Weg in die <2°-Wirtschaft

Stiftung 2° Deutsche Unternehmer für Klimaschutz

WWF

DER WEG IN DIE <2°-WIRTSCHAFT:

Analysewege – Einschätzungen – wirtschaftliche Implikationen

Am Beispiel wesentlicher Wirtschaftszweige für Deutschland: Automobilherstellung und ausgewählte Kunststoffwaren

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Inhaltliche Erarbeitung durch:

THE-CO FIRM

CLIMATE EXCELLENCE

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle herzlich für die konstruktive Prüfung und zielführenden Anregungen unseres Expertenkreises bedanken, unter anderem in alphabetischer Reihenfolge bei:

- Norbert Beyer, Bischof + Klein SE & Co. KG
- Christian Hochfeld, Agora Verkehrswende
- Andreas Horn, BASF SE
- Oliver Lösch, IREES GmbH
- Karsten Tepe, Bischof + Klein SE & Co. KG
- Mareike Welke, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Vorwort WWF

Die Anstrengungen zur Eindämmung des anthropogenen Klimawandels sind im Pariser Klimaschutzabkommen auf völkerrechtlicher Ebene angelegt worden. Seit dem wird die Diskussion intensiver, wie sich der mit dem Ziel der Begrenzung auf deutlich unter zwei Grad verbundene – sehr umfassende – Strukturwandel auswirkt, wie er erfasst und konkretisiert, konkret umgesetzt, wie er vorausschauend entwickelt werden kann. Die Klimawissenschaft wird in ihren Aussagen der Folgen eines unkontrollierbaren Klimawandels immer alarmierender, der Handlungsdruck zur Gestaltung der strukturellen und systematischen, systemischen Reduktion und Vermeidung von Emissionen im Einklang mit bestem wissenschaftlichem Hintergrund entsprechend immer dringlicher.

Die Diskussionen gehen dabei über die rein technischen oder sozio-politischen Ebenen hinaus, endlich sind sie sehr grundlegend in Bereichen der Finanzierungsbereitstellung und des Kapitalmarkts angekommen. Sie betreffen Fragen der Risikoerfassung, des Risikomanagements, bis hin zu Stress-Tests von Portfolien und finanzaufsichtstechnischen Fragen wie der Stabilität. Diese Fragen sind inzwischen auch auf den zentralen Ebenen der Verantwortung im Bereich Finanzsystem angekommen, bei Zentralbanken und Finanzmarktregulierern. Sehr deutlich wird der Bedarf an Ansätzen zur Verarbeitung der Komplexität, zum Umgang mit Unsicherheit und insbesondere mit sehr viel stärker auf die Zukunft ausgerichteten Fragestellungen als bislang. Heute verfügbare und gängig genutzte Konzepte fußen vielfach auf vergangenheitsorientierten Daten und Informationen – ein grundsätzliches Problem für die Steuerung und Erfassung von Ausrichtungen auf erforderliche Zukunftsentwicklungen.

Die hier vorliegende Analyse leistet einen weiteren Beitrag zum besseren Umgang mit den Aufgaben. Sie zeigt, wie wichtig Szenarien und deren strukturiertere, bessere Nutzung sein wird. Sie zeigt auch auf, dass die bei der Umsetzung des Strukturwandels eingebundenen Akteure entlang konkreter Wertschöpfungsketten, also Unternehmen, Politik, Investoren und Finanzierer entsprechende Instrumente, Daten und Herangehensweisen brauchen werden. Die Ergebnisse zeichnen dabei ein positives Bild – anders als z.B. im Bereich fossiler Brennstoffe wie Kohle sind die beiden Sektoren Automobil und Kunststoffproduktion nicht mit einer binären Zukunft konfrontiert. Sie besitzen durchaus Erfolgspotential mit und durch den Strukturwandel, wenn sie diesen entsprechend angehen. Fragen wie die Sicherstellung von hoher Flexibilität im Produktionsprozess werden wichtig, nicht jedes Unternehmen berücksichtigt dies heute oder hat dazu vielfältige Möglichkeiten. Die Analyse hier zeigt, wie die Auswirkungen in Steuerungsgrößen auch finanzieller Art übersetzt werden können. Derartige Ergebnisse müssen auch in Deutschland zwischen den Akteuren jetzt ernsthaft erörtert werden, um Prozesse wie z.B. im Rahmen der Offenlegung, von Zugänglichkeit und Verfügbarkeit von Daten und Informationen, von Szenarien und Zukunftsgestaltung (z.B. für die Nutzung und Umsetzung der Empfehlungen der TCFD) hilfreich zu machen.

Wir hoffen mit dem Herangehen und mit den Ergebnissen derartige Diskussionen anzuregen. Kommen Sie mit Anmerkungen, Wünschen und Ideen auf uns zu und sprechen Sie uns an, die verbleibende Zeit um erfolgreich ernsthaft in den klimaverträglichen Strukturwandel einzusteigen läuft für uns alle ab. Wir freuen uns auf den Austausch mit Ihnen!

Matthias Kopp

Head Sustainable Finance

WWF Deutschland

Vorwort The CO-Firm

*"The greatest danger in times of turbulence is not the turbulence – it is to act with yesterday's logic." – **Peter Drucker***

In den vergangenen Jahren ist das Bewusstsein gewachsen, dass die Erderwärmung ein signifikantes Risiko für weite Teile der Menschheit darstellen kann. Dieses Bewusstsein führt zu Handlungen von Seiten vieler Politikakteure, Nachfrager, technischer Innovatoren und ändert den wirtschaftlichen Rahmen unseres Handels bereits heute. Als ein Beispiel kann die Stromerzeugung dienen: Hier lag beispielsweise weltweit die Wachstumsrate für Solar in 2016 über der von jeder anderen Stromerzeugungstechnologie[1].

Mit derartigen Veränderungen gehen wirtschaftliche Chancen und Risiken einher. Die Chancen scheinen zu überwiegen, so deutet beispielsweise eine Meta-Studie der ILO (2017) auf weltweit nettopositive Beschäftigungswirkung im Umfang von 0,5 bis 2% bei einem Übergang in eine CO_2-minimierte und nachhaltige Wirtschaft hin.

Wirtschaftslenker stehen vor der Herausforderung, Chancen und Risiken im zeitlichen Verlauf zu antizipieren und ihre Unternehmen entsprechend für die erwarteten Veränderungen aufzustellen. Ein Anhaltspunkt für die Ermittlung individueller Chancen und Risiken könnten die Beschreibungen verschiedener wirtschaftlicher Zukunftswelten unter der Annahme einer begrenzten Erderwärmung darstellen („Klimaszenarien"), aus denen sich Wachstumschancen, Produktportfolio- und technische Veränderungen u. ä. ableiten lassen und illustrieren die erforderliche Geschwindigkeit des Wandels. Entlang des üblichen Strategieprozesses kann die Wirkung dieser Zukunftspfade auf das Geschäft ermittelt und die Zukunftspfade selbst mit Wahrscheinlichkeiten hinterlegt werden.

Diese Studie illustriert das Vorgehen und die Ergebnisse für zwei der bedeutendsten Wirtschaftszweige in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimaschutzszenarios 95 (95%ige Emissionsreduktion gegenüber 1990) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Es zeigt sich der volle Umfang der Anpassungsoptionen: Während die Automobilherstellung mittels Anpassung des Produktportfolios (2030 müsste bereits nahezu die Hälfte aller Autos mit alternativem Antriebsstrang produziert werden) und der geographischen Schwerpunkte weltweit ein Umsatzwachstum aufweisen könnte, sieht sich der Großteil der Kunststoffwertschöpfungskette einem heute teils unerwarteten Wachstum in Deutschland gegenüber. Allerdings würde sich die Lieferkette verändern und knapp 80% des Rohstoffeinsatzes aus importierten, synthetischen Kohlenwasserstoffen bestehen. Unter der Annahme, dass deutsche Raffinieren keine Rolle in diesem Prozess spielen, stünden die heutigen Raffineriebesitzer vor einer disruptiven Veränderung, welche die Suche nach neuen Geschäftsfeldern zum Erhalt der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit erforderlich macht.

Transparenz der Unternehmenslenker über mögliche Pfade der Veränderung und ihre wirtschaftlichen Implikationen schafft die Grundlage für strategische Resilienz der Unternehmen im Veränderungsprozess. Ebenso kann sie die Grundlage für einen konstruktiven Dialog mit der Politik über Anforderungen an die Gestaltung der Veränderungen bieten.

Dr. Nicole Röttmer

Geschäftsführerin

The CO-Firm GmbH

[1] (IEA, 2016)

INHALT

01 Zusammenfassung 8

02 Ziele, Limitationen und Struktur der Studie 15

2.1 Ziele und Einordnung der Studie 16

2.2 Grenzen und Limitationen der Studie 18

2.3 Struktur der Studie 21

03 Hintergrund der Studie 22

3.1 Mögliche Zukunftspfade in der Begrenzung der Erderwärmung . 23

3.2 Welchen Nutzen stiftet eine Szenarioanalyse für Unternehmen? . 26

3.3 Klassische finanzielle Metriken können Erfolgsfähigkeit operationalisieren 29

3.4 Auswahl der betrachteten Industriezweige 29

04 Szenarioanalyse für Automobilhersteller 31

4.1 Kurzprofil: Ausgangslage Automobilherstellung 32

4.2 Entwicklungen unter Annahmen des Klimaschutzszenarios 95 . . . 35

4.3 Wirkung auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen 40

4.4 Wesentlichkeit der ermittelten Risiken und Chancen und Berücksichtigung von internationalen Sektordynamiken 45

05 Szenarioanalyse entlang der Wertschöpfungskette für ausgewählte Kunststoffwaren 50

5.1 Kurzprofil: Ausgangslage Wertschöpfungskette Kunststoffwaren PE, PP, PVC 51

5.2 Anforderungen des Klimaschutzszenarios 95. 53

5.2.1 Raffinerien 56

5.2.2 Petrochemie 59

5.2.3 Kunststoffproduktion 61

5.2.4 Kunststoffverarbeitung 66

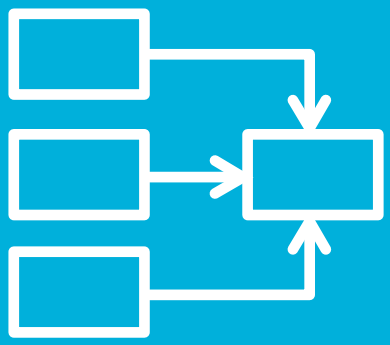
5.3 Wirkung auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen 67
5.3.1 Raffinerien 68
5.3.2 Petrochemie 69
5.3.3 Kunststoffproduktion 70
5.3.4 Kunststoffverarbeitung 71
5.4 Wesentlichkeit der ermittelten Risiken und Chancen und Berücksichtigung von internationalen Sektordynamiken 73
5.4.1 Raffinierien 73
5.4.2 Petrochemie 75
5.4.3 Kunststoffproduktion 76
5.4.4 Kunststoffverarbeitung 77
06 Wesentliche Erkenntnisse und Ausblick 78
6.1 Methodische Ergebnisse 79
6.2 Ergebnisse je Industriezweig 82
6.3 Bedeutung der Ergebnisse für Unternehmen und den Dialog mit der Politik 84
Appendix 85
i. Welche methodischen Grundlagen und ergänzenden Annahmen sind für eine Szenarioanalyse der ausgewählten Branchen erforderlich? 86
ii. Wie verhalten sich die Anforderungen des ambitionierten KS 95 relativ zu anderen Klimaschutzszenarien? 91
iii. Stellt das KS 95 ein realistisches Zukunftsbild dar? 92
Quellen 93
Abbildungsverzeichnis 104
Impressum 107

Abkürzungsverzeichnis

abs.	absolut
BAU	Business as usual
bbl	Barrel
BEV	Battery Electric Vehicle
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktor-sicherheit
CCS	Carbon Capture Storage
CO_2	Kohlenstoffdioxid
EUR	Euro
GJ	Gigajoule
ggü.	gegenüber
ICE	internal combustion engine
IEA	International Energy Agency
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
KS 80	Klimaschutzszenario 80 (Klimaschutzszenario in dem die Treibhausgasemissionen (THG) bis 2050 um 80 % gegenüber 1990 sinken)
KS 95	Klimaschutzszenario 95 (Klimaschutzszenario in dem die Treibhausgasemissionen (THG) bis 2050 um 80 % gegenüber 1990 sinken)
kt	Kilotonnen
Mio.	Million
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mrd.	Milliarde
$mtCO_2e$	Metric tons of carbon dioxide equivalent
Mt.	Millionentonnen
OEM	Original Equipment Manufacturer
p.a.	pro Jahr
PE	Polyethylen
PHEV	Plug-In Hybrid Electric Vehicle
Pkm	Personenkilometer
Pkw	Personenkraftwagen
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
REEV	Range Extender Electric Vehicle
RTS	Reference Technology Scenario
t	Tonnen
TCFD	Task Force on Climate-related Financial Disclosures
Tsd.	Tausend
VCI	Verband der Chemischen Industrie e. V.

01

ZUSAMMENFASSUNG



Wirtschaftliche Implikationen der Erreichung von Klimazielen werden kaum diskutiert.

Die aktuellen Diskussionen um die konkreten Auswirkungen konsequenter Umsetzungen und ernsthafter Anstrengungen zur Erreichung nationaler und internationaler Klimaschutzziele spielen sich in Deutschland bemerkenswerterweise zum größten Teil auf der politischen Bühne ab. Sehr viel weniger als in anderen Ländern, z. B. Frankreich, Skandinavien und UK, werden die wirtschaftlichen Implikationen in den Vordergrund gestellt, welche sich aus dem Zusammenspiel konkreter Risiko- und Chancenerfassung auf Unternehmensebene, strategischer Unternehmensberichterstattung an Kapitalmärkte bzw. Finanzgeber und den schlussendlich erfolgenden Investitions- und Finanzierungsentscheidungen ergeben. So zeigt sich unter anderem in Deutschland aktuell kaum eine Diskussion zur Bereitstellung relevanter Daten und Informationen mit Blick auf die Transformationsfähigkeit und -bereitschaft von Sektoren und Unternehmen, beziehungsweise eine mangelnde strategische und aktive Verfolgung der Transformationsentwicklung auf Sektor- und Unternehmensebene durch deutsche Unternehmen selbst, mit entsprechender Wiederspiegelung im Finanzsektor.

In diesem Zusammenhang spielt die konkrete Umsetzung und Sammlung von Erfahrungen mit den Empfehlungen der „Task Force on Climate Related Financial Disclosures“ (TCFD) des Financial Stability Boards im Rahmen der G20 in Deutschland eine noch kaum wahrnehmbare Rolle – anders als international, wo sich über 200 Unternehmen zu Umsetzungen und „Case Studies“ verpflichtet haben (nur die Allianz und EnBW finden sich hier als deutsche Unternehmen). Auch auf der europäischen Ebene finden sich Anforderungen an Risikoanalysen und Transparenz zum Beispiel in jüngsten Expertenempfehlungen wie aus der High Level Expert Group on Sustainable Finance der europäischen Kommission und dem sich jetzt entwickelnden Umsetzungsprozess der Kommission über deren Aktionsplan bis Ende der Laufzeit der amtierenden Kommission Ende 2019. Hierzulande dominiert die Erfüllung der Anforderungen des CSR-Richtlinienumsetzungsgesetzes die Anstrengungen – nach allen bisherigen Erfahrungen zeichnet sich auf dieser Basis kaum eine Verbesserung verfügbarer Informationen sowohl in Menge als auch in Qualität ab, das Gegenteil scheint der Fall zu sein. Gerade aus dem Ansinnen heraus, zukünftige Veränderungsanforderungen transparent zu machen und den Umgang mit resultierenden Chancen und Risiken für Industrie, Politik und Kapitalmärkte sowie die Finanzierungsseite zu vereinfachen, ist dies ein Warnsignal.

Die sich in den letzten Jahren auf Branchen fossiler Rohstoffnutzung fokussierte Debatte zur Einschätzung sogenannter strandender Vermögenswerte, wie z. B. Öl- oder Kohleaufschlussrechte, die in einer emissionsbeschränkten Zukunft von „Werten“ zu „Lasten“ werden, spielte sich mit Blick auf Deutschland kaum ab. Dies erscheint vor der eher geringen Branchenbedeutung in Deutschland schlüssig, mindestens die Übersetzung auf den Bereich der Energieerzeugung würde man jedoch auch hier sehr viel stärker erwarten. In der Realität haben die fundamentalen Anpassungen in Geschäftsmodellen von E.on, RWE und anderen die Tragweite gezeigt. Gleichermaßen fehlt jedoch die Fortführung und Übersetzung des Gedankens auf die für den Wirtschaftsstandort Deutschland bedeutenden Industrien – zum einen im Sinne der Erfassung und eventuellen Bestätigung möglicher derartiger Problemlagen, zum anderen aus dem Motiv der Entwicklung grundlegend sinnvoller und erforderlicher Informationsbereitstellung an Märkte und deren Risikoerfassung, -sichtbarkeit und -bewertung.

Dabei ist ein zukunftsorientierter Dialog erforderlich.

Eine methodisch grundlegende und sehr fundamentale Frage ist hierbei die nach der Bedeutung, welche zukünftigen Entwicklungen beigemessen wird und den Daten und Informationen, die dafür in bestimmter Weise bereitgestellt und nachvollziehbar gemacht werden müssen oder sollten. Die aktuelle Praxis nahezu jeglicher Informationsbereitstellung durch Unternehmen fußt zu großen Teilen auf vergangenheitsbezogenen Daten. Erforderlich ist vor dem gegebenen Kontext jedoch eine Einschätzung bzw. Bereitstellung sogenannter zukunftsgerichteter Daten. Dies entspricht zum einen der grundlegenden Erwartung gesellschaftlicher Akteure, Unternehmen nicht nur in ihrer heutigen, sondern auch ihrer erwarteten zukünftigen Aufstellungen verstehen und bewerten zu können, z. B. um ihren Beitrag zur Eindämmung der Erderwärmung zu verstehen. Zum anderen motivieren die potenziell entstehenden Risiken dieses Interesse. Risiken materialisieren sich durch eine seitens des Unternehmens nicht schließbare Lücke zwischen der eigenen Aufstellung, z. B. einem Produktportfolio, Anlagenvermögen oder Geschäftsmodell und z. B. extern entstehenden Entwicklungspfaden im Bereich Klimaschutzpolitik, in anderen Worten durch eine unzureichende Kapazität zur Anpassung. Informationsbereitstellung im Dreiklang Politik, Realwirtschaft und Finanzmarkt muss diese Einschätzungen möglich machen, damit Märkte effizient und stabil funktionieren können. Hierzu sind jedoch die heute verfügbaren Grundlagen kaum geeignet – mit dieser Arbeit werden vertiefend beispielhafte Vorgehensweisen zur Erfassung vorgestellt.

Die vorliegende Studie illustriert konkret und prozessorientiert für Unternehmen, am Beispiel der Sektoren Automobilbau und wesentlicher Produkte der Kunststoffwertschöpfungskette, wie sich ein „unter zwei Grad Klimapfad“[2] auf wirtschaftliche Chancen und Risiken auswirken könnte. Damit stellt sie zunächst eine strukturierte Herangehensweise an diese Analysebedarfe dar (und vor) und beantwortet u.a. folgende Fragen:

Vier Kernfragen werden addressiert.

a. Wie können, bezogen auf Klimaschutz, finanzielle Risiken und Chancen erfasst und bewertet werden und welche Rolle spielen Szenarien dabei?

b. Am Beispiel eines gewählten Szenarios, welche finanziellen Auswirkungen lassen sich für die betrachteten Industriezweige in Deutschland abschätzen?

c. Sind diese Auswirkungen in Deutschland materiell und – in dem Falle – passen Unternehmen ggf. ihre Strategien bereits für das Management von Risiken und Chance an? Wie stellen Sie sich mit Blick auf allgemeine Trends und die internationale Einordnung dar?

d. Welche Implikationen lassen sich für die weitere, gemeinsame Gestaltung von Klimawandel-minimierenden Zukunftspfaden ableiten?

Die Betrachtungen und Analysen verdeutlichen aus mehreren Perspektiven, wie wichtig die strukturierte und insbesondere verstandene und verlässliche Herangehensweise an Abschätzungen möglicher Zukunftsentwicklungen ist.

[2] Im Weiteren Verlauf der Arbeit wird hier die Formulierung <2° genutzt im Verständnis eines Ambitionsniveaus eines vollständig umgesetzten Pariser Klimaabkommens.

Die Eingrenzung zukünftiger Unsicherheit muss insbesondere auch prozessual geleistet werden, d. h. prozessuale Vergleichbarkeit ist ein Kernelement der Verwertungsfähigkeit und Glaubwürdigkeit von Ergebnissen. Dazu ist die strukturierte und systematische Nutzung von Szenarien in der Diskussion um Festlegungen von Investments oder strategischen Ausrichtungen von Geschäftsmodellen ein wichtiges, heute noch nicht ausreichend und flächendeckend genutztes Instrument. Klar zu verankern sind hierbei Rollen von systemweiten und übergreifenden Szenarien, wie z. B. der IEA oder den Klimaschutzszenarien des Bundesumweltministeriums (BMUB), in Abgrenzung zur angewandten Szenarioanalyse aus der einzelnen Unternehmensperspektive als Beitrag zur Strategieentwicklung und Kommunikation von tatsächlichem Risikoexposure an Investoren, Finanzierer und Märkte.

In diesen Bereichen besteht aktuell eine Übersetzungslücke – Unternehmen, die aktuell Szenarioanalysen durchführen, betrachten in den seltensten Fällen ganzheitliche, makroökonomische Langfristszenarien, noch weniger im Abgleich mit Klimaschutzzielen. Externe Szenarien hingegen, mit ihren makroökonomischen Annahmen und Ableitungen für den Politikkontext sind bislang nicht detailliert genug für eine Aufnahme in den traditionellen Strategiebildungsprozess in Unternehmen und die verbindliche Ausgestaltung auf Unternehmensebene. Kurz gesagt finden strukturierte Abschätzungen der Auswirkungen zukünftiger Rahmenbedingungen nicht so Eingang, wie es zur Gestaltung glaubwürdiger Transitionspläne von Unternehmen erforderlich wäre. Hilfestellungen in diesem Zusammenhang sollten von der Politikseite ausgehen, aufbauend auf wissenschaftlichen Grundlagen, um entsprechend Glaubwürdigkeit und überhaupt die Fähigkeit einer zielorientierten Auseinandersetzung der betroffenen Unternehmen herzustellen. Diese Studie macht Vorschläge zu zentralen Elementen der Übersetzung klimapolitischer Szenarien und der Strategiebildung auf Unternehmensebene sowie der Metrik-basierten Kommunikation von Risiken und Chancen an Stakeholder und Kapitalmarkt.

Mit Blick auf einen effektiven, vollständigen und relevanten Dialog zwischen Unternehmen unterschiedlicher Größe, Politik und Wissenschaft zeigt sich, dass Szenarien mit einer Minderung der Treibhausgasemissionen um 95% bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 für Deutschland existieren - wie beispielsweise das dieser Arbeit zugrunde liegende Klimaschutzszenario 95 (KS 95) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und nukleare Sicherheit (BMUB)[3] und hilfreich erscheinen, die aktuellen Formate jedoch nicht von Unternehmen unterschiedlicher Größe verarbeitet werden und werden können. Der aktuelle Dialog zwischen diesen Akteuren verläuft eben nicht effektiv und vollständig. Die Ergebnisse der hier angestellten Analyse sind dabei größtenteils ermutigend und bestätigen mitnichten großmaßstäblich anstehende Vermögensentwertungen oder Erfolgseinbußen. Vielmehr zeigt sich die Bedeutung ambitionierter und zielgerichteter Anstrengungen für ausgewählte Branchen in der Entwicklung von Geschäftsmodellen und „neuen" Produkten, für die Vielzahl der Branchen aber auch schlicht in der stets erforderlichen Marktbeobachtung und Repositionierung von Unternehmen unter Berücksichtigung klimabedingter Einflüsse.

Automobilherstellung

Strategisches Handeln von Unternehmen minimiert die Klimarisiken und erlaubt Chancen zu ergreifen.

Die Erfolgsfähigkeit in der Automobilherstellung hängt von der Fähigkeit und dem Willen zur strategischen Anpassung ab. Ohne jegliche strategische Anpassung wäre mit signifikant negativen Effekten auf den Unternehmenserfolg in Volumen und Umsatz in Deutschland zu rechnen, da die Produktion 2030 bereits zu 50% und 2040 zu 90% auf alternative Antriebe umgestellt sein sollte. Mit strategischer Anpassung wären weiterhin negative Effekte in Volumen und Umsatz zu verzeichnen, jedoch in signifikant geringerem Maße. Betrachtet man die Entwicklung in Deutschland isoliert, wie es das KS 95 beschreibt, so ergibt sich bis 2050 eine Reduktion der Produktion um knapp 15% verglichen mit 2015, mit dem eine Umsatzeinbuße verbunden ist. Weitere Umsatzeffekte ergeben sich unter der Annahme, dass der durchschnittliche Preis eines BEV (vollelektrischen, „Battery Electric Vehicle") 2050 niedriger ist als der durchschnittliche Preis eines Autos mit konventionellem Antrieb, welches zu einer zusätzlichen Reduktion des Umsatzes um weitere 10 Prozentpunkte führt.

Diese Auswirkungen sind als materiell einzuschätzen. Allerdings deuten strategische Stellungnahmen von Unternehmen darauf hin, dass der erforderliche Wandel verstanden und geplant ist.

International gesehen könnte der Automobilsektor vor 50% Produktionswachstum stehen.

Hingegen ist unter Berücksichtigung internationaler Sektordynamiken davon auszugehen, dass die inländische Volumenreduktion durch globales Wachstum ausgeglichen wird, denn der <2° Pfad der IEA impliziert einen Anstieg der Produktion um 50% 2050 im Vergleich zu 2015.[4] Entsprechend relevant ist es, dass die Automobilhersteller sich frühzeitig auf die möglichen Veränderungen samt der sich ggf. manifestierenden Wachstumsdynamiken einstellen. Wettbewerbseffekte werden dazu führen, dass manche Unternehmen von diesen möglichen Veränderungen stärker profitieren als andere.

[3] Die Abkürzung BMUB wird synonym für das Bundesumweltministerium (BMU) genutzt.
[4] (IEA 2017).

Übersetzt man den möglichen Produktionsrückgang in Deutschland analog des KS 95 zum Zwecke der Illustration linear in eine Reduktion der Anzahl der Werke, könnten zwischen 10 und 25% der heutigen Werke entfallen, ggf. sogar mehr, wenn Batteriepacks nicht von Automobilherstellern produziert würden. Die finanziellen Auswirkungen der Anlagenreduktion sind hingegen als begrenzt einzuschätzen, da i. d. R. das Anlagevermögen bereits abgeschrieben ist (Gebäude), für den kurzfristigen Einsatz erworben und entsprechend mit ausreichend Vorlaufzeit abgeschrieben wird (Werkzeuge), bzw. einer alternativen Nutzung zugeführt werden kann (Gussmaschinen).

Raffinerien

Raffinerien könnten in ihren Anlagekapazitäten stark bedroht sein.

Die Analyse eines ambitionierten Szenarios, das auf eine <2°-Wirtschaft abzielt, zeigt, dass mit einem signifikanten Volumeneffekt für Raffinerien in Deutschland zu rechnen wäre. Bis zu 85% der heutigen Anlagekapazitäten wären im Jahr 2050 bedroht. Daher ist ebenfalls von einer signifikanten finanziellen Auswirkung auszugehen, da nicht zu erwarten ist, dass der Umsatz und der Gewinn zukünftiger Produkte den Volumenverlust kompensieren können. Der genaue Effekt ist aber abhängig von Rohstoff- und Produktmixentwicklungen sowie zukünftigen, meist internationalen Produktpreisen. Eine besondere Unsicherheit schafft die Beurteilung zukünftiger Kosten synthetischer Kohlenwasserstoffe. Im KS 95 ist hinterlegt, dass synthetische Kohlenwasserstoffe aus dem Ausland importiert werden. Würden diese im Inland erzeugt, könnte dies auch Potentiale für Raffinerien bergen.

Insgesamt ist der Effekt als materiell einzuschätzen. Die aktuellen Strategien scheinen den Veränderungsbedarf eines <2°-Pfades nicht zu reflektieren. In einer internationalen Einbettung stellen sich die durchschnittlichen Risiken für das Anlagevermögen geringer dar (39%).

Die finanziellen Auswirkungen des möglichen Strandens von Raffinerien im Sinne noch laufender Abschreibungsperioden sollten bei vorausschauender Planung weitestgehend steuerbar sein.

Petrochemie, Kunststoffproduktion und Kunststoffverarbeitung

Auch in einem <2°-Szenario kann von Wachstum ausgegangen werden.

Im Gegensatz zu den Raffinerien impliziert das KS 95 positive Volumeneffekte für die weiteren Schritte entlang der betrachteten Wertschöpfungskette für Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. Allen Industriezweigen werden positive Volumeneffekte von bis zu 35% zugeschrieben. Durch die enge Verknüpfung der Industriezweige Petrochemie, Kunststoffproduktion und zu gewissen Teilen auch der Kunststoffverarbeitung ist der Umsatz der Unternehmen stark abhängig von der Entwicklung der Vorproduktpreise; Gewinne bilden kurzfristige Hedgingerfolge bzw. bei der Kunststoffverarbeitung ggf. alternative Bezugsquellen ab. Finanzielle Auswirkungen wird entsprechend auch die zukünftige Kostenstruktur synthetischer Kohlenwasserstoffe bzw. synthetischen Rohöls haben.

Um die Transition Chancen-orientiert festzulegen, kann ein Dialog von Politik und Unternehmen hilfreich sein.

Um das im KS 95 beschriebene Produktionswachstum von bis 35% abzubilden, müssten in den betroffenen Industriezweigen Anlagekapazitäten ausgeweitet werden. Dabei stimmen die Erwartungen der Industrie grundsätzlich mit der Entwicklung im KS 95 für die Kunststoffproduktion überein, liegen in der Petrochemie leicht unter der im KS 95 beschriebenen Entwicklung und in der Kunststoffverarbeitung über diesem. Risiken für bestehendes bzw. geplantes Anlagevermögen sind aufgrund der inkrementellen Entwicklung nicht zu erwarten. Die Anforderung besonders stromeffiziente Anlagen zu nutzen, sollte im Rahmen der normalen Reinvestitionsbedarfe erfüllbar sein.

Politik und Unternehmensseite sind aufgefordert, einen belastbaren Dialog im Sinne von Szenariostrukturierungen und Nutzung bzw. Kommunikation auf Basis von Szenarien zu führen. Leitlinien für eine Szenarioanalyse und interpretierbare Kommunikation der Ergebnisse erscheinen sinnvollerweise von Seiten der Politik vorzugeben zu sein. Gerade die strukturierte zukunftsorientierte Informationsbereitstellung durch Unternehmen stellt sich hier als deutlich verbesserungswürdig dar. Ambitionierter Klimaschutz ist im Betrachtungsrahmen nach den vorliegenden Analysen und Einschätzungen eine sicherlich komplexe und äußerst ambitionierte, mit Unsicherheiten behaftete, jedoch machbare Aufgabe.

02

ZIELE, LIMITATIONEN UND STRUKTUR DER STUDIE

» 2.1 Ziele und Einordnung der Studie

» 2.2 Grenzen und Limitationen der Studie

» 2.3 Struktur der Studie

2.1 Ziele und Einordnung der Studie

Diese Studie richtet sich maßgeblich an Unternehmen. Sie illustriert, wie eine Begrenzung der Erderwärmung auf <2° gegenüber vorindustriellem Niveau entlang eines möglichen Pfades sich auf die finanzielle Erfolgsfähigkeit von Industriezweigen und Unternehmen sowie Unternehmensstrategien auswirken könnte. Damit bettet sie sich ein in aktuelle, teils freiwillige und teils verpflichtende Reporting-Anforderungen z. B. im Kontext der Sicherung der Finanzmarktstabilität (Task Force on Climate related Financial Disclosures (TCFD)).[5]

Außerdem schafft die Betrachtung der Auswirkungen von Entwicklungen entlang von Pfaden zur Begrenzung der Erderwärmung aus der konkreten Sicht von Unternehmen und Industriezweigen Mehrwert für den Dialog zwischen Politik und Wirtschaft oder Unternehmen. Dies auch hinsichtlich des Verständnisses von Instrumenten und ihrer Wirkung im Unternehmenskontext und seiner Prozessdefinitionen, z. B. im Rahmen der Regulierungs- oder Politikentwicklung.

Dabei fokussiert die Studie exemplarisch auf die Anwendung einer Szenarioanalyse auf Industriezweigebene.[6] Derartige Analysen auf Basis unterschiedlicher, plausibel in Zusammenhängen dargestellten Szenarien werden Unternehmen und Finanzdienstleistern seitens der TCFD insbesondere auch für die verbesserte Informationsbereitstellung im Rahmen der Finanzberichterstattung empfohlen. Damit soll zum einen solide und notwendige Transparenz extern geschaffen werden und zum anderen eine Grundlage für das Management klimabezogener Risiken intern entstehen. Zu betrachten sind potenziell materielle „transition risks", im Folgenden Transitionsrisiken, also die Risiken die aus den Anstrengungen zur Eindämmung der Erderwärmung entstehen, sowie physische Risiken[7]; der Fokus dieser Studie liegt auf den klimabedingten Risiken der Transition.

Diese Studie steht im Spannungsfeld zwischen Politik und Unternehmenswelt, also einerseits der Gestaltung von Rahmenbedingungen und konkreter Formulierung von Politikinstrumenten, mit einer grundlegend gesamtgesellschaftlichen und systemweiten Sicht, sowie anderseits der Perspektive von Akteuren in diesem System, die sich an der eigenen Leistungsfähigkeit, ihrer eigenen Wertschöpfungskette und anderen Charakteristika ausrichten. Diese Betrachtungswinkel und -richtungen näher zusammenzubringen, dabei neue Verbindungen zu ziehen, mindestens aber Verständnis für die zentralen Punkte und Hintergründe zu wecken, ist ein Ziel dieser Analyse.

Sprache, Perspektive und Struktur sind auf die Zielgruppe der Unternehmen angepasst. Dies erfordert die Übersetzungsleistung in verschiedene Richtungen: neben der politischen Ebene der Entwicklung und Gestaltung von Regulierung auch jene Richtung zur Wissenschaft, die primär das Ziel der Politikberatung verfolgt.

---

[5] (Röttmer In Druck 2018).

[6] Unter Szenarioanalyse versteht man eine Methode finanzielle Auswirkungen potenzieller Entwicklungen zu betrachten.

[7] Transitionsrisiken ergeben sich aus dem Übergang, der sogenannten Transition, zu einer emissionsarmen oder –freien Wirtschaft. Treiber hierfür können z. B. der technologische Fortschritt, Nachfrageveränderungen, Regulierungen oder Reputationseffekte sein. Zudem können Rechtsrisiken aus Schadensersatz- und Haftungsklagen aufgrund eines Verursachungszusammenhangs durch Emissionen auf Unternehmensseite (analog zu Tabak- und Gesundheitsschadensklagen) entstehen. Die Definition hat die englische Finanzmarktaufsicht PRA 2015 geprägt. Physische Risiken entstehen aus der erfolgenden Erderwärmung, z. B. aus Schäden durch Extremwetter, Fluten oder langfristige Niederschlagsänderungen (TCFD 2017).

Dies zeigt sich z. B. an der Verwendung der Begriffe Szenario und Szenarioanalysen. Sie sind in dieser Studie aus zwei Perspektiven zu verstehen. Die Szenarioanalyse als Grundlage der Abschätzung von Klimarisiken und -chancen für z. B. Unternehmen geht von der Wirkung auf betroffene, einzelne Akteure oder Systeme aus.[8] Die Einschätzungen zu Risiken und Chancen im Rahmen dieser Studie werden aus dieser Perspektive erarbeitet. Diese entspricht dem Grundgedanken der TCFD-Empfehlungen.

Die zweite Perspektive, die auf Szenarien gelegt werden kann, ist die der generellen und systemischen Beschreibung von Zukunftsentwicklungen, die zu einer Beschränkung der Erderwärmung von beispielsweise <2° verglichen mit vorindustriellen Werten führen können.

