

# Potenzialanalyse von veränderten Produktionsstrukturen in der österreichischen Industrie für globalen Klimaschutz und ihre monetären Auswirkungen

---

Dr. Andreas Windsperger  
DI Bernhard Windsperger



Institut für Industrielle Ökologie

Im Auftrag der  
Bundessparte Industrie  
Fachverband Bergbau - Stahl  
Fachverband der Chemischen Industrie  
Austropapier  
Fachverband Steine-Keramik  
Fachverband Metalltechnische Industrie  
Fachverband Nichteisen-Metallindustrie  
der Wirtschaftskammer Österreich

St. Pölten, im August 2019

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Hintergrund und Zielsetzung.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Methodische Vorgehensweise .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Entwicklung der Material- und Emissionsflüsse der Industrie in Österreich von 2008 bis 2015.....</b>	<b>10</b>
3.1 Material- und Emissionsflüsse der betrachteten Industriebereiche in Österreich .....	10
3.1.1 Materialflüsse der betrachteten Industriebereiche .....	10
3.1.2 Emissionsflüsse der betrachteten Industriebereiche .....	12
3.2 Material- und Emissionsflüsse der chemischen (inklusive petrochemischen) Industrie .....	14
3.2.1 Materialflüsse der chemischen Industrie.....	14
3.2.2 Emissionsflüsse der chemischen Industrie.....	16
3.3 Material- und Emissionsflüsse der Metallindustrie .....	18
3.3.1 Materialflüsse der Metallindustrie .....	18
3.3.2 Emissionsflüsse der Metallindustrie .....	19
3.4 Material- und Emissionsflüsse der mineralischen Industrie.....	21
3.4.1 Materialflüsse der mineralischen Industrie .....	21
3.4.2 Emissionsflüsse der mineralischen Industrie .....	22
3.5 Material- und Emissionsflüsse der Papierindustrie .....	24
3.5.1 Materialflüsse der Papierindustrie.....	24
3.5.2 Emissionsflüsse der Papierindustrie.....	25
<b>4 Potenziale von veränderten Bereitstellungsstrukturen für Wertschöpfung und globalen Klimaschutz.....</b>	<b>27</b>
4.1 Szenario – Re-Integration von Produktionsstätten .....	27
4.1.1 Annahmen .....	27
4.1.2 Ergebnisse .....	28
4.2 Szenario – Vertiefung der Wertschöpfungskette .....	31
4.2.1 Annahmen .....	31
4.2.2 Ergebnisse .....	32

4.3	Szenario – „Carbon Leakage“ .....	35
4.3.1	Annahmen .....	35
4.3.2	Ergebnisse .....	35
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung, Empfehlungen und Ausblick .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>43</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Prozesskettenbilanz hinter den Materialflüssen der Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015 .....	11
Abbildung 2: Materialflüsse der Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen...	12
Abbildung 3: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> für das Jahr 2015.....	13
Abbildung 4: Emissionsflüsse der Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> .....	14
Abbildung 5: Prozesskettenbilanz der chemischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015.....	15
Abbildung 6: Materialflüsse der chemischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen.....	16
Abbildung 7: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der chemischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> für das Jahr 2015.....	17
Abbildung 8: Emissionsflüsse der chemischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> .....	17
Abbildung 9: Prozesskettenbilanz der Metallindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015.....	18
Abbildung 10: Materialflüsse der Metallindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen.....	19
Abbildung 11: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der Metallindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> für das Jahr 2015.....	20
Abbildung 12: Emissionsflüsse der Metallindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> .....	20
Abbildung 13: Prozesskettenbilanz der mineralischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015 .....	21
Abbildung 14: Materialflüsse der mineralischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen .....	22
Abbildung 15: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der mineralischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> für das Jahr 2015.....	23
Abbildung 16: Emissionsflüsse der mineralischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> .....	23
Abbildung 17: Prozesskettenbilanz hinter den Materialflüssen der Papierindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015.....	24
Abbildung 18: Materialflüsse der Papierindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen.....	25
Abbildung 19: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der Papierindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> für das Jahr 2015.....	25

Abbildung 20: Emissionsflüsse der Papierindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO <sub>2eq</sub> .....	26
Abbildung 21: Veränderungen der THG-Emissionen im Re-Integrationsszenario entlang der Prozesskette .....	28
Abbildung 22: Monetäre Veränderungen im Re-Integrationsszenario entlang der Prozesskette .....	29
Abbildung 23: Veränderungen der THG-Emissionen im Re-Integrationsszenario nach Materialgruppen .....	30
Abbildung 24: Monetäre Veränderungen im Re-Integrationsszenario nach Materialgruppen	30
Abbildung 25: Zusammenfassende Betrachtung der Veränderungen im Re-Integrationsszenario .....	31
Abbildung 26: Veränderungen der THG-Emissionen im Vertiefungsszenario entlang der Prozesskette .....	32
Abbildung 27: Monetäre Veränderungen im Vertiefungsszenario entlang der Prozesskette ..	33
Abbildung 28: Veränderungen der THG-Emissionen im Vertiefungsszenario nach Materialgruppen .....	33
Abbildung 29: Monetäre Veränderungen im Vertiefungsszenario nach Materialgruppen.....	34
Abbildung 30: Zusammenfassende Betrachtung der Veränderungen im Vertiefungsszenario	35
Abbildung 31: Veränderungen der THG-Emissionen im „Carbon Leakage“ Szenario entlang der Prozesskette .....	36
Abbildung 32: Monetäre Veränderungen im „Carbon Leakage“ entlang der Prozesskette.....	36
Abbildung 33: Veränderungen der THG-Emissionen im „Carbon Leakage“ Szenario nach Materialgruppen .....	37
Abbildung 34: Monetäre Veränderungen im „Carbon Leakage“ Szenario nach Materialgruppen .....	37
Abbildung 35: Zusammenfassende Betrachtung der Veränderungen im „Carbon Leakage“ Szenario .....	38
Abbildung 36: Vergleich der Veränderungen bei den THG-Emissionen in den Szenarien .....	40
Abbildung 37: Vergleich der monetären Veränderungen in den Szenarien.....	41

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Überblick über die Prozessketten der einzelnen Materialgruppen .....	7
Tabelle 2: CO <sub>2</sub> -Emissionsintensitäten in tCO <sub>2</sub> /TJ nach Branchen bei den wichtigsten Handelspartnern von Österreich (IEA 2017) .....	43

## 1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Der Klimawandel kennt keine nationalen Grenzen, daher ist das wesentliche Ziel, die globalen Klima-Belastungen zu reduzieren. Bei der Betrachtung der durch den Konsum ausgelösten Emissionen (konsumbasierte Emissionen) müssen daher die global ausgelösten Belastungen betrachtet werden. Dabei bedarf es einer erweiterten Systemgrenze, um die gesamten Klimawirkungen von Österreich über die nationale Inventur hinaus zu erfassen. Auch die hinter den Im- und Exporten stehenden THG-Emissionen von Produkten sind zusätzlich zu nationalen Aktivitäten miteinzubeziehen. Dabei sind die jeweilige Emissionsintensität der Produktion in den exportierenden Ländern und ihre Relation zu Österreich zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse des Projektes „climAconsum“ (Windsperger et al. 2017) haben gezeigt, dass bei einer derartigen konsumbasierten Betrachtung der THG-Emissionen vor allem die Herstellung der Produkte im In- und Ausland von größter Bedeutung sind, da mehr als 70 % der gesamten Emissionen in der Bereitstellungskette von Produkten entstehen. Effiziente und emissionsarme Technologien, verringerter Materialeinsatz bzw. der Einsatz wenig klimabelastender Materialien sind für eine emissionschonende Herstellung wesentlich. Österreich hat im Vergleich zu vielen Herstellländern, aus welchen derzeit Produkte importiert werden, einen hohen technologischen Standard und niedrige Emissionsintensität. Eine verstärkte Produktion in Österreich bzw. eine gesteigerte Herstellung in Ländern mit hohen technologischen Standards würde einen wesentlichen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten.

Ziel dieses Projektes ist es, die aktuellen Entwicklungen in der Struktur der Produktionsketten zu betrachten, um zu erkennen, ob und wie weit Produktionsketten im Inland verstärkt, oder ins Ausland verlagert wurden. Daraus werden Wege für einen verstärkten Aufbau von Wertschöpfungsketten in Österreich entwickelt bzw. die möglichen negativen Auswirkungen einer Verlagerung von Produktionsstätten ins Ausland („Carbon Leakage“) untersucht. In Szenarien werden die Veränderungen auf die THG-Emissionen und die monetären Auswirkungen dargestellt. Daraus werden einerseits die Beiträge für die Erreichung globaler Klimaziele und die Veränderung der konsumbasierten Emissionen von Österreich betrachtet. Auswirkungen auf die nationale Inventur können durch die unterschiedlichen methodischen Betrachtungsrahmen (Lebenszyklusbetrachtung vs. Aktivitätsbezogen) nicht quantifiziert werden. Andererseits werden auch die monetären Auswirkungen (Veränderungen beim Produktionswert) entlang der gesamten Produktionskette (vom Rohstoff über Zwischenprodukt bis zum Endprodukt) und auch aus österreichischer Sicht dargestellt. Diese monetären Effekte führen letztlich zu Wertschöpfung, Arbeitsplätzen und Infrastruktur, die im gegenständlichen Projekt nicht weiter betrachtet werden.

Die Ergebnisse sollen letztlich helfen, sinnvolle Wege für die Verbindung von Klimaschutz und wirtschaftlicher Wertschöpfung zu erkennen, um sie gezielt fördern zu können. Ihre Umsetzung würde dann spezifische Betrachtung der Marktsituation und der benötigten Infrastruktur in den ausgewählten Produktbereichen erfordern. Dabei könnten dann auch Aspekte des nationalen Warentransports und der Ressourceneffizienz detailliert und quantifiziert werden.

## 2 METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Dieses Projekt wird in folgenden Arbeitsschritten durchgeführt.

### Schritt 1: Erhebung der Material- und Emissionsflüsse in zeitlicher Entwicklung

Im ersten Schritt werden für die betrachteten Branchen analog der Methodik des Projekts „climAconsum“ deren Materialflüsse in der zeitlichen Entwicklung erhoben und die Emissionsflüsse berechnet und dargestellt.

Nachfolgende Industriebereiche wurden im Rahmen des gegenständlichen Projekts betrachtet:

- Chemische Industrie inklusive Petrochemie
- Metallindustrie (Eisen- und Stahlindustrie und Nicht-Eisen Metallindustrie)
- Stein und keramische Industrie
- Papierindustrie

Es wird dabei der entwickelte produkt- und technologiebezogene Ansatz für die Berechnung der THG-Emissionen hinter dem Konsum in Österreich verwendet, wobei physische Materialflüsse mit produktspezifischen Emissionsfaktoren aus Lebenszyklusdatenbanken (z.B. Ecoinvent) verknüpft wurden. Um die unterschiedlichen Belastungen in den einzelnen Herstellländern berücksichtigen zu können, wurde für jedes Land der branchenspezifische Energiemix erhoben und in die Berechnung miteinbezogen. Die Berechnung der Belastungen hinter den Importen für die gesamte Bereitstellungskette basierte daher auf der Emissionsintensität des jeweiligen Herkunftslandes, da keine Informationen über die Vorkettenverflechtungen der Importe zur Verfügung standen. In den Ergebnissen werden für die jeweiligen Branchen einerseits die physischen Materialflüsse und andererseits die THG-Emissionen entlang der gesamten Prozesskette vom Rohstoff bis zum Endprodukt inklusive der in- und ausländischen Anteile der Bereitstellungsketten dargestellt. Dafür war die Abgrenzung der zu betrachtenden Prozessketten erforderlich, welche in einem gemeinsamen Gespräch mit VertreterInnen der beteiligten Branchen festgelegt wurde.

Nachfolgende Tabelle zeigt exemplarisch für die betrachteten Materialgruppen die Produkte, die den einzelnen Prozessschritten zugeordnet wurden.

*Tabelle 1: Überblick über die Prozessketten der einzelnen Materialgruppen*

Materialbereich	Rohstoff	Grundstoff	Zwischenprodukt	Endprodukt
<b>Chemische Produkte</b>	Erdöl, Erdgas	Monomere (z.B. Ethylen), Salpetersäure/ Ammoniak, Bitumen	Polymere (z.B. Polyethylen), Harnstoff, Säuren, Garne/Gewebe	Treibstoff, Energieträger, Düngemittel, Kunststoffe, Farben/Lacke, Bekleidung, Haushaltstextilien
<b>Metallprodukte</b>	Eisenerz, Steinkohle, Aluminiumerz, Kupfererz	Roheisen, Koks, Rohaluminium	Eisenblöcke, -profile (z.B. gewalzt/legiert), Aluminiumblech, Kupferlegierungen	Stabstahl, Schienen, Rohre, Konstruktionsteile, Werkzeug, Heizkessel, Haushalts- und Industriegeräte

<b>Mineralische Produkte</b>	Schotter, Kies, Kalkstein, Sand	Zementklinker, Schlacke	Zement, Gips, feuerfeste Steine	Schotter, Beton, Ziegel, Mineralwolle, Glasverpackungen
<b>Papierprodukte</b>	Holz, Altpapier	Zellstoff, Holzschliff	Zeitungspapier, Kraftpapier, Wellpappe	Zeitungen, Taschentücher, Säcke, Schachteln

In manchen Bereichen bzw. bei einigen Produktlinien sind einzelne Prozessschritte nicht relevant. Dabei werden zum Teil Prozessschritte übersprungen, oder es wird der Rohstoff gleich zum Endprodukt verarbeitet. Dies zeigt sich beispielsweise im mineralischen Bereich bei Schotter, der Rohstoff und auch gleichzeitig Endprodukt ist, in mengenmäßig bedeutendem Ausmaß.

Schritt 2: Analyse von strukturellen Veränderungen in den Bereitstellungsketten (z.B. Quantifizierung von bisherigem „Carbon Leakage“)

Dieser Schritt beinhaltet die konkrete Analyse der in Schritt 1 berechneten Material- und Emissionsflüsse. Dabei werden auf Produktebene die Verhältnisse der jeweiligen Import-, Export- und Produktionsmengen in Relation zum Konsum (Produktionsmenge plus Importmenge minus Exportmenge) für die letzten Jahre erhoben und die Veränderungen in der Produktionskette detailliert betrachtet. Dabei können vor allem strukturelle Veränderungen in der Bereitstellungskette von Produkten identifiziert werden. Diese sollen zeigen, ob beispielsweise steigende Importe mit reduzierter nationaler Produktion einhergehen.

Diese produkt- und länderspezifische Betrachtung zeigt, ob eine Verringerung der nationalen THG-Emissionen bei gleichbleibender Konsummengende eine globale Mehremission zur Folge hat. Dies wäre der Fall, wenn es zu einer Verlagerung von Produktionen in Länder mit niedrigeren technologischen Standards oder höherer Emissionsintensität kommt, aus welchen dann steigende Mengen importiert werden. Darüber hinaus ermöglicht diese Betrachtung die Darstellung der Prozesskettenstruktur der jeweiligen Branchen, welche Teile der Prozessketten im Inland und welche Prozessschritte im Ausland erfolgen und wie sich diese Aufteilungen verändern. Das Aufzeigen der Auswirkungen dieser strukturellen Veränderungen auf nationale und globale THG-Emissionen sowie die Wertschöpfung im Inland soll ermöglichen, positive und negative Entwicklungen zu erkennen.

Diese konkrete Analyse soll damit die Quantifizierung von etwaigem „Carbon Leakage“ im Sinne von Produktionsverlagerungen ermöglichen und deren negative Auswirkungen auf die globale THG-Bilanz sowie den Wirtschaftsstandort Österreich darstellen. In weiterer Folge kann diese Analyse als Entscheidungs- bzw. Argumentationsgrundlage dienen, um bei zukünftigen Entwicklungen entsprechend gegensteuern zu können und gezielt Maßnahmen gegen zukünftiges „Carbon Leakage“ zu setzen.

Schritt 3: Ursachen für strukturelle Veränderungen bei den wesentlichsten Produkten bzw. Produktgruppen

Aus den analysierten Entwicklungen werden für die gefundenen strukturellen Veränderungen die wesentlichen Ursachen untersucht. Dies erfolgte in Gespräche mit Experten der jeweiligen Branchen. Dabei standen speziell die Produkte bzw. Produktgruppen mit den größten

Veränderungen im Mittelpunkt, für die dann in weiterer Folge zukünftige Potenziale für Re-Integration entwickelt werden.

