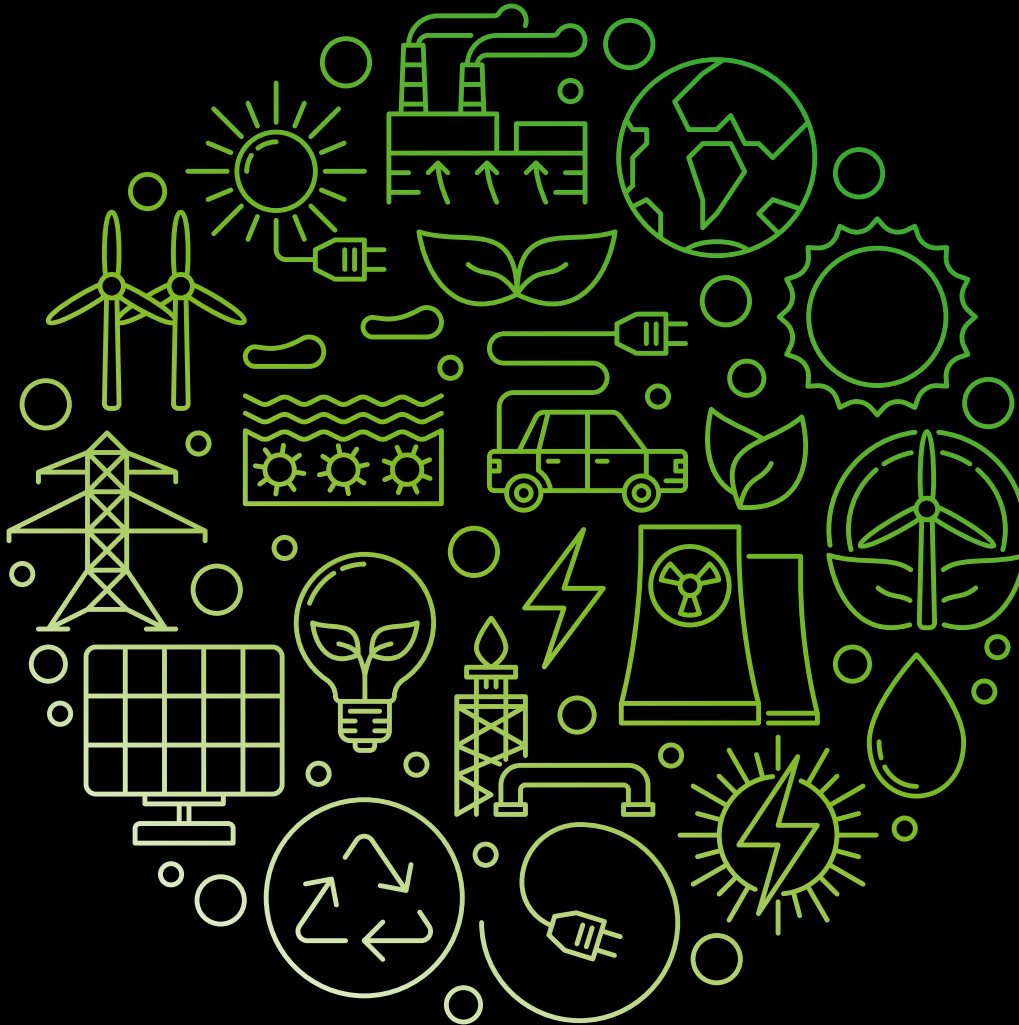


Deloitte.



Gemeinsam die Energiewende meistern

Sektorenübergreifende Zusammenarbeit
von Chemie und Energiewirtschaft

Die Zusammenarbeit von Chemie und Energiewirtschaft ist ein zentraler Erfolgsfaktor für die Energiewende und die Realisierung einer kohlenstoffneutralen Chemieindustrie.

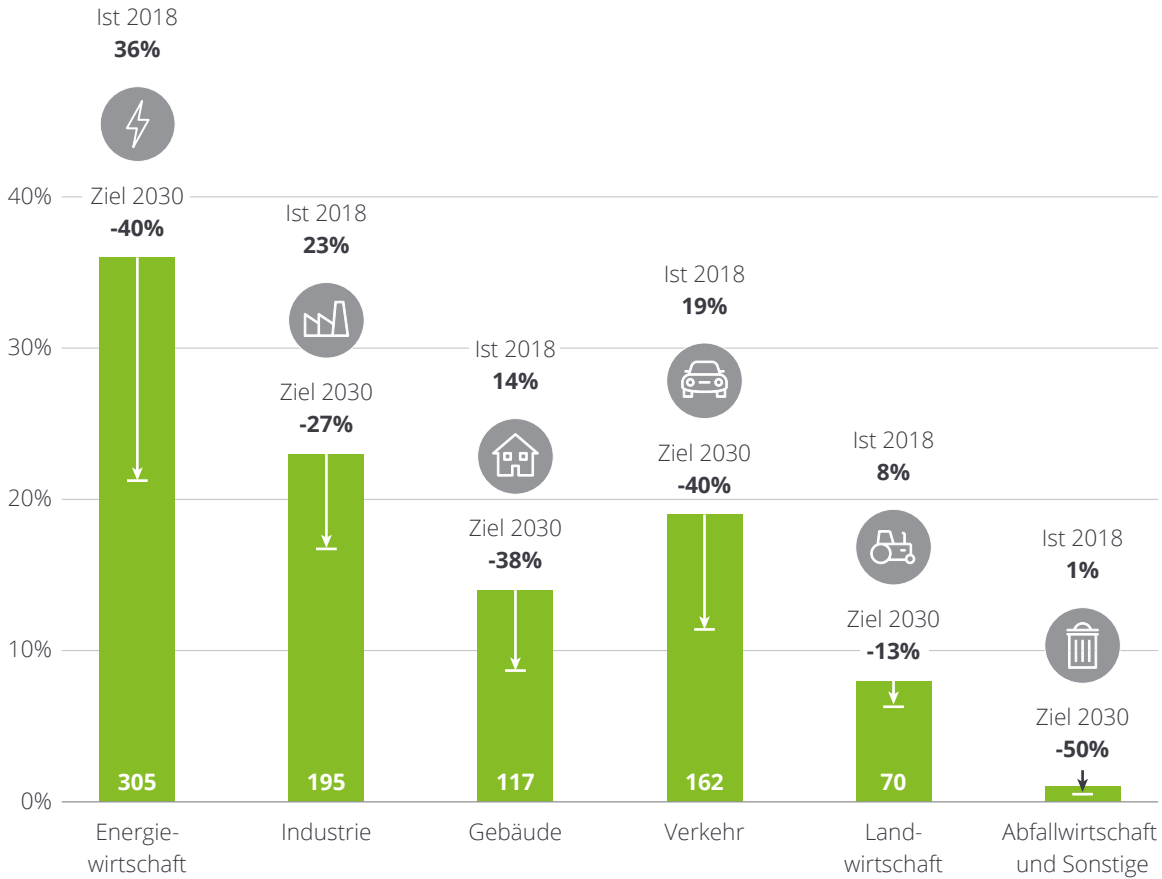
Klimaschutz – eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung	04
Klima-/CO ₂ -Emissionsreduktionsziele	08
Ansätze für die chemische Industrie	10
Erneuerbare Energien sind die Grundlage für die Dekarbonisierung in der Chemie	14
Zusammenarbeit der Sektoren	16
Resümee	25

Klimaschutz – eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung

Die politische Diskussion zeigt auf, welchen gesellschaftlichen Stellenwert der Klimaschutz heute und auch in Zukunft hat. Dementsprechend hat sich die Bundesregierung ambitionierte Energie- und Klimaschutzziele gesetzt und, basierend auf den verbindlichen europäischen Zielen, als erstes Land sektorenspezifische Zielgrößen für die Emissionsminderung formuliert, die gesetzlich im bereits vom Bundestag verabschiedeten Klimaschutzgesetz verankert werden. Hierbei stehen unter anderem Konzepte zur Dekarbonisierung im Fokus, mit denen der Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) in die Erdatmosphäre wesentlich verringert werden soll. Deutschland wählt hierbei den Weg, neben dem bestehenden Handel mit Emissionsberechtigungen, an dem die chemische Industrie ja teilnimmt, einen eigenen Emissionshandel für nicht vom EU-Emissionshandel erfasste Industrien einzuführen und zusätzliche Ziele für vom EU-Emissionshandel erfasste Sektoren verbindlich zu regeln.

