

Wirtschaftliche Untersuchungen,  
Berichte und Sachverhalte



## IW-Report 40/21

# Grüne Innovationen der Grundstoff- industrie in NRW

Eine Analyse der Patentanmeldungen aus den Jahren 2010 bis 2018 unter  
Berücksichtigung von branchen- und technologiespezifischen Schwerpunkten  
Malte Küper / Oliver Koppel / Enno Kohlisch

Köln, 27.10.21

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2 Methodik</b>	<b>5</b>
2.1 Die IW-Patentdatenbank	5
2.2 Konstruktion des NRW-Unternehmensfilters „Grundstoffindustrie – Energie – Netze“	6
2.3 Patentanmeldungen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie	7
2.4 Konstruktion des Klima-Relevanzfilters der Patentanmeldungen	7
<b>3 Gesamte Patentanmeldungen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie</b>	<b>11</b>
3.1 Anmeldungen nach Branchen und Unternehmen	11
3.2 Entwicklung der Patentanmeldungen seit 2010	12
<b>4 Klimaschutzpatentanmeldungen</b>	<b>14</b>
4.1 Anmeldungen nach Branchen und Unternehmen	14
4.2 Anmeldungen nach Kreisen und kreisfreien Städten	15
4.3 Entwicklung der Klimaschutzpatentanmeldungen seit 2010	17
4.4 Klimaschutzrelevante technologische Entwicklungstrends	19
<b>5 Fazit</b>	<b>22</b>
<b>Anhang</b>	<b>25</b>
<b>Abstract</b>	<b>28</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>29</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>30</b>
<b>Literatur</b>	<b>31</b>

**JEL-Klassifikation:**

L1 – Marktstruktur, Unternehmensstrategie und Marktergebnis

L6 – Branchenstudien: Verarbeitendes Gewerbe

L7 – Branchenstudien: Grundstoffe und Baugewerbe

O3 – Technischer Wandel, Forschung und Entwicklung, gewerbliche Schutz- und Urheberrechte

Das diesem Bericht zugrundeliegende Forschungsvorhaben SCI4climate.NRW wird vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein bei den Autoren.

## Zusammenfassung

Die klimaneutrale Transformation der Wirtschaft stellt die energieintensive Grundstoffindustrie in Nordrhein-Westfalen vor große Herausforderungen. Gleichzeitig bieten sich in der Entwicklung grüner Grundstoffe und Produktionsprozesse auch vielversprechende Potenziale, die NRW zum Industriestandort der Zukunft verwandeln können. Auf dem Weg dorthin kommt es mehr denn je auf den Ideenreichtum und die Innovationsfähigkeit der ansässigen Unternehmen an. Um den Innovationswandel wissenschaftlich zu erfassen, wurde im Rahmen dieser Studie eine Analyse der Patentaktivitäten mit der IW-Patentdatenbank durchgeführt.

Der Schwerpunkt lag dabei auf der Identifizierung klimarelevanter Innovationen von NRW-Unternehmen der energieintensiven Industrien sowie der Energie- und Gasversorgung im Zeitraum 2010 bis 2018. Da Patente per Definition bereits eine Weiterentwicklung des Status quo anstreben, wurde in dieser Studie zur Vermeidung einer gewissen Beliebigkeit eine Definition klimarelevanter Patentanmeldungen im engeren Sinne entwickelt, bei der die positive Klimawirkung den Kern und nicht eine bloße Begleiterscheinung der zu patentierenden Innovation darstellen muss.

Insgesamt konnten für den betrachteten Zeitraum etwa 8.200 (sowohl klimarelevante als auch nicht-klimarelevante) Patentanmeldungen von 220 Unternehmen identifiziert werden, wobei 16,4 Prozent das Kriterium „Klimarelevant im engeren Sinne“ erfüllten und damit als grüne Innovationen bezeichnet werden können. Über den betrachteten Zeitraum kann bei den gesamten Patentanmeldungen ein leichter Anstieg verzeichnet werden. Klimarelevante Patentanmeldungen folgten diesem positiven Trend bis 2017 und stiegen im Folgejahr sprunghaft um knapp 37 Prozent an. Bemerkenswert: während nach der Weltwirtschaftskrise 2008/2009 ein Rückgang der nicht-klimarelevanten Patentanmeldungen beobachtet werden kann, stiegen grüne Patentanmeldungen sogar an. Mögliche Einschnitte in den F&E-Budgets einiger Unternehmen im Nachgang der Krise gingen demnach offenbar nicht zu Lasten klimarelevanter Innovationen.

Im Rahmen der Analyse klimaschutzrelevanter Patentanmeldungen wurden in dieser Studie auch technologische Entwicklungstrends bei den Unternehmen untersucht. Dazu wurden die identifizierten grünen Patente mittels einer Schlagwortsuche sechs Technologiefeldern zugeordnet. Im Ergebnis bestätigt sich die hohe Bedeutung klimafreundlicher Innovationen im Bereich *Erneuerbarer Energien*, auf die 29 Prozent aller klimarelevanten Patente entfallen. Jeweils knapp ein Fünftel der Anmeldungen zählt zu den Technologiefeldern *Effizienz/Wärme* sowie *Umwelt*. Innovationen im Bereich *Wasserstoff* und *Kreislaufwirtschaft* stehen für etwas mehr als 10 Prozent der grünen Patentanmeldungen. Innovationen zur *E-Mobilität* verzeichnen einen Anteil von 6 Prozent an den Klimaschutzpatenten.

## 1 Einleitung

Die nordrhein-westfälische Grundstoffindustrie steht angesichts der ambitionierten nationalen und europäischen Klimaziele vor einem enormen Transformationsdruck zur Reduktion von Treibhausgasemissionen (THG). Während in der Herstellung energieintensiver Produkte wie Stahl, Kunststoff oder Zement bisher große Mengen des klimaschädlichen CO<sub>2</sub> anfallen, sollen zukünftig klimafreundliche und damit CO<sub>2</sub>-freie Grundstoffe in Nordrhein-Westfalen produziert werden. Damit dies gelingen kann, müssen die bisherigen Produktionsverfahren schrittweise auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden. Dadurch kann NRW nicht nur zum weltweiten Vorreiter bei der Dekarbonisierung der energieintensiven Industrien werden, sondern auch zum Erhalt von Beschäftigung und Wertschöpfung im bevölkerungsreichsten Bundesland beitragen.

Die beteiligten Unternehmen stehen auf dem Weg zur Klimaneutralität vor der Herausforderung, ihre über Jahrzehnte optimierten Herstellungsketten innerhalb weniger Jahre zu transformieren. Viele der potenziellen neuen Verfahren befinden sich dabei noch in der Entwicklungs- oder Pilotphase. Klimafreundliche Innovationen, die in den Unternehmen den Grundstein für den späteren Einsatz marktreifer Technologien legen, nehmen dabei in ihrer Bedeutung weiter zu. Innovationen als Ergebnis von Forschung und Entwicklung sind allerdings nicht nur für die Zukunft von enormer Relevanz, sondern können auch rückblickend wichtige Erkenntnisse über die technologischen Forschungsschwerpunkte von Unternehmen ermöglichen. Ein besonders vielversprechender Untersuchungsgegenstand sind vor diesem Hintergrund Patentanmeldungen. Patente zählen zu den intellektuellen Eigentumsrechten und sind einer der Eckpfeiler wissensbasierter Volkswirtschaften. Im Falle einer Erteilung werden dem Besitzer für einen Zeitraum von üblicherweise bis zu 20 Jahren exklusive Nutzungsrechte an dem patentierten Verfahren oder Produkt verliehen, wodurch das Recht eingeschlossen ist, anderen die Benutzung der Erfindung zu untersagen. Patente befördern Innovationen und die sind für den klimafreundlichen Umbau der Wirtschaft unerlässlich.

Um zu untersuchen, welche Bedeutung klimafreundliche Innovationen für die Unternehmen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie bereits haben, erfolgte im Rahmen dieser Studie eine Patentanalyse auf Basis der IW-Patentdatenbank. Ziel der Studie ist dabei, den Anteil klimafreundlicher Patentanmeldungen an den gesamten Patentaktivitäten von Unternehmen der energieintensiven Industrie sowie Unternehmen der Energie- und Gasversorgung in NRW im Zeitraum 2010 bis 2018 zu bestimmen. Darüber hinaus werden die ermittelten Patentanmeldungen anhand relevanter Technologiefelder, wie beispielsweise Elektromobilität oder Wasserstoffinnovationen, kategorisiert, um Schwerpunkte in der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der jeweiligen Unternehmen zu identifizieren.

## 2 Methodik

### 2.1 Die IW-Patentdatenbank

Die Auswertung erfolgte mittels der IW-Patentdatenbank, welche sämtliche Patentanmeldungen seit dem Jahr 1994 beinhaltet, die eine Schutzwirkung für Deutschland oder darüber hinaus anstreben oder angestrebt haben – zum Beispiel über eine Anmeldung beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA), Europäischen Patentamt (EPA) oder der Weltorganisation für geistiges Eigentum. Zur Vermeidung von Doppelzählungen, wie sie zum Beispiel bei internationalen Folgeanmeldungen möglich wären, wird grundsätzlich eine Bereinigung auf Ebene von Patentfamilien vorgenommen. Da Patentanmeldungen einer 18-monatigen Offenlegungsfrist unterliegen, bildet 2018 das zum Auswertungszeitpunkt der vorliegenden Analyse aktuelle Jahr.

Im Anmeldermodul der IW-Patentdatenbank sind die Daten unter anderem aller rund 200.000 seit dem Jahr 1994 patentaktiven Erst- und aktuellen Anmelder (und damit Inhaber) aus Deutschland passgenau verarbeitet. Dabei kann zunächst zwischen natürlichen Personen sowie juristischen Personen mit und ohne Gewinnerzielungsabsicht differenziert werden. Die Patentanmeldungen der juristischen Personen mit Gewinnerzielungsabsicht wiederum sind trennscharf einzelnen Unternehmen beziehungsweise Tochtergesellschaften von Konzernen zugeordnet, gegebenenfalls inklusive Beherrschungsstruktur sowie Konzernverflechtung und Global Ultimate Owner. Für jedes Unternehmen beziehungsweise jede Tochtergesellschaft wurde darüber hinaus die passende Branche, konkret die passende Wirtschaftsabteilung gemäß der aktuellen Klassifikation der Wirtschaftszweige (Statistisches Bundesamt, 2010) verifiziert. Auf Basis dieser Branchenzuordnung wurde in Abschnitt 3.1 die Zuordnung der als klimarelevant ermittelten Patentanmeldungen auf die Wirtschaftsabschnitte vorgenommen.

Das Regionalmodul der IW-Patentdatenbank beinhaltet sämtliche in Deutschland seit dem Jahr 1994 verwendeten Postleitzahl-Ortskombinationen inklusive historischer sowie Postfachpostleitzahlen und erlaubt somit eine gemeindescharfe Zuordnung der Patentanmeldungen in der regionalen Dimension. Mittels dieses Moduls wurde in Abschnitt 4.2 eine Zuordnung der als klimarelevant ermittelten Patentanmeldungen auf die Kreise und kreisfreien Städte Nordrhein-Westfalens vorgenommen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll der Ursprung einer bestimmten Innovation bestimmt werden, sodass die Patentanalyse auf Basis der Erstanmelder und nicht der aktuellen Anmelder durchgeführt wurde. Da es sich bei Patenten und Patentanmeldungen um transferierbare intellektuelle Eigentumsrechte handelt, ist deren aktueller Inhaber nicht zwingend identisch mit demjenigen, der die Innovation hervorgebracht hat. Durch die Auswertung der Erstanmelder wird sichergestellt, dass solche Innovationen gemessen werden, die ihren Ursprung in der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie haben.