#### Schritt 4: Zukünftige Potenziale der Industrie aus Maßnahmen zur Re-Integration sowie Vertiefung der Wertschöpfungskette

In diesem Arbeitspaket wurden Szenarien einer verstärkten industriellen Herstellung von Produkten in Österreich entwickelt und auf ihre Auswirkungen detailliert geprüft. In jedem Szenario werden für festgelegte Produkte konkrete Möglichkeiten zur Re-Integration von Produktionen sowie Vertiefung der Wertschöpfungskette betrachtet. Bei den jeweiligen Produkten wäre zu prüfen, inwieweit bei unverändertem Konsumverhalten eine verstärkte nationale Produktion von derzeit importierten Produkten sowie eine höhere nationale Verarbeitungstiefe bis hin zu Endprodukten möglich ist. Dabei müssen die notwendigen Rahmenbedingungen wie Ressourcenverfügbarkeit, Betriebsstrukturen, Technologien, Energiebereitstellung, etc. einbezogen werden. Um die konkrete Umsetzbarkeit abschätzen zu können, wurden die Szenarien in enger Kooperation mit BranchenvertreterInnen erstellt. Aussichtsreiche Potenziale werden auf ihre nationalen Auswirkungen sowie mögliche Beiträge zum globalen Klimaschutz unter Berücksichtigung der Emissionsintensität der Länder untersucht. Darüber hinaus werden ökonomische Effekte über die Steigerung des Produktionswertes aufgezeigt. Ergänzend sind auch die Abschätzung der Auswirkungen und die Transportemissionen aus den Ergebnissen möglich.

### 3 ENTWICKLUNG DER MATERIAL- UND EMISSIONSFLÜSSE DER INDUSTRIE IN ÖSTERREICH VON 2008 BIS 2015

In diesem Kapitel werden die durch die österreichische Industrie induzierten Material- und Emissionsflüsse näher betrachtet und analysiert, wobei darauf hingewiesen werden muss, dass nicht die gesamte Industrie, sondern lediglich die in Kapitel 2 angeführten Branchen bzw. Produktbereiche betrachtet werden. Der Betrachtungsumfang umfasst einerseits sämtliche Produktionsschritte (Rohstoff, Grundstoff, Zwischenprodukt, Endprodukt) sowie andererseits sowohl inländische als auch ausländische Material- und Emissionsflüsse (Importe und Exporte). Die Analyse wurde für vier Eckjahre (2008, 2010, 2013 und 2015) durchgeführt und wird getrennt nach den jeweiligen Materialbereichen gegliedert. Dabei werden jeweils als Erstes die Materialflüsse und in weiterer Folge die damit in Verbindung stehenden THG-Emissionen dargestellt.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen zuerst für die gesamte Industrie die Situation 2015 in Österreich und danach die Entwicklung der Material- und Emissionsflüsse von 2008 bis 2015, wobei die Anteile in- und ausländischer Bereitstellung ersichtlich sind. Die analogen Darstellungen erfolgen nachfolgend getrennt für jeden Materialbereich. Die jeweils erste Darstellung für das Jahr 2015 soll die Analyse der Prozesskette vom Rohstoff bis zum fertigen Produkt speziell hinsichtlich der Import- und Exportanteile sowie von Verlusten erleichtern. Die nachfolgenden Zeitreihen dienen der Veranschaulichung der Entwicklungen in der Struktur der Prozesskette. Für die Betrachtung der Abbildungen ist zu ergänzen, dass im Zuge der Prozesskette der Saldo (= nationaler Verbleib) aus nationaler Produktion plus Import minus Export immer den Input für die nächste Prozessstufe darstellt.

#### 3.1 Material- und Emissionsflüsse der betrachteten Industriebereiche in Österreich

##### 3.1.1 *Materialflüsse der betrachteten Industriebereiche*

Dieses Kapitel soll zu Beginn einen Überblick über die gesamten Materialflüsse in Österreich und deren Entwicklung geben, bevor in den nachfolgenden Kapiteln auf die einzelnen Materialgruppen näher eingegangen wird. Um die generelle Industriestruktur in Österreich besser zu verstehen, ist in Abbildung 1 die gesamte Prozesskette der Materialflüsse für das Jahr 2015 dargestellt. Dabei werden alle aus dem In- und Ausland stammenden Flüsse für jeden betrachteten Prozessschritt vom Rohstoff bis zum fertigen Endprodukt bilanziert. Dies kann beispielsweise Erkenntnisse hinsichtlich Materialverlusten bzw. Massenveränderungen, Import- und Exportquote oder auch über Veränderungen in der Verarbeitungstiefe liefern.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Situation des Materialflusses im Jahr 2015, getrennt nach den einzelnen Prozessschritten (x-Achse). In Dunkelblau (PROD) ist die in Österreich produzierte Menge an Materialien und Produkten, in Gelb (IMP) der Import und in Grün (EXP) der Export dargestellt. Der hellblaue Balken (Roh-Pr) zeigt die ohne Weiterverarbeitungsprozess als Endprodukt verwendeten Rohstoffe. Insgesamt wurden im Jahr 2015 119 Millionen Tonnen (Mt) an Rohstoffen national und 44 Millionen Tonnen durch Importe (z.B. fossile Rohstoffe) bereitgestellt. Exportiert wurden lediglich 8 Millionen Tonnen. Damit verbleiben in diesem Jahr mehr als 150 Millionen Tonnen an Rohstoffen für die weitere Nutzung im Inland (= Verbleib). In weiterer Folge ist eine klare Dominanz von unverarbeiteten

Rohstoffen (Roh-Pr), die direkt als Endprodukt genutzt werden, zu erkennen. Dies resultiert vor allem aus Gütern, die einerseits als Rohstoff gelten, andererseits jedoch gleichzeitig ohne wesentlichen Verarbeitungsschritt als Endprodukt konsumiert werden. Beispiele dafür sind Schotter und Kies für den Straßenunterbau, fossile Treibstoffe und Energieträger, frisches Gemüse wie Gurken oder Tomaten. Die industrielle Verarbeitung von Rohstoffen zu Grundstoffen und Zwischenprodukten erfolgt hingegen mengenmäßig nur zu einem deutlich geringeren Anteil (z.B. 29 Mt Zwischenprodukte). Diese Verarbeitungsprozesse sind fallweise mit deutlichen Veränderungen im Materialfluss verbunden (z.B. Zellstoffherstellung, Hochofenprozess), weisen teilweise auch Verluste bzw. Abfälle auf. Zusätzlich werden auch in jedem weiteren Prozessschritt Güter importiert und exportiert, wobei bei den Endprodukten die größten Mengen aus dem Ausland nach Österreich bzw. in das Ausland gehen, gefolgt von den Zwischenprodukten. Der Konsum an Gütern betrug im Jahr 2015 insgesamt etwa 126 Millionen Tonnen.

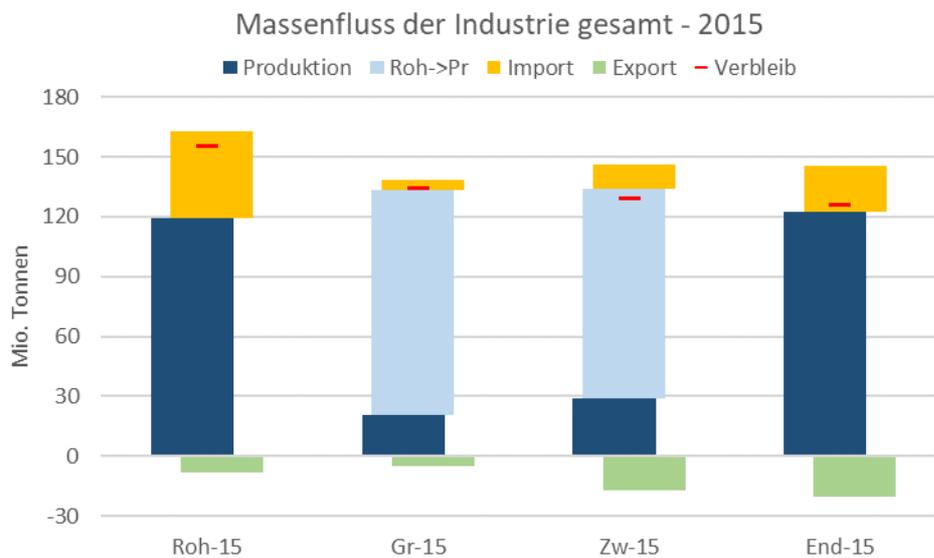


Abbildung 1: Prozesskettenbilanz hinter den Materialflüssen der Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 Verbleib = Saldo (Konsum in Österreich)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die zeitliche Entwicklung der Materialmengen in Mio. Tonnen (y-Achse) über die Zeit von 2008 bis 2015, dargestellt nach den einzelnen Prozessschritten (x-Achse). Daraus ist zu erkennen, dass in Österreich der Großteil der Mengen der eingesetzten Rohstoffe aus dem Inland kommt. Im Jahr 2008 wurden 145 Millionen Tonnen heimische Ressourcen abgebaut, in den letzten Jahren ist jedoch ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen, wobei dieser Trend vor allem durch mineralische Rohstoffe (z.B. Kies, Schotter) geprägt ist. Die Herstellung von Grundstoffen und Zwischenprodukten hingegen zeigt bis auf einen kurzen vorübergehenden Einbruch, ausgelöst durch die Wirtschaftskrise, keine gravierenden Veränderungen. Importiert werden hauptsächlich fossile Ressourcen wie Erdöl und Erdgas, aber auch metallische (z.B. Eisenerz) und biogene Rohstoffe (z.B. Holz). Die Importe weisen in den letzten Jahren kaum Veränderungen auf und erreichen durch den Rückgang der Nutzung heimischer Ressourcen im Jahr 2015 bereits einen Anteil von mehr als einem Drittel.

Bei Betrachtung der Exporte wird ersichtlich, dass in den letzten Jahren weniger Rohstoffe, dafür aber die Zwischen- und Endprodukte nach kurzzeitigem Rückgang wieder zunehmend exportiert wurden.

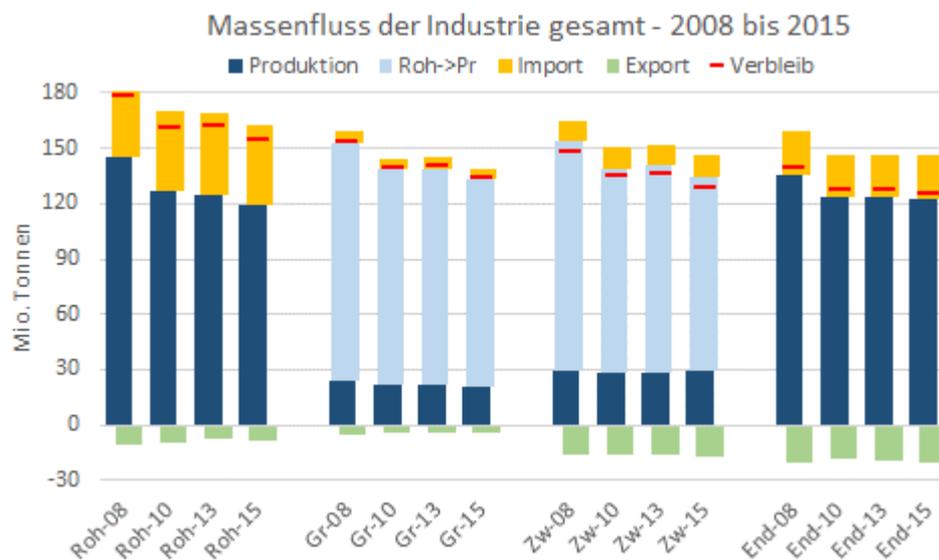


Abbildung 2: Materialflüsse der Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen

Legende: Roh ... Rohstoff  
Gr ... Grundstoff  
Zw ... Zwischenprodukt  
End ... Endprodukt  
Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
Verbleib = Saldo (Konsum in Österreich)

Die massenmäßig dominierenden Rohstoffe, die auch als Endprodukte fungieren, machen beim monetären Wert und bei den Emissionen nur den kleineren Anteil aus. Importe und Exporte der Zwischen- und Endprodukte scheinen von geringerer Bedeutung zu sein, sind wertmäßig aber wesentlich.

### 3.1.2 Emissionsflüsse der betrachteten Industriebereiche

Aus den im vorigen Kapitel dargestellten physischen Materialflüssen wurden mit lebenszyklusbasierten Emissionsfaktoren die THG-Emissionen entlang der gesamten Prozesskette errechnet. Sie zeigen im Vergleich zu den vorigen Abbildungen ein ganz anderes Bild. Grundsätzlich sind lebenszyklusbasierte Emissionsfaktoren dadurch gekennzeichnet, dass für das jeweilige Produkt immer die Belastungen der gesamten Vorketten enthalten sind. Deshalb ist in dem Verlauf der Werte auch ein Anstieg der THG-Emissionen vom Rohstoff bis zum Endprodukt zu erkennen (kumulierte Werte). Die Rohstoffe - physisch am bedeutendsten - weisen nur sehr geringe Klimabelastungen auf. Es zeigt sich, dass der wesentliche Teil der Belastungen beim Zwischenprodukt hinzukommt und die Erhöhung zum Endprodukt nur mehr den kleineren Anteil ausmacht. Beim kumulierten Konsum-Saldo (CBA-Saldo) kommt jeweils die Bilanz von Importen und Exporten auf diesem Prozessschritt hinzu, wodurch sich ein unterschiedlicher Wert ergibt. Bei den Importen weist speziell der Import der Endprodukte annähernd gleich hohe Werte bei den Emissionen wie die nationale Bereitstellung auf, obwohl deutlich geringere Mengen importiert werden als in Österreich produziert werden. Dies kann zum einen dadurch erklärt werden, dass Rohstoffe ohne Weiterverarbeitung als Produkte konsumiert werden und daher nur geringe Belastungen aufweisen. Andererseits liegt dies auch

an einer deutlich höheren Emissionsintensität der Herstellung im Ausland verglichen mit jener in Österreich. So liegen die spezifischen Emissionen der Energiebereitstellung im Ausland gegenüber Österreich deutlich höher, wobei zu beachten ist, dass sich diese in den einzelnen Ländern auf durchschnittliche Energiemix-Angaben der Branchen beziehen. Bei einer konkreten Einzelfallbetrachtung von Standorten könnten die Verhältnisse vom Durchschnitt deutlich abweichen.

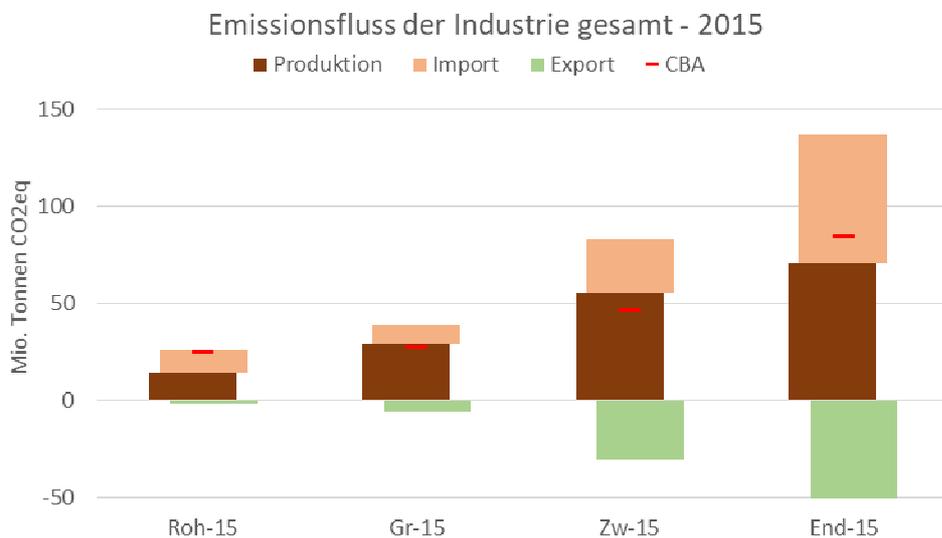


Abbildung 3: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Prod ... nationale Produktion  
 Imp ... Import  
 Exp ... Export  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

Die Zeitreihe (2008 bis 2015) der THG-Emissionen hinter den in den Konsum gehenden Endprodukten weisen im Jahr 2010 einen leichten Rückgang auf. Nach einem kontinuierlichen Anstieg liegen die konsumbasierten THG-Emissionen (CBA) im Jahr 2015 über den Emissionen von 2008. Der größte Anstieg der THG-Emissionen ist von den Zwischen- zu den Endprodukten zu erkennen, wobei die nationale Produktion etwa zwei Drittel ausmacht und ein Drittel aus der Bilanz zwischen Importen und Exporten stammt. Beim Import von Endprodukten zeigt sich bei konstanten bzw. leicht rückläufigen Mengen ein Anstieg bei den THG-Emissionen. Dies kann entweder mit dem Import von emissionsintensiven Produkten oder mit dem Import aus Ländern mit höherer Emissionsintensität erklärt werden.

