbeit, 2024, Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023, Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland, https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Lagebericht_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, 2024, [Definition] Erneuerbare Energien, <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/erneuerbare-energien-14322>
- Bundesnetzagentur, 2024a, Anzahl der öffentlichen Ladepunkte in Deutschland von Januar 2017 bis Oktober 2023, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/E_Mobilitaet/Ladesaeuleninfrastruktur.xlsx?__blob=publicationFile&v=5
- Bundesnetzagentur, 2024b, Ladesäulenkarte, <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html>
- Bundesregierung, 2024, Nicht weniger fortbewegen, sondern anders, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/nachhaltige-mobilitaet-2044132>
- Buxmann, Peter / Schmidt, Holger, 2019, Künstliche Intelligenz: Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg, Berlin
- Canalys, 2023, Canalys Newsroom – Global cloud services spending up 16% in Q3 2023 as growth rate stabilizes , <https://www.canalys.com/newsroom/global-cloud-services-q3-2023>
- Catena-X Automotive Network e.V., o. J, Catena-X Automotive Network | Catena-X, <https://catena-x.net/de/>
- Catena-X Automotive Network e.V., 2024, Entwicklungsbereich | Catena-X, <https://catena-x.net/de/ueber-uns/entwicklungsbereich>
- Cerniauskas, Simonas et al., 2021, Wissenschaftliche Begleitstudie der Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen, Jülich
- Chamria, Ravi, 2022, Distinctive Components of the Web 3, <https://www.zeeve.io/blog/distinctive-components-of-the-web-3/>

- Chui, Michael / Collins, Mark / Patel, Mark, 2021, The Internet of Things: Catching up to an accelerating opportunity, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/iot-value-set-to-accelerate-through-2030-where-and-how-to-capture-it#/> [30.01.2024]
- Davies, Vikki, 2023, IDC forecasts European IoT spending to reach \$805.7 billion, <https://cybermagazine.com/articles/idc-forecasts-european-iot-spending-to-reach-227-billion>
- Deloitte United States, 2024, The Internet of Things: Moving from cost savings to revenue generation | Deloitte US, <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/finance/articles/cfo-insights-internet-of-things-cost-savings-revenue-generation.html>
- Deutsche Bahn AG, 2023, Digitale ICE-Wartung: Deutsche Bahn investiert 55 Millionen Euro in Roboter und künstliche Intelligenz, <https://www.deutschebahn.com/de/presse/presse-regional/pr-duesseldorf-de/presseinformationen-regional/Digitale-ICE-Wartung-Deutsche-Bahn-investiert-55-Millionen-Euro-in-Roboter-und-kuenstliche-Intelligenz-12289874>
- Deutscher Städtetag, 2023, Urbane Digitale Zwillinge, <https://www.staedtetag.de/files/dst/docs/Publikationen/Weitere-Publikationen/2023/expertenpapier-urbane-digitale-zwillinge-2023.pdf> [04.03.2024]
- Dignan, Larry, 2023, ENERVIE treibt Transformation, Digitalisierung und Prozessexzellenz voran, <https://www.celonis.com/de/blog/enervie-transforms-with-digitization-process-excellence/>
- DIN, 2018, DIN EN 13306:2018-02, Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung; Dreisprachige Fassung EN_13306:2017, Berlin
- Dixit, Priyanka / Silakari, Sanjay, 2021, Deep Learning Algorithms for Cybersecurity Applications: A Technological and Status Review, in: Computer Science Review, 39. Jg., S. 100317
- Dome Cologne NFT, 2024, Startseite – Dome Cologne NFT, <https://domecolognenft.com/>
- dpa, 2022, Studie: Fehlende Arbeitskräfte kosten über 80 Milliarden im Jahr, <https://www.wiwo.de/politik/konjunktur/fachkraeftemangel-studie-fehlende-arbeitskraefte-kosten-ueber-80-milliarden-im-jahr/28732828.html>
- DPMA, Die internationale Patentklassifikation IPC, <https://www.dpma.de/recherche/klassifikationen/patenteundgebrauchsmuster/internationalepatentklassifikation/index.html> [23.05.2024]
- Duong, Trung Q. et al., 2023, From Digital Twin to Metaverse: The Role of 6G Ultra-Reliable and Low-Latency Communications with Multi-Tier Computing, in: IEEE Wireless Communications, 30. Jg., Nr. 3, S. 140–146
- Eichstädt, Timm / Spiecker, Stefan, 2024, 3D-Druck, in: Eichstädt, Timm / Spiecker, Stefan (Hrsg.), 52 Stunden Informatik: Was jeder über Informatik wissen sollte, Wiesbaden, S. 341–348
- Ellen MacArthur Foundation, 2021, Completing the picture: How the circular economy tackles climate change, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture> [19.02.2024]
- Emmert-Streib, Frank / Dehmer, Matthias, 2012, Exploring statistical and population aspects of network complexity, in: PloS one, 7. Jg., Nr. 5, e34523
- Ericsson, 2023, Ericsson Mobility Report: November 2023, <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/november-2023> [22.02.2024]

- Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 15.02.2024, [Umfrage] Grüne Energieprodukte – ein nachhaltiges Geschäftsmodell: Wie die Dekarbonisierung Energie- und Industrieunternehmen bis 2025 prägt, Dresden, https://www.ey.com/de_de/decarbonization/trends-in-der-energiwirtschaft-bis-2025