Ein Blick auf die sektoralen Treibhausgasemissionen zeigt, dass hierfür nicht nur die Energieversorgungsunternehmen in der Pflicht stehen. Auch in der Industrie werden erhebliche Emissionen durch fossile Brennstoffe freigesetzt, die vor allem für die Bereitstellung von Elektrizität und Prozesswärme benötigt werden. Die gesteckten Klimaziele erfordern somit nicht nur in der Energiewirtschaft einen Systemwandel und Transformationsprozess, sondern stellen auch die produzierende Industrie vor erhebliche Herausforderungen.

Abb. 1 – Sektorale Treibhausgasemissionen in Deutschland 2018¹



■ Emissionen in Mio. t 2018 → Sektorale Einsparziele 2018 bis 2030

¹ Quellen: Klimaschutzprogramm 2030 (Stand 09/2019); UBA (Stand 01/2020).

In der chemischen Industrie kommt im Vergleich zu anderen energieintensiven Industrien hinzu, dass sie nicht nur der größte industrielle Stromverbraucher ist, sondern die fossilen Kohlenwasserstoffe zusätzlich als Rohstoff für organische Verbindungen, Kunststoffe, synthetische Kautschuke und Synthesefasern eingesetzt werden.

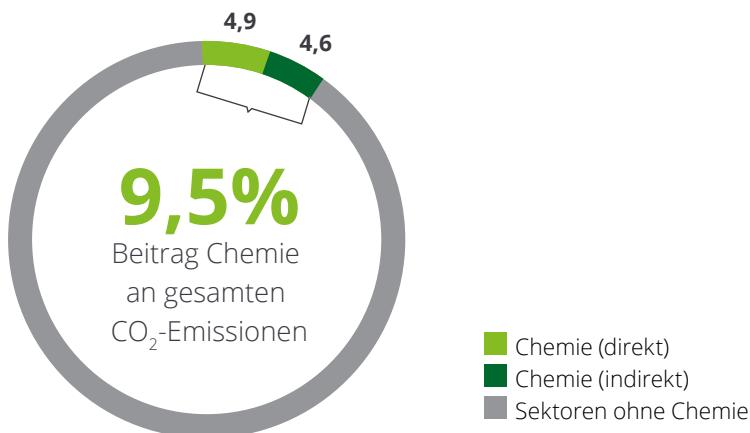
2018 verursachte die Chemieindustrie weltweit mit etwa 9,5 Prozent fast ein Zehntel der menschlich verursachten

globalen CO₂-Emissionen, davon mehr als die Hälfte über die direkte Nutzung fossiler Kohlenwasserstoffe als Rohstoffe und als Energielieferant für die Branche. In den meisten Statistiken erscheinen lediglich diese sogenannten Scope-1-Emissionen, die direkt an Standorten der Chemieunternehmen entstehen (bspw. durch Produktionsanlagen sowie Strom- und Dampferzeugungsanlagen), nicht aber die andere Hälfte der eingesetzten fossilen Kohlenwasserstoffe, die sich indirekt aus dem für die Chemie relevanten Bezug von

Elektrizität und Wärme durch Dritte (Scope-2-Emissionen) und dem Anteil an den Raffinerieaktivitäten und dem Transport von Rohstoffen sowie Fertigprodukten ergibt (sogenannte Scope-3-Emissionen).

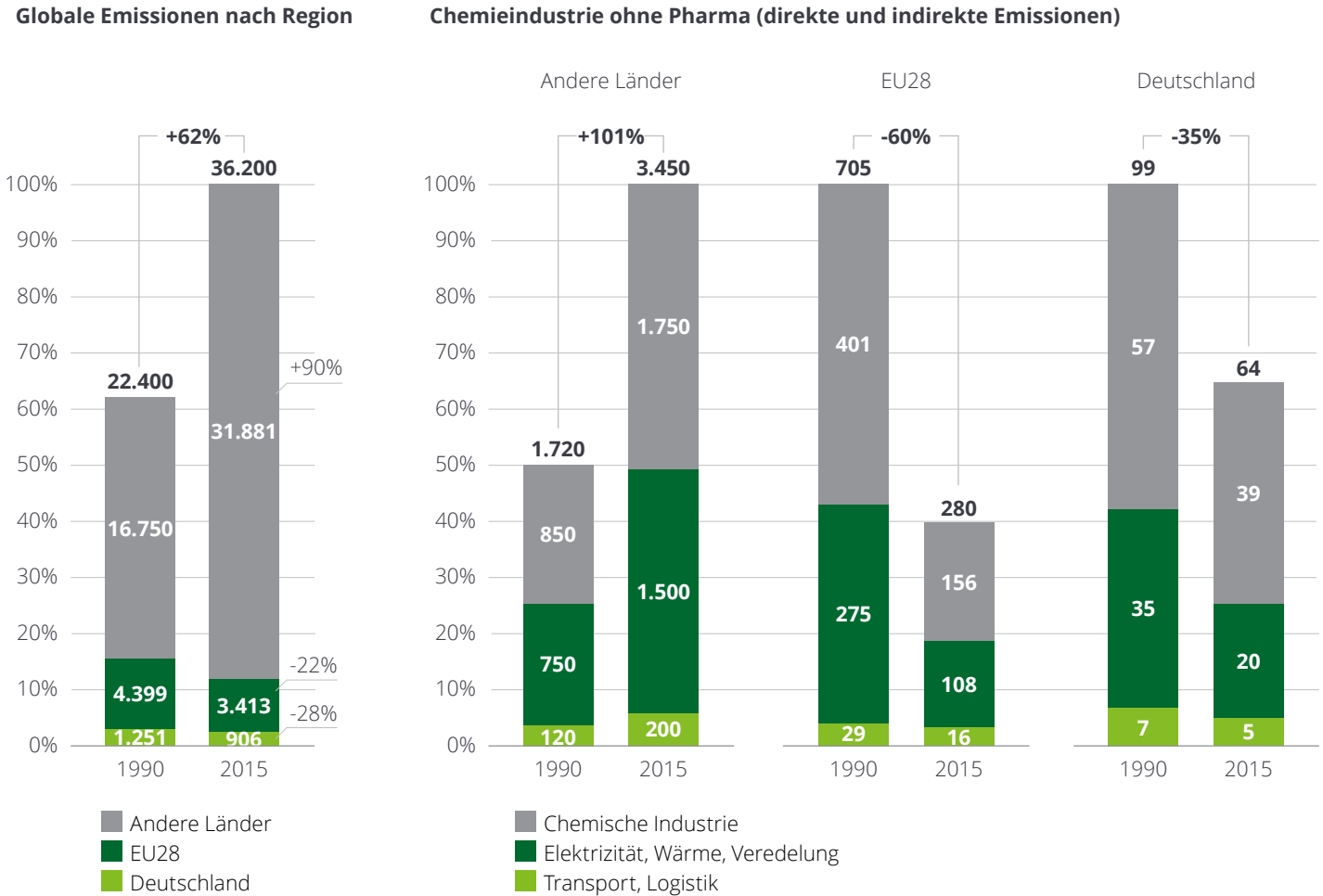
Wenn man in dieser Gesamtsicht die Entwicklung der CO₂-Emissionen der chemischen Industrie weltweit betrachtet, dann sieht man, dass sich die Emissionen in den letzten 25 Jahren mehr als verdoppelt haben – stärker als der weltweite, menschengemachte CO₂-Ausstoß insgesamt, der um gut 60 Prozent zugelegt hat.