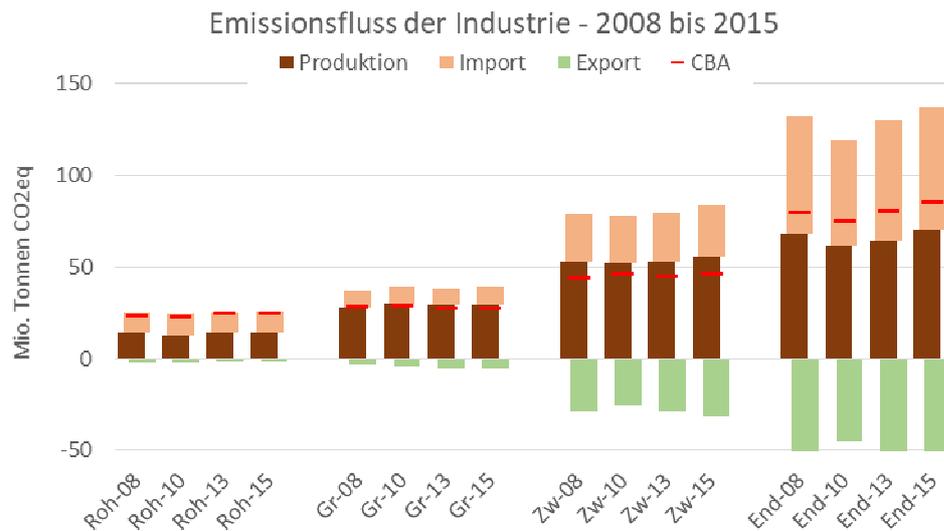


Abbildung 4: Emissionsflüsse der Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq

Legende:

Roh ... Rohstoff	Prod ... nationale Produktion
Gr ... Grundstoff	Imp ... Import
Zw ... Zwischenprodukt	Exp ... Export
End ... Endprodukt	CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

## 3.2 Material- und Emissionsflüsse der chemischen (inklusive petrochemischen) Industrie

### 3.2.1 Materialflüsse der chemischen Industrie

Die chemische Industrie ist in Österreich ein wesentlicher Eckpfeiler für die Herstellung von unterschiedlichsten Konsum- und Industrieprodukten. Durch die derzeit noch dominierende fossile Rohstoffquelle Rohöl ist die chemische Industrie in Österreich zu einem überwiegenden Anteil auf Importe von fossilen Ressourcen angewiesen, wie auch nachfolgende Abbildung zeigt. Darin sind die Materialflüsse als Prozesskette vom Rohstoff bis zum Endprodukt für das Jahr 2015 dargestellt, wobei in- und ausländische Flüsse unterschieden werden.

Daraus wird ersichtlich, dass nur ein sehr geringer Anteil an Rohstoffen aus dem Inland stammt und über 90% der im Jahr 2015 eingesetzten Ressourcen aus dem Ausland durch Importe bezogen wurden. Insgesamt wurden dabei knapp über 18 Millionen Tonnen (Mt) Rohstoffe benötigt (z.B. Erdöl, Erdgas), von denen allerdings der überwiegende Anteil direkt als Produkt verwendet oder zu Endprodukten verarbeitet wird (siehe Roh-Pr, z.B. Erdgas, Treibstoffe). Die verbleibenden Rohstoffe werden für die Herstellung von chemischen Grundstoffen (z.B. Ethylen, Propylen, Säuren) bzw. Zwischenprodukten (z.B. Polymere, Garne) eingesetzt. Neben Rohstoffimporten werden vor allem auch Zwischen- und Endprodukte importiert, um den nationalen Konsum gewährleisten zu können. Zusätzlich kommen auch Güter aus anderen Materialgruppen (z.B. Schotter im Asphalt) hinzu, da es sich bei mengenmäßig bedeutenden Endprodukten manchmal um Materialgemische handelt.

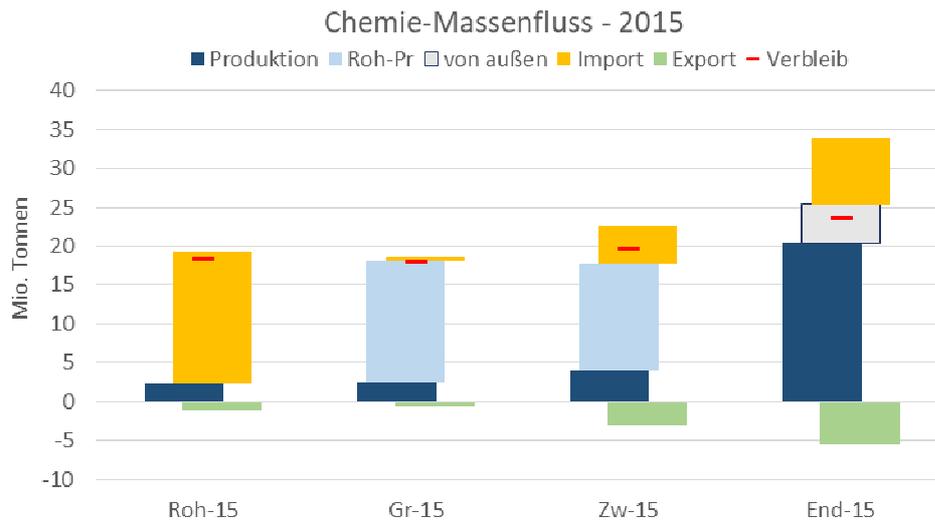


Abbildung 5: Prozesskettenbilanz der chemischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Materialflüsse chemischen Ursprungs in den Jahren 2008 bis 2015. Aus dem Zeitverlauf ist grundsätzlich ein steigender Rohstoffeinsatz zu erkennen, der allerdings durch einen Anstieg der Importe aus dem Ausland geprägt ist. Die nationale Rohstoffentnahme hat sich hingegen kaum verändert. Die Rohstoffexporte sind demgegenüber von 2008 (3 Mt) bis 2015 auf etwa ein Drittel gesunken. Die nationale Grundstoffproduktion macht nur einen kleinen Anteil der verwendeten Rohstoffe aus. Sie zeigt im Jahr 2010 einen leichten Rückgang, vermutlich durch die Wirtschaftskrise verursacht, bis 2015 kommt es wieder zu einem leichten Anstieg. Importe und Exporte sind mengenmäßig kaum relevant.

Die nationale Produktion von Zwischenprodukten zeigt im Zeitverlauf 2008 bis 2015 mit Ausnahme eines Rückgangs im Jahr 2010 einen sehr gleichmäßigen Verlauf. Bei den Zwischenproduktexporten liegt im Jahr 2015 ein deutlicher Anstieg vor, während die Importe nur leicht angestiegen sind. Dies bedeutet, dass die Verfügbarkeit von Zwischenprodukten in Österreich dadurch gesunken ist, was aber durch den Anstieg der direkt zu Endprodukten verarbeiteten Rohstoffe (Energieträger, Treibstoffe) abgedeckt wird. Diese Entwicklung ist auch an der Zunahme der nationalen Produktionsmenge bei Endprodukten zu erkennen. Analog zeigt auch der Export von Endprodukten steigende Tendenz, der Import geht allerdings seit 2010 kontinuierlich zurück, was auf eine verstärkte Verarbeitung im Inland hindeutet.

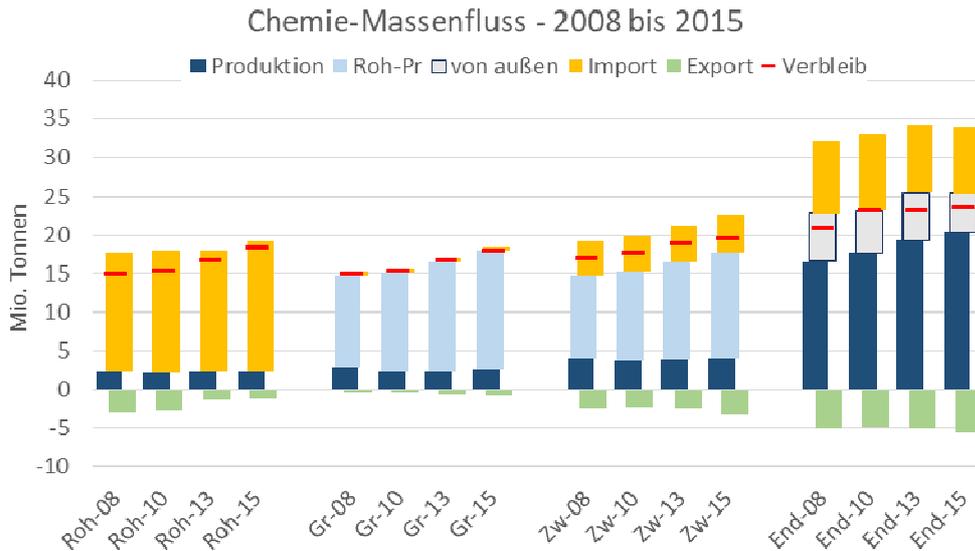


Abbildung 6: Materialflüsse der chemischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

### 3.2.2 Emissionsflüsse der chemischen Industrie

Die THG-Emissionen der chemischen Industrie steigen grundsätzlich im Zuge der Prozesskette aufgrund der Lebenszyklusbetrachtung kumulativ an, wobei wiederum der größte Anstieg der Emissionen vom Saldo (=CBA) der Grundstoffe zur nationalen Herstellung der Zwischenprodukte (PROD) vorliegt. Durch die Bilanz aus importierten und exportierten Produkten liegt der CBA-Saldo der Zwischenprodukte deutlich höher als die Emission der Produkte aus nationaler Produktion (PROD). Generell zeigt sich mit Ausnahme der Grundstoffe eine deutliche Dominanz von durch importierte Produkte induzierten Emissionen, obwohl die Materialmengen (bis auf Rohstoffe) der Importe niedriger als jene der nationalen Produktion liegen. Die Differenz zwischen dem Zwischenprodukte-Saldo (CBA) und der Produktion der Endprodukte (PROD) ist nur mehr gering, da die letzten Verarbeitungsschritte, oft Formgebungsprozesse, nur geringe Emissionen aufweisen.

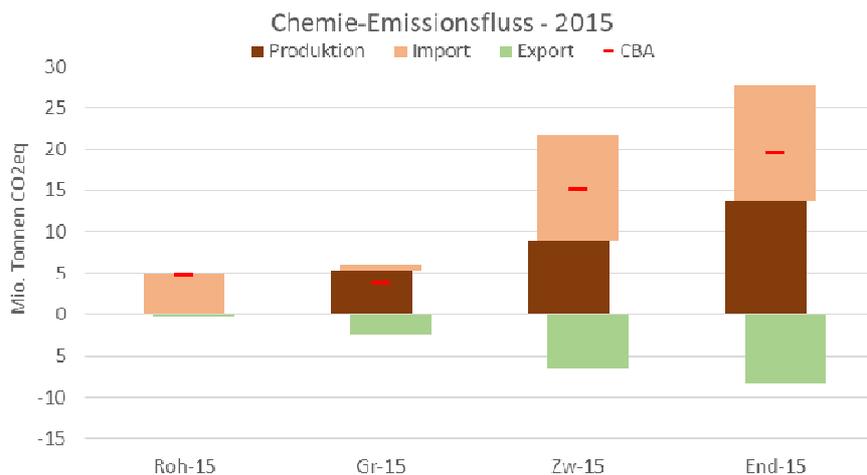


Abbildung 7: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der chemischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

Im Zeitverlauf 2008 bis 2015 zeigen sich bei den THG-Emissionen keine gravierenden Veränderungen. Die Emissionen importierter Rohstoffe steigen aufgrund des zunehmenden Rohstoffimports leicht an, bei den Grundstoffen ist vor allem ein Anstieg der Exportemissionen ersichtlich, wodurch der CBA-Saldo leicht sinkt. Tendenziell sinkt die Emission aus der nationalen Herstellung der Grundstoffe und Zwischenprodukte, bei den Endprodukten ist die Entwicklung durch den leichten Anstieg bei Energieträgern und Treibstoffen weitgehend ausgeglichen. Insgesamt weisen die konsumbasierten Emissionen (CBA) durch den Anstieg der Emissionen hinter den Exporten bei Zwischen- und Endprodukten eine sinkende Tendenz auf.

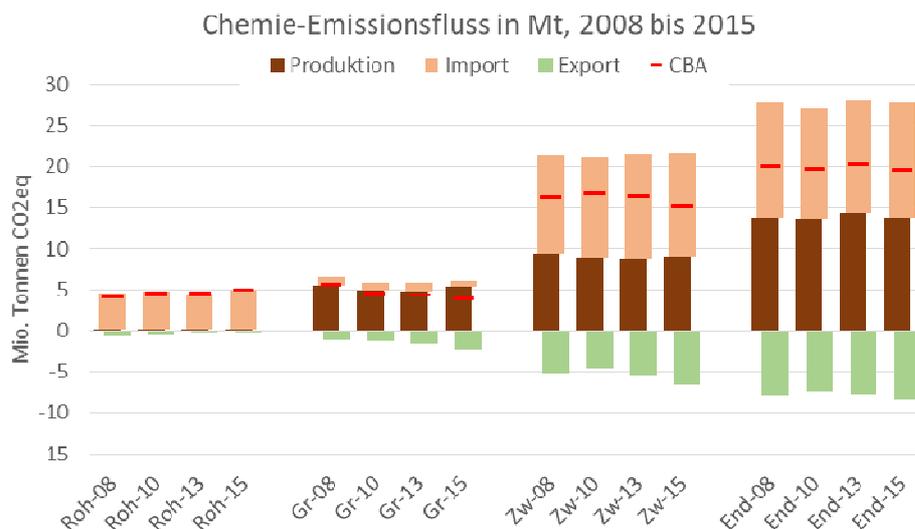


Abbildung 8: Emissionsflüsse der chemischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

### 3.3 Material- und Emissionsflüsse der Metallindustrie

#### 3.3.1 Materialflüsse der Metallindustrie

In diesem Kapitel werden sämtliche Metallprodukte und metallische Güter hinsichtlich deren Produktionsstrukturen sowie der zeitlichen Entwicklungen analysiert. Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass im Jahr 2015 insgesamt mehr als 13 Millionen Tonnen (Mt) Rohstoffe eingesetzt wurden (z.B. Eisenerz, Steinkohle). Diese stammen zu knapp 70 % aus Importen und 30 % aus inländischen Ressourcen. Sie werden vorwiegend zu Grundstoffen (z.B. Roheisen, Rohaluminium) und Zwischenprodukten (z.B. legierter Stahl) weiterverarbeitet, bevor sie gemeinsam mit Gütern aus anderen Materialbereichen („von außen“ z.B. Kunststoff) zu Endprodukten verarbeitet werden. Bei der Verarbeitung zu den Grundstoffen ist dabei ein deutlicher Massenverlust zu erkennen, der technologiebedingt durch den Eisengehalt des Erzes, Kokereiverluste und die Vorgänge im Hochofenprozess bedingt ist. Im Bereich der metallischen Güter werden entlang der gesamten Prozesskette Güter importiert, wobei neben den Rohstoffen auch die Endprodukte die größten Mengen aufweisen. Exportiert werden vorwiegend Zwischen- und Endprodukte. Dies zeigt, dass ein hoher Veredelungsgrad bei der österreichischen Metallindustrie vorliegt.