- Espinoza, Héctor et al., 2020, Estimating the impact of the Internet of Things on productivity in Europe, in: *Heliyon*, 6. Jg., Nr. 5, e03935
- Europäische Kommission, 2024, A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe, https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
- Europäische Union, 2021, Verordnung (EU) 2021/1119 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäisches Klimagesetz“): Verordnung (EU) 2021/1119
- Europäische Union, 2023, Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen: Richtlinie (EU) 2018/2001
- European Commission, 15.02.2024, Winter 2024 Economic Forecast
- European Environment Agency, 2024, Circular material use rate in Europe, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/circular-material-use-rate-in-europe>
- European Patent Office, 2023, Innovationstrends in der additiven Fertigung, <https://link.epo.org/web/service-support/publications/de-additive-manufacturing-study-2023-executive-summary.pdf> [05.07.2024]
- Eurostat, 2023, Nutzung von Cloud Computing Diensten, nach Unternehmensgrößenklassen // Utilisation des services de cloud computing, par classe de taille d'entreprise, par classe de taille d'entreprise, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_cicce_use/default/table?lang=de&category=isoc.isoc_e.isoc_eb
- Eurostat, 2024a, Circular material use rate, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en [04.03.2024]
- Eurostat, 2024b, FIGARO tables (2024 edition): Annual EU inter-country supply, use and input-output tables
- Ewald, Johannes / Hünemeyer, Vanessa Rebecca / Kempermann, Hanno, 2024, Ländliche Regionen als Rückgrat für den Umbau der deutschen Wirtschaft? Ergebnisse des IW-Regionalrankings 2024, IW-Report, Nr. 28, Köln
- Exactitude Consultancy, 2024, Everything-as-a-Service-Markt nach Unternehmenstyp (kleine und mittlere Unternehmen (KMU), Dienstleistungen für Großunternehmen), nach Branche (BFSI, Einzelhandel und Konsumgüter, Gesundheitswesen, IT und Telekommunikation, Fertigung, Gastgewerbe) nach Typ (Software). as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS), Infrastructure as a Service, Security as a Service (SECaaS), Device as a Service (DaaS), Unified Communications as a Service, Storage as a Service, Technology as a Service) und Region, globale Trends und Prognose von 2023 bis 2030, <https://exactitudeconsultancy.com/de/reports/32190/everything-as-a-service-market/>
- Falck, Oliver et al., 2019, Versteigerung der 5G-Lizenzen in Deutschland – ein Meilenstein auf dem Weg in die digitale Zukunft?, in: *ifo Schnelldienst*, 72. Jg., Nr. 21, S. 3–14
- Fan, Cheng / Xiao, Fu, 2017, Mining big building operational data for improving building energy efficiency: A case study, in: *Building Services Engineering Research and Technology*, 39. Jg., Nr. 1, S. 117–128

- Finke, Björn, 2024, Microsoft: Kohle für das Kohlerevier, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/microsoft-rheinisches-revier-cloud-ki-ai-rechenzentren-1.6363500>
- FIR e.V. an der RWTH Aachen, 2024
- Fischer, A., 2020, 10 3D-Druck & Co.-Potenziale der additiven Fertigung. Von Augmented Reality bis KI- Die wichtigsten IT-Themen, die Sie für Ihr Unternehmen kennen müssen.
- Fischer, Dominik Andreas, 2023, Advancing Process Mining from the Core: Managing Process Mining Project Portfolios from Data Processing to Process Improvement
- Flegg, A. T. / Webber, C. D., 2010, Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula, in: Regional Studies, S. 563–569
- Fleischmann, Jakob et al., 2023, Battery 2030: Resilient, sustainable and circular: Battery demand is growing - and so is the need for better solutions along the value chain, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular> [22.02.2024]
- Ford, 2024a, Elektrische Zukunft in Köln: Neues 3D-Druckzentrum eröffnet, <https://www.ford.de/ford-entdecken/highlights-und-> [05.07.2024]
- Ford, 2024b, Robust und nachhaltig: Kölner Ford-Ingenieure erhalten Technologie-Preis für innovative 3D-Druck-Anwendung, <https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/de/de/news/2023/10/27/robust-und-nachhaltig-koelner-ford-ingenieure-erhalten-technolo.html> [05.07.2024]
- Fortune Business Insights, 2024, Everything as a Service [XaaS] Marktgröße und Prognose, 2030, <https://www.fortunebusinessinsights.com/de/everything-as-a-service-xaas-markt-102096>
- FZ Jülich, 2022a, Europas erster Quantenannealer mit mehr als 5000 Qubits in Jülich gestartet, <https://www.fz-juelich.de/de/aktuelles/news/pressemittelungen/2022/2022-01-17-juniq-europas-erster-quantencomputer-mit-5000-qubits>
- FZ Jülich, 2022b, Newsroom - Quantum Jülich, <https://juelich-quantum.de/newsroom.html> [08.04.2024]
- FZ Jülich, 2024, Quantencomputer, <https://www.fz-juelich.de/de/forschung/information/quantentechnologie/quantencomputer>
- G. Harkut, Dinesh / Kasat, Kashmira, Introductory Chapter: Artificial Intelligence - Challenges and Applications, in: Harkut, Dinesh G. (Hrsg.), Artificial Intelligence - Scope and Limitations, London, United Kingdom, S. 2–3
- gaia-x, 2021, Gaia-X Föderationsdienste: Kickstarter für das Gaia-X-Ökosystem, <https://www.gxfs.eu/download/1873/> [27.02.2024]
