

Umweltatlas *Lieferketten*

UMWELTWIRKUNGEN UND HOT-SPOTS IN DER LIEFERKETTE

Analyse der Umweltwirkungen in acht ausgewählten
Branchen entlang der globalen Wertschöpfungsketten von
der Rohstoffgewinnung bis zu den eigenen Standorten

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZITIERWEISE

Jungmichel, Norbert, Christina Schampel und Daniel Weiss (2017):
Umweltatlas Lieferketten – Umweltwirkungen und Hot-Spots in der Lieferkette.
Berlin/Hamburg: adelphi/Systain.

IMPRESSUM

Herausgeber

adelphi
Alt-Moabit 91
10559 Berlin
www.adelphi.de
office@adelphi.de

Systain Consulting GmbH
Brandstwierte 1
20457 Hamburg
www.systain.com
info@systain.com

Autorinnen und Autoren

Dr. Moritz Nill, Norbert Jungmichel, Christina Schampel (alle Systain) und Daniel Weiss (adelphi)

Design

Odenthal Design, Berlin

Bilder

Karten: eigene Darstellungen auf Grundlage von © white – Fotolia.com
Grafiken: © Systain und Odenthal Design
Hintergrundtextur: © Design Cuts – Eclectic Anthology

Stand

März 2017

Inhalt

Ziele und Aufbau des Atlas	2
Hinweise zum methodischen Ansatz	4
I. Ausgewählte Umweltthemen im Überblick	5
Treibhausgasemissionen	5
Luftverschmutzung	6
Wasserverbrauch	6
Landnutzung	7
II. Branchensteckbriefe	8
Spezifische Umweltwirkungen	10
Umweltwirkungen der Lieferkette im Verhältnis zu eigenen Standorten	11
Bekleidungseinzelhandel	12
Chemieindustrie	16
Elektronikindustrie	20
Fahrzeugbau	24
Lebensmitteleinzelhandel	28
Maschinenbau	32
Metallerzeugung und -verarbeitung	36
Papierindustrie	40
III. Maßnahmen zur Gestaltung und Optimierung einer nachhaltigen Lieferkette	44
IV. Geeignete nächste Schritte	46
Quellenverzeichnis (alphabetisch)	47

Ziele und Aufbau des Atlas

Nicht zuletzt durch die Umsetzung der EU-Richtlinie zur nichtfinanziellen Berichterstattung in nationales Recht gewinnt Nachhaltigkeitsmanagement für immer mehr Unternehmen an Bedeutung. Dabei entsteht der Großteil der Nachhaltigkeitsbelastungen deutscher Unternehmen oftmals in der Lieferkette. Unternehmen sind daher dazu aufgefordert, ihrer gesellschaftlichen Verantwortung auch dort nachzukommen.

Wesentliche Nachhaltigkeitsthemen und Handlungsfelder in der Lieferkette zu ermitteln stellt für Unternehmen einen ersten wichtigen Meilenstein des nachhaltigen Lieferkettenmanagements dar. Die Fokussierung ist wichtig, um die begrenzten personellen und finanziellen Ressourcen möglichst effektiv und effizient einsetzen zu können. Das ist oft nicht einfach. Denn sowohl die Beschaffung von Daten über Landesgrenzen hinweg als auch die Einflussnahme auf Direkt- und Unterlieferanten zur Verbesserung ihrer Nachhaltigkeitsleistung ist für Unternehmen herausfordernd. Die vorliegende Publikation möchte Unternehmen in beiden Punkten unterstützen und dabei helfen, Transparenz bezüglich der wesentlichen Umweltwirkungen entlang der Lieferkette herzustellen.

Der „Umweltatlas Lieferketten“ zeigt für ausgewählte Branchen mit hohen Umweltwirkungen auf, an welchen Stellen und in welcher Weltregion der Lieferketten negative Auswirkungen auftreten können. Somit werden „Hot-Spots“ für die jeweilige Branche sichtbar gemacht. Umweltwirkungen werden anhand der vier Schlüsselthemen Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Wasserverbrauch und Landnutzung dargestellt (*Teil I*). Die Ergebnisse zeigen die Umweltwirkung der jeweiligen Branche in Deutschland mit der zugehörigen Lieferkette, d. h. von der Gewinnung benötigter Rohstoffe über die Verarbeitung auf vorgelagerten Stufen bis zu den direkten Lieferanten (*Teil II*). Die Berechnungen erfolgten mithilfe eines um ökologische Daten erweiterten Input-Output-Modells (siehe „Hinweise zum methodischen Ansatz“ für weitere Informationen). Darauf aufbauend stellt der Atlas mögliche Maßnahmen zur Gestaltung und Optimierung einer nachhaltigen Lieferkette vor (*Teil III*).

Die Auswahl der acht Branchen erfolgte in mehreren Schritten unter maßgeblicher Berücksichtigung von Daten des Statistischen Bundesamtes.¹ Die in diesem Umweltatlas betrachteten Branchen sind:

- Bekleidungseinzelhandel
- Chemieindustrie
- Elektronikindustrie
- Fahrzeugbau
- Lebensmittelhandel
- Maschinenbau
- Metallerzeugung und -verarbeitung
- Papierindustrie

¹ Grundlage der Auswahl war die Betrachtung der deutschen Unternehmenslandschaft (Produktion und Handel; hier: Lebensmittel und Bekleidung) auf Grundlage von Größe/Umsatz, Importanteil der Leistungen in der Lieferkette, Relevanz von Umweltwirkungen und Bedeutung für die deutsche Wirtschaft (u. a. Branchenstruktur, öffentliche Präsenz).