## 2.2 Konstruktion des NRW-Unternehmensfilters „Grundstoffindustrie – Energie – Netze“

Um eine erschöpfende Liste aller patentaktiven Unternehmen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie (vereinfachend für Grundstoffindustrie – Energie – Netze)<sup>1</sup> erstellen zu können, wurde im Rahmen eines Bottom-up-Prozesses aus dem Anmeldermodul der IW-Patentdatenbank eine Basisliste aller Unternehmen aus NRW gezogen, die in den Jahren 2010 bis 2018 patentaktiv waren, also mindestens eine Patentanmeldung hervorgebracht haben, bei der sie als Erstanmelder fungierten. Der Positivfilter „Grundstoffindustrie NRW“ wurde anhand des Branchenkriteriums „Grundstoffindustrie – Energie – Netze“ sowie bei Einzelfallprüfungen von „Kann“-Fällen ergänzend anhand des Kriteriums „energieintensiv“ erstellt. Von den rund 5.200 in den Jahren 2010 bis 2018 patentaktiven NRW-Unternehmen wurden folglich zunächst all jene eliminiert, die qua Branchenangabe nicht dem Kriterium „Grundstoffindustrie – Energie – Netze“ zuordenbar waren, beispielsweise alle Unternehmen aus den Bereichen Automobil- und Maschinenbau, Nahrungsmittelindustrie, Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe sowie sämtliche Dienstleistungsbranchen.

Anschließend wurden alle Unternehmen beziehungsweise Tochtergesellschaften eliminiert, die qua Branchenangabe als Hersteller von Endprodukten fungieren und womöglich zwar das Kriterium „energieintensiv“ erfüllen, nicht jedoch zeitgleich das Kriterium „Grundstoffindustrie – Energie – Netze“. Konkret betraf dieser Schritt die gesamten Branchen 24.2 (Herstellung von Stahlrohren, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungsstücken aus Stahl), 25.1 (Stahl- und Leichtmetallbau), 25.5 (Herstellung von Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen, gewalzten Ringen und pulvermetallurgischen Erzeugnissen) und 25.9 (Herstellung von sonstigen Metallwaren). Aufgenommen in die Positivliste wurden hingegen alle Unternehmen aus den Branchen 20.1 (Herstellung von chemischen Grundstoffen, Düngemitteln und Stickstoffverbindungen, Kunststoffen in Primärformen und synthetischem Kautschuk in Primärformen), 24.1 (Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen), 24.5 (Gießereien), 35.1 (Elektrizitätsversorgung), 35.2 (Gasversorgung) und 35.3 (Wärme- und Kälteversorgung).

In einem abschließenden Schritt wurden die verbleibenden Unternehmen aus den nicht sortenrein zuordenbaren Branchen einer Einzelfallprüfung unterzogen. Dies betraf insbesondere die Branchen 20.5 (Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen), 23.5 (Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips) und 23.6 (Herstellung von Erzeugnissen aus Beton, Zement und Gips) sowie Elektrotechnikunternehmen. Im Ergebnis der Einzelfallprüfung wurden einige Unternehmen der erstgenannten drei Branchen noch in die Positivliste aufgenommen, Unternehmen der Elektrotechnik hingegen nur in Einzelfällen.

<sup>11</sup> Die Studie erfolgt im Rahmen der Initiative IN4Climate.NRW, in der Akteure aus Industrie, Wissenschaft und Politik an wettbewerbsfähigen Lösungen für Klimaschutz in der Industrie arbeiten. Die Zusammensetzung der dort beteiligten Unternehmen (Grundstoffindustrie, Energieunternehmen und Netzbetreiber) bildete daher die Grundlage zur Definition des in diesem Papier verwendeten Unternehmensfilters.

Als Ergebnis des Unternehmensfilters „Grundstoffindustrie NRW“ konnten insgesamt 220 NRW-Unternehmen beziehungsweise NRW-Tochtergesellschaften von Konzernen ermittelt werden, die während des Analysezeitraums der Jahre 2010 bis 2018 patentaktiv waren, also in mindestens einer Patentanmeldung als Erstanmelder mit Sitz in NRW fungierten.<sup>2</sup> Die entsprechende Liste findet sich im Anhang der Studie.

### Unternehmensdefinition

*Unternehmen, deren Haupttätigkeit aus der Produktion und Fertigung relevanter Grundstoffe wie Chemikalien, Polymere sowie Verbundstoffe, Eisen und Stahl, NE-Metalle, Glas, Beton, Keramiken, Zement- und Baustoffe besteht und deren Geschäftsmodell nicht ausschließlich die weitere Verarbeitung dieser Produkte oder der Transport oder Vertrieb ist. Weiterhin berücksichtigt werden Unternehmen der Energie- und Gasversorgung und/oder Netzbetreiber.*

## 2.3 Patentanmeldungen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie

In einem nächsten Schritt wurde die Grundgesamtheit aller Patentanmeldungen der Jahre 2010 bis 2018 ermittelt, an denen mindestens ein Unternehmen aus dem Unternehmensfilter „Grundstoffindustrie NRW“ als Anmelder beteiligt war. Dies war bei rund 9.300 (familienbereinigten) Patentanmeldungen der Fall. Im Rahmen einer fraktionalen Berechnung wurden anschließend alle Anteile von Unternehmen eliminiert, die nicht im Unternehmensfilter „Grundstoffindustrie NRW“ aufgeführt waren, beispielsweise Ko-Anmelder aus dem Ausland oder einem anderen Bundesland oder auch nicht in der Grundstoffindustrie aktive NRW-Unternehmen. Die fraktional bereinigte Gesamtleistung der Jahre 2010 bis 2018 von Unternehmen aus dem Unternehmensfilter „Grundstoffindustrie NRW“ beläuft sich auf rund 8.190 (vollpatentäquivalente) Anmeldungen. Eine analoge fraktionale Berechnung erfolgt auch in Abschnitt 3.1 bei der Ermittlung der klimarelevanten Patentanmeldungen der NRW-Grundstoffindustrie.

## 2.4 Konstruktion des Klima-Relevanzfilters der Patentanmeldungen

Auf Basis der in den Patentanmeldungen beschriebenen Technologie wurde ergänzend ein zweistufiger Klima-Relevanzfilter entwickelt. Patentanmeldungen müssen per Definition deutliche Verbesserungen im Vergleich zum Stand der Technik beinhalten, um erfolgreich beschieden werden zu können. Insbesondere bei Prozesspatenten äußert sich diese Verbesserung in einer gesteigerten Ressourceneffizienz, also einer erhöhten Ausbeute bei gegebenem Ressourceneinsatz, oder einer Ressourceneinsparung bei gegebenem Output-Niveau. Bei einem Großteil der

<sup>2</sup> Für den Konzern der thyssenkrupp AG hatte dieses Vorgehen beispielsweise zur Folge, dass von seinen patentaktiven Tochtergesellschaften mit Patentaktivität in NRW die thyssenkrupp Elevator AG, thyssenkrupp Elevator Europe Africa GmbH, thyssenkrupp Elevator Europe Africa Services GmbH, ThyssenKrupp Aufzugswerke GmbH, thyssenkrupp Fahrtreppen GmbH, die ThyssenKrupp Federn und Stabilisatoren GmbH, die ThyssenKrupp Automotive Systems GmbH, ThyssenKrupp Uhde Engineering Services GmbH, thyssenkrupp Materials Services GmbH, thyssenkrupp Materials Trading GmbH und thyssenkrupp Schulte GmbH nicht in den Grundstoffindustriefilter aufgenommen wurden, die thyssenkrupp AG, ThyssenKrupp Steel Europe AG, thyssenkrupp Hohenlimburg GmbH sowie die Hüttenwerke Krupp Mannesmann Gesellschaft mit beschränkter Haftung hingegen sehr wohl.

obigen 9.300 Patentanmeldungen mit Beteiligung von Unternehmen aus der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie werden derartige Effizienzgewinne realisiert – etwa durch Auffangen und Rückführung oder Weiterverarbeitung von Nebenprodukten wie Abwärme, Asche oder Schlamm. All diese Patente beinhalten folglich auch positive Klimaaspekte. Und auch bei Patenten, die auf die Entwicklung neuer Produkte oder die Verbesserung der Produktqualität abzielen, ist ein derartiger positiver Klimaeffekt – ausgelöst durch eine gesteigerte Ressourceneffizienz – in der Regel gegeben. Ein neues Kompositmaterial mit verbesserter Beständigkeit gegen Witterungs- und andere Umwelteinflüsse muss seltener erneuert werden und spart in der Folge nicht nur Kosten sondern auch Ressourcen. Ein neuer Lack, der qualitätsneutral umweltbelastende durch umweltschonende Inhaltsstoffe (letztere im Idealfall aus nachwachsenden Rohstoffen) substituiert, entfaltet eine verbesserte Umweltwirkung. Ein neues Leichtbaumaterial ermöglicht Gewichtseinsparungen etwa bei Fahrzeugen, dadurch Einsparungen beim Verbrauch und steigert in der Folge die Energieeffizienz. Auch werden im Rahmen der grundstoffindustriellen Produktion bei der Weiterverarbeitung von Rohmaterialien oft in relevantem Ausmaß Abfallstoffe freigesetzt und in wohl sämtlichen Prozessen dieser Art sind inzwischen zahlreiche Bypassleitungen integriert, über welche schadstoffbelastete Abgase/Abwärme oder Abwasser abgezweigt, gereinigt und oft sogar dem Prozess zurückgeführt werden.

Diese Tatsachen hatten wichtige Implikationen für das Design der vorliegenden Patentanalyse. Pointiert formuliert hätte die Herausforderung für den Großteil der untersuchten Patentanmeldungen eher darin bestanden zu begründen, warum durch sie **keine** positive Klimawirkung entfaltet wird. Würde auch jede Patentanmeldung als klimarelevant gezählt, die eine positive Wirkung in puncto Produktions- oder Ressourceneffizienz entfaltet, läge der Anteil klimarelevanter an allen Patentanmeldungen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie bei geschätzt rund 70 Prozent. Zwecks Abwendung der Gefahr einer gewissen Beliebigkeit wurde daher eine Definition klimarelevanter Patentanmeldungen im engeren Sinne entwickelt. Entscheidend für diese Definition ist, dass die positive Klimawirkung den Kern und nicht eine bloße Begleiterscheinung der zu patentierenden Innovation darstellt.

Im Rahmen einer intensiven technologischen Sichtung einer repräsentativen Stichprobe von rund 500 Patentanmeldungen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie wurde ein entsprechender Katalog mit Positivkriterien entwickelt. Beispiele für eine positive Klimawirkung im engeren Sinne sind Windkraftanlagen und deren Komponenten, Ladestationen für Elektrofahrzeuge sowie die zugehörigen Batterien/-stacks und deren Gehäuse, Wertstoff-Recyclinganlagen und deren Komponenten, Photovoltaikanlagen und deren Komponenten, (Zwischen-)Speicher, Verfahren zur Aufbereitung von Rückständen, Bereitstellung von Regenerativwärme, Blockheizkraftwerke, explizite Schadstofffilter sowie Polyurethane, die zur Wärmedämmung von Gebäuden eingesetzt werden. Weitere Beispiele sind thermisch lösbare Reaktivklebstoffe, da das für sie charakteristische De-Bonding on Demand überhaupt erst das Recycling vieler adhäsiv verbundener Komponenten (sei es im Auto oder in Elektrogeräten) ermöglicht, sowie elektronische

Haushaltszähler für das Messen von Energiemengen (Strom, Gas), da diese nicht nur klimapolitisch gefordert und gefördert werden, sondern die Haushalte maßgeblich dabei unterstützen, ein energiesparendes Verbrauchsverhalten zu realisieren. Auch Messgeräte zum expliziten Messen umweltrelevanter Größen (z. B. Luftqualität) wurden berücksichtigt.