- Galic, Gabriela / Wolf, Marcel, 2021, Delivering Value with Process Analytics: Process Mining adoption and success factors, <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/finance/articles/global-process-mining-survey-2021.html>
- Gartner Research, 2021, Forecast Analysis: Process Mining, Worldwide, <https://www.gartner.com/en/documents/4007520>
- Gartner Research, 2022, Gartner Forecasts Worldwide Low-Code Development Technologies Market to Grow 20% in 2023: Business Technologists, Hyperautomation and Composability Will Drive Low-Code Technology Adoption Through 2026, <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-12-13-gartner-forecasts-worldwide-low-code-development-technologies-market-to-grow-20-percent-in-2023#:~:text=Gartner%20predicts%20that%20by%202026,up%20from%2060%25%20in%202021.>

- Gestaltung der digitalen Zukunft Europas, 2024, Ein europäischer Ansatz für künstliche Intelligenz, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/european-approach-artificial-intelligence>
- Ghosh, Amitabha / Maeder, Andreas / Baker, Matthew / Chandramouli, Devaki, 2019, 5G Evolution: A View on 5G Cellular Technology Beyond 3GPP Release 15, in: IEEE Access, 7. Jg., S. 127639–127651
- Giles, Martin, 2019, Explainer: What is a quantum computer?, <https://www.technologyreview.com/2019/01/29/66141/what-is-quantum-computing/>
- Global Market Insights Inc., 2024, Europe Cloud Computing Market Size & Share | Growth Trends 2032, <https://www.gminsights.com/industry-analysis/europe-cloud-computing-market>
- GlobeNewswire, 2023, Platform as a service (PaaS) Global Market Report 2023, <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/02/15/2608458/0/en/Platform-as-a-service-PaaS-Global-Market-Report-2023.html>
- Golling, C. / Jarolin, M., 2022, Regionale Entwicklung des Strom- & Wasserstoffbedarfs. Ergebnispräsentation für die für die 50Hertz-Regelzone, [https://www.50hertz.com/Portals/1/Dokumente/Medien/Pressemitteilungen/2022/2022_Zusammenfassung_Ergebnisse_Elektrifizierungs-und%20Wasserstoffstudie%20\(2\).pdf?ver=2022-02-10-102957-067](https://www.50hertz.com/Portals/1/Dokumente/Medien/Pressemitteilungen/2022/2022_Zusammenfassung_Ergebnisse_Elektrifizierungs-und%20Wasserstoffstudie%20(2).pdf?ver=2022-02-10-102957-067)
- Grisold, Thomas / Mendling, Jan / Otto, Markus / vom Brocke, Jan, 2021, Adoption, use and management of process mining in practice, in: Business Process Management Journal, 27. Jg., Nr. 2, S. 369–387
- Guan, Chong / Ding, Ding / Guo, Jiancang / Teng, Yun, 2023, An ecosystem approach to Web3.0: a systematic review and research agenda, in: Journal of Electronic Business & Digital Economics, 2. Jg., Nr. 1, S. 139–156
- Haag, Maike / Kempermann, Hanno / Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver, 2023, Innovationsatlas, Köln
- Haag, Maike / Schumacher, Simon, 2024, Erfinderinnen in der pharmazeutischen Forschung, IW-Kurzbericht, Nr. 13
- Handelsblatt, 2024, Übersetzungsfirma DeepL wird mit zwei Milliarden Dollar bewertet, in: Handelsblatt, 2024
- Hardjosuwito, Dino et al., 2023, The Process Mining Use Case Canvas: A Framework for Developing and Specifying Use Cases, in: Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023 - 2. Hannover, o. A
- Hecht, Christopher / Figgner, Jan / Sauer, Dirk Uwe, 2024, Lade- und Ladeinfrastruktur-Technologie, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 453–466
- Heckscher, Eli F. / Ohlin, Bertil Gotthard, 1991, Heckscher-Ohlin trade theory, Cambridge, Mass. u.a.
- Heimes, Heiner Hans et al., 2024a, Aktuelle Herausforderungen der Elektromobilität, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 29–37
- Heimes, Heiner Hans et al., 2024b, Elektromobilität als Schlüsseltechnologie der Mobilitätswende, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 39–68
- Heimes, Heiner Hans et al., 2024c, Potenziale von Second-Use-Anwendungen für Lithium-Ionen-Batterien, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 655–668

- Heimes, Heiner Hans et al., 2024d, Recycling von Lithium-Ionen-Batterien, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 687-704
- Heimes, Heiner Hans et al., 2024e, Remanufacturing von Lithium-Ionen-Batterien, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 679-686
- Heinfellner, Holger, 2018, Sachstandsbericht Mobilität und mögliche Zielpfade zur Erreichung der Klimaziele 2050 mit dem Zwischenziel 2030: Kurzbericht, Wien
- Herzwurm, Georg / Henzel, Robert, Cloud-Computing – gekommen um zu bleiben, in: Kollmann, Tobias (Hrsg.), Handbuch Digitale Wirtschaft, Wiesbaden, [Heidelberg], S. 877-909
- Hessisches Statistisches Landesamt, 2023a, Ein- und Auszahlungen der Kernhaushalte der hessischen Gemeinden und Gemeindeverbände 2015 bis 2022
- Hessisches Statistisches Landesamt, 2023b, Schuldenstände der hessischen Gemeinden und Gemeindeverbände 1995 bis 2022
- Hidalgo, C. A. / Klinger, B. / Barabási, A-L / Hausmann, R., 2007, The product space conditions the development of nations, in: Science (New York, N.Y.), 317. Jg., Nr. 5837, S. 482-487
