



**Analyse und Bewertung
der Akteurslandschaft sowie
Entwicklungsperspektiven für
die Dekarbonisierung der Industrie**
Studie

IMPRESSUM

Herausgeber

CDI Cluster Dekarbonisierung der Industrie
c/o Kompetenzzentrum Klimaschutz in
energieintensiven Industrien (KEI)
Karl-Liebknecht-Str. 33 | 03046 Cottbus
T +49 355 47889-134
E kontakt@cluster-dekarbonisierung.de
www.cluster-dekarbonisierung.de

Datenerhebung, Analyse und Auswertung

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1 | 10623 Berlin
T +49 30 310078-0
E vdivde-it@vdivde-it.de
www.vdivde-it.de

Autor*innen (VDI/VDE)

Jan-Hinrich Gieschen, Michael Nerger
Lukas Nögel, Faten Saleh und
Marius Schumacher

Gestaltung

Tinkerbelle GmbH, Berlin/Köln

Druck

dieUmweltDruckerei GmbH

Titelbild

Erik Krüger Photography

Stand

4/2023

Die Koordinierungsstelle des CDI wird durch das Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI) betrieben. Das KEI ist ein Geschäftsbereich der Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH.

Bitte zitieren als: CDI Cluster Dekarbonisierung der Industrie (Hrsg., 2023): Analyse und Bewertung der Akteurslandschaft sowie Entwicklungsperspektiven für die Dekarbonisierung der Industrie. Studie in Zusammenarbeit mit der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH. Cottbus/Berlin.

Cluster Dekarbonisierung der Industrie (Hrsg.)

Analyse und Bewertung der Akteurslandschaft sowie Entwicklungsperspektiven für die Dekarbonisierung der Industrie

Studie

Stand: April 2023

VORWORT

Mit dem Klimaschutzgesetz hat die Bundesregierung das Ziel gesetzt, dass Deutschland bis zum Jahr 2045 treibhausgasneutral werden soll. Insbesondere die Industrie nimmt hier als Sektor mit den zweitgrößten Treibhausgasemissionen eine entscheidende Rolle ein. Die Dekarbonisierung von Industrieprozessen ist ein wichtiger Baustein, um die Klimaschutzziele zu erreichen und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie in einer klimaneutralen Wirtschaft zu stärken. Dafür sind sowohl neue Verfahren als auch ausreichend verfügbare Mengen erneuerbarer Energien essentiell, um die Elektrifizierung von Prozessen und den Einsatz von Wasserstoff voranzutreiben.

Für unsere Arbeit als junges und bundesweit agierendes Netzwerk ist es vor diesem Hintergrund wichtig, ein detailliertes Abbild des branchenspezifischen als auch branchenübergreifenden Status Quo der Industriedekarbonisierung in Deutschland zu erhalten. Gestützt auf quantitativ und qualitativ erhobene Daten liefert die vorliegende Studie eine aktuelle Bestandsaufnahme der im Bereich Dekarbonisierung tätigen Unternehmen und Institutionen. Gleichzeitig bildet sie die spezifischen Wertschöpfungsstrukturen sowie die derzeitigen und zukünftigen Bedarfe und Erfordernisse für eine erfolgreiche Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Industrie ab. Damit bietet die Studie für Stakeholder aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft Orientierung zum Fortschritt der Dekarbonisierung in der Industrie und zeigt Potenziale für die zukünftige Entwicklung des Themenfeldes auf.

Die Studie belegt, dass die Dekarbonisierung der Industrie nicht nur eine Aufgabe für die klassischen Industrieregionen in Deutschland ist, sondern bundesweite Relevanz besitzt. Ebenso zeigt sie, dass ein Großteil der befragten Unternehmen bereits eine unternehmens-eigene Dekarbonisierungsstrategie entworfen hat oder derzeit entwickelt, um den Weg in Richtung Treibhausgasneutralität zu ebnen und zu stützen.

Nicht zuletzt liefert die Studie wichtige Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung des Clusters Dekarbonisierung der Industrie.

Wir freuen uns darauf, die nächsten Schritte anzugehen und wünschen viel Spaß bei der Lektüre.

Andreas Findeisen



Leiter der CDI Koordinierungsstelle

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	5
1 Einleitung	9
1.1 Hintergrund und Ziel der Studie	9
1.2 Aufbau und Ansatz der Studie.....	10
1.3 Das CDI: Kurzporträt.....	13
2 Das Branchenumfeld – Branchenanalyse zur Industrie-Dekarbonisierung	16
2.1 Die Akteurslandschaft der Industrie-Dekarbonisierung in Deutschland.....	16
2.2 Status Quo der Industriedekarbonisierung in Deutschland.....	21
2.3 Branchentrends und Perspektiven der Industriedekarbonisierung in Deutschland.....	27
3 Das internationale Umfeld: Internationale Cluster und Netzwerkinitiativen mit Bezug zur Industriedekarbonisierung.....	32
3.1 Schlüsselerkenntnisse aus fünf ausgewählten Clustern und Netzwerken	33
3.1.1 Energy Saxony (Deutschland)	33
3.1.2 Basque Net-Zero Industrial Supercluster (Spanien)	34
3.1.3 Zero Carbon Humber (Großbritannien).....	35
3.1.4 Kalundborg Symbiose (Dänemark)	36
3.1.5 ClimateWorks Foundation (Kalifornien)	37
3.2 Schlussfolgerungen für das CDI.....	38
4 Einordnung des CDI vor dem Hintergrund der Ergebnisse	40
4.1 Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des CDI	40
4.2 Ableitung von Strategien aus der SWOT	43
5 Strategische Handlungsfelder des CDI	47
Literaturverzeichnis.....	50
Anhang	52
Anhang 1 – Methodik.....	52
Anhang 2 – Betrachtete Verbände und Kompetenznetzwerke	54
Anhang 3 – Leitfaden für die Fachgespräche	55
Anhang 4 – Fragebogen der Onlinebefragung.....	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren	9
Abbildung 2: Big Picture – Überblick über die Studie	11
Abbildung 3: Vergleich der Branchenanteile der Grundgesamtheit mit den erzeugten THG-Emissionen.....	17
Abbildung 4: Betrachtung der Anteile der verschiedenen Organisationstypen nach Branche.....	18
Abbildung 5: Verteilung der Organisationen der identifizierten Grundgesamtheit in Deutschland.....	20
Abbildung 6: Forschungsthemen der Forschungseinrichtungen in der identifizierten Grundgesamtheit.....	21
Abbildung 7: Branchenübersicht zum Vorhandensein einer Strategie/Roadmap o. ä. zur Dekarbonisierung energieintensiver Prozesse	22
Abbildung 8: Erwartete Wahrscheinlichkeit der Erreichung der Klimaziele bis 2045.....	23
Abbildung 9: Strategieansätze zur Umsetzung der Dekarbonisierungsmaßnahmen.....	24
Abbildung 10: Interne Innovationshemmnisse, die eine Umsetzung der Ansätze zur CO ₂ -Emissionsreduktion gefährden könnten.....	26
Abbildung 11: Externe Innovationshemmnisse, die eine Umsetzung der Ansätze zur CO ₂ -Emissionsreduktion gefährden könnten.....	26
Abbildung 12: Ist Deutschland 2045 ein attraktiver und „grüner“ Industriestandort?	27
Abbildung 13: Unterstützungsbedarfe, um die CO ₂ -Emissionen der Unternehmens zu reduzieren.....	28
Abbildung 14: Überblick über die Handlungsfelder.....	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Staatliche Rahmenbedingungen, die geschaffen werden müssen, um die Dekarbonisierung des Industriesektors zu beschleunigen	29
Tabelle 2:	Analyse der identifizierten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken	44

Abkürzungsverzeichnis

BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CCSU	Carbon capture, utilization and storage (dt.: Technologien zur Abscheidung, Verwendung und Speicherung von Kohlendioxid)
CDI	Cluster Dekarbonisierung der Industrie
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
ECCP	European Cluster Collaboration Platform
KI	Künstliche Intelligenz
KEI	Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien
NE-Metalle	Nicht-Eisen-Metalle
THG	Treibhausgase
UBA	Umweltbundesamt

Executive Summary

Die **Industrie** in Deutschland steht **unter einem hohen Handlungsdruck**. Bis 2030 müssen die Treibhausgasemissionen in diesem Sektor um 27 Prozent im Vergleich zu 2022 sinken, um die Zielstellungen des Bundes-Klimaschutzgesetzes einzuhalten. Die Industrie ist hierzulande nach der Energiewirtschaft der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen. Bis 2045 muss Deutschland klimaneutral sein. Diese Zielsetzung hat die Bundesregierung mit der Verabschiedung des Klimaschutzgesetzes 2019 ausgegeben, um dem menschengemachten Klimawandel entgegenzuwirken und die Vorgaben des Pariser Klimaabkommens einzuhalten.

Vor diesem Hintergrund unterstützt die Bundesregierung die Dekarbonisierung der Industrie mit unterschiedlichen Maßnahmen. Eine davon ist die Gründung des **Clusters Dekarbonisierung der Industrie (CDI)**. Die interdisziplinär ausgerichtete Clusterinitiative soll die Zielsetzungen der Bundesregierung durch die Verknüpfung von technischen, infrastrukturellen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten der Dekarbonisierung unterstützen, und dazu beitragen, den Weg zu einer klimaneutralen Industrie mitzugestalten.

Das CDI soll sich perspektivisch zum **führenden Ansprechpartner hinsichtlich der Dekarbonisierung der Industrie („One-Stop-Shop“)** entwickeln und bietet für wichtige Zukunftsfragen der Dekarbonisierung **geeignete Lösungen, Kompetenzen und ein Expert*innennetzwerk**.

In jüngerer Zeit setzten zusätzlich zu den Erfordernissen der Dekarbonisierung mit der Covid-19-Pandemie und Russlands völkerrechtswidrigem Angriffskrieg **globale Krisen sowie geopolitische Spannungen** die Industrie und ihre etablierten Wertschöpfungsketten unter Druck. Angesichts dieser rasanten Entwicklungen sind **aktuelle Kenntnisse über die Industrielandschaft, ihre Herausforderungen und sich abzeichnende Trends** wichtiger denn je.

Die vorliegende Studie verfolgt daher folgende **Ziele**:

- das **quantitative und qualitative Erfassen der Akteurslandschaft** der in Deutschland mit der Industriedekarbonisierung befassten Organisationen und die Erstellung einer Übersicht über relevante Unternehmen und Forschungseinrichtungen,
- das Aufzeigen des aktuellen **Status Quo und der Herausforderungen** der Industrie hinsichtlich der Reduzierung der CO₂-Emissionen, auch anhand von aktuellen Kennzahlen sowie von **Entwicklungstrends** der Industriedekarbonisierung,
- das Ableiten von konkreten **Anknüpfungspunkten** und **Handlungsfeldern** für das **Clustermanagement** des CDI.

Die Studie beleuchtet auf Basis einer breit angelegten empirischen Analyse der Akteurslandschaft zur Industriedekarbonisierung sowie einer Online-Befragung von Unternehmen und Fachgesprächen mit Vertreter*innen aus verschiedenen Branchen die aktuellen Herausforderungen, Trends und Entwicklungen zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes der Industrie in Deutschland schlaglichtartig und leistet so einen aktuellen Beitrag zur Diskussion über die Industriedekarbonisierung in

Deutschland. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse dieser Studie auch eine wichtige Basis für das Handeln und die **strategische Ausrichtung des CDI**.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Analyse, dass die verschiedenen betrachteten energie- und treibhausgasintensiven Industriebranchen (die Chemie-, Glas-, Keramik-, Nicht-Eisen-Metall-, Papier- und Zellstoff, Stahl- und Zementindustrie) durchaus **optimistisch hinsichtlich der Erreichung der brancheneigenen Klimaziele** sind. Dennoch zeigt sich auch, dass dafür **noch zahlreiche Herausforderungen** bewältigt werden müssen und der **Unterstützungsbedarf der Industrie** durch geeignete Maßnahmen groß ist.

Die Akteurslandschaft: Ungenutzte Potenziale bei der Dekarbonisierung müssen durch gezielte Maßnahmen aktiviert werden

In Hinblick auf die **Akteurslandschaft** der in Deutschland mit der Industriedekarbonisierung befassten Organisationen zeigt sich, dass es in den verschiedenen Branchen noch ungenutzte **Potenziale für die Dekarbonisierung** gibt. Bislang ist nur ein Teil des Gesamtunternehmensbestandes in Dekarbonisierungsaktivitäten eingebunden. Hier ist eine **Aktivierung dieses Potenzials** durch geeignete Maßnahmen **notwendig**, die gezielt die Herausforderungen und Bedarfe dieser Unternehmen und Einrichtungen bei der Umsetzung von Dekarbonisierungsaktivitäten adressieren und passgenaue Lösungsangebote für diese Unternehmen vermitteln. Eine **netzwerkbasierete Austauschplattform** wie das CDI kann an dieser Stelle helfen.

Die Analyse der Akteurslandschaft zeigt, dass es zwischen den Branchen bislang kaum Kontakte und Überschneidungen gibt. Daher ist insbesondere die Unterstützung bei der Bildung **branchenübergreifender Kooperationen, bei Wissenstransfer und Vernetzung von hoher Relevanz** für die Akteurslandschaft der Industriedekarbonisierung in Deutschland. So können bislang nur eingeschränkt branchenübergreifende Lösungen etabliert werden. Auch die **Einbindung von Unternehmen aus dem Bereich der Energieversorgung**, die für die Herstellung und den Betrieb von energie- und wärmerelativen Infrastrukturen zuständig sind, und die somit eine wichtige Kernaufgabe für die Dekarbonisierung der Industrie erfüllen, ist bisher kaum erfolgt. Dies zeigt den **Bedarf nach einem branchenübergreifenden Ansatz**, wie ihn das CDI verfolgt.

Schließlich signalisiert die regionale Verteilung der Akteure in der Industrie, die ihre Prozesse in den kommenden Jahren dekarbonisieren müssen, dass die Reduzierung der CO₂-Emissionen nicht nur eine Aufgabe für die klassischen Industrieregionen ist, **sondern bundesweit** adressiert werden muss. Hier hat eine auf die nationale Ebene ausgerichtete Maßnahme wie das CDI eine optimale Grundlage, die zahlreichen Akteure zu erreichen und überregional die Dekarbonisierung voranzutreiben.

Status Quo und Herausforderungen der Dekarbonisierung der Industrie

Die Industrie setzt insgesamt auf einen breiten **Mix an Strategieansätzen** zur Umsetzung von Dekarbonisierungsmaßnahmen mit Fokus auf die Reduktion direkt energiebedingter Treibhausgasemissionen. Diese reichen von Ansätzen zur Steigerung der Energieeffizienz bis hin zur Einbindung von erneuerbaren Energien. Daraus ergibt sich eine Bandbreite an unterschiedlichen Herausforderungen, die von den relevanten Stakeholdern angegangen werden müssen, da vor allem Prozessumstellungen aufwendig und kostenintensiv sind.

Als zentrale Herausforderung zeigt sich, dass die **Umsetzung von Dekarbonisierungsmaßnahmen hohe Investitionskosten erfordert**, die in Verbindung mit den in den betrachteten Branchen üblichen, **langen Investitionszyklen** ein **großes wirtschaftliches Risiko** für die betroffenen Unternehmen bedeuten. Sie erfordern daher eine große Planungssicherheit. Diese wird vor allem durch die aktuelle geopolitische und wirtschaftliche Lage und die sich u. a. daraus ergebenden volatilen Energiepreise noch erschwert. Daher investieren viele Unternehmen aktuell eher in vermeintlich sichere Technologieansätze. Problematisch ist allerdings, dass diese in Zukunft z. B. durch hohe CO₂-Bepreisung entsprechende Folgekosten nach sich ziehen können. Nachhaltige Technologien sind wiederum derzeit oftmals mit relativ hohen Betriebskosten verbunden, deren Entwicklung von wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen abhängig und derzeit schwer einzuschätzen sind. Daraus resultiert ein **großer Orientierungsbedarf** dieser Unternehmen, der durch entsprechende Austausch- und Informationsangebote, wie sie zum Teil bereits heute durch das CDI angeboten werden, abgedeckt werden muss.

Weitere Hürden auf dem Weg zur Dekarbonisierung der Industrie sind die **langen und komplizierten bürokratischen Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren**. Daher werden sowohl für die angemessene Adressierung dieser Herausforderung an den Gesetzgeber, aber auch für den Erfahrungsaustausch hinsichtlich einer Beschleunigung dieser Prozesse Unterstützungsangebote benötigt, die sich in einer Plattform, wie sie das CDI anbietet, widerspiegeln können.

Entwicklungsperspektiven der Dekarbonisierung der Industrie

Schließlich zeigt sich in Bezug auf die Entwicklungsperspektiven der Industrie, dass bei den befragten Unternehmen **Kooperationen als große Chance für die Dekarbonisierung** angesehen werden. Dies unterstreicht das Erfordernis, dass ein branchenübergreifender Wissenstransfer und Vernetzung benötigt wird. Der Großteil der Unternehmen sieht **in den Aktivitäten des Clustermanagements ein großes Potenzial** darin, wissenschaftliche Erkenntnisse und Ansätze zu praxistauglichen und industriespezifischen Informationen zu konsolidieren und zu vermitteln. Auch die **Bündelung branchenübergreifender Bedarfe und Kompetenzen** wird als zentrale Notwendigkeit von der Industrie angesehen. Dadurch können Synergien zwischen den verschiedenen Branchen entwickelt und genutzt werden, die die Dekarbonisierung in der Industrie vorantreiben. Aktivitäten, wie sie ein branchenübergreifend ausgerichtetes Netzwerk wie das CDI initiieren und anbieten kann, spielen dabei eine entscheidende Rolle.

Ausblick: Die Industrie ist motiviert, die Dekarbonisierung umzusetzen

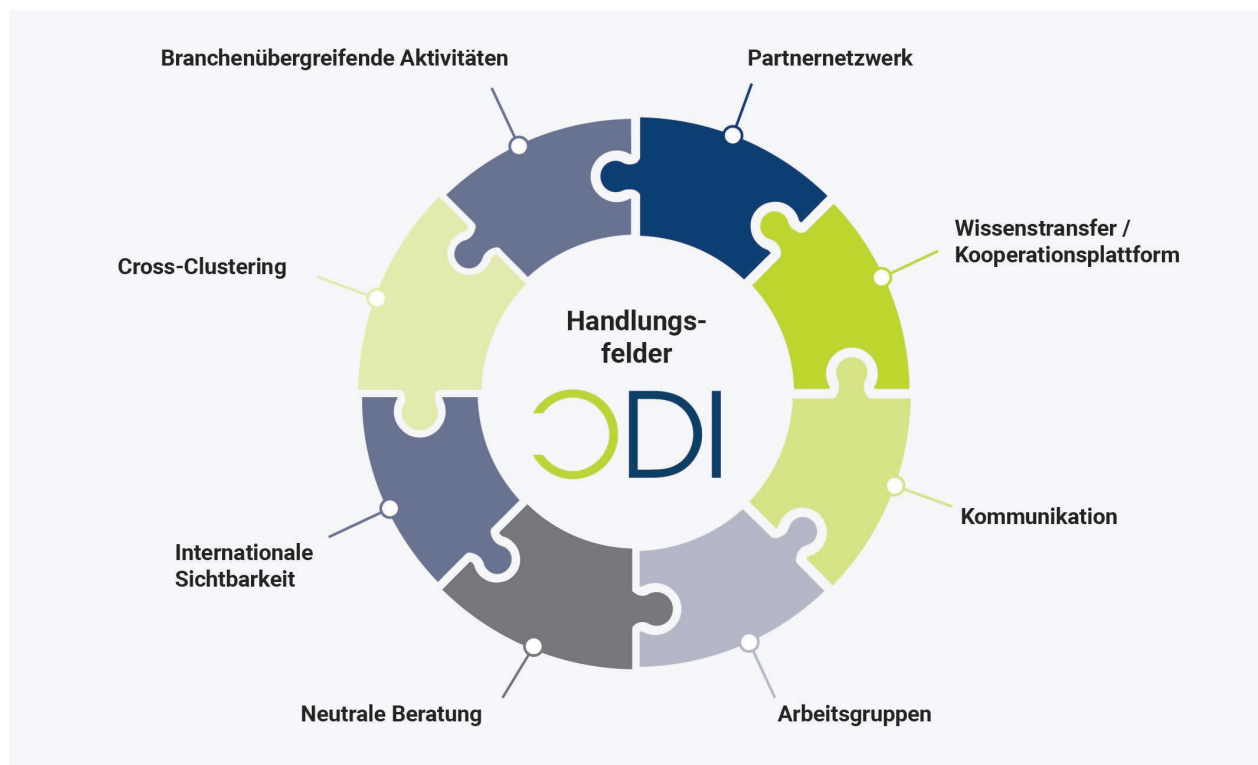
Insgesamt zeigt die Befragung der Unternehmen branchenübergreifend Zuversicht, dass der **Industriestandort Deutschland 2045 sowohl „grün“ als auch attraktiv** sein kann. Viele der befragten Unternehmen sehen den Innovationsstandort Deutschland dabei auch als stark genug, um die Transformation erfolgreich abschließen zu können, und dass sich vorübergehende hohe Investitionen langfristig als Wettbewerbsvorteil auszahlen werden.

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass dafür Unterstützung durch einen Partner benötigt wird, der **branchenübergreifend Stärken bündelt** und so **Synergien ermöglichen** kann, und der die Industrie langfristig und zuverlässig über alle Wertschöpfungsstufen und Stufen der Dekarbonisierung hinweg begleitet.

Das CDI bildet mit seinem branchenübergreifenden Ansatz ein wichtiges Schlüsselement der Dekarbonisierung.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen konkrete Handlungsfelder auf, die die Grundlage für die weitere strategische und bedarfsgerechte Ausrichtung des CDI bilden, um diese Rolle als Schlüsselement der Dekarbonisierung auch zukünftig passgenau auszufüllen.

Wie in der folgenden Abbildung veranschaulicht, werden auf Basis der Studienergebnisse für das CDI folgende Handlungsfelder abgeleitet: Partnernetzwerk, Wissenstransfer/Kooperationsplattform, Kommunikation, Arbeitsgruppen, neutrale Beratung, internationale Sichtbarkeit, Cross-Clustering, branchenübergreifende Aktivitäten. Die vorliegende Studie gibt einen detaillierten Überblick zu den Ergebnissen.



Überblick über die Handlungsfelder

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Ziel der Studie

Die **Industrie** in Deutschland steht **unter einem hohen Handlungsdruck**. Bis 2030 müssen die Treibhausgasemissionen in diesem Sektor um 27 Prozent im Vergleich zu 2022 sinken, um die Zielstellungen des Bundes-Klimaschutzgesetzes einzuhalten (Abbildung 1)¹. Die Industrie ist hierzulande nach der Energiewirtschaft der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen. Bis 2045 muss Deutschland schließlich klimaneutral sein. Diese Zielsetzung hat die Bundesregierung mit der Verabschiedung des Klimaschutzgesetzes 2019 ausgegeben², um dem menschengemachten Klimawandel entgegenzuwirken und die Vorgaben des Pariser Klimaabkommens einzuhalten.