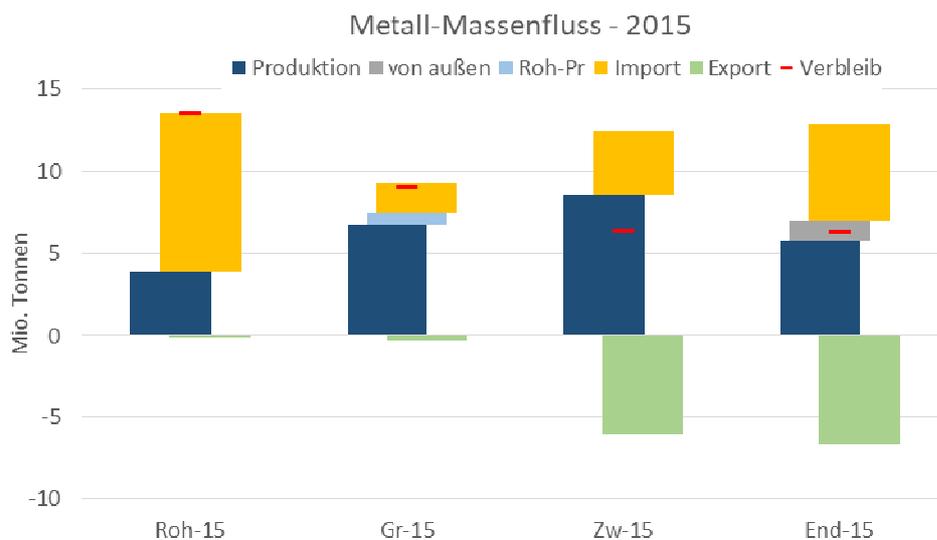


Abbildung 9: Prozesskettenbilanz der Metallindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

Im Zeitverlauf 2008 bis 2015 zeigt sich bei den metallischen Rohstoffen eine leichte, aber kontinuierliche Verschiebung von Importen zu heimischen Ressourcen. Insgesamt ist der Rohstoffeinsatz im Jahr 2015 gegenüber 2008 deutlich gesunken. Die nationale Erzeugung von Grundstoffen ist auf einem recht konstanten Niveau, der Import hingegen ist vor allem im Jahr 2013 deutlich angestiegen, 2015 jedoch wieder unter das Ausgangsniveau gefallen. Die Herstellung und auch die inländische Nachfrage von Zwischenprodukten zeigt demgegenüber

steigende Tendenz. Bei den Endprodukten hat die Wirtschaftskrise 2010 zu einem kurzzeitigen Rückgang der Materialmengen und damit auch des Konsums geführt, der sich mittlerweile wieder weitgehend erholt hat. Die Import- und Exportmengen liegen in etwa gleich.

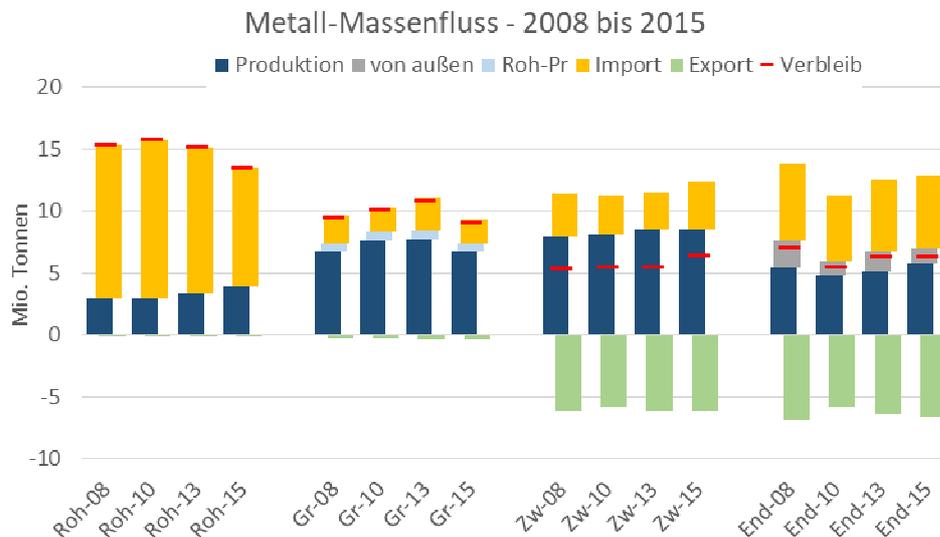


Abbildung 10: Materialflüsse der Metallindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

### 3.3.2 Emissionsflüsse der Metallindustrie

Die Emissionen der Metallindustrie zeigen insgesamt wieder aufgrund des kumulativen Charakters der Lebenszyklusemissionen einen Anstieg in der Produktionskette. Der größte Anstieg ist bei der inländischen Produktion der Endprodukte aus Zwischenprodukten zu erkennen. Dies liegt einerseits an den maßgeblichen Emissionen hinter den exportierten Zwischenprodukten und andererseits an den hohen Emissionen der Endprodukte, die auch zusätzliche Materialien von außen, wie z.B. Kunststoff und damit auch deren Emission beinhalten. Hierbei handelt es sich um Haushalts- und Küchengeräte, Industriemaschinen oder auch Audio-Video Geräte, die der Metallindustrie zugeordnet sind. Generell fallen bei den Endprodukten die höchsten Emissionen hinter Import und Export auf.

Aus der Entwicklung der Materialflüsse war ein eindeutiger Trend von importierten zu nationalen Rohstoffen zu erkennen. Diese Entwicklung liegt, wenn auch aufgrund der Skalierung nur sehr schwer zu erkennen, auch bei den THG-Emissionen vor. Die Emissionen der Grundstoffe zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Materialmengen, jedoch steigen die Importemissionen, obwohl die Materialmengen leicht sinken. Die Emissionen der Zwischenprodukte verlaufen ebenfalls proportional den Materialmengen, wobei der Import und die nationale Herstellung seit 2008 kontinuierlich ansteigen.

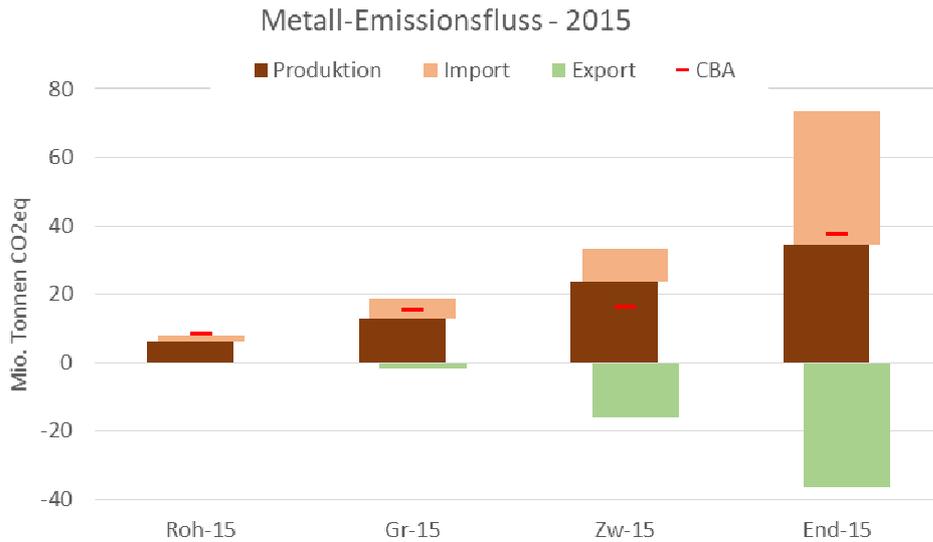


Abbildung 11: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der Metallindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO<sub>2eq</sub> für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

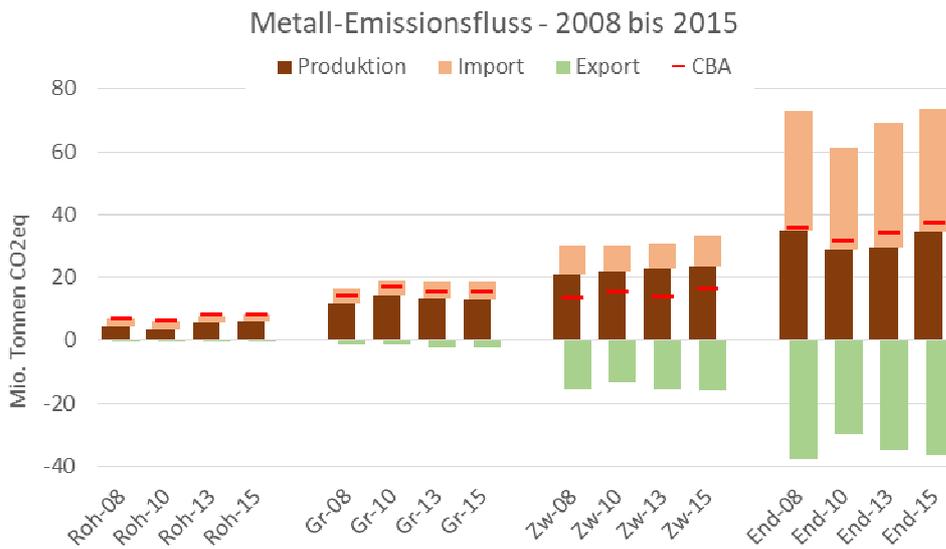


Abbildung 12: Emissionsflüsse der Metallindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO<sub>2eq</sub>

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

Die Mengen und Emissionen der Endprodukte zeigen einen kurzzeitigen Einbruch im Jahr 2010 und befinden sich nun wieder in etwa auf dem Ausgangsniveau von 2008. Die Emissionen hinter Importen und Exporten sind etwa gleich groß.

### 3.4 Material- und Emissionsflüsse der mineralischen Industrie

#### 3.4.1 Materialflüsse der mineralischen Industrie

Die mineralische Industrie ist hinsichtlich ihrer Produktionsstruktur von sehr hohen Massenflüssen geprägt. Dabei handelt es sich in der Regel um mineralische Rohstoffe wie Schotter oder Kies, die unverarbeitet in großen Tonnagen für unterschiedliche Anwendungsbereiche (z.B. Hinterfüllung, Straßenunterbau) zum Einsatz kommen und in nachfolgender Abbildung dominieren (siehe Roh-Pr). Andererseits inkludiert die mineralische Industrie auch wesentliche Verarbeitungstechnologien wie die Zement-, Kalk- oder Ziegelherstellung, die jedoch massenmäßig kaum sichtbar sind. Importe und Exporte machen von den Mengen her nur geringe Anteile aus, da der Transport von mineralischen Produkten über längere Strecken aufgrund der hohen Massen nur sehr eingeschränkt sinnvoll ist.

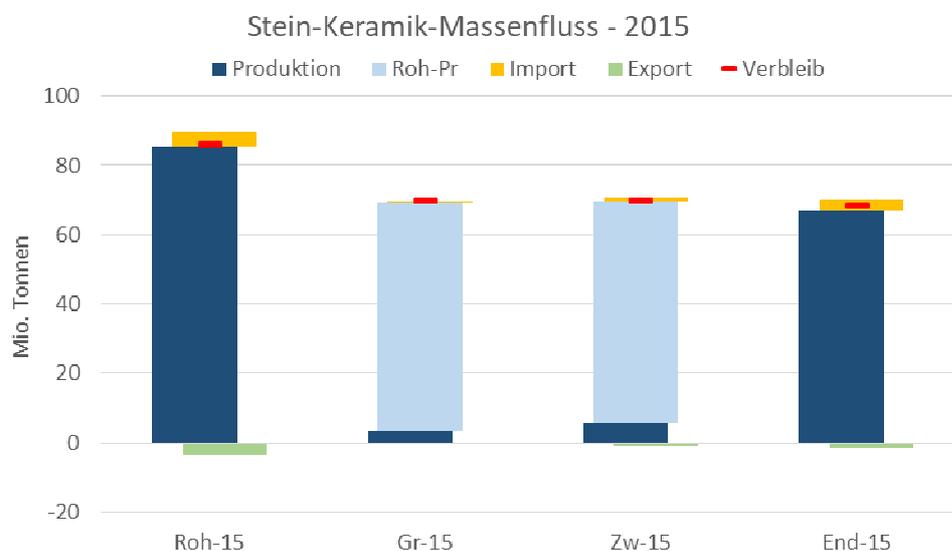


Abbildung 13: Prozesskettenbilanz der mineralischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015

Legende:

Roh ... Rohstoff	Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung
Gr ... Grundstoff	von außen... Güter aus anderen Materialbereichen
Zw ... Zwischenprodukt	Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)
End ... Endprodukt	

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass die Materialmengen in den letzten Jahren kontinuierlich abgenommen haben. Dies ist vor allem auf den starken Rückgang der Schotter-, Stein- und Kiesmengen zurückzuführen. Die Grundstoffproduktion (z.B. Zementklinker) sowie auch die Herstellung von Zwischenprodukten (z.B. Portlandzement, Kalk) ist 2010 etwas eingebrochen, konnte in den letzten Jahren jedoch wieder leichte Zunahmen verzeichnen. Dies ist in der Abbildung aufgrund der Größenverhältnisse nicht sichtbar. Bei der nationalen Herstellung von Zwischenprodukten ist der Rückgang der Mengen aber erkennbar. Auch bei den Endprodukten schlägt der Trend von der Rohstoffbereitstellung klar durch.

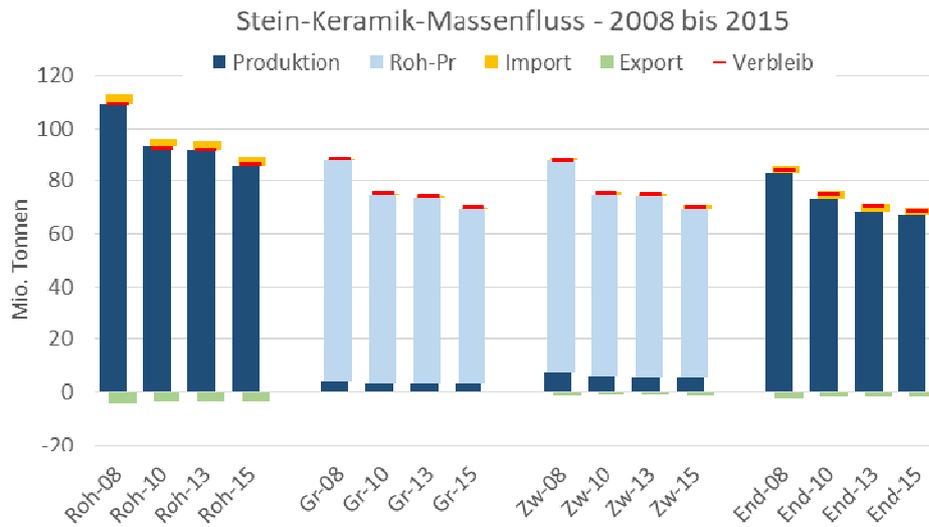


Abbildung 14: Materialflüsse der mineralischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

### 3.4.2 Emissionsflüsse der mineralischen Industrie

Die THG-Emissionen der mineralischen Industrie werden wesentlich von nationalen Aktivitäten verursacht, sie entstehen vor allem bei der Grundstoffproduktion (mineralische Bindemittel). Die Importe und Exporte sind bis zum Zwischenprodukt aufgrund des hohen Gewichts der Materialien und der damit verbundenen hohen Transportkosten in dieser Branche von geringerer Bedeutung. Trotz der geringen Materialmengen sind allerdings die Belastungen der importierten Endprodukte bedeutend und erhöhen somit insgesamt die konsumbasierten Emissionen dieser Materialgruppe. Diese Importe kommen aber aus anderen Produktlinien als die national hergestellten Zwischenprodukte.

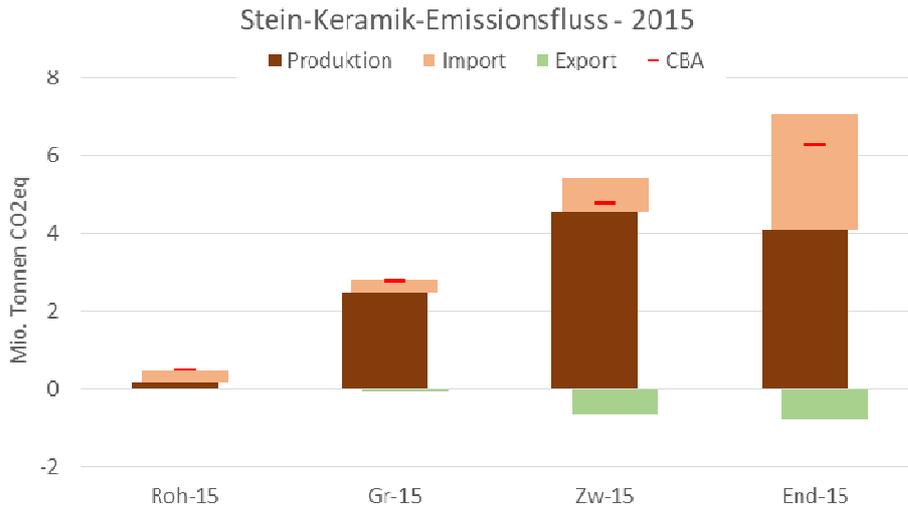


Abbildung 15: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der mineralischen Industrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

Die zeitliche Entwicklung der THG-Emissionen der mineralischen Industrie ist geprägt von einem recht deutlichen Rückgang im Jahr 2010 in fast allen Bereichen der Prozesskette. In den darauffolgenden Jahren bis 2015 zeigt sich dann wieder ein recht konstanter Verlauf. Diese Entwicklung korreliert auch in etwa mit jener der Materialmengen. Die konsumbasierten Emissionen sind somit im Jahr 2015 auf einem deutlich niedrigeren Niveau als im Jahr 2008.