Abb. 2 – Anteil Chemieindustrie an sektorenübergreifenden CO₂-Emissionen 2018 weltweit²



China und die Vereinigten Staaten waren und sind der wesentliche Treiber dieser Entwicklung. In Europa und Deutschland konnte die chemische Industrie dagegen im gleichen Zeitraum die CO₂-Emissionen um 60 Prozent bzw. 35 Prozent ggü. 1990 reduzieren. Dies gelang durch Energieeffizienzmaßnahmen, die Nutzung von Biomasse als Rohstoff, eine Verkürzung der Wertschöpfungskette und die Verlagerung der Produktion in anderen Regionen der Welt.

Abb. 3 – CO₂-Emissionen 1990 und 2015, global und für die Chemieindustrie (in Mio. Tonnen)³



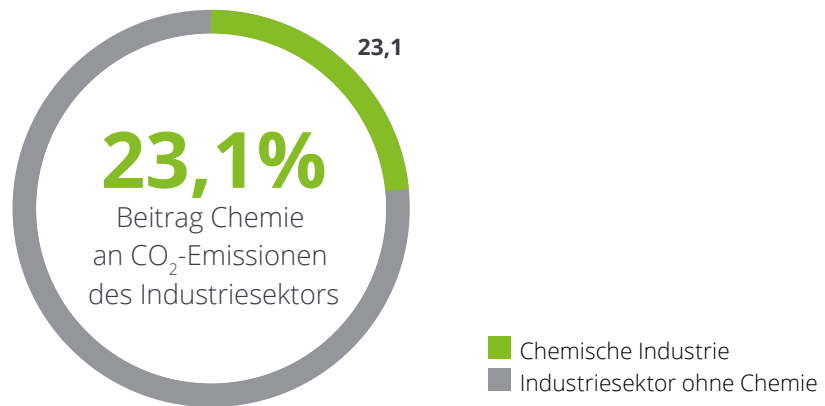
³ Quelle: Eigene Darstellung auf Basis VUB, IES, CEFIC, Statista, VCI.

Klima-/CO₂-Emissionsreduktionsziele

Unabhängig von den positiven CO₂-Emissionstrends der chemischen Industrie in Europa und Deutschland wurden weitere Emissionsreduktionsziele vereinbart. Für den gesamten Industriesektor in Deutschland sieht das Klimaschutzgesetz die verbindliche Festlegung von Klimaschutzprogrammen (§ 9) vor. Im bestehenden Klimaschutzprogramm 2030, das wohl in dieser Form fortgeschrieben wird, ist für den Industriesektor eine Emissionsminderung in Höhe von 52 Mio. Tonnen in CO₂-Äquivalenten gegenüber 2018 vorgesehen. Dies entspricht einem Minderungsziel von 27 Prozent. Die chemische Industrie stellt hierbei eine Schlüsselfigur bei der Erreichung der sektorenspezifischen Zielgröße dar. Sie ist eine von elf energieintensiven Industrien (Eisen & Stahl, Zement, Chemikalien & Düngemittel, Raffinerien, Nicht-Eisen-Metalle, Ferrolegierungen, Silizium, Zellstoffe & Papier, Keramik, Kalk und Glas) und trägt alleine zu 23 Prozent der gesamten Industrieemissionen bei. Diese Zahl berücksichtigt noch nicht die durch die chemische Industrie erzeugten, indirekten Emissionen in Raffinerien, Strom- und Dampferzeugungsanlagen und die Logistik. Diese indirekten CO₂-Emissionen sind nochmals in einer vergleichbaren Größenordnung vorhanden, wie eingangs

gezeigt. Dementsprechend hoch ist der Anteil, den die Chemieindustrie zur Erreichung der Klimaziele beitragen muss. Daher sind alleine durch die enge stoffliche, energetische und logistische Verknüpfung der chemischen Industrie mit Raffinerien, Energieerzeugern und Logistik Anbietern sektorübergreifende Ansätze geboten.

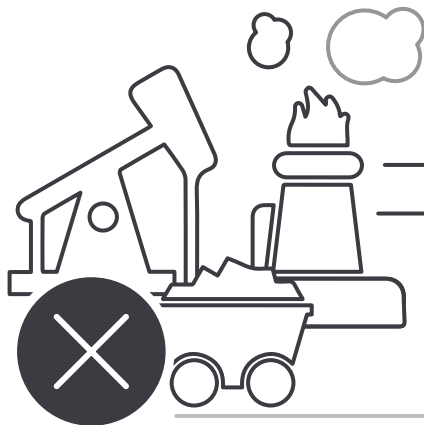
Abb. 4 – Anteil Chemieindustrie an CO₂-Emissionen 2018 des Industriesektors weltweit⁴





Ansätze für die chemische Industrie

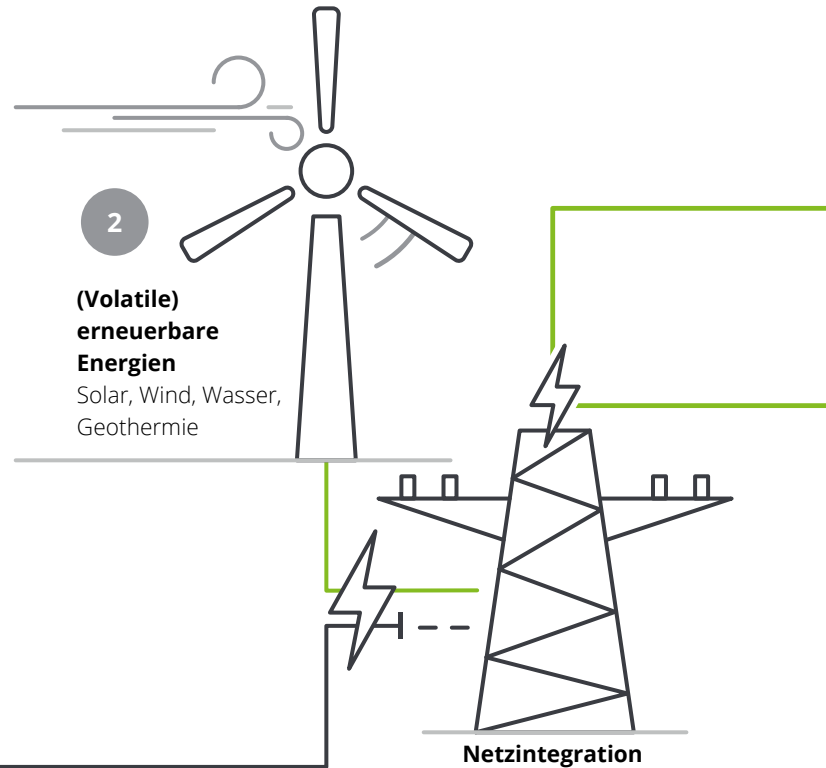
Auch wenn heute noch nicht konkret abzusehen ist, mit welchen Einzelmaßnahmen diese Minderungsziele letzten Endes erreicht werden können, lassen sich einige grundlegende Dekarbonisierungswege aufzeigen, die es am Ende ermöglichen sollen, komplett auf den Einsatz fossiler Kohlenwasserstoffe, d.h. Erdöl, Erdgas und Kohle, als Energielieferant und Rohstoff für die chemische Industrie zu verzichten.