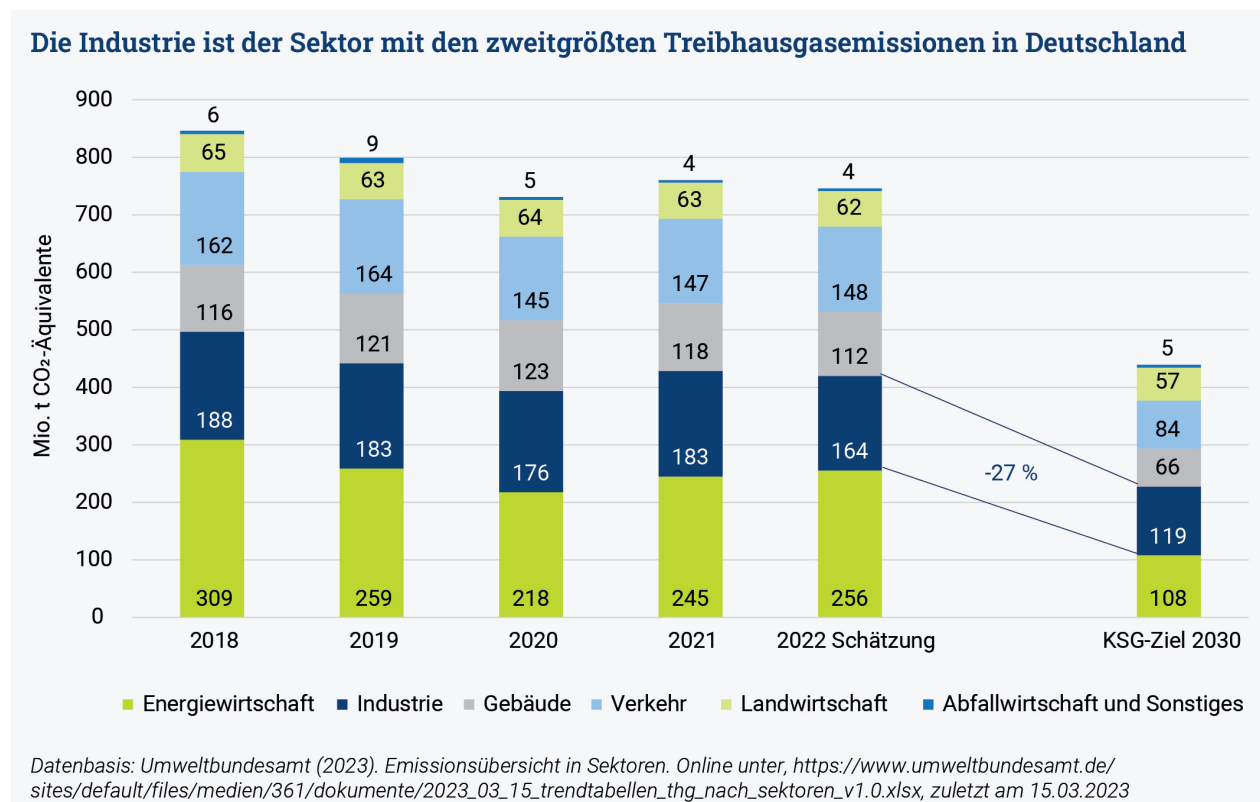


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren

Vor diesem Hintergrund unterstützt die Bundesregierung die Dekarbonisierung der Industrie mit unterschiedlichen Maßnahmen. Eine davon ist die Gründung des **Clusters Dekarbonisierung der Industrie (CDI)**. Die interdisziplinär ausgerichtete Clusterinitiative soll die Zielsetzungen der Bundesregierung durch die Verknüpfung von technischen, infrastrukturellen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten der Dekarbonisierung unterstützen, und dazu beitragen, den Weg zu einer klimaneutralen Industrie mitzugestalten.

¹ Umweltbundesamt (2023)

² Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (2021); Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften (2019)

Das CDI soll sich perspektivisch zum **führenden Ansprechpartner hinsichtlich der Dekarbonisierung der Industrie („One-Stop-Shop“)** entwickeln und bietet für wichtige Zukunftsfragen der Dekarbonisierung **geeignete Lösungen, Kompetenzen und ein Expert*innennetzwerk**.

In jüngerer Zeit setzten zusätzlich zu den Erfordernissen der Dekarbonisierung mit der Covid-19-Pandemie und Russlands völkerrechtswidrigem Angriffskrieg **globale Krisen sowie geopolitische Spannungen** die Industrie und ihre etablierten Wertschöpfungsketten unter Druck, und machten so die Gesamtsituation für die Industrie noch unsicherer und schwieriger. Angesichts dieser rasanten Entwicklungen sind **aktuelle Kenntnisse über die Industrielandschaft, ihre Herausforderungen und sich abzeichnende Trends** wichtiger denn je.

Die vorliegende Studie verfolgt daher folgende **Ziele**:

- die in Deutschland mit der Industriedekarbonisierung befasste **Akteurslandschaft** quantitativ und qualitativ zu erfassen und darzustellen,
- den aktuellen **Status Quo und die Herausforderungen** der Industrie hinsichtlich der Reduzierung der CO₂-Emissionen aufzuzeigen, auch anhand von aktuellen Kennzahlen sowie von **Entwicklungstrends** der Industriedekarbonisierung,
- das **CDI** in das **Umfeld internationaler Clusterinitiativen und Kompetenznetzwerke** zur Industriedekarbonisierung einzuordnen und
- konkrete Anknüpfungspunkte und Handlungsfelder für das Clustermanagement des CDI abzuleiten.

Die Studie beleuchtet die genannten Themen auf Basis einer breit angelegten empirischen Analyse schlaglichtartig und leistet so einen aktuellen Beitrag zur Diskussion über die Industriedekarbonisierung in Deutschland. Darüber hinaus liefern die Ergebnisse dieser Studie eine wichtige Basis für das Handeln und die **strategische Ausrichtung des CDI**.

1.2 Aufbau und Ansatz der Studie

Die Studie basiert auf einer empirischen Analyse der Akteurslandschaft zur Industriedekarbonisierung in Deutschland und gliedert sich in vier Teile:

- eine **Branchenanalyse der Industriedekarbonisierung in Deutschland** mit einem aktuellen Überblick über die Akteurslandschaft sowie Herausforderungen, Branchentrends und Perspektiven der Industrie (Kapitel 2),
- eine **Betrachtung des internationalen Umfelds von Clustern und Netzwerkiniciativen** mit Bezug zur Industriedekarbonisierung (Kapitel 3) sowie
- eine **SWOT-Analyse des CDI** vor dem Hintergrund der Branchenanalyse und der Analyse des internationalen Umfelds (Kapitel 4).
- Abschließend werden auf Basis der Ergebnisse in Kapitel 5 **Handlungsempfehlungen** abgeleitet.

Abbildung 2 zeigt den Ansatz der Studie, das jeweilige Vorgehen sowie die Datengrundlagen im Überblick.

	 Bestandsaufnahme	 Datenerhebung	 Detailbefragung	 Benchmark-Analyse
	<i>Grundgesamtheit</i>	<i>Status Quo</i>	<i>Perspektive & Entwicklung</i>	<i>Internationale Einordnung</i>
Vorgehen	Datenanalyse relevanter Akteure erfassen	Online-Befragung durchführen	Interviews durchführen	Analyse internationaler Cluster- und Netzwerk-initiativen
Ergebnisse	>9.200 relevante Organisationen in 8 Branchen	Status quo und Perspektiven der Industriedekarbonisierung in Deutschland	Erwartungen an CDI und Trends und Herausforderungen für CDI	Benchmarking für fünf ausgewählte Kompetenznetzwerke
Daten-grundlage	<ul style="list-style-type: none"> • Mitgliedslisten Verbände/Netzwerke • Förderdaten • Handelsregister und Unternehmensauftritte 	<ul style="list-style-type: none"> • 4.882 Organisationen angeschrieben • 142 vollständige Rückmeldungen 	<ul style="list-style-type: none"> • 26 Fachgespräche mit CDI Partner*innen und Nicht-CDI Partner*innen aus 8 Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> • ECCP und Cluster-plattform Deutschland • Webseiten und verfügbare Studien
Studie	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassen der Ergebnisse • Einordnung der Kompetenzen des CDI in einer SWOT Matrix • Ableitung von Handlungsempfehlungen 			

Abbildung 2: Big Picture – Überblick über die Studie

Ausgehend von einer **Bestandsaufnahme** der Grundgesamtheit der Organisationen in Deutschland, die sich mit der Industriedekarbonisierung beschäftigen, wurde für diese Grundgesamtheit mittels einer Online-Befragung eine **Datenerhebung** zum Status Quo und eine erste Einschätzung zu Entwicklungsperspektiven der Industriedekarbonisierung vorgenommen. Anschließend wurden diese Ergebnisse in einer **Detailbefragung** in Fachgesprächen ergänzt und validiert und hinsichtlich Perspektive und Entwicklung zur Industriedekarbonisierung in Deutschland weiter vertieft. Darüber hinaus wurde in einer **Benchmark-Analyse** eine Einordnung des CDI in die Landschaft internationaler Cluster- und Netzwerkinitiativen vorgenommen. Auf Basis der Ergebnisse der vorangegangenen Schritte wurden schließlich eine SWOT-Analyse des CDI durchgeführt und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Im Fokus dieser Studie stehen die energie- und treibhausgasintensiven **Schwerpunktbranchen** der Chemie-, Glas-, Keramik-, Nicht-Eisen-Metall-, Papier- und Zellstoff, Stahl- und Zementindustrie. Zusätzlich dazu wird die Energiewirtschaft betrachtet, da diese eine Schlüsselbranche für die Dekarbonisierung der Industrie darstellt.

Die Zugehörigkeit der identifizierten Organisationen zu den Branchen wird in dieser Studie auf Basis relevanter Branchenaktivitäten zur Dekarbonisierung (eigene Wertschöpfungsaktivitäten, Beteiligung an relevanten Forschungsprojekten, Mitgliedschaft in Branchenverbänden und -netzwerken mit Dekarbonisierungsbezug) vorgenommen. Beteiligt sich eine Organisation an einer solchen Aktivität, wird ein Bezug bzw. eine Zugehörigkeit zu dieser Branche angenommen. Dieser Ansatz betont stärker den Handlungs- und Vernetzungsaspekt und erweitert damit die klassische

Branchenzuordnung auf Basis des Wertschöpfungsanteils. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass branchenübergreifende Aspekte stärker in den Blick genommen werden. Weiterhin werden so auch Einrichtungen erfasst, die beim wertschöpfungsbasierten Ansatz nicht oder nur unzureichend erfasst worden wären³.

Für die **Erfassung der Grundgesamtheit** der Industriedekarbonisierung in Deutschland und die Erstellung der Übersicht relevanter Unternehmen und Forschungseinrichtungen wurde ein KI-basierter Web Crawler verwendet⁴. Dieser ermöglicht es, auf Basis öffentlich verfügbarer Daten zu Unternehmen, Förderprojekten und Mitgliederübersichten von Verbänden und Netzwerkinitiativen in großem Umfang Organisationen zu identifizieren, die aufgrund ihrer Branchenaktivitäten in Bezug zur Industriedekarbonisierung in Deutschland stehen.

Insgesamt wurden so mehr als **9.200 Organisationen in dieser Grundgesamtheit** identifiziert.

Die Organisationen wurden folgenden Kategorien zugeordnet⁵, die auf der Einteilung nach Tätigkeitsfeldern der Partner des CDI⁶ basieren, und die für die Studie geringfügig angepasst wurden:

- Beratung
- Energieversorgung
- Finanzdienstleister
- Forschung und Entwicklung
- Politik
- Produzierendes Unternehmen
- Think Tank
- Verband/ Netzwerk
- Anderes

Diese Organisationstypen sind gleichzeitig wichtige Elemente eines funktionierenden industriellen Ökosystems. Der Grad der Dekarbonisierungsaktivität wurde schließlich über einen Indikator näher bestimmt.

142 Organisationen nahmen an der Online-Umfrage teil und lieferten qualifizierte und vollständig ausgefüllte Fragebögen ab.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Online-Befragung wurden schließlich insgesamt **26 Fachgespräche** mit Vertreter*innen aus Industrie und Forschung, Beratung und Finanzierung geführt.

³ Beispielsweise werden Beratungsunternehmen nach der klassischen Herangehensweise in der Regel den Dienstleistungen zugeordnet, so dass diese nicht in eine der in dieser Studie betrachteten Branchenkategorien fallen würden. Dennoch gibt es Beratungsunternehmen, die sich z. B. auf einzelne Branchen spezialisiert haben und so den Wissenstransfer unterstützen.

⁴ Die hier verwendete Methodik basiert auf einer Methodik zur Erfassung von Ökosystemen. Die vollständige Methodik und die theoretischen Grundlagen sind in Kapitel 2 der Studie „Ökosystem der Batteriezellfertigung in Europa: Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertschöpfungspartnerschaften“, Gieschen et al. (2021) dokumentiert.

⁵ Organisationen, die keinem Typ zugeordnet werden konnten, wurden als „n/a“ klassifiziert.

⁶ Cluster Dekarbonisierung der Industrie und Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (2023)

Für das **internationale Benchmarking** wurde zunächst eine Auswahl von insgesamt 32 deutschen und internationalen Clustern und Netzwerkinitiativen erstellt. Auf Basis einer Priorisierung wurden fünf Clusterinitiativen bzw. Netzwerke für die vertiefte Analyse ausgewählt und hinsichtlich der Erfolgsfaktoren mit Relevanz für das CDI untersucht.

Eine detaillierte Übersicht über die verwendete Methodik, die dahinterstehenden Annahmen sowie die verwendeten Quellen findet sich im Anhang.

1.3 Das CDI: Kurzporträt

Das Cluster Dekarbonisierung der Industrie (CDI) wurde im November 2021 gegründet, um die Rahmenbedingungen zur Dekarbonisierung zu verbessern, als zentraler Ansprechpartner den relevanten Akteuren Unterstützung zu geben sowie Aktivitäten in diesem Themenfeld voranzutreiben. Dabei bringt es relevante Akteure aus Wirtschaft und Forschung zusammen und fördert dabei ein interdisziplinäres und integratives Vorgehen. In diesem Sinne versteht sich das CDI selbst vor allem als **interdisziplinäres Netzwerk** und **Plattform für den Wissensaustausch**.

Organisation und Governance

Initiatoren und Gründungsmitglieder des CDI sind die Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus Senftenberg, das Institut für CO₂-arme Industrieprozesse des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG) sowie das Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI)⁷. Das KEI ist ein Geschäftsbereich der Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH⁸ und u. a. mit der Umsetzung des Förderprogramms „Dekarbonisierung der Industrie“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) betraut.

Die vier genannten Gründungsmitglieder bilden den **Steuerungskreis** des CDI. Sie entwickeln in dieser Funktion das Netzwerk des CDI zu einer zentralen Anlaufstelle („One-Stop-Shop“) für alle Akteure der Dekarbonisierung weiter⁹. Gleichzeitig stellen sie eine wichtige Kompetenzbasis des Netzwerks des CDI dar.

Das CDI verfügt über eine **Koordinierungsstelle**, die als Schnittstelle zwischen den Partnern des Clusters, dem Steuerungskreis und interessierten Akteuren fungiert. Das Team der Koordinierungsstelle ist weiterhin für die Entwicklung und Organisation der Clusteraktivitäten sowie den Ergebnistransfer zuständig.¹⁰ Betrieben wird die Koordinierungsstelle durch das KEI bzw. die

⁷ CDI Koordinierungsstelle (2022)

⁸ Als Dienstleistungsunternehmen arbeitet die ZUG im Auftrag verschiedener Bundesministerien, neben dem BMUV auch für das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und das Auswärtige Amt (AA), Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH (2023).

⁹ CDI Koordinierungsstelle (2022)

¹⁰ CDI und KEI (2023)

ZUG¹¹. Aufgrund des Sitzes der vier Gründungsmitglieder in Cottbus ist die Koordinierungsstelle des CDI ebenfalls dort angesiedelt¹².

Themen und Branchenfokus

Der Branchenfokus des CDI wird durch die Aktivitäten und Themen bestimmt, die sich an **energieintensive Industrien** richten, und dadurch, dass insbesondere die energieintensiven Industrien vor enormen Herausforderungen bei der Transformation zur CO₂-neutralen Industrie stehen. Damit sind vor allem die Branchen Chemie, Glas, Keramik, NE-Metalle, Papier und Zellstoff, Stahl sowie Zement und Kalk als Schwerpunktbranchen angesprochen, ebenso wie die Energiewirtschaft. Diese Branchen bilden darüber hinaus auch die Schwerpunktbranchen des KEI¹³. Dennoch richtet sich das CDI explizit nicht an konkrete Branchen, so dass mögliche Kooperationspartner aus anderen Branchen nicht ausgeschlossen werden, was die Synergiebildung und den branchenübergreifenden Wissenstransfer erleichtert.

Das CDI bearbeitet insgesamt vier Themenfelder¹⁴:

- **Energie- und CO₂-Infrastruktur:** Hier geht es um alle Aspekte hinsichtlich der Elektrifizierung industrieller Prozesse und der industriellen Nutzung prozessbedingt entstandener CO₂-Emissionen sowie Energieinfrastrukturen, die in branchenübergreifenden Kooperationen in die Anwendung gebracht werden sollen.
- **Technologien für die industrielle Dekarbonisierung:** In diesem Themenfeld geht es um innovative Technologien, Ansätzen und Produktionsverfahren zur Dekarbonisierung, die im Rahmen der Aktivitäten des CDI beobachtet und begleitet werden.
- **Grüne Märkte:** Hier unterstützt das CDI die Schaffung „Grüner Märkte“ durch Identifikation konkreter Bedarfe und Umsetzungsschritte, insbesondere auch im Hinblick auf regulatorische und politische Weichenstellungen.
- **Gesellschaftliche und regulatorische Aspekte:** Dieses Themenfeld beschäftigt sich u. a. mit der Schaffung von Akzeptanz in der Bevölkerung für die notwendigen Dekarbonisierungsmaßnahmen.

Angebot und Aktivitäten

Das CDI bietet eine Reihe von Angeboten und Aktivitäten an, wobei die Angebote exklusiv den Partnern des CDI vorbehalten bleiben¹⁵. Dennoch bestehen immer wieder Möglichkeiten, auch externen Akteuren einen Zugang zu einzelnen Angeboten zu ermöglichen. Zu den Angeboten gehö-

¹¹ CDI Koordinierungsstelle (2022)

¹² CDI Koordinierungsstelle (2022)

¹³ KEI (2023)

¹⁴ CDI und KEI (2023)

¹⁵ CDI und KEI (2023)

ren u. a. der Zugang zum Expertennetzwerk, die Teilnahmemöglichkeit an exklusiven CDI Veranstaltungen, die Erstellung eines Kompetenzprofils auf der Webseite des CDI und die Verwendung eines exklusiven CDI Partner-Logos. Die Partnerschaft im CDI ist kostenfrei.

Darüber hinaus organisiert das CDI eine Reihe von Aktivitäten, Veranstaltungen und Workshops. Hierzu zählen die beiden themenspezifischen Innovationsgruppen Prozesswärme und Akzeptanz, in denen Bedarfe und Erfordernisse der Industrie identifiziert und konkrete Maßnahmen diskutiert werden, die jährlich stattfindende Lausitzer Fachkonferenz sowie das CDI Summer Summit, welches einen praxisorientierten Erfahrungsaustausch anbietet¹⁶.

Weiterhin bietet das CDI auf seiner Webseite einen Veranstaltungskalender, eine Jobbörse sowie eine Übersicht über innovative Dekarbonisierungsprojekte auf einer interaktiven Karte mit einer kurzen Projektbeschreibung an.

Struktur des Partnernetzwerks

Der Zugang zum Partnernetzwerk ist zunächst nicht formell beschränkt. Jedoch ist ein Antrag nötig. Dieser dient dem CDI-Steuerungskreis als Entscheidungsgrundlage über die Partnerschaft, und fragt beispielsweise den Bezug zu energieintensiven Industrien, die Ziele und Erwartungen an eine Partnerschaft im CDI und die Branchenzugehörigkeit ab¹⁷.

Aktuell¹⁸ hat das CDI **66 Partner**. Diese verteilen sich auf die acht Schwerpunktbranchen und Tätigkeitsfelder der CDI Partnerklassifizierung. Insgesamt besteht das derzeitige Partner-Netzwerk des CDI aus einem ausgewogenen Mix an Akteuren, in dem wichtige Branchen und Tätigkeitsfelder ausgeglichen vertreten sind. Lediglich bei Unternehmen aus der Energieversorgung, die für den Betrieb und die Bereitstellung von Infrastrukturen notwendig sind, ist der Anteil im Vergleich noch etwas geringer.

Weitere Informationen zum Cluster sind auf der CDI Website unter www.cluster-dekarbonisierung.de zu finden.

¹⁶ CDI Koordinierungsstelle (2022)

¹⁷ CDI und KEI (2023)

¹⁸ Stand: April 2023

2 Das Branchenumfeld – Branchenanalyse zur Industriedekarbonisierung

Kernerkenntnisse

- **Deutschland kann 2045 ein „grüner“ Industriestandort sein**, wenn die Herausforderungen jetzt angegangen werden. Die **Motivation der Industrie** zur Dekarbonisierung ist vorhanden.
- Die regionale Verteilung der Akteure der Grundgesamtheit signalisiert, dass die **Dekarbonisierung nicht nur eine Aufgabe für die klassischen Industrieregionen** in Deutschland ist.
- Die Industrie setzt auf einen **Mix an Dekarbonisierungsmaßnahmen** bei der Reduzierung direkt energiebedingter THG-Emissionen.
- Die Dekarbonisierung fordert **hohe Investitionskosten**. **Grüner Strom** ist wichtig, muss aber **bezahlbar** werden. Insbesondere ein **schneller Ausbau** einer grünen und resilienten Strom-, CO₂-, Wasserstoff, Wärmeinfrastruktur ist notwendig. Lange **Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren** und bürokratische Hürden bremsen allerdings die Dekarbonisierung aus.
- **Kooperationen** werden **als Chance** für die Dekarbonisierung angesehen. **Wissenstransfer** und **Vernetzung** sind dabei zentrale Bedarfe der Unternehmen. **Branchenübergreifende Bedarfe und Kompetenzen** müssen gebündelt werden.

Das folgende Kapitel gibt auf Basis der Erhebung der Grundgesamtheit relevanter Organisationen in Deutschland, sowie der Online-Befragung und Fachgesprächen einen Überblick über die Struktur der **Akteurslandschaft der Industriedekarbonisierung in Deutschland**, den **Status Quo** und die **Perspektiven** der betrachteten Schwerpunktbereiche Chemie, Zement, Glas, Keramik, Stahl, Nicht-Eisen-Metalle sowie Papier und Zellstoff.

2.1 Die Akteurslandschaft der Industriedekarbonisierung in Deutschland

Insgesamt umfasst die identifizierte Grundgesamtheit dekarbonisierungsrelevanter Unternehmen in Deutschland **mehr als 9.200 Organisationen**. Dabei zeigt die Betrachtung der Akteurslandschaft unterschiedliche Strukturen der Wertschöpfungsketten, wie der Vergleich der Anteile der Organisationen an den Branchen mit den jeweiligen Treibhausgas (THG)-Emissionen der Branchen zeigt. Daraus ergeben sich unterschiedliche Dekarbonisierungspotenziale. Denn die Landschaft der Akteure aus energieintensiven Industrien mit Bezug zur Industriedekarbonisierung wird, bezogen auf die Anzahl der Organisationen, durch Einrichtungen aus der Energiewirtschaft, der Chemie- sowie der Zementindustrie geprägt. Diese machen zusammen rund 80 Prozent aller Organisationen der betrachteten Grundgesamtheit aus. Ein besonderes Potenzial zur Dekarbonisierung hat dabei die Stahlindustrie. Denn mit lediglich einem Prozent Anteil der

Grundgesamtheit macht sie fast 30 Prozent aller Treibhausgasemissionen der Industrie in Deutschland aus (Abbildung 3)¹⁹.