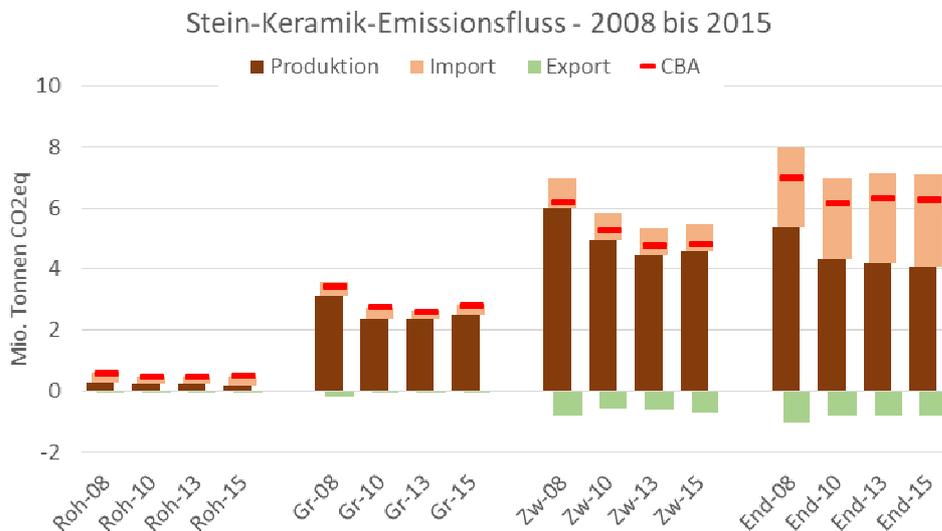


Abbildung 16: Emissionsflüsse der mineralischen Industrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

### 3.5 Material- und Emissionsflüsse der Papierindustrie

#### 3.5.1 Materialflüsse der Papierindustrie

Die österreichische Papierindustrie setzt im Jahr 2015 etwas mehr als 6 Millionen Tonnen (Mt) an Holz für die Herstellung von Zellstoff sowie Papier ein, wobei mehr als zwei Drittel davon aus Österreich stammt und knapp ein Drittel importiert wird. Wie aus nachfolgender Abbildung zu erkennen ist, geht nur ein Teil der Papierherstellung (Zwischenprodukt) über die Zellstoffroute (Grundstoff), der andere Teil wird über Holzschliff/Holzstoff hergestellt (Roh-Pr). Auf Ebene der Zwischenprodukte überwiegt das hergestellte Papier, das großteils ins Ausland verkauft wird. Der im Inland verbleibende Teil wird gemeinsam mit importiertem Papier zu Papierwaren (Endprodukt) weiterverarbeitet. Zusätzlich kommen hier noch Produkte von anderen Materialbereichen (z.B. Kalk, Stärke) für die Beschichtung hinzu (siehe grauer Balken „von außen“).

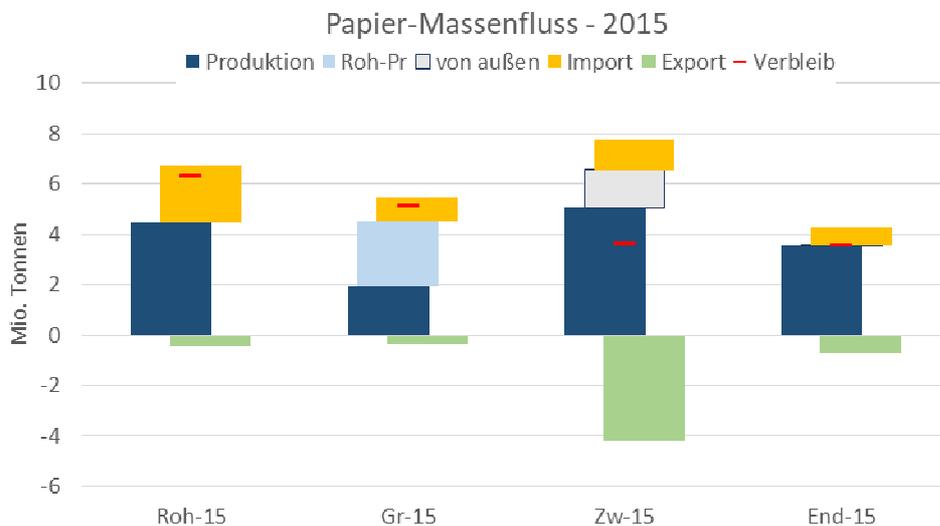


Abbildung 17: Prozesskettenbilanz hinter den Materialflüssen der Papierindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

Der Rohstoffeinsatz ist von 2008 bis 2015 leicht gesunken, wobei sich vor allem das Verhältnis zwischen Importen und nationaler Bereitstellung verändert hat. Von 2008 bis 2013 hat der Importanteil zugenommen, ab 2013 hat sich dieser Trend jedoch wieder umgekehrt. Die Grundstoffe zeigen insgesamt einen recht konstanten Verlauf, nur die Zellstoffimporte haben sich gesteigert. Bei den Zwischen- und auch Endprodukten sind bis auf eine leichte Abnahme bei der nationalen Herstellung kaum Veränderungen zu erkennen.

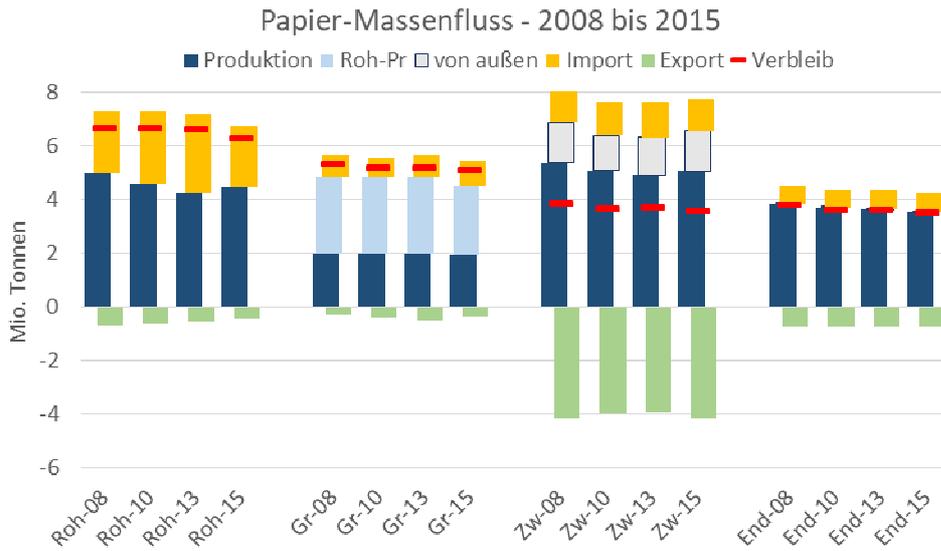


Abbildung 18: Materialflüsse der Papierindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 Roh-Pr ... Produkte ohne Verarbeitung  
 von außen... Güter aus anderen Materialbereichen  
 Verbleib ... Saldo (Konsum in Österreich)

### 3.5.2 Emissionsflüsse der Papierindustrie

Die THG-Emissionen der Papierindustrie werden primär durch die Bereitstellung der Zwischenprodukte (Rohpapier) geprägt (siehe nachfolgende Abbildung). Dies betrifft sowohl die nationale Produktion als auch die Importe und Exporte.

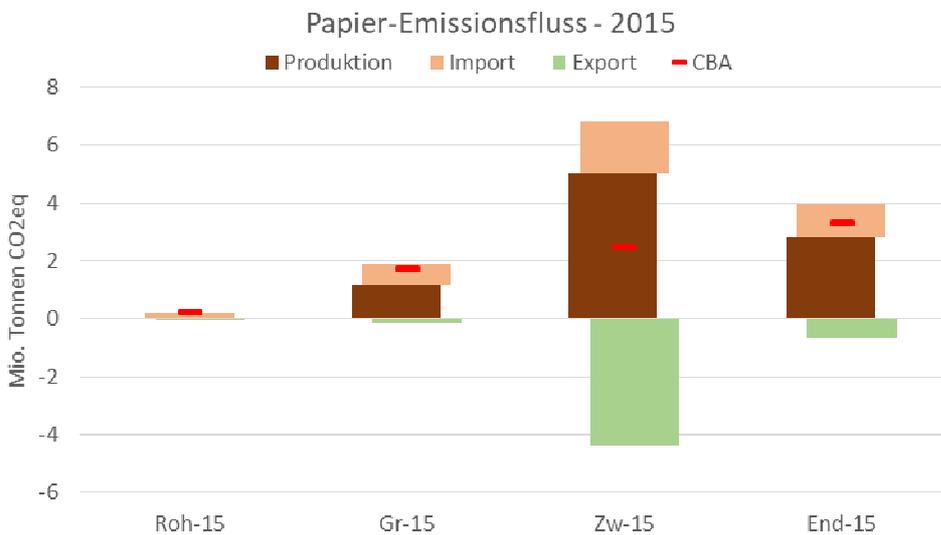


Abbildung 19: Prozesskettenbilanz hinter den Emissionsflüssen der Papierindustrie in Österreich, in Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>eq für das Jahr 2015

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

Die THG-Emissionen zeigen im Vergleich zu den Materialflüssen bei den Importen aufgrund einer höheren Emissionsintensität der Bereitstellung größere Bedeutung. Die Bereitstellung der Endprodukte verursacht nur mehr geringe Emissionen. Hier haben die Importe und die Exporte nur geringe Anteile.

Die Emissionen der Papierindustrie zeigen in den Jahren 2008 bis 2015 kaum gravierende Veränderungen. Analog den Materialflüssen ist nur ein leichter Rückgang von 2008 bis 2010 mit einer anschließenden raschen Erholung und leichtem Anstieg bis 2015 zu erkennen. Als wesentlichster Unterschied zu den Materialflüssen ist eine Zunahme der Emissionen der importierten Zwischenprodukte auf ein höheres Niveau als 2008 zu erkennen. Die Emission der Endprodukte aus nationaler Produktion ist nur gering höher als jene der Zwischenprodukte und bleibt im Betrachtungszeitraum konstant, ebenso die Emissionen der Importe und Exporte mit nur geringen Anteilen.

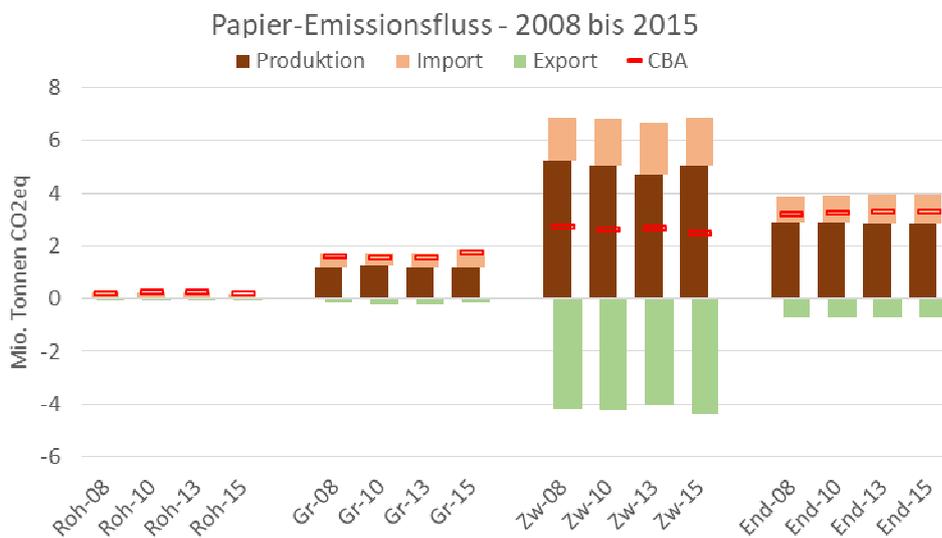


Abbildung 20: Emissionsflüsse der Papierindustrie in Österreich von 2008 bis 2015, in Mio. Tonnen CO<sub>2eq</sub>

Legende: Roh ... Rohstoff  
 Gr ... Grundstoff  
 Zw ... Zwischenprodukt  
 End ... Endprodukt  
 CBA ... Saldo -konsumbasierte Treibhausgasemission

## 4 POTENZIALE VON VERÄNDERTEN BEREITSTELLUNGSSTRUKTUREN FÜR WERTSCHÖPFUNG UND GLOBALEN KLIMASCHUTZ

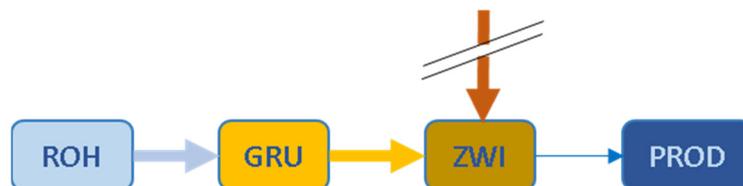
In diesem Kapitel werden zukünftige Potenziale für die Industrie durch verstärkte Herstellung von Produkten in Österreich in Szenarien abgeschätzt und auf ihre ökonomischen Effekte sowie Veränderungen für die globalen Klimabelastungen untersucht. Auswirkungen für die nationale THG-Inventur sind daraus nicht direkt ableitbar, da hier lebenszyklusbasierte Faktoren verwendet werden, welche die Belastungen der gesamten Vorketten mit berücksichtigen, die in der Inventur aber nicht abgebildet sind. Die THG-Emissionen werden dabei analog der in Kapitel 3 verwendeten Methodik berechnet, die ökonomischen Veränderungen werden direkt aus dem Produktionswert der Produkte errechnet. Es handelt sich dabei somit um keine Wertschöpfungseffekte.

Im Zuge dieser Arbeit wurden drei unterschiedliche Szenarien betrachtet, die nachfolgend mit den getroffenen Annahmen sowie den Ergebnissen dargestellt werden. Es handelt sich hierbei um generelle Entwicklungsrichtungen, um einerseits mögliche zukünftige Potenziale bzw. auch gegenläufige Trends aufzuzeigen. Als Ergebnis werden dabei immer die Veränderungen des jeweiligen Szenarios zur Referenzsituation im Jahr 2015 dargestellt. Um eine Vergleichbarkeit zwischen den Szenarien zu ermöglichen, wurde für alle Szenarien die Produktionsmenge an Zwischenprodukten als Bezugsgröße herangezogen und eine Veränderung im Ausmaß von insgesamt 400.000 Tonnen bei den Produkten mit den jeweils größten Mengen (TOP-Produkte) angenommen. Die Aufteilung auf die einzelnen Materialbereiche erfolgte gewichtet anhand der Produktionsanteile an den jeweiligen TOP-Produkten. Diese Ergebnisse der Szenarien sind nicht als realistische, quantitative Veränderung zu sehen, sondern sollen als Orientierung für die Abschätzung der Effekte und in weiterer Folge als Grundlage für detailliertere Analysen für einzelne Produktlinien sowie deren Umsetzbarkeit dienen.

### 4.1 Szenario – Re-Integration von Produktionsstätten

#### 4.1.1 Annahmen

Das erste Szenario simuliert eine verstärkte inländische Produktion bei gleichzeitiger Substitution von derzeit importierten Produkten. Aufgrund der sehr guten Industriestruktur im Bereich der Zwischenprodukte in Österreich und des generell sehr hohen Imports auf dieser Prozessstufe, wurde von einer Reduktion des Imports an Zwischenprodukten und steigender Produktion in Österreich ausgegangen. Um Zwischenprodukte verstärkt im Inland produzieren zu können, ist allerdings auch eine entsprechende Roh- und Grundstoffbereitstellung notwendig, die ebenfalls im Inland erfolgen soll.



Insgesamt wurde dabei von einer Substitution von 400.000 Tonnen importierten Zwischenprodukten ausgegangen, die proportional der Produktionsmenge auf die einzelnen Materialgruppen aufgeteilt wurde (z.B. circa 100.000 Tonnen für Eisenprodukte). In weiterer

Folge wurden diese Mengenänderungen bei den TOP-Produkten hinsichtlich der nationalen Produktionsmenge und auch bei den entsprechenden Importmengen berücksichtigt. Die Erhöhung der Roh- und Grundstoffe wurde entsprechend den Materialanteilen aus dem Materialfluss abgeschätzt.

#### 4.1.2 Ergebnisse

Die Effekte dieses Szenarios werden in den nachfolgenden Abbildungen zunächst nach Prozessschritten und in weiterer Folge nach Materialbereichen jeweils hinsichtlich der Veränderungen der globalen THG-Emissionen sowie der monetären Produktionswerte dargestellt. Die ersten beiden Darstellungen zeigen dabei die Veränderungen der THG-Emissionen sowie der monetären Werte der Produkte nach den Prozessschritten in der Produktionskette. Die Emissionen bzw. die monetären Effekte sind dabei nach nationaler Produktion, Import (und Transport) und Export gegliedert und dabei jeweils in die einzelnen Prozessschritte aufgeteilt, um daraus die resultierenden Effekte besser erkennen zu können.