Derartige Szenarien unterliegen, bzw. sind die Ausgangsbasis der Anwendung auf bspw. Unternehmen zur Ermittlung individueller Chancen und Risiken. In diesem Zusammenhang wird in dieser Arbeit für Deutschland auf das Klimaschutzszenario 95 des BMUB (KS 95) abgestellt, das eine, aber nicht die alleinig mögliche, Zukunftssicht darstellt.

Die Betrachtungen hier umfassen bzw. nutzen das KS95 als Szenario für den deutschen Raum und ermitteln die entsprechenden Auswirkungen auf zwei für Deutschland bedeutende Industriezweige bzw. Sektorketten, die sich aus einer Diskussion von Transitionsrisiken ergeben können. Eine Berücksichtigung physischer Risiken kann ergänzende Aspekte und Schlussfolgerungen mit sich bringen, wird hier jedoch nicht vorgenommen.

Diese Szenarioanalyse erlaubt, Transitionsrisiken systematisch aus Unternehmenssicht über Wertschöpfungsketten und Industriezweige hinweg zu erfassen. Als solche kann und soll sie als Beginn dieser Diskussion verstanden werden. Sie ist gleichermaßen als Einladung zur Diskussion, zum Dialog und zur Weiterentwicklung, bzw. zur Anwendung auf weitere Industriezweige und Sektoren hin zu verstehen. Als solche ist sie auch explizit keine technische Beurteilung des gewählten Szenarios, sondern die Nutzung und Anwendung eines Szenarios.

In diesem Analyserahmen sollen die folgenden Fragen sowie Antworten auf sie erarbeitet werden:

- **Wie können finanzielle Risiken und Chancen aus Klimasicht erfasst und bewertet werden und welche Rolle spielen Szenarien dabei?**
- **Am Beispiel eines gewählten Szenarios, ergeben sich für die betrachteten Industriezweige in Deutschland finanzielle Auswirkungen?**
- **Sind diese Auswirkungen in Deutschland materiell und – in dem Falle – passen Unternehmen ggf. ihre Strategien bereits für das Management von Risiken und Chancen an? Wie stellen Sie sich mit Blick auf allgemeine Trends und die internationale Einordnung dar?**
- **Was zeigt die exemplarische Analyse für die Bedeutung der Gestaltung des Übergangs zu emissionsneutralen Wirtschaftssektoren?**

[8] Klimarisiken und -chancen beschreiben in diesem Kontext die positiven oder negativen Implikationen, die der Klimawandel auf Organisationen haben kann.

Diese Studie wurde im Rahmen des BMUB geförderten Verbundprojekts von WWF Deutschland und der Stiftung 2 Grad „Wege in die <2°-Wirtschaft" erarbeitet. Projektziel des Gesamtvorhabens ist und war es, über einzelne Wertschöpfungsketten, oder Sektorzusammenhänge hinweg (Vertreter von) Unternehmen in einem strukturierten, organisierten, aber Freiheiten ermöglichenden Rahmen und Prozess zu selbstdefinierten Projekten zu mobilisieren. Die Projekte stehen im Kontext dieser Transition zu einer emissionsarmen oder -freien Wirtschaft. In diesem Sinne sind die entstandenen oder entwickelten Projektideen zum einen „Demonstration" der Machbarkeit der Veränderung, zum anderen Ergebnis anderer Formen von Zusammenarbeit, um die Herausforderungen derart massiver Veränderungsanforderungen anzugehen. Die Analyse in dieser Studie dient entsprechend zur Begründung und Herleitung der Motivation, sich der Transition, bzw. der Transformation des eigenen Geschäftsmodells auf einer soliden Analysebasis zu widmen. Zum zweiten wird hier die Vorgehensweise der Analyse demonstriert, was sich in den ändernden Anforderungen an Unternehmen zum Beispiel im Rahmen zukünftiger Transparenzanforderungen ergeben wird.

Der Ansatz und die Ergebnisse wurden in Gesprächen mit Unternehmen und weiteren Sektorexperten validiert und aus den Dialogen Empfehlungen für die Unterstützung des Dialogs zwischen Politik und Unternehmen abgeleitet.

2.2 Grenzen und Limitationen der Studie

Diese Studie illustriert ein Vorgehen zur Bewertung der (Aus-)Wirkung möglicher Entwicklungen als Folge eines im Regulierungsrahmen umgesetzten <2°- Ambitionsniveaus des Klimaschutzes. Dazu wird das KS 95 des BMUB aus dem Jahr 2015 genutzt, um die zukünftige Erfolgsfähigkeit von Unternehmen in traditionellen, deutschen Industriezweigen zu analysieren. Die Klimaschutzszenarien des BMUB werden aufgrund des sehr dynamischen energiewirtschaftlichen und politischen Umfeldes regelmäßig aktualisiert und angepasst.[9] Die für das Szenario genutzte Projektionen zu Bevölkerungs-, Energiepreis-, Wirtschafts- und Wirtschaftsstrukturentwicklung sowie Politiken und Maßnahmen erfolgen auf Basis von Annahmen seitens der studienverantwortlichen Forschungsinstitute.[10]

Entsprechend lässt sich keine umfassende Vollständigkeit im Sinne der Erfassung jeglicher oder jedweder Wirkung ableiten. Ziel der Studie ist es nicht:

» Eine vollumfängliche Risikoanalyse zu erarbeiten. Der Fokus liegt auf Transitionsrisiken. Weitere Klimarisiken sowie weitere Geschäftsrisiken, wie bspw. Rechtsrisiken, werden nicht betrachtet.

» Wirkungen auf Industriezweige vollumfänglich zu analysieren: So werden z. B. Beschäftigungswirkungen nicht betrachtet und Chancen und Risiken für Anlagevermögen nur illustriert.

[9] (BMUB 2015).
[10] (BMUB 2015).

» Wirkungen über die Industriezweige hinaus zu analysieren: Unternehmen können Risiken der Klimatransition auch handhaben, in dem sie aus Geschäftsfeldern austreten. Dies ist nicht Inhalt der Analyse.

» Eine international gültige Studie durchzuführen: Der Fokus der Studie liegt bewusst auf Deutschland. Dieser Fokus ermöglicht die Mechanismen, welche aus menschlichem Handeln gegen die Erderwärmung und Chancen und Risiken für Industriezweige und Sektoren ergeben, möglichst klar zu beschreiben. Beispielsweise ist der Automobilmarkt ein regionaler, die Umstellung auf Elektromobilität nicht in vergleichbarem Maße über Regionen hinweg leistbar. Entsprechend sind eventuelle, international gegenläufige Effekte im Anschluss an die Analyse exemplarisch qualitativ beleuchtet.

» Eine Stranding-Analyse durchzuführen: Ziel der Analyse ist es, illustrativ Transparenz über die wirtschaftlichen Risiken und Chancen zu schaffen, die sich ergeben könnten, wenn ein Klimaszenario Realität würde. Stranding, also der Verlust des Vermögens einer Anlage, ihren erwarteten wirtschaftlichen Beitrag zu leisten, ist nur eine Form des wirtschaftlichen Risikos. Mit Blick auf die Charakteristika der betrachteten Industriezweige besteht das wirtschaftliche Risiko weniger im Verlust des Anlagevermögens, als eher in der substantiellen Beeinträchtigung von Gewinnen, Umsatz sowie Investitionsbedarfen. Derartige Effekte treten ein, bevor das Anlagevermögen ins Risiko gerät. Gleichzeitig ist das Risiko für das Anlagevermögen begrenzt, da in den betrachteten Industriezweigen häufig von bereits erfolgter Abschreibung auszugehen ist bzw. die Abschreibung in einem realistischen Planungszeitraum erfolgt. Ebenso ist davon auszugehen, dass z. B. für Anlagen im Risiko im Automobilsektor wie Gussmaschinen die Chance zu einem Weiterverkauf in andere Industriezweige bestehen kann.

» Aussagen über Eintrittswahrscheinlichkeiten von Umfeldveränderungen zu treffen oder Vorhersagen zu machen: Szenarien sind per se nicht mit Wahrscheinlichkeiten verbunden.[11]

» Alle Lieferketten zu analysieren: Am Beispiel der Kunststoffwertschöpfungskette erfolgt eine Analyse der Wertschöpfungskette. Für die Automobilhersteller wird die Wertschöpfungskette in diesem Rahmen nicht betrachtet. Damit ist keine Aussage über die mögliche Betroffenheit von beispielsweise Zulieferern verbunden.

» Eine Szenario-übergreifende Analyse aufzubereiten: Diese Analyse stellt einen möglichen Ansatz der Szenario-Analyse dar, und illustriert diesen an einem möglichen, auf Deutschland fokussierten, <2°-Erderwärmungspfad. Für eine vollumfängliche Szenario-Analyse und für die Ableitung strategischer Implikationen wäre es erforderlich, mehr als ein Szenario zu analysieren.

» Über das Szenario hinausgehende Trends vollständig abzubilden: Szenarien stellen idealerweise in sich konsistente Zielpfade unter Berücksichtigung von Interdependenzen in und über Sektoren hinweg dar (z. B. CO_2 – und Strompreise sowie Stahlpreise). Dynamiken, die in den Szenarien nicht abgebildet sind, werden nicht nachträglich aufgenommen, da so die inhärente Konsistenz des Szenarios nicht mehr gegeben wäre. Einige Trends werden hier qualitativ aufgenommen und beleuchtet.

[11] (Kepler Cheuvreux; The CO-Firm 2018).

» Eine wissenschaftliche Studie in Aufbau, Sprache, Umfang zu verfassen: Ziel ist es der Leitungsebene in Unternehmen der zwei betrachteten Industriezweige eine Illustration zur Verfügung zu stellen, welche vom Ansatz her für weitere Industriezweige und Sektoren nutzbar ist. Gleichzeitig liegt der Fokus auf hoher Transparenz, um eine Replizierbarkeit der Analyse zu ermöglichen.

» Umfassende Implikationen bezüglich der Machbarkeit einer 2°- oder einer <2°-Welt abzuleiten: Das hier genutzte Szenario wird exemplarisch als ein möglicher Zielpfad zur Einhaltung des Politikziels eingesetzt. Werden andere Szenarien zugrunde gelegt, können sich die Ergebnisse ändern.

Um die Wirkung des KS 95 auf die Betrachtungsobjekte, also Industriezweige und teilweise Unternehmen, abzuleiten, sind zum Teil ergänzende Annahmen zu treffen. Ergänzende Berechnungen sind teilweise erforderlich, um das Szenario in zunächst Industriezweig-relevante und im Anschluss in Geschäfts-relevante Informationen übersetzen zu können. Diese sind im Text bzw. erläuternd im Appendix kenntlich gemacht. Die Annahmen betreffen auch zukünftige Kosten- und Preisentwicklungen, welche eine unmittelbare Wirkung auf Umsätze und Gewinne haben. Ebenso ist eine Einordnung in den Branchenkontext erforderlich, um einen realistischen Blick auf die für die Industriezweige und potenziell auch die für Unternehmen, entstehenden Chancen und Risiken zu geben.

Zudem werden im KS 95 Annahmen zum zukünftigen wirtschaftlichen Kontext getroffen, z. B. mit Blick auf Importe von strombasierten Kohlenwasserstoffen. Die zugrunde liegenden Annahmen zu internationalen Entwicklungen, Preisgefügen etc. sind dabei nicht transparent. Eine Änderung dieser Annahmen könnte die hier vorgestellten Ergebnisse substanziell verändern.

Ebenso ist kein Szenario vollumfänglich, manche Treiber der Emissionsveränderung sind nicht betrachtet oder werden ggf. anders eingeschätzt als der Leser es annehmen würde (z. B. bzgl. neuer Technologien, alternativer Produkte oder Konsumtrends). Entsprechend sind Szenarien immer samt der ihnen zugrunde liegenden Annahmen zu betrachten und einzuordnen.

Basis der Betrachtung der zukünftigen Entwicklung ist das Ausgangsjahr 2015. Dieses schafft eine über Industriezweige hinweg gleichermaßen interpretierbare Grundlage.

2.3 Struktur der Studie

Die folgende Tabelle stellt die Struktur der Studie dar und zeigt auf, welche Fragen an welcher Stelle beantwortet werden.

Kapitel	Kernfragen
1	**Zusammenfassung:** Welche Ergebnisse und nächste Schritte ergeben sich aus der Studie?
2	**Ziele, Limitationen und Struktur:** Was sind die Ziele der Studie, welcher Interpretationsrahmen liegt vor, welche Inhalte sind wo zu finden?
3	**Hintergrund der Studie:** · Wie sehen mögliche Zukunftspfade in einer <2°-Welt aus? · Wieso sollten sich Unternehmen mit Klimarisiken auseinandersetzen? · Welchen Nutzen stiftet eine Szenarioanalyse? · Welche Metriken sind geeignet, um Erfolgsfähigkeit von Unternehmen auszudrücken? · Warum liegt der Fokus auf Deutschland, warum liegt das KS 95 der Studie zugrunde? · Warum werden die Automobilherstellung und die Wertschöpfungskette für wesentliche Kunststoffe betrachtet?
4 4.1 4.2 4.3 4.4	**Szenarioanalyse für Automobilhersteller:** · Welche Erfolgsbasis liegt der Automobilherstellung heute zugrunde? · Welches Zukunftsbild zeichnet das KS 95? · Wie lässt sich das Zukunftsbild zur Beurteilung der Erfolgsfähigkeit von Unternehmen nutzen, mit welchem Ergebnis? · Sind die finanziellen Auswirkungen im Vergleich zu gängigen Sektordynamiken materiell (sollten sie bei ausreichender Wahrscheinlichkeit also Eingang in den Strategieprozess finden)? · Wenn das Szenario als wahrscheinlich eingeschätzt wird, ist eine strategische Anpassung erforderlich? · Wie ordnen sich die Ergebnisse in den internationalen Kontext ein?
5 5.1 5.2 5.3 5.4	**Szenarioanalyse entlang der betrachteten Wertschöpfungskette ausgewählter Kunststoffe:** · Welche Erfolgsbasis liegt den Schritten der Wertschöpfungskette heute zugrunde? · Welches Zukunftsbild zeichnet das KS 95? · Wie lässt sich das Zukunftsbild zur Beurteilung der Erfolgsfähigkeit von Unternehmen nutzen, mit welchem Ergebnis? · Sind die finanziellen Auswirkungen im Vergleich zu gängigen Sektordynamiken materiell (sollten sie bei ausreichender Wahrscheinlichkeit also Eingang in den Strategieprozess finden)? · Wenn das Szenario als wahrscheinlich eingeschätzt wird, ist eine strategische Anpassung erforderlich? · Wie ordnen sich die Ergebnisse in den internationalen Kontext ein?
6	**Erkenntnisse und Ausblick:** · Was bedeuten die Ergebnisse für die Durchführbarkeit von Szenarioanalysen? · Als wie materiell sind die Klimawirkungen einzuschätzen? · Welche Handlungsbedarfe und nächsten Schritte ergeben sich? · Empfehlungen für Politik, Unternehmen und Wissenschaft

03

HINTERGRUND DER STUDIE

» 3.1 Mögliche Zukunftspfade in der Begrenzung der Erderwärmung

» 3.2 Welchen Nutzen stiftet eine Szenarioanalyse für Unternehmen?

» 3.3 Welche Metriken können Erfolgsfähigkeit operationalisieren

» 3.4 Auswahl der betrachteten Industriezweige

3.1 Mögliche Zukunftspfade in der Begrenzung der Erderwärmung

Klimaschutzszenarien können Wege zur Erreichung politisch gesetzter Klimaziele illustrieren.

Mit dem Klimaschutzabkommen von Paris 2015 ist zum einen ein verbindlicher Rahmen für staatliche Emissionsziele entstanden, zum andern wurde ein Mechanismus zu deren Zielerreichungsüberprüfung festgelegt sowie ein grundsätzliches Vorgehen zur Verschärfung von Emissionsminderungsanstrengungen vereinbart. Sowohl die politisch vereinbarten Anstrengungen mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts, als auch jene Ziele auf europäischer und nationaler Ebene geben einen Rahmen vor, der Unternehmen in emissions- und energieintensiven Sektoren aber auch viele andere, die mit diesen in Beziehung stehen, vor Herausforderungen stellt. Der deutsche Klimaschutzplan 2050 und dessen Konkretisierung im Rahmen der weiteren Entwicklung auf der Ebene von Maßnahmen zu dessen Zielerreichung, bspw. die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie um 51 – 49 % bis 2030 gegenüber 1990, ist ein weiteres Element des Handlungsrahmens, in dem sich deutsche Unternehmen national mit der Frage der strategischen Umsetzung im eigenen Kontext auseinandersetzen müss(t)en.[12] Die vorliegenden Szenarien, beispielsweise aus den Klimaschutzszenarien des BMUB, können hierzu einen Ausgangspunkt und weitere Zutat darstellen. Die systematische, strukturelle und intensiv auf das eigene Geschäftsmodell abgebildete Prüfung der Konsequenzen und möglicher Ausrichtungsnotwendigkeiten, die sich aus Szenariovarianten ergeben, lässt sich zumindest in der nationalen Debatte durch deutsche Unternehmen nicht flächendeckend erkennen. Dies wird in den nachfolgenden Kapiteln exemplarisch auf zwei für Deutschland bedeutende Industriezweige bzw. Sektorketten vorgenommen.

Dabei ist der Erkenntniswert bezüglich der erforderlichen Maßnahmen, verfügbarer Zeitfenster und Zeiträume für Handlungen am größten und vor der hier betrachteten Frage auch nur sinnvoll, wenn den Rahmen der Analysen eher Extremszenarien bilden, also ernsthaft ein <2°-Ambitionsniveau zugrunde gelegt wird.

[12] (BMUB 2017).

Der ambitionierte Pfad des Klimaschutzszenarios mit dem Zeithorizont 2050 bildet die Grundlage der Szenarioanalyse.

Szenarien illustrieren in sich konsistente Zukunftsbilder und Klimapfade,z. B. einer <2°-Welt.

Zielorientierte Szenarien, wie z. B. Szenarien, die Pfade für eine Begrenzung der Erderwärmung auf <2° beschreiben, sollten in sich konsistent und unter den getroffenen Annahmen plausibel sein. Sie unterliegen i. d. R. keiner Wahrscheinlichkeitsbetrachtung und stellen Projektionen möglicher Entwicklungen, aber keine Vorhersagen dar. Entsprechend besteht der Mehrwert ihrer Analyse darin, in Situationen hoher Unsicherheit – wie z. B. in Verbindung mit langen Zeiträumen – die Wirkung möglicher Entwicklungspfade zu illustrieren. Die Betrachtung mehrerer Szenarien erlaubt, die eigene Unternehmensstrategie verschiedenen Situationen, ggf. sogar Extrempunkten im Vergleich, gegenüberzustellen und somit frühzeitig eventuelle Risiken zu erkennen und ggf. zu minimieren.

Das Klimaschutzszenario 95 (KS 95) stellt die zentrale Grundlage für die Szenarioanalyse in dieser Studie dar. Wie in Abbildung 1 dargestellt, bilden Klimaschutzszenarien auch eine Säule für Ableitungen im Rahmen des langfristigen Klimaschutzplans 2050 (KSP)[13] der deutschen Bundesregierung. Ziel des KSP der Bundesregierung ist es, im Sinne des Pariser Übereinkommens eine nationale Langfriststrategie vorzulegen und inhaltliche Orientierung für einen gesamtwirtschaftlichen Fahrplan bis 2050 zu geben.

Abbildung 1
Einordnung des Klimaschutzszenarios in den übergeordneten Kontext.

Anmerkung: ** Die Studie Klimaschutzszenario 2050 umfasst zusätzlich das Klimaschutzszenario 80. Dieses hat ein Reduktionsziel von 80 % bis 2050 ggü. 1990.* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (BMUB 2017), (Bundesregierung 2013), (Öko-Institut et al. 2013), (Wuppertal Institute et al. 2016).*

[13] Dabei entwirft der Klimaschutzplan für alle Sektoren (Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und Sonstige) Leitbilder für das Jahr 2050, die sich in Meilensteine und sektorspezifische Zielkorridore bis 2030 übersetzen lassen. Die Bundesregierung prüft stetig den Fortschritt hin zu diesen Zukunftspfaden um unterstützend eingreifen zu können.

Der von der Bundesregierung verabschiedete Klimaschutzplan 2050 skizziert für unterschiedliche Sektoren Leitbilder für 2050 sowie Meilensteine und strategische Maßnahmen für 2030. Als Basis hierfür zeigen Klimaschutzszenarien, wie das KS 95, mögliche Pfade auf, wie sich z. B. gesamtwirtschaftliche Produktportfolios über Zeit bis 2050 ändern müssten, um das langfristige Klimaschutzziel, die Treibhausgasemissionen Deutschlands um bis zu 95% bis zum Jahr 2050 (gegenüber 1990) zu senken, zu erreichen.[14] Dabei beschreibt es die Wirtschaftsbereiche Industrie, Energiewirtschaft, Gebäudebestand (Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen), Landwirtschaft und Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft sowie Verkehr.

[14] (BMUB 2016).

3.2 Welchen Nutzen stiftet eine Szenarioanalyse für Unternehmen?

Szenarioanalysen erlauben Chancen und Risiken zu erkennen und so ggf. zu managen

Szenarioanalysen können die bestehenden unternehmerischen Risiko- und Strategieprozesse unterstützen, indem sie wichtige Fragen und Risikoindikatoren, also Treiber finanzieller Risiken adressieren. Sie helfen so folgende Fragen zu beantworten:

» Entstünden unter den im Szenario getroffenen Annahmen Risiken und Chancen für Industriezweige und Unternehmen?

» Wie materiell sind diese?

» (Wie) können Industriezweige und Unternehmen Risiken und Chancen managen?[15]

» Wann könnten sich klimabedingte Transformationsrisiken materialisieren?

Unternehmen können so ihre Risikoparameter und -modellierung validieren oder anpassen und das Reporting gegenüber externen Anspruchsgruppen stützen.

Die Wirkungen von Klimaschutzpolitiken auf Vermögenswerte sowie darüber hinausgehend auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen werden kaum systematisch analysiert. Ebenso wenig werden die Transitionsanforderungen an die Industrie unter Berücksichtigung ihrer strukturellen Anpassungsfähigkeit und sich daraus ergebender Potenziale nachhaltig Wert zu generieren, untersucht. Werden Szenarioanalysen frühzeitig durchgeführt, können sich mittels Anpassung die potenziellen Klimarisiken reduzieren. So können beispielsweise lock-ins, also mangelnde Handlungsfähigkeit aufgrund eingegangener Kapitalbindung unter gleichzeitigem Wertverlust des investierten Kapitals, verhindert werden.[16] Je eindeutiger und früher politische und wirtschaftliche Pläne Hand in Hand gehen, desto geringer sind die resultierenden Risiken.

Die im Auftrag der G20-Finanzminister und ihres Financial Stability Boards ins Leben gerufene „Task Force on Climate Related Financial Disclosures“ (TCFD) fordert mit Blick auf die Finanzmarktstabilität eine erweiterte Berichterstattung der Real- und Finanzwirtschaft zu Klimarisiken als Teil des Finanzreportings. Nicht ohne Grund: die Finanzexperten gehen davon aus, dass bis Ende dieses Jahrhunderts Anlagevermögen im Wert von 43 Billionen US-Dollar ins Risiko geraten.[17]

[15] (Röttmer In Druck 2018).
[16] (The CO-Firm; Kepler Cheuvreux; 2018).
[17] (TCFD Recommendations 2017).

Empfehlungen der Task Force on Climate Related Financial Disclosures: Diese Art der Analyse bettet sich ein in die Empfehlungen der TCFD zur Szenarioanalyse: Die TCFD empfiehlt die Betrachtung von Klimarisiken für Unternehmen sowie die Durchführung von Szenarioanalysen. Klimarisiken lassen sich in zwei Gruppen unterteilen: physische Risiken, welche sich aus der nicht vermiedenen Erderwärmung ergeben, z. B. Stürme, Überschwemmungen, etc., sowie Risiken aus der Klimatransition, also menschlicher Anstrengungen zur Einschränkung der Emissionen und damit der Erderwärmung. Treiber für Transitionsrisiken sind Marktveränderungen, Technologieveränderungen, regulatorische und rechtliche Veränderungen, sowie Reputationsrisiken. Auf Basis einer Wesentlichkeitsprüfung der Risiken sind mehrere Szenarien für die Szenarioanalyse auszuwählen und Wirkungen auf das Geschäft zu bewerten sowie ggf. Anpassungsmaßnahmen zu definieren.[18]

Neben den bereits beschriebenen noch freiwilligen Offenlegungsempfehlungen der TCFD gibt es auf nationaler Ebene bereits verpflichtende Offenlegungsanforderungen zu Transformationsrisiken: In Frankreich schreibt der Artikel 173 des Energiewendegesetzes vor, dass institutionelle Investoren klimabedingte Transformationsrisiken offenlegen müssen, indem sie das Einhalten der vorliegenden Regularien zur 2°-Kompatibilität darlegen oder ihre Abweichungen begründen. Eine Verankerung eines solchen Gesetzes in weiteren nationalen Rechtsprechungen oder auf der EU Ebenen hätte weitreichende Auswirkungen auf das Risikomanagement und die Strategieentwicklung der betroffenen institutionellen Investoren. Denn wie eine Untersuchung in der Schweiz ergab, sind die Portfolios der lokalen Pensionskassen und Versicherer weitestgehend nicht 2° kompatibel.[19]

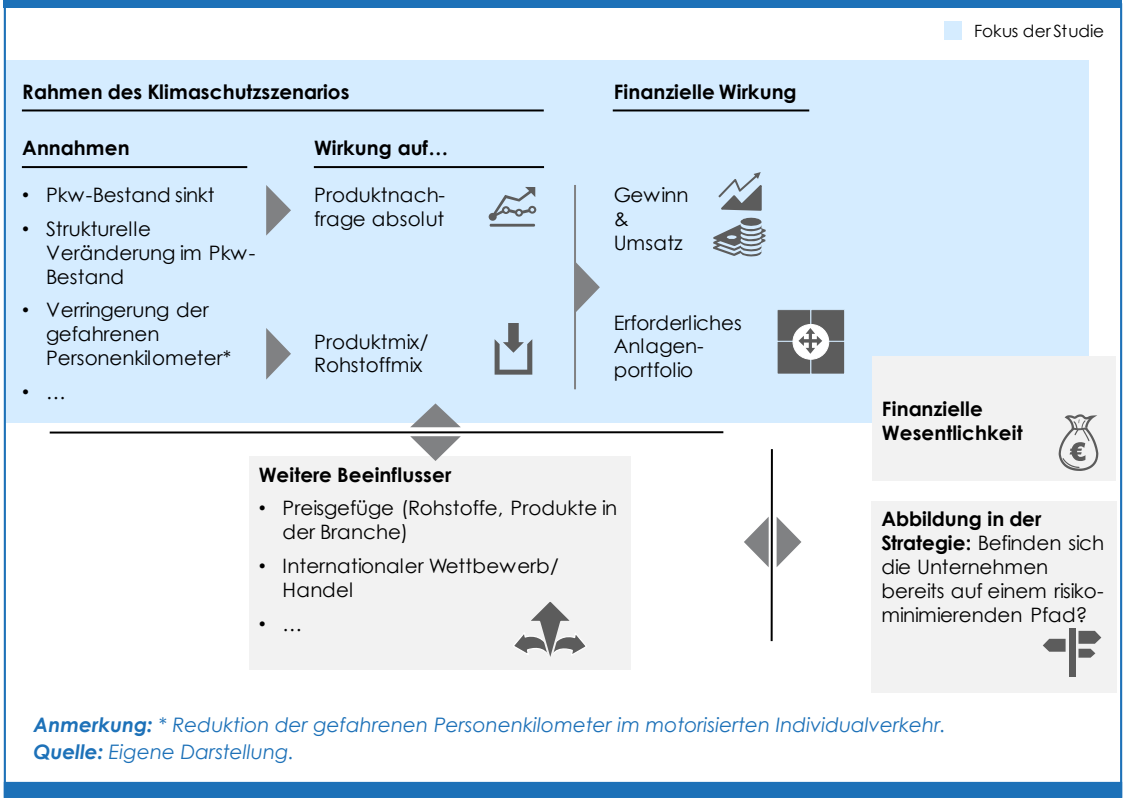
Aus der Szenarioanalyse lassen sich Veränderungen in Nachfrage, Produkt- und Produktionsmix von Unternehmen ableiten, welche potenziell Auswirkungen auf Umsätze und Gewinne sowie die Werthaltigkeit der betroffenen Anlagen haben.

Folgende Abbildung erläutert die dieser Studie zugrundeliegenden Wirkungszusammenhänge. Annahmen wie z. B. ein Sinken der Nachfrage nach bestimmten Produkten aufgrund klimapolitischer Regularien beeinflussen die Produktion der Unternehmen. Außerdem wirken diese i. d. R. auf Gewinn und Umsatz sowie wechselseitig ggf. auf das erforderliche Anlagen- bzw. Produktportfolio. Die ermittelten finanziellen Wirkungen werden in ihrer Wesentlichkeit relativ zu aktuellen Industriedynamiken, wie beispielsweise Konjunkturzyklen, betrachtet. Ist diese Wesentlichkeit gegeben, wird die aktuelle Abbildung der Risiken bzw. Chancen in der Unternehmensstrategie exemplarisch untersucht.

[18] Eine Veränderung wird als wesentlich beschrieben, wenn sich die daraus resultierenden Veränderungen als gravierender abzeichnen als es beispielsweise konjunkturelle Schwankungen verursachen. Anpassungsfähigkeit versteht man die Kombination von Fähigkeiten, wie beispielsweise das Antizipieren externer Trends oder die Umgestaltung der Assetbasis in dem Kontext eines sich wandelnden Umgebung. (Kepler Cheuvreux; The CO-Firm 2018).

[19] (Röttmer In Druck 2018), (2° Investing Initiative 2017).

Abbildung 2
Konzeption der Studie.



Anmerkung: ** Reduktion der gefahrenen Personenkilometer im motorisierten Individualverkehr.*
Quelle: *Eigene Darstellung.*

3.3 Klassische finanzielle Metriken können Erfolgsfähigkeit operationalisieren

Analysiert wird die Fähigkeit von Unternehmen und Industriezweigen, auch zukünftig Werte zu schaffen - im Sinne von Umsatz und Gewinnen.

Anhand von Umsatz- und Gewinnwirkungen lässt sich die Materialität von Chancen und Risiken einschätzen.

Diese Schaffung von Werten kann bemessen werden anhand der Entwicklung der Gewinne und Umsätze (abhängig von den üblichen Branchenkennzahlen), von Unternehmen bzw. des Industriezweigs. Gewinn definieren wir in diesem Fall als Gewinnmarge. Als Umsatz betrachten wir den Wert der Produktionsmenge auf Basis des (durchschnittlichen) Preises im Basisjahr 2015. Dabei erfolgt die Bewertung zum Zeitpunkt 2050 ohne Diskontierungen, um die Nachvollziehbarkeit zu erleichtern. Um Gewinne und Umsätze zu beeinflussen, sind Veränderungen im Umfang der Nachfrage, von relativen Preisstrukturen, von Zusammensetzungen von Produkten/ Substituten auch entlang der Wertschöpfungskette erforderlich.

Diese Betrachtungsweise ergänzt die klassische Stranding Assets-Analyse. So führt ein Rückgang von Gewinnen und/oder Umsätzen zu einem Rückgang des Anlagenbedarfs, welche im Fall von Umsatzrückgängen meist mit sinkenden Produktionsmengen und damit sinkenden Auslastungsgraden einher gehen. Diese dann ggf. überflüssigen oder wirtschaftlich nicht mehr betreibbaren Anlagen können abgeschrieben sein sowie ggf. verkauft werden. Alternativ sehen sie sich einem kompletten Wertverlust gegenüber.

Entsprechend kann diese Perspektive als Frühwarnindikator von Veränderungen dienen, weit bevor sich in den meisten Branchen ein Risiko für Anlagevermögen materialisiert hat. Zudem erlaubt sie, mögliche Interpretationsspielräume, die aus unterschiedlichen nationalen bzw. regionalen Rechnungslegungsvorschriften für die Bewertung von Anlagevermögen vorliegen, ausschließen.

Ein Fokus auf die Fähigkeit von Unternehmen, Werte zu schaffen, berücksichtigt entsprechend zusätzlich die Anpassungsfähigkeit der Unternehmen. Gleichzeitig integriert sie sich nahtlos in die klassische Finanzkommunikation. Gleichzeitig werden die Wirkungen auf das Anlagevermögen weiterhin als ein Treiber sich verändernder Umsatz- und Gewinnströme berücksichtigt.

3.4 Auswahl der betrachteten Industriezweige

Anhand der Automobilherstellung und der Wertschöpfungskette für ausgewählte Kunststoffwaren in Deutschland lassen sich für in Deutschland wirtschaftlich relevante Branchen exemplarisch zu erwartende Klimarisiken und -chancen illustrieren.

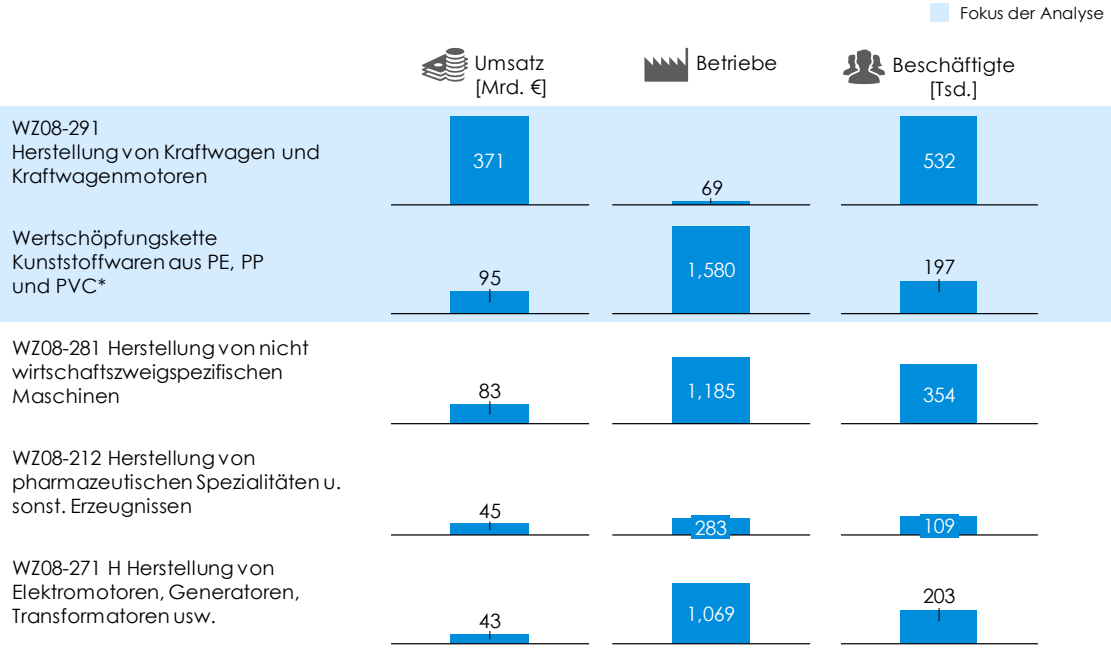
Der Fokus der Analyse liegt auf Deutschland, um die Wirkungen des Übergangs in eine treibhausgasneutrale Wirtschaft anhand eines möglichst konkreten Zielpfades entlang der Vorgaben des KS 95 zu illustrieren.

Der Fokus liegt auf der Automobilherstellung und der Kunststoffwertschöpfungskette.

Die in dieser Studie betrachteten Sektoren sind nicht deckungsgleich mit der Auswahl der Sektoren innerhalb des KS 95. Um eine konsistente Modellierung zu gewährleisten, ist in dem KS 95 das Quellgruppenkonzept hinterlegt, welches besagt, dass jedem Sektor nur die direkten Emissionen zugeordnet werden. Aus ökonomischer Betrachtung findet häufig das Verursacherprinzip Anwendung, welches alle Emissionen einer Wertschöpfungskette berücksichtigt und dem Verursacher zuschreibt. Dieses Prinzip wurde für die Auswahl der hier analysierten Sektoren und entsprechenden Wertschöpfungsketten berücksichtigt.[20] Des Weiteren ist die Auswahl der Sektoren in ihrer wirtschaftlichen Relevanz für Deutschland sowie in ihrer hohen Emissionsintensität bergründet. Mit den gewählten Sektoren werden somit sowohl Produkte mit hohen Emissionen in der Produktion sowie in der Nutzungsphase abgedeckt.