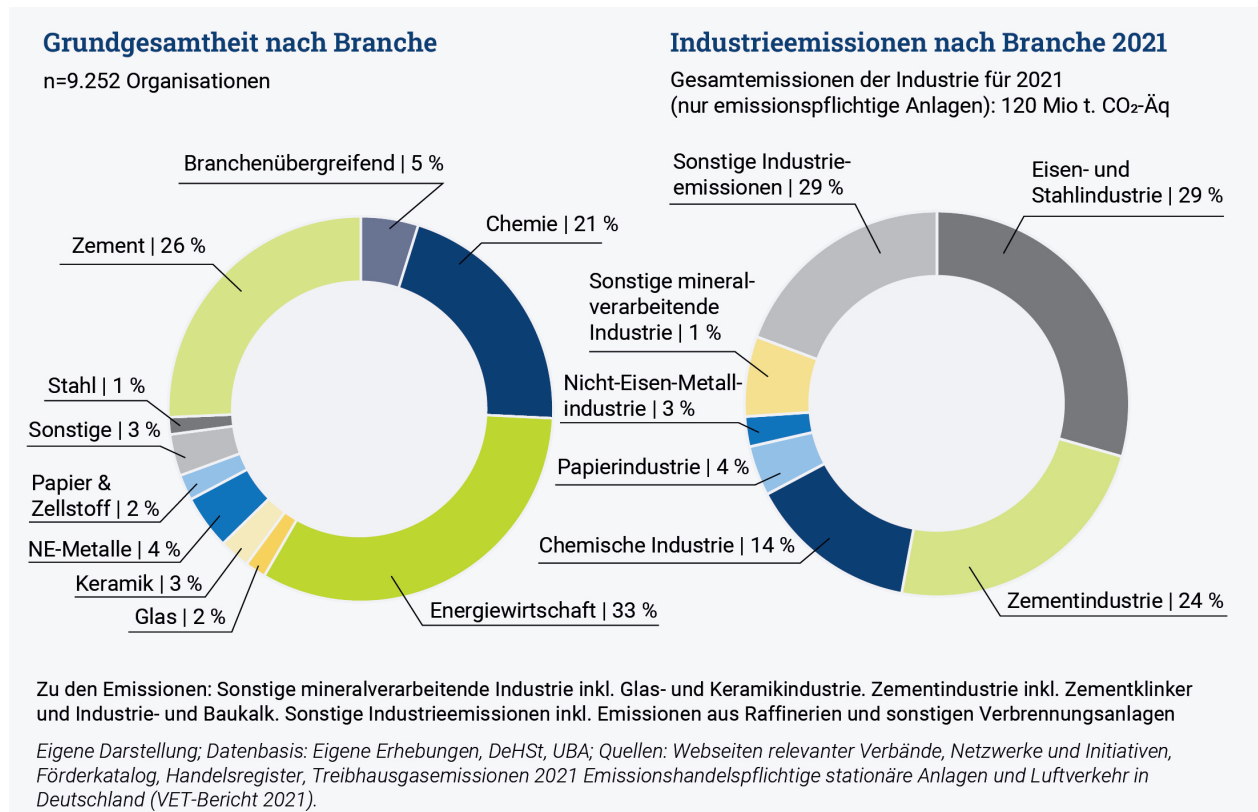


Abbildung 3: Vergleich der Branchenanteile der Grundgesamtheit mit den erzeugten THG-Emissionen

Potenzial für die Dekarbonisierung durch Einbindung weiterer Unternehmen in Dekarbonisierungsaktivitäten in verschiedenen Branchen

Insgesamt zeigt sich, dass **Potenzial für die Dekarbonisierung** in den verschiedenen Branchen vorhanden ist und noch weitere Teile des gesamten Unternehmensbestandes der Branchen in Aktivitäten zur Verringerung der THG-Emissionen eingebunden werden sollten.

Dies geht aus dem Vergleich der Anzahl der Organisationen in der identifizierten Grundgesamtheit mit der Anzahl aller Unternehmen der einzelnen Branchen²⁰ in Deutschland hervor, also aller Einrichtungen, die nach offiziellen Branchenangaben oder dem Statistischen Bundesamt einer Branche zugeordnet werden. Je nach Branche ist der Gesamtunternehmensbestand zum Teil deutlich

¹⁹ Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt (2022). Aus Konsistenzgründen wird auf die Daten der Deutschen Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt zurückgegriffen, da die Angaben für die CO₂-Emissionen der einzelnen Branchen je nach Quelle stark schwanken oder veraltet sind. Da hier nur die Emissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen berücksichtigt werden, ist der Gesamtwert hier geringer (120 Mio t. CO₂-Äq für 2021) als die Gesamtemissionen der Industrie, die das Umweltbundesamt in seinen Emissionsdaten benennt (181 Mio t. CO₂-Äq für 2021).

²⁰ Zum Vergleich wurden statistische Angaben der großen Branchenverbände verwendet sowie Angaben des Statistischen Bundesamtes: Chemische Industrie: VCI Online (2023); Zementindustrie: Verein Deutscher Zementwerke e. V. (2022); Stahl, Nicht-Eisen-Metall-Industrie: Wirtschaftsvereinigung Metalle (2020); Wirtschaftsvereinigung Stahl (2022), Glas- und Keramikindustrie; Statistisches Bundesamt; Papierindustrie: DIE PAPIERINDUSTRIE e. V. (2022)

größer als der Anteil der Organisationen, die auf Basis ihrer dekarbonisierungsrelevanten Aktivitäten identifiziert wurden. Das bedeutet, dass diese Unternehmen noch nicht erkennbar aktiv geworden sind und in diesen Unternehmen Potenzial für die Dekarbonisierung liegt. Denn hierbei besteht die Möglichkeit, dass sie tatsächlich noch keine Maßnahmen zur CO₂-Reduktion umgesetzt bzw. begonnen haben und entsprechend unterstützt werden müssen. Weiterhin ist es aber auch möglich, dass sie über wichtige Kompetenzen und Erfahrungen verfügen, die für andere Organisationen aus der eigenen oder aus anderen Branchen relevant sind. Aufgrund einer fehlenden Einbindung in entsprechende Wissens- und Technologietransferprozesse sind sie aber nur einem sehr eingeschränkten Kreis an Akteuren zugänglich.

Produzierende Unternehmen stellen das Rückgrat der identifizierten Akteurslandschaft und somit wichtige Treiber der Dekarbonisierung dar

Bei der Analyse der betrachteten Branchen nach Organisationstypen ist zu erkennen, dass produzierende Unternehmen das Rückgrat der betrachteten Akteurslandschaft darstellen (Abbildung 4). Sie sind damit wichtige Treiber der Dekarbonisierung, da sie in allen Branchen den größten Anteil aller betrachteten Organisationstypen ausmachen. Daher ist es notwendig, diese Unternehmen in relevante Aktivitäten einzubinden, damit auch andere Unternehmen von den Erfahrungen profitieren können.

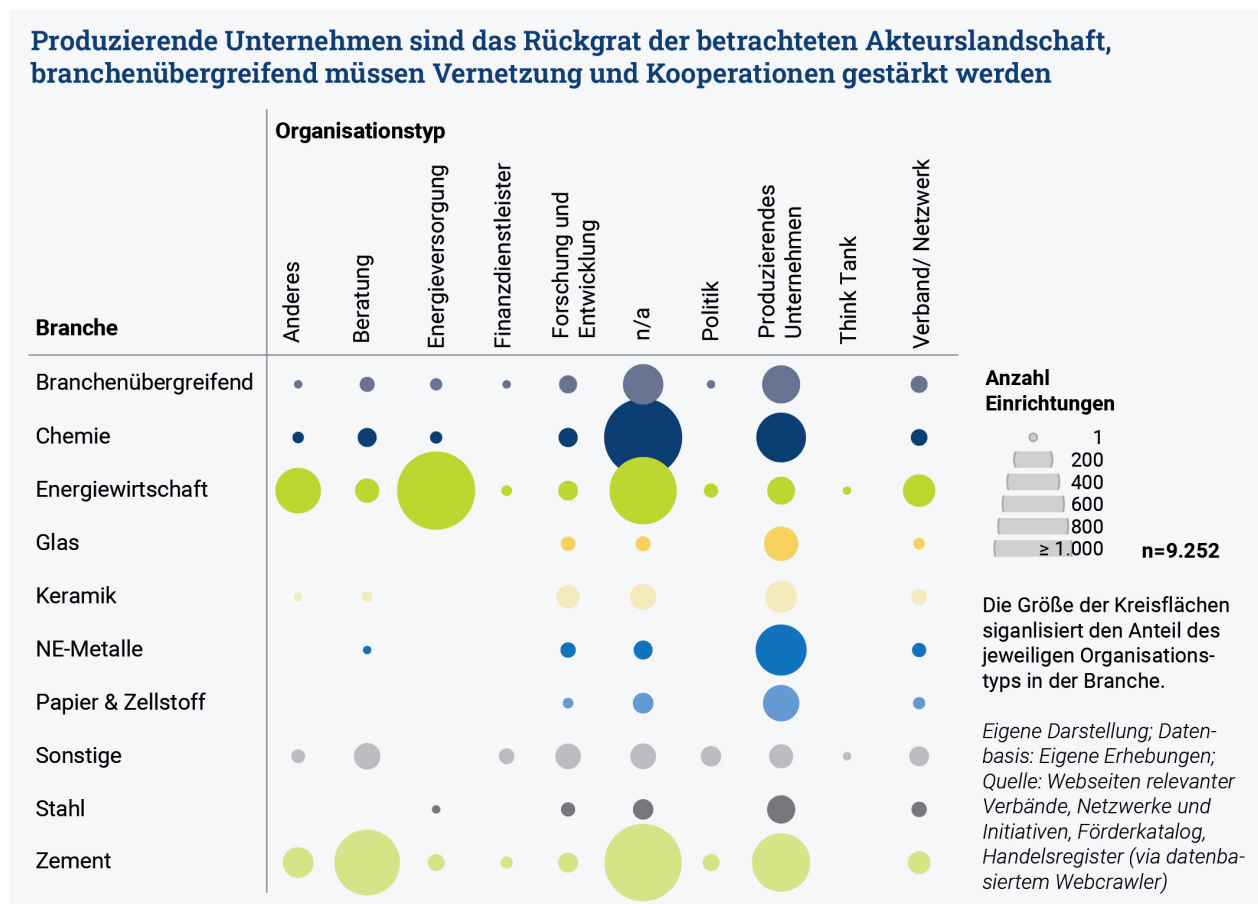


Abbildung 4: Betrachtung der Anteile der verschiedenen Organisationstypen nach Branche

Branchenübergreifend müssen Vernetzung und Kooperationen gestärkt werden

Weiterhin zeigt sich, dass branchenübergreifende Vernetzung und Kooperationen durch geeignete Maßnahmen gestärkt und für die Dekarbonisierung relevante Organisationen stärker eingebunden werden müssen. Denn der Anteil der Organisationen an der identifizierten Grundgesamtheit, die branchenübergreifend, also in mindestens zwei Branchen tätig sind, ist mit insgesamt fünf Prozent vergleichsweise gering (Abbildung 4). Diese Akteure sind zur Bildung von Synergien zwischen den Branchen wichtig und unterstützen den branchenübergreifenden Wissens- und Technologietransfer. Den Anteil dieser branchenübergreifend agierenden Akteure durch geeignete Unterstützungsmaßnahmen zu erhöhen, ist daher für den Erfolg der Dekarbonisierung von hoher Relevanz.

Außerdem sind für die Transformation hin zu einer CO₂-neutralen Industrie wichtige Organisationstypen nicht oder nur zu geringen Anteilen in allen Branchen vorhanden. Damit diese Transformation jedoch gelingen kann, ist das Zusammenspiel einer Vielzahl unterschiedlicher Einrichtungen mit verschiedenen Funktionen und Aufgaben notwendig. Daher gehören neben den eigentlichen produzierenden Unternehmen, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen oder Verbänden und Netzwerken auch Finanzdienstleister dazu, die dabei unterstützen, die notwendigen Investitionen zu tragen, Beratungsunternehmen, die zum Wissens- und Know-How-Transfer beitragen, Think Tanks und politische Akteure wie kommunale Gebietskörperschaften, die u. a. für Planungsprozesse zuständig sind. Insbesondere Unternehmen aus dem Bereich der Energieversorgung, also Hersteller und Betreiber von Energie- und Wärmeinfrastrukturen wie klassische Energieversorger (EVU), Netzbetreiber, Stadtwerke, aber auch Betreiber und Hersteller von elektrischen und Wärmeinfrastrukturen, sind nicht in allen der betrachteten Branchen aktiv. Das zeigt, dass diese Unternehmen seltener in branchenfremden Aktivitäten, wie Forschungsprojekten oder Interessensverbänden eingebunden sind. Daher müssen Energieversorger als zentrales Element bei der Elektrifizierung industrieller Prozesse, aber auch z. B. bei der Nutzung von Abwärme stärker in Aktivitäten der energie- und treibhausgasintensiven Branchen integriert werden.

Ein Kern sehr stark dekarbonisierungsrelevanter Akteure ist in der Grundgesamtheit vorhanden

Aus der Analyse der Grundgesamtheit geht außerdem hervor, dass bei den knapp zehntausend identifizierten Organisationen ein sehr stark dekarbonisierungsrelevanter Kern vorhanden ist. Das bedeutet, dass sich diese Unternehmen aktiv z. B. im Rahmen von Forschungsprojekten oder Wertschöpfungsaktivitäten an der Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes beteiligen.

Dies zeigt der **Indikator zur Ermittlung der Dekarbonisierungsaktivität**, der für alle Organisationen in der Grundgesamtheit gebildet wurde, und der sowohl die Anzahl an Branchenaktivitäten eines Unternehmens berücksichtigt als auch deren Relevanz und Verbindlichkeit für das Thema Dekarbonisierung²¹. Insgesamt weisen knapp 2.300 Organisationen eine hohe Dekarbonisierungsaktivität auf, wobei diese Aktivität bei knapp 95 Prozent der Organisationen im Kern auf Wertschöpfungsaktivitäten mit Bezug auf die Verringerung der THG-Emissionen zurückzuführen ist. Dabei verteilen sich diese Organisationen über alle Branchen. Vor allem produzierende Unternehmen

²¹ Für jeden identifizierten Akteur wurden die Anzahl der Mitgliedschaften und Beteiligungen an Verbänden und Forschungsprojekten gezählt und gewichtet (einfach für eine Mitgliedschaft in einem Verband und x2 für Beteiligung an einem Forschungsprojekt). Falls ein Unternehmen auch auf Basis der Wirtschaftsaktivitäten identifiziert wurde, wurde diese Mitgliedschaft mit 3 multipliziert.

weisen hier einen sehr hohen Wert auf. Den höchsten Wert haben produzierende Unternehmen aus der Energiewirtschaft, der NE-Metall-, Stahl- und Zementindustrie sowie branchenübergreifend eine Forschungseinrichtung.

Dekarbonisierung ist nicht nur eine Aufgabe für die klassischen Industrieregionen

Darüber hinaus wird auf Basis der regionalen Verteilung der Einrichtungen in der identifizierten Grundgesamtheit in Deutschland deutlich, dass die Dekarbonisierung nicht nur eine Aufgabe für die klassischen Industrieregionen in Deutschland ist, wie z. B. Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg oder Bayern, sondern Akteure deutschlandweit betrifft (Abbildung 5). Schwerpunktbildungen finden sich hingegen in Nordrhein-Westfalen, der Region Stuttgart in Baden-Württemberg und in Bayern im Raum München. Ein weiterer Schwerpunkt, wenn auch weniger ausgeprägt, findet sich darüber hinaus in Sachsen.

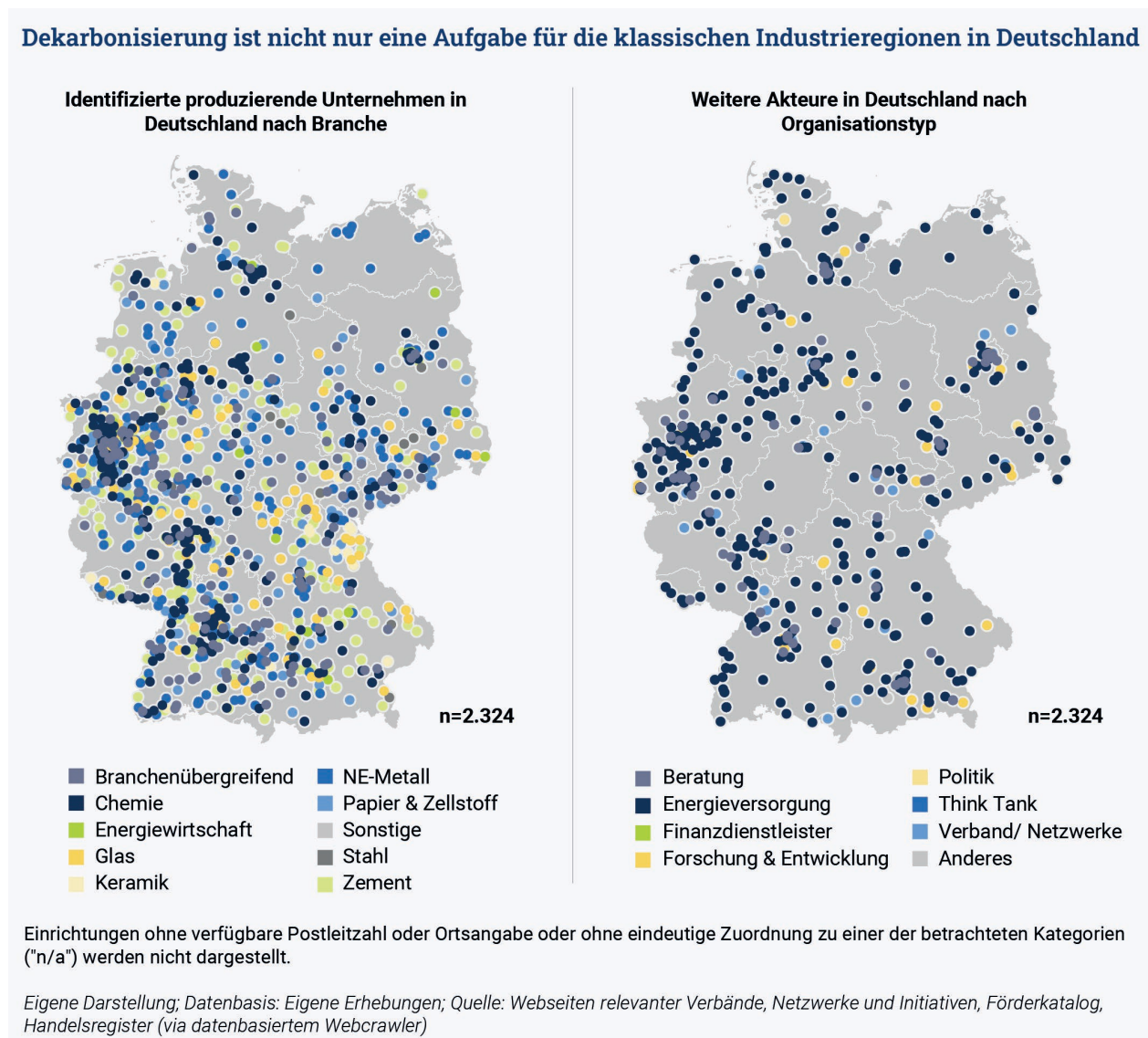


Abbildung 5: Verteilung der Organisationen der identifizierten Grundgesamtheit in Deutschland

Die Forschungseinrichtungen decken wichtige Forschungsschwerpunkte ab

Zur Unterstützung der anwendungsnahen Forschung und der Entwicklung innovativer Dekarbonisierungsprojekte ist es wichtig, die identifizierten relevanten Forschungseinrichtungen in Vernetzungsaktivitäten einzubinden.

Obwohl der Anteil an Forschungseinrichtungen in der identifizierten Grundgesamtheit mit vier Prozent vergleichsweise klein ist, ist es ein großer Vorteil der identifizierten Forschungslandschaft, dass Forschungsthemen, die für die Dekarbonisierung industrieller Prozesse wichtig sind, durch die Forschungsschwerpunkte dieser Einrichtungen im Wesentlichen abgedeckt werden (Abbildung 6). Große Schwerpunkte liegen im Bereich der Werkstofftechnik, der Energietechnik, der Produktions- und Fertigungstechnologien aber auch der Verfahrenstechnik. Ein weiterer Schwerpunkt der Forschungslandschaft sind allgemeine Hochschulen, die branchenübergreifend forschen können und daher für die Integration der Branchen sowie die Grundlagenforschung eine wichtige Rolle spielen.

Für die Dekarbonisierung wichtige Forschungsthemen wie Energie- und Werkstofftechnik dominieren die Forschungslandschaft, ebenso wie interdisziplinäre Forschung an Hochschulen



Die Abbildung zeigt die Forschungsthemen der innerhalb der Grundgesamtheit identifizierten Forschungseinrichtungen auf Basis der GERIT-Datenbank der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Die Wortgröße zeigt die Häufigkeit der Themen an.

Eigene Darstellung; Datenbasis: Eigene Erhebungen; Quelle: Webseiten relevanter Verbände, Netzwerke und Initiativen, Förderkatalog, Handelsregister, GERIT – German Research Institutions Datenbank

Abbildung 6: Forschungsthemen der Forschungseinrichtungen in der identifizierten Grundgesamtheit

2.2 Status Quo der Industriedekarbonisierung in Deutschland

Angesichts der zahlreichen, globalen Krisen haben sich die bestehenden Herausforderungen der Industrie hinsichtlich der Dekarbonisierung weiter verschärft. Zeitgleich ist der Handlungs- und Unterstützungsbedarf in den Industrien dringlicher als je zuvor. Dies zeigen die im Rahmen der

Studie durchgeführte Unternehmensbefragung sowie die Fachgespräche zu Status Quo und Perspektiven der Industriedekarbonisierung in Deutschland (siehe Kapitel 2.3). Dabei untermauern die Aussagen der befragten Unternehmen auch die Ergebnisse der Analyse der Akteurslandschaft.

Ein Großteil der befragten Unternehmen ist bereits auf einem guten Weg. Denn sie haben eine unternehmenseigene Strategie entworfen, oder eine solche noch in der Entwicklung, um das Sektorziel zu erreichen, die Emissionen bis 2030 gegenüber 1990 um mindestens 65 Prozent zu senken und bis 2045 Netto-Treibhausgasneutralität²² zu erlangen (Abbildung 7). Mit Fokus auf die energieintensiven Industrien fällt das Ergebnis eindeutig aus. Über 85 Prozent der energieintensiven Industrieunternehmen verfolgen oder erarbeiten momentan eine **Strategie zur Dekarbonisierung**. Die Ziele und die Umsetzung sind dabei sehr unterschiedlich und in erster Linie abhängig von der Art des Produkts, der Branche und dem Standort.