- Hidalgo, César A. / Hausmann, Ricardo, 2009, The building blocks of economic complexity, in: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106. Jg., Nr. 26, S. 10570-10575
- Hirschl, Bernd et al., 2010, Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien, Berlin
- Humayun, Mamoon et al., 2021, 5G Network Security Issues, Challenges, Opportunities and Future Directions: A Survey, in: Journal of Physics: Conference Series, 1979. Jg., Nr. 1, S. 1-10
- IDC / IoT European Large-Scale Pilots Programme, 2019, The European Large-Scale Pilots Programme: Driving IoT Innovation at Scale in Europe, https://european-iot-pilots.eu/wp-content/uploads/2019/06/IoT-European-Large-Scale-Pilots-Programme_eBook_CREATE-IoT_V02.pdf
- IEEE Task Force on Process Mining, 2021, Newsletter stream #8(12/2021)- Developers' point: Celonis, <https://www.miningyourbusinesspodcast.com/1544206/10757163>
- INEOS in Köln, 2021, [Pressemitteilung] Grüner Wasserstoff: INEOS in Köln und Currenta starten gemeinsames Großprojekt zur Wasserstoffherzeugung, <https://www.ineoskoeln.de/news/ineos-in-koln-und-currenta-starten-gemeinsames-großprojekt-zur-wasserstoffherzeugung/>
- INEOS in Köln, 2022, [Pressemitteilung] Grüner Wasserstoff: INEOS in Köln erhält für Projekt ChemCH2ange Landesförderung für Machbarkeitsstudie, <https://www.ineoskoeln.de/news/gruner-wasserstoff-ineos-in-koln-erhalt-fur-projekt-chemch2ange-landesforderung-fur-machbarkeitsstudie/>
- Infineon Technologies AG, 2021, Quantencomputing: Definition & Funktion - Infineon Technologies - Infineon Technologies, <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/quantum-computing/>
- Institut der deutschen Wirtschaft, 2024, IW-Patentdatenbank, <https://www.iwkoeln.de/institut/projekte/patentdatenbank.html>
- International Institute for Management Development, 2024, World Competitiveness Ranking, <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/> [21.06.2024]

- International Labour Organization / Circle Economy / World Bank, 2023, Decent Work In The Circular Economy, https://www.ilo.org/sector/Resources/publications/WCMS_881337/lang-en/index.htm [04.03.2024]
- IT.NRW, 2023, Finanzen (GFK) der Gemeinden und Gemeindeverbände Einzahlungen nach ausgewählten Einzahlungsarten - Gemeinden - Jahr (ab 2009)
- IT.NRW, 2024a, Anzahl der Betriebe mit Investitionen, darunter für Umwelt, deren Beschäftigte so wie Investitionen insgesamt u. für den Umweltschutz - kreisfreie Städte und Kreise - Jahr
- IT.NRW, 2024b, Kassenkredite, Wertpapiersschulden und Kredite der Gemeinden und Gemeindeverbände (ab 2019) - Gemeinden/GV - Stichtag
- IW Consult, 2024a, Unternehmensbefragung
- IW Consult, 2024b, Wirtschaftsfördererbefragung
- iwd, 2022, Der Fachkräftemangel ist plötzlich Realität, <https://www.iwd.de/artikel/der-fachkraeftemangel-ist-ploetzlich-realitaet-551257/>
- Jensen, Steffen Foldager et al., 2023, Digital product passports for a circular economy: Data needs for product life cycle decision-making, in: Sustainable Production and Consumption, 37. Jg., S. 242-255
- Juhas, Gabriel et al., 2022, Low-code platforms and languages: the future of software development, in: 20th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), S. 286-293
- Kasperk, Garnet / Fluchs, Sarah / Hausmann, Julius, 2024, Wertschöpfungspotenziale entlang der elektromobilen Wertschöpfungskette, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 565-584
- Kellerhoff, Peter, 2023, Globaler Batteriemarkt wächst bis 2030 um jährlich 34 %, <https://www.vdi-nachrichten.com/technik/automobil/explosion-der-batterienachfrage-bis-2030/>
- Kempermann, Hanno, 2019, Metropolregion Rheinland. Vergleich der Metropolregion Rheinland mit anderen Metropolregionen in Deutschland in den Bereichen Forschung und Bildung, Gutachten der IW Consult im Auftrag der Metropolregion Rheinland e.V., Köln, <https://www.iwkoeln.de/studien/hanno-kempermann-agnes-ricci-metropolregion-rheinland.html>
- Kempermann, Hanno et al., 2021, Wirtschaftliche Bedeutung regionaler Automobilnetzwerke in Deutschland
- Kempermann, Hanno / Ewald, Johannes / Hünнемeyer, Vanessa Rebecca, 2023a, Städteranking 2023: 71 deutsche Großstädte im Vergleich
- Kempermann, Hanno / Ewald, Johannes / Hünнемeyer, Vanessa Rebecca, 2024, Regionalranking 2024
- Kempermann, Hanno / Klink, Hilmar / Bolwin, Lennart, 2023b, Standort Bayern - Unternehmerperspektiven 2023
- Kempermann, Hanno / Pohl, Pauline, 2019, Innovative Milieus: Die Innovationsfähigkeit deutscher Unternehmen
- Kind, Sonja et al., 2021, Virtual und Augmented Reality : Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen. TA-Vorstudie, <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000131346>
- Klipper, Sebastian, 2015, Cyber Security: Ein Einblick für Wirtschaftswissenschaftler: Ein Einblick für Wirtschaftswissenschaftler

- Klostermeier, Robin / Haag, Steffi / Benlian, Alexander, 2020, Geschäftsmodelle Digitaler Zwillinge: HMD Best Paper Award 2018, Wiesbaden
- Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver / Küper, Malte / Puls, Thomas, 2023, Forschungsschwerpunkte der Kfz-Industrie am Standort Deutschland: Eine Auswertung auf Basis der IW-Patentdatenbank; The focus of research in Germany's automotive industry: An assessment based on the IW Patent Database, in: IW-Trends - Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, 50. Jg., Nr. 1, S. 23-43