Uneinheitlich und damit notwendigerweise einzelfallbasiert fiel hingegen die Bewertung von Innovationen aus dem Bereich Wasserstoff aus, der als Element insbesondere in einem Großteil aller Patentanmeldungen der chemischen Grundstoffindustrie Anwendung findet. In der Regel wurde Wasserstoff daher lediglich in seiner expliziten Verwendungsform im Kontext von Brennstoffzellen als positiv klimarelevant gezählt, nicht jedoch in seiner Funktion als Brenngas bei Verarbeitungsprozessen oder als Element chemischer Reaktionen jenseits des Brennstoffzellenkontextes. Silizium und seine Vorprodukte wurden nur dann berücksichtigt, wenn sie laut Beschreibung der Innovation möglichst exklusiv und nicht bloß optional im Photovoltaik-Kontext Verwendung finden („Solar-Silizium“).

Ein Herbizid muss und soll phytotoxisch wirken, das heißt, es entfaltet eine auf zu bekämpfende Pflanzen zielende Wirkung. Analoges gilt für Insektizide, Fungizide, etc. Bei neuen Patentanmeldungen aus diesem Bereich ist in der Regel eine (Weiter-)Entwicklung derart zu beobachten, die Toxizität auf ein geringeres Maß und ihre Wirkung noch selektiver auf die zu bekämpfenden Organismen zu reduzieren. Derartige Grenzfälle mussten im Rahmen von Einzelfallentscheidungen kategorisiert werden. Von den Prozesspatenten der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie wurden jedoch in der Regel nur solche als klimarelevant im engeren Sinne berücksichtigt, bei denen als Kern der Innovation eine Substitution von nicht nachwachsenden beziehungsweise umweltbelastenden Inputfaktoren durch nachwachsende beziehungsweise umweltschonendere Pendanten erfolgte. In diesen Fällen dürfte oft weniger eine Effizienzsteigerung als vielmehr die Erfüllung von Umweltauflagen der Impetus für die hinter der Patentanmeldung stehende Forschung und Entwicklung (F&E) gewesen sein.

Keine Berücksichtigung bei der Ermittlung klimarelevanter Patentanmeldungen im engeren Sinne fanden hingegen reine Verbesserungen der Produkt-/Materialeigenschaften (glattere Oberfläche, langanhaltendere Farben, bessere Wasserabweisung, höhere Viskosität, geringere Beimischung von Fremdkörpern, höhere Lagerstabilität, Einsetzbarkeit in einem breiteren Temperaturspektrum, höhere Füllstände in Produktverpackungen, verbesserte Versprühbarkeit, Erhöhung der Kratzfestigkeit von Oberflächen, Erhöhung der Verschleißfestigkeit, Reduzierung unerwünschter Gerüche, etc.). Ebenso wenig wurden die Bereiche der Filtration nicht unmittelbar umweltrelevanter Substanzen im Rahmen des Produktionsprozesses, des konstruktiven Leichtbaus und der Verbundwerkstoffe, des Brandschutzes oder der Steigerung der reinen Produktions- oder Ressourceneffizienz in den Kriterienkatalog der Klimarelevanz im engeren Sinne aufgenommen.

Als ergänzender Schritt wurde ebenfalls auf Basis der oben beschriebenen Sichtung der 500er-Stichprobe eine englisch- und deutschsprachige Liste mit 106 potenziell klimarelevanten Schlagworten konstruiert, denen in puncto Klimaspezifität jeweils ergänzend die Attribute stark, mittel und schwach zugewiesen wurden.<sup>3</sup> „Hydrogen“ und „Kohlenstoff“ wurden beispielsweise der schwachen Kategorie zugeordnet, „Schadstoff“ und „Wind\*“ der mittleren sowie „Elektrofah\*“ und „Carbon cap\*“ der starken Kategorie. Dies erfolgte zum einen, um die Beurteilung der Klimarelevanz der Patentanmeldungen selbst unterstützend vorzustrukturieren und zum anderen, um die letztlich als klimarelevant befundenen Patentanmeldungen technologischen Aggregaten zuordnen zu können (siehe Abbildung 4-6). Die Vorstrukturierung erfolgte auf Basis einer automatisierten Suche der potenziell klimarelevanten Schlagworte in den Volltexten der Patentanmeldungen. Jene rund 2.400 Patentanmeldungen, deren Volltext keinen einzigen Schlagworttreffer hervorbrachte, wurden ohne weiteres Ansehen als nicht klimarelevant kategorisiert. Bei jenen rund 800 Patentanmeldungen, die eine hohe Anzahl überdurchschnittlich starker Schlagworttreffer erzielten, wurde zunächst nur der Titel der Patentanmeldung kontrolliert, auf dessen Basis bereits die Klimarelevanz im engeren Sinne konstatiert werden konnte. Für alle übrigen Patentanmeldungen musste eine erweiterte Kontrolle auf Basis der Titel und der Beschreibungstexte der Patentanmeldungen vorgenommen werden.

---

<sup>3</sup>Einige ausgewählte Beispiele aus der nicht case-sensitiven Liste an Schlagworten lauten Carbon Capt\*, Wasserkraft, Wasserstoff, Power\*to, Biomasse, Schadstoff, Zirkulär, Biogas, Ökodesign, Biomethan, Zurückgewin\*, E-Fuels, Stromspeicher, Kraft-Wär\*, Stromnetz, Wärmeisolierung, Recyc\*, Stromleitung, Rezyk\*, Batterie, Abfallver\*, Photovol\*, Abwasser, Elektrofah\*, Umwel\* sowie Fotovol\*, wobei „\*“ jeweils als beliebiger Platzhalter fungiert.

### 3 Gesamte Patentanmeldungen der nordrhein-westfälischen Grundstoffindustrie

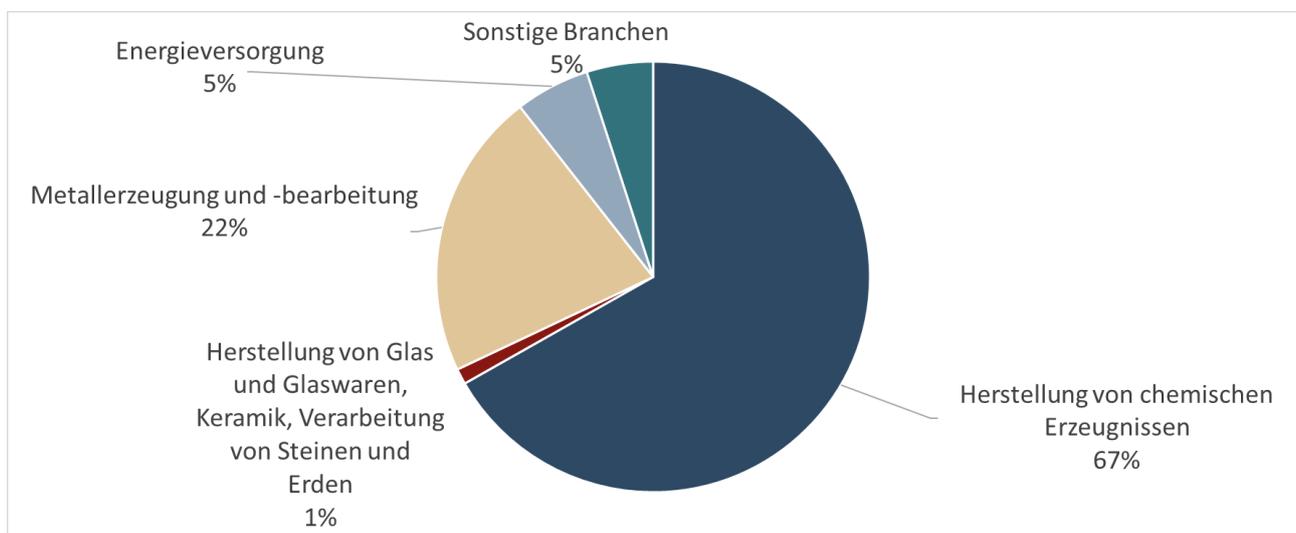
#### 3.1 Anmeldungen nach Branchen und Unternehmen

Im ersten Schritt wurden sämtliche klimarelevanten als auch nicht-klimarelevanten Patentanmeldungen, die die in Abschnitt 2.2 und 2.3 erläuterten Definitionen für Unternehmen der Gruppe „Grundstoffindustrie – Energie – Netze“ erfüllten, für den Zeitraum 2010 bis 2018 ermittelt. Dabei konnten insgesamt 8.193 (vollpatentäquivalente) Patentanmeldungen von 220 Unternehmen identifiziert werden, die sich in einer Konzern- und Beherrschungsperspektive auf 169 Global Ultimate Owner konzentrieren. Damit hatten die untersuchten Unternehmen im betrachteten Zeitraum einen Anteil von knapp 12 Prozent an den gesamten Patentanmeldungen in Nordrhein-Westfalen beziehungsweise 2 Prozent an den Anmeldungen in Deutschland.

Eine Aufschlüsselung der Patentanmeldung nach Branchen (siehe Abbildung 3-1) zeigt die unterschiedlich starken Patentaktivitäten der einzelnen Branchen. So entfallen knapp zwei Drittel der gesamten Patentanmeldungen im betrachteten Zeitraum auf die Herstellung von chemischen Erzeugnissen. Mit der Evonik Operations GmbH (17 Prozent der Gesamtpatente) und der Covestro Deutschland AG (12,4 Prozent) gehören außerdem zwei Vertreter der Chemieindustrie zu den Unternehmen mit den meisten Anmeldungen. Mit deutlichem Abstand finden sich auf dem zweiten Platz Patentanmeldungen aus der Metallherzeugung und -bearbeitung (22 Prozent). Energieversorgung (6 Prozent), sonstige Branchen (5 Prozent) und die Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (1 Prozent) komplementieren die Branchenaufteilung.