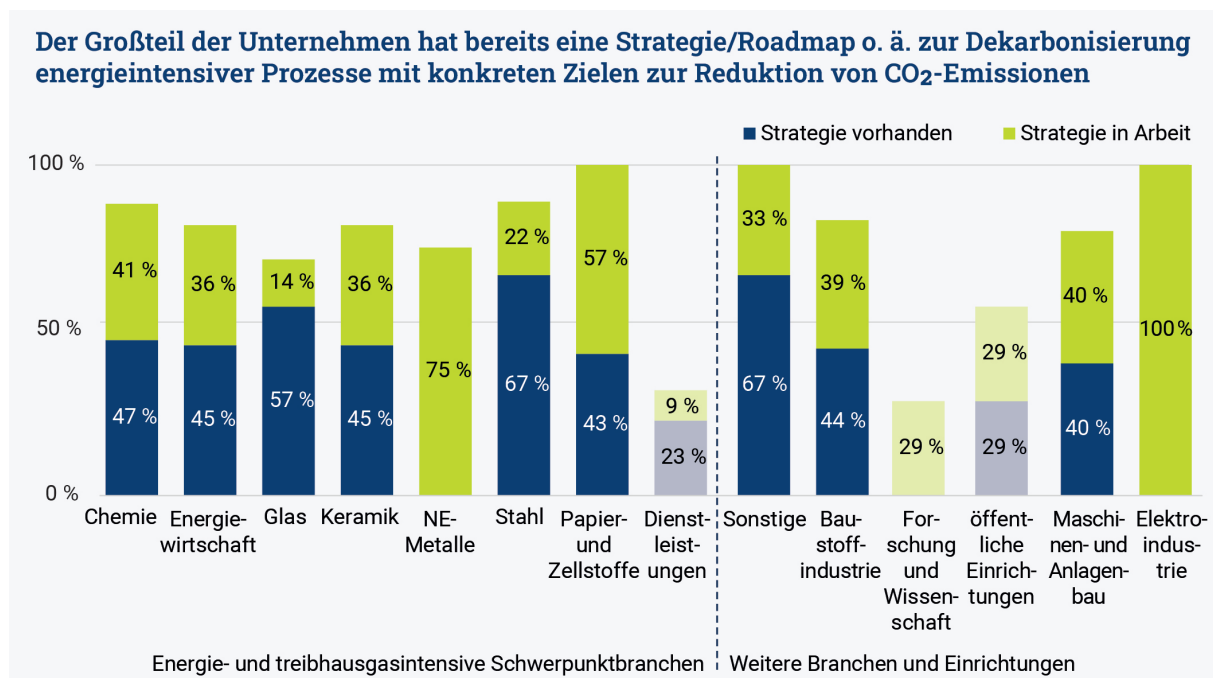


Abbildung 7: Branchenübersicht zum Vorhandensein einer Strategie/Roadmap o. ä. zur Dekarbonisierung energieintensiver Prozesse

Der überwiegende Teil der befragten Unternehmen hält es für wahrscheinlich, dass ihre Branche die Klimaziele bis 2045 erreicht

Bei den befragten Unternehmen herrscht zumindest hinsichtlich der Erreichung der Branchenziele ein gewisser Optimismus. Denn im Durchschnitt glauben 60 Prozent an eine Erreichung der Klimaziele der eigenen Branche bis 2045 (Abbildung 8). Anders sieht es bei der Erreichung der nationalen und europäischen Klimaziele aus. Jeweils rund 50 Prozent der befragten Unternehmen halten es für eher weniger wahrscheinlich, dass Europa oder Deutschland die Klimaziele bis 2045 umsetzen können.

²² Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes (2021)

Die Klimaziele werden bis 2045 in den energieintensiven Branchen eher erreicht als in Deutschland und Europa

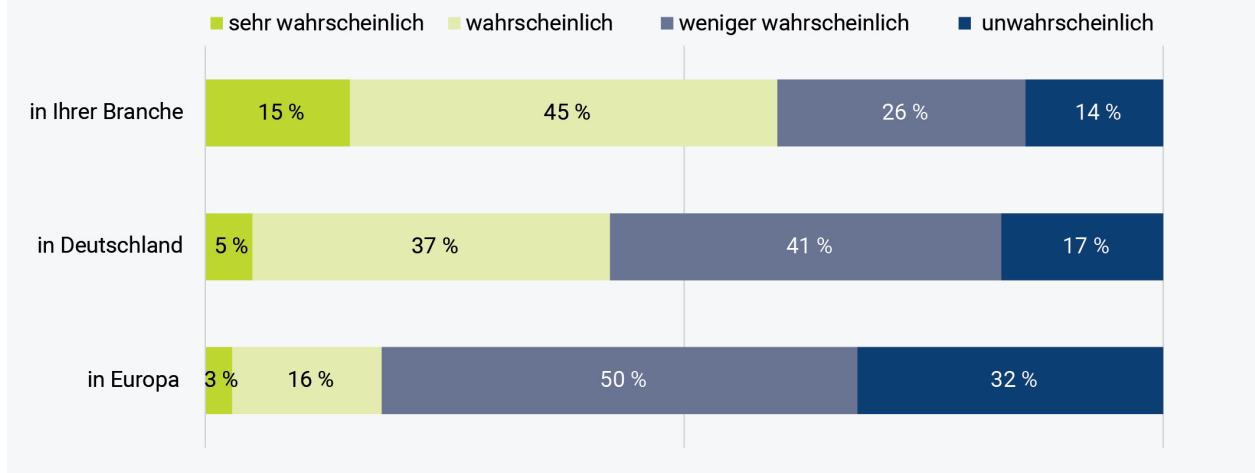


Abbildung 8: Erwartete Wahrscheinlichkeit der Erreichung der Klimaziele bis 2045

Nach Meinung der befragten Unternehmen liegt der Grund dafür weniger an den fehlenden Bemühungen der Industrie, sondern vor allem an den schwierigen Bedingungen am Standort Deutschland und Europa. Insbesondere die fehlende Energieinfrastruktur, hohe Energiekosten, regulatorische Rahmenbedingungen, der Fachkräftemangel und mangelnde Kunden- sowie Investorenakzeptanz sind problematisch.

Die Industrie setzt auf einen Mix an Dekarbonisierungsmaßnahmen bei der Reduzierung von THG-Emissionen

Die Industrie setzt auf einen **Mix an unterschiedlichen Ansätzen**, um die Dekarbonisierung in den Industrieunternehmen umzusetzen (Abbildung 9). Die Ergebnisse bestätigen dabei insgesamt die aktuelle Diskussion, dass die Elektrifizierung, die Nutzung von „grünem Strom“ und die Umstellung bzw. Anpassung der Prozesse und Produkte die langfristig relevanten Ansätze zur Dekarbonisierung der Industrie sind. Denn mehr als 60 Prozent der Unternehmen verfolgen in ihren Strategien Ansätze zur Reduzierung der direkt energiebedingten THG-Emissionen. Bei der Prozessumstellung wiederum ergeben sich weitere Herausforderungen, da diese in der Regel aufwendig und kostenintensiv ist.

„Die wichtigsten Trends für die Dekarbonisierung sind Energieeffizienz und Elektrifizierung.“

Insbesondere Maßnahmen zur Steigerung der **Energieeffizienz** durch die Verwendung energieeffizienter Technik sind ein wichtiger Ansatz und stellen eine „Low hanging fruit“ dar. Sie sind allerdings in der Wirkung auch begrenzt. So werden beispielsweise Verfahren und Herstellungsprozesse weiter optimiert, um die Abwärme direkt oder zur Verstromung zu nutzen. Diese Maßnahmen sind häufig kostengetrieben und bereits seit längerer Zeit durchgeführt worden, weshalb die Potenziale hier aktuell bereits ausgereizt sind. Die Unternehmen erwarten, dass nun die große, radikale Transformationsphase folgt. Dazu fehlt aber auch eine branchenübergreifende und richtungsweisende Vision der Zukunft mitsamt übergeordnetem Transformationsplan.

Die Unternehmen erwarten, dass nun die große, radikale Transformationsphase folgt. Dazu fehlt aber auch eine branchenübergreifende und richtungsweisende Vision der Zukunft mitsamt übergeordnetem Transformationsplan.

Mix an Strategieansätzen zur Umsetzung der Dekarbonisierungsmaßnahmen

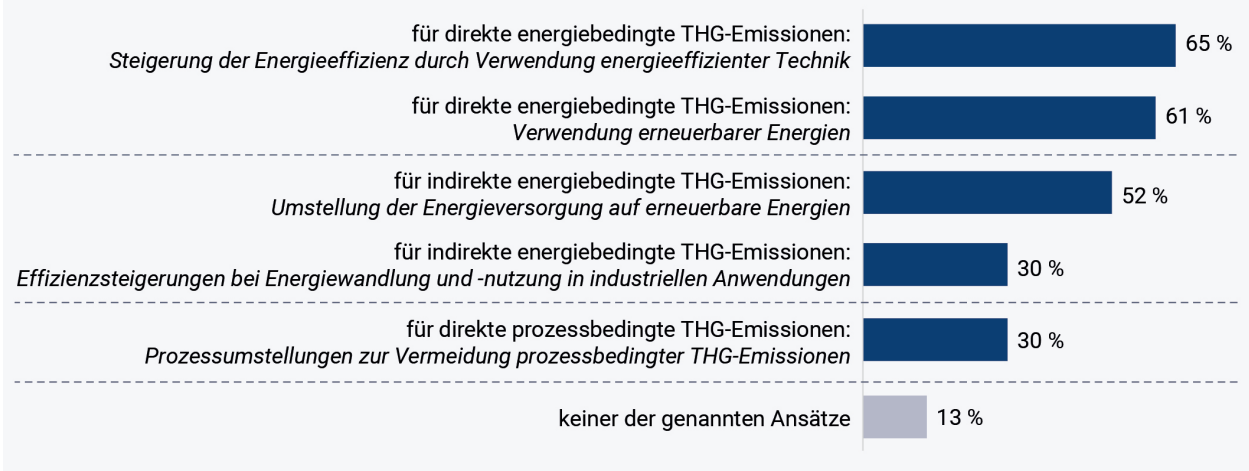


Abbildung 9: Strategieansätze zur Umsetzung der Dekarbonisierungsmaßnahmen

Erfassung der THG-Emissionen als Herausforderung insbesondere für KMU

Eine Herausforderung stellt die Erfassung von Treibhausgasemissionen für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) und Kleinbetriebe dar. Denn nur 41 Prozent der Unternehmen mit 50-249 Mitarbeitenden und nur 46 Prozent der Unternehmen mit 10-49 Angestellten erfassen ihre Emissionen. Im Vergleich dazu erfassen fast 80 Prozent der Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten ihre THG-Emissionen. Zum einen sind Großunternehmen mit emissionshandelspflichtigen Anlagen verpflichtet ihre THG-Emissionen zu messen. Eine zertifizierte Erfassung ermöglicht zudem eine Stromsteuerentlastung. Zum anderen verfügen Großunternehmen über ausreichend finanzielle und personelle Mittel, um ihre Anlagen mit modernen Messeinrichtungen auszurüsten und zertifizierte Energiemanagementsysteme einzuführen. Kleine und mittlere Unternehmen haben diese finanziellen Spielräume zumeist nicht. Daher gibt es in vielen Betrieben aufgrund von fehlender Digitalisierung und Sensoren noch keine Möglichkeit, die Emissionen adäquat zu erfassen. Hier sollte gerade den kleineren Unternehmen eine Hilfestellung bei der Erfassung der THG-Emissionen oder bei der Prüfung der Einführung eines Energiemanagementsystems geboten werden.

Die Dekarbonisierung erfordert hohe Investitionskosten, lange Genehmigungsverfahren bremsen die Industrietransformation aus

Zentrale Hürden der Akteure bei der Umsetzung der geplanten Ansätze zur CO₂-Reduktion sind vor allem die Sicherstellung der **Energieversorgung und -infrastruktur** sowie die hohen und teils **volatilen Energiepreise**, die sich vor allem infolge der aktuellen geopolitischen und wirtschaftlichen Lage ergeben (Abbildung 10 und Abbildung 11).

„Die Frage der zukünftigen Energieversorgung ist ungeklärt, CO₂-Preisbindung, Preisschwankungen und die aktuelle geopolitische Lage können die Lage weiter verschärfen.“

Einige Ansätze, wie zum Beispiel die Kompletterverstromung von Prozessen, sind mit vergleichsweise **hohen Investitionskosten** verbunden. Dementsprechend hoch ist das **wirtschaftliche Risiko** für die Unternehmen. Gerade wenn durch die Umstellungen von Produktionsprozessen industrielle Anlagen neu bzw. umgebaut werden müssen, sind insbesondere auch die **Investitionszyklen** sehr lang. Daraus ergibt sich einerseits der Bedarf einer Unterstützung bei der Planung, Entscheidung und Realisierung einer Investition z. B. mit technischem Know-How und andererseits ein Bedarf an Förderungen von Investitionen und Anwendungen bereits erprobter Technologien (siehe Kapitel 2.3). Auch die laufenden Kosten verstärken diese Bedarfe weiter. Da aktuell der Gaspreis²³ pro Megawattstunde weiter deutlich unter dem Industriestrompreis²⁴ pro Megawattstunde liegt, müssen Unternehmen, die die Dekarbonisierung ihres Betriebes mithilfe einer Verstromung der Prozesse voranbringen, mit erheblichen Mehrkosten rechnen. Die Unternehmen wollen zwar die Dekarbonisierung vorantreiben, allerdings führt der Bezug von grüner Energie zu einem erheblichen internationalen Wettbewerbsnachteil, wenn Unternehmen außerhalb Deutschlands ihren Strom weiterhin aus fossilen Quellen beziehen. Ein kleiner Teil der befragten Industrieunternehmen äußerte sich pessimistisch hinsichtlich der aktuellen Energiekrise und möglicher, schneller Lösungen zur „grünen“ Energieversorgung.

„Der Wille und die Überzeugung der Industrie zur Transformation sind da. Erneuerbare Energien können wettbewerbsfähig sein.“

Dreiviertel der befragten Unternehmen sieht auch zu lange **Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren** als großes bzw. sehr großes Hemmnis bei der Umsetzung der Dekarbonisierungsansätze. Ein Beispiel sind lange Freigabeprozesse von Flächen für die Errichtung von Windkraft- und/oder Photovoltaik-Anlagen. Zudem wird die hohe **Bürokratie** als Hürde und Bremse von Prozessen gesehen.

Eine deutliche **Vereinfachung und Verkürzung** der langen und teils sehr komplizierten **Genehmigungsverfahren** könne die Umstellung auf erneuerbare Energien und Baumaßnahmen im Zusammenhang mit den Ansätzen der Dekarbonisierung beschleunigen. Zum einen seien die aktuellen „rechtlichen Regelungen, Normen und Gesetzgebung“, zum anderen die „fehlenden bzw. ungeeigneten Standards und Normen“ einschränkend. Insbesondere bei internationaler Ausrichtung von Unternehmen ist eine Vielzahl an verschiedenen nationalen und internationalen Regularien zu beachten. Es fehlt den Unternehmen größtenteils an politischer Planungssicherheit und das auch über die Legislaturperiode hinaus. In diesem Zusammenhang wurde z. B. auf fehlende oder unklare Rahmenbedingungen für die CO₂-Abscheidung und -Speicherung, Reststoff- und Abfallverwertung, CO₂-Bepreisung und -Bilanzierung hingewiesen.

²³ Bundesnetzagentur (2023)

²⁴ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2023)

Wirtschaftliche Risiken und hohe/lange Investitionen gefährden eine Umsetzung der Ansätze zur CO₂-Emissionsreduktion

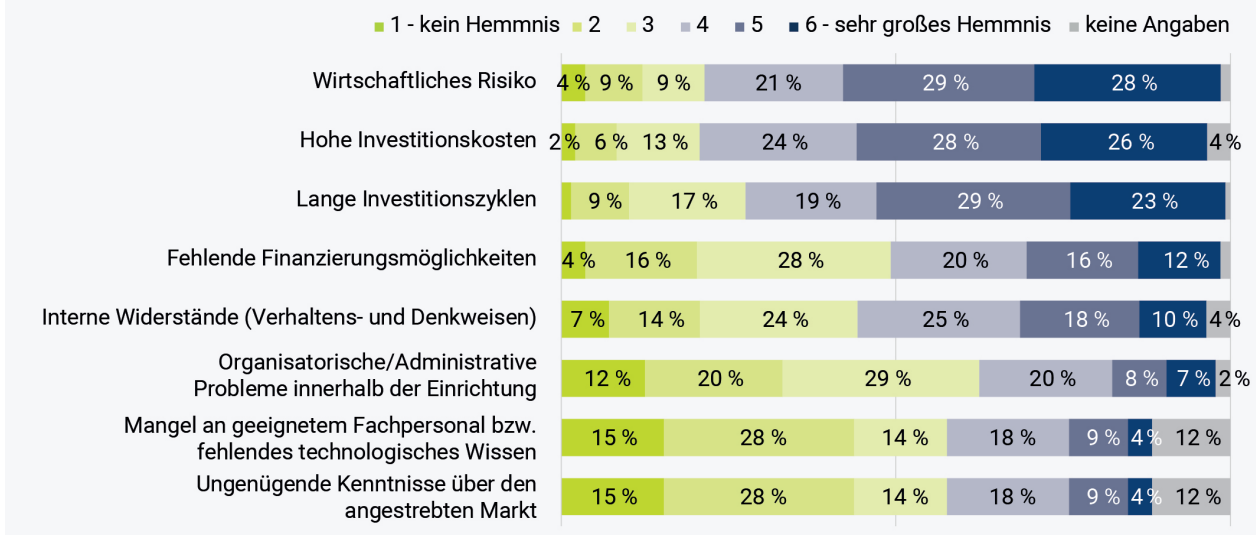


Abbildung 10: Interne Innovationshemmnisse, die eine Umsetzung der Ansätze zur CO₂-Emissionsreduktion gefährden könnten

Vereinfachung und Verkürzung der Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren könnte die Dekarbonisierung beschleunigen

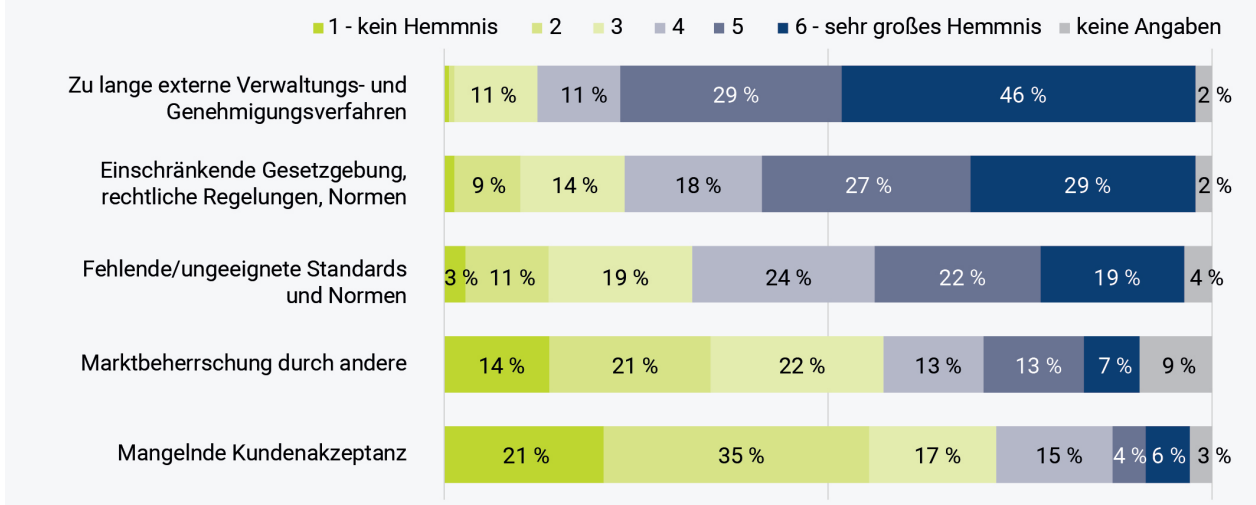


Abbildung 11: Externe Innovationshemmnisse, die eine Umsetzung der Ansätze zur CO₂-Emissionsreduktion gefährden könnten

Die Motivation der Industrie zur Dekarbonisierung ist vorhanden

Trotz aller Herausforderungen ist der Tenor insgesamt eindeutig: Die befragten Industrieunternehmen zeigen sowohl intrinsische als auch extrinsische **Motivation** zur Dekarbonisierung und müssen nicht mehr, wie teilweise vor einigen Jahren noch, von der Notwendigkeit zur Dekarbonisierung überzeugt werden. Es müssen nun schnell die richtigen Rahmenbedingungen zur Transformation geschaffen werden und die Bemühungen, die Klimaziele zu erreichen, müssen von allen Seiten weiter intensiviert werden.

2.3 Branchentrends und Perspektiven der Industriedekarbonisierung in Deutschland

Deutschland kann 2045 ein „grüner“ Industriestandort sein, wenn die Herausforderungen jetzt angegangen werden

Zusammenfassend überwiegt branchenübergreifend die Zuversicht, dass der Industriestandort Deutschland 2045 sowohl „grün“ als auch attraktiv sein kann (Abbildung 12). Viele der befragten Unternehmen sehen den Innovationsstandort Deutschland als stark genug, um die **Transformation** erfolgreich abschließen zu können und dass sich vorübergehende hohe Investitionen langfristig als Wettbewerbsvorteil auszahlen werden. Teilweise werden auch soziodemografische bzw. Akzeptanzgründe genannt und der Wille der jungen, umweltbewussteren Generation hervorgehoben, die Klimaschutzziele umzusetzen. Allerdings wird auch immer wieder betont, dass die Herausforderungen zur Dekarbonisierung wie die hohen Energiekosten oder komplizierte bürokratische Verfahren jetzt angegangen werden müssen, damit die Industrie in Deutschland gehalten und Deutschland ein „grüner“ Industriestandort werden kann.

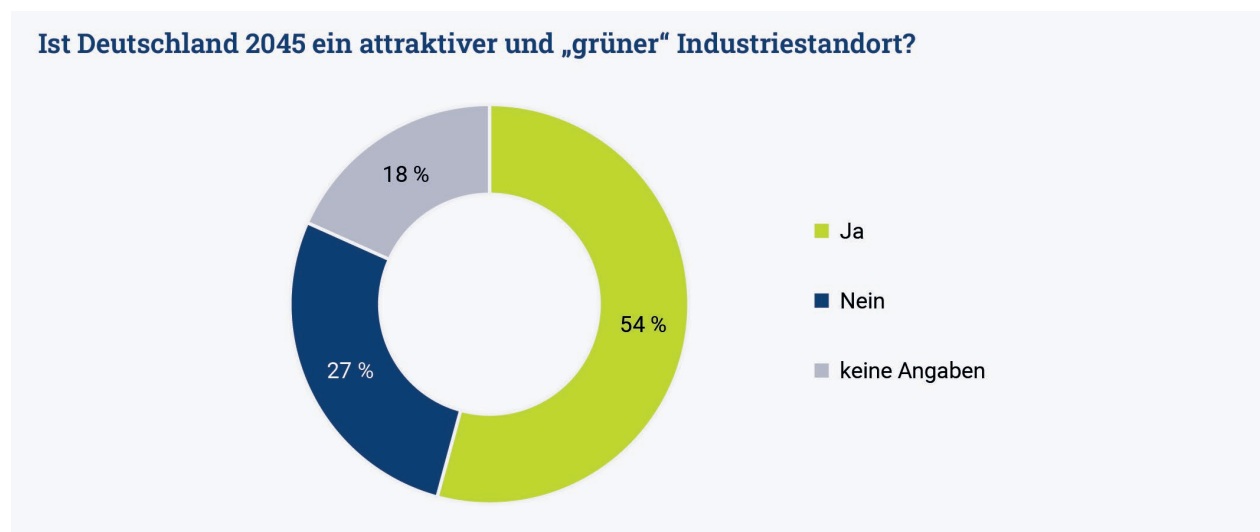


Abbildung 12: Ist Deutschland 2045 ein attraktiver und „grüner“ Industriestandort?