In Abbildung 21 ist zu erkennen, dass diese Verschiebung von Importen zu nationaler Produktion von Zwischenprodukten zu einem deutlichen Rückgang der globalen THG-Emission führt (siehe orange Balken), da einer kumulierten Mehr-Emission von etwa 600 Kilotonnen (kt) in der inländischen Prozesskette eine Reduktion in der Höhe von mehr als 800 kt CO<sub>2eq</sub> in ausländischen Prozessketten gegenüberstehen. Die Erhöhung der Emission der Zwischenprodukte im Inland inkludiert dabei bereits die notwendigen Aufwendungen bei Roh- und Grundstoffen, um Zwischenprodukte herstellen zu können. Darüber hinaus führt die verstärkte Bereitstellung der Produkte über weniger emissionsintensive Herstellketten im Inland zu weniger Belastungen hinter den Produkten, was am negativen strichlierten dunkelblauen Balken zu erkennen ist. Dies macht sich aber auch im Export in geringeren Belastungen bemerkbar, da die Vorketten dieser Produkte geringere Belastungen aufweisen.

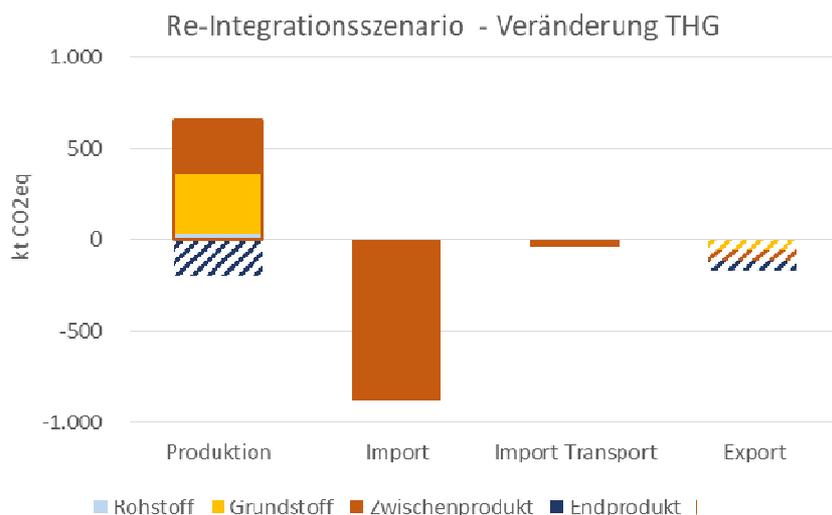


Abbildung 21: Veränderungen der THG-Emissionen im Re-Integrationsszenario entlang der Prozesskette

Legende: Strichliert = indirekte Effekte ohne direkte Massenveränderungen

Monetär zeigt sich ein ähnliches Bild in einer etwas weniger ausgeprägten Form. Durch die steigende Produktion im Inland wird geringfügig mehr Wert generiert als im Ausland durch den reduzierten Import verloren geht. Bei der inländischen Produktion können die Beiträge der einzelnen Prozessschritte dargestellt werden, während der Import den kumulierten Wert des Zwischenprodukts darstellt, in dem die vorigen Prozessschritte enthalten sind. Innerhalb der Prozesskette in Österreich liegt die höchste Wertsteigerung vom Grundstoff zum Zwischenprodukt vor, vom Roh- zum Grundstoff ist der Wertzuwachs geringer.

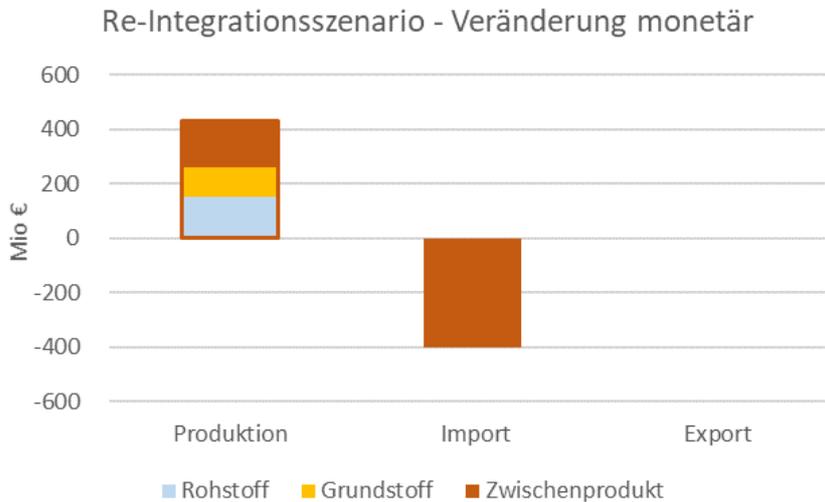


Abbildung 22: Monetäre Veränderungen im Re-Integrationszenario entlang der Prozesskette

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Veränderungen nach den einzelnen Materialgruppen. Daraus wird sowohl bei den THG-Emissionen als auch dem monetären Wert ersichtlich, dass in einem Re-Integrationszenario metallische Produkte die höchsten Effekte aufweisen. Generell ist dieselbe Struktur wie in den obigen Abbildungen zu erkennen. Die einzelnen Balken zeigen nun aber die Veränderungen kumuliert über alle Prozessschritte hinweg. Dadurch ist beispielsweise die Reduktion der nationalen Emission bei Endprodukten durch die „saubereren“ Vorketten in nachfolgender Darstellung nicht getrennt ausgewiesen, sondern in der Summe der einzelnen Balken saldiert.

Die Veränderungen bei den THG-Emissionen bestätigen, dass die Substitution von Importen durch nationale Produktion in allen Materialbereichen zu geringeren Mehremissionen in Österreich im Vergleich zu den Einsparungen im Ausland führt. Dies ist trotz der zusätzlichen Produktion von Rohstoffen und Grundstoffen im Inland der Fall, die für die Bereitstellung der Zwischenprodukte notwendig sind. Zusätzlich sinken, wie bereits erwähnt, auch die Emissionen hinter den produzierten und exportierten Endprodukten durch die „saubereren“ Vorketten, wobei die Einsparungen bei den inländischen Produkten bereits in den Produktionsbalken enthalten sind.

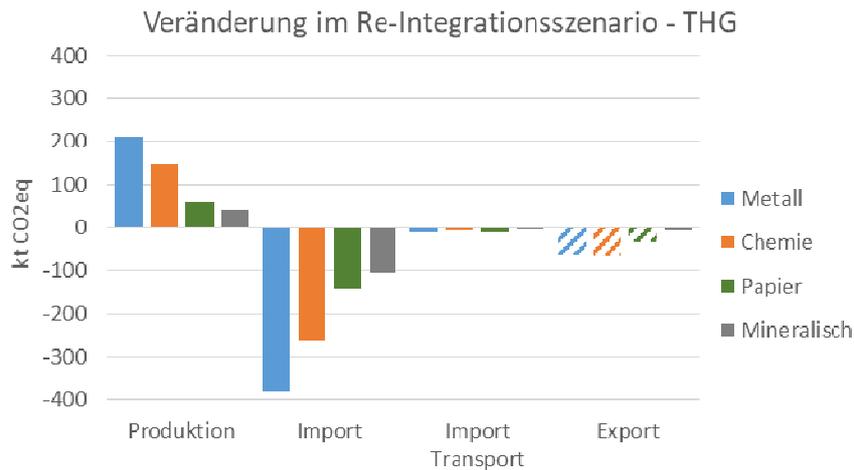


Abbildung 23: Veränderungen der THG-Emissionen im Re-Integrationsszenario nach Materialgruppen

Legende: Strichliert = indirekte Effekte ohne direkte Massenveränderungen

Die monetären Veränderungen weisen durchaus Unterschiede zwischen den Materialbereichen auf. Bei Metallprodukten ist ein deutlicher monetärer Zuwachs durch eine verstärkte nationale Produktion zu erkennen, bei chemischen Produkten hingegen führt diese Entwicklung aus globaler Sicht durch den Wegfall teurerer Importe zu einem leichten Rückgang. Papier- und mineralische Produkte weisen kaum sichtbare Unterschiede zwischen dem monetären Wert der Produkte aus In- und Ausland auf.

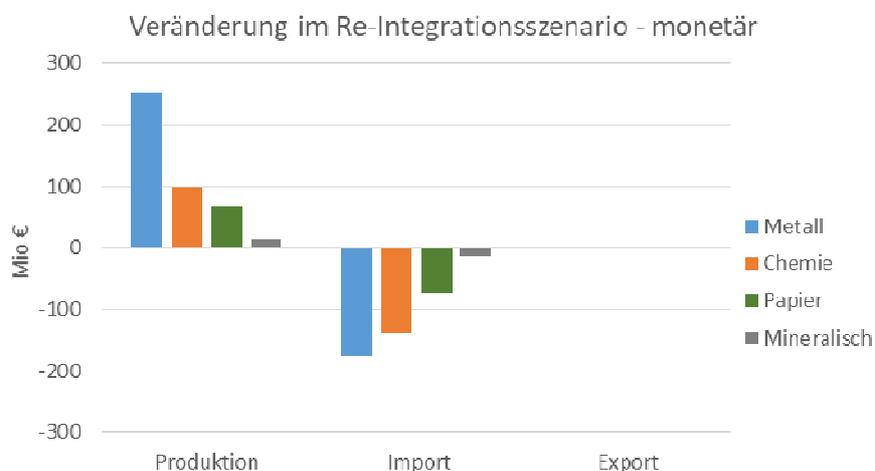


Abbildung 24: Monetäre Veränderungen im Re-Integrationsszenario nach Materialgruppen

Insgesamt lässt sich für ein Re-Integrationsszenario folgern, dass die Substitution von Importen durch verstärkte inländische Produktion, in diesem Fall abgebildet auf Ebene der Zwischenprodukte, zu Mehremissionen im Inland führt. Dieser steht global betrachtet allerdings eine Reduktion in der internationalen Bereitstellung gegenüber, die zu deutlichen Netto-Reduktionen an THG-Emissionen im Bereich von 400 bis 600 kt CO<sub>2</sub>eq führen würde (siehe „THG-Global“), je nach Einbeziehung von indirekten Effekten (siehe strichlierte Balken) in der

Bereitstellungskette der nationalen Produktion und des Exports von Endprodukten. Die Auswirkung auf die konsumbasierten THG-Emissionen (Produktion + Import – Export) liegt etwas niedriger, da die Exportemissionen, die bei dieser Bilanzierungsform abgezogen werden und damit mindernd wirken, durch die „saubereren“ Vorketten leicht zurückgehen (siehe THG-Konsum in nachfolgender Abbildung).

Monetär zeigt sich, global gesehen ("Mio €-Global"), ein recht ausgeglichenes Bild, da die Steigerung des Produktionswerts im Inland durch den Wegfall der Importe fast aufgewogen wird. Betrachtet man aber die Produktionswert-Veränderung im Inland könnte in diesem Szenario eine Steigerung im Ausmaß von über 800 Mio. Euro generiert werden („Mio €-AT), da einerseits verstärkt in Österreich produziert wird und andererseits keine Importe zugekauft werden müssten.

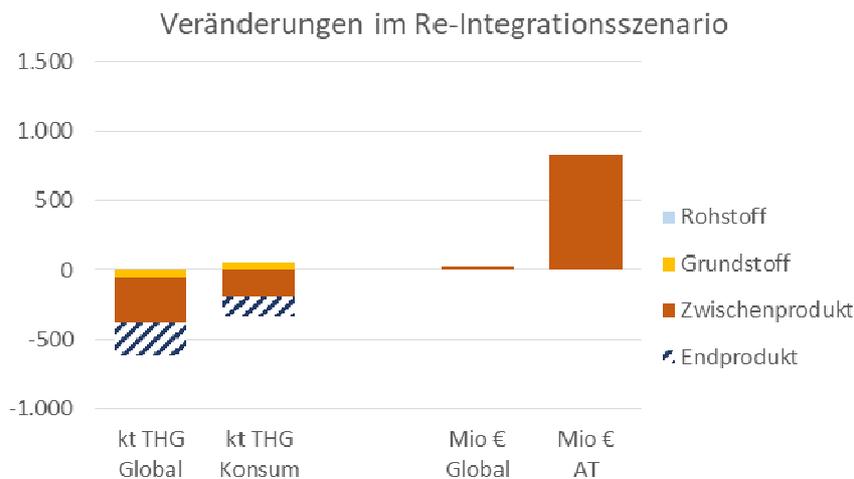


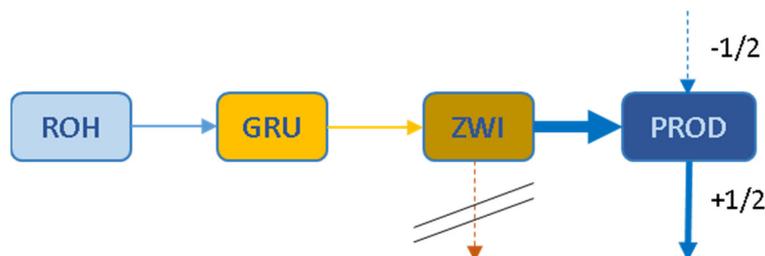
Abbildung 25: Zusammenfassende Betrachtung der Veränderungen im Re-Integrationsszenario

Legende: Strichliert = indirekte Effekte ohne direkte Massenveränderungen

## 4.2 Szenario – Vertiefung der Wertschöpfungskette

### 4.2.1 Annahmen

Das Szenario „Vertiefung der Wertschöpfungskette“ simuliert einen höheren Veredelungsgrad im Inland. Dabei wird eine Reduktion der Exporte von Zwischenprodukten und daraus eine Weiterverarbeitung zu Endprodukten in Österreich angenommen. Da der Konsum unverändert bleiben soll, wird von einer Substitution der Hälfte der derzeitigen Importe dieser Produkte und vom Export der anderen Hälfte ins Ausland ausgegangen.



In diesem Szenario wurde wieder von einer gesamten Veränderung im Ausmaß von etwa 400.000 Tonnen ausgegangen, wobei die Festlegung der Mengenveränderung in den einzelnen Materialgruppen und die Aufteilung auf die jeweiligen TOP-Produkte analog dem Re-Integrationsszenario entsprechend der Produktionsmenge von Zwischenprodukten erfolgten.

#### 4.2.2 Ergebnisse

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Effekte dieser Annahmen auf die globalen THG-Emissionen sowie die monetären Auswirkungen getrennt nach Prozessschritten und den unterschiedlichen Materialbereichen dargestellt. Die Emissionen bzw. die monetären Effekte sind dabei nach nationaler Produktion, Import (und Transport) und Export gegliedert und jeweils nach den einzelnen Prozessschritten aufgeteilt.

Aus Abbildung 26 ist zu erkennen, dass der Export an Zwischenprodukten maßgeblich reduziert wird, was zu einem Rückgang der THG-Emission um etwa 700 kt führt. Die nun verstärkte Weiterverarbeitung im Inland führt zu vermehrter Herstellung von Endprodukten und zu einer zusätzlichen Emission im Inland. Diese teilt sich zur Hälfte auf die im Inland verbleibenden Endprodukte, die Importe dieser Endprodukte ersetzen und in Exporte ins Ausland auf. Dadurch steigt die Emission für die Herstellung von Endprodukten, die in Österreich verbleiben, um knapp 400 kt, es fällt aber die Emission hinter dem Import dieser Produkte in der Höhe von etwa 500 kt weg. Die Herstellung der zweiten Hälfte der Endprodukte, die in den Export gehen, führt zu weiteren 400 kt CO<sub>2eq</sub>. Insgesamt ergibt sich global damit eine klare Reduktion der ausgelösten Emissionen, die tatsächlich noch höher ausfallen müsste, da auch die Emissionen der Weiterverarbeitung der Zwischenprodukte im Ausland wegfallen, die hierbei nicht betrachtet wurden.