- KölnBusiness, 2024, Definition der Leitmärkte nach Wirtschaftszweigen
- Kölner Verkehrsbetriebe, 2021, Projekt MuLI kann als Blaupause die Verkehrswende fördern, https://www.kvb.koeln/unternehmen/projekte/smart_city_kvb/muli/presse.html
- KPMG, 2023, Cloud-Monitor 2023, <https://hub.kpmg.de/de/cloud-monitor-2023> [27.02.2024]
- Kreutzer, Ralf T. / Sirrenberg, Marie, 2019, Künstliche Intelligenz verstehen, Wiesbaden
- Kritzinger, Werner et al., 2018, Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification, in: IFAC-PapersOnLine, 51. Jg., Nr. 11, S. 1016-1022
- Lang, Thorsten, 2021, Potenzialanalyse DeepTech für den Wirtschaftsstandort Köln
- Lang, Thorsten / Bähr, Cornelius, 2022, Monitoring zur industriellen Entwicklung im Rahmen der Industriestrategie 2030, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, Köln
- Laubinger, Frithjof / Lanzi, Elisa / Chateau, Jean, 2020, Labour market consequences of a transition to a circular economy, https://www.oecd-ilibrary.org/environment/labour-market-consequences-of-a-transition-to-a-circular-economy_e57a300a-en [04.03.2024]
- Lechtenböhmer, Stefan / Samadi, Sascha / Leipprad, Anna / Schneider, Clemens, 2019, Grüner Wasserstoff, das dritte Standbein der Energiewende?, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 69. Jg., Nr. 10, S. 10-13
- Lentz, Bram / Looijse, Kai / Smeets, Jeroes, 2023, New Business Models: XaaS: Everything as a Service, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/deloitte-nl-deloitte-digital-everything-as-a-service-xaas.pdf> [19.03.2024]
- Link, S. / Menkhoff, M. / Peichl, A. / Schüle, P., 2022, Corporate taxes reduce investment: New evidence from Germany, in: EconPol Policy Brief, Nr. 44
- Liyanage, Madhusanka et al., 2018, A comprehensive guide to 5G security, Hoboken, NJ
- Luber, Stefan, 2022, Was ist Web 3.0?, <https://www.cloudcomputing-insider.de/was-ist-web-30-a-2cdee050bfe3f06da78acdf3ec082e7d/>
- Mais, Franziska, 2024, Start-up-Ökosystem als Innovationsmotor für die Biointelligenz, <https://www.biointelligenz.de/news/start-up-oekosystem-als-innovationsmotor-fuer-die-biointelligenz/> [11.07.2024]
- Maraut, Stéphane et al., 2008, The OECD REGPAT Database, in: OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2008/02
- MarkWide Research, 2024, Everything as a Service (XaaS) Market 2024-2032 | Size, Share, Growth, <https://markwideresearch.com/everything-as-a-service-xaas-market/>
- Marzo, Stefano, 2023, Cologne-base foodtech The Oater closes seven-figure pre-seed to launch its "Oat drink-as-a-Service", <https://www.eu-startups.com/2023/07/cologne-base-foodtech-the-oater-closes-seven-figure-pre-seed-to-launch-its-oat-drink-as-a-service/>

- Masiowski, Mateusz / Mohr, Niko / Soller, Henning / Zesko, Matija, 2022, Quantum computing funding remains strong, but talent gap raises concern, <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/quantum-computing-funding-remains-strong-but-talent-gap-raises-concern>
- McCarthy, Andrew / Dellink, Rob / Bibas, Ruben, 2018, The Macroeconomics of the Circular Economy Transition, https://www.oecd-ilibrary.org/environment/the-macroeconomics-of-the-circular-economy-transition_af983f9a-en [04.03.2024]
- McKinsey, 2022, Cybersecurity trends: Looking over the horizon, <https://www.mckinsey.com/capabilities/risk-and-resilience/our-insights/cybersecurity/cybersecurity-trends-looking-over-the-horizon>
- McKinsey & Company, 2022a, McKinsey Quantum Technology Monitor 2022: Talentlücke droht | McKinsey & Company, <https://www.mckinsey.com/de/news/presse/quantum-technology-monitor-2022-marktanalyse-quantencomputing>
- McKinsey & Company, 2022b, Playing offense on circularity can net European consumer goods companies €500 billion, <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/playing-offense-on-circularity-can-net-european-consumer-goods-companies-500-billion-euros#/> [04.03.2024]
- McKinsey & Company, 2023a, Quantentechnologien: Zahl der Gründungen gesunken – Investitionsniveau weiter hoch, <https://www.mckinsey.de/news/presse/quantum-technology-monitor-2023-marktanalyse-quantencomputer-quantenkommunikation-quantensensorik>
- McKinsey & Company, 2023b, Quantum Technology Monitor, <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/quantum%20technology%20sees%20record%20investments%20progress%20on%20talent%20gap/quantum-technology-monitor-april-2023.pdf> [27.03.2024]
- Meeßen, Fabian / Kempermann, Hanno / Lichtblau, Karl, 2024, Wirtschaft 4.0-Index
- Mendix, o. J., Menndix Hero Platform Image
- Mendix, 2023, Continental Adopts Agile Development to Modernize Business Processes, <https://www.mendix.com/customer-stories/continental/>
- Mercedes-Benz AG, 2024, Wallbox & zu Hause laden, <https://www.mercedes-benz.de/passengercars/technology/charging/wallbox-ev-charge-at-home.html>
- Mewes, Lars / Broekel, Tom, 2020, Subsidized to change? The impact of R&D policy on regional technological diversification, in: The Annals of Regional Science, 65. Jg., Nr. 1, S. 221–252