Kooperationen als Chance für die Dekarbonisierung, ein stärkerer Wissenstransfer und Vernetzung sind notwendig

Mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen sieht in **Kooperationen** (z. B. Industriekooperationen, Netzwerk- oder auch Clusterarbeit) eine große Chance, die Dekarbonisierung des Industriesektors voranzutreiben. Im Fokus stehen dabei eher Kooperationen auf nationaler Ebene als auf europäischer Ebene. Allerdings sind bislang erst etwa 30 bis 40 Prozent der befragten Unternehmen bereits in Kooperationen oder Teil von gemeinsamen Projekten oder Initiativen zur CO₂-Reduktion auf regionaler oder nationaler Ebene.

„Eine Vernetzung der Industrien untereinander ist elementar, um von relevanten Erkenntnissen aus anderen Bereichen zu profitieren.“

Allerdings sind bislang erst etwa 30 bis 40 Prozent der befragten Unternehmen bereits in Kooperationen oder Teil von gemeinsamen Projekten oder Initiativen zur CO₂-Reduktion auf regionaler oder nationaler Ebene.

Der größte Unterstützungsbedarf wird dementsprechend beim **Wissenstransfer** zu technologischen Ansätzen und deren Entwicklungsstand gesehen (Abbildung 13). Die Unternehmen wünschen sich hier Unterstützung wie beispielsweise die Bereitstellung einer Plattform zum technologieoffenen Wissenstransfer von Best Practices oder Hilfestellung beim Marktüberblick sowie Leitfäden von Dekarbonisierungslösungen. Der Großteil der Unternehmen sieht in der Clusterarbeit ein großes Potenzial, dass wissenschaftliche Erkenntnisse und Ansätze zu praxistauglichen und industriespezifischen Informationen konsolidiert und vermittelt werden können.

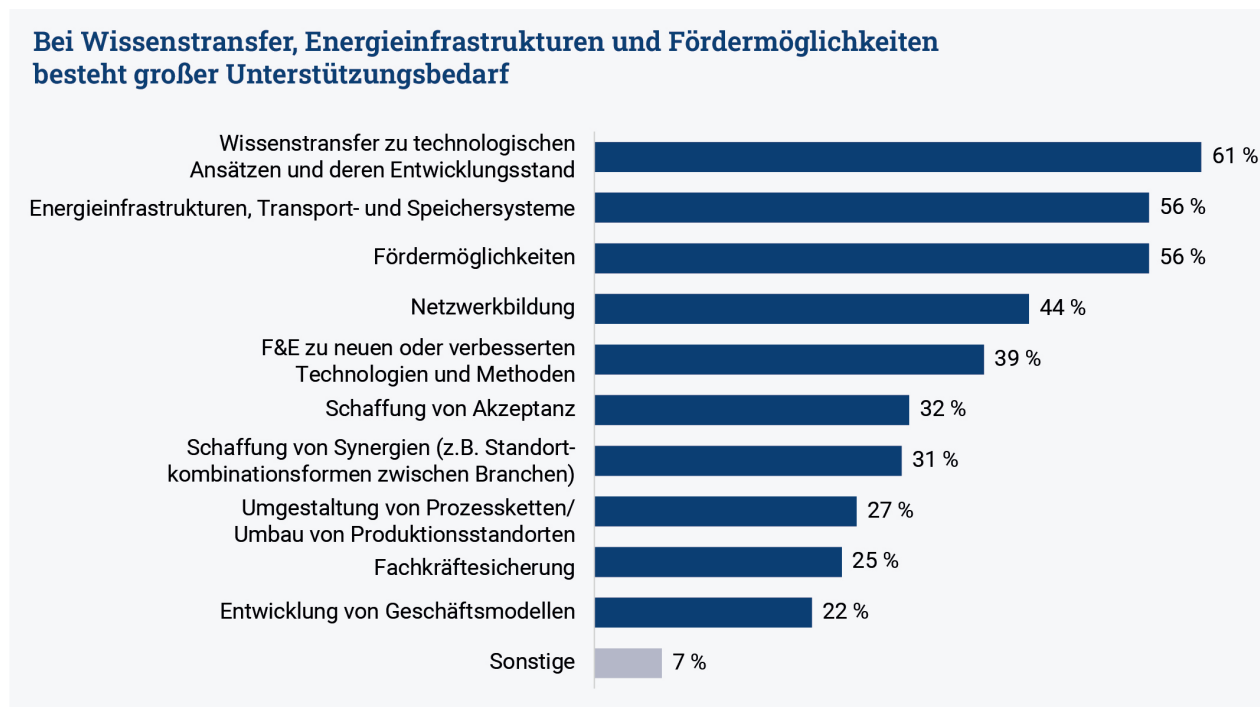


Abbildung 13: Unterstützungsbedarfe, um die CO₂-Emissionen der Unternehmens zu reduzieren

Schneller Ausbau einer „grünen“ und resilienten Strom-, Kohlenstoffdioxid-, Wasserstoff- und Wärmeinfrastruktur sind wichtig

Die Unternehmen wurden außerdem nach den von staatlicher Seite zu schaffenden **Rahmenbedingungen** gefragt, welche die Dekarbonisierung des Industriesektors laut der Befragten beschleunigen würde, und gebeten, diese zu priorisieren (siehe Tabelle 1).

Die höchste Priorität bei den für eine erfolgreiche Dekarbonisierung zu schaffenden Rahmenbedingungen hat die Förderung des Aufbaus von notwendigen **Infrastrukturen** (z. B. H₂/CO₂-Transport, Stromnetz). Eine sichere, intelligente und grüne Energieinfrastruktur ist nötig, die den durch die **Elektrifizierung** extrem steigenden Strombedarf zuverlässig deckt. Die Verfügbarkeit von günstigem Wasserstoff in hohen Mengen ist ebenso wichtig, wie eine CO₂-Infrastruktur mit klaren regulatorischen Vorgaben, die eine ständige und sichere Abnahme und Speicherung von CO₂ ermöglicht.

Tabelle 1: Staatliche Rahmenbedingungen, die geschaffen werden müssen, um die Dekarbonisierung des Industriesektors zu beschleunigen

Rang	Maßnahme
1	Aufbau von notwendigen Infrastrukturen fördern (z. B. H ₂ /CO ₂ -Transport, Stromnetze)
2	Energiekosten für Strom aus erneuerbaren Energien senken
3	Investitionen für „grüne“ Technologien fördern
4	Förderung von Effizienzmaßnahmen
5	CO ₂ -Bepreisung verschärfen
6	Carbon Contracts for Difference (CCfDs) ermöglichen
7	Schaffung „grüner“ Leitmärkte
8	Recyclingquoten erhöhen

Der Aufbau einer CO₂-neutralen **Wärmeinfrastruktur** ist ebenfalls eine der zentralen Herausforderungen, bei der beispielsweise regionale Biomasse- oder Geothermieprojekte bisher häufig nur unzureichende Kleinstlösungen darstellen. Bei der Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung und Speicherung von Wärme gibt es bereits einige Ansätze mit erneuerbaren **Ersatzbrennstoffen** oder **Wärmepumpen**, aber noch zu viele insbesondere technische und infrastrukturelle Fragezeichen und keine branchenübergreifenden Lösungen. Der Ausbau einer „grünen“ und resilienten Strom-, CO₂-, Wasserstoff- und Wärmeinfrastruktur muss daher mit Unterstützungsangeboten, die dazu beitragen, diese Fragen zu klären, mit hoher Geschwindigkeit vorangetrieben werden.

„Grüner“ Strom ist wichtig, muss aber bezahlbar werden

In zweiter Priorität wurde nahezu gleichrangig bewertet, perspektivisch die **Energiekosten** für Strom aus erneuerbaren Energien zu senken und Investitionen für „grüne“ Technologien zu fördern. Die Senkung der Energiekosten steht insbesondere für Branchen im Vordergrund, deren Stra-

ategie zur CO₂-Reduktion zu großen Teilen oder komplett auf der Verstromung von Prozessen ausgelegt ist. So ist diese Rahmenbedingung beispielsweise für die Glas- und Keramikindustrie von hoher Bedeutung, aber auch für die chemische Industrie²⁵.

Vor allem die hohen und volatilen Energiekosten für „grünen“ Strom und Wasserstoff führen aktuell zu hohen Unsicherheiten und Unschärfegraden bei der Analyse langfristiger Investitionen und erschwert die langfristige Planung dadurch stark. Dies sorgt somit bei den betroffenen Unternehmen für einen erhöhten **Orientierungsbedarf** beispielsweise hinsichtlich finanzieller Unterstützungsmöglichkeiten.

Dass es bei den staatlichen Rahmenbedingungen auch Branchenunterschiede hinsichtlich der Prioritäten gibt, wird am Beispiel der Maßnahme „Erhöhung der Recyclingquoten“ deutlich. Die Branchen, die bereits jetzt sehr stark von recycelten Materialien abhängig sind, wie die Nichteisen-Metalle, stuften diese Maßnahme als viertwichtigste ein, während andere Branchen dieser Maßnahme eine sehr geringe Priorität gaben.

Branchenübergreifende Kompetenzen müssen gebündelt werden

Insbesondere bei den zentralen Themen müssen Unternehmen branchenübergreifend zusammengebracht werden, um geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen. 44 Prozent der befragten Unternehmen sehen das Cluster Dekarbonisierung der Industrie als zentrale Schlüsselfigur bei der Unterstützung der **Netzwerkarbeit** und der Erzeugung von **Synergien** bei der Umsetzung der Dekarbonisierung.

Insbesondere der **branchenübergreifende Charakter** des CDI und die Notwendigkeit für branchenübergreifende Lösungen zur Dekarbonisierung wurden in den Fachgesprächen immer wieder betont. Der branchenübergreifende Einsatz von Lösungen kann dazu beitragen das Marktvolumen zu erhöhen und Preise wirtschaftlich zu gestalten. Dies erleichtert die Skalierung dieser Lösungen, weshalb sie von hoher Relevanz sind. Auch bei der Suche nach geeigneten Kooperationspartnern wie Instituten oder Universitäten kann das Cluster durch sein **Partnernetzwerk** unterstützen. Das Cluster kann als langfristiger Partner und Begleiter außerdem das Vertrauen und die Transparenz zwischen Industrieunternehmen erhöhen und zu weiteren Dekarbonisierungsmaßnahmen ermutigen.

Weiterhin wird beim Ausbau der Netzanschlüsse für erneuerbare Energien an industriellen Standorten aus Sicht der Unternehmen Unterstützung benötigt. Wie bereits im Rahmen der Analyse der Akteurslandschaft (Kapitel 2.1) angedeutet wurde, ist daher auch die **Einbindung der Netzbetreiber** aus Sicht der befragten Unternehmen von zentraler Bedeutung, um alle relevanten Stakeholder in die Verbesserung der Infrastrukturen miteinzubinden. Unternehmen mit prozessinhärenten CO₂-Emissionen betonten ebenfalls einen Unterstützungsbedarf bei weiteren Themen in Bezug auf die CO₂-Infrastruktur, wie z. B. Skalierung der Carbon capture, utilization and storage (CCSU)-Technologien, hemmende oder unklare Regularien, politische Vorgaben, die Kombination der CCSU-Tech-

²⁵ vgl. Boston Consulting Group (2021, 85 f.)

nologie mit anderen Technologien oder internationale Best Practice-Beispiele zu CCSU-Technologien. Auch hier ist es wichtig, branchenübergreifende **Kompetenzen zu bündeln** und entsprechende Umsetzungsfragen gemeinsam anzugehen.

Expertise in Technik, Überblick über Fördermaßnahmen und Unterstützung bei Investitionen notwendig

Eine große Relevanz bei den Unternehmen hat die Unterstützung bei **Fördermöglichkeiten**. Die befragten Unternehmen wiesen auf die teils fehlende **Passfähigkeit** der bestehenden Förderlandschaft hin. Dabei wurden die Förderungen von Investitionen in bereits erprobte Technologien bzw. in für die Anwendung bereits erprobte Technologien ohne FuE-Anteil in den Fachgesprächen hervorgehoben. Denn die Förderung von Investitionen in neue Anlagen zur CO₂-freien Produktion ist oftmals nicht möglich, sofern es sich nicht um eine neuartige, innovative Technologie handelt. Das Cluster kann als **Schnittstelle** der Industrie zur Politik diese bei der Schaffung neuer Fördermöglichkeiten unterstützen, und den Kontakt zu den Fördermittelgebern nutzen, um Anregungen zur Verbesserung bestehender Förderprogramme zu geben.

Weiterhin geht der Bedarf nach Ansicht der befragten Unternehmen über die reine Fördermittelberatung hinaus. Die Beratung sollte mit technischem **Know-How** zur Dekarbonisierung unterfüttert werden. Dabei sollten die technischen Möglichkeiten sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Technologien miteinbezogen werden, sodass geeignete Technologien und dazu passende Förderprogramme gefunden werden können.

3 Das internationale Umfeld: Internationale Cluster und Netzwerkinitiativen mit Bezug zur Industriedekarbonisierung

Kernerkenntnisse

- Das CDI kann die Rolle einer **sektorenübergreifenden Kooperationsplattform** einnehmen, um die relevanten Akteure in der Lausitz als auch darüber hinaus in ganz Deutschland und auch **international** zu vernetzen.
- Das CDI kann regional und überregional neue **Netzwerkpartner** gewinnen, indem es sich zunächst auf die energieintensiven Branchen mit den höchsten Treibhausgasemissionen konzentriert und die erprobten und erfolgreichen Ansätze im zweiten Schritt auf andere Industrien überträgt.
- Das CDI kann den inhaltlichen Fokus auf aktuelle **branchenübergreifende Innovationsthemen** legen (Einsatz von Wasserstoff bei der Umstellung auf erneuerbare Energien und Kreislaufwirtschaft als zentrale Dekarbonisierungstrends; Speichertechnologien, Carbon Management) und dafür das **Know-How des Netzwerks** bündeln und nutzen.
- Das CDI kann die mit der Dekarbonisierung verbundenen sozioökonomischen Effekte in die **Öffentlichkeit kommunizieren** und insgesamt ein **positives Marketing** der Industriedekarbonisierung betreiben.

Cluster und Netzwerkinitiativen können dazu beitragen, den Austausch von Wissen, Ressourcen und Technologien zu erleichtern und so die Umsetzung von Dekarbonisierungsstrategien zu beschleunigen. National und international gibt es bereits eine Reihe von Clustern und Netzwerkinitiativen, die sich mit der Dekarbonisierung der Industrie befassen. Das Cluster Dekarbonisierung der Industrie ordnet sich in diese Akteurslandschaft ein, weshalb im folgenden Kapitel ein **Benchmark-Vergleich** vorgenommen wird. Ziel ist es, unterschiedliche Ansätze und Schwerpunkte der Industrie zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes durch Netzwerkakteure aufzuzeigen, erfolgreiche Praxisbeispiele vorzustellen und Handlungsempfehlungen für das CDI abzuleiten. Insgesamt wurden im Rahmen der Recherche 32 verschiedene Cluster und Netzwerkinitiativen in Deutschland und international identifiziert, die maßgeblich zur Industriedekarbonisierung beitragen. Fünf ausgewählte national und international zum CDI vergleichbare Cluster- und Netzwerkinitiativen wurden näher betrachtet und hinsichtlich ihrer Dekarbonisierungsstrategien und Aktivitäten verglichen. Die Auswahl dieser fünf Netzwerke erfolgte nach den Kriterien:

- Ähnlicher Branchenfokus zum CDI,
- Ähnliche Organisations- und Mitgliederstruktur,
- Erfolgreiche Ansätze und Transferpotenziale.

3.1 Schlüsselerkenntnisse aus fünf ausgewählten Clustern und Netzwerken

3.1.1 Energy Saxony (Deutschland)

Energy Saxony ist eine 2013 gegründete **regionale Clusterinitiative** mit Sitz in Dresden, in der aktuell 85 Akteure aus Industrie, Wissenschaft und Wirtschaftspolitik ihre Kapazitäten und ihr Know-How bündeln, um die nachhaltige Entwicklung und Vermarktung künftiger Spitzentechnologien in den Bereichen Energie, Elektromobilität und Digitalisierung voranzutreiben.²⁶ Thematisch beschäftigt sich das Cluster insbesondere mit Null-Emissions-Technologien, Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft, Energiespeicher und Wasserstofftechnologien vorwiegend in den Branchen Energiewirtschaft, Gebäude- und Produktionstechnik sowie Mobilität. Ziel ist es, ein innovatives, zukunftsfähiges Energiesystem zu gestalten, das eine nachhaltige, ressourcen- und klimaschonende sowie bezahlbare Energieversorgung sicherstellt. Um dies zu erreichen, initiiert und koordiniert Energy Saxony Pilot- und Förderprojekte und organisiert verschiedene öffentliche Veranstaltungsformate, gemeinsame Messeauftritte sowie einen Think Tank zur „grünen“ Transformation der Wirtschaft mit Expert*innen aus Wissenschaft und Wirtschaft. In Arbeitskreisen befassen sich die Mitglieder mit den relevanten Themen wie Wasserstoff in Industrie und Gewerbe, energieeffiziente Produktion, Gebäudeenergietechnik oder Kreislaufwirtschaft. Besonders hervorzuheben sind die größeren Projekte, die das Energie-Cluster aus Sachsen gemeinsam mit anderen Clustern im Rahmen der Innovationsclusterförderung durchführt:

- Innovationscluster HZwo zur Etablierung einer Versorgungsinfrastruktur für „grünen“ Wasserstoff und der Komponentenentwicklung für Brennstoffzellenfahrzeuge in Sachsen in Kooperation mit HZwo e. V. und der
- Innovationscluster Circular Saxony zum Aufbau einer kreislauffähigen Wirtschaft in Sachsen in Kooperation mit Circular MTC e. V.

Alle Aktivitäten werden durch eine intensive Presse- und Öffentlichkeitsarbeit begleitet, die zu einem positiven Marketing der Industriedekarbonisierung beitragen.

Schlüsselerkenntnisse

Energy Saxony hat eine **starke regionale Mitgliederbasis**, die Voraussetzung für die Bündelung von Aktivitäten unter einem gemeinsamen Dach am Energiestandort Sachsen ist. Es besteht keine institutionelle Förderung der Clusterorganisation. Stattdessen wird die **Finanzierung** des Clustermanagements durch **Mitgliedsbeiträge, kostenpflichtige Services** und **öffentliche Projektförderung** sichergestellt. Vor diesem Hintergrund ist das Cluster als **eigenständiger Verein** organisiert, um gezielter auf öffentliche Ausschreibungen und Förderprojekte reagieren zu können. Insbesondere im Kontext der Innovationsclusterbildung und bei der Auseinandersetzung mit den Themen Kreislaufwirtschaft und „grünem“ Wasserstoff weist Energy Saxony weitreichende Erfahrungen und Kenntnisse vor, die für das CDI von Relevanz sein können. Aufgrund der thematischen Überschneidung und der regionalen Nähe zur Lausitz bietet es sich an, sich beispielsweise über den Think Tank und die Arbeitskreise intensiv auszutauschen. Insgesamt besteht ein hohes Potenzial

²⁶ Webseite des Clusters Energy Saxony, <https://www.energy-saxony.net/> (zuletzt abgerufen am 10.03.2023)

für eine langfristige Zusammenarbeit und die Initiierung gemeinsamer Projekte zwischen dem CDI und Energy Saxony.

3.1.2 Basque Net-Zero Industrial Supercluster (Spanien)

Das baskische Net-Zero-Industrie-Supercluster ist eine 2021 gegründete Initiative der baskischen Regierung in Kooperation mit den beiden wichtigsten Energieunternehmen des Baskenlandes Iberdrola und Petronor-Repsol.²⁷ Koordiniert wird das Supercluster durch die Beratungsagentur für Unternehmensentwicklung SPRI der Abteilung für wirtschaftliche Entwicklung, Nachhaltigkeit und Umwelt der baskischen Regierung zur Förderung der baskischen Industrie. Es basiert dabei auf den bereits bestehenden 16 regionalen Industrieclustern und versucht im Sinne eines **Meta-Clusters** insbesondere Synergien zwischen einzelnen Cluster-Organisationen zu identifizieren und zu heben und damit Kooperationen zu erleichtern. Ziel ist es, den Weg zu Netto-Null-Emissionen im Baskenland zu beschleunigen, die Dekarbonisierung der Energieversorgung und die Energieeffizienz in den Industriesektoren zu fördern und Marktchancen durch die Verbreitung neuer Technologien und innovativer Dienstleistungen zu schaffen. Der thematische Schwerpunkt liegt bei der systemischen Effizienz und Kreislaufwirtschaft, Direktelektrifizierung und erneuerbaren Wärme, Wasserstoff und Kohlenstoffabscheidung, -verwertung und -speicherung (CCUS). Dabei fokussiert sich das spanische Cluster zunächst auf die **fünf Branchen mit den höchsten Treibhausgasemissionen** Öltraffinerie, Gießerei, Stahl, Zement, Zellstoff und Papier. In einem zweiten Schritt werden die erprobten erfolgreichen Ansätze sowie Best Practices auf andere Industrien übertragen, sodass langfristig alle Industriezweige davon profitieren. Dem Supercluster ist es gelungen, als Teil der Initiative des World Economic Forums „Transitioning Industrial Clusters towards Net Zero“²⁸ mit seinen Dekarbonisierungsstrategien internationale Sichtbarkeit zu erlangen.

Schlüsselerkenntnisse

Das baskische Supercluster ist analog zum Cluster Dekarbonisierung der Industrie finanziert durch öffentliche Mittel und hat daher ähnliche Ausgangsbedingungen. Im Gegensatz zum CDI zeichnet sich das baskische Supercluster jedoch durch einen stärkeren **Unternehmensbezug** aus, der sowohl infrastrukturelle Vorteile, aber auch Potenziale für zahlreiche neue Geschäftsmodelle bringt. Denn durch die **starke Zusammenarbeit mit den Energieunternehmen** wird frühzeitig durch einen entsprechenden Wissenstransfer ein Marktbezug zu neuen Technologien und digitalen Dienstleistungen hergestellt. Dieser Ansatz fördert gleichzeitig die Schaffung von qualifizierten Arbeitsplätzen im Bereich der neuen Technologien und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der **Wettbewerbsfähigkeit** der baskischen Industrie. Die besondere Form **der Public-Private-Partnership** zwischen der Regierung und den wichtigsten Energieunternehmen im Baskenland sowie die Integration der vorhandenen Industriecluster ermöglichen es dem baski-

²⁷ Webseite des Basque Net-Zero Industrial Supercluster, <https://www.spri.eus/en/support/net-zero-basque-industrial-super-cluster/> (zuletzt abgerufen am 10.03.2023).

²⁸ Im März 2021 veröffentlichte Accenture in Zusammenarbeit mit der Energy and Materials Platform des Weltwirtschaftsforums und 38 Partnern aus verschiedenen Branchen einen Bericht über verschiedene Strategien zur Reduktion industrieller Emissionen, darunter auch das Zero Carbon Humber. Auf der UN-Klimakonferenz 2021 in Glasgow haben die beiden Organisationen zusammen mit dem Electric Power Research Institute (EPRI) schließlich die Initiative „Transitioning Industrial Clusters towards Net Zero“ ins Leben gerufen. Das Zero Carbon Humber unterzeichnete zusammen mit drei weiteren Industrieclustern als erste Partner die Initiative und verpflichtete sich damit zur Erreichung der vorgegeben CO₂-Reduktion.

schen Supercluster, mit den wichtigsten Akteuren des Landes Synergien zu schaffen, gemeinsame Roadmaps zu entwickeln und große Projekte zunächst in den Schlüsselindustrien koordiniert umzusetzen und die Erfolgsstrategien perspektivisch auf die anderen Industrien zu übertragen.