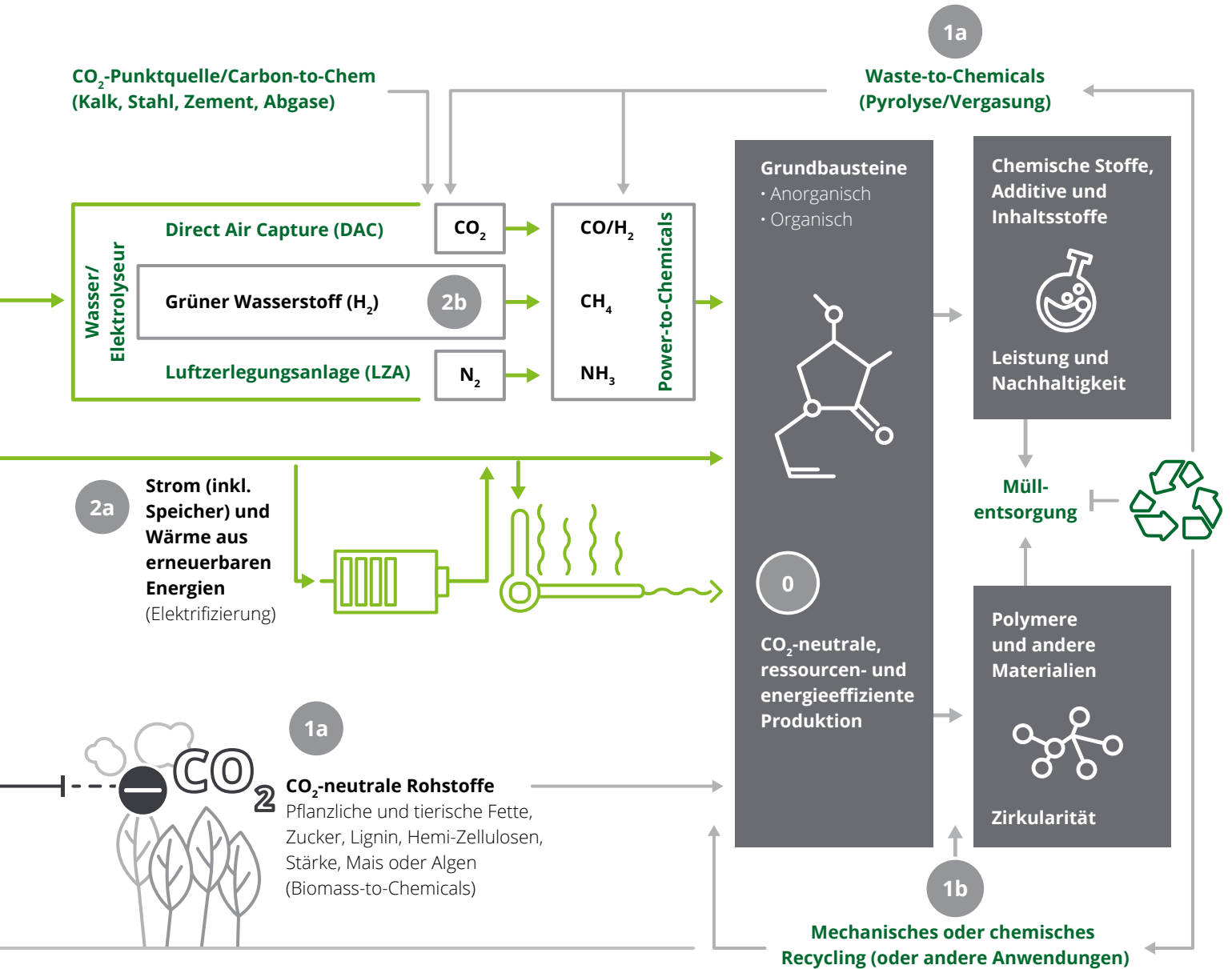


Fossile Kohlenwasserstoffe

- als Energiequelle
- als Rohstoff

Abb. 5 – Klimaneutrale chemische Prozesse ohne Einsatz fossiler Kohlenwasserstoffe





0

Als Erstes seien Maßnahmen zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz erwähnt.

Hier ist die chemische Industrie vor allem in Deutschland bereits stark optimiert. Durch den verstärkten Einsatz digitaler Werkzeuge lassen sich noch weitere Effizienzpotenziale erschließen, deren Beitrag zum Gesamtziel jedoch vermutlich nicht mehr als 4 Prozent betragen wird.

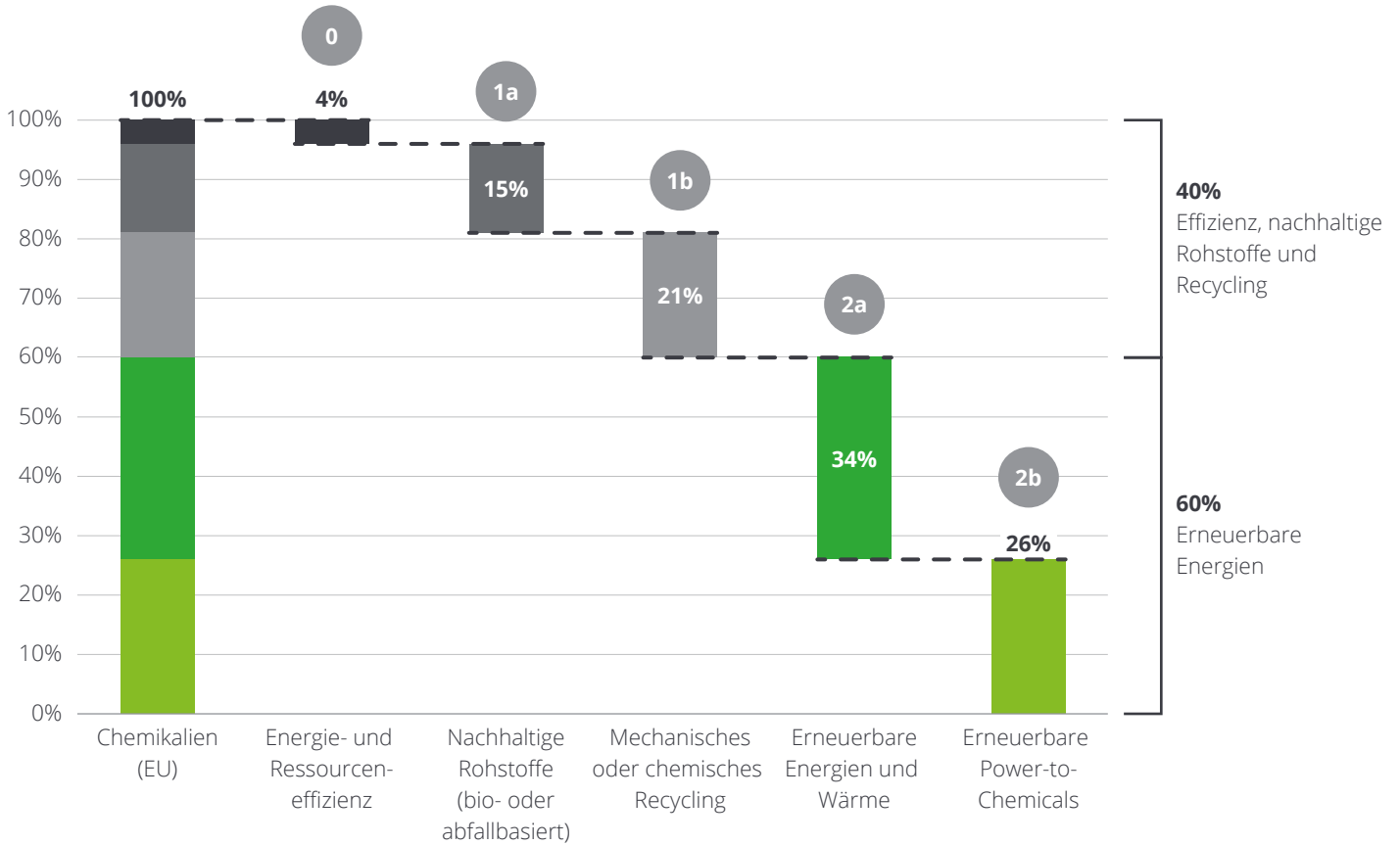
1

Einen mehr als dreimal so großen Effekt auf die Senkung der Emissionen hat voraussichtlich der Einsatz von bio- oder abfallbasierten Rohstoffen. Dabei handelt es sich um pflanzliche und tierische Fette, Zucker, Lignin, Hemi-Zellulosen, Stärke, Mais, Algen oder Abfälle. Der Einsatz ist für bestimmte Produkte interessant, aber auch limitiert, sei es wegen der alternativen Herstellung von Lebensmitteln, Futtermitteln, Biokraftstoffen oder -energien oder physikalischen Grenzen der Bodenerosion, Wasserknappheit, des Landbedarfs oder anderer Gründe wie des Verlusts der Biodiversität oder des Einsatzes von Agrochemikalien. Auch die Ressourcen- und Logistikeffizienz ist häufig schlecht und ein limitierender Faktor. Wir gehen davon aus, dass maximal 15 Prozent des Emissionsabbauziels durch den Einsatz bio- oder abfallbasierter Rohstoffe erzielbar ist. Als weitere Maßnahme eignet sich das Schließen von Stoffkreisläufen, sei es durch Wiederverwertung, mechanisches oder chemisches Recycling.