Betrachtet wurden dabei statistische Daten zur Zahl der Betriebe, der Mitarbeiter und der Höhe des Umsatzes. Auf dieser Basis wurde die Kraftwagenherstellung und die Wertschöpfungskette für Kunststoffwaren aus Polyethylen (PE) (v. a. Verpackungsmittel), Polypropylen (PP) (v. a. Platten und Folien) und Polyvinylchlorid (PVC) (v. a. Baubedarfsmittel) gewählt.

Abbildung 3
Grundlage der Sektorauswahl (Daten des Jahres 2015).



Anmerkung: ** Es wird der gesamte Umsatz der Raffinerien basierend auf dem heutigen Produktmix betrachtet. Für eine detaillierte Ausweisung der Ansätze zur Berechnungen und Abschätzungen in der Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC, siehe Appendix.* ***Quelle:*** *Eigene Berechnungen basierend auf (Destatis 2016), (VCI 2016b), (IKB 2015), (MWV 2016), (BMWi 2017b), (Dow Chemicals 2013), (Bath 2016), (Plastics News Europe 2015), (Ethylen-Pipeline-Süd GmbH 2013), (Consultic 2016).*

[20] (EU Commission, FAO, IMF, OECD, UN, World Bank 2012).

04

SZENARIOANALYSE FÜR AUTOMOBIL-HERSTELLER

» 4.1 Kurzprofil: Ausgangslage Automobilherstellung

» 4.2 Entwicklungen unter Annahmen des Klimaschutzszenarios 95

» 4.3 Wirkung auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen

» 4.4 Wesentlichkeit der ermittelten Risiken und Chancen und Berücksichtigung von internationalen Sektordynamiken

4.1 Kurzprofil: Ausgangslage Automobilherstellung

Mit der Betrachtung der Automobilherstellung deckt die Studie drei Viertel des Umsatzes der größten Branche des verarbeitenden Gewerbes ab.

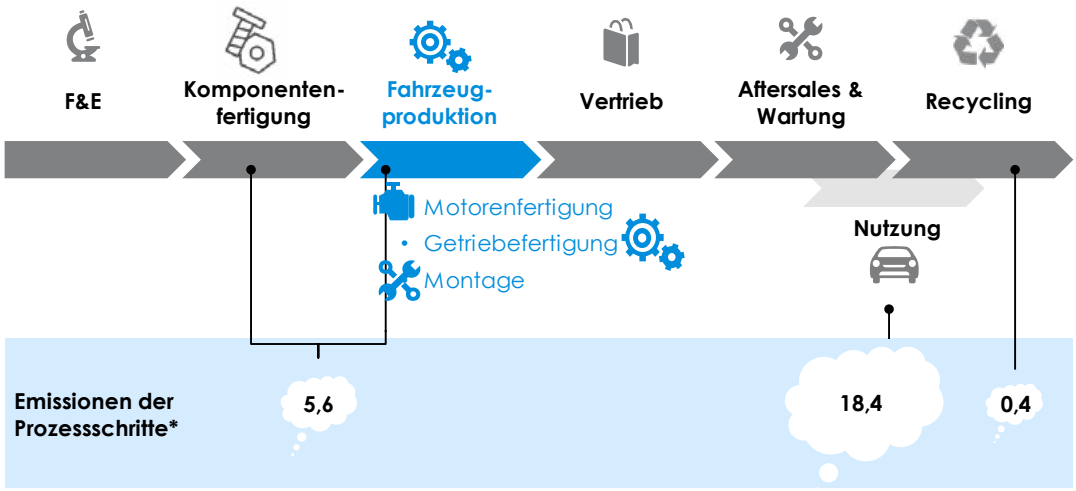
Die Automobilherstellung in Deutschland umfasst 2015 371 Mrd. Euro Umsatz.

Gemessen am Umsatz ist die Automobilindustrie die größte Branche des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland und somit Deutschlands bedeutendster Industriezweig. 2015 erwirtschafteten seine Unternehmen 371 Mrd. Euro, beschäftigten direkt 532 Tsd. Personen und trugen somit erheblich zur deutschen Wirtschaftsleistung bei.

Mit einem Umsatzanteil von 35% liegt der Inlandsumsatz der in Deutschland produzierenden Hersteller unter dem im Ausland erzielten Umsatz, dieser Unterschied wird in der Einordnung berücksichtigt (siehe Abschnitt 4.4).[21] Gleichzeitig ist der Automobilsektor nicht in der Produktion, sondern in der Nutzungsphase seiner Produkte emissionsintensiv (Scope 3). Diese Emissionen verantworten 75% der Gesamtemissionen der Wertschöpfungskette der Automobilherstellung und Nutzung[22] (siehe Abbildung 4).

[21] (Ernst & Young GmbH 2016).
[22] (Low Carbon Vehicle Partnership 2013).

Abbildung 4
Wertschöpfungskette Automobilindustrie.



Anmerkung: ** Lebenszyklusemissionen [in t CO_2] für einen Personenkraftwagen (Pkw) (Basisjahr 2015) mit Verbrennungsmotor und 150 Tsd. km Nutzung.* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (Low Carbon Vehicle Partnership 2013)*

Die Kraftwagenhersteller erzielten drei Viertel des gesamten Umsatzes der Automobilbranche und stehen somit im Fokus der Studie.[23] Die Bewertung der finanziellen Implikationen fokussiert sich auf den Umsatz, welcher durch den Absatz von Neuwagen erzielt wird. Im Schnitt beläuft sich dieser auf 35% des Gesamtumsatzes und ist damit die größte Kategorie, gefolgt vom After Sales Market mit 23%.[24]

Betrachtet wird die Entwicklung von 1,4 Mio. produzierten Autos für den Inlandsabsatz.

2015 lag die Produktion für den Inlandsabsatz bei 1,4 Mio. Autos, hauptsächlich mit Diesel- sowie Benzinantrieb. Der zugehörige Umsatz belief sich auf ca. 45 Mrd. Euro (EUR) mit einer durchschnittlichen Marge von 8%. Der Inlandsabsatz blieb in den letzten Jahren relativ konstant mit durchschnittlichen Schwankungen von 7% aufeinander folgender Jahre in den letzten 15 Jahren.[25] Die gestiegene inländische Produktion in den letzten Jahren begründet sich hauptsächlich in einem verstärkten Absatz im Ausland.[26]

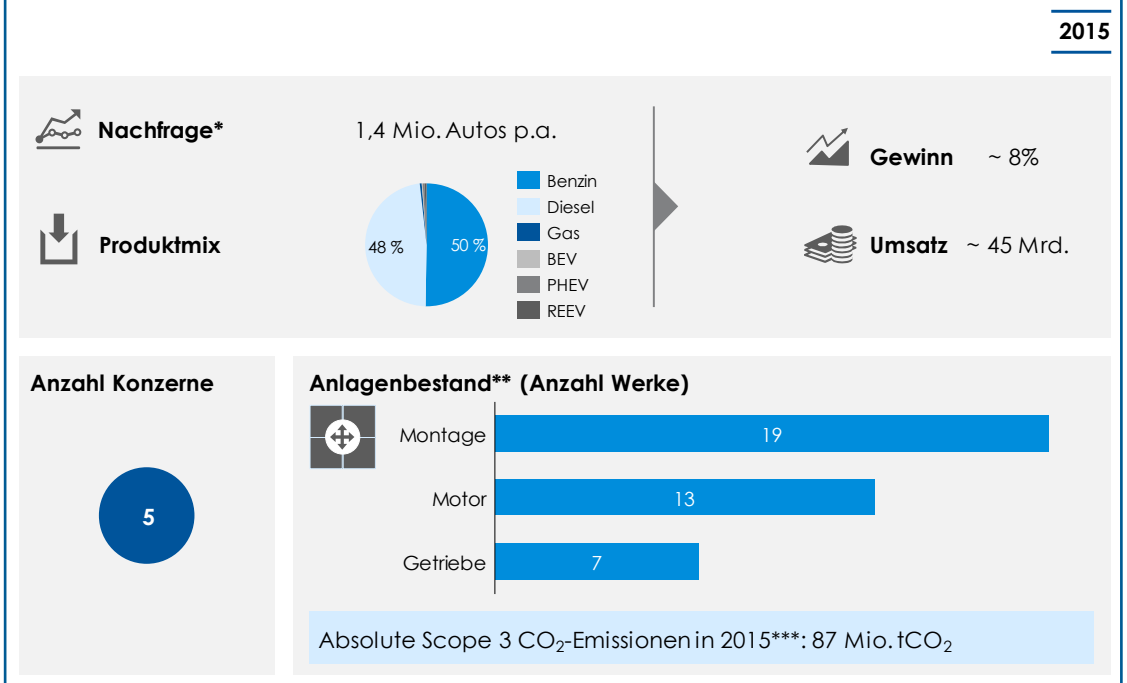
Die Wirkung des KS 95 auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen wird anhand der Anforderungen an die Produkte und ihrer resultierenden Wirkung auf die Fahrzeugproduktion selbst operationalisiert. Mit Blick auf die erforderliche Veränderung des Produktionsportfolios ergeben sich wesentliche Wirkungen auf die Fertigungsschritte Montage, Motorenfertigung, Getriebefertigung. Der Karosseriebau[27] und die Lackiererei sind gemäß der im Klimaschutzszenario beschriebenen Veränderungen weniger betroffen und werden daher nicht betrachtet.[28]

[23] Die Zuliefererindustrie steht aufgrund ihres kleineren Anteils am Gesamtumsatz der Automobilbranche nicht im Fokus dieser Studie. Die Transition kann negative Implikationen für die Zuliefererindustrie haben. (Die Welt 2017).
[24] (Arthur D. Little 2016).
[25] (VDA 2017b), (VDA 2017).
[26] (VDA 2017b), (VDA 2017).
[27] Anmerkung: Hierzu zählt auch das Presswerk.
[28] (Köth 2014).

Entsprechend werden 31 Werke mit 39 von uns betrachteten Gewerken im Besitz von Original Equipment Manufacturer (OEMs) in Deutschland analysiert (siehe Abbildung 5). Immaterielle Anlagenwerte, wie beispielsweise Patente, werden nicht berücksichtigt, da die reine Anzahl der Patente keine Aussagekraft über den jeweiligen Wert für die zukünftige Erfolgsfähigkeit von Unternehmen gibt. Stattdessen betrachten wir indikativ zukunftsorientierte Ausgaben für Forschung und Entwicklung (siehe Abschnitt 4.4), auch wenn die Zuordnung der Forschung- und Entwicklungsausgaben zu Zielen äußerst schwer ist.

Grundsätzlich wäre eine Auswirkung auf bestehendes, intangibles „Produktionswissen" für die Einschätzung von Wertverlust oder –steigerung ebenso relevant wie die Markenwerte einzelner Hersteller, welche aktuell vor allem auf Verbrennungsmotoren und damit verbundener „Fahrqualität" beruhen. Zum Beispiel wird die Kenntnis von möglichen Optimierungen von Verbrennungsprozessen im Zylinder nicht im reinen Anlagevermögen erfasst, auch wenn diese bei einer vollständig elektrifizierten Mobilität wertlos würde. Eine solche Analyse scheitert jedoch zurzeit an den erforderlichen objektivierbaren und verfügbaren Daten und Informationen und wird entsprechend hier auch nicht durchgeführt.

Abbildung 5
Steckbrief Kraftwagenhersteller.



Anmerkung: ** Gesamte Produktion deutscher Kraftwagenhersteller in Deutschland 5,3 Mio. Autos (2015), **Im Besitz von Kraftwagenherstellern in Deutschland; ***Emissionen in der Nutzungsphase aller Pkw (somit Scope 3 für Kraftwagenhersteller) des gesamten motorisierten Individualverkehrs im Jahr 2015; Abkürzungen: Elektroauto (Battery Electric Vehicle = BEV), Hybrid (Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV) und REEV (Range Extender Electric Vehicle).* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (Statista 2017), (WardsAuto 2016).*

4.2 Entwicklungen unter Annahmen des Klimaschutzszenarios 95

Das Zukunftsbild des Klimaschutzszenarios 95 beeinflusst die Erfolgsfähigkeit der Automobilhersteller durch die erforderliche Reduktion der Anzahl an Automobilen im deutschen Markt sowie ambitionierte Emissionsreduktionsanforderungen für die verbleibenden Automobile.

Im KS 95 könnte der Pkw-Bestand um 2% sinken.

Das ambitionierte KS 95 zeichnet für den Verkehrssektor einen Pfad zur Minderung der Emissionen bis 2050 sowie einige Kernentwicklungen spezifisch für den Automobilsektor. So geht es von einer Reduktion des Pkw-Bestandes um 21% sowie der gefahrenen Personenkilometer (Aktivitätsrate) um 13% 2050 gegenüber 2015 aus. Haupttreiber der Reduktion des Bestands ist die Verkehrsverlagerung. Grund für die geringere Reduktion der Aktivitätsrate im Vergleich zur Bestandsreduktion ist die gesteigerte Besetzungsrate eines durchschnittlichen Autos, ausgelöst durch Trends wie z. B. Carsharing und Carpooling. Hierdurch werden die wahrgenommenen Kosten pro Fahrt reduziert und die Attraktivität des Pkw gesteigert (Rebound Effekt).

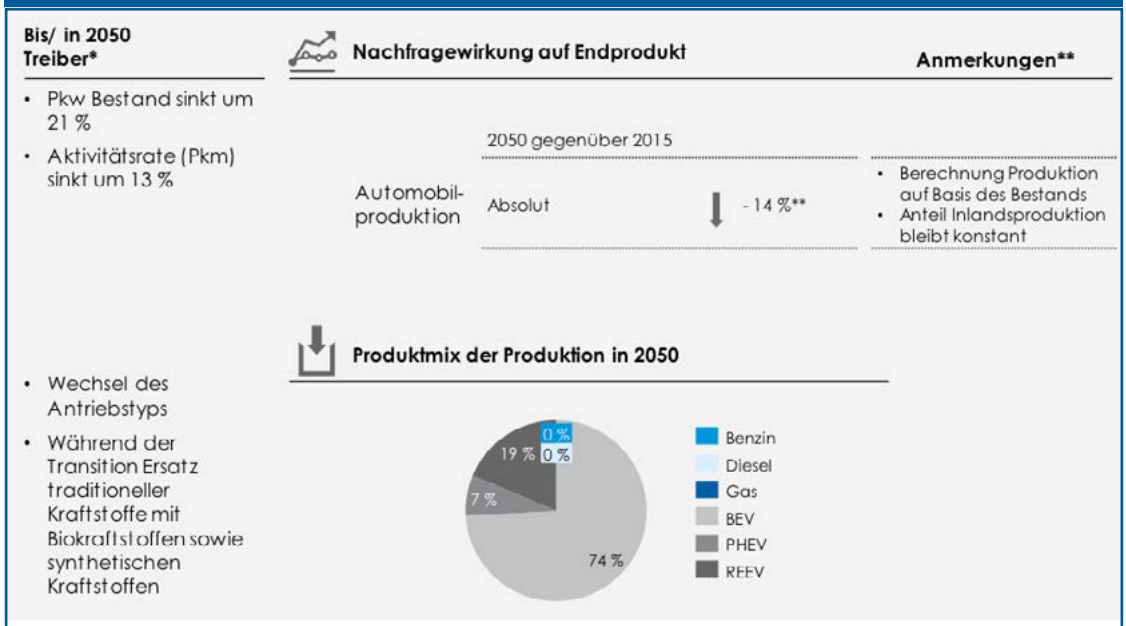
Die Automobilproduktion könnte um 14% sinken.

Die Reduktion der gefahrenen Personenkilometer im motorisierten Individualverkehr (MIV) führt zu einer Reduktion der absoluten CO_2-Emissionen. Darüber hinaus treibt die dem KS 95 zugrunde liegende Emissionsreduktion die Veränderung des Produktmixes auf die in Abbildung 6 dargestellte Zusammensetzung 2050. Dabei setzt das KS 95 Maßnahmen für den Automobilsektor zur Erreichung der Emissionsziele voraus, die somit einen möglichen Pfad beschreiben.[29] Dazu gehören die Annahmen, im Zeitraum bis 2030 den europäischen CO_2-Grenzwert für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge auf 63 gCO_2/km zu senken und die Kraftstoffpreise real gegenüber 2010 zu verdoppeln. Weitere im KS 95 genannte angenommene Maßnahmen sind u.a. Verkehrsberuhigungen und Änderung der Entfernungspauschale. Im Zeitraum nach 2030 wird zudem die Einführung einer fahrleistungsabhängigen Pkw-Maut unterlegt. Außerdem steigt der Anteil strombasierter Kraftstoffe an Flüssigkraftstoffen im Zeitraum nach 2030 auch für Pkw (absolut kommt jedoch der Großteil strombasierter Kraftstoffe zukünftig im Luft- und Güterverkehr zum Einsatz).[30]

Aus diesen Annahmen lässt sich eine mögliche Wirkung für die Produktion von Automobilen auf Basis der in Abbildung 6 unter Anmerkungen dargestellten Annahmen ableiten.

[29] Die hier beschriebenen Maßnahmen entsprechen Annahmen des KS 95 und stellen keine beschlossenen Maßnahmen dar.
[30] (BMUB 2015).

Abbildung 6
Implikationen des KS 95 für die Automobilherstellung.



Anmerkung: ** Die hier dargestellten Treiber bis/in 2050 sind dem KS 95 entnommen. ** Zu der Beschreibung der Nachfragewirkung auf diese Endprodukte sowie zu den Anmerkungen führten eigene Berechnungen und ergänzende Annahmen zum KS 95 (s. Appendix).* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015).*

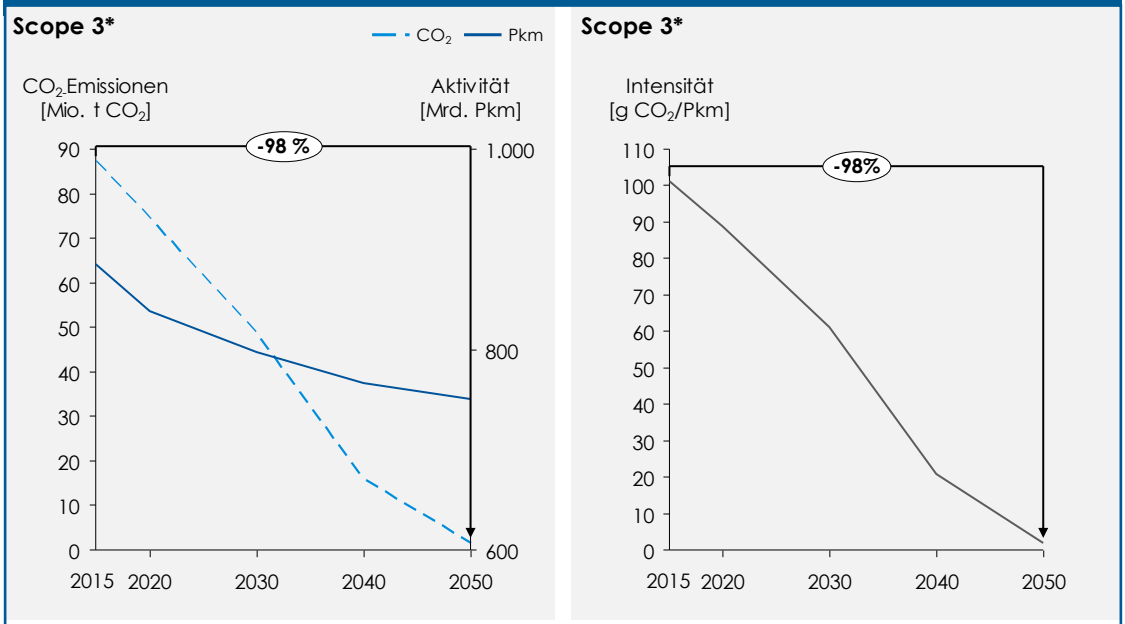
Das KS 95 geht von einer Emissionsreduktion um 98 % absolut sowie spezifisch für den Automobilsektor aus.

Insgesamt sinken die Emissionen um 98 %.

Aus dem KS 95 lässt sich eine absolute sowie spezifische Reduktion der Emissionen um 98 % bis 2050 gegenüber 2015 ableiten, wobei die stärkste Reduktion der Emissionen zwischen 2030 und 2040 erwartet wird.

Das KS 95 weist die Emissionsreduktion des gesamten nationalen Personenverkehrssektors aus. Anhand der Angaben zu Kraftstoffverbrauch sowie Anteil an Biokraftstoffen ist es möglich, die Reduktionskurve des Automobilsektors, im Szenario auch MIV genannt, auszuweisen. Diese sind in Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 7
Reduktion der Scope 3-Emissionen sowie Aktivitätsreduktion des Automobilsektors.



Anmerkung: *Scope 3 inkl. Strom.* ***Quelle:*** *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), siehe Appendix.*

Die Emissionsreduktion basiert dabei u.a. auf einer Reduktion des Pkw-Bestands um ca. 20 %.

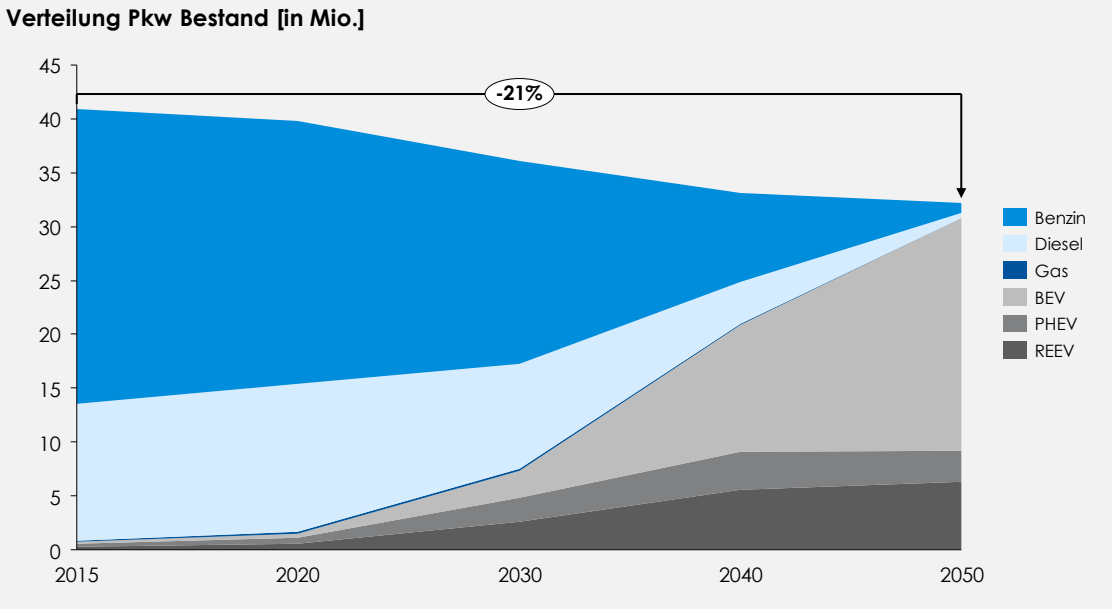
Die erforderliche Intensitätsreduktion lässt sich anhand der Senkung der Aktivitätsrate um nur 13 % bei einer Verminderung des Pkw Bestands von 2015 bis 2050 um 21 % ermitteln. Um eine Reduktion der absoluten CO_2-Emissionen um 98 % zu erreichen, ist unter diesen Voraussetzungen eine Reduktion der spezifischen Emissionen (Emissionen pro Personenkilometer (Pkm)) um knapp 98 % nötig.

Zu beachten ist, dass das KS 95 auf der sektoralen Ebene lediglich die direkten Emissionen betrachtet, d. h. die Emissionsfaktoren von Strom und Biokraftstoffen sind im Verkehrssektor mit Null bilanziert. Hier unterscheidet sich unser Ansatz von dem des KS 95 (siehe Abschnitt 3.3): Strom wird mit einem Emissionsfaktor bewertet, welcher sich analog der Dekarbonisierung des Stromsektors verändert. Wird die Emissionsreduktionskurve des Automobilsektors exklusive strombasierter Emissionen betrachtet, so ist eine Reduktion um ca. 99 % in 2050 gegenüber 2015 erforderlich.

Das KS 95 setzt eine nahezu vollständige Substitution konventioneller Antriebe mit Elektrofahrzeugen voraus.

Im KS 95 ist das batterieelektrisch betriebene Fahrzeug (BEV) im MIV dominierend, gefolgt von Hybriden. Zu Hybriden zählen die Kategorien Range Extender Electric Vehicle (REEV) sowie Plug-In-Hybridfahrzeuge (PHEV).[31] Verbrennungsmotoren (ICE) spielen keine Rolle mehr (siehe Abbildung 8). Die Betrachtung der Automobilhersteller erfordert eine Übersetzung der Bestandsänderung in eine Produktionslogik, da diese mit dem daraus resultierenden Absatz die Grundlage für Umsatz und Gewinne aus der Automobilherstellung schafft. Genauer gesagt wird die Veränderung der inländischen Produktion der in Deutschland produzierenden Automobilhersteller für den Inlandsabsatz betrachtet. Eine Erklärung der Übersetzungslogik ist im Appendix (siehe Abschnitt i) zu finden.

Abbildung 8
Verteilung des Pkw-Bestandes in Deutschland im KS 95.



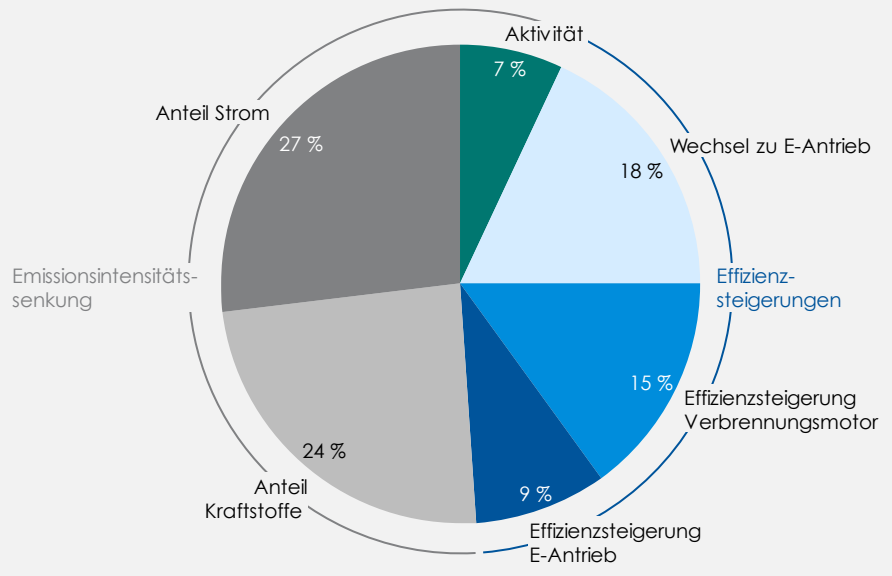
Anmerkung: *Werte zwischen Dekaden sind linearisiert abgebildet.* ***Quelle:*** *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015).*

[31] (BMUB 2015).

Knapp die Hälfte der erforderlichen Emissionsvermeidung unterstützen Automobilhersteller mittels Effizienzsteigerungen und dem Angebot strombasierter Mobilität.

Abbildung 9 verdeutlicht die im KS 95 dargestellte Veränderung des Automobilsektors im Hinblick auf die gefahrenen Pkm, Verbesserungen der Energieeffizienz sowie der Verringerung der Emissionsintensität. Im Unterschied zu vorherigen Vergleichen zweier Zeitpunkte, stellt Abbildung 9 den Beitrag einzelner Kategorien im Zeitraum 2015 bis 2050 dar. Ein Wechsel der Antriebsform führt zu CO_2-Einsparungen im Bereich der Effizienz, welche sich aus dem Wechsel zwischen Antriebsformen sowie aus Effizienzgewinnen über die Zeit innerhalb einer Antriebsformen zusammensetzen. Der Wechsel von traditionellen zu alternativen Antriebsformen, welcher bereits nach heutigem Stand der Technik zu Effizienzgewinnen führt, trägt bis 2050 zu 18% bei. Zusätzlich führen Verbesserungen durch technologischen Fortschritt zu weiteren Einsparungen von 9%. Effizienzverbesserungen traditioneller Antriebsformen tragen zu 15% der Emissionsvermeidung zwischen 2015 und 2050 bei. Letztlich geht das KS 95 von einer Dekarbonisierung des Stromsektors aus, welche weitere Einsparungen um 27% im Bereich Emissionsintensität bringt. Der Einsatz von Biokraftstoffen sowie strombasierten flüssigen Kraftstoffen (Power-to-Liquids Verfahren) vermeidet weitere 24% der Emissionen. Die Nachfragereduktion trägt nur 7% zu der gesamten Emissionsvermeidung bei und reflektiert, dass motorisierter Individualverkehr auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird.[32] Effizienzverbesserungen traditioneller Antriebe sowie der Einsatz von Biokraftstoffen spielen insbesondere im Transformationsprozess eine wichtige Rolle. Entsprechend verbleibt die Anforderung an Automobilhersteller, Antriebe effizienter zu gestalten.

Abbildung 9
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung im Verlauf 2015 bis 2050.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), siehe Appendix.*

[32] (Dudenhöffer 2016).

4.3 Wirkung auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen

Volumeneffekte aus der Verringerung der Nachfrage nach Automobilen können Umsätze in Deutschland um bis zu 15% mindern. Zusätzliche Umsatzeffekte von bis zu 12% können, getrieben durch die Veränderung des Produktmixes und dahinterliegender Preiseffekte, aus Technologieentwicklungen, erwarteten Regulierungen und dem steigenden Anteil an strombasierten Automobilen resultieren.

Umsatzeffekte von über 25% könnten in Deutschland entstehen. Bis 2030 müsste die Hälfte aller Automobile mit alternativer Ausstattung produziert werden.

Die Reduktion des Pkw-Bestands in Deutschland geht einher mit einer strukturell um ca. 15% sinkenden Produktion im Inland. Die Übersetzung von Bestandsveränderungen im Rahmen des KS 95 in Produktionseffekte für das Inland ist im Appendix beschrieben (siehe Abschnitt i). Unter der Annahme eines gleichbleibenden Produktmixes würde dies bereits eine Verringerung des Umsatzpotenzials von ca. 15% real 2050 relativ zu 2015 implizieren (siehe Abbildung 10).

Zudem geht das KS 95 davon aus, dass bereits 2030 nahezu die Hälfte aller Automobile mit alternativem Antriebsstrang produziert werden. Bis 2040 wird die Transition weitestgehend abgeschlossen sein: Zu diesem Zeitpunkt ist die Produktion traditioneller Antriebe bereits um 90% relativ zu 2015 gesunken.

Die in Deutschland produzierenden Hersteller sind aufgrund ihrer Finanzstärke bei frühzeitiger Anpassung grundsätzlich in der Lage, erfolgreich am zukünftigen Markt für Elektromobilität teilzunehmen. Dennoch kann der Wechsel auf Elektromobilität bis 2050 zu einer zusätzlichen Reduktion des Umsatzes um ca. 12% führen (siehe Abbildung 10). Grundlage für diese Einschätzung sind Expertenschätzungen, dass BEV zukünftig eine Preisreduktion von bis zu 35% relativ zu ihrem heutigen Preis erfahren, Hybride im Schnitt eine Preisreduktion von ~10% erleben und konventionelle Antriebe eine effizienzbedingte Preissteigerung von ~10% zeigen werden. Unter diesen Annahmen sind BEV ab 2040 die günstigste Antriebsart.[33]

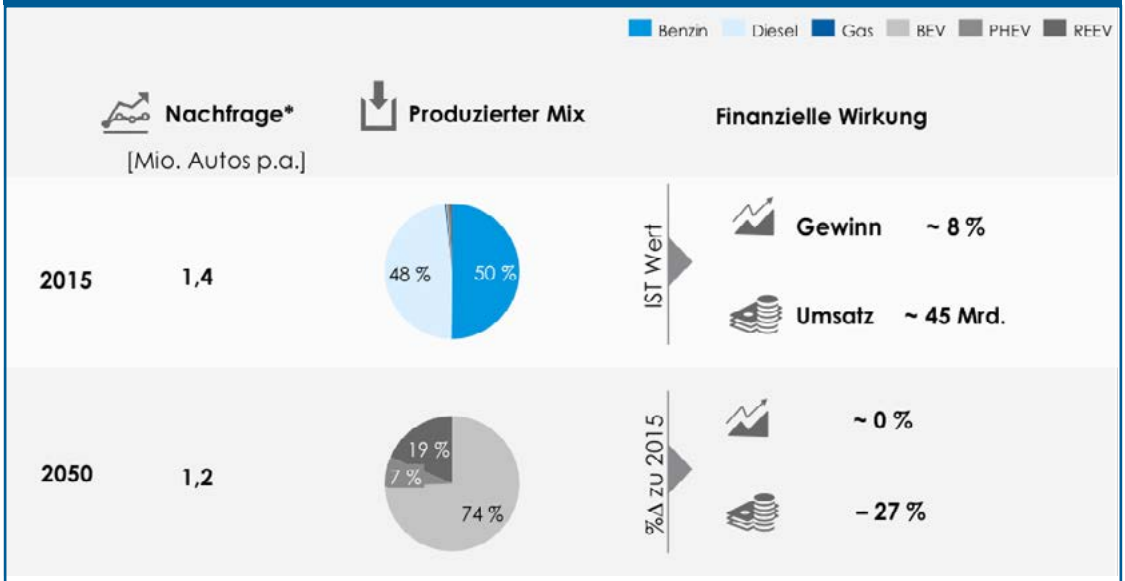
Relative EBIT-Margen werden als mittelfristig grundsätzlich konstant eingeschätzt.

Margen werden weniger unter Druck wahrgenommen.

Auch wenn aktuell der Verkauf von Elektroautos noch nicht als ähnlich profitabel wie der Verkauf von Automobilen mit traditionellen Antrieben eingeschätzt wird (z. B. aufgrund von noch vergleichsweise hohen Batteriekosten, möglichen Doppelinvestitionen in der Umstellung auf strombasierte Antriebe, mangelnden Skaleneffekten in der Produktion und beginnenden Lernkurven in der Produktion), gehen Experten davon aus, dass sich die relative Marge der verschiedenen Antriebstypen innerhalb weniger Jahre angleicht.[34] Ein Risiko kann aus einem Verlust der Wertschöpfungstiefe mit Blick auf die Fertigung der Batterien bzw. Batteriepacks entstehen.

[33] Diese Annahmen basieren auf einer starken Kostendegression alternativer Antriebsarten (Experteninterview und. (Carbon Tracker Initiative 2017)). Eine Änderung der Annahme verändert somit auch die Umsatzreduktion.
[34] Experteninterview.

Abbildung 10
Finanzielle Implikation durch Nachfrage- und Produktmixänderung im Automobilsektor.



Anmerkung: *Prozentwerte <1% werden in der Grafik nicht ausgezeichnet.* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (WardsAuto 2016), (Handelsblatt 2017), (Manager Magazin 2017).*

Die geforderten Anlagekapazitäten könnten sich strukturell um bis zu 20 % verringern. Die Transition schafft beherrschbare neue Investitionsbedarfe und zusätzliche Effekte auf die Motoren- und Getriebefertigung. Für den Wert der Anlagen sind geringere Auswirkungen zu erwarten.

Während Kapazitäten bedroht sein können, lassen sich Anlagewerte managen.

Die aus dem KS 95 ableitbare Verringerung der Produktionsmenge entspricht der Fertigung von ca. 600 Autos pro Tag für den Absatz im Inland. In einer theoretischen Gegenüberstellung mit der Kapazität der in Deutschland produzierenden Werke entspricht das der Kapazität drei kleiner Montagewerke von insgesamt 19 Montagewerken in Deutschland.