3.1.3 Zero Carbon Humber (Großbritannien)

Das Zero Carbon Humber ist das erste Net-Zero Industrial Cluster in Großbritannien mit der Vision, die Region mit dem meisten Ausstoß von Kohlenstoff des Landes zu dekarbonisieren.²⁹ Damit soll das Humber **Vorbildregion** für eine umfassende Dekarbonierungsstrategie der Industrie sein. Der Branchenfokus liegt auf erneuerbaren Energien und Halbleiterproduktion. Im Fokus stehen die Industrien Stahl, Chemie, Zement und Öl, die für die lokale Wirtschaft als auch für Großbritannien von strategischer Relevanz sind. Schlüssel zu diesem Ziel ist die Zero Carbon Humber-Partnerschaft, ein Zusammenschluss aus internationalen Energieunternehmen, der Schwerindustrie, führenden Infrastruktur- und Logistikunternehmen, globalen Ingenieurbüros, akademischen Einrichtungen und industriellen Nutzern. Insgesamt hat das Zero Carbon Humber 14 offizielle Partner aus Industrie und Wissenschaft, die entlang der gesamten Wertschöpfungskette beteiligt sind. Damit bis 2040 im industriellen Kernland Großbritanniens weltweit die erste kohlenstofffreie Industrieregion entsteht, arbeitet das Zero Carbon Humber daran, Anlagen zur Herstellung von kohlenstoffarmem Wasserstoff und die notwendige Kohlenstoffabscheidung, -nutzung und -speicherung (CCUS) zu errichten (vgl. Projekt Hydrogen to Humber (H2H) Saltend). Perspektivisch sollen sich weitere Partner mit ihren Infrastrukturen dem Vorhaben anschließen können. Es wird erwartet, dass durch diese Dekarbonisierungspläne 55.000 bestehende Arbeitsplätze in der Region Humber erhalten und zusätzlich rund 50.000 neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Gleichzeitig können dadurch Fachkompetenzen, Lehrstellen und Bildungsmöglichkeiten in der gesamten Region gefördert werden. Das Zero Carbon Humber ist ein regionales Netzwerk, das wie das baskische Supercluster durch die Vorstellung als Vorzeigeprojekt im Rahmen der Initiative „Transitioning Industrial Clusters towards Net Zero“ des World Economic Forums weltweit Ansehen erlangt hat.

Schlüsselerkenntnisse

Kennzeichnend für das Zero Carbon Humber Cluster ist eine effektive Partnerschaft durch eine **sehr enge Zusammenarbeit mit verschiedensten Akteuren**, darunter lokalen Gemeinden, Unternehmen, der Industrie und politischen Entscheidungsträgern mit **ähnlichem Branchenfokus** zum CDI. Es handelt sich um eine **lokale Partnerschaft**, bei der die Partner gleichzeitig international aktiv und gut vernetzt sind. Die internationale Vernetzung und Sichtbarkeit bestätigt den Erfolg des Clusters, weshalb es für das CDI von besonderer Relevanz ist, seine Strategie und Aktivitäten international auszurichten. Weiterhin ist das Leuchtturmprojekt Hydrogen to Humber von Beginn an darauf ausgerichtet, dass sich perspektivisch weitere Partner mit ihren Infrastrukturen anschließen können. Dieser Ansatz sollte bei Projekten des CDI stets mitgedacht werden, um unbeschränkte **Transferpotenziale** zu ermöglichen. Das Zero Carbon Humber verfolgt eine umfassende Marketingstrategie, die weit über das klimapolitische Ziel der Dekarbonisierung hinausgeht: Denn die **Schaffung von Arbeitsplätzen** und die **Förderung von Weiterbildung** beispielsweise im

²⁹ Webseite des Zero Carbon Humber, <https://www.zerocarbonhumber.co.uk/> (zuletzt abgerufen am 10.03.2023).

Zusammenhang mit dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft werden neben der Reduktion von Emissionen gleichermaßen als Erfolgsziele öffentlichkeitswirksam betont. Auf diese Weise wird der Zuspruch aus der lokalen Bevölkerung und der Politik für Infrastrukturmaßnahmen gewonnen. Dem Thema der gesellschaftlichen Akzeptanz widmet sich auch das CDI im Rahmen einer Arbeitsgruppe, sodass hier ein erfolgreicher Ansatz für die Öffentlichkeitsarbeit des CDI übertragen werden kann.

3.1.4 Kalundborg Symbiose (Dänemark)

Die Kalundborg Symbiose ist eine öffentlich-private-Partnerschaft in Dänemark mit einem **Kreislaufkonzept** für die Produktion sowie Wieder- und Weiterverwertung.³⁰ Der zirkuläre Ansatz besteht darin, dass die Rückstände eines Unternehmens zu einer Ressource eines anderen Unternehmens werden, wovon sowohl die Umwelt als auch die Wirtschaft profitiert. Die Partner der Kalundborg Symbiose arbeiten seit den 1960er Jahren zusammen, was zu einem kooperativen Ansatz und zur Offenheit für neue Symbiose-Möglichkeiten geführt hat. Inzwischen hat die Kalundborg Symbiose 14 Partner mit internationaler Ausrichtung. Die thematischen Schwerpunkte umfassen die Versorgung mit Elektrizität, Gas, Dampf und Klimatechnik sowie die Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Altlastensanierung. Durch die Zusammenarbeit und den Austausch von Material-, Wasser- und Energieströmen zwischen den Partnern steigert Kalundborg Symbiose die Resilienz und die wirtschaftlichen Gewinne und reduziert gleichzeitig die Umweltbelastung und Kosten. Um den Kreislaufansatz in der Produktion über die Ländergrenzen hinweg zu verbreiten, beteiligt sich das Netzwerk an einer Reihe von regionalen und internationalen Projekten. Die wesentlichen Aktivitäten des Clustermanagements bestehen darin, **kontinuierlich neue Partner und Projekte zu identifizieren** und ins Netzwerk zu integrieren, die Partner systematisch in konkreten Projekten zusammenbringen und die Projekterfolge öffentlich zu kommunizieren. Organisiert ist die Kalundborg Symbiose als ein **gemeinnütziger Verein**, der sich aus Förderprojekten und Mitgliedsbeiträgen finanziert, wobei die Höhe des Mitgliedsbeitrags über die Aufnahme als Vollmitglied oder assoziiertes Mitglied entscheidet.

Schlüsselerkenntnisse

Auch in diesem Netzwerk trägt der starke **Unternehmensansatz** maßgeblich zum Erfolg bei, denn die Privatunternehmen von Kalundborg sind weltweit tätig und arbeiten sektorenübergreifend mit lokalen Unternehmen und Behörden zusammen. Sie beschäftigen insgesamt rund 4.500 Menschen. Die Symbiose stellt zwar eine **lokale Partnerschaft** dar, in der Ressourcen beschafft, geteilt und recycelt werden, um eine gegenseitige Wertschöpfung zu erzielen. Gleichzeitig sind die beteiligten Partner **international** gut aufgestellt und vernetzt, was auf die Reichweite der Symbiose einwirkt. Die Kalundborg Symbiose setzt die Kreislaufwirtschaft als zentralen Dekarbonisierungsansatz um und liefert damit in Form der **Private-Public-Partnership** ein einzigartiges Beispiel dafür, wie Dekarbonisierung und wirtschaftliches Wachstum Hand in Hand gehen. Gleichzeitig schafft der **regionale Symbiose-Ansatz** Vertrauen in Innovationen und ihre Mehrwerte innerhalb der Gemeinde. Davon profitiert nicht nur die Umwelt, sondern insbesondere auch die Bevölkerung vor Ort wie Arbeitnehmende, Wissenschaftler*innen sowie die Studierenden als zukünftige Fachkräfte.

³⁰ Webseite der Kalundborg Symbiose, <https://www.symbiosis.dk/en/> (zuletzt abgerufen am 10.03.2023)

3.1.5 ClimateWorks Foundation (Kalifornien)

Die ClimateWorks Foundation ist eine **globale, gemeinnützige Plattform** mit Sitz in San Francisco, deren Ziel es ist, innovative Lösungen für den Klimaschutz zu entwickeln und ihre Umsetzung zu beschleunigen.³¹ Die Stiftung ist weltweit tätig und arbeitet mit internationalen Partnern, u. a. aus den USA, Europa, China und Brasilien, aus den Bereichen Finanzierung, Nichtregierungsorganisationen und bekannten Klimaschutzstiftungen (z. B. Climate and Land Use Alliance, Energy Foundation China, European Climate Foundation) zusammen. Zu den Schwerpunktthemen zählen die Beseitigung von Kohlendioxid, das Aufhalten der Erderwärmung, die nachhaltige Verbesserung von Ernährung und Landwirtschaft, die nachhaltige Nutzung von Wäldern und Land sowie die Unterstützung von Regierungen im Hinblick auf die Erreichung dieser Ziele. Dabei fokussiert die Initiative ihre Aktivitäten insbesondere auf die Sektoren Industrie, Energie, und Verkehr. Das **Programm ClimateWorks Industry** konzentriert sich hierbei auf drei Bereiche:

- Die Stiftung unterstützt dabei, Regierungen durch Lobbyarbeit dazu zu bringen, bei öffentlichen Bauprojekten nachhaltige Materialien einzusetzen. Auf diese Weise wird die Nachfrage nach nachhaltigen Industriematerialien auf dem Markt gestärkt.
- Damit ist auch die effiziente Nutzung der Materialien im Sinne der Kreislaufwirtschaft verbunden, die das Recycling und die Wiederverwendung einschließt. Um der Produktion von Baumaterialien als Hauptquelle von Treibhausgasen entgegenzuwirken, werden die Aktivitäten von Regierungen, Stahl- und Zementherstellern, Architekten und Bauunternehmen koordiniert, um nachhaltige Lösungen (z. B. Ersatz von kohlenstoffhaltigen Materialien durch kohlenstoffspeicherndes Holz) zu entwickeln.
- Es werden Anreize für die Entwicklung neuer Technologien geschaffen, durch einen starken Anstieg der Nachfrage nach saubereren, effizienteren Industriegütern. Denn um die Emissionen spürbar zu senken, sind erhebliche Investitionen und technologische Verbesserungen in den bestehenden Produktionsfabriken erforderlich.

Schlüsselerkenntnisse

Die ClimateWorks Foundation nimmt eine Rolle als „Vermittlerin“ zwischen Zuschussempfängern, Sponsoren und Politik ein. Diese Rolle zeigt sich insbesondere in der **Einflussnahme auf die Politik** mit dem Ziel, den Einsatz von nachhaltigen Industriematerialien im Zusammenhang mit öffentlichen Bauaufträgen oder anderen öffentlichen Vergaben vorzuschreiben. Das Hauptanliegen besteht darin, Spendengelder insbesondere von internationalen Stiftungen mit Bezug zum Klimaschutz, aber auch von Einzelpersonen zu akquirieren. Sie befasst sich folglich mit der **Stiftungsfinanzierung** für den Klimaschutz. Durch die Verbindung von Wirtschaftswachstum, Gemeinnützigkeit und Gesundheit (Folgen der Klimabelastung) mit klimapolitischen Zielen gelingt es der Stiftung die Akzeptanz der Politik und der Bevölkerung zu gewinnen. Ähnlich wie in den Vorgängerbeispielen spielt im Industrieprogramm die **Kreislaufwirtschaft** auch eine bedeutende Rolle durch die effiziente Nutzung und Wiederverwertung der Materialien. Zudem kennzeichnet die Organisation

³¹ Webseite der ClimateWorks Foundation, <https://www.climateworks.org/> (zuletzt abgerufen am 10.03.2023).

eine **globale Vernetzung** von Beginn an und eine intensive Zusammenarbeit mit Klimaschutzstiftungen und erfolgreichen NGOs aus diesem Bereich. Damit gelingt es der ClimateWorks Foundation ihren Wirkungsgrad sowie den Unterstützerkreis zu vergrößern.

3.2 Schlussfolgerungen für das CDI

Für das Cluster Dekarbonisierung lassen sich aus dem Vergleich mit den vorgestellten Clustern und Netzwerkinitiativen kurz- bis mittelfristige sowie langfristige Schlussfolgerungen ziehen.

Kurz- bis mittelfristig

Die drei untersuchten Cluster und Netzwerkinitiativen Basque Net-Zero Industrial Supercluster, Zero Carbon Humber und Kalundborg Symbiose verfolgen einen stark unternehmenszentrierten Ansatz. Die verstärkte Integration von großen Energieunternehmen ermöglicht es dem CDI, sich gezielter auf Unterstützungsmaßnahmen für die Infrastrukturinvestitionen zur Umstellung auf erneuerbare Energien zu fokussieren.

Die Mehrheit der betrachteten Netzwerke konzentriert sich dabei auf den Einsatz von **Wasserstoff** bei der Umstellung auf erneuerbare Energien und die **Kreislaufwirtschaft** als zentrale Dekarbonisierungstrends. Insbesondere das Kreislaufkonzept in der Industrie stellt sich als zukunftsrelevanter erfolgreicher Ansatz auch für energieintensive Industrien heraus, bei dem Ressourcen beschafft, geteilt und recycelt werden, um sowohl eine gegenseitige Wertschöpfung und wirtschaftliches Wachstum als auch Dekarbonisierung zu erzielen.³² So kann beispielsweise die Abwärme einer Anlage als Energiequelle für eine andere Anlage im Cluster genutzt werden. Der zirkuläre Ansatz erlaubt es zudem, mit wenigen Partnern zu starten und perspektivisch weitere Partner mit ihren Infrastrukturen anzuschließen.

Für das CDI leitet sich daraus die Beschäftigung mit der Kreislaufwirtschaft als ein mögliches Handlungsfeld ab. Die vorgestellten Cluster verfügen über eine gute Expertise in diesem Kontext, sodass das CDI von zahlreichen Transferpotenzialen für die verschiedenen Branchen in Deutschland profitieren kann. Insbesondere mit Energy Saxony ist ein intensiver Erfahrungsaustausch zur Kreislaufwirtschaft sinnvoll, um Anknüpfungspotenziale zu identifizieren und das Thema strategisch im CDI aufzubereiten. Dieses kann beispielsweise im Rahmen einer eigenständigen Arbeitsgruppe zu branchenübergreifenden Innovationsthemen adressiert werden.

Durch die standort- und sektorenübergreifende Vernetzung erfüllt das CDI beste Voraussetzungen, um die Rolle einer **sektorenübergreifenden Kooperationsplattform** einzunehmen, durch die die Mitglieder aus Wirtschaft und Wissenschaft an der Schnittstelle zur Politik von Vernetzung, Erfahrungsaustausch und gemeinsamen Lerneffekten bis hin zur Identifikation von Kooperationspotenzialen, insbesondere auch mit externen Partnern, profitieren.

Die Position des CDI an der **Schnittstelle zwischen Politik**, Verwaltung und Industrie bietet dabei viele Möglichkeiten, die Bedarfe und Zielstellungen der einzelnen Akteure zusammenzubringen und konstruktive Lösungen für die Politik zu erarbeiten. Hierzu sollte das CDI in ähnlicher Weise

³² Vgl. Agora Energiewende (2022)

wie die ClimateWorks Foundation stärker als Vermittlerin und Fürsprecherin für die Dekarbonisierung der Industrie auftreten und in diesem Handeln sichtbar werden.

Voraussetzung dafür ist ein großes Netzwerk mit Partnern, die nicht nur in regionaler Nähe zur Geschäftsstelle des CDI verortet sind, sondern deutschlandweit verteilt sind. Dabei zeigt sich durch den Vergleich mit den oben dargestellten Clustern und Netzwerken, dass es naheliegt, sich zunächst auf die energieintensiven Branchen mit den höchsten Treibhausgasemissionen zu konzentrieren und die erprobten und erfolgreichen Ansätze im zweiten Schritt auf andere Industrien zu übertragen, sodass langfristig alle Industriezweige profitieren können. Ziel ist es, auf diese Weise, regionale Projekte vor Ort zu entwickeln, um Unternehmen und Gesellschaft von den positiven Effekten der Dekarbonisierung zu überzeugen und auf dieser Basis überregionale Akteure aus ganz Deutschland im CDI-Netzwerk zu integrieren. Dabei sollte es auch anderen Clustern und Netzwerkinitiativen möglich sein, sich in Zukunft dem CDI anzuschließen, um größere Synergie- und Hebeleffekte zu bewirken.

Die Dekarbonisierung der Industrie trägt nicht nur zur Erreichung der klimapolitischen Ziele bei, sondern geht einher mit der Schaffung von Arbeitsplätzen (z. B. im Bereich der erneuerbaren Energien und der CO₂-Abscheidung und -Speicherung) und der Förderung von Weiterbildung für sogenannte „grüne“ Fähigkeiten und Kompetenzen (Aufbau einer Wasserwirtschaft, Umgang mit Wärmepumpen, etc.). Folglich sollten auch die mit der Dekarbonisierung verbundenen sozioökonomischen **Effekte in die Öffentlichkeit kommuniziert** und insgesamt ein starkes **positives Marketing der Industriedekarbonisierung** mit branchenspezifischen und branchenübergreifenden Erfolgsbeispielen betrieben werden. Dies stärkt das Vertrauen und die Kraft der Innovationen innerhalb der Gesellschaft und damit auch die Akzeptanz der Energiewende.

Zudem zeigt sich, dass auch die internationale Kooperation mit anderen Cluster- und Netzwerkinitiativen sowie die eng damit verbundene **internationale Sichtbarkeit** für das CDI von großer Bedeutung ist. Denn viele große Infrastrukturprojekte haben eine internationale Dimension und ein Großteil der relevanten Regulierung wird in Brüssel entschieden. Best Practice-Lösungen aus dem CDI-Netzwerk sollten daher als deutsche Leuchtturmprojekte im Rahmen der deutsch- und englischsprachigen Öffentlichkeitsarbeit hervorgehoben werden.

Langfristig

Einige vergleichbare Organisationen sind als **eigenständige Vereine** (z. B. Energy Saxony) mit zahlenden Mitgliedern oder anderen Formen einer **Public Private Partnership** organisiert (Basque Net-Zero Industrial Supercluster, Kalundborg Symbiosis). Eine andere Entwicklungsmöglichkeit ginge analog zum baskischen Supercluster in Richtung des Aufbaus eines **Meta-Clusters**. Hierzu würde das CDI andere, bestehende Industriecluster integrieren mit dem Ziel, bestehende Strukturen und Stärken zusammenzuführen und größere Synergieprojekte koordiniert umzusetzen.

4 Einordnung des CDI vor dem Hintergrund der Ergebnisse

Das CDI bringt Unternehmen, Forschungseinrichtungen sowie Verwaltung und Politik in einem Netzwerk zusammen und verfolgt das Ziel, Synergien zu nutzen und die Dekarbonisierung der Industrie voranzubringen. Die nachfolgende **SWOT-Analyse**, ausgehend vom Status Quo der Clusterinitiative, ist ein zentrales Instrument zur Bewertung der aktuellen und der geplanten Aktivitäten des CDI. Dabei werden die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des CDI identifiziert. Ziel dieser Analyse ist es, Handlungsempfehlungen für die zukünftige strategische Ausrichtung und Weiterentwicklung des Clusters abzuleiten.

4.1 Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des CDI

Stärken

Die Ansiedlung des **CDI an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Forschung sowie Verwaltung und Politik** zählt zu den größten Stärken des Netzwerks und ermöglicht es dem Clustermanagement, den Transformationsprozess der Industrie in Deutschland voranzutreiben. Durch die enge Anbindung an die Initiatoren des CDI sind bereits erste Netzwerke vorhanden, die für die weitere Kontakthanbahnung genutzt werden können. Auch können die Initiatoren aktuelles Know-How aus der Forschung in die Aktivitäten des CDI einbringen. Insbesondere die enge Anbindung an das durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderte Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI), in dem die CDI-Koordinierungsstelle angesiedelt ist, ermöglicht es dem CDI, Industriebedarfe in Richtung des BMWK zu kommunizieren und die Erfordernisse für eine erfolgreiche Dekarbonisierung der Industrie als wichtiges Anliegen in der Politik zu platzieren. In seiner Rolle als Multiplikator verfügt das CDI auch über die Stimme, um den übergreifenden gesellschaftlichen Nutzen der Dekarbonisierung und entsprechende Vorzeigeprojekte in die Öffentlichkeit zu tragen.

Das CDI ist regional in der Lausitz verankert, definiert sich aber nicht als klassisches regionales Cluster, sondern ist **national ausgerichtet**. Dadurch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, einen breiten Zugang zur Akteurslandschaft der Industriedekarbonisierung zu bekommen. Die Vernetzung der Akteure aus verschiedenen Bereichen und Branchen folgt hierbei einem inklusiven Ansatz, der trotz Schwerpunktlegung auf die energieintensiven Industrien rein formell keine Partner aus anderen Branchen ausschließt, solange ein Bezug zu energieintensiven Industrien gegeben ist. Damit können potenziell alle Branchen entlang der Wertschöpfungskette gleichermaßen erfasst werden. Zu diesem Zeitpunkt (April 2023) ist die Vernetzung mit der Energiewirtschaft insgesamt bereits relativ stark im Vergleich zu anderen Branchen ausgeprägt. Positiv fällt zudem auf, dass es dem CDI gelungen ist, erste Kooperationen mit Fachverbänden zu schließen. Folglich zeichnet sich das CDI durch ein **interdisziplinäres Netzwerk** mit unterschiedlichen Stärken und Kompetenzen aus, die für den Technologie- und Wissenstransfer in das Netzwerk als auch in die allgemeine Fachöffentlichkeit zentral sind.

Schwächen

Bei der **Zusammensetzung des Partnernetzwerks** liegt der Fokus derzeit sehr stark auf der Energiewirtschaft insgesamt, während die einzelnen **Schwerpunktbranchen** jeweils nur zu einem geringen Anteil abgebildet sind. Auch die Einbindung von Akteuren aus der **Forschungslandschaft** hat zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch Verbesserungspotenziale. Insgesamt ist festzustellen, dass das Mitgliedernetzwerk, insbesondere mit Blick auf Akteure aus dem Bereich der **Energieversorgung**, also Hersteller und Betreiber von energierelevanten Infrastrukturen, noch Potenziale hat. Dabei zeigt die aktuelle Betrachtung, dass der Anteil der CDI-Partner, verglichen mit der Anzahl der Akteure in der Grundgesamtheit, noch relativ gering.

Wenig ausgeprägt ist weiterhin der **Internationalisierungsgrad** des CDI, was angesichts seiner jungen Gründung im November 2021 aber verständlich ist. Das Clustermanagement steht folglich in den ersten Jahren vor der Aufgabe, sich strukturell in Deutschland zu etablieren und seinen Bekanntheitsgrad als Netzwerk für eine treibhausgasneutrale Industriezukunft zu verbreiten. Im Zuge dessen kann das CDI auch international Sichtbarkeit erlangen.