Das vermindert zum einen den unkontrollierten Eintrag von Chemikalien, und Materialien in die Umwelt und jede Tonne an Material, die im Kreislauf genutzt wird, braucht nicht mehr aus neuen Rohstoffen hergestellt zu werden. Das lässt sich sehr gut für Materialien wie Kunststoffe, synthetische Kautschuke und Fasern, Katalysatoren, Batterien, Verpackungsmaterialien und andere Bereiche anwenden. Aber obwohl diese häufig als wesentliche Produkte der chemischen Industrie wahrgenommen werden, machen sie am Ende nur gut 20 Prozent der gesamten chemischen Erzeugnisse aus. Die meisten Konsum-, Spezial- und Feinchemikalien, Inhaltsstoffe und Additive eignen sich nicht für das Recycling.

In Summe lassen sich also durch Effizienz, nachhaltige Rohstoffe und Recycling ggf. 40 Prozent der Klimaziele erreichen. Wie können jedoch die verbleibenden 60 Prozent erreicht werden?

Abb. 6 – Maßnahmen zu einer klimaneutralen, kohlenwasserstofffreien Chemieindustrie⁵



⁵ Quelle: Eigene Darstellung auf Basis EU, Statista, Clippings.

Erneuerbare Energien sind die Grundlage für die Dekarbonisierung in der Chemie

2a Damit die Chemiebranche die Weichen hin zu einer klimaneutralen Zukunft stellen kann, muss eine stärkere Elektrifizierung der chemischen Prozesse stattfinden. Das ist technisch vor allem in Temperaturbereichen unter 400° C gut möglich. Dabei ist zu beachten, dass die Dampfnetze ein Wärmeverbundsystem zwischen Chemieanlagen sind, die Anlagen verknüpfen, die Energie benötigen oder freisetzen. Durch Elektrifizierung werden diese Synergien zunächst einmal zerstört und müssen durch Sekundärmaßnahmen kompensiert werden. Dies ist durch elektrische Heizung oder Kühlung so nicht gegeben.

Die Dampfnetze, die Beheizung und das Kühlen sind bislang stark abhängig von fossilen Brennstoffen. Die für die chemischen Prozesse erforderliche Prozesswärme wird bspw. überwiegend durch gasbefeuerte Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Diese ist in der Regel zwar hocheffizient, basiert jedoch auf Erdgas und trägt somit zu den klimawirksamen Emissionen bei. Auch der prozessbedingte hohe Stromverbrauch führt bislang zu erheblichen CO₂-Emissionen, da die Stromerzeugung weiterhin in großen Zügen auf fossilen Energieträgern basiert. 2018 lag der Anteil der erneuerbaren Energien (EE) am Bruttostromverbrauch bei „nur“ 38 Prozent.

2b Neben den chemischen Prozessemissionen, die durch den hohen Strom- und Wärmebedarf entstehen, beeinflussen auch die Produkte selbst die Klimabilanz. Diese sind bislang stark abhängig von fossilen Energieträgern und der in ihnen enthaltene Kohlenstoffgehalt führt am Ende des Produktlebens häufig ebenfalls zu CO₂-Emissionen. Bei den organischen Produkten werden Öl und Erdgas bspw. zu 85 Prozent als Rohstoffbasis eingesetzt, die es zu substituieren gilt.

2

Strom und Wärme aus regenerativen Energiequellen wie Sonne und Wind, die sowohl für die Erzeugung von Prozesswärme (2a, Power-to-Heat) als auch für die Herstellung von „grünem“ Wasserstoff (2b, Power-to-Gas) mittels Elektrolyse von Wasser eingesetzt werden können, sind der Schlüssel, um die Dekarbonisierung der chemischen Industrie umzusetzen. In Kombination mit Kohlendioxid und Stickstoff lassen sich aus dem grünen Wasserstoff chemische Grundstoffe wie Synthesegas und Ammoniak klimaneutral herstellen (Power-to-Chemicals), die im Rahmen der weiteren Wertschöpfungs- und Veredelungskette zu organischen und anorganischen Grundbausteinen sowie chemischen Stoffen, Additiven und Inhaltsstoffen weiterverarbeitet werden können. Somit können die kohlenstoffhaltigen Rohstoffe nicht nur in der Energieversorgung und den chemischen Prozessen substituiert werden, sondern auch in den Produkten selbst.

Wie in Abbildung 5 dargestellt, können erneuerbare Energien bereits heute fossile Brennstoffe in unterschiedlichen Anwendungsformen verdrängen. Dies geschieht durch die direkte Nutzung des EE-Stroms oder durch dessen Umwandlung in (Prozess-)Wärme, Bewegungsenergie und chemische Energie, die zur Substitution der fossilen Brennstoffe genutzt werden können. Durch den Einsatz dieser Power-to-X-Konzepte kann in Kombination mit dem EE-Strom, der von der Energiewirtschaft bereitgestellt wird, die gesamte Chemieindustrie „grüner“ werden. Da gesetzgeberische/regulatorische Maßnahmen wie etwa das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) in Zukunft dazu führen werden, dass der Einsatz fossiler Brennstoffe erhebliche Kostensteigerungen zur Folge haben wird, kann eine Substitution auch aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll sein.

Zusammenarbeit der Sektoren

Da die klimaneutrale Produktion von Chemiebausteinen, verglichen mit den fossilen Kohlenwasserstoffen als Rohstoff, sechs bis mehr als zehn Mal so viel Energie benötigt, führt eine klimaneutrale Produktion zu einer massiven Erhöhung des Strombedarfs aus regenerativen Quellen. Es ist offensichtlich, dass lediglich der Ersatz von fossilen Kohlenwasserstoffen durch erneuerbare Energien keine wettbewerbsfähige Energie- und Rohstoffversorgung der Chemie ermöglicht, erst recht nicht im internationalen Vergleich. Es muss ein komplett anderes Ökosystem mit einer hohen Sektorkopplung aufgebaut werden, in dem wechselseitige Synergien und Flexibilitäten innerhalb des Energiesystems dazu führen, dass die überschüssige Energieeinspeisung im Netz gespeichert und die benötigte installierte Leistung bzw. die Kosten hierfür begrenzt werden.