- Mewes, Lars / Broekel, Tom, 2022, Technological complexity and economic growth of regions, in: Research Policy, 51. Jg., Nr. 8, S. 104156
- Mining Your Business Podcast, 2022, Process Mining in the energy sector with Max Aberman and Jannis Nacke, ENERVIE Group, 08.06.2022, <https://www.miningyourbusinesspodcast.com/1544206/10757163>
- Ministerium für Heimat, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023, Bundesweit einmaliger Neubau im Bereich des digitalen Bauens, made in Nordrhein-Westfalen, <https://www.mhkbd.nrw/presse-und-medien/pressemitteilungen/bundesweit-einmaliger-neubau-im-bereich-des-digitalen-bauens-made-nordrhein-westfalen-digitaler-zwilling-fuer-das-zentrum-fuer-stoffwechselforschung-der-universitaetsmedizin-koeln>
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 19.02.2024, [Positionspapier] Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/mwide_br_wasserstoff-roadmap-nrw-web-bf.pdf

- Mittal, Nitin / Saif, Irfan / Ammanath, Beena, 2022, Fueling the AI transformation: Four key actions powering widespread value from AI, right now.: Deloitte's State of AI in the Enterprise, 5th Edition report, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/deloitte-analytics/us-ai-institute-state-of-ai-fifth-edition.pdf>
- Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kommunikation, 2021, Chancen durch Industrie 4.0: Der digitale Zwilling, <https://www.kompetenzzentrum-kommunikation.de/blog/chancen-durch-industrie-4-0-der-digitale-zwilling-3994/>
- Moysiadis, Vasileios / Sarigiannidis, Panagiotis / Vitsas, Vasileios / Khelifi, Adel, 2021, Smart Farming in Europe, in: Computer Science Review, Nr. 39, S. 1–22
- Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur, 2020, Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf: Studie im Auftrag des BMVI, <https://nationale-leitstelle.de/wp-content/pdf/broschuere-lis-2025-2030-final-web.pdf> [19.03.2024]
- Nemeth, Mattias, 2020, 1. FC Köln: Von der Kunden-Odyssee zur Customer Journey, <https://www.it-zoom.de/it-mittelstand/e/1fc-koeln-von-der-kunden-odyssee-zur-customer-journey-25894/>
- NetCologne, o. J., Was ist LoRaWAN?, <https://www.netcologne.de/geschaeftskunden/blog/was-ist-lorawan/>
- Next Move Strategy Consulting, 2023, Artificial Intelligence (AI) Market by Component (Hardware, Software, and Services), Deployment (Cloud and On-Premise), Application (Virtual Assistants/Chatbots, Forecasts & Modeling, Text Analytics, Speech Analytics, Computer Vision, Predictive Maintenance, and Others), and End-user Industry (BFSI, Government, Aerospace & Defense, Automotive, Healthcare, IT & Telecom, Manufacturing, Education, Retail & E-Commerce, Energy & Utilities, Media & entertainment, and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2022-2030, <https://www.nextmsc.com/report/artificial-intelligence-market>
- NIST, 2023, NIST to Standardize Encryption Algorithms That Can Resist Attack by Quantum Computers | NIST, <https://www.nist.gov/news-events/news/2023/08/nist-standardize-encryption-algorithms-can-resist-attack-quantum-computers>
- Northdata, 2024, Unternehmensdatenbank, <https://www.northdata.de/>
- OECD, ohne Jahr, Biotechnologie Abgrenzung der OECD, https://stats.oecd.org/OECDStat_Metadata/ShowMetadata.ashx?Dataset=PATS_IPC&Coords=%5BIPC%5D.%5BBIOTECH%5D&ShowOnWeb=true&Lang=en [29.05.2024]
- OECD, 2015, The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being
- Pagoropoulos, Aris / Pigosso, Daniela C.A. / McAloone, Tim C., 2017, The Emergent Role of Digital Technologies in the Circular Economy: A Review, in: Procedia CIRP, 64. Jg., S. 19–24
- Paulsen, Nina / Kriegskotte, Nick / Gorenflos Lopez, Jacob, 2022, Ein Viertel der deutschen Industrie setzt auf 5G-Campus-Netze, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Viertel-deutscher-Industrie-5G-Campus-Netze> [22.02.2024]
- Pippig, Laura, 2022, Web 3.0 - Was ist das?, <https://www.connect-living.de/ratgeber/web-3-erklart-definition-was-ist-das-chancen-risiken-3203446.html>
- Pohlmann, Norbert, 2022, Cyber-Sicherheit: Das Lehrbuch für Konzepte, Prinzipien, Mechanismen, Architekturen und Eigenschaften von Cyber-Sicherheitssystemen in der Digitalisierung, Wiesbaden
- Poltermann, Andreas, 2023, Wissensgesellschaft – eine Idee im Realitätscheck, <https://www.bpb.de/themen/bildung/dossier-bildung/146199/wissensgesellschaft-eine-idee-im-realitaetscheck/>

- Potting, José / Hekkert, Marko / Worrell, Ernst, 2017, Circular Economy: Measuring Innovation in the Product Chain, <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf> [04.03.2024]
- Praful Bharadiya, Jasmin, 2023, Artificial Intelligence and the Future of Web 3.0: Opportunities and Challenges Ahead, in: American Journal of Computer Science and Technology, S. 91–96
- Precedence Research, 2024a, 3D Printing Market Size and Growth, <https://www.precedenceresearch.com/3d-printing-market#:~:text=The%20global%203D%20printing%20market,forecast%20period%202023%20to%202032> [05.07.2024]
- Precedence Research, 2024b, Infrastructure as a Service (IaaS) Market Size, Report 2023-2032, <https://www.precedenceresearch.com/infrastructure-as-a-service-market>