#### Abbildung 3-1: Patentanmeldungen nach Branchen

Patentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ der Jahre 2010 bis 2018; Kodierung nach Branchen gemäß WZ 2008



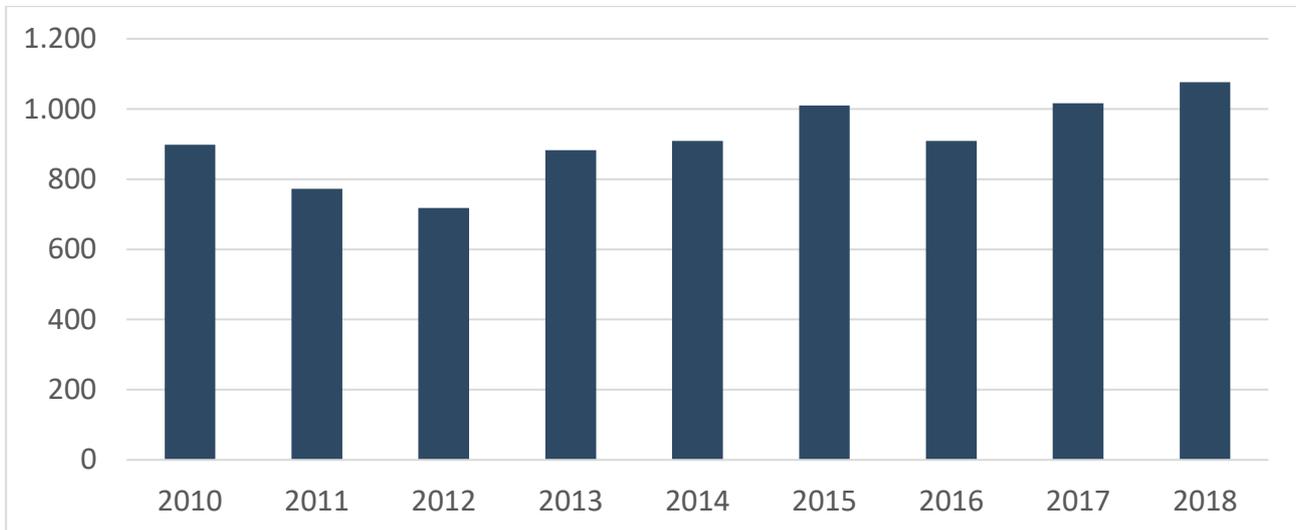
Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

### 3.2 Entwicklung der Patentanmeldungen seit 2010

Insgesamt kann über den betrachteten Zeitraum von 2010 bis 2018 ein Anstieg der Patentanmeldungen von knapp 20 Prozent beobachtet werden (siehe Abbildung 3-2). Dabei zeigt sich nach 2010 zunächst ein Rückgang der Patentanmeldungen, möglicherweise als Folge von Einsparungen in den F&E-Budgets der Unternehmen im Zuge der Weltwirtschaftskrise von 2008/2009. In den Folgejahren steigen die Innovationstätigkeiten der Unternehmen über das Vorkrisenniveau, wobei das Jahr 2018 mit fast 1.100 Anmeldungen den Höchstwert im untersuchten Zeitraum markiert.

#### Abbildung 3-2: Patentanmeldungen nach Jahren

Anzahl Patentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ der Jahre 2010 bis 2018

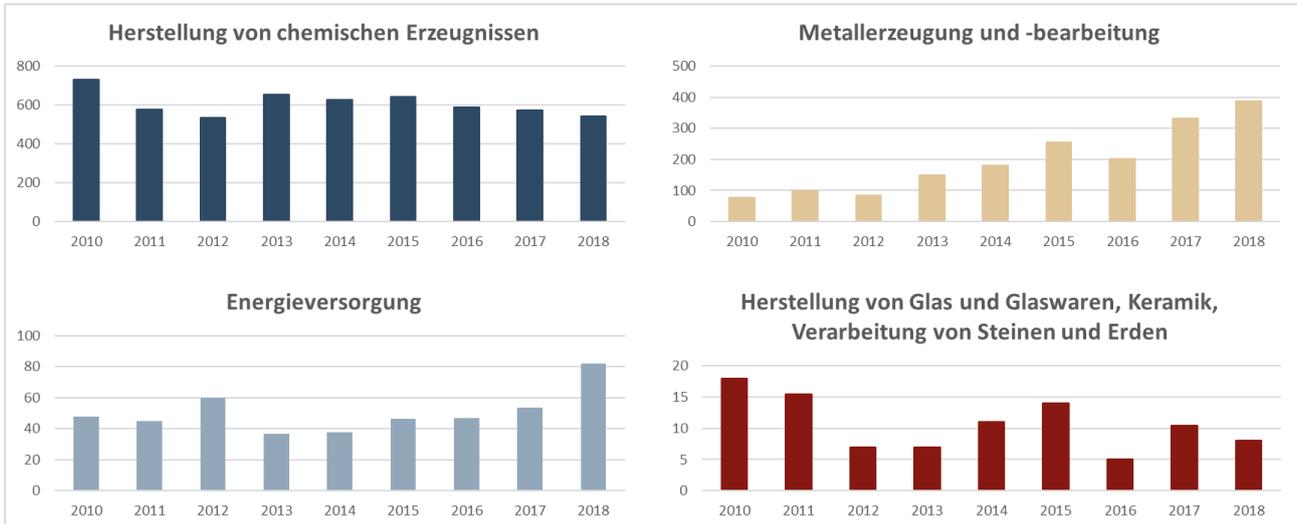


Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

Der zu beobachtende Rückgang in den Jahren 2011 und 2012 lässt sich vor allem auf eine verringerte Patentaktivität der Chemieindustrie zurückführen. Ohnehin zeigen sich in den jährlichen Entwicklungen der einzelnen Branchen teils deutliche Unterschiede. So stiegen die Patentanmeldungen der Metallerzeugung und -bearbeitung von 2010 auf 2018 um knapp 400 Prozent. Anmeldungen von Unternehmen der Energieversorgung verzeichneten mit 71 Prozent ebenfalls einen deutlichen Zuwachs, auch wenn die absoluten Patentanmeldungen hier wie in Abbildung 3-1 gezeigt deutlich geringer ausfallen als bei der Metall- und Chemieindustrie. Die chemische Industrie verzeichnet im betrachteten Zeitraum einen Rückgang der Patentanmeldungen von knapp 26 Prozent. Zurückzuführen ist dies zum Großteil auf die hohe Patentaktivität im Ausgangsjahr 2010, die in den beiden Folgejahren deutlich abfiel und seitdem auf nahezu konstantem Niveau verharrt. Patentanmeldungen aus der Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden, in absoluten Zahlen deutlich geringer als die anderen drei Branchen, nahmen geringfügig ab.

### Abbildung 3-3: Patentanmeldungen nach Branchen und Jahren

Anzahl Patentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ der Jahre 2010 bis 2018; Kodierung nach Branchen gemäß WZ 2008. Hinweis: Die Achsenskalierung ist zur besseren Veranschaulichung der jeweiligen Branchentrends nicht einheitlich dimensioniert.



Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

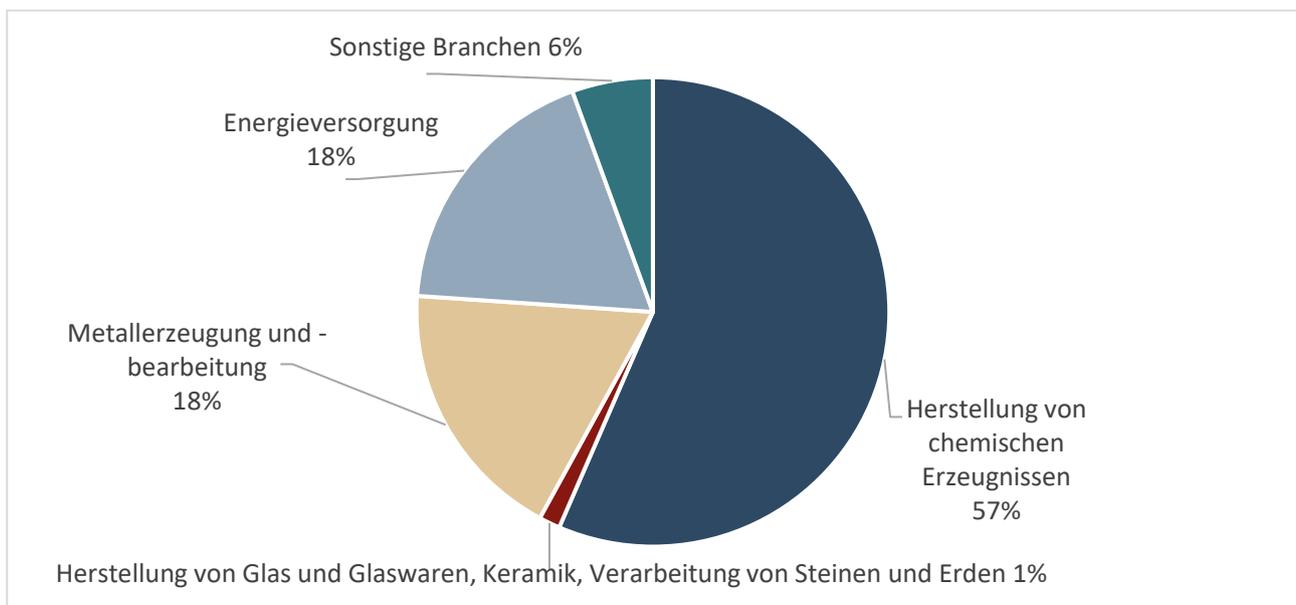
## 4 Klimaschutzpatentanmeldungen

### 4.1 Anmeldungen nach Branchen und Unternehmen

Anhand der in Abschnitt 2.4 dargelegten Methodik wurden im nächsten Schritt die klimarelevanten Patentanmeldungen der NRW-Unternehmen ermittelt. Von den insgesamt 8.193 vollpatentäquivalenten Patentanmeldungen im Zeitraum 2010 bis 2018, konnten 16,4 Prozent als Klimaschutzpatente (sprich „grün“) identifiziert werden. Die Aufteilung nach Branchen (siehe Abbildung 4-1) bestätigt die bereits in Kapitel 3 beschriebene hohe Innovationskraft der Chemieindustrie, zeigt aber auch die – im Vergleich zu den gesamten Patentanmeldungen – überdurchschnittliche Relevanz der Energiebranche bei Klimaschutzinnovationen.

#### Abbildung 4-1: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Branchen

Klimaschutzpatentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ der Jahre 2010 bis 2018; Kodierung nach Branchen gemäß WZ 2008



Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

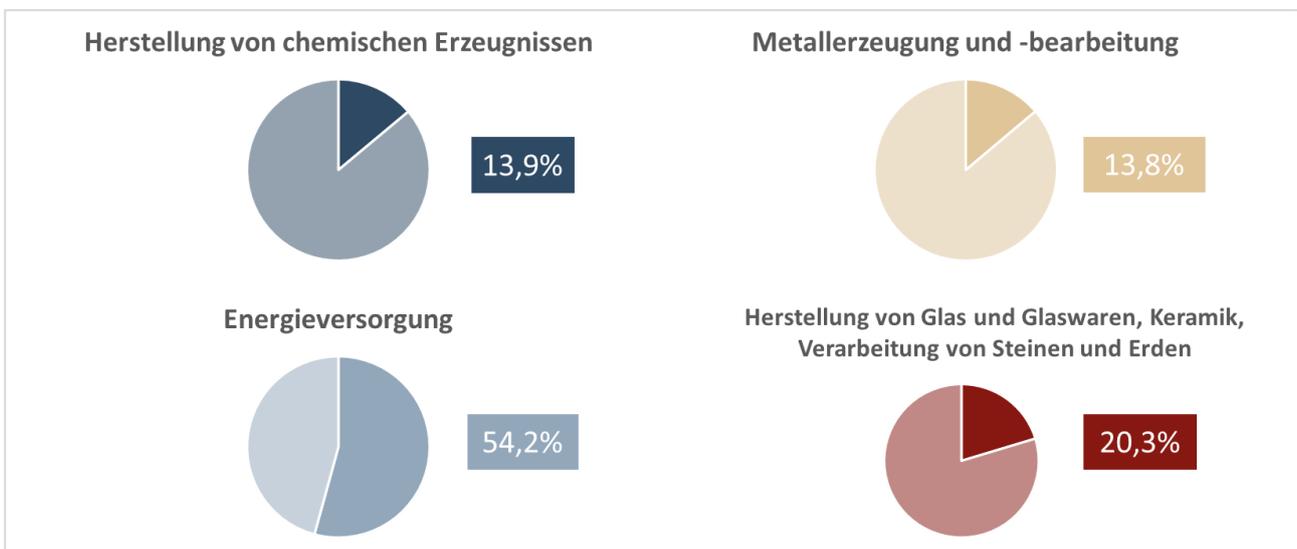
Auf Unternehmensebene zeigt sich insbesondere bei den Großunternehmen eine starke Innovationstätigkeit. So kommen die Top-3 Anmelder: Evonik Operations GmbH (23 Prozent), innogy SE (11 Prozent) und Covestro Deutschland AG (10 Prozent), zusammen auf 44 Prozent aller Patentanmeldungen mit Klimaschutzbezug. Auf den Plätzen vier und fünf folgen die Thyssenkrupp AG (9 Prozent) und die Bayer CropScience Aktiengesellschaft (8 Prozent). Betrachtet man die Top-Anmelder auf Konzernebene (Global Ultimate Owner), das heißt unter Berücksichtigung sämtlicher Tochtergesellschaften, verstärkt sich dieser Effekt nochmals und die Top-5 Konzerne repräsentieren einen Anteil von 70 Prozent an den gesamten Klimaschutzpatentanmeldungen.<sup>4</sup> In Summe haben 62 der insgesamt 169 patentaktiven Konzerne im betrachteten Zeitraum mindestens ein Klimaschutzpatent angemeldet, dies entspricht einem Anteil von 37 Prozent.