Mit einem Markt, der sich immer schneller verändert, und dem rasanten technologischen Fortschritt ist es für Unternehmen in diesem Zusammenhang unverzichtbar, neue Produkte und Prozesse im Zusammenhang mit der Dekarbonisierung zu entwickeln. Vor diesem Hintergrund nehmen insbesondere **Innovationsprojekte** eine besondere Rolle ein, da sie darauf abzielen, Forschungs- und Entwicklungsergebnisse in den Markt zu bringen. Aktuell werden noch keine Innovationsprojekte vom CDI direkt initiiert oder die Entstehung durch gezielte Unterstützungsmaßnahmen flankiert (z. B. in der Form eines Matchmakings zur Konsortienbildung), sodass sich in diesem Bereich ein weiterer Handlungsbedarf mit stärkerer Aktivität des Netzwerks ableiten lässt.

Chancen

Für die branchenübergreifende Umsetzung der Industriedekarbonisierung ist ein **Leitbild** notwendig, welches das CDI aktiv mitgestalten kann. Durch die **interdisziplinäre Ausrichtung** können im Cluster technische, ökonomische und gesellschaftliche Aspekte der Dekarbonisierung betrachtet und miteinander verknüpft werden. Das CDI bündelt die Kenntnisse und Kompetenzen zu technologischen Fortschritten und Innovationen, die die Entwicklung und Umsetzung von kohlenstoffarmen Produktionsabläufen erleichtern. Auf diese Weise können neue **branchenübergreifende Lösungsstrategien** entwickelt und durch das CDI vorangetrieben getrieben werden. Mit der nötigen Transparenz kann das CDI zudem dabei helfen, das Vertrauen für den ökologischen Transformationsprozess zu gewinnen.

Die **Lausitz** gilt dabei durch die dort ansässige Koordinierungsstelle als „**Nukleus**“ des CDI. Indem das CDI neue Projekte und Konsortien innerhalb des Netzwerks initiiert, können durch Verknüpfung und Bündelung von Kompetenzbereichen und Stärken Best Practices mit Strahlkraft nach ganz Deutschland begleitet und umgesetzt werden. Voraussetzung dafür sind einerseits ein umfassender Überblick über die Schwerpunktthemen, Branchenfelder, Dekarbonisierungsniveaus und -ansätze der Mitglieder des Netzwerks und andererseits eine gelebte Austauschkultur sowie Transparenz.

In diesem Zusammenhang kann das CDI auch **internationale Ansätze** aufgreifen, die fortgeschrittener in der Umsetzung sind oder bisher in Deutschland noch kaum Beachtung finden und damit neue Trends im Kontext der Industriedekarbonisierung aufgreifen und in Deutschland implementieren.

Die deutsche Industrie steht unter einem hohen **Handlungsdruck**, zeichnet sich aber durch eine gute Ausgangslage aus, um Deutschland zu einem „grünen“ Industriestandort zu machen. Die Partner sind intrinsisch motiviert, ihren Beitrag zur Energiewende zu leisten. Diese **Motivation** kann noch stärker durch das CDI aufgefangen und für weitere Aktivitäten genutzt werden.

Allerdings fällt auf, dass die **Dekarbonisierungsziele** der CDI-Partner in den einzelnen Branchen noch zu niedrig sind, um die gesetzten Dekarbonisierungsziele zu erreichen. Daraus ergibt sich ein potenziell größeres Handlungsfeld und eine Chance für das CDI, aktiv zu werden. Insbesondere **KMU und Kleinstunternehmen** erfassen ihre Emissionen bislang kaum und benötigen in diesem Zusammenhang bei der Entwicklung einer Dekarbonisierungsstrategie Unterstützung, die das CDI beispielsweise durch Austauschformate leisten kann. Dabei kann das CDI auf gute Praxiserfahrungen zurückgreifen, denn ein gewisser Teil der Mitgliedsunternehmen verfügt bereits über eine eigene Dekarbonisierungsstrategie.

Da die Herausforderungen der Netzwerkpartner überwiegend **branchenübergreifend** sind, ist das CDI in der Lage sie gezielt als branchenübergreifendes Netzwerk aufzunehmen und entsprechend **in die Politik zu kommunizieren**. Des Weiteren befindet sich das CDI in einer guten Ausgangsposition, um auf die Politik hinsichtlich Regularien und Förderinhalten beratend einzuwirken. Im Gegensatz zu Verbänden, die die Interessen ihrer Mitglieder beim politischen Agenda Setting im Fokus haben, kann das CDI-Netzwerk die Stimme der Industriedekarbonisierung sein und als Multiplikator das politische Umfeld und den Transformationsprozess mitgestalten.

Risiken

Dem gegenüber stehen einige Risiken, die im Zusammenhang mit dem Umfeld des CDI und den Marktentwicklungen entstehen können. Dazu zählt in erster Linie, dass in der **Lausitz** als gewählter regionaler Nukleus des Netzwerks eine relativ **geringe Industriedichte** vorhanden ist. Zwar ist die Lausitz eine Schwerpunktregion des Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen³³. Bis sich hierdurch nachhaltige Veränderungen und Industrieansiedelungen ergeben, kann es aber noch einige Zeit andauern. Folglich können die Rahmenbedingungen für das CDI erschwert sein und aufgrund der fehlenden Infrastrukturen der Erfolg der Dekarbonisierungsaktivitäten gebremst werden.

Die Akteurslandschaft der Industriedekarbonisierung verteilt sich auf ganz Deutschland. Zentrale Organisationen gehören daher bereits verschiedenen Netzwerken an. Das CDI muss sich als relativ junges Netzwerk mit **anderen bereits etablierten Clustern und Netzwerken** mit Bezug zur Industriedekarbonisierung mit seinen Aktivitäten und Dienstleistungen behaupten und seine Maßnahmen gezielt in die vorhandenen Angebote einbetten. Außerdem besteht die Gefahr, dass zentrale Stakeholdergruppen wie beispielsweise Netzbetreiber nicht hinreichend in das Partnernetzwerk des CDI integriert werden konnten.

³³ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2020)

Mit dem **Förderprogramm „Dekarbonisierung in der Industrie“** unterstützt das BMWK Projekte in energieintensiven Industrien, die prozessbedingten Treibhausgasemissionen nachhaltig um 2,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente jährlich bis 2030 zu reduzieren. Allerdings fördert das Programm nur Innovationsprojekte. Die Förderung von Investitionen in neue Prozesse und Anlagen steht nicht zur Verfügung. Damit sind viele Unternehmen, welche bei der Umstellung ihrer Produktion mit wirtschaftlichen Risiken, hohen Investitionskosten und langen Investitionszyklen konfrontiert sind, von der Unterstützung ausgeschlossen.

Hinsichtlich der in der Branchenanalyse genannten zentralen Herausforderungen, der hohen Investitionsbedarfe und der komplexer Planungs- und Genehmigungsverfahren, sind **Unterstützungsmaßnahmen einer Clusterinitiative nur eingeschränkt möglich**. So kann das CDI zwar auf die Problemlage politisch hinweisen und beispielsweise durch Matching-Aktivitäten passende Investoren für Förderangebote vermitteln. Bei Planungs- und Genehmigungsverfahren, die regional unterschiedlich sein können, kann das CDI in der Regel aber keine „one size fits all“-Lösung anbieten und benötigt zusätzlich regionale Expertise.

4.2 Ableitung von Strategien aus der SWOT

Ausgehend von der Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des CDI lassen sich verschiedene Zusammenhänge zwischen diesen Faktoren analysieren, die im Anschluss für die **Ableitung von Strategien** genutzt werden können. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt.

Insgesamt zeigt die Analyse der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Faktoren, dass das CDI bereits gut aufgestellt ist und es für das CDI vor allem darum geht, Chancen zu nutzen, um sich im Umfeld noch besser zu positionieren und sich weiterzuentwickeln.

Durch die Schnittstelle zur Wirtschaft, Forschung sowie Politik und Verwaltung erfüllt das CDI bereits gute Ausgangsbedingungen, um als **interdisziplinäres Netzwerk** die Industrie auf dem Weg zur Dekarbonisierung zu begleiten und den Transformationsprozess zu beschleunigen. Dabei sollten die Potenziale, die sich durch die Netzwerke und das Know-How der Gründungsmitglieder ergeben, zukünftig stärker genutzt werden, beispielsweise zur intensiveren Vernetzung mit relevanten Akteuren der (angewandten) Forschung. Die Akquise weiterer Forschungspartner, aber auch Energieversorger als Stakeholder ist essenziell, um den branchenübergreifenden Wissenstransfer zu verbessern und Pilotprojekte zu initiieren bzw. Konsortien dafür zu bilden.

Gerade als junges Netzwerk muss das CDI seine Aktivitäten in der Anfangszeit vorrangig auf den umfassenden **Mitgliederausbau** richten. Besonders die Fokuszielgruppe des CDI, die energieintensiven Industrien, muss noch intensiver angesprochen werden.

Mithilfe des **überregionalen Ansatzes**, der die großen Industrie- und Strukturwandelregionen in ganz Deutschland in den Blick nehmen sollte, und einer optimierten Darstellung und Kommunikation der Dienstleistungen und Serviceangebote des CDI über verschiedene Kanäle und Netzwerkzugänge, können erfolgreich Mitglieder gewonnen werden.

Neben der Vernetzung lebt eine Clusterinitiative von der Aktivität und dem Austausch seiner Mitglieder. Die Aufgaben des CDI liegen darin, **relevante Themen und Trends** gemeinsam mit dem Mitgliederkreis zu identifizieren bzw. abzufragen, verschiedene Austauschformate zu schaffen,

diese zu koordinieren, und die Ergebnisse der Diskussionen für die Mitglieder und gegebenenfalls zusätzlich für die politische Kommunikation aufzubereiten. Voraussetzung hierfür ist, dass sich das CDI einen umfangreichen Überblick über die Kompetenzen und Schwerpunktthemen seiner Mitglieder verschafft und diese für die Mitglieder auch transparent macht. Dies kann bereits als Serviceleistung des CDI für noch mehr Interaktion und Aktivität unter den Mitgliedern sorgen und gleichzeitig für potenzielle neue Mitglieder attraktiv sein.

Tabelle 2: Analyse der identifizierten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken

		Interne Analyse, Merkmale	
		Stärken	Schwächen
Entwicklungen	Chancen	<p>Strategie „Ausbauen“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bundesweite Ausrichtung verstärken • Branchenübergreifenden Ansatz (Vernetzung, Wissenstransfer) ausbauen • Erschließung von Potenzialen für branchenübergreifende Lösungen • Initiatoren und ihre Netzwerke verstärkt einbinden • Zugang zu aktuellem Know-How aus der angewandten Forschung sichern • Enge Anbindung an das KEI und das BMWK nutzen • Lausitz als „Nukleus“ und Experimentierfeld zukünftiger Pilotprojekte nutzen 	<p>Strategie „Aufholen“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partnernetzwerk weiter ausbauen und gezielt relevante Stakeholdergruppen integrieren (z. B. Netzbetreiber), Pilotprojekten initiieren • Kernkompetenzen des CDI-Mehrwerts für Externe herausarbeiten und fokussierter darstellen • Kommunikationskanal zur Politik zielgerichteter zur Kommunikation der Herausforderungen nutzen • Branchenübergreifendes Know-How aus den CDI-Aktivitäten besser bei der Ausgestaltung zukünftiger Förderprogramme und Optimierung des Förderprogramms „Dekarbonisierung der Industrie“ einbringen • Industrie-Perspektive im CDI-Steuerungskreis stärker integrieren • Branchenübergreifende Vision für die Dekarbonisierung der Industrie entwickeln • Angebote für die Sicherung und Entwicklung von Fachkräften schaffen

Interne Analyse, Merkmale des CDI		
	Stärken	Schwächen
Externe Analyse, Entwicklungen im Umfeld		
	Risiken	<p>Strategie „Absichern“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei fehlenden eigenen Kompetenzen und Netzwerken gezielte Kooperationen mit Fachverbänden oder anderen Netzwerken suchen • Vernetzung der Branchen mit der Energiewirtschaft stärken • Industrie gezielt bei prioritären Herausforderungen unterstützen und die Prioritäten regelmäßig überprüfen (Strategieprozess)

5 Strategische Handlungsfelder des CDI

Die Ergebnisse der vorhergehenden Branchenanalyse zur Industriedekarbonisierung in Deutschland, der Analyse der Landschaft internationaler Cluster und Netzwerkiniciativen mit Bezug zur Industriedekarbonisierung sowie der SWOT-Analyse des CDI haben gezeigt, dass es noch zahlreiche Hürden gibt, bis eine Dekarbonisierung der Industrie in Deutschland umgesetzt ist. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die Motivation der Industrie hoch ist und dass eine Initiative wie das **CDI bei der Transformation unterstützen kann**.

Mit der vorliegenden Studie verfügt das CDI über einen umfangreichen Überblick über die aktuellen Bedarfe, Trends und Herausforderungen der Industriedekarbonisierung aus der branchenspezifischen Perspektive. Die neu gewonnenen Kenntnisse und Kennzahlen bieten eine Grundlage zur Erschließung konkreter, zentraler **Handlungsfelder** für die weitere strategische und bedarfsgerechte Ausrichtung der Clusterinitiative.

Auf Basis der Ergebnisse dieser Studie werden folgende Handlungsfelder abgeleitet.



Abbildung 14: Überblick über die Handlungsfelder

Das CDI versteht sich als interdisziplinäres Netzwerk, in dem Kompetenzen und Synergien mobilisiert werden, um Lösungen an der Schnittstelle von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung voranzubringen. Im Zentrum der Aktivitäten stehen dabei **branchenübergreifende Aktivitäten**, welche durch das Clustermanagement des CDI initiiert und etabliert werden sollen, um die Dekarbonisierung der Industrie zu unterstützen. Dieser branchenübergreifende Austausch sollte auch in Zukunft weiter ausgebaut werden und die Marke CDI dementsprechend in diese Richtung konsequent weiterentwickelt werden.

Die Pflege und Weiterentwicklung der Partnerbasis ist gerade für ein vergleichsweise junges Netzwerk wie das CDI wichtig. Um das **Partnernetzwerk** des CDI gezielt weiterentwickeln zu können, sollten weitere Akteure ermutigt werden, die Dekarbonisierung in ihrem Geschäftsfeld anzugehen und Partner des CDI zu werden. Dabei sollten zum einen gezielt Energieversorger und auch Unternehmen der Schwerpunktbranchen ins Netzwerk integriert werden. Dafür gilt es, Informationen zu den eigenen Aktivitäten und Angeboten bereitzustellen und eigene Erfolgsgeschichten regelmäßig zu vermarkten. Das CDI sollte insbesondere die Chancen und die Möglichkeiten der Dekarbonisierung kommunizieren. Ferner hat die empirische Analyse gezeigt, dass eine weitere Vernetzung mit der anwendungsorientierten Forschungslandschaft Chancen birgt und weitere Forschungseinrichtungen in das Partnernetzwerk integriert werden sollten. Ziel sollte es insgesamt sein, kooperative Innovationsprojekte zwischen Unternehmen und der angewandten Forschung zu initiieren, und konkrete Projektideen zu entwickeln und zu implementieren.

Im Zentrum der Aktivitäten des CDI sollte auch weiterhin insbesondere der **Wissenstransfer** zwischen den interessierten Akteuren stehen. Good Practice-Kommunikation zu funktionierenden Beispielen und Erfahrungen (positiv wie negativ) und der Austausch zwischen den Mitgliedern sollte weiter forciert werden. Dabei sollte der Austausch sowohl zu den relevanten Technologiethematen aber auch zu Regulierungs-, Finanzierungs- sowie Managementthemen organisiert werden. Auf dieser Basis kann das CDI eine zentrale **Kooperationsplattform** in Deutschland sein, auf welcher die Akteure ermutigt werden, eigene Strategien zu entwickeln und zu implementieren. Ziel sollte es immer sein, möglichst konkrete Projekte zu initiieren.

Von zentraler Bedeutung im Clustermanagement ist die **Kommunikation**. Zum einen kann das CDI branchenübergreifendes Sprachrohr der Industrie sein und die Interessen seiner Industriepartner gegenüber Politik und Verwaltung (insbesondere dem BMWK) aktiv vertreten. Vor allem Themen wie der Rechts- und Regelungsrahmen, welcher unter stetigem Veränderungsdruck steht, können dabei aktiv beeinflusst werden, um tragbare und realistische Rahmenbedingungen zu schaffen. Aber auch in die andere Richtung spielt das CDI eine entscheidende Rolle: Es kann neue Gesetze und Gesetzgebungsverfahren in die eigene Community kommunizieren, um diese frühzeitig für aktuelle Entwicklungen zu sensibilisieren und damit ein aktives Erwartungsmanagement zu betreiben.

Arbeitsgruppen sind bereits heute ein fester Bestandteil der Arbeit des Clustermanagements. Dies sollte in Zukunft weiter ausgebaut werden und weitere solcher Arbeitsgruppen sollten regelmäßig initiiert werden. Dabei ist es eine Aufgabe des Clustermanagements, neue relevante Themen regelmäßig zu identifizieren und in verschiedenen Formaten zu adressieren. Aus der empirischen Analyse haben sich die folgenden Themen ergeben, welche in Arbeitsgruppen oder ähnlichen kooperativen Formaten umgesetzt werden sollten:

- Ausbau von Energie- und Wärme-Infrastrukturen
- Carbon capture, utilization and storage (CCSU)
- Energieeffizienz-Technologien
- Regulatorik, Genehmigung und Planung

Sollten einzelne Gruppen an Dynamik verlieren, ist es auch hier Aufgabe des Clustermanagements, diese Gruppen aufzulösen oder diese gemeinsam mit dem Leitungsteam der Gruppen mit neuer Schwerpunktesetzung weiterzuentwickeln. Basis für diese Prozesse ist ein regelmäßiger Austausch mit den Akteuren zu aktuellen Entwicklungen sowie ein regelmäßiger interner Strategieprozess zur eigenen Priorisierung der Aktivitäten des Clustermanagements.

Das CDI ist ein neutraler Akteur und kann diese Stellung nutzen, entsprechend **neutrale Beratungsangebote** und Übersichten zu aktuellen technologischen Entwicklungen und Innovationen sowie relevanten Gesetzen zur Verfügung zu stellen. Insbesondere KMU und Kleinstunternehmen brauchen starke Partner bei der Entwicklung und Implementierung eigener Dekarbonisierungsstrategien. Aktivitäten wie ein aktives Partnering, die Kommunikation von Good Practice-Beispielen oder die Kontaktvermittlung zu bestehenden Anlaufstellen spielen hierbei wichtige Rollen, und können durch das CDI durchgeführt werden.

Das Clustermanagement sollte **Kooperationen mit internationalen Akteuren** weiter ausbauen, um internationale Good Practice-Aktivitäten an die Partner des CDI zu kommunizieren und internationale Kooperationen anzustoßen. Auch der Vergleich der deutschen Aktivitäten mit anderen Ländern kann dabei sowohl für die Partner des CDI wichtig sein, als auch für die entsprechenden Fachreferate im BMWK. Auch hier kann das CDI zentrale Anlaufstelle für internationale Fragen der Industriedekarbonisierung in Deutschland sein und die Rolle einer Vermittlerin einnehmen.

Das CDI als interdisziplinäres und branchenübergreifendes Netzwerk grenzt sich in seinen Aktivitäten von bestehenden Netzwerkakteuren ab. In einigen Fällen kann eine gezielte Kooperation mit bestehenden Branchenclustern aber zu Synergien und neuen Projekten führen und es können die eigenen Kompetenzen und Schwerpunkte gezielt ergänzt werden. Durch ein solches **Cross-Clustering** mit anderen relevanten Akteuren in Deutschland als auch über die Landesgrenzen hinaus kann den Partnern des CDI dadurch ein zusätzlicher Mehrwert geboten werden.

Literaturverzeichnis

- Agora Energiewende. (März 2022).** Mobilisierung der Kreislaufwirtschaft für energieintensive Materialien: Wie Europa den Übergang zu einer fossilfreien, energieeffizienten und energieunabhängigen industriellen Produktion vollziehen kann. Zusammenfassung. Berlin. <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/mobilisierung-der-kreislaufwirtschaft-fuer-energieintensive-materialien-zusammenfassung/>
- Boston Consulting Group (Hrsg.). (Oktober 2021).** Klimapfade 2.0: Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft. Langfassung. <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-2-0-ein-wirtschaftsprogramm-fuer-klima-und-zukunft/>
- Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften, 2019 Bundesgesetzblatt 2513 (2019 & i.d.F.v. 12. Dezember 2019).** http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl119s2513.pdf
- Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, 2021 Bundesgesetzblatt 3905 (2021 & i.d.F.v. 18. August 2021).** http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&jumpTo=bgbl121s3905.pdf
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.). (2020, 24. September).** Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen: Regionale Wirtschafts- und Strukturpolitik. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Wirtschaft/strukturstaerkungsgesetz-kohleregionen.html>
- Bundesnetzagentur. (2023, 9. März).** Gaspreise Großhandel. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Gasversorgung/aktuelle_gasversorgung/_svg/Gaspreise/Gaspreise.html
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft. (2023, 9. Februar).** BDEW-Strompreisanalyse Jahresbeginn 2023: Die BDEW-Strompreisanalyse zeigt die aktuelle Entwicklung der Strompreise in Deutschland. <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>
- CDI Koordinierungsstelle. (August 2022).** Cluster Dekarbonisierung der Industrie: Das Netzwerk für eine treibhausgasneutrale Industriezukunft. CDI Broschüre. Cottbus. <https://www.cluster-dekarbonisierung.de/de/ueber-uns.html>
- Cluster Dekarbonisierung der Industrie & Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (Hrsg.). (2023).** Webseite des CDI. <https://www.cluster-dekarbonisierung.de/de/>
- Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt. (Mai 2022).** Treibhausgasemissionen 2021 Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2021). Berlin. https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/VET-Bericht-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- Gieschen, J.-H., Bünting, A., Kruse, S., Vorholt, F., Wolf, S. & Zachäus, C. (Januar 2021).** Ökosystem der Batteriezellfertigung in Europa: Netzwerkstrukturen als Grundlage für Wissenstransfer und Wertschöpfungspartnerschaften. Publikation der wissenschaftlichen Begleitung zur Fördermaßnahme Batteriezellfertigung im Auftrag des Bundesministeriums

für Wirtschaft und Energie (Analyse I / 2021). Berlin. https://www.ipcei-batteries.eu/fileadmin/Images/accompanying-research/publications/2020-12-BZF_Studie_OEcosystem.pdf

Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (Hrsg.). (2023). Webseite des Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI). <https://www.klimaschutz-industrie.de/>

DIE PAPIERINDUSTRIE e. V. (Hrsg.). (April 2022). PAPIER 2022 - Ein Leistungsbericht. Berlin. https://www.papierindustrie.de/fileadmin/0002-PAPIERINDUSTRIE/07_Dateien/XX-LB/PAPIER2022-digital.pdf

Statistisches Bundesamt. Anzahl der Unternehmen in der Branche Herstellung von Glas-, Keramik- und Steinwaren in Deutschland in den Jahren 2006 bis 2022 [Graph]. In *Statista*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/259512/umfrage/unternehmen-in-der-branche-herstellung-von-glas-keramik-und-steinwaren/>

Umweltbundesamt. (2023, 15. März). *Treibhausgas-Emissionen in Deutschland*. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>

VCI Online. (2023, 27. Februar). *Chemiewirtschaft in Zahlen online*. <https://www.vci.de/die-branche/zahlen-berichte/chemiewirtschaft-in-zahlen-online.jsp>

Verein Deutscher Zementwerke e. V. (Hrsg.). (2022). *Zementindustrie im Überblick: 2022/2023*. Düsseldorf, Berlin. <https://www.vdz-online.de/wissensportal/publikationen/zementindustrie-im-ueberblick-2022-2023>

Wirtschaftsvereinigung Metalle. (2020). *Metallstatistik 2020: Gemeinsam Aufbrechen*. Berlin. <https://www.wvmetalle.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=314715&token=ae6cf4b3bd20efc41f3d76bfb263e9af22798787>

Wirtschaftsvereinigung Stahl (Hrsg.). (November 2022). *Fakten zur Stahlindustrie in Deutschland 2022*. Berlin. https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/WV-Stahl_Fakten-2022_RZ_neu_Web.pdf

Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH (Hrsg.). (2023). *Webseite der Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH*. <https://www.z-u-g.org/ueber-uns/>

Anhang

Anhang 1 – Methodik

Im Folgenden wird die Methodik zu den einzelnen Schritten in dieser Studie sowie die dahinterstehenden Annahmen näher erläutert.