- Precedence Research, 2024c, Software As A Service (SaaS) Market Size, Trends, Report 2032, <https://www.precedenceresearch.com/software-as-a-service-market>
- Process and Data Science Group, 2024, Process Mining Software, <https://www.processmining.org/software.html>
- Process& GmbH, 2022, ENERVIE - Meter to Cash. ENERVIE Gruppe und Processand optimieren mit Celonis Process Mining den Meter-to-Cash-Prozess, <https://www.processand.com/de/kunden/enervie-meter-to-cash/#>
- Prognos AG, 2016, Standort Köln - Perspektive 2030
- Ranta, Valtteri / Aarikka-Stenroos, Leena / Väisänen, Juha-Matti, 2021, Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy—Multiple case study, in: Resources, Conservation and Recycling, 164. Jg., S. 105155
- Riedelsheimer, Theresa / Lünemann, Pascal / Wehking, Sebastian / Dorfhuber, Lisa, 2020, Digital Twin Readiness Assessment: Eine Studie zum digitalen Zwilling in der fertigen Industrie
- Romer, Paul M., 1990, Endogenous Technological Change, in: Journal of Political Economy, 98. Jg., Nr. 5, S. 71–102
- Rusche, Christian, 2024, Aktuelle Entwicklungen von Direktinvestitionen, in: Rusche IW-Kurzbericht, Nr. 15
- Sallaba, Milan / Esser, Ralf, 2019, State of AI in the Enterprise - Ergebnisse der Befragung von 100 AI-Experten in deutschen Unternehmen, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/State%20of%20AI%202019%20Studie.pdf>
- Sauer, Dirk Uwe / Ringbeck, Florian, 2024, Batteriesysteme und deren Steuerung, in: Kampker, Achim / Heimes, Heiner Hans (Hrsg.), Elektromobilität. Grundlagen einer Fortschrittstechnologie, Berlin, Heidelberg, S. 129–152
- Schaffry, Andreas, 2023, No-Code / Low-Code 2023: Die (R)evolution der Software-Entwicklung, <https://shop.computerwoche.de/portal/studie-no-code-low-code-2023-pdf-download-direkt-im-shop-10750>
- Schaubel, Björn / Wirschke, Constantin, 2021, E-Mobilität: Was der ladende Kunde der Zukunft braucht, https://www.ey.com/de_de/automotive-transportation/neue-ladeinfrastruktur-fuer-die-e-mobilitaet-von-morgen
- Scheel, Oliver, 2022, Bye-bye Babyboomer - hallo Fachkräftemangel, <https://www1.wdr.de/nachrichten/fachkraeftemangel-nrw-100.html>
- Schulte, Andreas, 29.11.2022, Cyberkriminalität: Industrielles Hacken bedroht die Industrie, in: Handelsblatt, 29.11.2022, o. A

- Schulz, Philipp et al., 2019, Network Architectures for Demanding 5G Performance Requirements: Tailored Toward Specific Needs of Efficiency and Flexibility, in: IEEE Vehicular Technology Magazine, 14. Jg., Nr. 2, S. 33–43
- Sculpteo, 2022, The State of 3D Printing. 2022 Edition, <https://info.sculpteo.com/hubfs/downloads/The%20State%20of%203D%20Printing%202022/The%20State%20of%203D%20Printing%202022.pdf> [05.07.2024]
- SkyQuest, 2024, PaaS Market Size, Share, Growth - Industry Forecast 2030, <https://www.skyquestt.com/report/paas-market>
- Solow, Robert, 1956, A Contribution to the Theory of Economic Growth, in: The Quarterly Journal of Economics, 70. Jg., Nr. 1, S. 65–94
- Song, JaeSeung / Le Gall, Franck, 2023, Digital Twin Standards, Open Source, and Best Practices, in: Crespi, Noel / Drobot, Adam T. / Minerva, Roberto (Hrsg.), The digital twin, Cham, S. 497–530
- Sowa, Aleksandra, 2017, Management der Informationssicherheit: Kontrolle und Optimierung, Wiesbaden
- Spiceworks Ziff Davis, 2023, The 2023 State of IoT, <https://www.spiceworks.com/research/state-of-it-2023/>
- Stadt Köln, 2021, Stadtstrategie „Kölner Perspektiven 2030+“
- Stadt Köln, 2024, Gewerbeflächenbereitstellungskonzept (GFBK); Stand 31.12.2023, https://buergerinfo.stadt-koeln.de/vo0050.asp?__kvonr=119832
- Statista Market Insights, 2024, Public Cloud - Worldwide | Statista Market Forecast, <https://www.statista.com/outlook/tmo/public-cloud/worldwide#revenue>
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2023a, IST-Aufkommen, Grundbeträge, Hebesätze, Realsteueraufbringungskraft, Gewerbesteuerumlage, Gewerbesteuer netto, Gemeindeanteil an der Einkommensteuer, Gemeindeanteil an der Umsatzsteuer und Steuereinnahmekraft
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2023b, Lohn- und Einkommensteuerpflichtige, Gesamtbetrag der Einkünfte, Lohn- und Einkommensteuer - Jahressumme
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2023c, Siedlungsfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024a, Bevölkerung nach Geschlecht und Altersgruppen - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, <https://www.regionalstatistik.de/genesis//online?operation=table&code=12411-02-03-4&bypass=true&levelindex=1&levelid=1720703135552#abreadcrumb> [11.07.2024]
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024b, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2024c, Zu- und Fortzüge (über Kreisgrenzen) nach Geschlecht und Altersgruppen - Jahressumme - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, <https://www.regionalstatistik.de/genesis//online?operation=table&code=12711-04-02-4&bypass=true&levelindex=1&levelid=1720702969993#abreadcrumb> [11.07.2024]