Die Unsicherheit über die Geschwindigkeit der Transition fordert ein großes Maß an Flexibilität der Automobilhersteller. So scheint BMW die Strategie von Purpose Design auf Conversion Design[35] zu wechseln: „Das war sozusagen eine Fabrik in der Fabrik – komplett separiert. Das ist nicht unsere Strategie für die Zukunft. […] Die Strategie für die Zukunft ist, alle Antriebsstränge zu integrieren, vom Verbrenner über den Hybrid bis zum reinen Elektroantrieb. Man wird E-Autos neben Diesel- und Hybridfahrzeugen auf den Montagebändern sehen. Das ist unserer Ansicht nach der einzige Weg, die nötige Flexibilität aufzubringen, weil wir den Bedarf nicht kennen.“[36]

Entsprechend verursacht die Veränderung des Produktmixes im Rahmen des Transformationsprozesses beherrschbare Zusatzkosten für Montageanlagen.

[35] Definition: Purpose Design: Vollständige Neukonzipierung der Fahrzeuge, um Optimum des Batterieantriebs zu nutzen; Conversion Design: Bereits bestehende Modelle der Fahrzeugpalette werden lediglich mit einem Elektroantrieb ausgestattet werden (Wallentowitz und Freialdenhoven 2011).
[36] BMW-Produktionsvorstand Oliver Zipse in (Wimmelbrücker 2017).

Branchenexperten rechnen mit einem dreistelligen Millionenbetrag pro Werk, um die Umrüstung auf Elektromobilität zu gestalten.[37] Dies entspricht ~ 2 – 15% der jährlichen Capex Ausgaben.[38] Für die Fertigung von Verbrennungsmotoren hingegen ist eine Volumenreduktion von durchschnittlich 7.000 Einheiten/Tag zu erwarten. Dies entspricht ungefähr der Produktion des größten Motorenwerks in Deutschland. Die verbleibende Motorenproduktion wird für Hybride sowie Produktion für den ausländischen Markt verwendet.

Die Getriebeherstellung geht mindestens entlang der Reduktion der Produktion, um durchschnittlich 600 Einheiten/Tag zurück. Diese werden nur zum Teil von den Automobilherstellern selbst produziert, weshalb ein Teil des Risikos somit die Zulieferer trifft. Zusätzlich benötigt ein Elektroauto im Vergleich zu traditionellen Antriebsformen ein weniger komplexes und somit in der Produktion weniger aufwändiges Getriebe. Dieser Anpassungsbedarf wird hier nicht betrachtet, er könnte das Risiko für Automobilhersteller oder Zulieferer erhöhen. Allgemein erschwert die Vielzahl an Produkten (bspw. Industriemotoren, Bootsmotoren) für verschiedene Endnutzer, welche in der Motoren- sowie Getriebeherstellung produziert werden, die Aussage über die Auswirkungen auf die Kapazität. Allgemein ermöglicht die Integration der Herstellung von Elektromotoren sowie Batteriepacks die Transitionsrisiken zu verringern. Dies gilt für den Standort Deutschland aus gesamtwirtschaftlicher Betrachtung sowie aus Sicht einzelner Unternehmen.[39]

Der Gesamteffekt der Volumenreduktion und des Produktmixes auf den Anlagenbestand ist im Folgenden dargestellt.

Abbildung 11
Theoretische Implikation für Anlagen (Produktionsbereiche innerhalb von Anlagenkomplexen).

2015		**Montage**	**Motor***	**Getriebe**
Status quo	Anzahl	19	13	7
	Output/Tag je Anlage	150 – 1.700	200 – 7.000	500 – 12.000
2050				
Veränderung ø	Reduktion (Output/Tag)	600	7.000	600
Veränderung abs.	Theoretische Gefährdung Anlagen (#)**	3 – 0	5 – 1	1 – 0

Anmerkungen: ** Motorenkapazität der Hauptwerke für Pkw Motoren. ** Bandbreite in Abhängigkeit der Annahme einer Schließung kleine Anlage zuerst (erste Zahl) oder große Anlagen zuerst (zweite Zahl).*
Quelle: *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (WardsAuto 2016), (Handelsblatt 2017), (Manager Magazin 2017).*

[37] (Die Presse 2016).
[38] Spanne in Abhängigkeit ob untere oder obere Grenze im dreistelligen Millionenbetrag. Capex basierend auf dem Durchschnitt der letzten fünf Jahre bei BMW (European Commission 2017).
[39] (ECF 2017), (Hannoversche Allgemeine 2017).

Werden die Anlagen als solches betrachtet, so besteht generell wenig Risiko des buchhalterischen Wertverlustes. Werkshallen sind häufig abgeschrieben und weisen somit kaum zukünftiges Risiko auf. Kapitalintensive Prozessanlagen, beispielsweise in Gießereien, werden mit hoher Wahrscheinlichkeit ihren Wiederverkaufswert erhalten und können unter Verwendung neuer Werkzeuge auch für sich verändernde Prozesse weiterhin eingesetzt werden. Werkzeuge, die bei der Produktion traditioneller Antriebstypen verwendet werden, weisen in der Theorie das größte Risiko auf, da diese bei Veränderung der Prozesse tendenziell nicht mehr verwendet werden können. Die durchschnittliche Dauer von Innovationszyklen bei OEMs liegt bei durchschnittlich sieben Jahren, Werkzeuglebenszyklen betragen jedoch teils nur ~ vier Jahre, somit sind verwendete Werkzeuge auch vergleichsweise schnell abgeschrieben.[40] Das Risiko ist somit als gering einzuschätzen.

Die Effizienzanforderungen des KS 95 können zu Kostensteigerungen führen, werden aber als technologisch machbar eingeschätzt.

Laut einer Studie der European Climate Foundation (ECF) fallen ca. 500 EUR pro Pkw an zusätzlichen Produktionskosten zur CO_2-Reduzierung bei Benzin- und Dieselmotoren zur Erreichung von 95 g/km bis 2020 an. Für das Ziel von 68 g/km bis 2025 wurde eine Spanne von 500 – 1.400 EUR an zusätzlichen Produktionskosten errechnet.[41]

Die zugrundeliegende Szenarioanalyse des KS 95 mit dem Ziel der Bewertung der Erfolgsfähigkeit der Automobilherstellung baut auf drei wesentlichen Annahmen auf: (1) Der Anpassungsfähigkeit in Deutschland für Deutschland produzierender Anbieter, (2) einer relativen Konstanz der Marktanteile gegenüber ausländisch produzierenden Anbietern und neuen Wettbewerbern und (3) der Fähigkeit zum Schutz wesentlicher Teile der Wertschöpfungskette.

Die Analyse fußt auf der Annahme, dass die Finanzmittel der Bestandsunternehmen ausreichend sind für die Transition und dass die Geschwindigkeit der Anpassung noch ausreichend schnell gelingen kann.[42] Zudem wird auf Basis von Experteneinschätzungen angenommen, dass sich die Bestandsunternehmen grundsätzlich gegen im Ausland produzierende Wettbewerber, auch in früher und stärker pro Elektromobilität regulierten Umfeldern, sowie neue Wettbewerber durchsetzen können. Die Bestandsunternehmen besitzen gegenüber neuen Wettbewerbern Vorteile, denn die „[…] Autoindustrie von heute ist ein kompliziertes Gebilde mit hohem Know-how in Logistik, Produktion und Produktentwicklung“ (Dudenhöffer 2016). Außerdem stellen regulatorische Anforderung sowie Ansprüche der Kunden wie z. B. im Bereich Sicherheit, Design und Komfort Zugangshemmnisse für Neueinsteiger dar. In den letzten zehn Jahren lag der der Anteil der Pkw deutscher Hersteller am Gesamtbestand bei konstant 65 %, es kann somit von einer Loyalität des Marktes gesprochen werden.[43]

[40] Experteninterview.
[41] (ECF 2017).
[42] Experteninterview.
[43] (Kraftfahrtbundesamt 2017).

Nichtsdestotrotz können disruptive Veränderungen auch viele Vorteile für Neueinsteiger mit sich bringen und diese durch ein Abwerben von Experten relevante Expertise aufbauen:

> *"While today's carmakers grapple with their costly legacy of old factories and swollen workforces, new entrants will be unencumbered. Premium brands may be able to stand out through styling and handling, but low-margin, mass-market carmakers will have to compete chiefly on cost."* [44]

Aktuell ist noch unklar, welche Komponenten eines Elektroautos zukünftig in inländischen Produktionsanlagen hergestellt werden. Zusätzlich zu den oben genannten Effekten ergeben sich dadurch finanzielle Implikationen für den Hersteller, wenn sich der Anteil an der Wertschöpfung verringert. Ein Vergleich der Kostenstruktur (siehe Abbildung 12) zeigt deutliche Unterschiede auf, insbesondere der größte Kostenpunkt, der Batteriepack, scheint ungeklärt. Hier ist anzumerken, dass ein Vergleich einer bereits etablierten mit einer vergleichsweise neuen Technologie nur kurzfristig Bestand haben kann.

Die oben genannte Umsatzreduktion (Abbildung 10) bezieht sich auf den Verkauf von Neuwagen. Es ist zu erwarten, dass es zu weiteren Umsatzeinbußen kommt; ein Elektroauto besteht beispielsweise aus wesentlich weniger Komponenten und erfordert daher einen geringeren Wartungsaufwand, was somit zu Einbußen im Bereich Wartung und Aftersales führen kann (beide werden hier nicht betrachtet). Weitere Umsatzeinbußen können sich zudem für Zulieferbetriebe ergeben.[45]

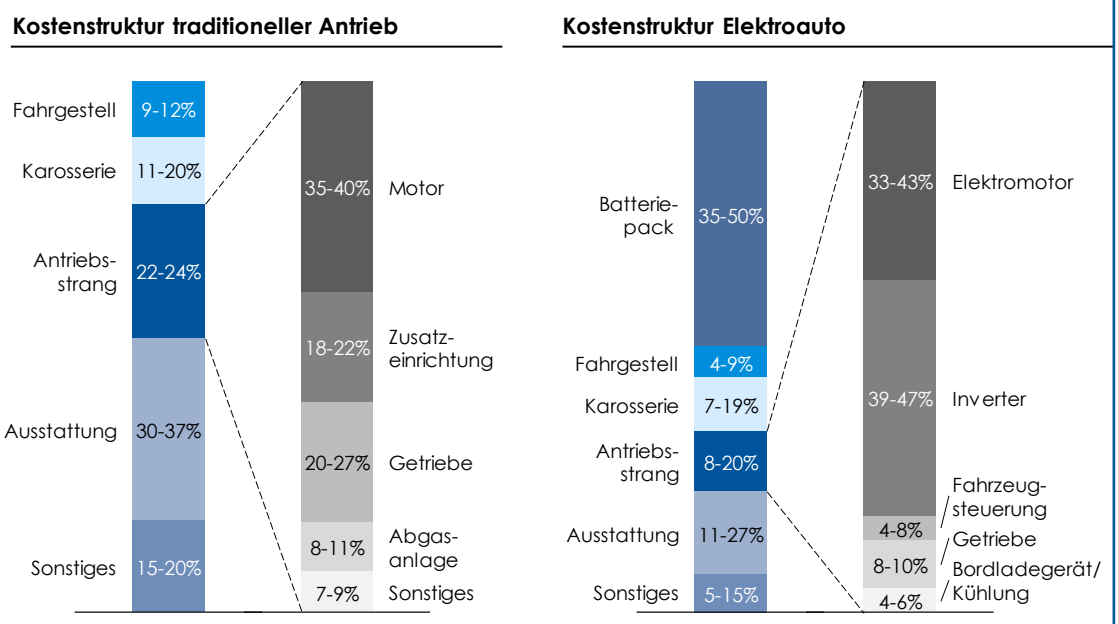
Die Batterie stellt in Zukunft einen wesentlichen Wertschöpfungsblock dar.

Die Annahme, dass sich eine komplette weitgehende Verschiebung des neuen Wertschöpfungselements „Batterie" vermeiden lässt, basiert auf aktueller Berichterstattung, wie beispielsweise über Daimlers Investitionen in eine inländische Batterieproduktion.[46] Der Anteil der Wertschöpfung des Batteriepacks, welcher auf die Integration der Komponenten entfällt, umfasst ca. 30–40%.[47] Aktuell kommen die Batteriezellen zu großen Teilen aus Asien. Es ist weiterhin offen, ob in Zukunft der strategische Vorteil der Automobilhersteller auf der Komposition des Batteriepacks, einer starken Partnerschaft mit Batterieherstellern oder einem attraktiven Geschäftsmodell, welches die aktuell noch zu kurze Lebenserwartung von Batteriezellen im Vergleich zur durchschnittlichen Lebenserwartung eines Autos zu nutzen weiß, fußen wird – so dehnte beispielsweise Renault die Garantieleistung auf Leistungsverluste der Antriebsbatterie aus.[48] Der erfolgreiche Einsatz von Leichtbauwerkstoffen könnte ebenso einen Effekt auf die Wertschöpfungskette haben, wird in dieser Studie jedoch nicht analysiert.[49]

---

[44] (The Economist 2017).
[45] (Die Welt 2017). Die Zuliefererindustrie steht nicht im Fokus dieser Studie, eine separate Szenarioanalyse erscheint für diesen Industriezweig sinnvoll.
[46] (Wallstreet Online 2017).
[47] (Tagesspiegel 2016).
[48] (ecomento.de n.a.), (Hoffmann n.a.), (Blaschke, Lachmann und Pretzlaff 2014).
[49] (ECF 2017).

Abbildung 12
Vergleich Fertigungskosten



Anmerkung: *Die Darstellung enthält keine Aussage zur Kostenrelation zwischen Elektroauto und Auto mit konventionellem Antrieb.* ***Quelle:*** *(Kochhan, et al. 2014).*

Die relative Erfolgsfähigkeit innerhalb des Sektors wird unter anderem bedingt durch die Geschwindigkeit der Anpassung, Batteriestrategie und Finanzkraft.

Wesentlich zur Bestimmung der Gewinner und Verlierer ist weniger ein Verständnis der aktuellen Anlagen, als eher der strategische Wille und die Finanzkraft für die Anpassung. Insbesondere die Batteriestrategie kann den Grundstein für zukünftige Margen entlang der Wertschöpfungskette und über den Verkauf der Automobile hinaus legen.

4.4 Wesentlichkeit der ermittelten Risiken und Chancen und Berücksichtigung von internationalen Sektordynamiken

Die strukturelle Minderung des Absatzes in Deutschland und die Veränderung des Produktionsmix sind als materiell einzuschätzen.

Der Volumeneffekt ist bedeutsam, da er eine strukturelle Veränderung darstellt. Zur Einordnung: Im Schnitt liegt die Fluktuation zwei aufeinander folgender Jahre bei ~ 7 % im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2016, Rekordjahr (2011) und absatzschwächstes Jahr (2013) unterscheiden sich jedoch um 31 %. Wird zum Vergleich die gesamte Produktion in Deutschland vor dem Hintergrund der Finanzkrise betrachtet, so bemisst sich der Effekt auf - 20 % (2009 zu 2007). Die Finanzkrise drückte sich aber insbesondere in Exporteinbußen aus. Eine strukturelle Minderung der

Auslastung kann entsprechend relevant werden, insbesondere, da Anlagen ab einer Auslastung von weniger als 85% als nicht mehr profitabel gelten.[50]

Öffentliche Aussagen ausgewählter Unternehmen scheinen die erwartete Veränderungsfähigkeit der in Deutschland für den inländischen Bedarf produzierenden Automobilhersteller zu unterstützen.

Unternehmen scheinen sich auf den Wandel einzustellen.

Mittelfristig betrachtet liegen die erwartete Pkw-Produktion und das ambitionierte Klimaschutzziel bereits 2023 weit auseinander und entlang der Prognosen von WardsAuto (Abbildung 13) entsteht der Eindruck, als hätten sich deutsche Automobilhersteller, zumindest in Deutschland, noch nicht auf eine Transition in eine <2°-Wirtschaft eingestellt. Die Kommunikation einiger ausgewählter Unternehmen deutet jedoch in eine positive Richtung. Bis zu 25% der Fahrzeuge sollen im Jahr 2025 einen elektrischen Antrieb besitzen. Diese Angaben weisen in die Richtung, die das KS 95 vorschlägt.

Strategie Transform 2025+: „Spätestens 2025 wollen wir Weltmarktführer bei der E-Mobilität sein“ VW-Markenchef Herbert Diess.[51] VW erwartet, dass „im Jahr 2025 bereits etwa jedes vierte neue Fahrzeug des Konzerns – und damit je nach Marktentwicklung bis zu drei Millionen Einheiten jährlich – rein batterieelektrisch angetrieben sein könnte”.[52]

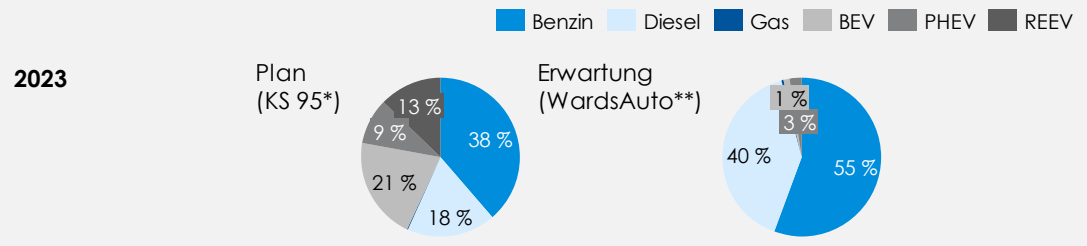
Elektroauto-Offensive: „Für diese Offensive werden wir zehn Milliarden Euro investieren.“

Daimler-Forschungsvorstand Thomas Weber.[53] “Das Unternehmen geht davon aus, dass 2025 der Anteil der Elektromodelle am Gesamtabsatz von Mercedes-Benz zwischen 15 und 25 Prozent liegen wird.” -Pressemitteilung Mercedes-Benz Cars.[54]

„Die BMW Group ist Pionier und Vorreiter der Elektromobilität. [...] Gerade bei der Elektromobilität ist es unser Anspruch, die durchgängige Systemkompetenz im Haus zu haben.“ - Oliver Zipse, Produktionsvorstand der BMW Group.[55] „Elektromobilität hat für uns absolute Priorität”[56] -BMW- Vorstandschef Harald Krüger. Bis 2025 wird ein Anstieg des Anteils an Elektroautos auf 25% erwartet.[57]

[50] (Dudenhöffer 2016).
[51] (Süddeutsche Zeitung 2016).
[52] (Volkswagen Konzernkommunikation 2017).
[53] (n-tv 2016).
[54] (Globale Wirtschaftskommunikation Mercedes-Benz Cars 2017).
[55] (BMW Group 2017).
[56] (Wirtschaftswoche 2017b).
[57] (Freitag 2016).

Abbildung 13
Abgleich KS 95 vs. Erwartung.



Anmerkung: ** Eigene Berechnung nach (BMUB 2015); ** Erwartung: (WardsAuto 2016).*
Quelle: *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (WardsAuto 2016).*

Eine Volumenreduktion ergibt sich bereits durch Trends unabhängig vom gewählten Klimaschutzszenario.

Allgemeine Nachfragetrends könnten bereits 10% Produktionseinbußen verantworten.

Das KS 95 geht davon aus, dass sich der Pkw Bestand im Vergleich zu gefahrenen Pkm stärker reduziert und schreibt diesen Zusammenhang u.a. dem Trend Carsharing sowie Carpooling zu. Laut einer Studie des International Transport Forums könnten diese Trends gekoppelt mit einem gut ausgebauten Öffentlichen Verkehrsnetz sowie einer zukünftigen Automatisierung zu einer Reduktion des Bestands um 90% führen.[58] Der Effekt des Carsharings separat betrachtet kann in Deutschland 2020 ca. 10% der Produktion für den inländischen Absatz ausmachen. Diese Berechnung basiert auf einer Prognose zum Thema Carsharing, welche besagt, dass es 2020 nahezu 15 Millionen Nutzer von Carsharing in Europa mit ca. 240.000 Fahrzeugen geben wird. Damit hätte sich die Anzahl der Fahrzeuge in vier Jahren fast verfünffacht.[59] Knapp 50% der europäischen Carsharing-Nutzer sind 2017 in Deutschland registriert.[60] Unter der Annahme, dass dieses Verhältnis konstant bleibt, werden in Deutschland 2020 knapp 8 Mio. Personen Carsharing nutzen. Die Sharing Economy ist somit bereits heute ein funktionierendes Geschäftsmodell, unabhängig vom gewählten Ambitionspfad für ein Klimaziel. Die Verfügbarkeit von Carsharing ist jedoch noch nicht eindeutig als Substitut für den Besitz oder die Anschaffung eines Autos zu sehen: aktuell würden lediglich 13% der Befragten sich im Zweifel für Carsharing und gegen den Kauf eines Autos entscheiden, mehr als 50% hingegen würden sich einen Neu- oder Gebrauchtwagen kaufen.[61]

[58] (International Transport Forum 2015). Dieses Ergebnis ist unter Verwendung eines Agentenbasierten Modells entstanden, die Studie stellt somit kein Szenario dar und die 90% beziehen sich auf keinen konkreten zukünftigen Zeitpunkt. Die Automatisierung stellt einen Trend dar, der die Transition in eine treibhausgasneutrale Welt erleichtern, aber sich ebenso unabhängig von der Klimatransition entwickeln kann, weshalb sie nicht im Fokus dieser Studie steht.
[59] (Wirtschaftswoche 2017a), (Statista 2017).
[60] (Statista 2017).
[61] (Statista, Meinung zu Carsharing als Alternative zum Fahrzeugkauf 2017 2017).

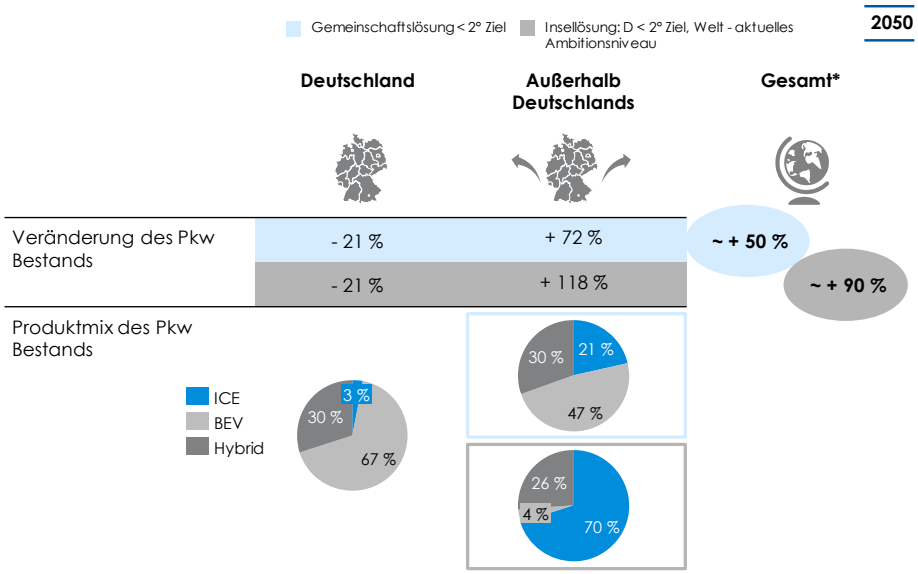
Bei einer internationalen Betrachtung einer <2°-konformen Wirtschaft zeigt sich, dass die negativen Volumeneffekte des KS 95 vom Anstieg der globalen Nachfrage nach Pkw überkompensiert werden.

Die inländische Pkw-Produktion ist in den vergangenen Jahren, getrieben durch den konstanten Anstieg an Exporten der deutschen Automobilhersteller, welche 2015 bei 75% lagen, absolut fast durchgängig gestiegen.[62] Der Inlandsabsatz absolut blieb jedoch fast konstant. Entsprechend relevant ist es, Trends über das national ausgerichtete KS 95 hinaus zu betrachten. Auch unter Beachtung der Klimaziele, in einer <2°-konformen Welt, wird die Pkw-Nachfrage weltweit steigen.[63] Hauptgrund hierfür ist prognostiziertes Wirtschaftswachstum in vielen Ländern in Abhängigkeit ihres aktuellen Entwicklungsstands, denn es besteht ein weitreichender Zusammenhang zwischen Einkommensentwicklung und Pkw-Dichte.[64] Der weltweite Anstieg vermag den Rückgang in Deutschland mit Blick auf Unternehmensumsätze mehr als auszugleichen (Abbildung 14). Somit gibt es im Saldo keinen negativen Volumeneffekt.

Bei frühzeitiger Anpassung steigen die Chancen am internationalen Gesamtgeschehen teilzuhaben.

Je Szenario verändert sich der Produktmix weltweit signifikant. Bliebe die Welt in einem Reference Technology Scenario (RTS), also einem Szenario in dem sich das aktuelle Ambitionsniveau somit nicht weiter steigert, scheint eine Anpassung der deutschen Automobilhersteller nicht nötig, da die Nachfrage nach konventionellen Antrieben hoch bleibt. Eine weltweite <2°-Wirtschaft hingegen erfordert ebenso eine Anpassung weltweit analog der deutschen Zielsetzung. Im direkten Vergleich ist die Veränderung in Deutschland weiterhin drastischer als global gesehen.

Abbildung 14
Volumen- sowie Produktmixveränderung des Pkw Bestands 2050 ggü. 2015.



Anmerkung: **Gesamt beschreibt Veränderung in 2050 ggü. 2015: Gemeinschaftsziel auf Basis KS 95 sowie IEA B2D Szenario; Insellösung auf Basis KS 95 sowie IEA RTS Szenario (entspricht aktuellen Zielversprechen nach COP21 in Paris).* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (IEA 2017) (s. Appendix i).*

[62] (VDA 2017), (VDA 2017b).
[63] (IEA 2017).
[64] (Bräuninger 2014).

Vor dem Hintergrund, dass 2016 ca. 60% der Exporte innerhalb der EU blieben, ist es sinnvoll sich ebenso die Entwicklung in der EU anzuschauen. Eine Steigerung der Emissionsziele um 95% 2050 gegenüber 1990, somit analog zum KS 95, sieht einen Anteil von Elektrofahrzeugen von 80% am Bestand.[65] Mit ca. 20% Pkw mit konventionellem Antrieb ist das Szenario der Europäischen Kommission etwas weniger ambitioniert als das KS 95. Auf nationaler Ebene in weiteren europäischen Ländern gibt es bereits ambitioniertere Ziele als es das KS 95 beschreibt:

Das KS 95 impliziert, dass der Anteil alternativer Antriebstypen in der Produktion 2030 bereits fast 50% beträgt (siehe Abschnitt 4.3). Ab 2040 ist die Produktion von traditionellen Antriebstypen bereits um 90% niedriger im Vergleich zu 2015. Großbritannien und Frankreich fordern offiziell ein Verkaufsverbot von Diesel- und Benzinautos ab 2040. In Deutschland existiert ein verbindliches Ausstiegsdatum bislang jedoch nicht.[66]

Entsprechend könnte eine langsame Anpassung in Deutschland für den deutschen Markt produzierender Unternehmen dazu führen, dass internationale Wettbewerber schneller günstiger bzw. kundenorientierter den neuen Markt erobern und ggf. relativ Marktanteile im Elektrosegment gewinnen könnten. Vor diesem Hintergrund erscheint die Anpassung deutscher OEM noch stärker maßgeblich für zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg.

[65] (European Environment Agency 2016).
[66] (Zeit Online 2017), (Basler 2017).

05

SZENARIOANALYSE ENTLANG DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE FÜR AUSGEWÄHLTE KUNSTSTOFFWAREN

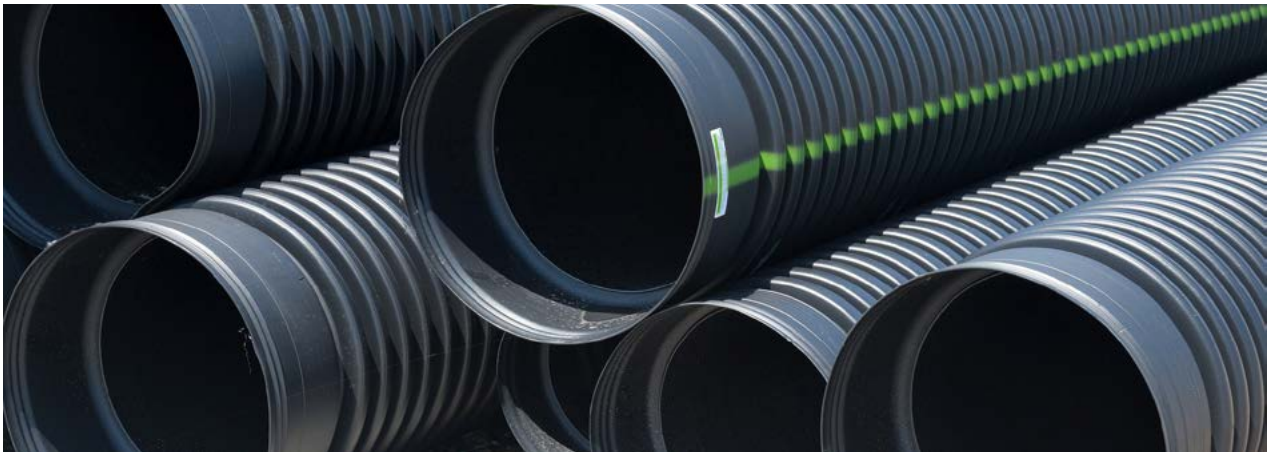
» 5.1 Kurzprofil: Ausgangslage Wertschöpfungskette Kunststoffwaren PE, PP, PVC

» 5.2 Anforderungen des Klimaschutzszenarios 95

» 5.3 Wirkung auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen

» 5.4 Wesentlichkeit der ermittelten Risiken und Chancen und Berücksichtigung von internationalen Sektordynamiken

5.1 Kurzprofil: Ausgangslage Wertschöpfungskette Kunststoffwaren PE, PP, PVC

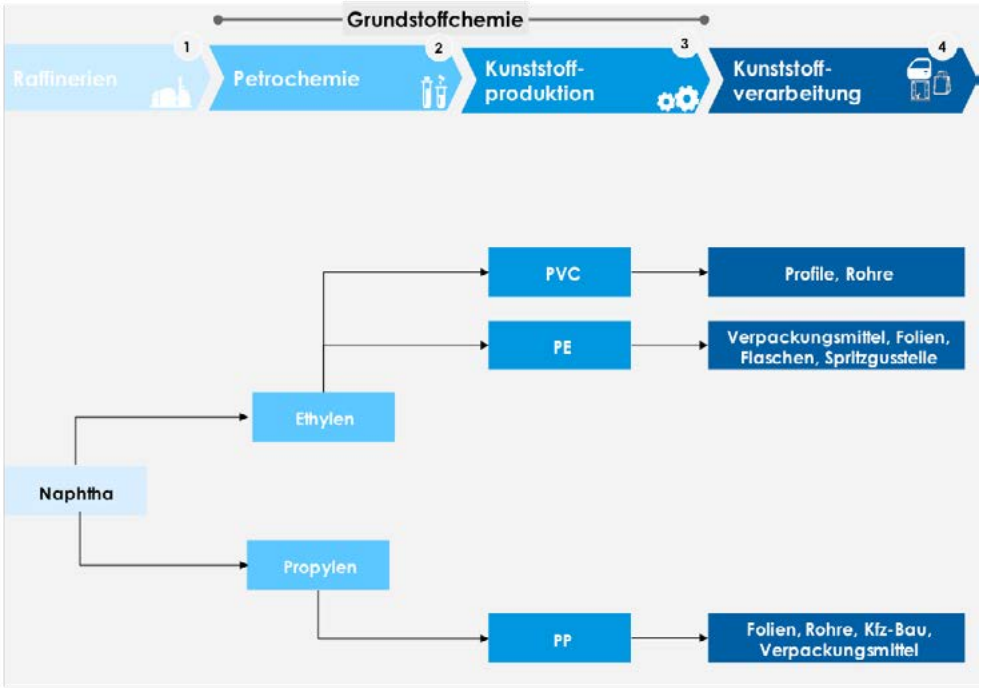


Die drei betrachteten Kunststoffe decken 95 Mrd. Euro Umsatz und 25 % der Industrieemissionen ab.

Mit der Betrachtung der Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC deckt die Studie etwa 60 % der inländischen Kunststoffproduktion sowie Kunststoffverarbeitung und etwa 25 % der Emissionen nationalen Industriesektors ab (in t).

Bedeutend bei der Analyse der Wertschöpfungskette für die in Deutschland hergestellten Kunststoffwaren aus PE, PP, PVC ist das Verständnis der Verflechtungen entlang der Vorprodukte.

Abbildung 15
Betrachtete Branchen innerhalb der Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC.



Quelle: *Eigene Darstellung.*

Innerhalb der Studie betrachten wir die Implikationen des KS 95 für die Erfolgsfähigkeit von Raffinerien in Deutschland, die den Ausgangsrohstoff Naphtha herstellen, auf die Petrochemie, in der durch Dampfspalten Ethylen und Propylen entstehen, welche wiederum die Ausgangsstoffe für die Kunststoffproduktion von PE, PP und PVC sind. Der letzte Schritt umfasst die kunststoffverarbeitenden Betriebe und deren Herstellung von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC (vgl. Abbildung 15). Somit deckt die Analyse rund 95 Mrd. EUR Umsatz, 1.580 Unternehmen, bzw. Betriebe und 197.000 Beschäftigte ab (vgl Abbildung 16). Insgesamt werden rund 25% der Kohlenstoffdioxid (CO_2)-Emissionen des gesamten Industriesektors aus dem Jahr 2015 betrachtet werden.[67]

Abbildung 16
Steckbrief Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC.

2015

Grundstoffchemie

1 Raffinerien	2 Petrochemie	3 Kunststoffproduktion	4 Kunststoffverarbeitung
Produktion [in kt]			
Raffinerieerzeugnisse 102.000	Ethylen 5.134	PE 2.800	PE + 35 %
		PVC 1.550	PVC + 35 %
	Propylen 3.961	PP 2.000	PP + 35 %
Anzahl Anlagen/Betriebe			
13	9	13	1.545
Raffinerien	**Ethylen- & Propylenhersteller**	**Kunststoffproduzenten**	**Kunststoffverarbeitende Betriebe**
Gewinn			
~ 10 %	~ 40 %*	Produktabhängig (10 – 20 %)	Produktabhängig
Umsatz [in Mrd. €]			
43	8	10	34
Direkte CO_2-Emissionen im Fokus [in Mio. t]			
26	11**	5	5

Anmerkung: ** Die Raffineriemarge basiert auf dem heutigen Produktmix. Die Marge für die Petrochemie basiert auf dem Produktmix, der bei der Ethylenproduktion entsteht (Ethylen, Propylen, Buten, Aromate). ** Hingegen sind die CO_2-Emissionen für die Petrochemie lediglich der Produktion von Ethylen und Propylen zuzuweisen (siehe Appendix für Berechnungen auf Basis der spezifischen Energieverbräuchen von Ethylen sowie Propylen).* ***Quelle:*** *Eigene Recherche und eigene Berechnungen nach (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Destatis 2017), (Fleiter 2013), (ICIS n.a.), (ICIS 2016), (IKB 2015), (MWV 2016), (UBA 2016a), (VCI 2016b), siehe Appendix.*

[67] (BMUB 2016).

5.2 Anforderungen des Klimaschutzszenarios 95

Die Nachfrage nach deutschen Raffinerieerzeugnissen würde deutlich abnehmen; alle anderen Bereiche der Wertschöpfungskette verzeichnen ein Wachstum.

Das KS 95 lässt eine deutliche Nachfrageminderung für Raffinerien erwarten; für die Petrochemie, die Kunststoffherstellung und -verarbeitung wird ein Wachstum vorhergesehen.

Innerhalb eines KS 95 kann davon ausgegangen werden, dass die Nachfrage nach national produzierten Raffinerieprodukten deutlich zurückgeht.[68] Für alle anderen Bestandteile der Wertschöpfungskette für ausgewählte Kunststoffwaren (vgl. Abbildung 15) wird eine nationale Wachstumsprognose gestellt.

Abbildung 17
Überblick Treiber bis/in 2050 im KS 95 entlang der Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC.