<sup>4</sup> Top-5 Konzerne: Evonik 26%, innogy/Eon 13%, thyssenkrupp 12%, Covestro 10%, Bayer/Currenta 8%

Die Bedeutung grüner Patente in den einzelnen Branchen variiert teils stark, wie Abbildung 4-2 verdeutlicht. Während in den beiden größten Anmeldebranchen (Chemie und Metall) über den gesamten Zeitraum jeweils etwa 14 Prozent der gesamten Patente als klimaschutzrelevant identifiziert wurden, wies bei Unternehmen der Energieversorgung mehr als jedes zweite Patent einen Klimaschutzbezug auf. Im Trend wurden die Patente der Energiebranche in den vergangenen Jahren zudem immer grüner, während der Anteil in der Metall- und Chemieindustrie zurückging, beziehungsweise konstant blieb. Neben der hohen Aufmerksamkeit für klimafreundliche Technologien im Energiesektor, lassen sich die unterschiedlichen Trends auch aufgrund des angewandten strengen Messkonzepts erklären, konkret der Klimarelevanz im engeren Sinne, welche den Klimabezug als zentralen Aspekt der untersuchten Innovation verlangt. So konnten grüne Patentanmeldungen im Energiesektor, beispielsweise zu Windkraftanlagen, per Definition eindeutiger als klimaschutzrelevant im engeren Sinne identifiziert werden als beispielsweise eine neue Chemikalie, deren späterer Einsatz in den Veröffentlichungsschriften nicht immer klar ersichtlich ist.

### Abbildung 4-2: Anteil von Klimaschutzpatentanmeldungen je Branche

Anteil Klimaschutzpatentanmeldungen an allen Patentanmeldungen der Jahre 2010 bis 2018 von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“; Kodierung nach Branchen gemäß WZ 2008



Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

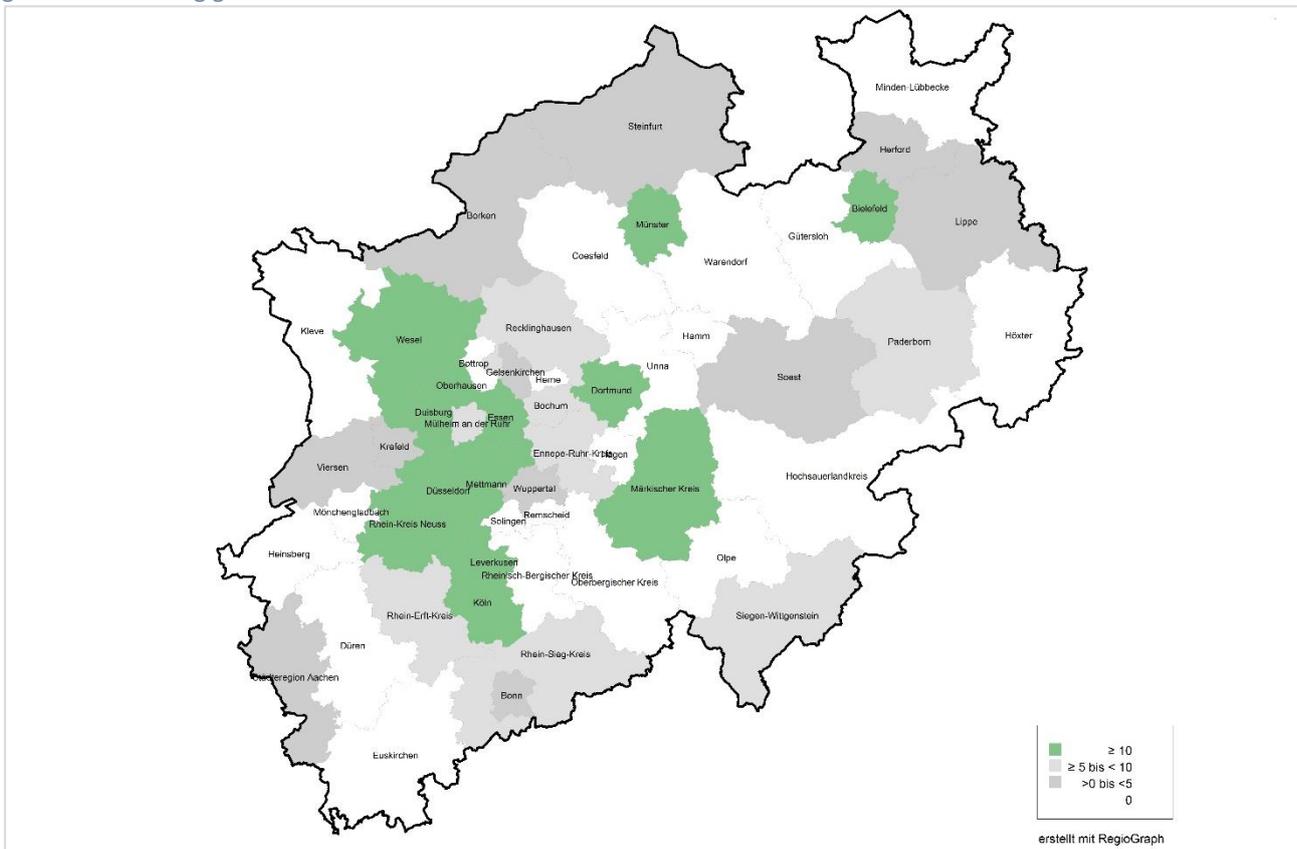
### 4.2 Anmeldungen nach Kreisen und kreisfreien Städten

Der folgende Abschnitt zeigt die kumulierten klimarelevanten Patentanmeldungen der NRW-Unternehmen der Jahre 2010 bis 2018 nach Kreisen und kreisfreien Städten (Abbildung 4-3). Insgesamt 10 NRW-Kreise, die separat in Tabelle 4-1 ausgewiesen werden, haben im Betrachtungszeitraum mindestens 10 klimarelevante Patentanmeldungen hervorgebracht. Diese 10 patentstärksten Kreise vereinen rund 92 Prozent der klimarelevanten Patentanmeldungen auf sich und sind in erster Linie in der Rheinschiene und im Ruhrgebiet zu finden. Allen voran Essen und Leverkusen stechen als Hochburgen der klimarelevanten Forschung und Entwicklung hervor.

Wie nicht anders zu erwarten stehen hinter diesen Patentanmeldern insbesondere die in diesen beiden Städten angesiedelten forschungsstarken Konzernzentralen großer Industriekonzerne. Aber auch in anderen Kreisen finden sich entsprechende Positivbeispiele. In Bielefeld etwa macht sich die unternehmerische Forschungs- und Entwicklungsleistung zu Dämmstoffen positiv bemerkbar, in Köln die chemische Forschung. Am anderen Ende der Skala haben jedoch 21 der 53 NRW-Kreise (in der Karte weiß eingefärbt) im Betrachtungszeitraum (noch) keine einzige klimarelevante Patentanmeldung im engeren Sinne hervorgebracht.

### Abbildung 4-3: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Kreisen und kreisfreien Städten

Klimaschutzpatentanmeldungen der Jahre 2010 bis 2018 von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“, regionale Zuordnung gemäß Anmeldersitz



Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

### Tabelle 4-1: Top-10 Kreise und kreisfreie Städte Klimaschutzpatentanmeldungen

Klimaschutzpatentanmeldungen der Jahre 2010 bis 2018 von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“, regionale Zuordnung gemäß Anmeldersitz

Kreis	Klimaschutzpatentanmeldungen
Essen	710,4
Leverkusen	159,5
Mettmann	108,0
Düsseldorf	65,8
Duisburg	54,7
Köln	40,5
Bielefeld	39,0
Rhein-Kreis Neuss	25,5
Münster	18,5
Märkischer Kreis	14,5

Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

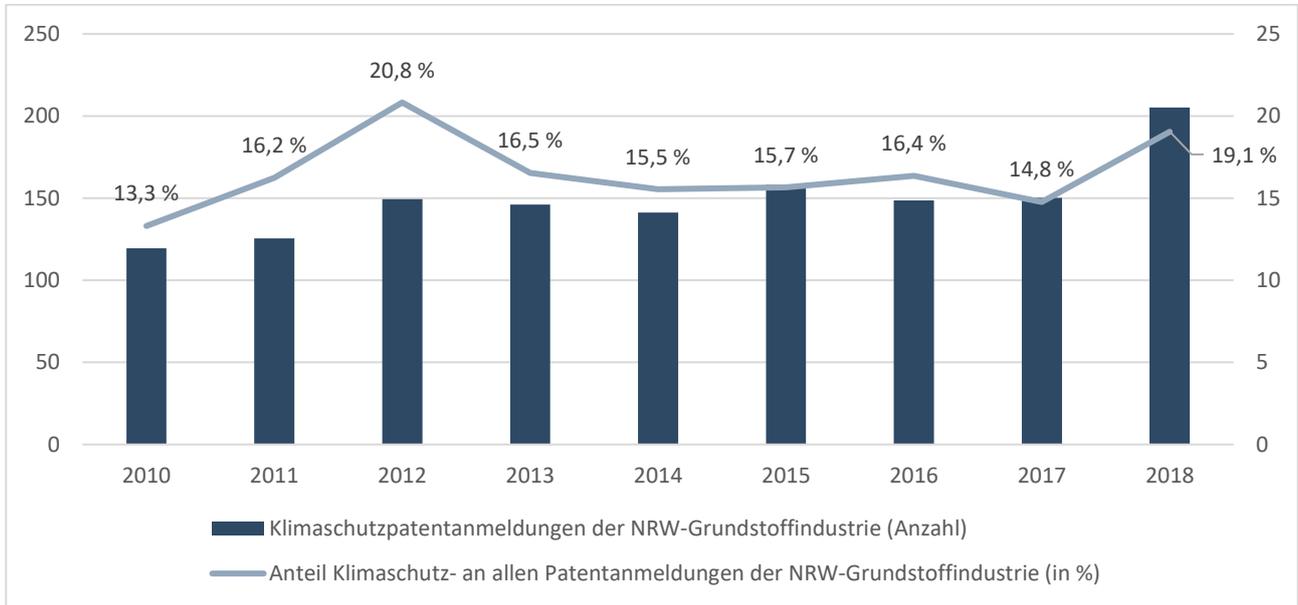
#### 4.3 Entwicklung der Klimaschutzpatentanmeldungen seit 2010

Die Auswertung der Klimaschutzpatentanmeldungen für die Jahre 2010 bis 2018 (Abbildung 4-4) zeigt einen deutlichen Anstieg in der Anzahl grüner Patentanmeldungen. Von einem vergleichsweise niedrigen Niveau im Ausgangsjahr 2010, stiegen die Patentanmeldungen in den nachfolgenden zwei Jahren zunächst um knapp 25 Prozent. Während in diesem Zeitraum bei den gesamten Patentanmeldungen (Abbildung 3-2) sogar ein temporärer Rückgang der Innovationstätigkeit festzustellen war, zeigt sich dieser Effekt nicht bei Klimaschutzpatenten. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass mögliche Einschnitte in den F&E-Budgets einiger Unternehmen während der Krise 2008/2009, offenbar nicht zu Lasten grüner Technologien erfolgten. Als Folge stieg der relative Anteil grüner Patente an den Gesamtpatenten, wodurch im Jahr 2012 jedes fünfte Patent im Bereich des Klimaschutzes angemeldet wurde.