Erfassung der Grundgesamtheit

Hierzu werden dekarbonisierungsrelevante Industrieaktivitäten erfasst und die daran beteiligten Organisationen extrahiert. Dieser Ansatz basiert auf der Annahme, dass Akteure über ihre Aktivitäten mit Bezug zur Dekarbonisierung identifiziert werden können. D. h. nur dadurch, dass sie an Aktivitäten, die in Bezug zur Dekarbonisierung der Industrie stehen, teilnehmen oder diese selber aktiv vorantreiben, sind sie relevant für dieses Thema. Weiterhin basiert dieser Ansatz auf der Annahme, dass Wirtschaft, Forschung und strategische Aktivitäten in Verbänden und Netzwerken die zentralen Säulen eines „Ökosystems Industriedekarbonisierung“ sind, und als solches die Funktionstüchtigkeit dieses Ökosystems maßgeblich prägen. Grenzen dieses Ansatzes bestehen da, wo beispielsweise Unternehmen in der Außendarstellung ein „Greenwashing“ der eigenen Aktivitäten betreiben. Auch aus der passiven Mitgliedschaft in Verbänden, die das Thema der Industriedekarbonisierung verfolgen, kann nicht abgeleitet werden, dass das Thema auch konkret von jedem einzelnen Mitgliedsunternehmen verfolgt wird. Allerdings ist anzunehmen, dass der Leistungsdruck für Unternehmen aus den betroffenen Branchen enorm hoch ist und sie sich daher in denjenigen Verbänden und Netzwerken vernetzen und informieren, die sich explizit mit dem Thema beschäftigen.

Datengrundlage sind die Mitgliederlisten von Interessensverbänden und Netzwerkinitiativen, im Förderkatalog der Bundesregierung aufgeführte Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Angaben zu Wertschöpfungsaktivitäten aus dem Handelsregister (z. B. Unternehmenszweck), Datenbanken und Webseiten-Recherchen. Hierzu wurde im Rahmen der Studie ein KI-basierter Webcrawler verwendet. Zusätzlich dazu wurden die Unternehmen erfasst, die bereits Teil der CDI-Partnerdatenbank sind.

Dekarbonisierungsrelevant sind dabei Aktivitäten aus den definierten Schwerpunktbranchen, die

- von **Branchenverbänden und Netzwerken** zur Industriedekarbonisierung entweder institutionalisiert (z. B. in Form von Arbeitskreisen) oder frei (z. B. in Form von Themenverantwortlichen, Positionspapieren o. ä.) durchgeführt werden,
- die im Rahmen von **Forschungsprojekten** zu Dekarbonisierungsansätzen (z. B. Effizienzsteigerungen, Elektrifizierung von Prozessen, Ersatz von klimaschädlichen Rohstoffen) forschen, oder
- die im Rahmen von **Wertschöpfungsaktivitäten** in der Außendarstellung von Unternehmen entsprechend dargestellt werden (z. B. Verwendung erneuerbarer Energien, Verwendung elektrifizierter Produktionsanlagen) oder die durch den Unternehmenszweck in Bezug zur Dekarbonisierung (z. B. Betrieb von Stromnetzen) vorgegeben werden.

Insgesamt wurden auf diese Weise 28 Verbände und Netzwerke und rund 180 Teilvorhaben von Forschungsprojekten identifiziert.

Aufgrund der großen Datenmengen wurden für die Klassifikation der Organisationstypen ausschließlich stichwortbasierte Klassifizierungsmethoden verwendet und die Ergebnisse stichprobenartig geprüft. Die Branchenzugehörigkeit wurde darüber hinaus auf Basis der jeweiligen Quelle festgelegt (Beispiel: Unternehmen ist Mitglied im Chemie-Verband. Das Unternehmen wird daher der chemischen Industrie zugeordnet). Ist eine Organisation in mehreren Branchen vertreten, gelten diese als „branchenübergreifend“. Bei Forschungseinrichtungen wurden außerdem die Forschungsschwerpunkte der identifizierten Einrichtungen anhand der GERiT-Datenbank der Deutschen Forschungsgemeinschaft³⁴ ergänzt.

Zur besseren Einschätzung der Unternehmen hinsichtlich ihrer Dekarbonisierungsrelevanz wurde ein Indikator gebildet. Der Indikator dient der Einschätzung der Akteure anhand der Beteiligung an Aktivitäten mit Bezug zur Dekarbonisierung. Dabei wurden die Aktivitäten nach Relevanz und Verbindlichkeit gewichtet.

Datenerhebung durch Online-Befragung

Für die Online-Befragung wurde ein Fragebogen entwickelt, der die Angaben zur Organisation, Ziele und Maßnahmen, Entwicklungsperspektiven zur Industriedekarbonisierung sowie Unterstützungsbedarfe der Organisationen der identifizierten Grundgesamtheit erfasst. Grundlage für die Erstellung des Fragebogens waren Desktop-Recherchen zu wichtigen Themen und Herausforderungen der Branchen. Diese wurden geclustert, ausgewertet und hinsichtlich ihrer Relevanz überprüft.

Detailbefragung durch Fachgespräche

Aufbauend auf den Ergebnissen der Online-Befragung wurden schließlich insgesamt 26 Fachgespräche mit Vertreter*innen aus Industrie und Forschung, Beratung und Finanzierung geführt. Mit den Fachgesprächen sollten Ergebnisse aus der Befragung validiert und vertieft werden, weshalb sich die Struktur des Gesprächsleitfadens auch an der Online-Befragung anlehnt. Mit dem Leitfaden wurden daher Herausforderungen der Dekarbonisierung, Ansätze, Trends und Innovationen sowie Anforderungen und Erwartungen an das Cluster erfasst. Bei der Auswahl der Gesprächspartner*innen wurde darauf geachtet, ein möglichst ausgewogenes Verhältnis der einzelnen Branchen zueinander zu erhalten, und sowohl CDI-Partner als auch Nicht-CDI-Partner zu befragen.

Nationales und internationales Benchmarking

Für das Benchmarking wurde zunächst auf Basis von Desktop-Recherchen eine Longlist mit insgesamt 32 Clustern und Netzwerkinitiativen erstellt. Diese wurden nach Branchenfokus, Akteursstruktur und Reichweite priorisiert. Auf Basis dieser Priorisierung wurde eine Shortlist erstellt und fünf Cluster und Netzwerke für die vertiefte Analyse ausgewählt. Für die Analyse wurden strukturierte Steckbriefe erstellt, in denen sowohl Strukturdaten (Alter, Rechtsform, Technologie- und Re-

³⁴ GERiT – German Research Institutions: <https://www.gerit.org/de/>

gionalfokus, Anzahl und Typ der Akteure), Management, Strategie und Finanzierung sowie Angebote für Mitglieder und Good Practices erfasst wurden. Diese wurden anschließend hinsichtlich Erfolgsfaktoren mit Relevanz für das CDI untersucht.

Anhang 2 – Betrachtete Verbände und Kompetenznetzwerke

Name des Verbands oder Kompetenznetzwerks
A U F e. V.
Aluminium Deutschland e. V.
Arbeitgeberverband Zement und Baustoffe e.V
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BDG Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie e. V.
Bundsgemeinschaft Recycling-Baustoffe e. V.
Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e. V. (BVK)
Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.
Bundesverband Energiespeicher Systeme e. V.
Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e. V.
Bundesverband Glasindustrie e. V.
Bundesverband Mineralische Rohstoffe e. V.
Bundesverband neue Energiewirtschaft e. V.
Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e. V.
Deutsche Keramische Gesellschaft e. V.
Die Papierindustrie
en2x: Wirtschaftsverband Fuels und Energie e. V.
Fachverband Sanitär-Keramische Industrie e. V.
Industrieverband Feuerverzinken e. V.
Kupferverband e. V.
Netzwerk "Nachhaltigkeit in der Wirtschaft" (IHK Netzwerk)
VDMA Baumaschinen
VDMA Glastechnik
Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI)
Verband der keramischen Industrie e. V.
Verband der Wellpappen-Industrie e. V.
Verein Deutscher Zementwerke e. V.
Wirtschaftsvereinigung Stahl

Anhang 3 – Leitfaden für die Fachgespräche

Herausforderungen der Dekarbonisierung

Leitfrage	<i>Welche Herausforderungen bestehen bei der Umsetzung dekarbonisierungsrelevanter Ansätze für Ihr Unternehmen/ bei den Projekten Ihres Instituts und Ihrer Branche?</i>
Direkte Bezugsfragen	Was sind die konkreten Gründe/Ursachen für die Herausforderungen? Bei welchen Herausforderungen sehen Sie den größten Handlungsbedarf? <i>Hintergrundinfo mit Themenschwerpunkten der Erstbefragung:</i> <i>Technologie- und Marktreife, Akzeptanz, Relevanz, Grüne Energieinfrastruktur, Marktsituation (Fachkräfte, Lieferketten, Preise, internationaler Wettbewerb), politisch rechtlicher Rahmen, Vernetzung/Wissenstransfer, Finanzierung, Greenwashing</i>
Offene Frage	Wie kann der Standort Deutschland diesbezüglich gestärkt werden?

Ansätze - Trends - Innovationen

Leitfrage	<i>Welche Trends zur Dekarbonisierung beobachten Sie [in Ihrer Branche/allgemein]?</i>
Direkte Bezugsfragen	Was sind die wichtigsten [der genannten] Trends [in Ihrer Branche]?
Leitfrage	<i>Welche Strategie verfolgen Sie zur Dekarbonisierung Ihrer Prozesse und Wertschöpfungsketten?</i>
Direkte Bezugsfragen	Welche Themen und Aspekte sind bei der Strategie zur Dekarbonisierung wichtig? <u>oder</u> Warum ist keine Strategie vorhanden? Welche Herausforderungen sind bei Strategieentwicklung vorhanden?
Offene Fragen	Wie soll die Strategie umgesetzt werden?
Direkte Bezugsfragen	Welche Pilotprojekte oder Ansätze zur Dekarbonisierung entlang der Wertschöpfungsketten sind kurz-, mittel- und langfristig geplant? <i>Hintergrundinfo mit Themenschwerpunkten der Erstbefragung:</i> <i>CO₂, Wasserstoff-, Photovoltaik-, Wärme-, Biomasse-Technologie, Kreislaufwirtschaft, Elektrifizierung, Effizienz- und Einsparungsmaßnahmen, Beratung</i>
Quantifizierung	Wie viel Prozent Ihres CO ₂ -Ausstoßes werden aktuell und zukünftig durch unternehmenseigene Projekte kompensiert?

Anforderungen und Erwartungen an das Cluster

Leitfrage	<p>Welche Aktivitäten und Dienstleistungen sollte ein Netzwerk oder eine Clusterinitiative <u>generell</u> erbringen?</p> <p>Welche Aktivitäten und Dienstleistungen sollte das CDI erbringen?</p>
Offene Frage	<p>Welche Leistungen und Vorteile erwarten Sie von einem Cluster Dekarbonisierung der Industrie?</p>
Direkte Bezugsfragen	<p>Wo sehen Sie den größten konkreten Unterstützungsbedarf durch eine Clustermanagement-Organisation?</p> <p><i>Hintergrundinfo mit Themenschwerpunkten der Erstbefragung:</i> <i>Wissenstransfer, Bürokratie, Fördermittel, Akzeptanz, Relevanz, Beratung/Potentialanalyse (z.B. Markt, technische Lösungen), Leitbild, Strategie, Synergien durch Vernetzung, Infrastruktur</i></p> <p>Welche Themen und Bedarfe werden mittel- bis langfristig in den Vordergrund rücken?</p>
Offene Fragen	<p>Engagieren Sie sich noch in weiteren Clusterinitiativen?</p>
Direkte Bezugsfragen	<p>Welche Rolle haben diese Netzwerke und Cluster bei Ihren Ansätzen zur Dekarbonisierung?</p> <p>Welche Erwartungen und Anforderungen an ein Netzwerk oder eine Clusterinitiative sind aus Ihrer Sicht bisher nicht vollständig erfüllt worden?</p>

Anhang 4 – Fragebogen der Onlinebefragung

Angaben zu Ihrem Unternehmen/Ihrer Institution

Wie viele Mitarbeitende (Vollzeitäquivalent) beschäftigt Ihre Einrichtung?

- 1 - 9
- 10 - 49
- 50 - 249
- 250 - 499
- 500 und mehr
- keine Angaben

Bitte geben Sie Ihre Postleitzahl an:

- keine Angaben

Welcher Branche würde Sie Ihr Unternehmen am ehesten zuordnen?

- Chemie
- Energiewirtschaft
- Glas
- Keramik
- Nichteisen-Metalle
- Stahl
- Papier- & Zellstoffe
- Dienstleistungen (Beratung, Finanzierung, Recht, Versicherung, etc.)
- Sonstiges:
- keine Angaben

Aus welcher Quelle stammen die erzeugten THG-Emissionen in Ihrem Unternehmen?

- direkte energiebedingte THG-Emissionen
aus der Verwendung von Brennstoffen zur Bereitstellung von Energie, z.B. Prozesswärme, Dampf oder Strom (in Industriekraftwerken)
- indirekte energiebedingte THG-Emissionen
aus der vorgelagerten Erzeugung des eingesetzten Stroms, soweit dieser nicht in eigenen (Industrie-) Kraftwerken erzeugt wird
- direkte prozessbedingte THG-Emissionen
aus der nicht-energetischen Verwendung kohlenstoffhaltiger Energieträger und sonstiger Rohstoffe oder aus der prozessbedingten Freisetzung anderer Treibhausgase als CO₂
- für uns nicht relevant

Erfassen Sie die erzeugten THG-Emissionen in Ihrem Betrieb?

- Ja
- Nein

weiter ...

28%

Ziele und Maßnahmen

Hat Ihr Unternehmen eine Strategie/Roadmap o.ä. zur Dekarbonisierung energieintensiver Prozesse mit konkreten Zielen zur Reduktion von CO₂-Emissionen?

- Wir haben eine Strategie/Roadmap o.ä. in der (u.a.) Ziele zur Reduktion der CO₂-Emissionen festgehalten sind.
- Eine Strategie/eine Roadmap o.ä. zur Reduzierung der CO₂-Emissionen befindet sich in der Entwicklung.
- Wir haben keine Ziele zur Reduktion der CO₂-Emissionen.
- keine Angaben

Bis wann sollen die Ziele zur Reduktion der CO₂-Emissionen erreicht werden?

- bis 2025
- bis 2030
- bis 2035
- nach 2035
- keine Angaben

Welchen bzw. welche der folgenden Ansätze verfolgen Sie, um die Zielen zur Reduktion CO₂-Emissionen zu erreichen?

- für direkte energiebedingte THG-Emissionen:**
Steigerung der Energieeffizienz
durch Verwendung energieeffizienter Technik, Optimierung von Verfahren und Prozessen und konsequente Abwärmenutzung inklusive Abwärmeverstromung
- für direkte energiebedingte THG-Emissionen:**
Verwendung erneuerbarer Energien, vor allem in Form von Strom aus erneuerbaren Energien,
z.B. zur Prozesswärmeerzeugung, aber auch zur Wärme- und Kälteversorgung
- für indirekte energiebedingte THG-Emissionen:**
Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien
z.B. Ausbau der erneuerbaren Energien, Phasing-Out atomarer und fossiler Energieträger
- für indirekte energiebedingte THG-Emissionen:**
Effizienzsteigerungen bei Energiewandlung und -nutzung in industriellen Anwendungen
- für direkte prozessbedingte THG-Emissionen:**
Prozessumstellungen zur Vermeidung prozessbedingter THG-Emissionen durch grundlegende Verfahrensumstellungen,
Substitution der emissionsverursachenden Rohstoffe oder Produkte sowie – falls Verfahrensumstellungen oder eine Substitution nicht möglich sind – ggf. die Anwendung von CCU, soweit dadurch an anderer Stelle THG-Emissionen vermieden werden können.
- keinen der genannten Ansätze

Bitte beschreiben Sie kurz und stichpunktartig Pilotprojekte und/oder Good Practice Beispiele, die erfolgreich zur Dekarbonisierung von energieintensiven Industrieprozessen beigetragen haben:

0 von 500 Zeichen

Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass die Klimaziele bis 2045 erreicht werden?

	sehr wahrscheinlich	wahrscheinlich	weniger wahrscheinlich	unwahrscheinlich
in Deutschland	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
in Europa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
in Ihrer Branche: Name der gewählten Branche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[... zurück](#) [weiter ...](#)

52%

Entwicklungsperspektiven der Industriedekarbonisierung

Bitte bewerten Sie das Ausmaß verschiedener Innovationshemmnisse, die eine Umsetzung der Ansätze zur CO₂-Emissionsreduktion gefährden könnten.

	1 kein Hemmnis	2	3	4	5	6 sehr großes Hemmnis	keine Angaben
INTERN							
Wirtschaftliches Risiko	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fehlende Finanzierungsmöglichkeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hohe Investitionskosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lange Investitionszyklen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Organisatorische/Administrative Probleme innerhalb der Einrichtung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Interne Widerstände (Verhaltens- und Denkweisen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mangel an geeignetem Fachpersonal bzw. fehlendes technologisches Wissen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ungenügende Kenntnisse über den angestrebten Markt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EXTERN							
Mangelnde Kundenakzeptanz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einschränkende Gesetzgebung, rechtliche Regelungen, Normen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fehlende/ungeeignete Standards und Normen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zu lange externe Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marktbeherrschung durch andere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Welche Herausforderungen sehen Sie bei der Umsetzung der dekarbonisierungsrelevanten Ansätze für...

...Ihr Unternehmen/Ihre Institution

...Ihre Branche: Name der gewählten Branche

...Deutschland

... zurück

weiter ...

61%

Entwicklungsperspektiven der Industriedekarbonisierung

Welche staatlichen Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden, um die Dekarbonisierung des Industriesektors zu beschleunigen?

Dies ist eine Drag&Drop-Frage. Ziehen Sie das entsprechende Kästchen mit der Maus in eines der Zielfelder, abhängig von seiner Priorität. Sie müssen nicht alle Kästchen verteilen.

staatliche Rahmenbedingungen

CO ₂ -Bepreisung verschärfen	Energiekosten für Strom aus Erneuerbaren Energien senken	Förderung von Effizienzmaßnahmen	Aufbau von notwendigen Infrastrukturen fördern (z.B. H ₂ -/CO ₂ -Transport, Stromnetze)	Carbon Contracts for Difference (CCDs) ermöglichen	Investitionen für grüne Technologien fördern	Schaffung grüner Leitmärkte	Recyclingquoten erhöhen
---	--	----------------------------------	---	--	--	-----------------------------	-------------------------

Priorität

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

weiß nicht/keine Angaben

Sonstiges:

Stellen Sie sich Ihr Unternehmen in 2045 vor. Ist Deutschland für Ihre Branche/Ihr Unternehmen ein attraktiver und „grüner“ Industriestandort?

Ja, weil:

Nein, weil:

71%

Chancen und Unterstützungsmöglichkeiten durch das CDI

Welche Chance bieten Ihrer Meinung nach Kooperationen bei der Dekarbonisierung des Industriesektors?

Kooperationen bieten auf dieser Ebene ...		keine Angaben
in Deutschland	<p>... sehr große Chancen je mehr kooperiert wird, desto besser</p>	<p>... keine Chancen Kooperationen sind eher hinderlich als zielführend</p> <input type="checkbox"/>
in Europa	<p>... sehr große Chancen je mehr kooperiert wird, desto besser</p>	<p>... keine Chancen Kooperationen sind eher hinderlich als zielführend</p> <input type="checkbox"/>
in Ihrer Branche: Name der gewählten Branche	<p>... sehr große Chancen je mehr kooperiert wird, desto besser</p>	<p>... keine Chancen Kooperationen sind eher hinderlich als zielführend</p> <input type="checkbox"/>

Haben Sie bereits Kooperationen/gemeinsame Projekte/Initiativen zur CO₂-Reduktion?

- Ja, auf regionaler Ebene
- Ja, auf nationaler Ebene
- Ja, auf internationaler Ebene
- Nein, es sind aber bereits welche geplant, und zwar:
- Nein, es sind auch keine geplant

Bei welchen Themen sehen Sie den größten Unterstützungsbedarf durch das CDI, um die CO₂-Emissionen Ihres Unternehmens zu reduzieren?

- Wissenstransfer zu technologischen Ansätzen und deren Entwicklungsstand
- Umgestaltung von Prozessketten/Umbau von Produktionsstandorten
- F&E zu neuen oder verbesserten Technologien und Methoden
- Energieinfrastrukturen, Transport- und Speichersysteme
- Entwicklung von Geschäftsmodellen
- Fördermöglichkeiten
- Fachkräftesicherung
- Schaffung von Akzeptanz
- Netzwerkbildung
- Schaffung von Synergien zwischen verschiedenen Branchen
- Sonstiges:

Bitte erläutern Sie kurz und stichpunktartig, welche Erwartungen Sie an das Cluster Dekarbonisierung der Industrie haben:

0 von 500 Zeichen

... zurück

weiter ...

90%

Abschluss

Das Cluster Dekarbonisierung der Industrie (CDI) arbeitet momentan daran, eine deutschlandweite Datenbank mit Industrieakteuren aufzubauen um Services und Vernetzungsaktivitäten zur erfolgreichen Dekarbonisierung des Industriesektors anbieten zu können.

Dürfen wir Sie in die Datenbank des Cluster Dekarbonisierung der Industrie (CDI) mit aufnehmen?

- Ja
- Nein

Hinweis:

Ihre Kontaktdaten werden von der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH dem Auftraggeber (Cluster Dekarbonisierung der Industrie) als Rohdatensatz zum Zwecke des Aufbaus einer Kontaktdatenbank übermittelt. Die Daten werden ausschließlich zu diesem Zwecke verwendet und nicht mit weiteren Angaben im Fragebogen in Beziehung gesetzt. Nach Abschluss des Projektes werden Ihre Angaben aus dem Fragebogen gelöscht.

Sind Sie an den Ergebnissen der Befragung interessiert?

- Ja, bitte schicken Sie die Ergebnisse an folgende E-Mailadresse:
- Nein

[... zurück](#)

[Befragung abschließen](#)

CDI Cluster Dekarbonisierung der Industrie
c/o Kompetenzzentrum Klimaschutz in
energieintensiven Industrien (KEI)
Karl-Liebnecht-Str. 33 | 03046 Cottbus
T +49 355 47889-134
E kontakt@cluster-dekarbonisierung.de
www.cluster-dekarbonisierung.de

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1 | 10623 Berlin
T +49 30 310078-0
E vdivde-it@vdivde-it.de
www.vdivde-it.de