Bis/in 2050 Treiber im KS 95*	Nachfragewirkung auf Endprodukte			2015 vs. 2050	Anmerkungen**
• Reduktion der Wärmeerzeugung um 92 %	Raffinerien	Raffinerieerzeugnisse	↓ - 85 %**		Importanstieg in der Petrochemie, um Nachfrage aus Nachkette zu decken
• Produktion von Ethylen steigt um + 23 %	Petrochemie	Ethylen	↑ + 23 %**		
		Propylen			Petrochemie deckt Nachfrage an Grundstoffchemikalien für Kunststoffproduktion
• Produktion von PE und PP steigt um + 33 % • Produktion von Chlor bleibt konstant	Kunststoffproduktion	PE	↑ + 33 %		
		PP			
		PVC	→ +- 0 %**		Importanstieg in der Kunststoffproduktion, um Nachfrage an PE, PP und PVC von Kunststoffverarbeitern zu decken
• Produktion in der Kunststoffverarbeitung steigt um + 35 %	Kunststoffverarbeitung	Verpackungsmittel	↑ + 35 %		
		Profile, Rohre			
		Folien, Kfz-Teile			

Anmerkung: ** Die hier dargestellten Treiber bis/in 2050 sind dem KS 95 entnommen. ** Zu der Beschreibung der Nachfragewirkung auf diese Endprodukte sowie zu den Anmerkungen führten eigene Berechnungen und ergänzende Annahmen zum KS 95 (vgl. Abbildung 19; siehe Appendix).* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015).*

[68] Siehe Appendix für Annahmen zu Import- und Exportquoten.

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC müssen bis 2050 etwa 35 Mio. Tonnen (73%) der gesamten CO_2-Emissionen des Jahres 2015 vermieden werden. Basierend auf den im KS 95 beschriebenen Entwicklungen sowie den getroffenen Annahmen würden Emissionsvermeidungen von 92% für die Raffinerien, 18% für die Petrochemie, 80% für die Kunststoffproduktion sowie 94% für die Kunststoffverarbeitung resultieren (Abbildung 18).

Abbildung 18
Emissionsvermeidung 2050 ggü. 2015 entlang der Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC.

	CO_2 [in Mio. t]		Vermeidung absolute CO_2-Emissionen	
Herstellungsprozess	2015	2050	in Mio. t	in %
Raffinerieerzeugnisse	26	2	- 24	- 92
Ethylen & Propylen	11	9	- 2	- 18
PE, PP, PVC	5	1	- 4	- 80
Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC	5	<1	~ 5	- 94
Gesamte Kunststoffkette	**47**	**~ 13**	**~ 35**	**- 74**

Quelle: *Eigene Darstellung und Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (MWV 2016), (Destatis 2015), (UBA 2016a) (VCI 2016b), (Fleiter 2013).*

Grundlage für die ermittelten Vermeidungsanforderungen (2050 ggü. 2015) sind die im KS 95 beschriebenen Entwicklungen in der Brennstoff- sowie Stromnachfrage, in der Grundstoffchemie (-14% bzw. -21%), für die Herstellung von Kunststoffwaren (-39% bzw. -48%), für den Anteil der eingesetzten Biomasse am Brennstoffbedarf im Sektor Industrie (+50%) und den Endenergiebedarf des Verkehrssektors.[69] Die Angaben aus dem KS 95 mussten um einige Annahmen erweitert werden, um diese Einordnung für die Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP, PVC zu erreichen (Abbildung 19).

Abbildung 19
Ergänzende Annahmen zu den im KS 95 beschriebenen Entwicklungen für die Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC.

Branche	Wichtige getroffene Annahmen
Raffinerien	• Die Abnahme der Wärmeerzeugung in den Raffinerien wird konstant zu der Entwicklung der Produktionsmenge der Raffinerien gesetzt. • Materialeffizienz der Raffinerien steigt um 30 %.*
Petrochemie	• Brennstoff- sowie Stromnachfrage der Grundstoffchemie gelten für die Petrochemie. • Es kommt zu keinem Einsatz von Biomasse. Propylen ist ein Beiprodukt der Ethylenproduktion aus Naphtha. Wir nehmen an, dass die Propylenproduktion analog zur Ethylenentwicklung um 23 % steigt. • Die Energieverwendung berechnen wir durch spezifische Energieverbräuche. Die relative Verteilung der Energieträger entspricht der von Primärkunststoffen (Nace-Code 20.13).
Kunststoff-produktion	• Brennstoff- sowie Stromnachfrage der Grundstoffchemie gelten für die Kunststoffproduktion, da die Herstellung von Kunststoffen in ihrer Primärform dem Wirtschaftszweig Chemische Grundstoffe zugeordnet wird. • Im KS 95 wird eine konstante Entwicklung der inländischen Chlorproduktion angenommen. Da PVC zu 60 % aus Chlor besteht und auf Grund des hohen Transportrisikos, wird eine konstante inländische PVC Produktion angenommen. • Die Energieverwendung der PE, PP und PVC Produktion berechnen wir mittels ihrer jeweiligen spezifischen Energieverbräuche. Die relative Verteilung der Energieträger entspricht der von Primärkunststoffen (Nace-Code 20.16).
Kunststoff-verarbeitung	• Den Anteil der produzierten Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC im Jahr 2015 an den jeweiligen Produkten der Nace-Codes 22.21, 22.22, 22.23, 22.29 (Herstellung von Kunststoffwaren) nutzen wir, um die Energieverwendung zu berechnen.

Anmerkung: *Die hier dargestellten getroffenen Annahmen stellen einen möglichen Weg zur Ergänzung dar, um mit den nicht vollumfassenden Beschreibungen des KS 95 Implikationen für die hier betrachtete Wertschöpfungskette abzuleiten. Für eine detaillierte Beschreibung der Methodik und Berechnungen, siehe Appendix. * Dies entspricht der Annahmen der IEA, dass Raffinerien mit der ihnen zur Verfügung stehenden Wärme 30 % mehr Raffinerieerzeugnisse produzieren könnten.* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung.*

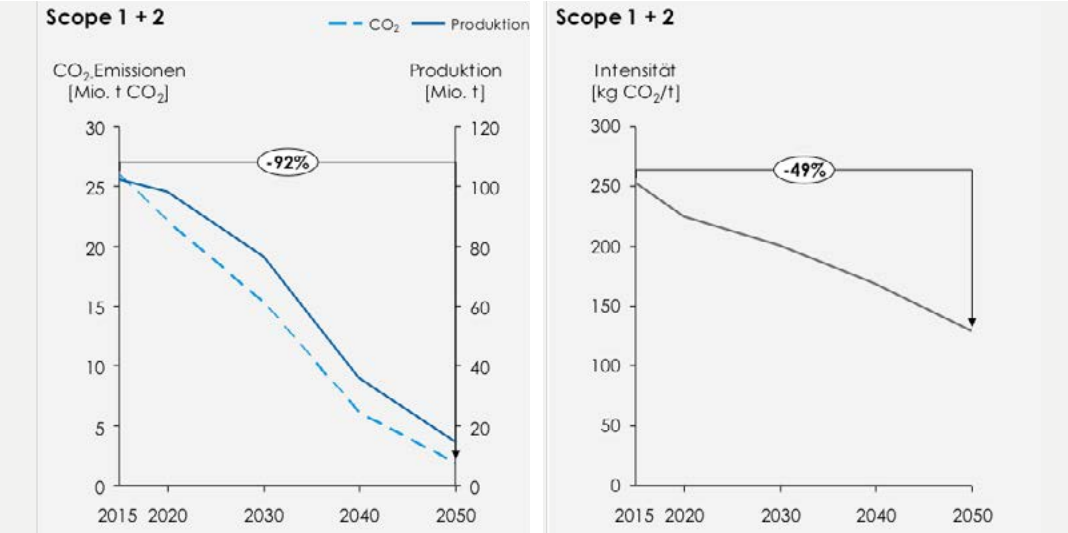
[69] Das KS 95 beschreibt, dass der ermittelte Biomasseeinsatz für die unterschiedlichen Sektoren im Jahr 2050 mit inländisch produzierter Biomasse gedeckt werden kann. Die Anbaufläche von nachwachsenden Rohstoffen für den Biomasseeinsatz reduziert sich dabei im KS 95 bis 2050 um 30% (ggü. 2010). 22% der produzierten Biomassemenge 2050 wird mittels Waldrest- und Industrieholz gewonnen, je 15% mittels Resthölzern und vergärbaren Reststoffen sowie 18% mittels festen biogenen Reststoffen (BMUB 2015).

5.2.1 Raffinerien

Die Szenarioanalyse des KS 95 lässt für Raffinerien erwarten, dass sie ihre absoluten Emissionen um 92% und ihre CO_2-Intensität um 49% senken müssten, während 85% weniger Raffinerieerzeugnisse produziert würden.

Das KS 95 beschreibt für die Mineralölverarbeitung in den Raffinerien einen Rückgang der Wärmeerzeugung um 92%. Dies würde eine Reduktion der Brennstoffnachfrage von rund 301 Mio. Gigajoule (GJ) auf 25 Mio.[70] GJ bedeuten. Die Angaben des KS 95 wurden ergänzt, um eine Berechnung des zukünftigen Produktionsvolumen zu ermöglichen: es wird angenommen, dass Raffinerien bis 2050 ihren Output aufgrund von Effizienzsteigerungen sowie in Folge von Produktmixänderungen um insgesamt 30% steigern können.[71] Somit implizieren die im KS 95 beschriebenen Entwicklungen sowie dazu ergänzende Annahmen, dass 2050 noch knapp 15 Mio. Tonnen (- 85%) Raffinerieerzeugnisse produziert werden.[72] Der Rohstoffeinsatz in den Raffinerien wird ab dem Jahr 2040 um synthetische Kohlenwasserstoffe erweitert.[73] Analog zu einem 85%igen Produktionsrückgang müssen die Raffinerien ihre absoluten Scope 1- CO_2-Emissionen (d.h. direkte Emissionen der Mineralölverarbeitung sowie Emissionen der raffinerieeigenen Kraftwerke) und Scope 2- CO_2-Emissionen (d.h. ihre indirekten Emissionen von zugekauftem Strom) in Summe um 92% und ihre CO_2-Intensität um 49% senken (siehe Abbildung 20).

Abbildung 20
Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen und Produktionsaktivität sowie Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von Raffinerieerzeugnissen.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a) , (MWV 2016), (Destatis 2015), siehe Appendix.*

[70] Eigene Berechnungen nach (BMUB 2015), (UBA 2016a), (MWV 2016), (Destatis 2015), siehe Appendix. Die Abnahme der Wärmeerzeugung in den Raffinerien wird konstant zu der Entwicklung der Produktionsmenge der Raffinerien gesetzt (siehe Abbildung 19).
[71] Siehe Appendix.
[72] Eigene Berechnungen nach (BMUB 2015), (UBA 2016a), (MWV 2016), (Destatis 2015), (Worrell und Galitsky 2005), (AGEB 2017). Siehe Appendix für weitere Details.
[73] Siehe Fußnote 78; (BMUB 2015).

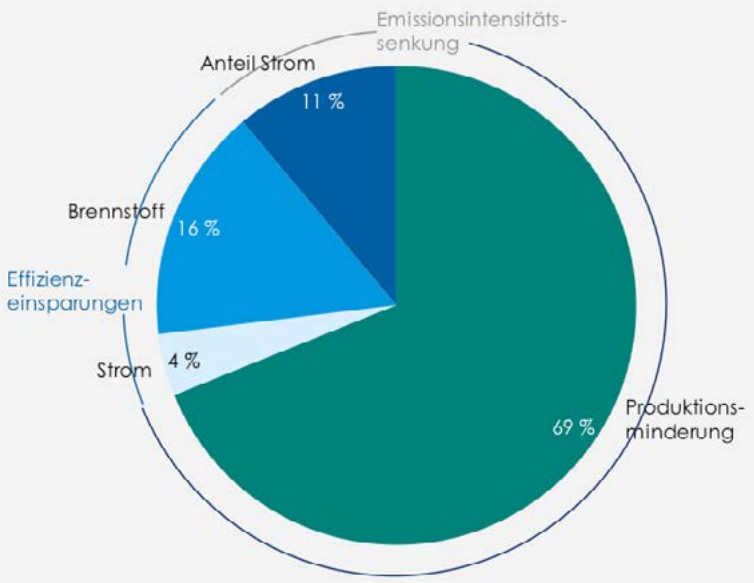
69 % der CO_2-Emissionsvermeidung ist auf die Verringerung der Produktion zurückzuführen; Hersteller unterstützen weitere 20 % der Emissionsvermeidung mittels Effizienzmaßnahmen.

Effizienzsteigerungen in den Raffinerien tragen bis 2050 zu 20 % der Emissionsvermeidungen bei.

Die absoluten CO_2-Emissionsvermeidungen bis 2050 setzen sich wie folgt zusammen: der 85%ige Produktionsrückgang , trägt über den Zeitverlauf zu 69 % der absoluten CO_2-Emissionsvermeidungen in den Raffinerien bei, effizienzbedingte CO_2-Emissionsvermeidungen im Brennstoff- (16%) und Stromeinsatz (4%) tragen zu 20% der gesamten CO_2-Emissionsvermeidung bei. Die Dekarbonisierung des Stromsektors, entsprechend den Annahmen des KS 95, trägt weitere 11 % bei.

Entgegen der Intuition entsteht durch die Reduktion der spezifischen Emissionen im zeitlichen Verlauf ein gegenläufiger Effekt. Mit zunehmender Effizienz über die Jahre werden die zusätzlich erzielten absoluten CO_2-Emissionsvermeidungen in Form einer zusätzlich vermiedenen Einheit CO_2 durch die verringerte Produktionsaktivität geringer.[74]

Abbildung 21
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung der Raffinerien 2050 ggü. 2015 im KS 95.



Quelle: *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (MWV 2016), (Destatis 2015), siehe Appendix.*

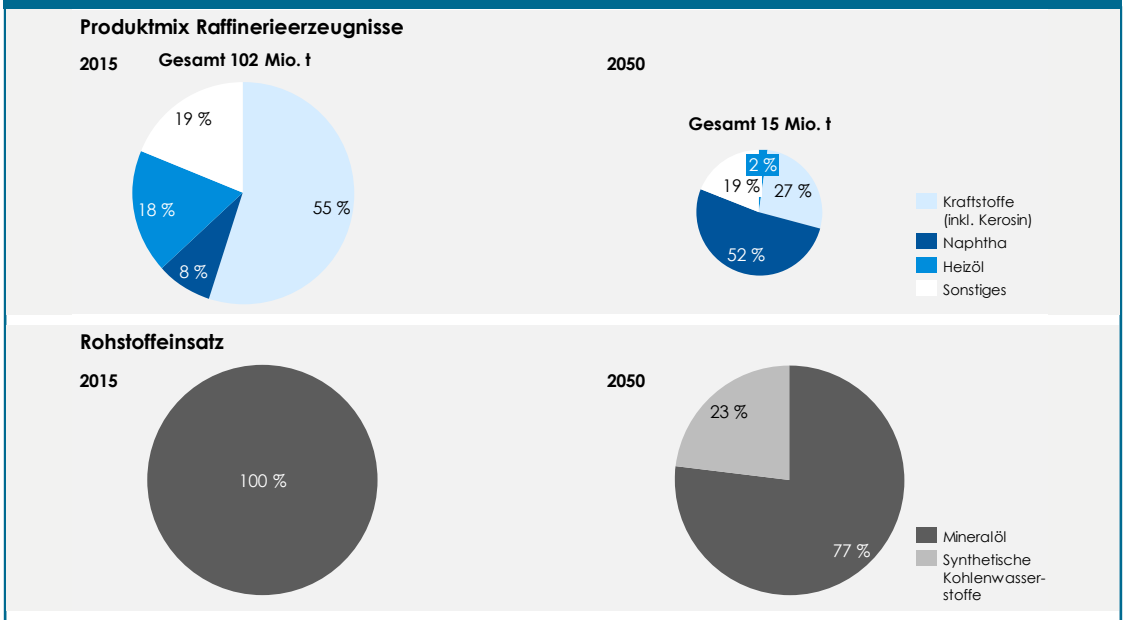
[74] Siehe Appendix.

Im KS 95 steigt der Anteil von Naphtha am Produktmix von 8% auf 52%.[75]

Der überwiegende Anteil des Rohstoffeinsatzes in 2050 würde auf synthetischen Kohlenwasserstoffen basieren.

Unter der Annahme, dass der Anteil der sonstigen produzierten Raffinerieerzeugnisse im Vergleich zu heute bei 19% stagniert, bestünde im Jahr 2050 der Produktmix der Raffinerien zu 52% aus Naphtha (absolut sinkt die Produktionsmenge von Naphtha um 8%).[76] Das KS 95 beschreibt den Einsatz von synthetischen Kohlenstoffen für Power-to-Liquids Kraftstoffe ab dem Jahr 2040.[77] Daher würde unter einem KS 95 der zukünftige Produktmix der Raffinerien im Jahr 2050 zu 77% auf Raffinerieerzeugnissen aus fossilem Mineralöl sowie zu 23% auf Raffinerieerzeugnissen aus synthetischen Kohlenwasserstoffen basieren. Eine zum KS 95 ergänzende Annahme ist, dass die im Ausland produzierten synthetischen Kohlenwasserstoffe zukünftig in den nationalen Raffinerien zu synthetischen Raffinerieerzeugnissen, wie zum Beispiel synthetischen Kraftstoffen, umgewandelt werden. Offen bleibt in diesem Zusammenhang die Verträglichkeit der Annahmen um Power-to-Liquids mit Rahmenbedingungen verfügbaren Kohlenstoffs auf Basis erneuerbaren Energien.[78]

Abbildung 22
Produktmix und Rohstoffeinsatz der nationalen Raffinerien 2015 und 2050 im KS 95.



Quelle: *Eigene Darstellung und Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (MWV 2016), siehe Appendix.*

[75] Die Szenarioanalyse leitet den zukünftigen Produktmix der Raffinerien unter Berücksichtigung der beschriebenen Entwicklungen im KS 95 ab. Es werden keine weiteren Annahmen und Aussagen zur technologischen Machbarkeit sowie zu Import- und Exportaktivitäten getroffen. Für eine detaillierte Beschreibung der Berechnung, siehe Appendix.

[76] Auf Basis der Erzeugerstruktur deutscher Raffinerien seit 1990, bei dem der Anteil sonstiger Produkte an der Erzeugerstruktur zwischen 17% und 19% liegt, wird der Anteil aus dem Basisjahr relativ konstant fortgeschrieben (Mineralölwirtschaftsverband e.V. 2016).

[77] Siehe Appendix.

[78] Das KS 95 beschreibt, dass synthetische Kohlenwasserstoffe ausschließlich importiert werden (BMUB 2015). Diese Annahme basiert darauf, dass im Ausland Stromgestehungskosten (auf Basis erneuerbarer Energien) niedriger sind und es größere Potenziale für erneuerbare Energien gibt (Renewbility 2016). Eine getroffene Annahme ist, dass die Umwandlung in synthetische Kraftstoffe zukünftig in den nationalen Raffinerien stattfinden kann (Sunfire GmbH 2017).

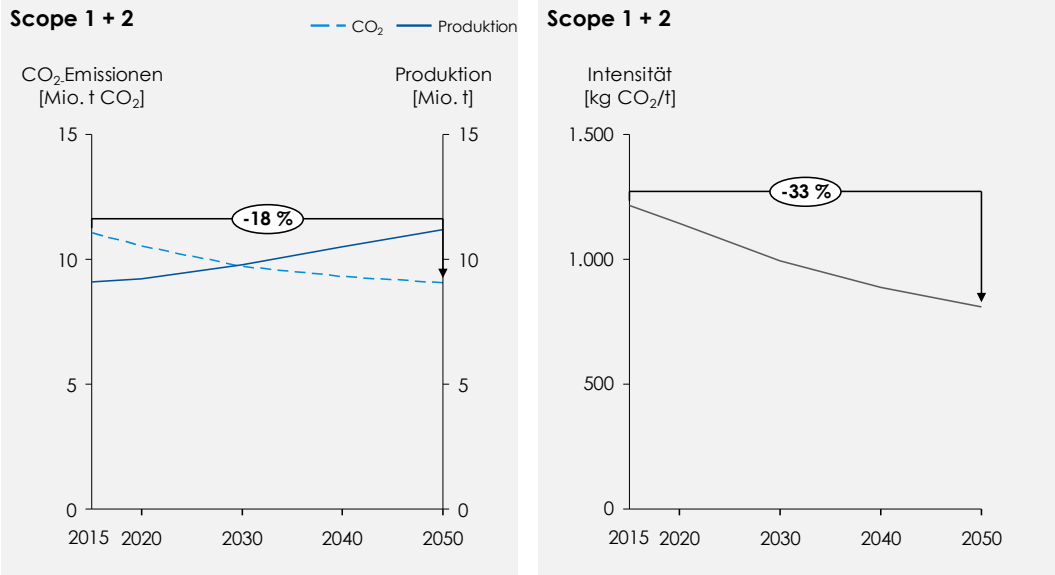
Der zukünftige Anteil von inländisch produziertem Naphtha ist nicht ausreichend, um die Nachfrage der Petrochemie für die Ethylen- sowie Propylenproduktion zu decken. Schon heute wird die Hälfte der inländischen Nachfrage nach Naphtha durch Importe gedeckt.[79]

5.2.2 Petrochemie

Die Anforderungen des KS 95 bedeuten, dass die Petrochemie bei der Herstellung von Ethylen und Propylen ihre absoluten Emissionen um 18% und ihre CO_2-Intensität um 33% senken müssen; die Produktion steigt im Zeitraum 2015 bis 2050 um 23%.

Das KS 95 beschreibt ein Wachstum von 23% bis 2050 für die Ethylenproduktion, eine Wachstumsprogonose für Propylen wird nicht beschrieben. Eine ergänzend getroffene Annahme ist daher, dass die Propylenproduktion bis zum Jahr 2050 ebenfalls um 23% ansteigen wird, da Propylen ein Beiprodukt der Ethylenherstellung ist.[80] Ferner beschreibt das KS 95 für die Grundstoffchemie und somit für die Ethylen- und Propylenherstellung, einen Rückgang der Brennstoffnachfrage um 14% sowie einen Rückgang der Stromnachfrage um 21%. Der Rückgang der Energienachfrage impliziert eine Reduktion der Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen um 18%, von rund 11 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen auf 9 Mio. Tonnen bis 2050 (vgl. Abbildung 23). Die CO_2-Intensität muss um 33% von 1.200 kg CO_2/t auf rund 810 kg CO_2/t sinken.

Abbildung 23
Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität sowie Reduktion der CO_2-Intensität in der Ethylen- und Propylenherstellung.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a) , (VCI 2016b), (Destatis 2015), (Saygin, et al. 2011), siehe Appendix.*

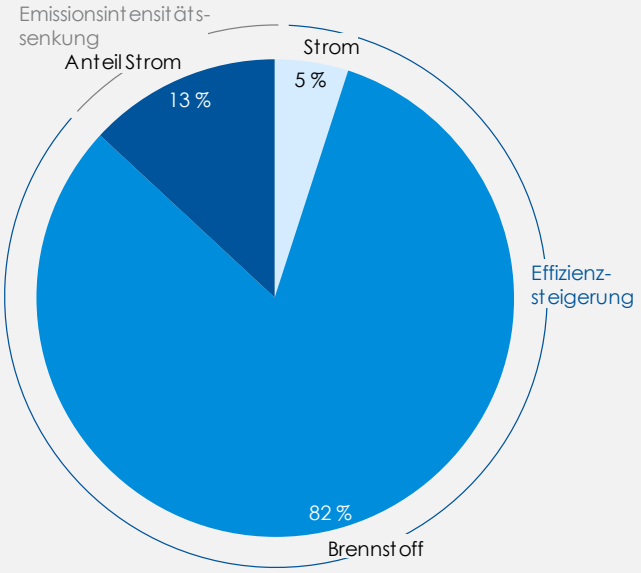
[79] (MWV 2016).
[80] Das KS 95 ist für eine Unternehmens-basierte Szenarioanalyse nicht vollumfänglich, Die hier dargestellten getroffenen Annahmen stellen einen möglichen Weg zur Ergänzung dar, um Implikationen für die hier betrachtete Wertschöpfungskette abzuleiten.

Hersteller unterstützen die Erreichung der Emissionsziele zu rund 90% mit effizienzbedingten Einsparungen, insbesondere von Brennstoffen.

In der Petrochemie wäre ein Großteil der Emissionsvermeidung mittels brennstoffbezogener Verbesserungen zu erzielen.

In der Ethylen- und Propylenproduktion können bis 2050 82% (~ 2 Mio. Tonnen) der CO_2-Emissionen durch einen effizienteren Brennstoffeinsatz vermieden werden Die Effizienzsteigerung beim Stromeinsatz trägt weitere 5% zu der erforderlichen CO_2-Emissionsvermeidung bei. Hersteller erreichen die Emissionsvermeidung bis 2050 damit zu knapp 90% durch effizienzbedingte Einsparungen. Aus Abbildung 24 wird zusätzlich ersichtlich, dass durch die im KS 95 beschriebene Emissionsintensitätssenkung des Strommixes, d.h. durch die Dekarbonisierung, 13% der CO_2-Emissionsvermeidungen erreicht werden.

Abbildung 24
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der Ethylen- und Propylenherstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (VCI 2016b), (Destatis 2015), (Saygin et al., 2011), siehe Appendix.*

5.2.3 Kunststoffproduktion

Ein KS 95 bedeutet Absenkung der absoluten Emissionen um insgesamt 87% bei der gesamten Kunststoffproduktion (PE, PP und PVC). Die CO_2-Intensität muss in der PE-Herstellung um 95%, in der PP-Herstellung um 92% und in der PVC-Herstellung um 77% sinken.

Die Produktion von PE und PP steigt im KS 95 um jeweils 33%.[81] Gleichzeitig beschreibt das KS 95 für die Kunststoffproduktion bis 2050 eine Reduktion der Brennstoffnachfrage um 14% und eine Reduktion der Stromnachfrage um 21%. Zusätzlich wird der eingesetzte Anteil der Biomasse am Brennstoffeinsatz um 50% gesteigert.[82] Ergänzend zu diesen im KS 95 beschriebenen Entwicklungen wird für die Szenarioanalyse angenommen, dass die stagnierende Entwicklung der im KS 95 angegebenen Chlorproduktion eine stagnierende Produktionsaktivität für PVC bedeutet, da dieser Primärkunststoff zu rund 60% aus Chlor besteht (vgl. Abbildung 19).[83]

Abbildung 25
Absolute Emissionsreduktionen in der Kunststoffproduktion 2050 ggü. 2015.

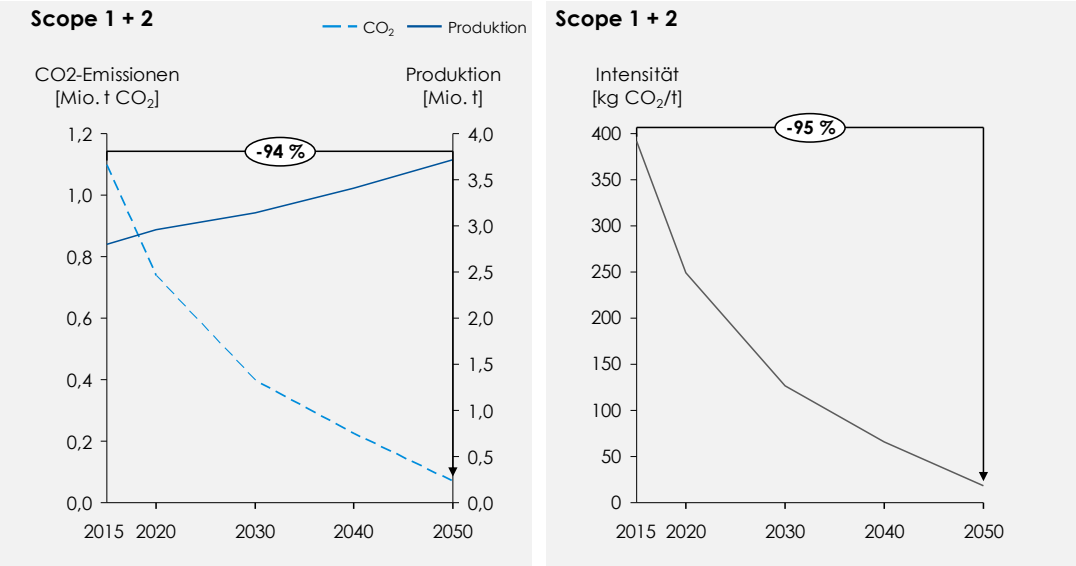
Kunststoffproduktion	Einsparung absolute CO_2-Emissionen		Reduzierung CO_2-Intensität	
	in Mio. t	in %	in kg CO_2/t	in %
PE	1	94	373	95
PP	<1	90	229	92
PVC	~ 3	77	1.563	77
Gesamte Kunststoffproduktion	**~ 4**	**87**	**2.165**	**88 %**

Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appendix.*

[81] (BMUB 2015).
[82] (BMUB 2015).
[83] Da Chlor ein hohes Transportrisiko aufweist, wird für die Analyse von keinen erhöhten Importquoten ausgegangen.

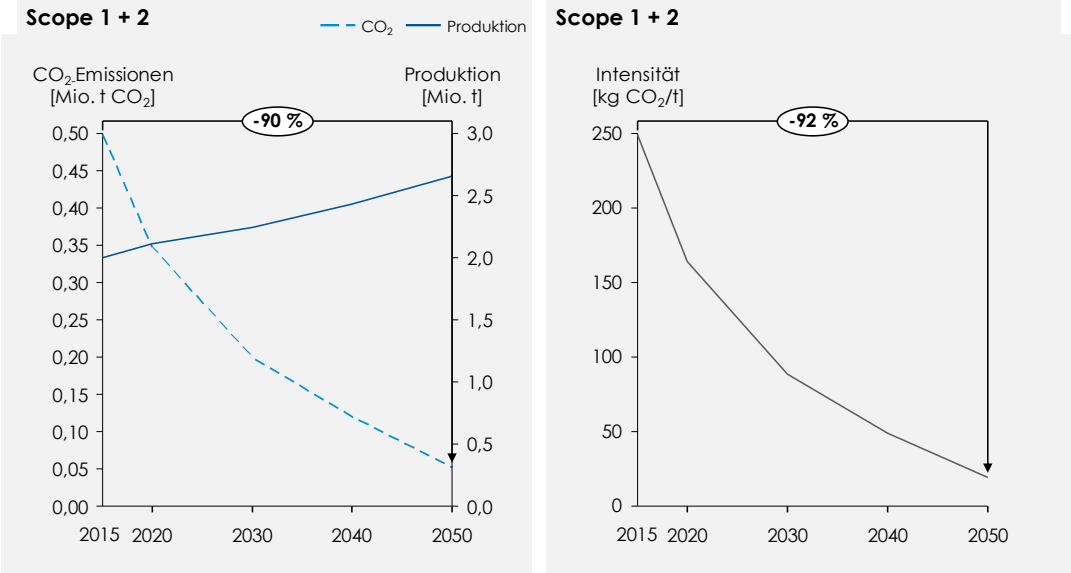
Für die Produktion von PE ergeben sich im KS 95 absolute CO_2-Emissionsvermeidungen von rund 1 Mio. Tonnen (- 94%) und eine Reduktion der CO_2-Intensität um 95%.

Abbildung 26
Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität und Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von PE.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appendix.*

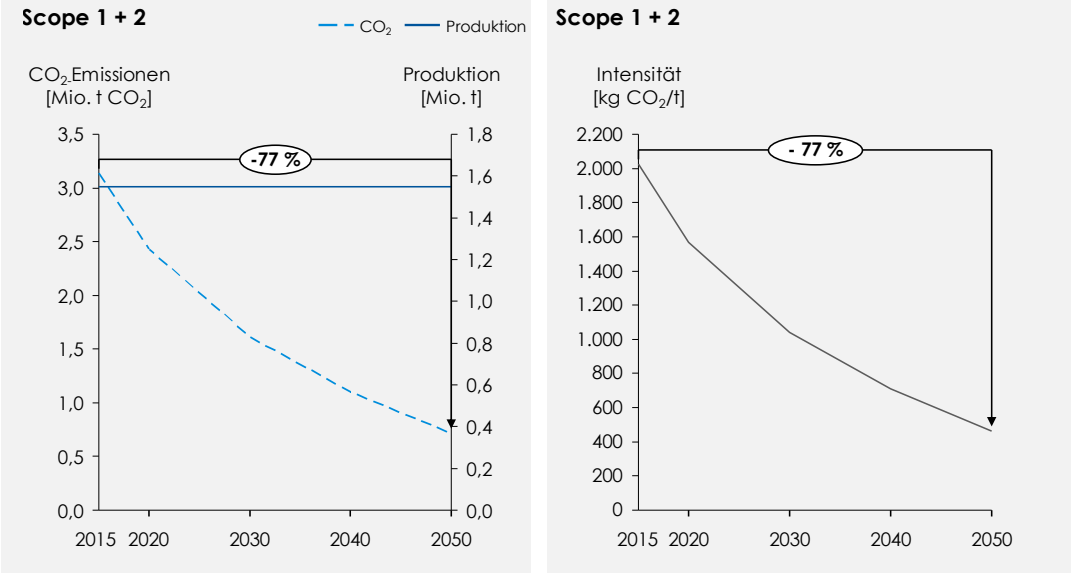
Abbildung 27
Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität und Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von PP.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appendix.*

Für die PVC-Produktion ergeben sich unter den beschriebenen Entwicklungen des KS 95 absolute CO_2-Emissionsreduktion von rund 2,5 Mio. Tonnen (-77%) und eine Reduktion der spezifischen CO_2-Intensität um 77%.

Abbildung 28
Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität und Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von PVC.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appendix.*

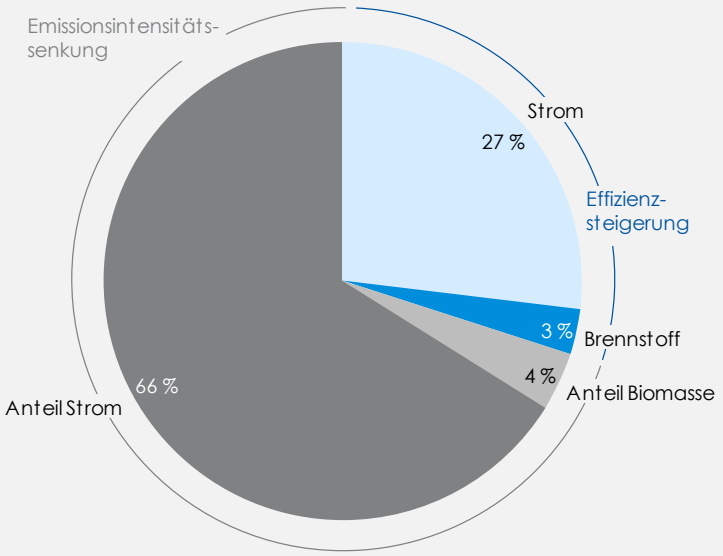
Hersteller von PE, PP und PVC unterstützen die Emissionsminderung zu 20 bis 30% mit Effizienzmaßnahmen sowie der Einbindung von Biomasse. Der wesentliche Anteil kommt von der Dekarbonisierung des Strommixes.

Die Verringerung der CO_2-Intensität des Strommixes leistet ebenfalls einen deutlichen Beitrag zur Emissionsvermeidung der Kunststoffverarbeitung.

Der relevanteste Treiber für die CO_2-Emissionsvermeidung bis 2050 ist die Senkung der Emissionsintensität durch die Dekarbonisiereung des Strommixes. Diese beträgt bei der PE-Herstellung 66%, bei der PP-Herstellung 61 % und bei der PVC-Herstellung 52%. Auf die jeweiligen zweitwichtigsten Treiber wird im Folgenden eingegangen.

Der zweitwichtigste Treiber für die absolute Emissionsvermeidung bei der PE-Herstellung ist eine Effizienzsteigerung beim Stromeinsatz. Hersteller vermeiden durch Effizienzmaßnahmen 27% der Ausgangs-CO_2-Emissionen.