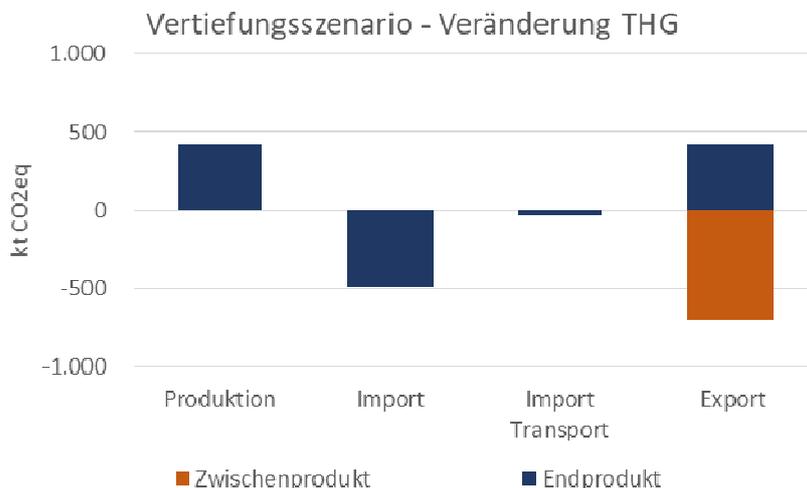


Abbildung 26: Veränderungen der THG-Emissionen im Vertiefungsszenario entlang der Prozesskette

Die Veränderungen beim monetären Wert zeigen ähnliche Tendenz. Der geringere Export an Zwischenprodukten führt zu einem Rückgang des Produktionswerts in der Höhe von 400 Mio. Euro. Dem steht die Herstellung der (teureren) Endprodukte in Österreich gegenüber. Die eine Hälfte der zusätzlichen Produktion an Endprodukten scheint als „Produktion“ für die

im Inland verbleibenden Endprodukte mit knapp 450 Mio. Euro auf. Ihr steht der Wegfall der Importe im ähnlichen Ausmaß gegenüber. Die zweite Hälfte der national produzierten Endprodukte geht in den Export mit einem Produktionswert von knapp über 400 Mio. Euro. Es ergibt sich damit global ein geringer Wertzuwachs, bei dem allerdings der Wegfall der Weiterverarbeitung der Zwischenprodukte wegen der nicht bekannten Verarbeitungswege im Ausland nicht einbezogen ist.

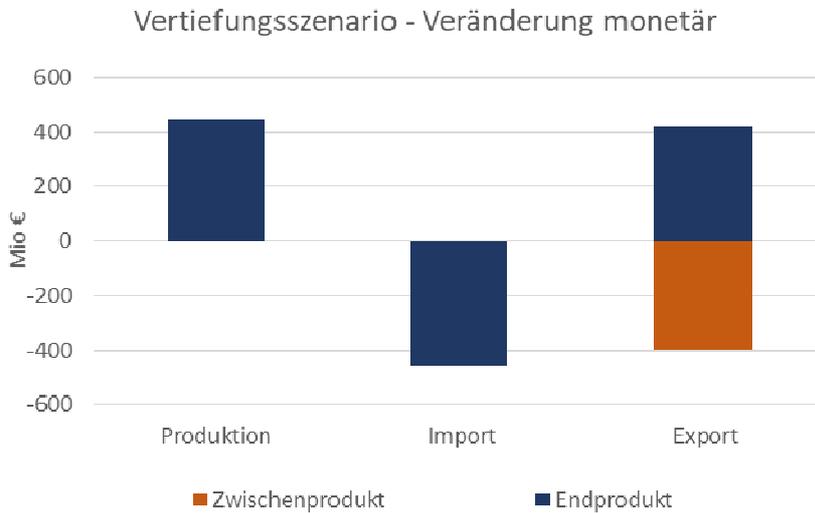


Abbildung 27: Monetäre Veränderungen im Vertiefungsszenario entlang der Prozesskette

Die Verteilung der Veränderung der THG-Emissionen aller Prozessschritte auf die Materialbereiche zeigt die Struktur der oben beschriebenen Effekte, wobei allerdings der jeweilige Gesamtsaldo auf die Branchen aufgeteilt ist. Wiederum weisen metallische Produkte die höchsten absoluten Veränderungen auf. In diesem Materialbereich sind auch nur sehr geringe Unterschiede zwischen der Steigerung durch die Herstellung in Österreich und dem Wegfall der Importe aus dem Ausland zu erkennen. Andere Bereiche wie chemische Produkte zeigen hingegen bei der nationalen Herstellung deutlich geringere Emissionen.

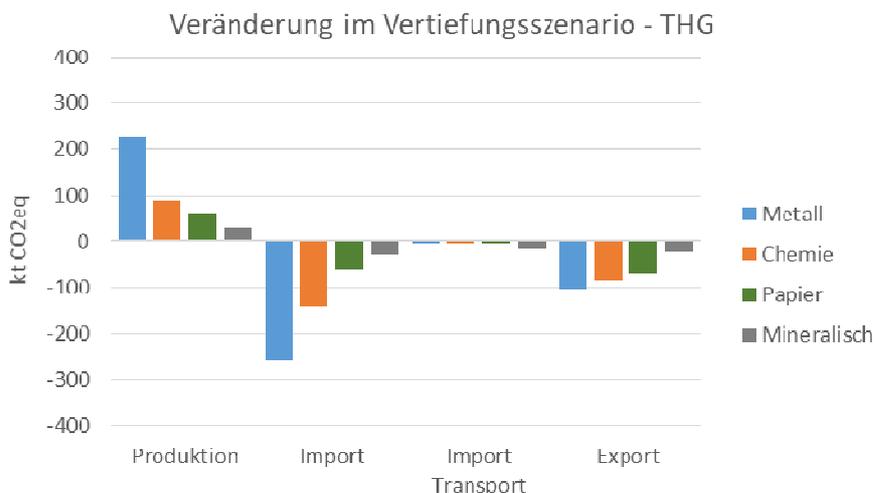


Abbildung 28: Veränderungen der THG-Emissionen im Vertiefungsszenario nach Materialgruppen

Bei der Veränderung des monetären Werts ist wieder die Metallindustrie von größter Bedeutung. Generell ergibt sich ein deutlich höherer Wertzuwachs in Österreich gegenüber den wegfallenden Importen. Beim Export zeigt sich aus hinzukommenden Exporten von Endprodukten und dem Verlust der Exporte von Zwischenprodukten meist eine ausgeglichene Bilanz. Nur bei Chemieprodukten ist eine leicht negative Veränderung zu erkennen, was an hochpreisigen Zwischenprodukten liegen könnte.

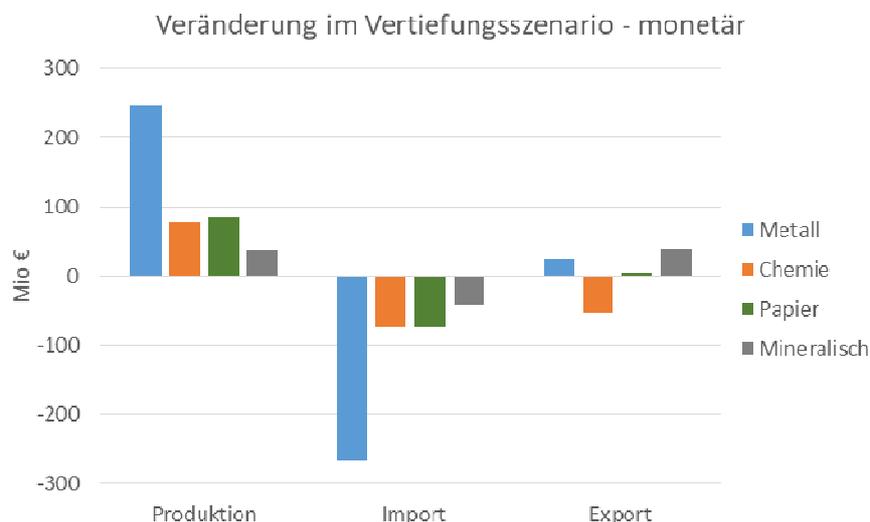


Abbildung 29: Monetäre Veränderungen im Vertiefungsszenario nach Materialgruppen

Nachfolgende Abbildung zeigt die Zusammenfassung der Ergebnisse des Vertiefungsszenarios. Die globalen Veränderungen der THG-Emissionen zeigen einen deutlichen Rückgang von knapp 400 kt CO<sub>2eq</sub> („THG-Global“), der durch den Wegfall der Zwischenprodukte und auch der importierten Endprodukte gegenüber der Steigerung der nationalen Produktion verursacht wird. Eine konsumbasierte Bilanzierung hingegen zeigt hingegen ein ausgeglichenes Verhältnis, da der deutliche Rückgang der Exportemissionen negativ bilanziert wird.

Die monetäre Veränderung ist vor allem aus Sicht der nationalen Perspektive positiv (Mio € AT), indem einerseits teurere Endprodukte exportiert werden und andererseits der Wegfall des Imports mit geringeren Ausgaben verbunden wäre, wodurch sich insgesamt ein deutlicher Wertzuwachs in Österreich von über 900 Mio. Euro ergäbe. Global gesehen sind die Zuwächse in Österreich nur geringfügig höher als die Verlust im Ausland.

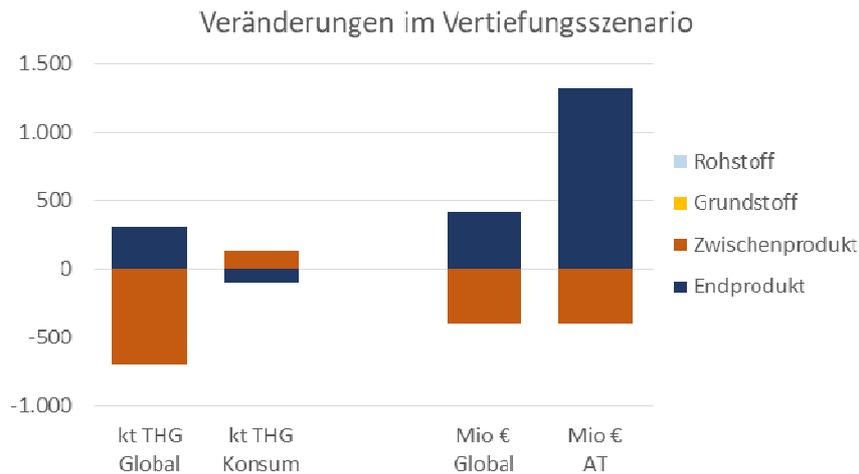
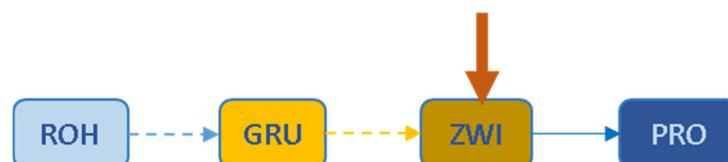


Abbildung 30: Zusammenfassende Betrachtung der Veränderungen im Vertiefungsszenario

## 4.3 Szenario – „Carbon Leakage“

### 4.3.1 Annahmen

Dieses Szenario simuliert einen gegenläufigen Trend zu den anderen beiden Szenarien, indem von einem verstärkten Import von Zwischenprodukten ausgegangen wird. In diesem Fall wird die nationale Produktionskette von Zwischenprodukten durch importierte Zwischenprodukte ersetzt und damit ins Ausland ausgelagert. Auch in diesem Szenario wird insgesamt von einer Veränderung im Ausmaß von 400.000 Tonnen ausgegangen, die über die Produktionsanteile bei den Zwischenprodukten auf die Materialbereiche und deren TOP-Produkte aufgeteilt wurde.



### 4.3.2 Ergebnisse

Das „Carbon Leakage“ Szenario zeigt bei den THG-Emissionen negative Veränderungen, da einem Rückgang bei den nationalen Emissionen der Zwischenprodukte deutlich höhere Mehremissionen durch deren zusätzlichen Import gegenüberstehen. Darüber hinaus steigen auch die Belastungen bei national hergestellten Endprodukten und exportierten Produkten durch die emissionsintensivere Bereitstellungskette im Ausland an (siehe strichlierte Balken).

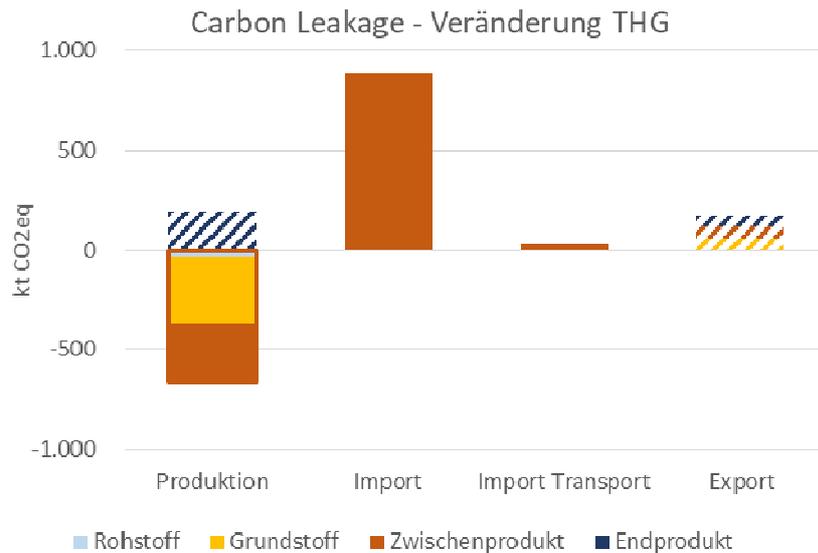


Abbildung 31: Veränderungen der THG-Emissionen im „Carbon Leakage“ Szenario entlang der Prozesskette

Legende: Strichliert = indirekte Effekte ohne direkte Massenveränderungen

Monetär zeigt dieses Szenario aus globaler Sicht keine gravierenden Veränderungen, da importierte und national hergestellte Zwischenprodukte insgesamt in etwa auf dem gleichen Preisniveau liegen. Für Österreich bedeutet dies natürlich einen Verlust an Produktionswert und dahinter stehender Wertschöpfung.

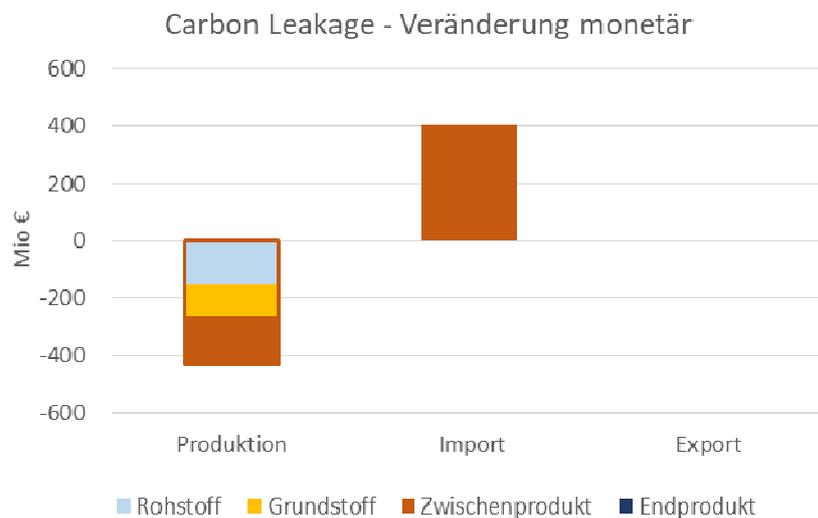


Abbildung 32: Monetäre Veränderungen im „Carbon Leakage“ entlang der Prozesskette

Die Darstellung nach den Materialbereichen zeigt wieder die saldierten Werte der einzelnen Prozessschritte nach Inlandsproduktion, Import und Export. Hier spiegeln die einzelnen Materialbereiche diese Entwicklung noch deutlicher wider. Bei den THG-Emissionsveränderungen zeigt sich in allen Bereichen eine stärkere Steigerung gegenüber der Minderung der nationalen Produktion, was an der deutlich höheren Emissionsintensität der ausländischen Bereitstellung von Zwischenprodukten im Vergleich zu Österreich liegt. Dieses

Bild ist einheitlich über alle betrachteten Materialgruppen hinweg zu erkennen. Beim Export sind die Veränderungen durch die damit etwas höhere Emission hinter den einzelnen Produkten ebenfalls sichtbar, aber vergleichsweise gering.