Hierzu müssen die Schnittstellen zwischen den Sektoren bzw. zu den Energieversorgungsnetzen hin neu ausgestaltet werden, über die dann ein flexiblerer Energieaustausch möglich wird. Zudem ist die massive Erhöhung des Strombedarfs, die mit einer Dekarbonisierung der Chemieindustrie einhergehen wird, in den Ausbauplänen der

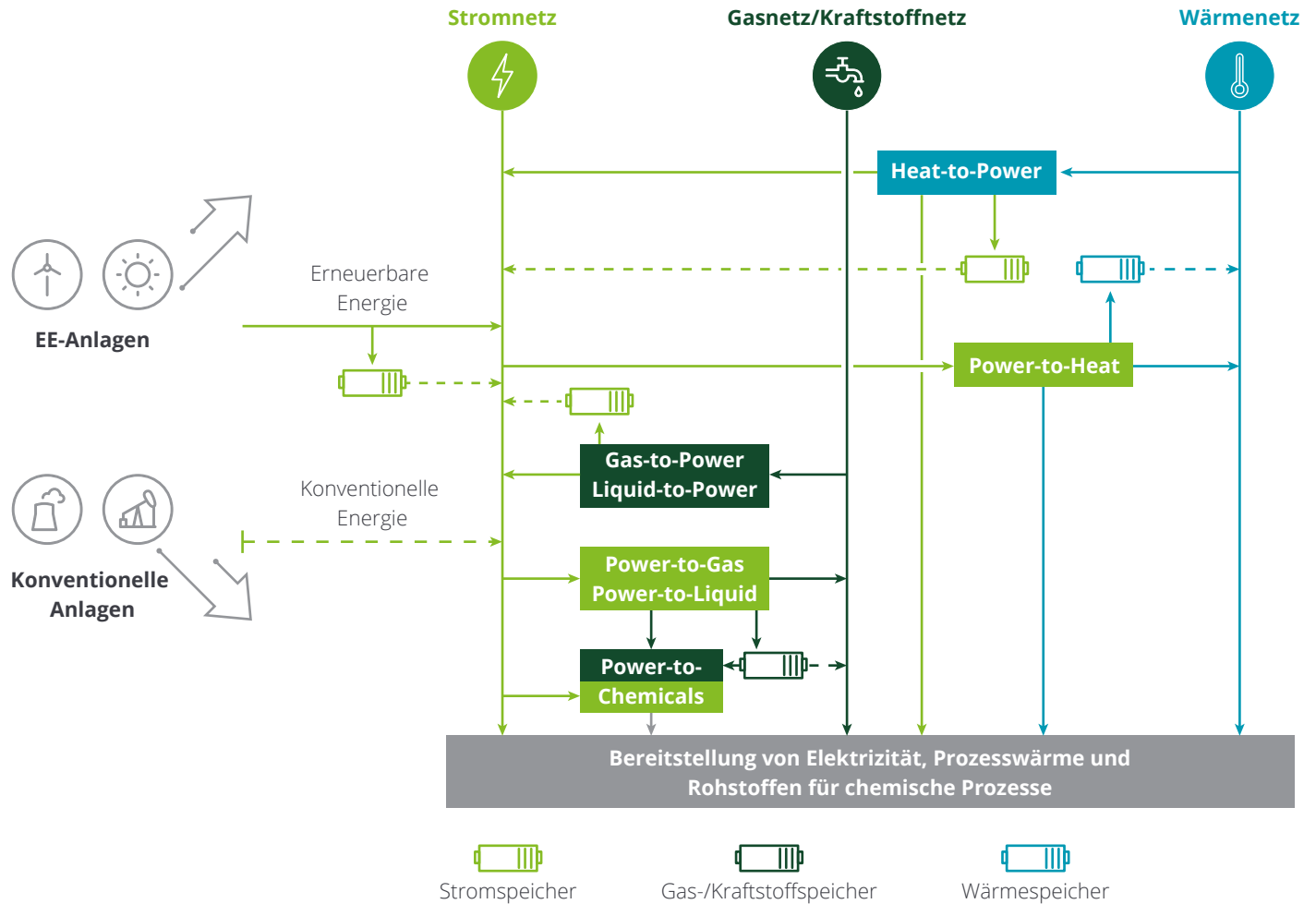
Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber zu berücksichtigen. Andererseits sind EE-Anlagen weiter auszubauen, da eine klimafreundliche Produktion nur möglich ist, wenn der eingesetzte Strom frei von CO₂-Emissionen ist. Dieser EE-Ausbau wird zu höheren Schwankungen in der Stromerzeugung führen. Da diese zunehmend schwieriger mit der ebenfalls schwankenden Stromnachfrage in Einklang zu bringen sind, sind die Netzbetreiber auf die Zuarbeit der Sektoren angewiesen, um Netzengpässe und Leistungsschwankungen auch zukünftig ausgleichen zu können. Insbesondere die Chemieindustrie als Deutschlands größter industrieller Strom- und Prozesswärmeverbraucher ist hierbei ein geeigneter Partner für die Energiewirtschaft.

Einen Ansatzpunkt bildet die Bereitstellung von Regelleistung, die von den Übertragungsnetzbetreibern zum Ausgleich von Leistungsschwankungen benötigt wird. Primärreserveleistung (PRL) muss hierbei innerhalb von 30 Sekunden nach Anforderung vollständig zur Verfügung stehen, Sekundärreserveleistung (SRL) innerhalb von 5 Minuten und Minutenreserveleistung (MRL) innerhalb einer Viertelstunde. Hierbei wird zwischen positiver (Erhöhung

Erzeugung oder Verringerung Verbrauch) und negativer Regelleistung (Verringerung Erzeugung oder Erhöhung Verbrauch) unterschieden. In der Vergangenheit wurde die Regelleistung vor allem durch konventionelle Kraftwerke bereitgestellt. Da im Juli 2018 die Mindestleistung auch bei SRL und MRL auf 1 MW reduziert wurde, können nun auch energieintensive Industrieunternehmen, entweder einzeln oder in einem Regelenergiepooling, erfolgreich an den Ausschreibungen des Regelleistungsmarkts teilnehmen und sich sowohl die Vorhaltung (Leistungspreis) als auch den Einsatz (Arbeitspreis) von Regelenergie vergüten lassen.



Abb. 7 – Schnittstellen zwischen den Sektoren und Netzen



2019 wurden bspw. durchschnittlich 2,4 GW MRL bzw. 3,7 GW SRL vorgehalten, wovon insgesamt 1 bzw. 7 Prozent abgerufen wurden. Inwiefern die Vermarktung von Regelenergie für das jeweilige Unternehmen wirtschaftlich ist, kann jedoch nicht pauschal beantwortet werden. Dies

hängt insbesondere von den schwankenden Auktionspreisen sowie den jeweiligen Produktionsprozessen und der vorhandenen Infrastruktur der einzelnen Unternehmen ab.

Tab. 1 – Auktions- und Abrufdaten SRL und MRL 2019⁶

	Leistung			Arbeit		
	Vorgehaltene Menge (in MW)	Mittlerer Preis (in €/MW)	Grenzpreis (in €/MW)	Abgerufene Menge (in MWh)	Mittlerer Preis (in €/MWh)	Grenzpreis (in €/MWh)
SRL (+)	von 1.882 bis 1.911	von 0 bis 491	von 0 bis 99.900	1.080.228	von 48 bis 32.467	von 50 bis 99.998
SRL (-)	von 1.760 bis 2.070	von 0 bis 164	von 0 bis 500	949.940	von -6.652 bis 33	von -99.990 bis 10
MRL (+)	von 874 bis 1.953	von 0 bis 5.375	Von 0 bis 37.856	194.420	von 59 bis 32.157	von 64 bis 99.999
MRL (-)	von 644 bis 1.094	von 0 bis 217	von 0 bis 987	99.387	von -47.879 bis 15	von -99.999 bis -1