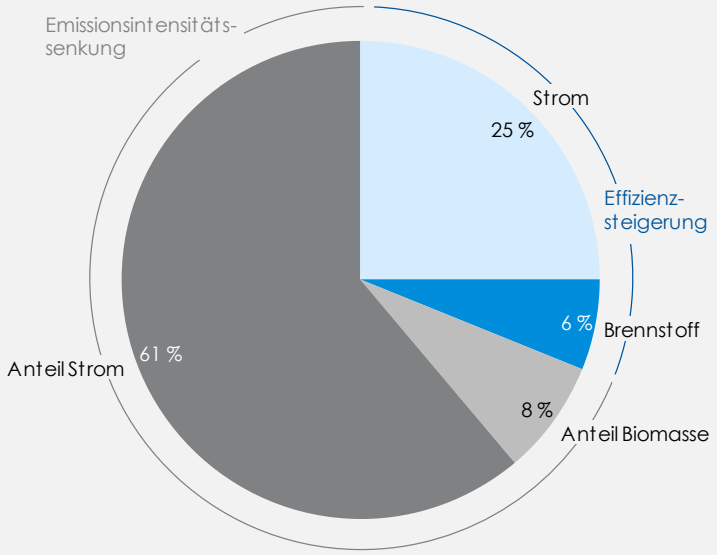
Abbildung 29
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der PE Herstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appendix.*

Auch bei der PP-Herstellung ist die Effizienzsteigerung beim Stromeinsatz mit 25% der zweitwichtigste Treiber für die erforderliche Emissionsvermeidung bis 2050. Effizienzsteigerungen beim Brennstoffeinsatz tragen dagegen nur 6% zur erforderlichen Emissionsvermeidung bei.

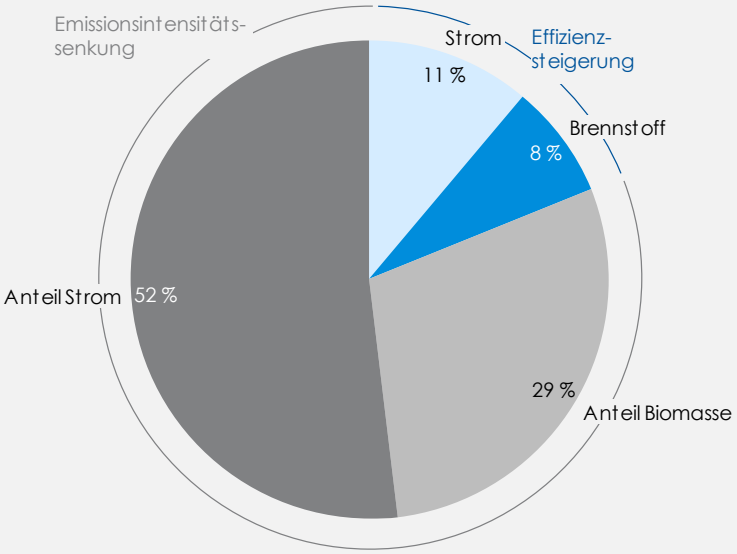
Abbildung 30
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der PP Herstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95.



Quelle: *Eigene Berechnung basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appedix.*

Durch die Einbindung von Biomasse erreichen PVC-Hersteller 29 % der erforderlichen Emissionsvermeidung, welches den zweitwichtigste Treiber darstellt.

Abbildung 31
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der PVC Herstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95.



Quelle: *Eigene Berechnungen basierend auf (BMUB 2015), (UBA 2016a), (Consultic 2016), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), siehe Appendix.*

5.2.4 Kunststoffverarbeitung

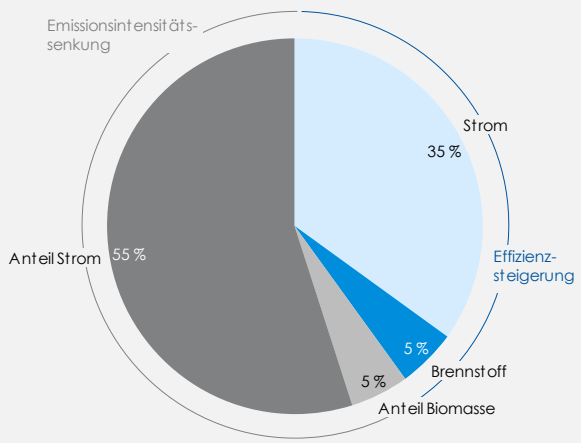
Bei der Kunststoffverarbeitung werden im KS 95 die absoluten Emissionen um 94% gesenkt und die CO_2-Intensität bei der Herstellung von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC um rund 95% reduziert. Die Produktion der kunststoffverarbeitenden Betriebe steigt von 2015 bis 2050 um 35%.

Das KS 95 beschreibt für die kunststoffverarbeitenden Betriebe, bezogen auf alle Herstellungsverfahren wie Blasformen, Spritzguss und Extrusion eine Produktionssteigerung von 35% (2050 ggü. 2015).[84] Im KS 95 reduziert sich in den kunststoffverarbeitenden Betrieben die Brennstoffnachfrage um - 39%, während der Anteil der eingesetzten Biomasse um 50% steigt. Die Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen setzt sich zusammen aus: etwa 3 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen (- 95%) bei der Herstellung von Kunststoffwaren aus PE (v. a. Verpackungsmittel), etwa 1 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen (- 95%) bei der Herstellung von Kunststoffwaren aus PP (v. a. Platten und Folien) und etwa 1 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen (- 93%) bei der Herstellung von Kunststoffwaren aus PVC (v.a. Baubedarfsartikel).[85] Die CO_2-Intensitäten bei der Kunststoffverarbeitung - über alle eingesetzten Verfahren und Anlagen hinweg –sinken um etwa 95%.

Hersteller unterstützen die erforderliche Emissionsvermeidung bis 2050 zu ca. 40 % über Effizienzsteigerungen und die Einbindung von Biomasse.

Der größte Treiber der absoluten Emissionsvermeidung bis 2050 bei der Herstellung aller Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC (u.a. Verpackungsmittel, Platten, Rohre und Baubedarfsartikel) sind effizienzbedingte Einsparungen: Hersteller unterstützen die Emissionsvermeidung zu rund 40% durch Effizienzsteigerungen im Strom- (35%) sowie Brennstoffeinsatz (5%).

Abbildung 32
Treiber der absoluten Emissionsvermeidung bei der Herstellung von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC 2050 ggü. 2015 im KS 95.



Quelle: *Eigene Berechnung basierend auf (BMUB 2015), (Consultic 2016), (UBA 2016a), (UBA 2016b), siehe Appendix.*

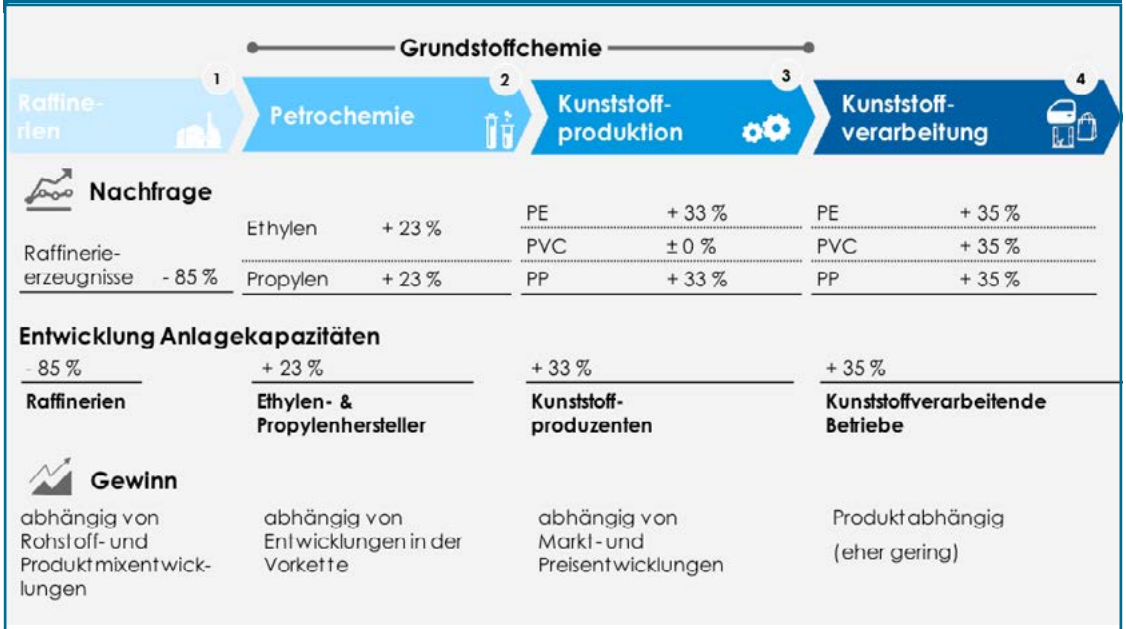
[84] (BMUB 2015).
[85] Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015), (Consultic 2016), (UBA 2016b). Für eine detaillierte Erläuterung zu unserer Zuordnung der Kunststoffwaren aus den von uns betrachteten Kunststoffen und den dazugehörigen kunststoffverarbeitenden Betrieben, siehe Appendix.

5.3 Wirkung auf die Erfolgsfähigkeit von Unternehmen

Ein KS 95 impliziert für Raffinerien in Deutschland bis 2050 signifikante Umsatz- sowie Anlagenrisiken; die anderen Bereiche der Kunststoffkette entwickeln sich positiv.

Der Zielpfad des KS 95 impliziert positive Effekte für alle Elemente der Kunststoff-Wertschöpfungskette außer für Raffinerien. Die Gesamtwirkung ist in folgender Abbildung dargestellt und wird im Weiteren detailliert betrachtet.

Abbildung 33
Wirkung des KS 95 auf die Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC 2050 ggü. 2015.



Anmerkung: *Angaben entsprechen den angenommenen Entwicklungen aus dem KS 95 (vgl. Abbildung 17) und getroffenen Annahmen (Abbildung 19; siehe Appendix) und in Abhängigkeit von zukünftigen Markt- und Preisentwicklungen.* ***Quelle:*** *Eigene Darstellung basierend auf (MWV 2016), (Consultic 2016), (Destatis 2017), (IKB 2015), (ICIS 2016), (ICIS n.a.), (Destatis 2015), (Fleiter 2013), (VCI 2016b), (UBA 2016a).*

5.3.1 Raffinerien

Der aus dem KS 95 ableitbare Produktionsrückgang von 85% in den Raffinerien lässt substanzielle Umsatzeffekte erwarten.

Ein Produktionsrückgang von 85% der Raffinerieerzeugnisse könnte, ceteris paribus, einen Verlust von 85% des heutigen Umsatzes, also etwa 37 Mrd. Euro, bedeuten. Dieser ist abhängig von zukünftigen Kostenentwicklungen, dem Produktmix und den erzielbaren Produktpreisen.

Margeneffekte können kaum prognostiziert werden.

Raffinerien würden sich einem deutlichen Nachfragerückgang gegenüber sehen.

Margeneffekte sind abhängig vom zukünftigen Produktmix sowie Rohstoffpreisentwicklungen und dem relativen Wert der Produkte in der Zukunft. Bereits heute ändern sich Produktnachfrage und -margen zum Teil täglich. Das KS 95 impliziert darüber hinaus einen strukturellen Effekt: Insbesondere der künftige Anteil der zu verarbeitenden synthetischen Kohlenwasserstoffe macht eine Prognose der Gewinnmargen unsicher.

Die zu erwartenden Volumeneffekte können Kapazitäten im Umfang von elf der 13 heutigen Raffinerien bedrohen. Der Investitionswert der Anlagen, die potenziell nicht mehr benötigt werden, beträgt ~ 39 Mrd. Euro. [86]

Die Effizienzanforderungen hingegen scheinen handhabbar.

Wertschöpfungsstufen- von der Raffinerie bis zu den kunststoffverarbeitenden Betrieben- bei der Herstellung von Kunststoffwaren sind eng verflochten (vgl. Abbildung 15). Daher könnten Raffinerien mit einer Nähe zu Kunststoffproduzenten durch die Verbundproduktion und einem Anschluss an eine Ethylenpipeline zukunftsfähiger sein. Im Jahr 2050 werden im KS 95 85% weniger Raffinerieerzeugnisse in den nationalen Raffinerien produziert. Werden die heutigen Raffineriekapazitäten mit den zukünftig benötigten Kapazitäten verglichen, sind im Jahr 2050 Raffineriekapazitäten bedroht, die 11 der 13 nationalen Raffinerien entsprechen.[87] Da die betroffenen Raffinerien im Jahr 2050 - abgesehen von potenziell zukünftigen Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen - voraussichtlich abgeschrieben sein werden, überschätzt der Neuwert der Anlagen den zu erwartenden Wertverlust und es besteht somit kaum ein zukünftiges Risiko.

Die bis 2050 erforderlichen Effizienzverbesserungen beim Brennstoffeinsatz sind in den Raffinerien im Rahmen der üblichen Reinvestitionen realisierbar.

Der zweitgrößte Treiber der Emissionsvermeidung in Raffinerien nach dem Produktionsrückgang ist im KS 95 eine Effizienzsteigerung beim Brennstoffeinsatz. Die angenommene Effizienzsteigerung im Brennstoffeinsatz von 30% zwischen 2015 und 2050 bedeutet eine jährliche Effizienzsteigerung von unter 1%. Diese wäre im Rahmen der üblichen Reinvestitionen in Produktionsanlagen realisierbar.

[86] Eigene Berechnungen basierend auf (Evaluate Energy 2017), (European Commission 2015), (UKPIA 2013), (OANDA 2017).

[87] Der Einsatz alternativer Kraftstoffe wie Biokraftstoffe der zweiten Generation (Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet, synthetische Biokraftstoffe (Biomasse-to-Liquids) und Bioethanol auf Lignozellulosebasis) wird im KS 95 nicht beschrieben. Das Potenzial von Biokraftstoffen der zweiten Generation müsste weiter erforscht werden, um eine neue Generation von Bioraffinerien zu ermöglichen.

5.3.2 Petrochemie

Umsatzeffekte aus dem Anstieg der Ethylen- und Propylenproduktion von 23% bis 2050 sind abhängig von zukünftigen Markt- und Preisentwicklungen.

Positive Wachstumsannahmen der Petrochemie könnten zu Investitionsbedarfen führen.

Das KS 95 beschreibt Produktionsanstiege von 23% in der Etyhlenherstellung, die unter der Annahme gleichbleibender Kosten und Endproduktpreise zu positiven Umsatzeffekten führen können. Dies gilt ebenfalls für die Propylenherstellung (vgl. Abschnitt 5.3.2 Petrochemie).

Margeneffekte sind u. a. abhängig von Preisentwicklungen in der Vorkette.

Die Höhe der zukünftigen Margen kann kaum prognostiziert werden und ist abhängig von den Preisentwicklungen in der Vorkette, d. h. bzgl. des Ausgangsrohstoffs Naphtha und der relativen Bedeutung der Endprodukte.

Die positiven Volumeneffekte könnten über Ersatzinvestitionen hinaus zu Investitionsbedarfen in neue Anlagen führen.

Einer heutigen Produktionskapazität für Ethylen von 5,6 Mio. Tonnen und einer Auslastung von knapp 90% im Jahr 2015 steht eine angenommene Ethylenproduktion von 6,3 Mio. Tonnen im Jahr 2050 gegenüber.[88] Bis zum Jahr 2050 müsste, bei gleichbleibender Auslastung, die Ethylenkapazität in Deutschland um 0,7 Mio. Tonnen steigen. Dies entspricht der Kapazität von etwa drei Anlagen. Für die Propylenherstellung ist anzunehmen, dass bei einer Propylenkapazität von 4 Mio. Tonnen und nahezu 100% Auslastung im Jahr 2015, die Propylenkapazitäten in Deutschland ebenfalls um 23% steigen müssten, um die angenommene Propylenproduktion von 4,9 Mio. Tonnen (+ 23%) im Jahr 2050 zu decken.[89]

Risiken für bestehendes Anlagevermögen sind nicht zu erwarten, allerdings sind Erweiterungsinvestitionen nicht unrealistisch. Hersteller, die ihre Produktionsanlagen ab 2030 um katalytische Cracker ergänzen, sind besonders erfolgreich.

Die abgeleiteten Anforderungen des KS 95, die absoluten Emissionen um 18% und die CO_2-Intensität um 33% bei der Ethylen- und Propylenherstellung zwischen 2015 und 2050 zu senken, sind leistbar. Anlagen, die ab 2030 zusätzlich mit einem katalytischen Cracker ergänzt werden, sind besonders erfolgreich. Dieser erzielt im Gegensatz zu dem bisher in Deutschland verbreiteten Dampfspalten ein höheres Umwandlungsergebnis und kann zu weiteren Effizienzgewinnen von bis zu 20% führen.[90] Für Hersteller könnten Investitionen in katalytische Cracker ab 2030 erforderlich werden.

[88] (VCI 2016b), (BMUB 2015).
[89] (VCI 2016b), (BMUB 2015).
[90] (Ren, Patel und Kornelis n.a.).

Die aus dem KS 95 abgeleitete Effizienzsteigerung beim Brennstoffeinsatz von jährlich unter 1 % ist als realisierbar einzuschätzen.

Der größte Treiber der erforderlichen Emissionsvermeidung in der Petrochemie ist im KS 95 eine Effizienzsteigerung beim Brennstoffeinsatz.[91] Die abgeleitete Effizienzsteigerung im Brennstoffeinsatz von jährlich unter 1 % ist schon heute realisierbar und investiv leistbar.[92] Eine insgesamt 15 %ige Effizienzsteigerung beim Brennstoffeinsatz könnte schon heute durch state-of-the-art Technologien erzielt werden.[93] Ab 2030 ist zu erwarten, dass die Marktreife katalytischer Cracker für petrochemische Anlagen zu Effizienzsteigerungen beim Brennstoffeinsatz von zusätzlichen 20 % führt.[94]

5.3.3 Kunststoffproduktion

Umsatzentwicklungen in der Kunststoffproduktion sind abhängig von zukünftigen Kosten- und Preisentwicklungen. Unter gleichbleibenden Trends ist von einem Anstieg von 33 % auszugehen.

In der Kunststoffproduktion können die Wachstumszunahmen zu Investitionsbedarf führen.

Auch in diesem Schritt entlang der betrachteten Wertschöpfungskette, der Produktion der Primärkunststoffe PE, PP und PVC, beschreibt das KS 95 mögliche positive Umsatzeffekte von bis zu 33 % – unter der Annahme gleichbleibender Kosten und Endproduktpreise. Größere Abweichungen zwischen Kosten- und Preisentwicklungen können sich für Spezialprodukte ergeben.[95]

Wie sich die Gewinnmargen der Kunststoffproduzenten zukünftig entwickeln werden, ist abhängig von Kostenentwicklungen in der Vorkette und der relativen Bedeutung der Endprodukte.

Die Kunststoffe PE und PP sind Folgeprodukte von Ethylen sowie Propylen. Die Höhe der Gewinnmargen in diesem Schritt der Kunststoffkette ist abhängig von den Preis- und Kostenentwicklungen in der Petrochemie, welche z. B. aufgrund des steigenden Anteils zu verarbeitender synthetischer Kohlenwasserstoffe steigen könnten. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass sich die Märkte für Kunststoffe verändern. Dies kann zu relativen Margenverschiebungen führen, insbesondere wenn sich einzelne Marktsegmente z. B. eher auf synthetische Kohlenwasserstoffe stützen.

Auf Basis der historischen Erfahrung ist von einer weiteren Kopplung von Input-Preisen und Endproduktpreisen auszugehen. Abweichungen könnten in der interregionalen Konkurrenz zwischen Kunststoffen aus verschiedenen Rohstoffquellen (Ethylen aus Schiefergas vs. Ethylen aus Naphtha) entstehen.

---

[91] Die Parameter der Effizienzmaßnahmen wurden im Rahmen der Szenariodefinition im KS 95 festgelegt und nur eingeschränkt offengelegt. Ein konkreter Maßnahmenkatalog zur Zielerreichung der abgeleiteten Effizienzentwicklung wird im KS 95 für die Wertschöpfungskette der betrachteten Kunststoffkette nicht gegeben.
[92] Für das methodische Vorgehen, siehe Appendix.
[93] (Ren, Patel und Kornelis n.a.).
[94] (Ren, Patel und Kornelis n.a.).
[95] Experteninterviews.

Positive Volumeneffekte von 33% in der PE- und PP Herstellung könnten zu Investitionsbedarfen entsprechend der durchschnittlichen Kapazität einer neuen Anlage führen.

Da bis 2050 die Produktionsaktivität in der PE- und PP-Herstellung um jeweils 33% steigt, könnte es unter Berücksichtigung heutiger Auslastungskapazitäten zu Investitionsbedarfen entsprechend der durchschnittlichen Kapazität einer neuen Anlage kommen.

Die aus dem KS 95 abgeleitete erforderliche Effizienzsteigerung im Stromeinsatz von jährlich unter 1% in der PE- und PP-Herstellung wäre realisierbar. In der PVC-Herstellung beträgt die Effizienzentwicklung im Brennstoffeinsatz lediglich rund 10% zwischen 2015 und 2050. Die Anforderung, besonders stromeffiziente Anlagen zu nutzen, sollte im Rahmen der normalen Reinvestitionsbedarfe erfüllbar sein.

Der größte Treiber der erforderlichen Emissionsvermeidung in der Produktion von PE und PP ist nach der im KS 95 beschriebenen Entwicklung eine Effizienzsteigerung beim Stromeinsatz. Die angenommene Effizienzsteigerung beim Stromeinsatz von jährlich unter 1% zwischen 2015 und 2050 könnte im Rahmen der üblichen Reinvestitionsbedarfe und des Anlagentauschs erfüllt werden. Bei der PVC-Herstellung beträgt die Effizienzentwicklung lediglich rund 10% zwischen 2015 und 2050. Diese Entwicklung wäre ebenfalls realisierbar und kaum finanziell.

5.3.4 Kunststoffverarbeitung

Unter heutigen Kosten- und Preisannahmen kann in einem KS 95 bei dem erwarteten Produktionsanstieg in der Kunststoffverarbeitung ein Umsatzwachstum von ca. 35% abgeleitet werden.

Das KS 95 beschreibt für die kunststoffverarbeitenden Betriebe, bezogen auf alle Herstellungsverfahren, wie Blasformen, Spritzguss und Extrusion, eine Produktionssteigerung von 35% (2050 ggü. 2015).[96] Unter der Annahme gleichbleibender Kosten und Endproduktpreise kann dies zu positiven Umsatzeffekten führen. Sollten sich Kostensteigerungen aus der Vorkette manifestieren, ist i. d. R. davon auszugehen, dass diese – ggf. mit einer zeitlichen Verzögerung - an Endkunden weitergegeben werden.

In der Regel ist in der Kunststoffverarbeitung von vergleichsweise stabilen Margen auszugehen, solange externe Effekte Wettbewerber nicht unterschiedlich betreffen. Zeitliche Verschiebungen der Anpassung sind möglich.

In der Regel werden insbesondere für weniger margenreiche Produkte Vorproduktpreise zur Kalkulation genutzt. Unerwartete Kostenverschiebungen können bei längerfristigen Verschiebungen individuell zu Anpassungen führen. Externe Effekte, welche den auch regional übergreifenden Wettbewerb unterschiedlich betreffen, können allerdings ein Risiko für die Marge darstellen. Natürlich ist auch je nach Produkt (von Verpackungsmitteln über Profile und Rohre hin zu Karosserieteilen) und spezifischer Marktstruktur von Unterschieden auszugehen.

[96] (BMUB 2015).

Um das im KS 95 beschriebene Produktionswachstum abzubilden, müssten Anlagekapazitäten ausgeweitet werden. Risiken für bestehendes Anlagevermögen sind nicht zu erwarten.

Da die Kapazitätsauslastung in der gesamten Kunststoffverarbeitung seit 10 Jahren bei etwa 80% liegt, ist anzunehmen, dass auch die rund 1.545 verarbeitenden Betriebe für Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC ihre Kapazitäten ausweiten müssten, um die beschriebenen Entwicklungen des KS 95 zu erfüllen.[97]

Zudem können die kunststoffverarbeitenden Betriebe, deren Produktionen auf PE und PVC basieren, mit den im KS 95 beschriebenen Produktionsmengen im Jahr 2050 ihre Nachfrage nach diesen zwei Kunststoffen nicht durch die inländische Produktion in der Vorkette decken.[98] Diese Nachfragelücke kann nur durch erhöhte Importaktivitäten oder ausgeweitete Recyclingaktivitäten gedeckt werden, die im KS 95 jeweils nicht quantifiziert werden und über die im Rahmen der Analyse hier keine Spekulation angestellt wird.[99]

Die bis 2050 erforderlichen Effizienzsteigerungen im Brennstoffeinsatz von jährlich rund 1% sind ambitioniert, aber realisierbar.

Die angenommene Effizienzsteigerung beim Brennstoffeinsatz im KS 95 von rund 1% ist laut Expertenmeinung ambitioniert, aber realisierbar.[100] Sie könnten im Rahmen von üblichen Reinvestitionsbedarfe und Anlagentausch erfüllt werden.

[97] (Commerzbank 2016).
[98] (BMUB 2015), (UBA 2016b), (Consultic 2016).
[99] Im KS 95 wird angenommen, dass Effizienzgewinne durch eine erhöhte Recyclingquote erreicht werden können. In den Berechnungen wird daher eine heutige werkstoffliche Recyclingquote von 34% berücksichtigt, die sich bis 2050 auf 63% für die Kunststoffabfälle basierend auf PE, PP und PVC steigert (BIO Intelligence Service 2013), (Consultic 2016). Dies entspricht einer Ausweitung der derzeitigen Ziele des von der Bundesregierung verabschiedeten neuen Verpackungsgesetzes, welches 2019 in Kraft tritt (UBA 2017). Siehe Appendix für Details.
[100] Experteninterview.

5.4 Wesentlichkeit der ermittelten Risiken und Chancen und Berücksichtigung von internationalen Sektordynamiken

5.4.1 Raffinierien

Die im KS 95 angenommene Reduktion der Produktionsmenge stellt für Bestandsanlagen ein materielles Risiko dar.

Der im KS 95 abgeleitete 85 %ige Produktionsrückgang ist weitaus materieller als die seit 2011 stagnierenden Rohöl-Verarbeitungskapazitäten.[101]

[101] (Mineralölwirtschaftsverband e.V. 2016).

Mit der zukünftigen Minderung der Rohöl-Verarbeitungskapazitäten der Raffinerien verringert sich die Fähigkeit von Öl- und Gasfirmen, Preisschwankungen von Rohöl auszugleichen.

Historisch konnte häufig beobachtet werden, dass Ölpreisminderungen mit Umsatzverlusten der Öl- und Gas-Firmen im Ölgeschäft einhergingen, diese aber zumindest teilweise durch Gewinne im Raffineriegeschäft kompensiert werden konnten. Das KS 95 geht grundsätzlich von einem Rückgang der Ölnachfrage aus, welches zu Preissenkungen im Raffineriegeschäft führen müsste. Doch kann das deutsche Raffineriegeschäft dadurch die zukünftige Minderung der Rohöl-Verarbeitungskapazitäten nicht kompensieren.

Unternehmen scheinen sich aktuell nicht strategisch auf eine Entwicklung analog des KS 95 einzustellen.

Raffinerieunternehmen erwarten einen Anstieg der globalen Rohölnachfrage.[102] Raffinerieunternehmen in Deutschland hingegen stellen sich auf eine Anpassung ihrer Produktions- und Anlagenstruktur ein. Seit einigen Jahren investieren Raffinerieunternehmen in die technische Modernisierung, um ihren Produktmix zu ändern.[103] So könnte sichergestellt werden, dass Raffinerien verstärkt petrochemische Produkte herstellen, die auf dem Weltmarkt stärker nachgefragt sind.[104] Der Geschäftsführer der Total Raffinerie Mitteldeutschland betont heute, dass die Bedingungen für Raffinerien in Deutschland schwierig seien.[105] So stellt sich die Raffinerie in Mitteldeutschland auf den zukünftig geringen Benzinabsatz ein und erschließt neue Geschäftsfelder, die vor allem die Verbundproduktion mit Chemieunternehmen stärken.[106] So reagieren Raffinerieunternehmen auf eine seit 2011 anhaltende Stagnation der Rohöl-Verarbeitungskapazitäten der Raffinerien in Deutschland, die bei rund 102 – 104 Mio. Tonnen produzierter Raffinerieerzeugnisse liegt. Der Umfang der Anpassung bildet aktuell nicht die im KS 95 ableitbaren Risiken ab.

In einer internationalen Einbettung ist ein Raffineriekapazitätsrückgang von 39 % bis 2050 zu erwarten.

Im Vergleich zu einem 85 %igen Kapazitätsrückgang der nationalen Raffinerien in Deutschland unter den im KS 95 beschriebenen Entwicklungen, reduziert sich die globale Raffineriekapazität bis 2050 in einer unter 2°C Wirtschaft um 39 %.[107] Auch in einer unter 2°C Welt beträgt der Anteil an Pkw mit Verbrennungsmotoren mit ihrer Nachfrage an fossilen Kraftstoffen ~ 20 %, während das KS 95 in seiner Modellierung nur noch einen Anteil von ~ 4 % beschreibt. Da der heutige Produktmix der nationalen Raffinerien zu 55 % aus fossilen Kraftstoffen besteht, und diese meist dort produziert werden, wo sie nachgefragt werden, ist der Raffineriekapazitätsrückgang in Deutschland wesentlich stärker als im internationalen Kontext.

[102] (BP 2017).
[103] (Birger 2016), (BP 2017), (Hubik 2017).
[104] (Birger 2016).
[105] (Mitteldeutsche Zeitung 2017).
[106] (Mitteldeutsche Zeitung 2017).
[107] (The CO-Firm In Druck 2018).

5.4.2 Petrochemie

Das KS 95 beschreibt positivere Entwicklungen als real heute von deutschen Unternehmen erwartet werden.

Da Basischemikalien überwiegend für den regionalen Markt produziert werden, können deutsche Produzenten von dem Anstieg der globalen Nachfrage (+ 4,2% jährlich bis 2030) an Basischemikalien (inklusive Ethylen und Propylen) nicht profitieren.[108] Der Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI) erwartet, dass die Nachfrage in Deutschland bis 2030 lediglich schwach steigt (+ 0,3%).[109] Diese Prognose für die deutsche Basischemie liegt unter dem durchschnittlichen Wachstum von 0,7% jährlich bis 2050, welches im KS 95 zugrunde gelegt wird.[110]

Wenn die dem KS 95 zugrunde liegenden Entwicklungen eintreffen, dann könnte dies zu unerwarteten Anlagenerweiterungen führen.

Das KS 95 beschreibt somit positivere Entwicklungen für die inländische Ethylen- und Propylenproduktion, als von Chemieunternehmen in Deutschland angenommen werden. Für die kommenden zehn Jahre werden keine Änderungen der Ethylenkapazitäten durch den Neubau oder die Schließung von Anlagen in Deutschland erwartet.[111] Seit 2015 sind die Investitionen im Inland schwach rückläufig.[112] Entsprechend könnten die Entwicklungen des KS 95 zu einer Erweiterung der Anlagenbasis führen.

Erhöhte Produktionskapazitäten von Propylen könnten jedoch zu positiven Umsatzeffekten führen, sind ebenfalls von zukünftigen Preis- und Marktdynamiken abhängig. Es ist zu erwarten, dass die globalen Produktionsmengen für Propylen sinken werden.[113] Dies ist die Folge eines erwarteten Anstiegs der Ethylenproduktion aus Schiefergas, bei dem Propylen nicht mehr als Beiprodukt gewonnen werden kann.[114] Dies könnte die deutsche Petrochemie stärken, deren Ethylenproduktion auf Naphtha basiert und somit die Propylenproduktion garantiert.

Eine aktuell nicht erwartete Ausweitung der Anlagenkapazität ist aber aufgrund der inkrementellen Entwicklung nicht als Risiko einzuschätzen, da ausreichend Handlungsfähigkeit angenommen werden kann. Hier haben einzelne Unternehmen die Chance, überproportional zu profitieren.

---

[108] (VCI 2016a).
[109] (VCI 2016a).
[110] Anmerkung: Das Basisjahr der Prognose ist 2013. Produktionszahlen für Ethylen waren 2013 und 2015 nahezu konstant und ermöglicht einen Vergleich dieser Prognosen.
[111] (IREES 2017), (Ahrens 2014).
[112] (VCI 2016b).
[113] (Ahrens 2014).
[114] (CHEManager 2014).

Bei einer internationalen Betrachtung einer <2°-konformen Wirtschaft zeigt sich, dass für die globale Produktion von Ethylen und Propylen positivere Volumeneffekte erwartet werden, als es das KS 95 für Deutschland beschreibt.[115]

Auch bei internationalem Blick zeigen sich Wachstumspotenziale für die Petrochemie.

Innerhalb des betrachteten <2°-Pfads der IEA gilt es jedoch regionale Unterschiede zu berücksichtigen, die sich aus den bestehenden unterschiedlichen Kostenstrukturen für Energie und Rohstoffe sowie den Produktionskapazitäten ergeben. Naphtha ist in Deutschland derzeit der wichtigste Ausgangsrohstoff für die Produktion von Ethylen und Propylen aufgrund der hier relativ hohen Erdgaspreise. Mittelfristig profitieren daher die Produktionsstätten, die auf billiges Erdgas als Ausgangsrohstoff für die Ethylenproduktion zurückgreifen können (bspw. Nordamerika und der Mittlere Osten). Der Rückgang des Ethylen-Propylenverhältnisses aufgrund einer globalen Reduktion der Ethylenherstellung auf Naphthabasis um 32% (2060 gegenüber 2014; in einem ambitionierten <2°-Szenario), könnte jedoch die inländische Petrochemie stärken.[116]

5.4.3 Kunststoffproduktion

Die im KS 95 beschreiben Produktionsanstiege von +33% für die Kunststoffe PE und PP können zu Anlageinvestitionen führen.

Das KS 95 beschreibt für die PE- und PP-Produktion in Deutschland ein Wachstum von rund 1% jährlich bis 2050. Auf Basis heutiger Auslastungsquoten könnte dies zu Anlageninvestitionen führen. Die Prognosen für die europäische bzw. deutsche Produktion von Kunststoffen sind jedoch ambivalent: von Wachstumsprognosen von 1,5% jährlich bis hin zu Stagnation.[117] Aufgrund der inkrementellen Veränderung ist hier nicht von einem strategischen Risiko auszugehen. Einzelne Unternehmen könnten überproportional profitieren.

Experten erwarten Verdrängungseffekte für die deutsche chemische Industrie aufgrund internationaler Trends.

Da Ethylen im Ausland rund 60% kostengünstiger produziert werden kann, erwarten Experten Verdrängungseffekte der Ethylen-Folgeprodukte gegenüber anderen Produkten, z. B. bei PE gegenüber PP.[118] Ferner könnten Risiken aus der Nachfragereduktion der nachgelagerten Kunststoffverarbeitung aufgrund von Markt- und Preisdynamiken entstehen. Der Schiefergasboom in den USA hat dort zu einer steigenden Produktionskapazität von Ethylen geführt und Produktionskapazitäten im Nahen Osten werden ebenfalls ausgebaut.[119] Der Wettbewerbsdruck auf die PE- und PVC-Produktion steigt durch die sinkende Wettbewerbsfähigkeit des inländisch produzierten Ethylens, welches als Ausgangsrohstoff dient.

[115] (IEA 2017).
[116] (IEA 2017); hierbei ist zu berücksichtigen, dass es noch alternative Herstellungsverfahren gibt.
[117] (EY 2016), (Roland Berger 2015), (A.T. Kearney Korea 2012).
[118] (VCI 2016a).
[119] (CHEManager 2014), (Dr. Mühlhaus 2012).

Ethylen aus Schiefergas ist rund 60% günstiger, so dass Kunststoffproduzenten in den USA PE und PVC kostengünstiger produzieren können. Die Importe von Kunststoffmaschinen in die USA sind zwischen 2015 und 2017 um 35% gestiegen.[120] Zudem wird erwartet, dass die PE-Produktion in den USA bis 2020 um 50% steigt, sodass der Wettbewerbsdruck auf die Kunststoffproduzenten in Deutschland steigt, in der Annahme, dass keine Einfuhrbeschränkungen eingeführt werden.[121] Es ist also anzunehmen, dass die erhöhten Produktionskapazitäten in den USA, aber auch im Nahen Osten und in Asien, zu steigender Konkurrenz für deutsche Kunststoffproduzenten führen.[122]

Das KS 95 schreibt der Kunststoffproduktion in Deutschland geringere positive Volumeneffekte zu als im Vergleich zu einer internationalen Einbettung einer <2°-Wirtschaft.

Die geringeren positiven Volumeneffekte für Deutschland im Vergleich zu einem <2°-Pfad der IEA ergeben sich aus den erwarteten unterschiedlichen regionalen Effekten aus der Vorkette (siehe 5.4.2).