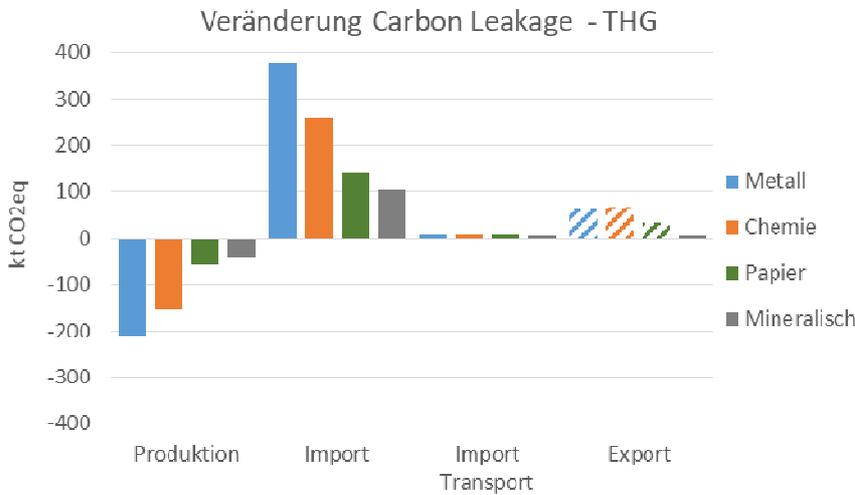


Abbildung 33: Veränderungen der THG-Emissionen im „Carbon Leakage“ Szenario nach Materialgruppen

Legende: Strichliert = indirekte Effekte ohne direkte Massenveränderungen

Die Veränderung des monetären Produktionswerts weist Unterschiede zwischen den Materialbereichen auf. Bei den wertmäßig dominierenden metallischen Produkten ist bei diesem Szenario mit einem klaren monetären Verlust zu rechnen, bei chemischen Produkten hingegen dürften teurere Importe zu einem leichten Anstieg des globalen Produktionswerts führen, was sich für Österreich aber negativ auswirken würde. In den anderen Materialbereichen ist die Situation weitgehend ausgeglichen.

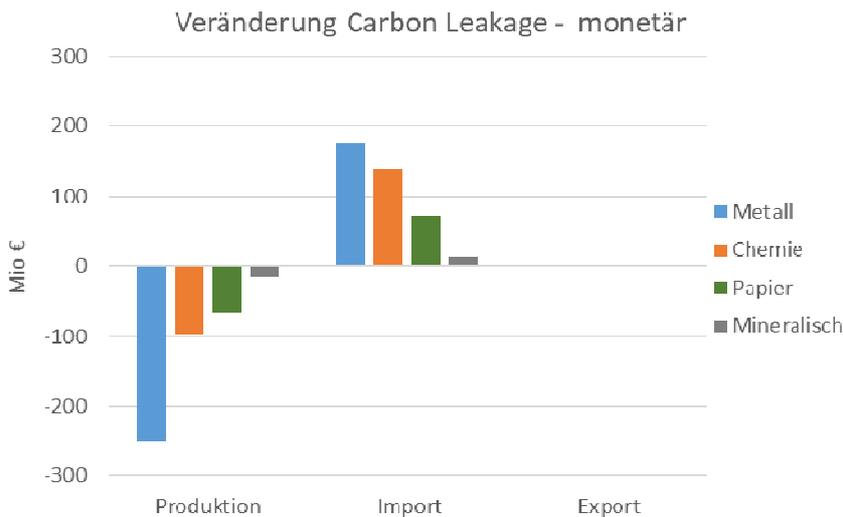


Abbildung 34: Monetäre Veränderungen im „Carbon Leakage“ Szenario nach Materialgruppen

Zusammenfassend zeigt dieses „Carbon Leakage“ Szenario, dass eine Verlagerung von Produktionsstätten von Österreich ins Ausland insgesamt zu einem deutlichen Anstieg der globalen (bis knapp über 600 kt CO<sub>2eq</sub>) sowie auch konsumbasierten THG-Emissionen (bis knapp 300 kt CO<sub>2eq</sub>) führen würde. Monetär ergäben sich aus globaler Sicht nur wenige Veränderungen, die für Österreich aber massive Wertverluste, verursacht durch geringeren Produktionswert und höhere Ausgaben für Importe, im Ausmaß von bis zu über 800 Mio. Euro zur Folge hätten.

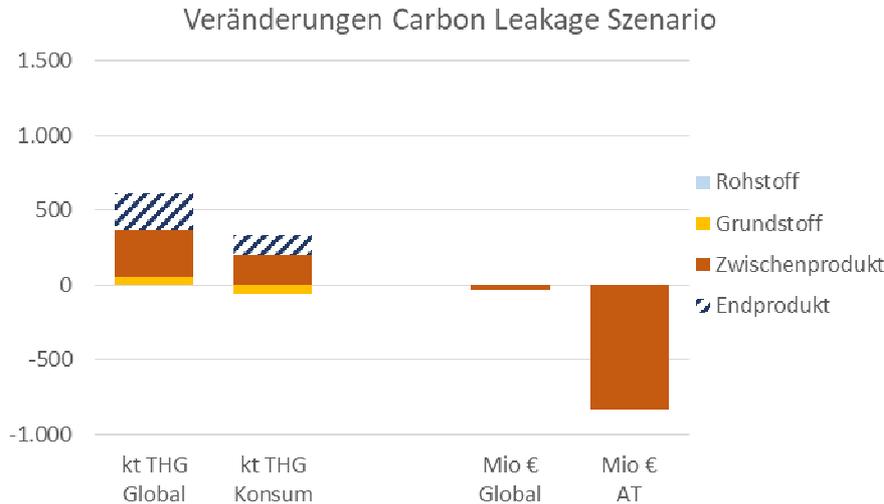


Abbildung 35: Zusammenfassende Betrachtung der Veränderungen im „Carbon Leakage“ Szenario

Legende: Strichliert = indirekte Effekte ohne direkte Massenveränderungen

## 5 ZUSAMMENFASSUNG, EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

In der vorliegenden Studie werden aktuelle Entwicklungen in der Struktur der Produktionsketten hinter den in Österreich verwendeten Produkten dargestellt. Dabei sollten Möglichkeiten für einen verstärkten Aufbau von Wertschöpfungsketten in Österreich untersucht bzw. die Gefahr von möglichen negativen Auswirkungen durch eine Verlagerung von Produktionsstätten ins Ausland („Carbon Leakage“) aufgezeigt werden. Dafür wurden Szenarien erstellt, die mögliche Entwicklungsrichtungen abbilden und Tendenzen aufzeigen sollen, ohne dass die verwendeten Werte selbst Zielwerte wären. In den hier betrachteten Szenarien werden die Beiträge für die Erreichung globaler Klimaziele, die Veränderung der konsumbasierten Emissionen von Österreich sowie die monetären Auswirkungen auf den Produktionswert in der gesamten Produktionskette und aus österreichischer Sicht dargestellt. Sie sollen damit als Grundlage für wirtschaftspolitische Zielrichtungen dienen, denen detailliertere produkt- und betriebspezifische Analysen folgen müssen, um die konkrete Umsetzbarkeit derartiger Veränderungen prüfen.

Ein **Re-Integrationszenario** simuliert eine Substitution von Importen an Zwischenprodukten durch verstärkte nationale Produktion, wodurch entsprechend der Bereitstellungskette auch die nationale Roh- und Grundstoffproduktion erhöht werden muss. Das Ergebnis dieses Szenarios zeigt eine Verringerung der Emissionen in der gesamten Prozesskette, da die **zusätzliche nationale Produktion zu deutlich niedrigeren Mehremissionen im Ausmaß von etwa 440 kt CO<sub>2eq</sub> führt als die Einsparungen durch den reduzierten Import** bringen. Dies ist einerseits durch die geringere Emissionsintensität der Produktion in Österreich verglichen mit den nach Österreich exportierenden Ländern, sowie andererseits durch indirekte Effekte bei der Herstellung von Endprodukten durch geringere Belastungen in den Vorketten begründet. Spezifisch betrachtet könnte über die betrachteten Materialgruppen hinweg **1 Tonne an Mehremissionen in Österreich eine Einsparung von 1,9 Tonnen an THG-Emissionen** auf globaler Ebene bringen. Monetär zeigt sich in der gesamten Prozesskette (Saldo global) ein recht ausgeglichenes Bild, da die Steigerung des Produktionswerts im Inland durch den Wegfall der Importe fast aufgewogen wird. Aus österreichischer Sicht (Saldo AT) würde sich aber ein **deutlicher Wertzuwachs im Ausmaß von über 800 Mio. Euro** ergeben, dies entspricht etwa **2 000 Euro je Tonne re-integrierter Zwischenprodukte**, da einerseits verstärkt in Österreich produziert wird und andererseits keine Importe zugekauft werden müssten.

Das **Vertiefungsszenario** geht von einer Vertiefung der Wertschöpfungskette in Österreich aus, indem weniger Zwischenprodukte exportiert und dafür zu Endprodukten weiterverarbeitet werden. Damit die Konsummengen nicht verändert werden, wird für die eine Hälfte der Ersatz von importierten Endprodukten und zur anderen Hälfte ein zusätzlicher Export angenommen. **Insgesamt sinken in diesem Szenario die Emissionen in der gesamten Prozesskette um etwa 370 kt CO<sub>2eq</sub>**, da die Reduktion durch den Wegfall der Zwischenprodukte und des Imports eines Teils der Endprodukte gegenüber der hinzukommenden Emission durch die nationale Produktion deutlich überwiegt. Analog dem Re-Integrationszenario ergibt sich ebenfalls eine globale Emissionseinsparung bei der Substitution von Importen durch inländische Produktion von Endprodukten, wobei **1 Tonne an Mehremissionen durch die nationale Produktion** von Endprodukten für den heimischen Konsum im Durchschnitt über alle Materialgruppen hinweg

**1,24 Tonnen CO<sub>2eq</sub>** im Ausland reduziert. Dieser Faktor liegt deutlich unter jenem des Re-Integrationsszenarios, da in diesem Szenario die Veränderung erst ab den Zwischenprodukten erfolgt und keine indirekten Effekte in den Vorketten auftreten. Bezieht man allerdings die Effekte hinter dem Export mit ein, würde der Faktor auf etwa 1,5 ansteigen. Eine konsumbasierte Bilanzierung würde hingegen nur wenig Veränderung zeigen, da der deutliche Rückgang der Exportemissionen sich dann negativ auswirkt. Monetär ist dieses Szenario auf globaler Ebene relativ ausgeglichen mit einem nur geringen Wertzuwachs von 100 Mio. Euro. **Für Österreich** würde sich aber ein deutlicher monetärer Vorteil aus zusätzlichem Produktionswert und eingesparten Importen im Ausmaß **von 900 Mio. Euro bzw. etwa 2.250 Euro je Tonne** weiterverarbeitetem Zwischenprodukt ergeben.

Das **„Carbon Leakage“ Szenario** geht von einer Verlagerung von Produktionsstätten für die Herstellung von Zwischenprodukten ins Ausland aus. Die Ergebnisse dieses Szenarios zeigen eindeutig, dass dabei sowohl bei den THG-Emissionen als auch beim monetären Produktionswert mit Verschlechterungen gerechnet werden muss. Die **THG-Emissionen** würden entlang der gesamten Produktionskette um etwa **430 kt CO<sub>2eq</sub> ansteigen**, dies entspricht einer **globalen Mehremission von 1,9 t CO<sub>2</sub> je reduzierter Tonne CO<sub>2eq</sub> in Österreich**. Monetär ergäbe sich bei ausgeglichener Situation in der gesamten Prozesskette ein massiver **monetärer Verlust in Österreich von über 800 Mio. Euro**.

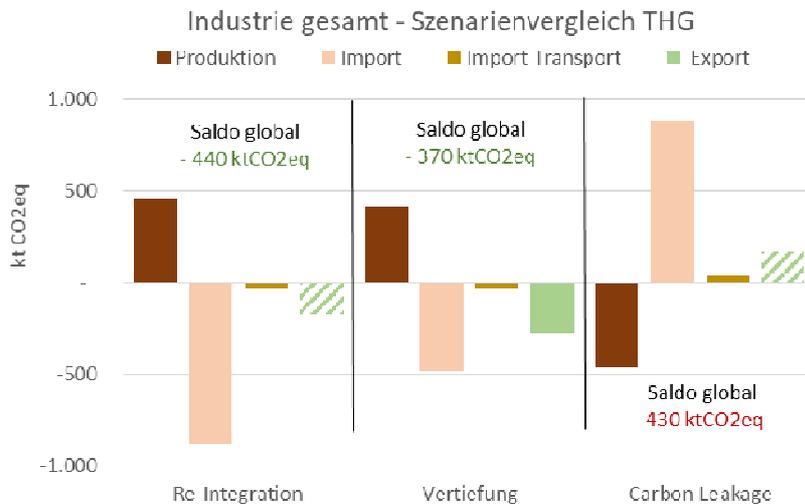


Abbildung 36: Vergleich der Veränderungen bei den THG-Emissionen in den Szenarien

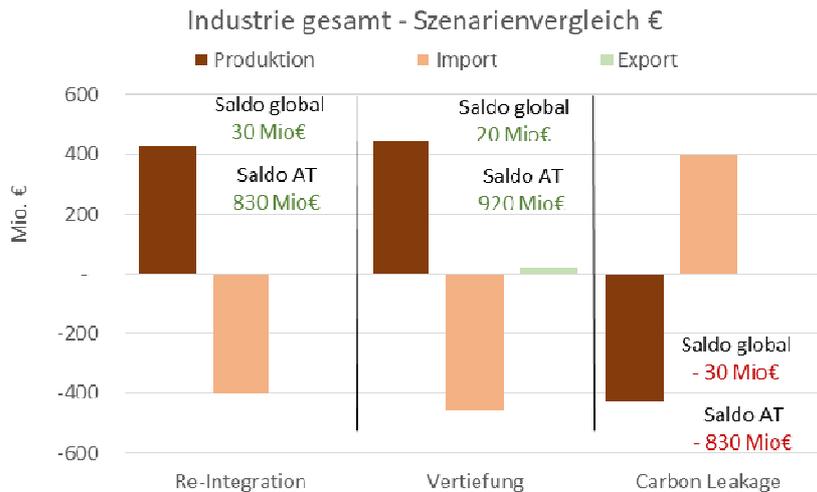


Abbildung 37: Vergleich der monetären Veränderungen in den Szenarien

Die Ergebnisse dieser Szenarien zeigen somit, dass eine verstärkte industrielle Produktion in Österreich zu nationalen Mehremissionen führt, aus globaler Sicht allerdings aufgrund des hohen technologischen Entwicklungsstandes und der vergleichsweise geringen Emissionsintensität der eingesetzten Energieträger THG-Emissionen eingespart werden könnten. Darüber hinaus ist die Produktion von qualitativ hochwertigen Produkten ein wesentlicher Eckpfeiler für die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Generierung von Wertschöpfung für den Wirtschaftsstandort Österreich.

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

Ecoinvent, Version 3.2.

IEA 2017. Extended World Energy Balances 2008-2015: IEA World Energy Statistics and Balances (database).

Statistik Austria. Außenhandelsstatistik 2008-2015.

Statistik Austria. Konjunkturstatistik 2008-2015.

Windsperger, A., B. Windsperger, D. N. Bird, G. Jungmeier, H. Schwaiger, R. Frischknecht, C. Nathani, R. Guhsl und A. Buchegger 2017. Lebenszyklusbasierte Modellierung der THG-Emissionen hinter dem Konsum in Österreich. Endbericht zum Forschungsprojekt im Auftrag des Klima- und Energiefonds, Wien.

## 7 ANHANG

Tabelle 2: CO<sub>2</sub>-Emissionsintensitäten in tCO<sub>2</sub>/TJ nach Branchen bei den wichtigsten Handelspartnern von Österreich (IEA 2017)

Länder	Iron & steel industry	Chemical industry	Non-ferrous metal industry	Non-metallic Minerals	Paper, Pulp and Print	Agriculture / Forestry
Vereinigte Arab. Emirate	91,86	58,92	116,67	98,34	47,12	94,60
Schweiz	26,18	26,64	28,52	42,20	20,16	11,65
China	101,41	104,36	143,62	107,74	97,56	108,85
Tschechische Republik	86,07	70,94	89,66	64,70	46,53	66,84
Deutschland	86,52	68,44	88,79	64,36	63,06	94,60
Spanien	78,73	66,12	77,04	64,62	46,89	75,29
Frankreich	81,98	44,26	20,20	51,59	28,50	62,78
Vereinigtes Königreich	88,86	69,81	83,56	75,91	79,68	62,14
Ungarn	76,66	55,31	55,46	57,55	43,78	66,71
Italien	78,50	53,31	66,91	63,56	43,67	76,48
Niederlande	87,34	57,17	93,35	67,72	68,85	64,48
Polen	98,95	108,92	103,97	73,34	66,47	76,39
Russische Föderation	91,86	86,16	116,67	95,06	47,12	94,60
Slowenien	64,96	44,80	69,81	54,26	64,44	73,94
Slowakei	78,44	43,56	50,04	43,41	11,28	50,81
Serbien	85,53	65,06	139,65	100,66	64,44	88,25
Österreich	74,37	37,46	42,04	37,90	29,01	37,79
Global	91,86	86,16	116,67	95,06	47,12	94,60
Europa	81,28	60,93	72,68	63,47	41,39	68,84