In den Folgejahren stagnierte die Anzahl der Klimaschutzpatentanmeldungen, bis sie von 2017 auf 2018 sprunghaft um mehr als ein Drittel anstieg. Hinter diesem Zuwachs stehen vor allem vermehrte Patentaktivitäten der Innogy SE, thyssenkrupp AG sowie Covestro Deutschland AG. Inwieweit dieser hohe Wert im Jahr 2018 eine Ausnahme darstellt oder den Trend einer wachsenden Bedeutung des Themas Klimaschutz bei den Unternehmen abbildet, kann erst nach weiteren Analysen der nachfolgenden Jahre mit Sicherheit bestimmt werden. Wie bereits erläutert bildet 2018 in Folge der 18-monatigen Offenlegungsfrist von Patentanmeldungen das zum Auswertungszeitpunkt der vorliegenden Analyse aktuelle Jahr.

### Abbildung 4-4: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Jahren

Klimaschutzpatentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“; Absolut (Anzahl) und anteilig an allen Patentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“

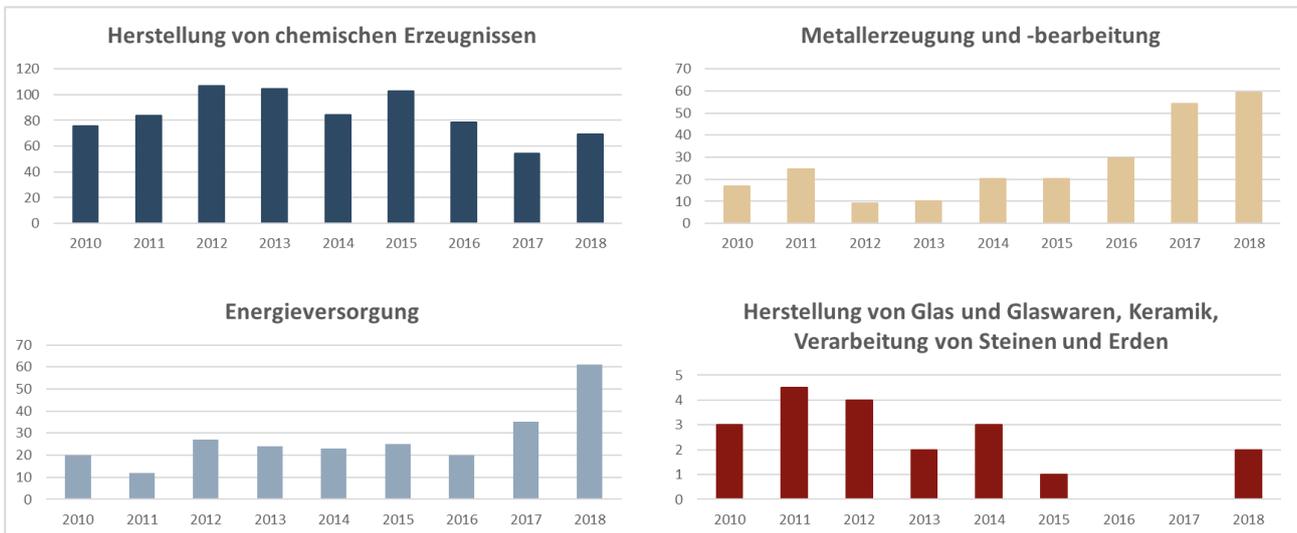


Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

Während der unterschiedlich hohe Anteil grüner Patente in den einzelnen Branchen bereits in Abschnitt 4.1 erläutert wurde, zeigen sich auch in den zeitlichen Trends Abweichungen zwischen den Branchen. In der Herstellung von chemischen Erzeugnissen bewegt sich das Niveau im Jahr 2018 beispielsweise etwa auf Höhe des Ausgangsjahres 2010, wobei zwischenzeitlich ein deutlicher Aufwärtstrend bei den Klimaschutzpatentanmeldungen zu erkennen war, der erst nach 2015 dem generellen Rückgang der Patentanmeldungen in der Chemieindustrie folgte (Abbildung 3-3). In der Metallerzeugung und -bearbeitung folgt der Zuwachs bei den Klimaschutzpatentanmeldungen dem allgemeinen Branchentrend und steigerte sich, insbesondere in den Jahren 2017 und 2018, deutlich. Unternehmen der Energiebranche sorgten mit ihren grünen Patentanmeldungen insbesondere im Jahr 2018 für einen positiven Trend und damit für eine Verdreifachung der Anmeldungen gegenüber 2010. Die Klimaschutzpatentanmeldungen der Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden lassen aufgrund der niedrigen absoluten Anmeldungen keine verlässliche Interpretation der Jahreszahlen zu.

### Abbildung 4-5: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Branchen und Jahren

Anzahl Klimaschutzpatentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ der Jahre 2010 bis 2018; Kodierung nach Branchen gemäß WZ 2008. Hinweis: Die Achsenskalierung ist zur besseren Veranschaulichung der jeweiligen Branchentrends nicht einheitlich dimensioniert.



Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

### 4.4 Klimaschutzrelevante technologische Entwicklungstrends

Gemäß der in Kapitel 2.4 vorgestellten Methodik, wurden die als klimaschutzrelevant identifizierten Patentanmeldungen im nächsten Schritt hinsichtlich technologischer Entwicklungstrends untersucht. Mit 389 Anmeldungen entfallen dabei knapp 30 Prozent der patentierten Innovationen auf Technologien der Gruppe *Erneuerbare Energien*, zu denen beispielsweise Patente zur Herstellung von Parabolrinnenkollektoren für solarthermische Kraftwerke (Veröffentlichungsnummer (VN): EP2637845) oder Innovationen zur Offshore-Fundamenten (VN: EP2672016) gehören. Jeweils knapp ein Fünftel der Anmeldungen kann den Technologiefeldern *Effizienz/Wärme* sowie *Umwelt* zugeordnet werden. Konkret wurden dabei zum Beispiel Wärmedämmsysteme für Gebäude (VN: EP2504501) oder umweltfreundliche Kunststoffschäume auf Basis von CO<sub>2</sub> patentiert (VN: EP3250620). Innovationen im Bereich *Wasserstoff*, wie beispielsweise eine Sauerstoffverzehrelektrode zum Einsatz bei der Elektrolyse oder Brennstoffzellentechnik (VN: EP2444525), kommen auf 12,4 Prozent. Erfindungen zum Thema *Kreislaufwirtschaft*, wie ein Verfahren zur Gewinnung von phosphorhaltigen Verbindungen aus Klärschlamm (VN: EP2792949), stehen für 11,6 Prozent der grünen Patentanmeldungen. Innovationen zur *E-Mobilität* verzeichnen einen Anteil von 6 Prozent an den Klimaschutzpatenten und beinhalten zum Beispiel eine Folie zur Herstellung von Lithium-Ionen-Akkus (VN: EP3714077).

### Abbildung 4-6: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Technologiebereichen

Anteil definierter Technologiebereiche an allen Klimaschutzpatentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ der Jahre 2010 bis 2018 in Prozent

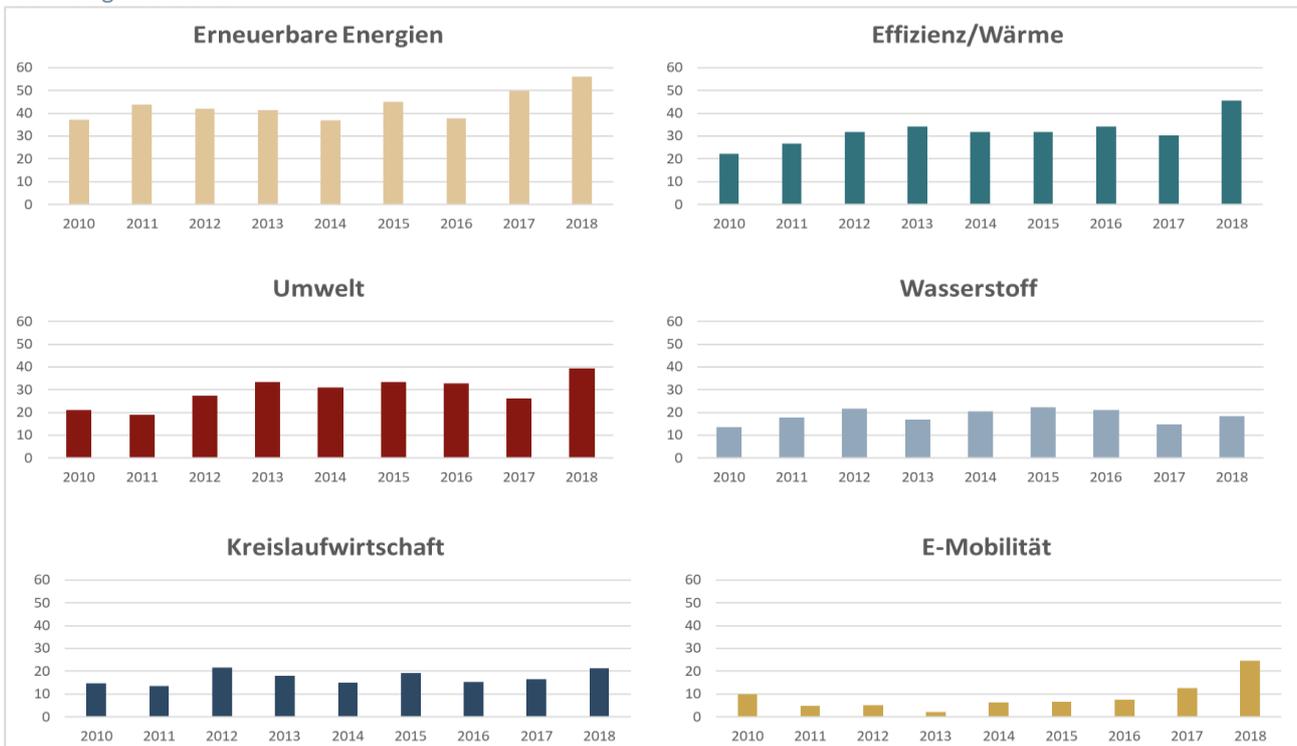


Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

Wie Abbildung 4-7 zeigt, verzeichnen alle Technologiegruppen im Jahr 2018 gegenüber dem Ausgangsjahr einen deutlichen Zuwachs, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.