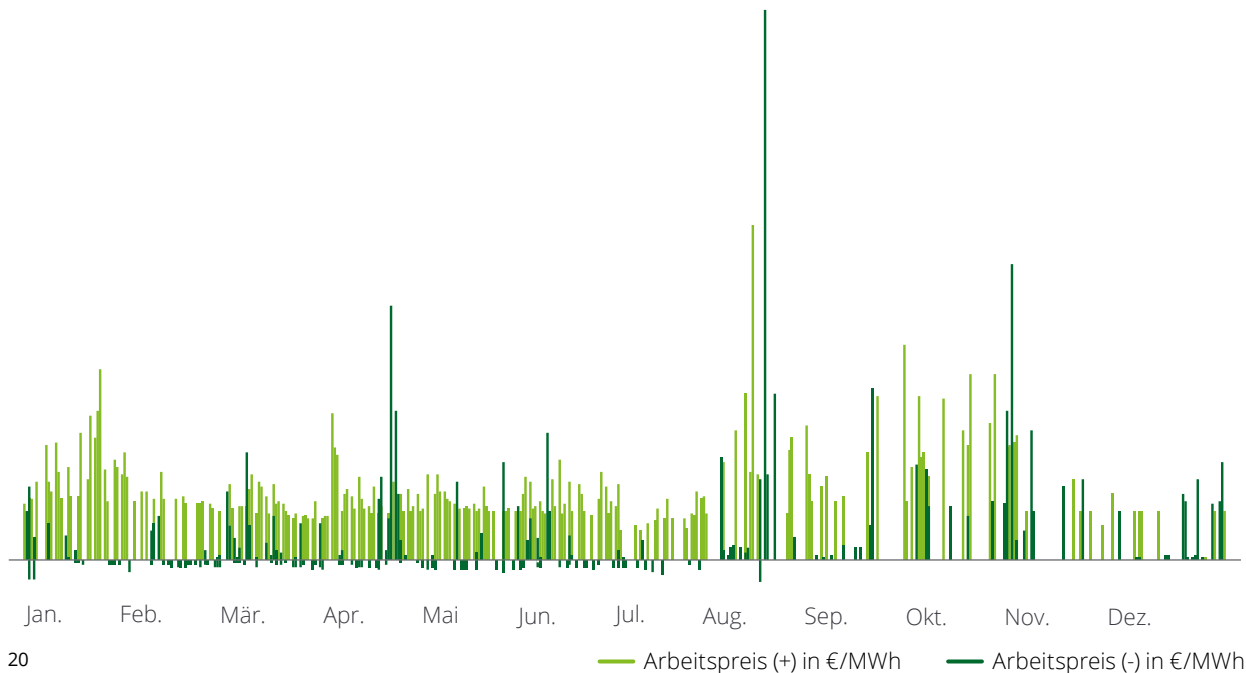
⁶ Quelle: Bundesnetzagentur | SMARD.de

Die vergangenen Auktions- und Abrufdaten zeigen jedoch, dass das Thema Regelleistung durchaus einen interessanten Aspekt für die chemische Industrie darstellt und Industrieunternehmen mittlerweile nicht nur im Bereich SRL und MRL, sondern auch im Bereich der kurzfristig zur Verfügung stehenden PRL tätig sind. Mit dem Aufbau neuer Power-to-X-Konzepte, mit denen erneuerbare Energien transportier- und speicherbar sowie die Infrastrukturen anschlussfähig gemacht werden können, ergeben sich für die Chemieindustrie hier neue Möglichkeiten. Mit einer Investition in eine Elektrolyseanlage und der notwen-

digen Nebenaggregate wie Wasserstoffspeicher und Reinstwasseranlage, die über diverse Förderprogramme der Bundesregierung und der Länder bezuschusst werden (im Rahmen der „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“ werden bspw. Investitionskosten für klimafreundliche Technologien bis 55 Prozent erstattet), können der für die chemischen Produkte erforderliche Wasserstoff mit Strom aus erneuerbaren Quellen hergestellt und gleichzeitig sowohl negative Regelleistung (Anlagenleistung für einen Einsatzfall zurückhalten) als auch positive Regelleistung (Anlagenleistung im Ein-

satzfall reduzieren) zur Verfügung gestellt werden. PEM-Elektrolyseanlagen eignen sich aufgrund der raschen Leistungsaufnahme und der hohen Bereitstellungszeit bspw. für SRL, MRL und PRL, wohingegen sich die alkalische Elektrolyse insbesondere für SRL und MRL eignet. Auch weitere Technologien wie industrielle Großwärmepumpen, mit denen aus der Umgebungenergie bzw. der industriellen Abwärme unter Hinzugabe von EE-Strom thermische Speicher beladen oder Prozesswärme für chemische Prozesse wie Kochen und teilweise auch Destillation hergestellt werden können, kommen hier infrage.

Abb. 8 - Arbeitspreisschwankungen in der Minutenreserve 2019⁷





Alternativ zur Teilnahme am Regelenergiemarkt können die Chemieunternehmen ihre energieintensiven Assets wie Elektrolyseure, Großwärmepumpen oder KWK-Anlagen auch im Sinne der „Verordnung über Vereinbarungen zu abschaltbaren Lasten“ (AbLaV) vermarkten. Hier wurden 2017 die Markteintrittshürden für industrielle Stromverbraucher gesenkt und die Mindestangebotsleistung auf 5 MW reduziert. Aktuell wird wöchentlich eine Leistung von 750 MW sofort abschaltbare Lasten (SOL; Abschaltung in unter 350 ms) sowie 750 MW an schnell abschaltbaren Lasten (SNL; Abschaltung in unter 15 Min)

ausgeschrieben. 2019 konnten durchschnittlich lediglich 58 Prozent des ausgeschriebenen SOL-Bedarfs gedeckt werden, bei SNL waren es 98 Prozent. Aufgrund dieses Nachfrageüberhangs konnten die maximalen Leistungs- und Arbeitspreise in Höhe von 500 € pro MW bzw. 400 € pro MWh bei SOL durchgängig und bei SNL nahezu durchgängig erreicht werden. In Anbetracht der bislang geringen Abrufquote (je 0,1 Prozent bei SOL und SNL) stellen die abschaltbaren Lasten eine durchaus näher zu betrachtende Option für die chemische Industrie dar.

Tab. 2 – Auktions- und Abrufdaten abschaltbare Lasten 2019⁸

	Leistung			Arbeit		
	Vorgehaltene Menge (in MW)	Mittlerer Preis (in €/MW)	Grenzpreis (in €/MW)	Abgerufene Menge (in MWh)	Mittlerer Preis (in €/MWh)	Grenzpreis (in €/MWh)
SOL	von 357 bis 461	von 500 bis 500	500	4.991	von 400 bis 400	400
SNL	von 628 bis 857	von 475 bis 500	499	3.354	von 380 bis 400	398

Ähnlich wie auf dem Regelleistungsmarkt müssen auch die abschaltbaren Lasten von den Übertragungsnetzbetreibern präqualifiziert werden. Für das gebührenfreie Präqualifizierungsverfahren müssen ca. zwei bis drei Monate eingeplant werden, zzgl. der Dauer und Kosten für interne Maßnahmen wie bspw. den Aufbau der erforderlichen Steuerungs- und Kommunikationstechnik sowie der internen Organisation und Planung.

Neben den abschaltbaren Lasten stellen auch die zuschaltbaren Lasten eine interessante Möglichkeit für die Zusammenarbeit von Energiewirtschaft und Chemieindustrie dar. Allein im ersten Quartal 2019 mussten im Rahmen des Einspeisemanagements insgesamt 3,3 TWh Strom aus EEG- und KWK-Anlagen abgeregelt werden (sogenannte Ausfallarbeit), um Netzüberlastungen innerhalb der Verteil- und Übertragungsnetze zu vermeiden. Zu 77 Prozent waren hierbei insbesondere Windenergieanlagen an Land betroffen. Im Verhältnis zur Einspeisung lag hier die Abregelung bei 7 Prozent. Bei den Windenergieanlagen auf See, die mit 22 Prozent den zweitgrößten Anteil an der Ausfallarbeit haben, waren es sogar 11 Prozent. Nicht nur, dass durch diese Zwangsabschaltung von EE-Anlagen Entschädigungen in Höhe von 364 Mio. € an die Anlagenbetreiber gezahlt werden mussten. Die Ausfallarbeit hätte auch zur Dekarbonisierung – bspw. der Chemieindustrie – genutzt werden können. Aus den 3,3 TWh Ausfallarbeit hätten mittels Hoch-

temperatur-Elektrolyse bspw. ca. 870 Mio. Nm³ grüner Wasserstoff hergestellt und für weitere Anwendungen wie Wärmeerzeugung, Chemiebaustein-Produktion oder (Rück-) Verstromung mittels wasserstoffbasierter KWK-Anlagen gespeichert werden können. Gegenüber der konventionellen Erdgasreformierung, bei der pro Tonne Wasserstoff ca. 10 Tonnen CO₂ freigesetzt werden, würde dies einer CO₂-Einsparung von 0,7 Mio. Tonnen entsprechen, wenn die 3,3 TWh Ausfallarbeit im ersten Quartal 2019 zur Herstellung von grünem Wasserstoff verwendet worden wären.