5.4.4 Kunststoffverarbeitung

Das KS 95 beschreibt für kunststoffverarbeitende Betriebe einen jährlichen Produktionsanstieg von 1% zwischen 2015 und 2050. Unternehmen sind auf dieses Szenario bisher nicht ausgerichtet.[123]

Auch für die Kunststoffverarbeitung wäre national und international von Wachstum auszugehen.

Das KS 95 schreibt den kunststoffverarbeitenden Betrieben zwar auch ein jährliches Wachstum zu, dieses fällt jedoch mit etwa 1% Wachstum jährlich geringer aus als die Branche erwartet: Deutsche Unternehmen erwarten ein jährliches Wachstum von 1,9% für das kunststoffverarbeitende Gewerbe.[124] Dies bedeutet, dass in einem KS 95 den kunststoffverarbeitenden Betrieben zwar Chancen zugeschrieben werden, diese aber nicht den Erwartungen der Betriebe in Deutschland entsprechen. Es ist davon auszugehen, dass sich Investitionen in die Kunststoffverarbeitung in Zukunft nach den dann vorliegenden Entwicklungen – unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Anlagen – anpassen können.

In einer globalen <2°-Wirtschaft sind die beschriebenen Volumeneffekte der kunststoffverarbeitenden Betriebe in Deutschland geringer als im internationalen Kontext.

Die geringeren positiven Volumeneffekte für Deutschland im Vergleich zu einem <2°-Pfad der IEA ergeben sich aus den erwarteten unterschiedlichen regionalen Effekten aus der Vorkette (siehe 5.4.2).

[120] (Commerzbank 2016).
[121] (Petrochemical Update 2016).
[122] (Commerzbank 2016).
[123] (VCI 2016c).
[124] (VCI 2016c).

06

WESENTLICHE ERKENNTNISSE UND AUSBLICK

» 6.1 Methodische Ergebnisse

» 6.2 Ergebnisse je Industriezweig

» 6.3 Bedeutung der Ergebnisse für Unternehmen und den Dialog mit der Politik

6.1 Methodische Ergebnisse

Die Betrachtung von Volumen- und Portfolioeffekten im nationalen und internationalen Kontext erlaubt Klimachancen und -risiken zu bewerten.

Die Betrachtungen und Analysen verdeutlichen mindestens aus Perspektive von Unternehmen und der Finanzsektorseite, wie wichtig die strukturierte, verstandene Herangehensweise und Abschätzung möglicher Zukunftsentwicklungen Klimawandel-minimierender Zukunftsbilder für die mittel- bis langfristige Ausrichtung von Unternehmen sind. In der aktuellen Praxis jedoch scheint auf Unternehmensebene eine durchaus große Unsicherheit, bzw. Nichtbeachtung im Hinblick auf mögliche und erforderliche Anpassungen von Unternehmensstrategien, Anlagenzusammensetzung(en), Anlageneffizienz oder Produktportfolio, sowie einer Reihe anderer Aspekte, die sich aus dem erforderlichen Klimaschutzniveau ergeben, zu bestehen. Diese Situation führt sehr häufig zu einer eher abwartender Dynamik anstelle von Aktivität und Lösungsentwicklung. Dies wird verstärkt, wenn die politische Glaubwürdigkeit der Klimawandel-minimierenden Zukunftspfade von Unternehmen sowie entlang der Wertschöpfungskette und seitens finanzieller Mittelgeber als gering eingeschätzt wird.

Die hier vorgestellte Herangehensweise an eine Bewertung der Unsicherheiten, die sich in einem Klimawandel-minimierenden Kontext möglicher Weise für Unternehmen ergeben können zeigt auf, dass eine Abschätzung der Chancen und Risiken und der unterliegenden Wirkungsmechanismen möglich ist. Ebenso zeigt sie, wie diese Unsicherheiten und entsprechend hilfreiche Plausibilisierungen[125] der Einschätzungen umgesetzt werden können.

Ein zentrales Element der Herangehensweise liegt in der Nutzung von Szenarien. Szenarien sind in diesem Kontext Abbildungen möglicher Zukunftsbilder, die z. B. kongruent mit einer <2°-Erderwärmung sind. Sie sind entsprechend nie mit Projektionen oder Vorhersagen gleichzusetzen. Ihnen kommt damit die Bedeutung zu, das Risikomanagement/ die Strategiebereiche bei der Illustration auch aktuell unerwarteter Zukunftsbilder und der Plausibilisierung von Handlungsoptionen zu unterstützen. Die Ergebnisse der Studie zeigen die mögliche Materialität für Geschäftsentscheidungen und unterstützen entsprechend die Anwendung seitens Unternehmen und durch Finanzmarktakteure.

Szenarien sollten für alle am Wandel beteiligten Akteure transparent werden.

Handlungsbedarfe lassen sich ableiten für Unternehmen und die Politik, sowie dem Finanzsektor als dritte Partei dieses Dreiklangs. Um Szenarien systematisch nutzbar und Ergebnisse interpretierbar zu machen, sollten beauftragte Szenarien detailliert und anhand wirtschaftlicher Kernparameter präsentiert werden. Eckpunkte für die Szenarionutzung (z. B. angestrebte Gradzahlen der Erderwärmung, ggf. Zeiträume, etc.) und Präsentation der Ergebnisse sind klarer und eindeutiger politisch zu definieren und etablieren, damit sie als Grundlage für die Erwartungssteuerung von Akteuren die erforderliche Interpretierbarkeit und im Zusammenspiel mit detaillierteren, wirtschaftlich präsentierten Klimaszenarien Glaubwürdigkeit erhalten. Dabei ist auch klar zu verankern, welche Rolle systemweite, übergreifende Szenarien spielen, die grundlegenden Charakter haben. Szenarien wie die der IEA oder der Bundesregierung sind entsprechend nicht akteursspezifisch. Sie verbleiben auf der volkswirtschaftlichen Ebene. Für die Nutzung belastbarer Aussagen und Ausrichtungen auf Einzelunternehmensebene leisten sie wichtige Vorarbeit. Als solche zeigt die Betrachtung in dieser Analyse zwei dringende Handlungsbedarfe:

[125] Verstanden als ein Instrument zur Einordnung der Einschätzungen bzgl. zukünftig notwendiger, erwarteter oder regulatorisch erforderlicher Entwicklungen, sowie als Instrument zu Schaffung von Grundlagen für Entscheidungsspielräume.

1) Die globalen und internationalen Szenarien müssen sektorspezifisch und regionalisiert weiterentwickelt werden, so dass eine relevante Abdeckung für die Unternehmensperspektive möglich wird, i.e. Länder, Regionen, Technologien, etc. Darüber hinaus zeigen sich einzelne Brüche zwischen Szenarien, bspw. IEA global und UBA national am Beispiel des „Sektors" Kunststoffe, in dem grundlegende Aspekte für die Fragen von „Klimaverträglichkeit" bezogen auf Biomasseverfügbarkeiten und Petrochemie nicht bruchlos genutzt werden können. Wem die Aufgabe der Fortentwicklung zufällt und wie ein entsprechender Prozess zu organisieren und zu institutionalisieren wäre sollte in Deutschland dringend zwischen Politik, Verbänden, Unternehmen und Finanzmarkt diskutiert und geklärt werden. Auch international angelegte Szenarien, wie z. B. der IEA, sind aus Perspektive vieler Einzelunternehmen nicht nutzbar. Wenn derartige Szenarien jedoch keine Relevanz haben, weil sie keine Anwendung im Unternehmensbereich finden können, wird eine strategische Ausrichtungsentscheidung für diese Unternehmen zwangsläufig ineffizienter, ineffektiver, im schlimmsten Fall fehlleitend und damit teuer und kostenintensiv. Dieses Problem stellt sich für diese Unternehmensgruppen, die sie finanzierenden Finanzdienstleister und Banken und letztlich auch die Politik, die eine klare Umsetzbarkeit der regulatorischen Vorgaben und sich daraus ergebender Implikationen erreichen muss. Nur so kann ein geordneter und verwerfungsminimaler Transformationsprozess von Industrien mit dem Blick auf den erfolgreichen Klimaschutz eines <2°-Pfades gelingen.

2) Ein vorhandenes, strukturiertes und belastbares geteiltes Grundverständnis des Mehrwertes und der Nutzung von Szenarien sollte auch insbesondere im Unternehmenssegment die Übersetzung von Politikgestaltung in Unternehmensstrategieentwicklung auf sehr viel belastbarere Beine stellen. Wie unter 1) aufgeworfen sind die Rollen der Verfügbarmachung zu klären. Vorgaben für Eckpunkte und Hilfestellungen, wie Umsetzungsleitfäden, Case-Studies, Vorgaben von Datenquellen u.a.m. aus diesem Zusammenhang sollten durch die öffentliche Seite verfügbar gemacht werden, soweit es grundsätzliche Elemente betrifft. Sektorspezifische Elemente können entsprechend aus den Bereichen einzelner Verbände kommen. Es bleibt festzuhalten, dass heute kein Konsens besteht Szenarien aufbauend auf wissenschaftlicher Grundlage und festgemacht an <2°-Ambitionsniveaus flächendeckend und als beständiges Element in Unternehmenskommunikation, Kreditbewertung oder ähnlichem anzuwenden.

Die Bedeutung der Szenarionutzung zeigt sich insbesondere in den Analysen zum Automobilsektor, wo das KS[126] 85 Anteile vollelektrischer Antriebe von unter zehn Prozent im Jahr 2050 beschreibt, wohingegen das KS95 eine Größenordnung von 70% 2050 aufzeigt. Die Auswirkungen auf die Gestaltung von Wertschöpfungskette und Erfolgsfähigkeit ist offensichtlich und zeigt, wie wichtig diese Übersetzung auf die konkrete Entscheidungsebene im einzelnen Unternehmen ist. Das KS 95 musste dabei an einzelnen Stellen durch ergänzende Analysen oder Definition und Festlegungen bzw. Detaillierungen zu Annahmen für die Nutzung erweitert werden. Für eine flächendeckende Nutzung, z. B. im Rahmen eines Risikoreportings, wie durch die TCFD gefordert, kann das KS 95 deswegen, aber auch aufgrund der Beschränkung auf seine nur nationale Anwendbarkeit nur einen Ansatzpunkt darstellen.

[126] Mit KS werden hier die Klimaschutzszenarien für die deutsche Bundesregierung referenziert, die mögliche Wege zu Emissionsniveaus von 80% oder 95% bis 2050 beschreiben (KS80, KS95 respektive).

Für eine einfache Integration von Szenarioanalysen als Instrument in die klassische Strategiedefinition wäre es hilfreich, wenn Szenarien folgende Charakteristika und Detaillierungen aufweisen könnten:

» **Einfache Abbildung aller wesentlichen Veränderungen des Unternehmenskontexts, die Klimarisiken und -chancen schaffen,** zumindest für die besonders von Klimarisiken und -chancen betroffenen Industriezweige. So wäre beispielsweise für Automobilhersteller die Entwicklung der Ölproduktion ebenso relevant wie die Dekarbonisierung des Stromsektors und die angenommene Rate von Car Sharing.

» **Abbildung der Marktlogik von Industriezweigen:** In hochgradig regionalen Märkten kann die Anwendung eines globalen Szenarios massive Fehlschlüsse erlauben; gleiches gilt für die Zusammensetzung des Flickenteppichs nationaler Szenarien für ein regionales oder internationales Bild.

» **Klare Beschreibung von Narrativen:** Was muss ein Akteur akzeptieren, um das jeweilige Szenario in seiner Struktur, die Annahmen und Implikationen in zentralen Handlungsfeldern wie Technologie, Kosten, Rohstoffe, u. a. m. insoweit für nachvollziehbar und plausibel zu halten, dass Strategieimplikationen beschrieben werden? Diese könnten z. B. den Zeitpunkt der kostenseitigen Wettbewerbsfähigkeit von Power-to-Liquids betreffen oder einen breiten Einsatz von Carbon Capture and Storage-Technologien. Aktuell sind diese Narrative (in) der Szenariobeschreibung nicht explizit dargestellt, werden nicht vorgegeben und es besteht auch keine Institutionalisierung sowohl bezüglich Bereitstellung als auch Prüfung oder Umsetzungsanforderung in Risikomanagement o. ä. m.. Weitergehende Transparenz der Szenarien (Art, Umfang, Eckpunkte, Quellen, Anwendungsleitfäden, etc.) würde eine zielführende Auseinandersetzung mit den Annahmen und Voraussetzungen sowie einen Dialog mit der Politik zur Belastbarkeit von Szenarien bzw. deren Eckpunkten als Voraussetzungen der Realisierung von Szenarioentwicklungen ermöglichen.

» **Offenlegung der für die Risiko-/ Chancen-Interpretation relevanten Parameter:** Ebenfalls in Szenarien implizit bleiben oft Annahmen zu Kostenentwicklungen (Ölpreise, Power-to-Liquids-Preise, Ethylen-Preise), Lernkurven für Technologien (kostenmäßige Wettbewerbsfähigkeit Elektromobilität versus Verbrenner, Skaleneffekte und Lernkurven für Batterietechnologien), Annahmen zu relevanten Marktdynamiken. Diese Transparenz erlaubt Unternehmen eine unmittelbare Integration in die kurz- mittel- und langfristige Geschäftsplanung und ermöglicht die Auseinandersetzung der Experten im Unternehmen mit den beschriebenen Dynamiken.[127]

[127] (The CO-Firm 2017).

6.2 Ergebnisse je Industriezweig

Automobilherstellung

Die Erfolgsfähigkeit in der Automobilherstellung hängt von der Fähigkeit und dem Willen zur strategischen Anpassung ab. Ohne jegliche strategische Anpassung wäre mit signifikant negativen Effekten auf den Unternehmenserfolg in Volumen und Umsatz in Deutschland zu rechnen, da die Produktion 2030 bereits zu 50% und 2040 zu 90% auf alternative Antriebe umgestellt sein sollte. Mit strategischer Anpassung wären weiterhin negative Effekte in Volumen und Umsatz zu verzeichnen, jedoch in signifikant geringerem Maße. Betrachtet man die Entwicklung in Deutschland isoliert, wie es das KS 95 beschreibt, so ergibt sich bis 2050 eine Reduktion der Produktion um knapp 15% verglichen zu 2015, mit der eine Umsatzeinbuße verbunden ist. Weitere Umsatzeffekte ergeben sich unter der Annahme, dass der durchschnittliche Preis eines BEV 2050 niedriger ist als der durchschnittliche Preis eines Benzin oder Dieselfahrzeugs, welches zu einer zusätzlichen Reduktion des Umsatzes um weitere 10 Prozentpunkte führt.

Diese Auswirkungen sind als materiell einzuschätzen. Allerdings deuten strategische Stellungnahmen von Unternehmen darauf hin, dass der erforderliche Wandel verstanden und geplant ist.

Hingegen ist unter Berücksichtigung internationaler Sektordynamiken davon auszugehen, dass die inländische Volumenreduktion durch globales Wachstum ausgeglichen wird, denn der <2°-Pfad der IEA impliziert einen Anstieg der Produktion um 50% 2050 im Vergleich zu 2015.[128] Entsprechend relevant ist es, dass die Automobilhersteller sich frühzeitig auf die möglichen Veränderungen samt der sich ggf. manifestierenden Wachstumsdynamiken einstellen. Wettbewerbseffekte werden dazu führen, dass manche Unternehmen von diesen möglichen Veränderungen stärker profitieren als andere.

Übersetzt man den möglichen Produktionsrückgang in Deutschland analog des KS 95 zum Zwecke der Illustration linear in eine Reduktion der Anzahl der Werke, könnten zwischen 10 und 25% der heutigen Werke entfallen, ggf. sogar mehr, wenn Batteriepacks nicht von Automobilherstellern produziert werden. Die finanziellen Auswirkungen der Anlagenreduktion sind hingegen als begrenzt einzuschätzen, da i. d. R. das Anlagevermögen bereits abgeschrieben ist (Gebäude), für den kurzfristigen Einsatz erworben und entsprechend mit ausreichend Vorlaufzeit abgeschrieben wird (Werkzeuge), bzw. einer alternativen Nutzung zugeführt werden kann (Gussmaschinen).

Raffinerien

Die Analyse eines ambitionierten Szenarios, das auf eine <2°-Wirtschaft abzielt, zeigt, dass mit einem signifikanten Volumeneffekt für Raffinerien in Deutschland zu rechnen wäre. Bis zu 85% der heutigen Anlagekapazitäten wären im Jahr 2050 bedroht. Daher ist ebenfalls von einer signifikanten finanziellen Auswirkung auszugehen, da nicht zu erwarten ist, dass der Umsatz und der Gewinn zukünftiger Produkte den Volumenverlust kompensieren können. Der genaue Effekt ist aber abhängig von Rohstoff- und Produktmixentwicklungen sowie zukünftigen, meist

[128] (IEA 2017).

internationalen Produktpreisen. Eine besondere Unsicherheit schafft die Beurteilung zukünftiger Kosten synthetischer Kohlenwasserstoffe. Im KS 95 ist hinterlegt, dass synthetische Kohlenwasserstoffe aus dem Ausland importiert werden. Würden diese im Inland erzeugt, könnte dies auch Potentiale für Raffinerien bergen.

Insgesamt ist der Effekt als materiell einzuschätzen. Die aktuellen Strategien scheinen den Veränderungsbedarf eines <2°-Pfades nicht zu reflektieren. In einer internationalen Einbettung stellen sich die durchschnittlichen Risiken für das Anlagevermögen geringer dar (39 %).

Die finanziellen Auswirkungen des möglichen wirtschaftlichen „Strandens" – eines Wertverlusts – von Raffinerien im Sinne noch laufender Abschreibungsperioden sollten bei vorausschauender Planung weitestgehend steuerbar sein.

Petrochemie, Kunststoffproduktion und Kunststoffverarbeitung

Im Gegensatz zu den Raffinerien impliziert das KS 95 positive Volumeneffekte für die weiteren Schritte entlang der betrachteten Wertschöpfungskette für Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. Allen Industriezweigen werden positive Volumeneffekte von bis zu 35 % zugeschrieben. Durch die enge Verknüpfung der Industriezweige Petrochemie, Kunststoffproduktion und zu gewissen Teilen auch der Kunststoffverarbeitung ist der Umsatz der Unternehmen stark abhängig von der Entwicklung der Vorproduktpreise; Gewinne bilden kurzfristige Hedgingerfolge bzw. bei der Kunststoffverarbeitung ggf. alternative Bezugsquellen ab. Finanzielle Auswirkungen wird entsprechend auch die zukünftige Kostenstruktur synthetischer Kohlenwasserstoffe bzw. synthetischen Rohöls haben.

Um das im KS 95 beschriebene Produktionswachstum von bis 35 % abzubilden, müssten in den betroffenen Industriezweigen Anlagekapazitäten ausgeweitet werden. Dabei stimmen die Erwartungen der Industrie grundsätzlich mit der Entwicklung im KS 95 für die Kunststoffproduktion überein, liegen in der Petrochemie leicht unter der im KS 95 beschriebenen Entwicklung und in der Kunststoffverarbeitung über diesem. Risiken für bestehendes bzw. geplantes Anlagevermögen sind aufgrund der inkrementellen Entwicklung nicht zu erwarten. Die Anforderung besonders stromeffiziente Anlagen zu nutzen, sollte im Rahmen der normalen Reinvestitionsbedarfe erfüllbar sein.

6.3 Bedeutung der Ergebnisse für Unternehmen und den Dialog mit der Politik

Die Analyse hat gezeigt, dass Szenarioanalysen helfen können, die mit eventuellen zukünftigen Klimapfaden verbundenen Chancen und Risiken frühzeitig transparent zu machen und in vielen Fällen eine wirtschaftliche Anpassung seitens der Unternehmen zu ermöglichen. Dies minimiert die Systemkosten der Transition.

Ebenso zeigt sich, dass ein -95% Szenario (KS95) erreichbar erscheint, wenn die Ausrichtungsentscheidungen zeitgerecht, richtungssicher und effektiv erfolgen.

Aktuell beschäftigen sich viele Entscheider in den betroffenen oder betrachteten Unternehmen nicht mit derartigen Szenarien für Ausrichtungsentscheidungen. Für mittel- bis kleinere Unternehmen sind vorhandene Analysen nicht ohne weitere Übersetzungsschritte zu nutzen. Für ein ambitioniertes, effektives und effizientes Risikomanagement fehlt diesen Akteuren interne Verarbeitungsfähigkeit, was ein Risiko ineffizienter, kostenintensiver, ggf. Existenz-gefährdender Anpassung an Zukunftserfordernisse bedingen kann.

Die fehlende Nutzung von Szenarien seitens Unternehmen wirkt sich gleichermaßen negativ auf die Nutzung der Informationen im Umfeld der Unternehmen aus, also seitens Finanzierern, Investoren, Kapitalgebern, und entlang der Wertschöpfungskette. Dies wiederum erschwert die gesamte Ausrichtung und Umsetzung von verwerfungsarmen Transformationsentwicklungen entlang eines mit den Ergebnissen des Pariser Klimaschutzabkommens übereinstimmenden Entwicklungspfades. Eine quellgruppenbasiert ausgelegte Regulierung trägt zu einer Ausweitung der Perspektive auf zukünftige Handlungsfelder und entlang von Wertschöpfungsketten, insbesondere auf lange Sicht als Orientierungsmaßstab für heutiges oder zeitnahes Handeln nur bedingt bei.

Der Dialog zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu Voraussetzungen, Annahmen und Implikationen einer signifikanten Emissionsreduktion ist wesentlich, um die Umstellung der Wirtschaft so kostengünstig bzw. profitabel wie möglich zu gestalten. Dieser benötigt höhere Transparenz über mögliche Zielpfade und die Beförderung der systematischen Auseinandersetzung von Unternehmen mit Szenarien.

APPENDIX

» i. Welche methodischen Grundlagen und ergänzenden Annahmen sind für eine Szenarioanalyse der ausgewählten Branchen erforderlich?

» ii. Wie verhalten sich die Anforderungen des ambitionierten KS 95 relativ zu anderen Klimaschutzszenarien?

» ii. Stellt das KS 95 ein realistisches Zukunftsbild dar?

i. Welche methodischen Grundlagen und ergänzenden Annahmen sind für eine Szenarioanalyse der ausgewählten Branchen erforderlich?

Sektorübergreifende Annahmen zur Erstellung der Emissionskurven

Zur Erstellung der in diesem Bericht abgebildeten Emissionskurven war eine Anpassung der im KS 95 beschriebenen Kurven nötig, da die betrachteten Kategorien nicht immer übereinstimmten. So wurden beispielsweise im Bereich Kraftwagenherstellung die Emissionsreduktionsanforderungen des Verkehrssektors des KS 95 auf die Emissionen des motorisierten Individualverkehrs beschränkt. Zur Berechnung der Emissionskurven sind einige sektorübergreifende Annahmen getroffen worden:

Es werden lediglich direkte CO_2-Emissionen, somit exklusive der Vorkette, berücksichtigt; am Beispiel Power-to-Liquids bedeutet dies, dass Emissionen zur Herstellung eines Kraftstoffes nicht berücksichtigt werden. Eine Ausnahme bildet jedoch die Biomasse. Jegliche Energieträger aus Biomasse (wie beispielsweise die Biokraftstoffe FAME und Biogas) werden mit dem Emissionsfaktor 0 bewertet, um den Vorteil der Biomassenutzung berücksichtigen zu können. Außerdem impliziert unsere Analyse die Dekarbonisierung des Stromsektors, andernfalls würde beispielsweise die Umstellung auf Elektromobilität nicht ihre positive Wirkung haben. Der im KS 95 beschriebene steigende Anteil erneuerbarer Energien lässt den Strom-Emissionsfaktor von 0,172 t CO_2/GJ in 2015 auf 0,005 t CO_2/GJ in 2050 sinken.

Berechnungen der Treiber zur Emissionsvermeidung

Für den Automobilsektor sowie die Wertschöpfungskette für ausgewählte Kunststoffwaren wurden die einzelnen Treiber der absoluten Emissionsvermeidung berechnet. Die einzelnen Treiber bestehen aus (1.) Emissionsintensitätssenkungen basierend auf der Dekarbonisierung des Strommixes und dem Anstieg des Einsatzes an Biomasse, (2.) Effizienzeinsparungen im Strom- und Brennstoffeinsatz und ggf. (3.) einem Aktivitäts- bzw. Produktionsrückgang. Die Wirkung jedes einzelnen Treibers auf die erforderliche Gesamtemissionsvermeidung wurde betrachtet und grafisch ausgegeben. Die Wirkung eines einzelnen Treibers wurde unter Ceteris-Paribus-Annahme betrachtet, d.h. nur der betrachtete Treiber wird verändert während die restlichen Treiber konstant bleiben. Ebenso wurde verfahren, um eine Aussage über die daraus abgeleiteten Effizienzverbesserungsansprüche zu treffen.

Automobil: Die Erstellung der Emissionskurven bedarf einiger Anpassungen

Zur Erstellung der Emissionskurven sind einige Annahmen getroffen worden, so war teilweise eine Anpassung der Daten auf das Basisjahr 2015 nötig. Wenn möglich, wurden die Daten über Recherche ergänzt, als zweite Option wurde der Mittelwert aus den Jahren 2010 und 2020 gebildet. Öffentlicher Nahverkehr sowie Flugverkehr und zugehörige Kraftstoffe wurden aus der Betrachtung ausgeschlossen, so wurde beispielsweise beim Schienenverkehr die aktuelle Nachfrage als Grundlage verwendet sowie für die Zukunft über die relative Veränderung der Pkm angepasst.[129]

[129] (Telepolis 2015).

Die absoluten Werte für alternative Kraftstoffe, wie Biokraftstoffe und Power-to-Liquids wurden über die relativen Anteile an traditionellen Kraftstoffen errechnet. Für die Berechnung der Abbildung 9 wurden die einzelnen Maßnahmen kategorisiert und die jeweilige relative Verbesserung einer Maßnahme über die Zeit in Bezug gesetzt zu der relativen Veränderung der übergeordneten Kategorie.

Herangehensweise bei der Übersetzung von Bestand zu Produktion

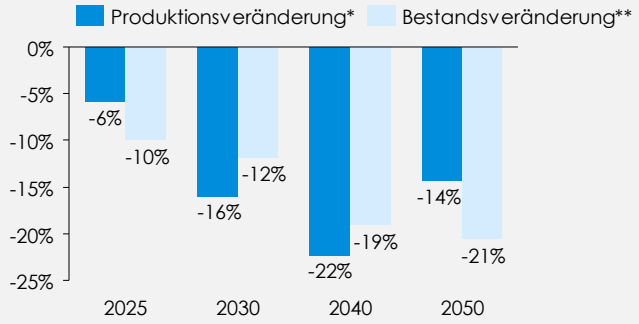
Aus dem Verhältnis von aktuellem Bestand zu Neuzulassungen ergibt sich eine durchschnittliche Lebensdauer von 13 Jahren, nach deren Ablauf der aktuelle Bestand komplett ausgetauscht sein wird.[130] Dies bedeutet ebenso, dass die Summe der Produktion der letzten 13 Jahre den Bestand von heute ergibt. Aufgrund der starken Veränderungen kann davon ausgegangen werden, dass die Produktion im Bereich traditionelle Antriebe rückläufig und im Bereich Elektromobilität ansteigend ist. Es wird die Annahme getroffen, dass nach 6,5 Jahren (t = 13/2) somit der Hälfte des jeweiligen Betrachtungszeitraumes, die Produktion ihren Mittelwert erreicht hat. Diese Berechnungslogik muss zusätzlich um Annahmen ergänzt werden. Um die Produktion in 2050 berechnen zu können, wird die Entwicklung des Bestands nach 2050 linear fortgeschrieben.

Der Anstieg der Produktion von Elektro-Pkw verläuft in der Anfangsphase steiler als in späteren Phasen (vgl. Produktlebenszyklus[131]); die allgemeine Berechnungslogik wird um dieses Phänomen ergänzt. So geht das KS 95 von einem Verhältnis von 70% Benzin und 30% Diesel bei traditionellen Antriebstypen aus. Die Neuzulassungen der letzten 6 Jahre liegen bei ca. 50%. Aufgrund der historischen Konstanz des Inlandsabsatzes durch inländische Produktion, wird diese auch auf die Zukunft angelegt; 45% des Inlandsabsatzes in Deutschland werden aus inländischer Produktion gedeckt, 20% aus der Produktion deutscher Hersteller im Ausland und 35% durch ausländischer Hersteller.[132] Zu beachten ist, dass es durch diese Umrechnungslogik zu Schwankungen in der Produktion kommt, welche durch den Wechsel von Antriebstypen bedingt ist (Abbildung 34). Beispielsweise ist in der vorliegenden Analyse die Produktion 2040 um 20% niedriger im Vergleich zu 2015. Danach setzt verstärkt eine Produktion von Elektrofahrzeugen ein, um das angestrebte Bestandsniveau an Elektrofahrzeugen des KS 95 2050 erreichen zu können. Aus Unternehmenssicht sind Schwankungen in der Produktion nicht wünschenswert. Da die heutige Produktion den zukünftigen Bestand treibt, ist eine klare Zielformulierung der Transitionsanforderungen möglichst frühzeitig zu kommunizieren um Planbarkeit auf Unternehmensebene zu gewährleisten.

[130] (n-tv 2008), (KBA 2017).
[131] (Cohen, S. K. 2010).
[132] (KBA 2017b), (KBA 2017c), (VDA 2017).

Abbildung 34
Veränderung von Pkw Produktion und Bestand im Vergleich.

%-Veränderung relativ zu 2015



Anmerkung: ** Eigene Berechnung basierend auf KS 95; ** Veränderung nach KS 95.*
Quelle: *Eigene Darstellung basierend auf (BMUB 2015).*

Einordnung der Veränderung in Deutschland in den internationalen Kontext

Für den Vergleich <2°-Ziel als Insellösung für Deutschland oder als globale Gemeinschaftslösung (Abbildung 14) waren die folgenden Annahmen wichtig: Deutschland verhält sich in beiden Varianten wie es das KS 95 annimmt, die Welt verhält sich entweder entlang des IEA B2D Szenarios oder entlang des RTS Szenarios.[133] Für die Automobilhersteller stellt sich zusätzlich die Frage, wie groß ihr Anteil am inländischen Absatz im Vergleich zum Export ist, diese Annahme beruht auf einer Extrapolation des Verhältnisses Inlandsabsatz zu Export der Inlandsproduktion der letzten 50 Jahre auf das Jahr 2050.[134] 2050 liegt das Verhältnis bei ca. 20% zu 80%. Überträgt man dieses Verhältnis auf die Volumensänderung ergibt sich ein Gesamteffekt von ca. + 50% Wachstum für die Gemeinschaftslösung sowie ca. + 90% Wachstum für die Insellösung.

Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC

Für die Erstellung der Emissionsreduktionskurven für die jeweiligen betroffenen Branchen und Industriezweige entlang der Wertschöpfungskette für Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC waren zusätzlich zu den Hauptannahmen (siehe Abbildung 19) ergänzende Annahmen und Abschätzungen nötig, um die Implikationen des KS 95 abzubilden sowie Umsätze, Anzahl der Beschäftigten und die Anzahl der Anlagen, bzw. Unternehmen und Betriebe zu ermitteln. Im Folgenden wird eine detaillierte Übersicht der ergänzenden Annahmen, Berechnungen und Abschätzungen je Branche/Industriezweig gegeben.

[133] (IEA 2017).
[134] (VDA 2017).

Raffinerien- Emissionsreduktionskurven/Produktmix

Als Grundlage für die Berechnungen der Emissionsreduktionsanforderungen des KS 95 sowie der zu erwartenden Produktionsmengen in den Raffinerien, dient die Entwicklung der Wärmeerzeugung in den Raffinerien, die im KS 95 bis zum Jahr 2050 um 92% sinkt. Der Wärmebedarf für die Umwandlung von Rohöl in Raffinerieprodukte ist produktabhängig. Um mit dieser Entwicklung im Klimaschutzszenario die zukünftige Produktion der Raffinerien abzuleiten, sind weitere Annahmen nötig. Als erstes wird angenommen, dass auch die zukünftig benötigten Kraftstoffe für den Verkehrssektor in Deutschland produziert werden. Die im KS 95 gegebenen Endenergiebedarfe für den Verkehrssektor für das Jahr 2050 (in PJ) werden mittels ihrer Heizwerte in ihre natürlichen Einheiten (in t) umgerechnet.[135]

Die Herstellung von synthetischen Kohlenstoffen sowie Kraftstoffen wird in Deutschland bereits an einigen Pilotanlagen getestet. Um die Produktionsmenge synthetischer Raffinerieerzeugnisse der inländischen Raffinerien zu ermitteln, nehmen wir einen Heizwert von Diesel für diese Brennstoffe an, um die für synthetische Kraftstoffen beschriebenen Endenergiebedarfe aus dem Verkehrssektor des KS 95 in die natürlichen Einheiten (in t) umzuwandeln, da es einen definierten Heizwert für synthetische Kraftstoffe bislang nicht gibt. Die Analyse beschreibt die zukünftig national produzierte Menge von Raffinerieerzeugnissen unter Berücksichtigung der beschriebenen Entwicklungen im KS 95. Es werden daher keine weiteren Annahmen zu Import- sowie Exportaktivitäten getroffen. Eine weitere getroffene Annahme ist an Annahmen der IEA angelehnt: Raffinerien könnten zukünftig mit der ihnen zur Verfügung stehenden Wärme 30% mehr Raffinerieerzeugnisse produziere.[136] Die relative Verteilung der Energieträger am Brennstoffeinsatz basiert auf Daten des Statistischen Bundesamtes über die Energieverwendung (Nace-Code19.20).[137]

Raffinerien-Umsatz/Beschäftigte/Anzahl der Anlagen/Betriebe/Unternehmen

Für das Ausweisen der Umsätze der dreizehn Raffinerien in Deutschland mussten Abschätzungen vorgenommen werden. Die Daten des Statistischen Bundesamtes über „Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Beschäftigungsgrößenklassen, Wirtschaftszweige (WZ2008 1-/3-/4-Steller)“ für die Mineralverarbeitung (Nace-Codes 19.20) sind für eine Abschätzung des Umsatzes der dreizehn Raffinerien in Deutschland nur eingeschränkt nutzbar, da Daten von insgesamt 63 Betrieben berücksichtigt wurden.[138] Basierend auf dem Umsatz pro Tonne Raffinerieerzeugnisse einer Raffinerie in Deutschland, die 10% der Gesamtkapazität der Raffinerien in Deutschland hält, haben wir den Umsatz der produzierten 102 Mio. Tonnen Raffinerieerzeugnisse im Jahr 2015 in Deutschland abgeschätzt.[139]

[135] (AGEB 2017).
[136] (AGEB 2017).
[137] (Destatis 2015).
[138] (Destatis 2017).
[139] (MWV 2016), (Bath 2016).