### Abbildung 4-7: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Technologiebereichen und Jahren

Anzahl Klimaschutzpatentanmeldungen von Unternehmen des Filters „Grundstoffindustrie NRW“ nach definierten Technologiebereichen



Quelle: Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank, eigene Darstellung

Patentanmeldungen in der Gruppe *Erneuerbare Energien* stiegen um mehr als 50 Prozent, solche zu *Effizienz/Wärme* verdoppelten sich sogar, wobei dies ausschließlich einem besonders hohen Wert im Jahr 2018 zu verdanken ist. Gleiches gilt für den Bereich *Umwelt*, in dem bis 2017 eher eine Stagnation der Anmeldungen beobachtet werden konnte. Aufgrund eines recht niedrigen Ausgangswertes kommt es auch in der Klasse *Wasserstoff* zu einem Anstieg von 35 Prozent, der Wert schwankt hier allerdings über die Jahre hinweg, sodass kein klarer Trend zu erkennen ist. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der *Kreislaufwirtschaft*, wobei eine Interpretation der Entwicklung aufgrund der niedrigen Anzahl an jährlichen Anmeldungen von 15 bis 20 nicht sinnvoll erscheint. Eine niedrige Grundgesamtheit lässt auch bei der *E-Mobilität* keine verlässlichen Rückschlüsse zu, trotzdem deutet sich seit 2016 ein dynamischer Aufwärtstrend an, dessen Fortsetzung insbesondere vor dem Hintergrund der steigenden gesellschaftlichen Bedeutung klimafreundlicher Transportoptionen und dem Strukturwandel in der deutschen Automobilindustrie von hohem Interesse ist. Eine ausführliche Analyse des Innovationswandels in der deutschen Kfz-Industrie erfolgt im diesjährigen Trendreport von Kohlisch et al. (2021), in dem auf Basis der IW-Patentdatenbank die Patentleistung des elektrifizierten Antriebsstrangs bestimmt wird.

## 5 Fazit

Die klimaneutrale Transformation der Wirtschaft stellt die energie- und emissionsintensive Grundstoffindustrie in Nordrhein-Westfalen vor enorme Herausforderungen. Gleichzeitig bieten sich in der Herstellung grüner Produkte sowie bei der Entwicklung grüner Produktionsprozesse vielversprechende Potenziale, die NRW zum Industriestandort der Zukunft verwandeln können. Auf dem Weg dorthin kommt es mehr denn je auf den Ideenreichtum und die Innovationsfähigkeit der ansässigen Unternehmen an. Um diesen Innovationswandel wissenschaftlich zu erfassen, wurde im Rahmen dieser Studie eine Analyse der Patentaktivitäten mit der IW-Patentdatenbank durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Analyse klimarelevanter Patentanmeldungen. Da Patente per Definition bereits eine Weiterentwicklung des Status Quo anstreben und folglich ein Großteil der gesamten Patente im weitesten Sinne den Pfad zur Klimaneutralität unterstützt, wurde in dieser Studie zur Vermeidung einer gewissen Beliebigkeit eine Definition klimarelevanter Patentanmeldungen im engeren Sinne entwickelt. Entscheidend für diese Definition war, dass die positive Klimawirkung den Kern und nicht eine bloße Begleiterscheinung der zu patentierenden Innovation darstellt.

Insgesamt konnten für den Zeitraum 2010 bis 2018 etwa 8.200 (sowohl klimarelevante als auch nicht-klimarelevante) Patentanmeldungen von 220 Unternehmen der Grundstoffindustrie, Energie und Netze identifiziert werden. Dies entspricht 12 Prozent der gesamten Patentanmeldungen in Nordrhein-Westfalen beziehungsweise 2 Prozent in Deutschland. Von dieser Grundgesamtheit erfüllten 16,4 Prozent das Kriterium „klimarelevant im engeren Sinne“ und können damit als grüne Innovationen bezeichnet werden. Über den betrachteten Zeitraum lässt sich bei den gesamten Patentanmeldungen dank vermehrter Patentaktivität in der Metall- und Energieindustrie ein leichter Anstieg verzeichnen. Klimarelevante Patentanmeldungen folgen diesem positiven Trend bis 2017 und steigen im Folgejahr sprunghaft um knapp 37 Prozent an. Inwieweit dieses Jahr eine Ausnahme darstellt oder den Beginn einer deutlich höheren Bedeutung klimafreundlicher Technologien bei den Unternehmen markiert, muss in einer auf diese Studie aufbauenden Analyse überprüft werden.

Neben dem deutlichen absoluten Anstieg der grünen Patentanmeldungen verstärken auch die Patentaktivitäten in den Jahren nach der Weltwirtschaftskrise den Eindruck einer hohen Relevanz klimabedeutsamer Innovationen. Während die nicht-klimarelevanten Patentanmeldungen zwischen 2010 und 2012 vorübergehend einen deutlichen Rückgang verzeichneten, lässt sich diese Entwicklung nicht bei den klimarelevanten Patenten beobachten. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass mögliche Einschnitte in den F&E-Budgets einiger Unternehmen im Zuge der Krise 2008/2009, offenbar nicht zu Lasten grüner Technologien erfolgten.

In der Bedeutung grüner Patente in den jeweiligen Branchen sticht vor allem der Energiesektor hervor, in dem jede zweite Patentanmeldung eine klimafreundliche Innovation war – Tendenz steigend. In der Chemie- und Metallindustrie schwankt der Anteil dagegen stark über den

betrachteten Zeitraum und bewegt sich in Höhe des branchenübergreifenden Mittelwerts von 16,4 Prozent. Neben der zweifelsohne hohen Aufmerksamkeit für klimafreundliche Technologien im Energiesektor, lassen sich die Unterschiede zwischen den Branchen auch anhand des angewandten strengen Messkonzepts erklären, konkret der Klimarelevanz im engeren Sinne, welche den Klimabezug als zentralen Aspekt der untersuchten Innovation verlangt. So konnten grüne Patentanmeldungen im Energiesektor, beispielsweise zu Wind- und Solarkraftanlagen, per Definition eindeutiger als Klimaschutzrelevant im engeren Sinne identifiziert werden als beispielsweise eine neue Chemikalie, deren späterer Einsatz in den Veröffentlichungsschriften nicht immer klar ersichtlich ist.

Bei den Patentanmeldern zeigen insbesondere die in NRW ansässigen Großunternehmen eine starke Innovationstätigkeit. So kommen die Top-5 Konzerne Evonik, Eon/innogy, thyssenkrupp, Covestro und Bayer/Currenta gemeinsam auf rund 70 Prozent der Klimaschutzpatentanmeldungen. Damit einher geht eine starke räumliche Konzentration auf wenige Kreise, insbesondere Essen und Leverkusen. Insgesamt haben 62 der insgesamt 169 Einzelunternehmen beziehungsweise Konzerne im betrachteten Zeitraum mindestens ein Klimaschutzpatent angemeldet, dies entspricht einem Anteil von 37 Prozent. Damit hat die Mehrheit der betrachteten Unternehmen, die im Zeitraum 2010 bis 2018 mindestens eine nicht-klimarelevante Patentanmeldung aufweisen, kein grünes Patent angemeldet.

Neben einer Analyse der generellen Bedeutung klimaschutzrelevanter Patentanmeldungen galt der Fokus dieser Studie der Identifizierung technologischer Entwicklungstrends bei den Unternehmen. Dazu wurden sämtliche grünen Patente mittels einer Schlagwortsuche sechs Technologiefeldern zugeordnet. Im Ergebnis bestätigt sich die hohe Bedeutung klimafreundlicher Innovationen im Energiesektor, so entfallen 29 Prozent auf die Gruppe *Erneuerbare Energien*. Jeweils knapp ein Fünftel der Anmeldungen zählt zu den Technologiefeldern *Effizienz/Wärme* sowie *Umwelt*. Innovationen im Bereich *Wasserstoff* und *Kreislaufwirtschaft* stehen für etwas mehr als 10 Prozent der grünen Patentanmeldungen. Innovationen zur *E-Mobilität* verzeichnen einen Anteil von 6 Prozent an den Klimaschutzpatenten.

Ein durchweg positiver Trend kann im Bereich *Erneuerbare Energien* beobachtet werden, hier stiegen die Zahlen seit 2010 mit wenigen Ausnahmen kontinuierlich an. Klassische Effizienzmaßnahmen im Technologiefeld *Effizienz/Wärme* profitieren vom starken Jahr 2018, bewegen sich ansonsten aber seit 2012 auf nahezu unverändertem Niveau. Ein ähnliches Bild zeigt sich im Bereich *Umwelt*. Die stark schwankenden Patentanmeldungen zum Thema *Wasserstoff*, einem der Hoffnungsträger bei der Dekarbonisierung, insbesondere in der Stahl- und Chemieindustrie, bestätigen (noch) nicht die hohe politische und mediale Aufmerksamkeit, die dem grünen Energieträger seit einigen Jahren zugesprochen wird. Inwieweit sich ab 2019 ein klarer Trend abzeichnet, sollte in nachfolgenden Analysen neuerer Patentjahrgänge untersucht werden. Auch die Patentzahlen der Gruppe der *Kreislaufwirtschaft* lassen keinen eindeutigen Trend zur Steigerung oder Abnahme der Relevanz erkennen. Einzelne Jahre wie 2012 oder 2018 heben sich

allerdings auch hier positiv hervor. Eine bemerkenswerte Entwicklung gibt es dabei im Bereich *E-Mobilität*. Obwohl klassische Automobilzulieferer in dieser Studie aufgrund des Fokus auf die Grundstoffindustrie nicht betrachtet wurden, wachsen auch hier Patente zu elektrischen Fahrzeugen in ihrer Bedeutung.