Auch wenn die Engpässe, die für die EE-Abregelung verantwortlich waren, sich auf mehrere Abschnitte der Übertragungs- und Verteilnetze beziehen und ein zentraler Abgriff der Ausfallarbeit somit nicht möglich ist, zeigt die obige Beispielsrechnung das enorme Potenzial. Anstelle den EE-Strom auch zukünftig abregeln bzw. die Netze unverhältnismäßig im Engpassgebiet ausbauen zu müssen, kann dieser anderweitig genutzt werden, indem der überschüssige Strom bspw. mittels zuschaltbarer KWK-Anlagen in Wärme (Power-to-Heat) oder mittels Elektrolyseuren in Wasserstoff (Power-to-Gas) umgewandelt wird. Das Energiewirtschaftsgesetz bietet hierfür mit § 13 Abs. 1 Satz 2 EnWG bereits den regulatorischen Rahmen, innerhalb dessen individuelle Verträge zwischen Übertragungsnetzbetreibern und Industrieunternehmen als sogenannte marktbezogene Maßnahme abgeschlos-

sen werden können. Auch wenn mit der Novellierung des EnWG 2016 mit § 13 Abs. 6a EnWG eine technologiespezifische Neuregelung aufgenommen wurde, die sich explizit auf KWK-Anlagen bezieht, schließt dies andere Technologien nicht aus. In Zusammenarbeit zwischen Energiewirtschaft und Industrie können daher neue Vermarktungsoptionen generiert werden, ähnlich bei Redispatch-Maßnahmen. Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Engpasshandlungsoption der Netzbetreiber. Kraftwerke vor dem Engpass werden angewiesen, ihre Einspeisung zu drosseln, während Anlagen hinter dem Engpass ihre Einspeiseleistung erhöhen müssen. Im ersten Quartal 2019 betrug die Einspeisereduzierung und -erhöhung von Markt- und Reservekraftwerken insgesamt 5 TWh und es fielen Redispatch-Kosten von knapp 110 Mio. € an. Auch wenn im Gegensatz zum Einspeisemanagement dadurch kein Strom aus erneuerbaren Energien „verloren“ geht, entstehen dadurch erhebliche Netzkosten. Auch hier könnte ein intelligenter Aufbau von Sektorenkopplungstechnologie helfen, den Bedarf an den CO₂-intensiven Redispatch-Kraftwerken, die derzeit größtenteils steinkohlebasiert sind, zu senken.



Resümee

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Dekarbonisierung der chemischen Industrie nur möglich ist, wenn das gesamte energetische Potenzial der Energiewirtschaft in der Chemieindustrie und umgekehrt genutzt und der Stromsektor mit den chemischen Prozessen sowie deren Infrastrukturen verknüpft werden.

Hierfür müssen einerseits die bereits vorhandenen regulierten Märkte wie Regelenergie sowie ab- und zuschaltbare Lasten stärker von der Chemieindustrie genutzt und die teilweise geförderte Eigenversorgung mit Strom aus EE weiter ausgebaut werden. Zudem sind in Zusammenarbeit mit der Energiewirtschaft neue, wirtschaftlich und technisch sinnvolle Ansätze zu erarbeiten, mit denen die Chemieindustrie enger in das Energiesystem eingebunden werden kann. Beispielhaft sei an dieser Stelle eine technologieoffene Ausgestaltung der zuschaltbaren Lasten erwähnt, mit der auch Flexibilitätsoptionen im Bereich Power-to-Gas o.Ä. genutzt werden können.

Andererseits müssen die chemischen Prozesse elektrifiziert und die fossilen Kohlenwasserstoffe als Rohstoff substituiert werden. Aus Unternehmenssicht ist

dies jedoch nur möglich, wenn die Elektrifizierung bzw. Rohstoffsubstitution nicht mit einer (wesentlichen) Kostenerhöhung einhergeht. Ein Teil der hierfür erforderlichen Technologien ist heute bereits verfügbar oder steht, wie bspw. großskalige Elektrolysesysteme, im Fokus aktueller Forschungs- und Entwicklungsprojekte, sodass mit einer baldigen Verfügbarkeit gerechnet werden kann. Um diese Technologien wirtschaftlich betreiben zu können, bedarf es jedoch auch einer sicheren und verlässlichen EE-Versorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen. Hierfür sind insbesondere die Energiewirtschaft sowie die Bundesregierung bzw. Regulierungsbehörde in der Pflicht, zusammen mit der Industrie nach Lösungen zu suchen, um über Preissignale am Markt und weitere regulatorische Anreize die Sicherheit für die benötigten Investitionen zu schaffen. Erst geeignete Rahmenbedingungen werden eine erfolgreiche und enge Partnerschaft zwischen Chemieindustrie und Energiewirtschaft in Zukunft ermöglichen.

Ihre Ansprechpartner



Dr. Wolfgang Falter

Partner | Leiter Central Europe, Oil,
Gas & Chemicals
Tel: +49 (0)211 8772 4912
wfalter@deloitte.de



Dr. Andreas Langer

Partner | Leiter Energy, Resources &
Industrials (Risk Advisory)
Tel: +49 (0)711 16554 7289
anlanger@deloitte.de



Dr. Florian-Alexander Wesche

Partner | Deloitte Legal
Leiter Energierecht
Tel: +49 (0)211 8772 4068
fwesche@deloitte.de



Sascha Wezel

Senior Manager | Energy, Resources &
Industrials (Risk Advisory)
Tel: +49 (0)711 16554 7234
swezel@deloitte.de

Deloitte.

Diese Veröffentlichung enthält ausschließlich allgemeine Informationen, die nicht geeignet sind, den besonderen Umständen des Einzelfalls gerecht zu werden, und ist nicht dazu bestimmt, Grundlage für wirtschaftliche oder sonstige Entscheidungen zu sein. Weder die Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft noch Deloitte Touche Tohmatsu Limited, noch ihre Mitgliedsunternehmen oder deren verbundene Unternehmen (insgesamt das „Deloitte Netzwerk“) erbringen mittels dieser Veröffentlichung professionelle Beratungs- oder Dienstleistungen. Keines der Mitgliedsunternehmen des Deloitte Netzwerks ist verantwortlich für Verluste jedweder Art, die irgendetwas im Vertrauen auf diese Veröffentlichung erlitten hat.

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), eine „private company limited by guarantee“ (Gesellschaft mit beschränkter Haftung nach britischem Recht), ihr Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen. DTTL und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sind rechtlich selbstständig und unabhängig. DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Mandanten. Eine detailliertere Beschreibung von DTTL und ihren Mitgliedsunternehmen finden Sie auf www.deloitte.com/de/ueberUns.

Deloitte erbringt Dienstleistungen in den Bereichen Wirtschaftsprüfung, Risk Advisory, Steuerberatung, Financial Advisory und Consulting für Unternehmen und Institutionen aus allen Wirtschaftszweigen; Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Mit einem weltweiten Netzwerk von Mitgliedsgesellschaften in mehr als 150 Ländern verbindet Deloitte herausragende Kompetenz mit erstklassigen Leistungen und unterstützt Kunden bei der Lösung ihrer komplexen unternehmerischen Herausforderungen. Making an impact that matters – für die rund 312.000 Mitarbeiter von Deloitte ist dies gemeinsames Leitbild und individueller Anspruch zugleich.