Petrochemie- Emissionsreduktionskurven

Um die zukünftigen Emissionsvermeidungen sowie Produktionsmengen in der Ethylen- sowie Propylenproduktion zu ermitteln, berücksichtigen wir die im KS 95 beschriebenen Entwicklungen für die Grundstoffchemie (siehe Abbildung 19) und haben folgende Annahmen getroffen: Analog zu einem Anstieg der Ethylenproduktion um 23%, steigt die Produktion des Beiprodukts Propylen. Um eine Aussage über die Energieverwendung bei der Ethylen- sowie Propylenherstellung zu treffen, haben wir mittels spezifischen Energieverbrauchs einer Tonne high value chemicals, zu denen Ethylen sowie Propylen zählen, den Endenergieverbrauch für die Produktionsmenge im Jahr 2015 ermittelt.[140] Die Daten des Statistischen Bundesamtes über die Energieverwendung für die Herstellung von sonstigen organischen Grundstoffen (Nace-Code 2014) wurden herangezogen, um die relative Verteilung der Energieträger für die Produktion von Ethylen und Propylen zu ermitteln.[141]

Petrochemie- Umsatz/Beschäftigte/Anzahl der Anlagen/Betriebe/Unternehmen

Der anteilige Umsatz der Ethylen- und Propylenproduktion in der Petrochemie wurde basierend auf den durchschnittlichen Preisen für Ethylen sowie Propylen im Jahr 2015 sowie der produzierten Menge ermittelt. Unsere Abschätzungen über die Anzahl der Beschäftigten basieren auf der Arbeitsproduktivität in der Ethylen- sowie Propylenproduktion eines Crackers, der etwa 10% der Ethylenproduktion in Deutschland deckt.[142] Ferner ist zu beachten, dass die Ethylenproduktion ein Teil der Propylenproduktion bereits abdeckt, welches bei der Abschätzung der Beschäftigten berücksichtigt wurde. Der anteilige Umsatz der Ethylen- und Propylenproduktion wurde mittels durchschnittlichen Preisen für Ethylen und Propylen im Jahr 2015 und der produzierten Menge ermittelt.[143] Die Angabe über Unternehmen, welche Ethylen sowie Propylen herstellen, basiert auf eigenen Recherchen auf Unternehmenswebsites.[144]

Kunststoffproduktion- Emissionsreduktionskurven

In diesem Schritt entlang der Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC gelten die im Klimaschutzszenraio gegebenen Entwicklungen für die Grundstoffchemie. Die Produktionsmenge für PVC ist nicht ausgewiesen. Da PVC zu etwa 60% aus Chlor besteht und eine stagnierende Chlorproduktion bis 2050 im KS 95 beschrieben wird, nehmen wir ebenfalls eine stagnierende Produktion von Chlor bis 2050 an. Die Energieverwendung für die Herstellung von PE, PP und PVC wird vom Statistischen Bundesamt nicht ausgewiesen. Den Brennstoff- sowie Stromeinsatz in der PE, PP- und PVC-Produktion ermittelten wir mit den spezifischen Energieverbräuchen dieser Kunststoffe basierend auf Fleiter et al. (2013). Die Verteilung der einzelnen Energieträger der Energieverwendung bei der PE-, PP- und PVC-Produktion entspricht der von Primärkunststoffen (Nace-Code 20.13).

[140] (Saygin, et al. 2011).
[141] (Destatis 2015).
[142] (Dow Chemicals 2013).
[143] (IKB 2015), (VCI 2016b).
[144] Um die Anonymität der betroffenen Unternehmen zu gewährleisten, werden diese nicht namentlich genannt.

Kunststoffproduktion- Umsatz/Beschäftigte/Anzahl der Anlagen/Betriebe/Unternehmen

Der ausgewiesene Umsatz der Kunststoffproduktion von PE, PP und PVC ist eine Abschätzung basierend auf der produzierten Menge sowie auf den durchschnittlichen Preisen für den jeweiligen Kunststoff.[145] Wie auch in der Kunststoffproduktion ermitteln wir die Anzahl der Beschäftigten in der Produktion von PE, PP und PVC über eine Hochrechnung basierend auf der Angabe einer Produktionsstätte, die etwa 10% der produzierten Menge in Deutschland herstellt.[146] Die Angabe über Unternehmen, welche PE, PP und PVC in Deutschland herstellen, basiert auf eigenen Recherchen und Unternehmenswebsites.[147]

Kunststoffverarbeitung- Emissionsreduktionskurven

Die beschriebenen Entwicklungen für die Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren im KS 95 (siehe Abbildung 17) wird um Berechnungen zur Energieverwendung ergänzt: die Produktionsmengen der Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC sind aus Consultic (2015) entnommen. Die jeweiligen Einsatzfelder aus Consultic (2015) werden den Produkten der Nace-Codes 22.21, 22.22, 22.23, 22.29 zugeordnet. Im nächsten Schritt wird der Anteil der produzierten Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC an den Nace-Codes 22.21, 22.22, 22.23, 22.29 genutzt, um deren anteilige Energieverwendung zu ermitteln.

Kunststoffverarbeitung-Umsatz/Beschäftigte/Anzahl der Anlagen/Betriebe/Unternehmen

Als Basis für den Anteil des Umsatzes, der Beschäftigten sowie der Betriebe für die Kunststoffverarbeitung, die Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC herstellen, dient der jeweilige Anteil der Produktionsmenge der Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC an den Nace-Codes 22.21, 22.22, 22.23, 22.29 (siehe vorheriger Abschnitt).[148] Mit diesem Anteil und den Daten für die Nace_Codes des Statistischen Bundesamtes können wir Abschätzungen über den für uns relevanten Umsatz, Anteil der Beschäftigten sowie Anteil der Betriebe ausweisen.

ii. Wie verhalten sich die Anforderungen des ambitionierten KS 95 relativ zu anderen Klimaschutzszenarien?

Die Wahl der Szenarien beeinflusst die Ergebnisse signifikant. Dies ist bereits im Abgleich zwischen dem hier zugrunde gelegten KS 95 und dem weniger ambitionierten KS 80 auffällig. So liegt der Anteil an Battery Electric Vehicle (BEV) am Gesamtbestand im KS 80 lediglich bei 7% im Vergleich zu 67% im KS 95. Hauptantriebsform ist im KS 80 hingegen der Hybridantrieb mit 72%. Dementsprechend werden traditionelle Kraftstoffe weniger reduziert.

[145] (VCI 2016b), (Plastics News Europe 2015).
[146] (Consultic 2016), (Ethylen-Pipeline-Süd GmbH 2013).
[147] Um die Anonymität der betroffenen Unternehmen zu gewährleisten, werden diese nicht namentlich genannt.
[148] (Consultic 2016), (Destatis 2017).

Das KS 95 beschreibt für den Sektor Industrie eine Reduktion der Endenergiebedarfe um 40%, während die Reduktion in einem KS 80 27% beträgt. Die Umsetzung dieser Reduzierung der Endenergiebedarfe im Sektor Industrie setzt in einem KS 95 eine konsequente Umsetzung von Effizienzmaßnahmen voraus, die über die heutigen Maßnahmen hinausgehen. Ebenfalls wird beschrieben, dass Steigerungen im Bereich der Materialeffizienz zu einem niedrigeren Produktionsniveau und Prozessverschiebungen führen.

Diese Unterschiede werden aber auch bei Betrachtung von im Ambitionsniveau gleichartigen Szenarien deutlich. So verlangt das B2D (below 2 degrees) Szenario der IEA lediglich einen Anteil von BEV am Gesamtbestand von 47% weltweit.[149]

iii. Stellt das KS 95 ein realistisches Zukunftsbild dar?

Eine grundlegende Entwicklung im KS 95 ist der Einsatz von synthetischen Kohlenwasserstoffen, denen eine Schlüsselrolle für die Energiewende bis 2050 zugesprochen wird und die den teilweisen Einsatz von Mineralöl ersetzen.[150] In Deutschland werden bereits Demonstrationsanlagen zur Herstellung von stromgenierten Kohlenwasserstoffen (durch die sog. Power-to-Liquids-Technologie) betrieben.[151] Bisher ist die Nutzung dieser Anlagen jedoch noch nicht ausreichend wirtschaftlich. Dies hat einerseits Ursachen in den heutigen Gestehungskosten der laufenden Anlagen, den hohen Umwandlungsverlusten sowie in der Höhe staatlicher oder staatlich bestimmter Abgaben. Daher ist die zukünftige Entwicklung für Produkte aus synthetischen Kohlenwasserstoffen von vielen Faktoren abhängig: technologische Fortschritte, Investitions- und Betriebskosten, zukünftige Abgaben, Nachfrageentwicklungen oder die Entwicklung der Strompreise tragen zur Kostenentwicklung und Wirtschaftlichkeit von Power-to-Liquids Anlagen bei.[152] Da der zukünftige Produktmix im KS 95 zu 23% auf synthetischen Kohlenwasserstoffen basiert, entstehen weitere Kapazitäts- und Umsatzverluste, sollte eine wirtschaftliche Nutzung von Power-to-Liquids bis 2040 nicht erreicht werden.

Diese Studie enthält keine Wertung zur Wahrscheinlichkeit einzelner Szenarien oder Szenarioelemente, sondern ermöglicht, finanzielle Effekte für ausgewählte Sektoren auf einer einheitlichen Basis abzuschätzen. Übliche Kritikpunkte an Klimaszenarien umfassen u. a. die Annahmen zur Dekarbonisierung des Stromsektors („Kommt das wirklich?“ „Ist es machbar?“), Annahmen zu CCS (im KS 95 wird von einer Nutzung von Carbon Capture and Storage von 41 Mt CO_2 in 2050 ausgegangen), Annahmen zu den zukünftigen Innovations- und Diffusionsraten sowie Preisgefügen und der Verfügbarkeit von Biomasse bzw. synthetischen Treibstoffen.

[149] Einen möglichen Pfad zur Erreicherung der Ziele des Pariser Abkommens beschreibt das below 2 degree (B2D) Szenario der IEA.
[150] (UBA 2016c).
[151] (UBA 2016c).
[152] (UBA 2016c).

QUELLEN

2° Investing Initiative. „Out of the fog: Quantifying the alignment of Swiss pension funds and insurances with the Paris Agreement.“ 2017.

A.T. Kearney Korea. „Chemical Industry Vision 2030: A European Perspective.“ 2012.

AGEB. „Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten (2005-2015).“ 2017. *http://www.ag-energiebilanzen.de/28-0-Zusatzinformationen.html*.

—. „Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten (2005-2015).“ 2017.

Ahrens, Ralph H. „Mehr Konkurrenz für deutsche Chemie.“ VDI nachrichten, 2014.

Allianz Global Investors. „Climate Risk Investment Positioning.“ 2017.

Arthur D. Little. „Automotive After Sales 2015.“ Automotive INSIGHT, 2016.

—. „Automotive Quarterly - September 2016.“ 2016.

Arthur, W. Brian. Increasing returns and path dependence in the economy. University of Michigan Press, 1994.

Auto Zeitung. „Autopreis: So setzen sich die Preise für Neuwagen zusammen. Mehrwert, Margen und Gewinne.“ Auto Zeitung, 06. 08 2013.

BASF. „Preisentwicklung wichtiger Rohstoffe.“ *http://bericht.basf.com/2015/de/konzernlagebericht/geschaeftsjahr-der-basf-gruppe/wirtschaftliche-rahmenbedingungen/wichtige-rohstoffe.html*, 2016.

Basler, Markus. „Schwere Fehler.“ Süddeutsche Zeitung, 2017.

Bath, Dominik. „Total sucht Weg aus der Ölkrise.“ Volksstimme *(http://www.volksstimme.de/deutschland-welt/wirtschaft/20160527/leuna-total-sucht-weg-aus-der-oel-krise)*, 2016.

Bauer, Wilhelm, Jürgen Dispan, HorstE. Friedrich, und Dieter Spath. Elektromobilität und Beschäftigung. ELAB, 2012.

BIO Intelligence Service. „Studie über ein erhöhtes (werkstoffliches) Recycling-ziel für Kunststoffe, Abschlussbericht erstellt für Plastic Recyclers Europe.“ 2013.

Bioplastics, European. „Bioplastics market data 2016.“ *http://www.european-bioplastics.org/market/*, 2016.

Birger, Nicolai. „BP streicht Jobs, weil Autos immer sparsamer fahren.“ Welt, 2016.

Blaschke, Sonia, Harald Lachmann, und Harry Pretzlaff. „Asiens Batteriehersteller geben kräftig Gas.“ Stuttgarter Zeitung, 2014.

BMUB. „Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie.“ *https://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/*, n.a.

—. „Klimaschutz in Zahlen - Fakten, Trands und Impulse deutscher Klimapolitik.“ 2015.

—. „Klimaschutz in Zahlen: Der Sektor Industrie.“ *https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_broschuere_2016_de_bf.pdf*, 2016.

—. Klimaschutzplan 2050. 2017. *http://www.bmub.bund.de/service/buergerforum/haeufige-fragen-faq/faq-detailansicht/?no_cache=1&tx_irfaq_pi1[cat]=47&cHash=676e724506e6cad2fc29ff8584259e6b*.

—. „Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung .“ *www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_kurzf_bf.pdf*, 2016.

—. „Klimaschutzszenario 2050.“ 2015. *http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/projekte/Bericht_Runde_2.pdf*.

BMW Group. „BMW Group setzt beim Ausbau der Elektromobilität auf Innovationskraft der deutschen Produktionsstandorte.“ 2017.

BMWi. Branchenskizze Automobilindustrie. 27. 06 2016. *http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-automobilindustrie.html*.

—. „Fünfter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“ (Langfassung).“ 2016. *https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fuenfter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.html*.

—. „Rahmendaten für die Energieversorgung.“ *https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/Energiedaten/Rahmendaten/energiedaten-rahmendaten-01.html*, 2017b.

—. „Rohölaufkommen in Deutschland.“ *https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/Energiedaten/Energietraeger/energiedaten-energietraeger-18.html*, 2017.

Borealis. „Borealis.“ *https://www.eps-pipeline.de/unternehmen/gesellschafter/borealis.html*, 2013.

BP. Regional Insights: European Union. 2017. *http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/country-and-regional-insights/european-union-insights.html*.

Bräuninger, Michael. „HWWI Insights 06 2014.“ Trends in der globalen Automobilnachfrage. 2014.
http://www.hwwi.org/publikationen/hwwi-insights/hwwi-insights-ausgabe-06-2014/trends-in-der-globalen-automobilnachfrage.html.

Bundesregierung. „Projektionsbericht 2013 gemäß Entscheidung 280/2004/EG.“ 2013.

Caldecott, B., und J. McDaniels. Financial Dynamics of the Environment, Working Paper for the UNEP Inquiry. Oxford: Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, 2014.

Carbon Tracker Initiative. „Expect the Unexpected - The Disruptive Power of Low-carbon Technology.“ 2017.

—. Resources. n.a.
http://www.carbontracker.org/resources/.

CHEManager. „Ethylen: Produktion wächst, Preis sinkt.“ 2014.

Cohen, S. K. Innovation-driven Industry Life Cycles. 2010.

Commerzbank. „Kunststoffverarbeitung Branchenbericht.“ 2016.

—. „Kunststoffverarbeitung. Branchenreport.“ 2016.

Consultic. Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2015 - Kurzfassung - . 23. 09 2016.

Der Tagesspiegel. Neue Firmenallianz will Batteriezellen in Deutschland produzieren. 2017.
http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/elektromobilitaet-neue-firmenallianz-will-batteriezellen-in-deutschland-produzieren/19304568.html.

Der Westen. „Klima? Terror? Jobs? Das sind die größten Ängste der Deutschen vor der Bundestagswahl.“ Der Westen, 2017.

Destatis. „Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Beschäftigtengrößenklassen, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-/3-/4-Steller).“ 2017.

—. „Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Verarb. Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden.Tabelle MVP: Energieverbrauch 1) in 1000 MJ (einschl. nichtenergetischen Verbrauch 2)) nach Wirtschaftszweigen.“ 2015.

—. GENESIS-Online Datenbank. 2016.
https://www-genesis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=2982B9D551E027D894F8A070FAABACE9.tomcat_GO_2_3?operation=previous&levelindex=3&levelid=1503302698373&step=3.

Die Presse. „BMW rüstet – zum Teil – auf Elektroautos um.“ *http://diepresse.com/home/wirtschaft/economist/5084229/BMW-ruestet-zum-Teil-auf-Elektroautos-um*, 2016.

Die Welt. „Bad Banks“ sollen Geschäft deutscher Autozulieferer retten. 2017. *https://www.welt.de/wirtschaft/article165770022/Bad-Banks-sollen-Geschaeft-deutscher-Autozulieferer-retten.html*.

Doppelfeld, Jörg. „Financed Carbon Footprints - Herausforderungen bei der Erhebung und mögliche Auswirkungen auf Energieinvestitionen.“ 2010.

Dow Chemicals. „Der Cracker von Dow in Böhlen liefert Rohstoffe für die mitteldeutsche Kunststoff-Industrie.“ *https://www.aktiv-online.de/arbeitswelt/detailseite/news/der-cracker-von-dow-in-boehlen-liefert-rohstoffe-fuer-die-mitteldeutsche-kunststoff-industrie-*, 2013.

Dr. Mühlhaus, Christoph. „Rohstoffe für die chemische Industrie.“ 2012.

Dudenhöffer, Ferdinand. Wer kriegt die Kurve? Zeitenwende in der Autoindustrie. Frankfurt am Main: Campus Verlag , 2016.

e-auto-journal.de. Elektromotor vs. Verbrennungsmotor. 2016.

ECF. „Low-Carbon Cars in Germany.“ 2017.

ecomento.de. Wie hoch ist die Lebensdauer von Batterien in Elektroautos? n.a. *https://ecomento.de/ratgeber/wie-hoch-ist-die-lebensdauer-von-batterien-elektroautos/*.

Energy Independence Now. Cash for Clunkers – Was it environmentally successful? 2009. *http://www.einow.org/newsblog/2009/09/04/cash-for-clunkers-was-it-environmentally-successful*.

Ernst & Young GmbH. „Die Automobilindustrie in Deutschland 2006 bis 2015. Umsatz- und Beschäftigungsentwicklung.“ 2016.

Ethylen-Pipeline-Süd GmbH. „Unternehmensporträt Borealis Polymere GmbH, Burghausen.“ *https://www.eps-pipeline.de/unternehmen/gesellschafter/borealis.html*, 2013.

EU Commission, FAO, IMF, OECD, UN, World Bank. „System of Environmental-Economic Accounting - Central Framework.“ 2012. *https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea_cf_final_en.pdf*.

European Commission. „An Analysis of the EU Refining Industry: OURSE Modelling and Results based on data of IFP Énergies nouvelle.“ 2015.

—. „The EU Industrial R&D Investment Scoreboard.“ 2017.

European Environment Agency. „Electric vehicles and the energy sector - impacts on Europe‘s future emissions.“ 2016.

Evaluate Energy. „Refinery database.“ 2017.

EY. „Chemicals in Europe: The way forward. Balancing the equation with customized innovation and strategy.“ 2016.

Fleiter, T., Schlomann, B., Eichhammer, W. Energieverbrauch und CO_2-Emissionen industrieller Prozesstechnologien- Einsparpotenziale, Hemmnisse und Instrumente. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2013.

Frankfurter Allgemeine Zeitung. „Bedroht der Klimawandel die Finanzmärkte?“ 2015.

—. „Elektroautos: Weniger Teile, weniger Arbeit, weniger Jobs?“ Frankfurter Allgemeine Zeitung, 2016.

Freitag, Michael. „BMW beschließt Massenproduktion von E-Autos.“ 2016.

Globale Wirtschaftskommunikation Mercedes-Benz Cars. „Daimler legt Grundstein für eine der größten und modernsten Batteriefabriken der Welt.“ Stuttgart/ Kamenz, 2017.

GTAI. „Industry Overview- The Plastics Industry in Germany.“ *http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Invest/Service/Publications/industry-specific-information,t=the-plastics-industry-in-germany--,did=394128.html*, 2016.

—. Industry Overview: The Automotive Industry in Germany. 2016.

Guardian. Most global investors recognise financial risk of climate change, report finds . 25. April 2017. *https://www.theguardian.com/environment/2017/apr/26/most-global-investors-recognise-financial-risk-of-climate-change-report-finds*.

Handelsblatt. „BMW will Kosten drücken - Aus Freude am Sparen.“ 2017.

—. „Bundesregierung: Berlin einigt sich endlich auf Klimaschutzplan.“ Handelsblatt, 2016.

Hannoversche Allgemeine. „VW Werk Salzgitter: Lässt sich eine Diesel-Schmiede zum Elektro-Pionier umbauen?“ 2017.

Hoffmann, Detlef. „Alter reduziert Reichweite: Wie lange lebt die Batterie im Elektrofahrzeug.“ n.a.

Hubik, Franz. „BP-Energieprognose: Tankstelle wird zum Brennpunkt der Energiewende.“ Handelsblatt, 2017.

ICIS. „ICIS Ethylene Europe Margin Report.“ *https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/cjp-rbi-icis-compliance/wp-content/uploads/2013/08/Ethylene-Europe-Margin-Report-Methodology.pdf*, n.a.

—. „Market Outlook: Europe and Asia Polymer Outlook.“ *https://www.icis.com/resources/news/2016/03/23/9981688/market-outlook-europe-and-asia-polymer-outlook/*, 2016.

IEA. „Energy Technology Perspectives 2016.“ 2016.

—. „Energy Technology Perspectives 2017.“ 2017.

—. „World Energy Outlook.“ 2016.

IKB. „IKB Information. Rohstoffpreis-Information.“ *https://www.ikb.de/MediaLibrary/0cabf6ca-be21-4271-940a-0f32e6accc76/150608_Rohstoffpreis-Info_Q2.pdf: https://www.ikb.de/MediaLibrary/2a13c73e-ab1e-4e38-a7a6-5a924da3b4ca/150904_Rohstoffpreisinfo_Q3.pdf*, 2015.

International Transport Forum. „Urban Mobility System Upgrade.“ 2015.

—. „Addressing the impact of climate change on labour“. 2017. *http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_543701.pdf*

IREES. „Klimaschutz durch Energieeffizienz II: Konzept zur Erhöhung der Energieeffizienz und Erschließung von Treibhausgas-Minderungspotenzialen in den Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.“ 2017.

just-auto.com. „Volkswagen AG - Strategy, SWOT and Corporate Finance Report.“ 2017.

KBA. Bestand an Pkw in den Jahren 2008 bis 2017 nach Herkunftsländern. 2017c. *https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/MarkenHersteller/b_mark_pkw_zeitreihe.html?nn=663630*.

—. Bestand nach ausgewählten Fahrzeugklassen mit dem Durchschnittsalter der Fahrzeuge am 1. Januar 2017. 2017. *https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugalter/2017_b_fahrzeugalter_kfz_dusl.html?nn=645784*.

—. Neuzulassungen von Pkw im Jahr 2016 nach ausgewählten Kraftstoffarten. 2017d. *https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Umwelt/2016_n_umwelt_dusl.html?nn=652326*.

—. Neuzulassungen von Pkw in den Jahren 2007 bis 2016 nach ausgewählten Herkunftsländern. 2017b. *https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MarkenHersteller/n_mark_pkw_zeitreihe.html?nn=658682*.

Kepler Cheuvreux; The CO-Firm. „Investor primer to transition risk analysis.“ 2018.

Kochhan, Robin, Stephan Fuchs, Benjamin Reuter, und Markus Lienkamp. „An Overview of Costs for Vehicle Components, Fuels and Greenhouse Gas Emissions.“ 2014.

Kopp, Matthias. „Der Klimawandel bedroht unsere Altersvorsorge.“ Der Tagesspiegel, 2017.

Köth, Claus-Peter. „Hydroform-Hybride: Kunststoff trifft Metall.“ automobil-industrie.de, 14. 07 2014.

Kraftfahrtbundesamt. Bestand an Pkw in den Jahren 2008 bis 2017 nach Herkunftsländern. KBA, 2017.

Lindner, Sebastian. Supplier Risk Management – Warum Transparenz in der Wertschöpfungskette immer noch Wunschdenken ist. 05. 11 2014. *http://emea.nttdata.com/blog/de/2014/11/05/supplier-risk-management-warum-transparenz-in-der-wertschoepfungskette-immer-noch-wunschdenken-ist/*.

Low Carbon Vehicle Partnership. „Final Report: Life Cycle CO_2e Assessment of Low Carbon Cars 2020 - 2030." 2013.

Magenheim, Thomas. „Ausbau der Elektromobilität bedroht Jobs." Stuttgarter Zeitung, 2016.

Manager Magazin. Der Deutsches teures Kind. Durchschnitts-Preis PKW-Neuwagen in € und Verbraucherpreisindex (1980 = 100). 2017. *http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/bild-1127637-1089118.html*.

Mineralölwirtschaftsverband e.V. „Raffineriekapazitäten." Rohöl-Verarbeitungskapazität der Raffinerien in Deutschland. 31. Dezember 2016.

Mitteldeutsche Zeitung. „Total-Raffinerie Leuna Millionenschwere Investition für dünne Folien." *http://www.mz-web.de/saalekreis/total-raffinerie-leuna-millionenschwere-investition-fuer-duenne-folien-26198304, 2017*.

MWV. „Jahresbericht 2016." *https://www.mwv.de/wp-content/uploads/2016/06/mwv-publikationen-jahresbericht-2016.pdf*, 2016.

NIW. „Die chemische Industrie. Branchenanalyse." 2013.

n-tv. Auto-Lebensdauer steigt kaum noch - Zwölf Jahr eim Schnitt. 04. Februar 2008. *http://www.n-tv.de/auto/Zwoelf-Jahre-im-Schnitt-article247390.html*.

—. Daimler kündigt E-Offensive an - 10 Milliarden Euro für zehn neue Autos. 25. 11. 2016. *http://www.n-tv.de/wirtschaft/10-Milliarden-Euro-fuer-zehn-neue-Autos-article19186896.html*.

OANDA. „Währungsrechner." *https://www.oanda.com/lang/de/currency/converter/*, 2017.

Öko-Institut et al. „Politikszenarien für den Klimaschutz IV - Treibhausgas-Emissionsszenarien is zum Jahr 2030." 2013.

Petrochemical Update. US ethane boom to double polyethylene exports by 2020. 13. Januar 2016. *http://analysis.petchem-update.com/supply-chain-logistics/us-ethane-boom-double-polyethylene-exports-2020.*

Plastics News Europe. „Polymer prices continue to drop.“ *http://www.plasticsnewseurope.com/article/20151020/PNE/151029992/polymer-prices-continue-to-drop*, 2015.

Process.de. Szenarien für die Dekarbonisierung der Chemie. kein Datum. - *http://www.process.vogel.de/abschied-vom-oelzeitalter-das-milliarden-spiel-um-die-zukunft-der-chemie-a-631669/index3.html*.

Ren, T, M. Patel, und B. Kornelis. „ENERGY EFFICIENCY AND INNOVATIVE EMERGING TECHNOLOGIES FOR OLEFIN PRODUCTION.“ Utrecht, The Netherlands: Department of Science, Technology and Society,Faculty of Chemistry, Utrecht University, n.a.

Renewbility. „Endbericht Renewbility III. Optionen einer Dekarbonisierung des Verkerhssektors.“ *http://www.renewbility.de/wp-content/uploads/Renewbility_III_Endbericht.pdf*, 2016.

Roland Berger. „CHEMICALS 2035 – GEARING UP FOR GROWTH.“ 2015.

Röttmer, Nicole. „Szenarioanalysen und TCFD - Beitrag zu Risikomanagement und Finanzierungs-/Investionsstrategie?“ In Greening Finance, von Matthias Stapelfeldt, Matthias Kopp und Martin Granzow. In Druck 2018.

Saygin, D., M. K. Patel, E. Worrell, C. Tam, und D.J. Gielen. „Potential of best practice technology to improve energy efficiency in the global chemical petrochemical sector.“ Energy 36 (2011) 5779e5790, 2011.

Spiegel Online. „Britische Studie - Klimawandel bedroht die Weltwirtschaft.“ 2006.

ssee. Definition of stranded assets. 2017. *http://www.smithschool.ox.ac.uk/research-programmes/stranded-assets/definitions-stranded-assets.php.*

Statista. „Anzahl Fahrzeuge auf dem Carsharing-Markt weltweit in den Jahren 2016 und 2025 nach Regionen.“ 2017.

—. „Bekanntheit von Carsharing-Anbietern in Deutschland 2017.“ 2017.

—. „Bekanntheit von Carsharing-Anbietern in Deutschland 2017.“ 2017.

—. „Meinung zu Carsharing als Alternative zum Fahrzeugkauf 2017.“ 2017.

—. Umsatz der Automobilindustrie in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2016 (in Milliarden Euro). 2017. *https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160479/umfrage/umsatz-der-deutschen-automobilindustrie/*.

Stephan, Dominik. PROCESS. 04. August 2017. *http://www.process.vogel.de/abschied-vom-oelzeitalter-das-milliardenspiel-um-die-zukunft-der-chemie-a-631669/?cmp=nl-98&uuid=04BFC893-7B6E-4D01-94D1629E05F9147C*.

Süddeutsche Zeitung. „VW macht plötzlich Tempo beim Elektroauto.“ Süddeutsche Zeitung, 2016.

Sunfire GmbH. „Blue Crude: Sunfire produziert nachhaltigen Erdölersatz.“ *http://www.sunfire.de/de/unternehmen/presse/detail/blue-crude-sunfire-produziert-nachhaltigen-erdoelersatz*, 2017.

Tagesspiegel. „Zellenproduktion Batterie Dilemma reloaded.“ *http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/zellenproduktion-batterie-dilemma-reloaded/14726734.html*, 2016.

TCFD. „Final Report - Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.“ 2017.

Telepolis. Verkehr verursacht fast ein Viertel der weltweiten CO_2-Emissionen. 2015. *https://www.heise.de/tp/features/Verkehr-verursacht-fast-ein-Viertel-der-welt-weiten-CO2-Emissionen-3376825.html*.

The CO-Firm. „„Climate Scenarios for Improved Strategic and Financial Risk Analysis - How not to be a boiling frog.“.“ TCFD and BoE Conference on Climate Scenarios, Financial Risk and Strategic Planning. 01. November 2017. *https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2017/09/TCFD-BoE-Scenario-Conference-The-CO-Firm-1-Nov.pdf*

—. „From dusk till dawn. Oil and gas in a plausible well-below 2°C-world.“ In Druck 2018.

The CO-Firm, 2° Investing Initiative. „The Transition Risk-O-Meter: Reference Scenarios for Financial Analysis.“ 2017.

The CO-Firm; Kepler Cheuvreux;. Transition risk for electric utilities. *http://et-risk.eu/electric-utilities/*, 2018.

The Economist. „The death of the internal combustion engine.“ The Economist, 2017.

UBA. CO_2 Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. 2016a.

—. Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen – mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe. 2016b.

—. „Integration von Power to Gas/Power to Liquid in den laufenden Transformationsprozess.“ 2016c.

—. „Neues Verpackungsgesetz.“ *https://www.umweltbundesamt.de/themen/neues-verpackungsgesetz*, 2017.

UKPIA. The role and future of the UK refining sector in the supply of petroleum products and its value to the UK economy. 2013.

VCI. „Basischemie 2030. Aktualisierte Analyse zur Zukunft der Basischemie.“ *https://www.vci.de/langfassungen/langfassungen-pdf/2016-05-19-vci-analyse-basischemie-2030.pdf*, 2016a.

—. „Chemiewirtschaft in Zahlen 2016.“ 2016b.

—. „Die deutsche chemische Industrie 2030. VCI-Prognos-Studie. Update 2015/2016.“ 2016c.

VDA. Export - Verband der Automobilindustrie. 21. 03 2017. *https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/jahreszahlen/export.html*.

—. Neuzulassungen - Verband der Automobilindustrie. 2017b. *https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/jahreszahlen/neuzulassungen.html*.

Volkswagen Konzernkommunikation. „Mit der „Roadmap E“ startet der Volkswagen Konzern die umfassendste Elektrifizierungsoffensive der Automobilindustrie.“ Wolfsburg, 2017.

Wallentowitz, Henning, und Arndt Freialdenhoven. Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2011.

Wallstreet Online. Accumotive: Deutsche Antwort auf Tesla. 2017. *https://www.wallstreet-online.de/nachricht/9606711-daimler-investiert-500-millionen-euro-accumotive-deutsche-antwort-tesla-faengt-fruehe*.

Wimmelbrücker, Stefan. „Drei Antriebsvarianten der wichtigsten Modelle: BMW elektrifiziert die Kernbaureihen.“ Automobilwoche, 08 2017.

Wirtschaftswoche. „BMW-Chef kündigt E-Offensive an.“ 07. September 2017b. *http://www.wiwo.de/unternehmen/auto/25-elektromodelle-bis-2025-bmw-chef-kuendigt-e-offensive-an/20296374.html* (Zugriff am 17. November 2017).

—. „Carsharing-Markt.“ 2017a.

World Economic Forum. „Global Risks 2015 .“ 2015.

Worrell, E., und C. Galitsky. „Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities For Petroleum Refineries.“ ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, 2005.

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH. „Einsparpotenziale beim Kunststoffeinsatz durch Industrie, Handel und Haushalte in Deutschland.“ 2015.

Wuppertal Institute et al. „Maßnahmenkatalog - Ergebnis des Dialogprozesses zum Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung.“ 2016.

Zeit Online. „Elektromobilität: VW will eigene Batteriefabrik bauen.“ Zeit Online, 2016.

—. „Großbritannien will Diesel- und Benzinautos verbieten.“ Zeit Online, 2017.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Einordnung des Klimaschutzszenarios in den übergeordneten Kontext. . . . 24

Abbildung 2: Konzeption der Studie. . . . 28

Abbildung 3: Grundlage der Sektorauswahl (Daten des Jahres 2015). . . . 30

Abbildung 4: Wertschöpfungskette Automobilindustrie. . . . 33

Abbildung 5: Steckbrief Kraftwagenhersteller. . . . 34

Abbildung 6: Implikationen des KS 95 für die Automobilherstellung. . . . 36

Abbildung 7: Reduktion der Scope 3-Emissionen sowie Aktivitätsreduktion des Automobilsektors. . . . 37

Abbildung 8: Verteilung des Pkw-Bestandes in Deutschland im KS 95. . . . 38

Abbildung 9: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung im Verlauf 2015 bis 2050. . . . 39

Abbildung 10: Finanzielle Implikation durch Nachfrage- und Produktmixänderung im Automobilsektor. . . . 41

Abbildung 11: Theoretische Implikation für Anlagen (Produktionsbereiche innerhalb von Anlagenkomplexen). . . . 42

Abbildung 12: Vergleich Fertigungskosten. . . . 45

Abbildung 13: Abgleich KS 95 vs. Erwartung. . . . 47

Abbildung 14: Volumen- sowie Produktmixveränderung des Pkw Bestands 2050 ggü. 2015. . . . 48

Abbildung 15: Betrachtete Branchen innerhalb der Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. . . . 51

Abbildung 16: Steckbrief Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. . . . 52

Abbildung 17: Überblick Treiber bis/in 2050 im KS 95 entlang der Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. 53
Abbildung 18: Emissionsvermeidung 2050 ggü. 2015 entlang der Wertschöpfungskette Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. 54
Abbildung 19: Ergänzende Annahmen zu den im KS 95 beschriebenen Entwicklungen für die Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC. 55
Abbildung 20: Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen und Produktionsaktivität sowie Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von Raffinerieerzeugnissen. 56
Abbildung 21: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung der Raffinerien 2050 ggü. 2015 im KS 95. 57
Abbildung 22: Produktmix und Rohstoffeinsatz der nationalen Raffinerien 2015 und 2050 im KS 95. 58
Abbildung 23: Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität sowie Reduktion der CO_2-Intensität in der Ethylen- und Propylenherstellung. 59
Abbildung 24: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der Ethylen- und Propylenherstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95. 60
Abbildung 25: Absolute Emissionsreduktionen in der Kunststoffproduktion 2050 ggü. 2015. 61
Abbildung 26: Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität und Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von PE. 62

Abbildung 27: Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität und Reduktion der CO2-Intensität bei der Herstellung von PP. 63
Abbildung 28: Reduktion der absoluten Scope 1- und Scope 2-CO_2-Emissionen, Produktionsaktivität und Reduktion der CO_2-Intensität bei der Herstellung von PVC. 63
Abbildung 29: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der PE Herstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95. 64
Abbildung 30: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der PP Herstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95. 65
Abbildung 31: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung in der PVC Herstellung 2050 ggü. 2015 im KS 95. 65
Abbildung 32: Treiber der absoluten Emissionsvermeidung bei der Herstellung von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC 2050 ggü. 2015 im KS 95. 66
Abbildung 33: Wirkung des KS 95 auf die Wertschöpfungskette von Kunststoffwaren aus PE, PP und PVC 2050 ggü. 2015. 67
Abbildung 34: Veränderung von Pkw Produktion und Bestand im Vergleich. 88

Impressum

Herausgeber
WWF Deutschland
Reinhardtstraße 18
10117 Berlin
www.wwf.de

Diese Publikation entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit geförderten Verbundprojekts „Weg in die <2°-Wirtschaft“ von Stiftung 2° und WWF Deutschland.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Inhaltliche Erarbeitung
The CO-Firm GmbH
Veritaskai 3
21079 Hamburg
www.co-firm.com

Redaktionelle Bearbeitung
peppermint werbung berlin GmbH
www.peppermint.de

AutorInnen
Matthias Kopp (WWF Deutschland)
Alexander Liedke (WWF Deutschland)
Dr. Nicole Röttmer (The CO-Firm)
Dr. Jean-Christian Brunke (The CO-Firm)
Jana Mintenig (The CO-Firm)
Milena Ostrower (The CO-Firm)

Stand Mai 2018