## Anhang

### Liste der NRW-Unternehmen "Grundstoffindustrie – Energie – Netze"

4Biogas GmbH & Co.KG	Coventya International GmbH
A. Bunnenberg	Covestro AG
A. Schulman Europe GmbH & Co. KG	Covestro Deutschland AG
ACTEGA Rhenania GmbH	Covestro Intellectual Property GmbH & Co. KG
AEROGAS GmbH	crenox GmbH
AIR LIQUIDE Deutschland GmbH	Currenta GmbH & Co. OHG
Air Products GmbH	CUT! Energy GmbH
Alcotec - Aluminium Coil Technology GmbH	Defotec Entschäumer Vertriebs GmbH
almaak international GmbH	Deutsche Giessdraht GmbH
ALTANA Aktiengesellschaft	Dieckhoff GmbH
ANGUS Chemie GmbH	Dietermann GmbH & Co. KG
apt Extrusions GmbH & Co. KG	Dortmunder Stadtwerke Aktiengesellschaft
Arconic GmbH	Dr. K. Schulte GmbH Chemisch-Technische Fabrikation
Ardex GmbH	S. Schulte-Wantia geb. Schulte
ARLANXEO Deutschland GmbH	Drössler GmbH Umwelttechnik
ASK Chemicals GmbH	DynaEnergetics Europe GmbH
Aurubis Stolberg GmbH & Co. KG	DYNAenergetics GmbH & Co. KG
B. Lütkenhaus GmbH	E.ON Bioerdgas GmbH
Balver Zinn Josef Jost GmbH & Co. KG	E.ON Energie AG
Baosteel Tailored Blanks GmbH	E.ON SE
Basell Polyolefine GmbH	E-Convert GmbH
BASF Coatings GmbH	Eickhoff Gießerei GmbH
Bayer CropScience Aktiengesellschaft	ELANTAS GmbH
Betonwerk Bieren GmbH	Emery Oleochemicals GmbH
BETONWERK LINTEL Verwaltungs-GmbH	Entrade Energiesysteme AG
Betonwerk Münstermann GmbH	Eukalin Spezial-Klebstoff Fabrik GmbH
BGH Edelstahl Siegen GmbH	Evonik Industries AG
Bochumer Eisenhütte Heintzmann GmbH & Co. Bau- und Beteiligungs KG	Evonik Operations GmbH
BYK-Chemie GmbH	Ewald Dörken AG
CALSITHERM Verwaltungs GmbH	F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
Carl Bechem GmbH	Ferro Duo GmbH
Christoph & Co. Baustoffgroßhandel, Betonwarenfabrikation und Grabmale Gesellschaft mit beschränkter Haftung	Follmann GmbH & Co. KG
Cirkel GmbH & Co. KG	Friedr. Lohmann Gesellschaft mit beschränkter Haftung Werk für Spezial- & Edelstähle
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH	Friedrich Wilhelms-Hütte Eisenguss GmbH
Cognis IP Management GmbH	Fuchs Design GmbH
COMPO EXPERT GmbH	Gebhardt-Stahl GmbH
CONSTAB Polyolefin Additives GmbH	GERRESHEIMER GLAS GmbH
Coventya GmbH	glaskoch B. Koch jr. GmbH + Co. KG
	Granulat GmbH
	GRILLO Chemie GmbH

Grillo-Werke Aktiengesellschaft  
 h.k.o. Isolier- und Textiltechnik GmbH  
 Harold Scholz & Co. GmbH  
 Haverkamp GmbH  
 Henkel IP & Holding GmbH  
 Henkel IP Management and IC Services GmbH  
 Hermann Rauen GmbH & Co vorm. Steinhandel Rauen  
 Hexion GmbH  
 Hille & Müller GmbH  
 Holtmann & Stierle Chemie GmbH  
 Honeywell Riedel-de Haën GmbH  
 Huber GmbH - Chemie für den Druck  
 Hüttenwerke Krupp Mannesmann Gesellschaft mit beschränkter Haftung  
 Hydro Aluminium Deutschland Gesellschaft mit beschränkter Haftung  
 Hydro Aluminium Rolled Products GmbH  
 IGP Chemie GmbH  
 Imerys Metalcasting Germany GmbH  
 INEOS Solvents Germany GmbH  
 INEOS Solvents Marl GmbH  
 innogy Innovation GmbH  
 innogy Netze Deutschland GmbH  
 innogy SE  
 innogy Ventures GmbH  
 James Hardie Europe GmbH  
 JET Brakel Aero GmbH  
 Jowat SE  
 Kairos Vision Power GmbH & Co. KG  
 Kajo GmbH  
 KAO CHEMICALS GMBH  
 Kemira Germany GmbH  
 Klaus Kuhn Edelstahlgießerei GmbH  
 Klostermann GmbH & Co. KG  
 KNAUF AQUAPANEL GmbH  
 KRONOS INTERNATIONAL INC.  
 Kurt Obermeier GmbH & Co. KG  
 LANXESS Deutschland GmbH  
 Lanxess Distribution GmbH  
 LCM GmbH  
 LUCEM GmbH  
 MacDermid Enthone GmbH  
 Magontec GmbH  
 MaXXcon Energie GmbH & Co. KG  
 Mense FVK-Komponenten UG (haftungsbeschränkt)  
 Messer GasPack GmbH  
 Metallwerk Franz Kleinken GmbH Metall- und Eisengießerei, Maschinenfabrik  
 MFG Metall- und Ferrolegierungsgesellschaft mbH Hafner, Blondin & Tidou  
 MIG Material Innovative Gesellschaft mbH  
 MINERALPLUS GESELLSCHAFT FUER MINERALSTOFF-AUFBEREITUNG UND VERWERTUNG MBH  
 Mitsubishi Chemical Europe GmbH  
 Momentive Performance Materials GmbH  
 Netzgesellschaft Düsseldorf mbH  
 Open Grid Europe GmbH  
 Ornamin-Kunststoffwerke GmbH & Co. KG  
 OTTO FUCHS -Kommanditgesellschaft -  
 Oxea GmbH  
 Oxiegen GmbH  
 Pebüso Betonwerk GmbH & Co. KG  
 PENOX GmbH  
 PERGAN Nordamerika GmbH  
 Peter Greven GmbH & Co. KG  
 Pilkington Deutschland AG  
 PN Power Plants AG  
 Powder Light Metals GmbH  
 Power-Cast Ortmann GmbH & Co. KG  
 PROCAST GUSS GmbH  
 PROFERT Technology GmbH  
 Quarzwerke Gesellschaft mit beschränkter Haftung  
 Rain Carbon GmbH  
 Raziol Zibulla & Sohn GmbH  
 Real Alloy Germany GmbH  
 REDSUN GmbH & Co. KG  
 Reifenhäuser GmbH & Co. KG Maschinenfabrik  
 REMEI Blomberg GmbH & Co. KG  
 REMONDIS Production GmbH  
 Renia Gesellschaft mit beschränkter Haftung  
 Rheinbraun Brennstoff GmbH  
 RheinEnergie AG  
 Rheinkalk GmbH  
 Rheinzink GmbH & Co.KG  
 RHENUS LUB GMBH & CO KG  
 Richard Steinebach GmbH & Co. KG  
 RMKS RHEIN MAIN KIES UND SPLITT GMBH & CO. KG  
 Rockwood Specialties Group GmbH  
 Ruhr Oel GmbH

RWE Aktiengesellschaft  
RWE Gas Storage West GmbH  
RWE Generation SE  
RWE Power Aktiengesellschaft  
RWE Trading Services GmbH  
SAERTEX GmbH & Co. KG  
Sagterland-Dünger GmbH + Co. Kommanditgesellschaft  
Saint-Gobain Performance Plastics Pampus GmbH  
SAINT-GOBAIN RIGIPS GmbH  
Saint-Gobain Weber GmbH  
Saltigo GmbH  
SARATECH GmbH  
SCHAAFF & MEURER GESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER HAFTUNG  
Schaum-Chemie Wilhelm Bauer GmbH & Co. KG  
Scherff GmbH & Co. KG  
Schmidt + Clemens GmbH + Co. KG  
Schomburg GmbH & Co. KG  
Schüco Beteiligungs GmbH  
SCHÜCO International KG  
Schwering & Hasse Elektrodraht GmbH  
SGL Composites Verwaltungs GmbH  
Siempelkamp Giesserei GmbH  
Sonderhoff Chemicals GmbH  
Stadtwerke Langenfeld GmbH  
Stahlwerke Bochum GmbH  
Standard-Metallwerke GmbH  
Stauf Klebstoffwerk GmbH  
Steag Energy Services GmbH  
STEAG GmbH  
STEAG Power Minerals GmbH  
Studiengesellschaft Kohle mit beschränkter Haftung  
SulCon AG  
Synthomer Deutschland GmbH  
TEIJIN ARAMID GMBH  
Theodor Pieper GmbH & Co. KG  
thyssenkrupp AG  
thyssenkrupp Hohenlimburg GmbH  
ThyssenKrupp Steel Europe AG  
TITAL GmbH  
Trianel GmbH  
TRIMET Aluminium SE  
TROCELLEN Gesellschaft mit beschränkter Haftung  
Tuxhorn Blockheizkraftwerke GmbH  
Uniper Anlagenservice GmbH  
Uniper Energy Sales GmbH  
Uniper Technologies GmbH  
VDM Metals GmbH  
VDT Vakuumdichttechnik GmbH  
Venator Germany GmbH  
Venator Uerdingen GmbH  
VESTOLIT GmbH & Co. KG  
VULKAN INOX GmbH  
Walter Hundhausen GmbH  
Walzen Irle GmbH  
WCP Weidner Chemie-Produktions-GmbH  
Westfalen Aktiengesellschaft  
Wilmsen GmbH & Co. Handels KG  
WSW Energie & Wasser AG  
Xella Baustoffe GmbH

## Abstract

Transforming the economy towards climate-neutrality poses major challenges for the energy-intensive primary industry in North Rhine-Westphalia (NRW). At the same time, the development of environmentally friendly basic materials and production processes presents a great potential for transforming NRW into an attractive industrial location for the future. In order to get there, the creativity and innovative ability of the region's companies will be more important than ever. To scientifically assess this technological transformation, an analysis of patent activities using the IW patent database was carried out in this study.

The main focus was on the identification of climate-relevant innovations of NRW companies in the energy-intensive industries, as well as in the energy and gas supply, in the period from 2010 to 2018. As per definition, patents already aim at a further development of the status quo. Therefore, in order to avoid a certain indeterminacy, a definition of climate-relevant patent applications in a narrower sense was developed in this study, for which the positive climate-effect must represent the core and not a mere concomitant of the innovation to be patented.

Overall, around 8,200 patent applications (both climate-relevant and non-climate-relevant) from 220 companies were identified during the considered period, with 16.4 percent meeting the criterion "climate-relevant in the narrower sense" and thus qualifying as green innovations. Over the period considered, a slight increase in the total number of patent applications can be observed. Climate-relevant patent applications followed this positive trend until 2017, before jumping by almost 37 percent in the following year. Remarkably, while a decline in non-climate-relevant patent applications can be observed after the global economic crisis of 2008/2009, green patent applications actually increased. Possible reductions in the R&D budgets of some companies in the aftermath of the crisis were thus evidently not at the expense of climate-relevant innovations.

Within the scope of the analysis of climate-relevant patent applications, this study also examined technological development trends of the companies. Therefore, the identified green patents were assigned to six technology fields by means of a keyword search. The results confirm the high importance of climate-friendly innovations in the field of *renewable energies*, which accounts for 29 percent of all climate-relevant patents. Almost one fifth of the applications respectively belongs to the technology fields *efficiency/heat* and *environment*. Innovations in the field of *hydrogen* and *circular economy* account for just over 10 percent of green patent applications. Innovations in *e-mobility* have a share of 6 percent of the climate protection patents.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Patentanmeldungen nach Branchen .....	11
Abbildung 3-2: Patentanmeldungen nach Jahren .....	12
Abbildung 3-3: Patentanmeldungen nach Branchen und Jahren .....	13
Abbildung 4-1: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Branchen.....	14
Abbildung 4-2: Anteil von Klimaschutzpatentanmeldungen je Branche .....	15
Abbildung 4-3: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Kreisen und kreisfreien Städten .....	16
Abbildung 4-4: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Jahren .....	18
Abbildung 4-5: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Branchen und Jahren .....	19
Abbildung 4-6: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Technologiebereichen .....	20
Abbildung 4-7: Klimaschutzpatentanmeldungen nach Technologiebereichen und Jahren ...	20

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Top-10 Kreise und kreisfreie Städte Klimaschutzpatentanmeldungen.....17

## Literatur

Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver / Küper, Malte / Puls, Thomas, 2021, Innovationswandel in der deutschen Kfz-Industrie. Eine Analyse mit der IW-Patentdatenbank, in: IW-Trends, 48. Jg., Nr. 3, S. 68-88

Statistisches Bundesamt, 2010, Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008), <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/klassifikationen-wz-2008.html>