- Statistisches Bundesamt, 2023, Steuerpflichtige Gewerbebetriebe, Gewinn, Verlust, Abgerundeter Gewerbeertrag, Freibetrag, Positiver Steuermessbetrag: Deutschland, Jahre, Wirtschaftsabschnitte

- Statistisches Bundesamt, 2024, Inlandsproduktberechnung - Detaillierte Jahresergebnisse (vorläufige Ergebnisse) - Fachserie 18 Reihe 1.4 - 2023 (Rechenstand: Mai 2024), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/_publikationen-vgr-inlandsprodukt.html#_ym5762ozu [11.07.2024]
- Strategy&, 04.03.2024, Generative KI könnte BIP-Boost von bis zu 220 Mrd. Euro auslösen, München
- Südwestfalen Energie und Wasser AG, o.J., ENERVIE - fest verwurzelt in der Region, <https://www.enervie-gruppe.de/Home/Wer-wir-sind/eigentuemmer-leitung/enervie-fest-verwurzelt-in-der-region.aspx> [08.08.2024]
- Summa Equity, 2023, Investing in a circular and waste-free Europe, <https://cms.summaequity.com/assets/Reports/PDF/230417-Investing-in-a-circular-and-waste-free-Europe.pdf> [04.03.2024]
- Syberfeldt, Anna / Danielsson, Oscar / Gustavsson, Patrik, 2017, Augmented Reality Smart Glasses in the Smart Factory: Product Evaluation Guidelines and Review of Available Products, in: IEEE Access, 5. Jg., S. 9118-9130
- Talesra, Khushi / G. S., Nagaraja, 2021, Low-Code Platform for Application Development, in: International Journal of Applied Engineering Research, 16. Jg., Nr. 5, S. 346
- techconsult GmbH, 2021, Low-Code-/No-Code-Development Enabler der digitalen Transformation: Status quo und Planungen von Low-Code-/No-Code-Development-Plattformen in deutschen Unternehmen, <https://www.smapone.com/no-code-studie/> [05.03.2024]
- Tewes, Stefan / Niestroj, Benjamin / Tewes, Carolin, 2020, Geschäftsmodelle in die Zukunft denken: Erfolgsfaktoren für Branchen, Unternehmen und Veränderer, Wiesbaden, Heidelberg
- The Oater, o.J., The Oater Machines, <https://oater.de/machines/> [06.08.2024]
- Transforma Insights, 2023, IoT Connections Forecast 2022-2033, <https://transformainsights.com/research/forecast/highlights>
- Umweltbundesamt, 2020, Erneuerbare Energien, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien>
- Umweltbundesamt, 2023, Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland: unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren>
- Umweltbundesamt, 2024, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen
- United States Environmental Protection Agency, 2024, Greenhouse Gas Equivalencies Calculator, <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>
- Unternehmensregister, 2024, Zentrale Plattform für die Zugänglichmachung von Unternehmensdaten, <https://www.unternehmensregister.de/ureg/>
- van der Aalst, Wil / Jarke, Matthias / Koren, István / Quix, Christoph, Digital Shadows: Infrastructuring the Internet of Production, in: Brecher, Christian et al. (Hrsg.), Interdisciplinary Excellence Accelerator Series, Internet of Production. Fundamentals, Methods and Applications, Cham, S. 17-33
- van der Aalst, Wil M. P., 2022, Process Mining: A 360 Degree Overview, Cham
- Velimirovic, Andreja, 2022, 6 Cloud Computing Trends for 2023 (And Beyond), <https://phoenixnap.com/blog/cloud-computing-trends>

- Voltfang GmbH, 2024, Batteriespeicher Voltfang GmbH, <https://voltfang.de/unternehmen/presse/>
- W. Samek et al., 2019, Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning, Cham
- Walter, Tim Benedikt / Lörsch, Kerstin / Stroh, Max-Ferdinand / Stich, Volker, 2023, Specification of 5G networks for agricultural use cases using the example of harvesters operated by swarm robotics
- Waltersmann, Lara et al., 2021, Artificial Intelligence Applications for Increasing Resource Efficiency in Manufacturing Companies—A Comprehensive Review, in: Sustainability, 13. Jg., Nr. 12, S. 19–21
- Wietschel, Martin / Link, Steffen / Biemann, Kirsten / Helms, Hinrich, 2022, Langfristige Umweltbilanz und Zukunftspotenzial alternativer Antriebstechnologien, Nr. 9, Berlin, <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/416801> [21.02.2024]
- WOLF OF SEO, 2023, Web 3.0 – Die Zukunft des Internets in 5 Punkten erklärt!, <https://wolf-of-seo.de/was-ist/web-3-0/>
- Wood, Gavin, 2022, What Is Web 3? Here's How Future Polkadot Founder Gavin Wood Explained It in 2014, <https://www.coindesk.com/layer2/2022/01/04/what-is-web-3-heres-how-future-polkadot-founder-gavin-wood-explained-it-in-2014/>
- World Economic Forum, 2024, Global Risks Report 2024 | World Economic Forum, <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/in-full/>
- ZEWZentrum für europäische Wirtschaftsforschung, 2023, Sonderauswertung: Gründungsintensität und High-Tech Gründungsintensität auf Kreisebene
- Zhu, Y. / Zhang, X. / Ju, Zh Y. / Wang, Ch Ch, 2020, A study of blockchain technology development and military application prospects, in: Journal of Physics: Conference Series, 1507. Jg., Nr. 5, S. 1–11
- Zuo, Ziqiang, 2023, Development, Application, And Regulation of Web3.0, in: Frontiers in Business, Economics and Management, S. 22–27
- ZWEIDENKER, 2023, ZWEIDENKER | Unsere aktuellen Projekte | Assist-AR, <https://zweidenker.de/projekte/assist-ar/>







**Studie für Stadtwerke Köln, KölnBusiness,
ARBEITGEBER KÖLN, Atlas Copco, Leybold und igus**