Der vorliegende Atlas betrachtet die vorgelagerte Wertschöpfungskette, d. h. die Stufen von der Gewinnung benötigter Rohstoffe über die Verarbeitung bis zu den direkten Lieferanten. Um die Umweltwirkungen in der Lieferkette modellieren zu können, wird die Lieferkette in drei idealtypische Stufen sowie die Stufe der eigenen Standorte/Produktion unterteilt:



Auch wenn Lieferketten in der Praxis um ein Vielfaches komplexer und differenzierter aufgebaut sind, finden sich in den allermeisten Lieferketten die o. g. grundlegende Struktur wieder. Umweltwirkungen werden im Atlas anhand der Schlüsselbereiche (Treibhausgasemissionen usw.) und Lieferkettenstufen dargestellt.

Zwei Hinweise sind bei der Lektüre des Atlas zu beachten: Erstens bedeutet die Tatsache, dass der Atlas die vorgelagerte Wertschöpfungskette betrachtet, im Umkehrschluss nicht, dass wesentliche Umweltwirkungen in den ausgewählten Branchen nur dort auftreten können. Unternehmen aller Branchen sollten im Rahmen ihres Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagements auch nachgelagerte Wertschöpfungsstufen – bspw. Nutzungs- und Entsorgungsphasen – betrachten, um dort die Umwelt- und Nachhaltigkeitsleistung zu verbessern. Zweitens bedeutet die Fokussierung auf Schlüsselthemen im Umweltbereich nicht, dass andere Umwelt- oder Nachhaltigkeitsthemen unwesentlich sind. Das Unternehmen sollte die ganze Bandbreite an Nachhaltigkeitsthemen bei der Identifizierung und Analyse wesentlicher Auswirkungen berücksichtigen. Dazu gehören neben weiteren Umweltthemen auch Handlungsfelder wie Menschenrechte, Arbeitspraktiken oder faire Betriebs- und Geschäftspraktiken.² Auf dieser Basis kann das Unternehmen zu einer begründeten Fokussierung auf wesentliche Themen und Handlungsfelder kommen. Weiterführende Informationen zur Bestimmung wesentlicher Handlungsfelder finden Unternehmen bspw. in dem Leitfaden „Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lieferkettenmanagement“, der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und dem Umweltbundesamt herausgegeben wird.³

Die Autorinnen und Autoren danken allen Expertinnen und Experten, die im Rahmen eines Fachdialogs und von Hintergrundgesprächen an der Erstellung des Atlas mitgewirkt haben.

Begriffsdefinition

Der Begriff „Umweltwirkung“ beschreibt die ökologischen Belastungen, die durch Aktivitäten in der Lieferkette und an den eigenen Unternehmens- und Produktionsstandorten in der jeweiligen Branche entstehen. Umweltwirkungen werden mithilfe der im Atlas verwendeten Methodik der erweiterten Input-Output-Modellierung für die einzelnen Umweltthemen ermittelt. Der Begriff orientiert sich grundsätzlich an der „Umweltauswirkung“ gemäß DIN ISO 14001: 2015. Die Bezeichnung „Umweltintensität“ beschreibt die umsatzbezogenen Belastungen der Umwelt entlang der Wertschöpfungskette, d. h. Umweltwirkung pro EUR Umsatz einer Branche. Dies gilt auch für die Begriffe „Emissionsintensität“ und „Wasserintensität“.

² Die DIN ISO 26000:2011 liefert eine Übersicht über Kernthemen des Nachhaltigkeitsmanagements, die auch auf das nachhaltige Lieferkettenmanagement übertragen werden kann.

³ Weiss et al. 2017: Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lieferkettenmanagement. Praxisleitfaden für Unternehmen. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.

Beschreibung der Methodik

Die Umweltwirkungen der acht Fokusbranchen wurden mit einem ökologisch erweiterten Input-Output-Modell (Miller et al. 2009) durch Systain berechnet. Das Modell basiert auf statistischen Daten zur internationalen Wertschöpfungsverflechtung der globalen Wirtschaft zwischen 82 Branchen in 43 Ländern und 5 Regionen. Das Modell zeigt die Vorleistungen (Güter, Dienstleistungen), die eine bestimmte Branche von anderen Branchen bezieht, und in welchen Ländern diese Branche beheimatet sind bzw. in welche Länder sich die Wertschöpfungsketten verzweigen. Dadurch lässt sich bspw. für den deutschen Fahrzeugbau oder die deutsche Chemieindustrie der Aufbau der Lieferkette nachvollziehen.

Diese ökonomischen Daten über die wirtschaftlichen Verflechtungen von Branchen und Ländern aus den Input-Output-Tabellen werden mit Umweltdaten der jeweiligen Branchen und Länder verknüpft. Dadurch können Aussagen getroffen werden, wie hoch die Umweltbelastungen der Branche in dem Land sind, aus dem Vorleistungen bezogen werden. Werden diese Daten über die gesamten Lieferketten zusammengefasst, lassen sich die Umweltwirkungen entlang der vorgelagerten Wertschöpfungsstufen quantifizieren.

In zwei bedeutenden internationalen Forschungsvorhaben sind diese sog. ökologisch erweiterten Input-Output-Modelle entwickelt worden, deren Daten für den Atlas verwendet werden: EXIOBASE (EXIOBASE2 2007) und WIOD – World-Input Output Database (Timmer et al. 2015).

Die ökonomischen Daten, die den Berechnungen zugrunde liegen, wurden um Preiseffekte länderspezifischer Inflation korrigiert. Die Umrechnung von Währungen in Euro erfolgte mit Daten zu Wechselkursen von WIOD.

In der Untersuchung der acht Fokusbranchen wurden vier wichtige Umweltbelastungen betrachtet: Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Wasserverbrauch und Landnutzung. Hierzu wurde jeweils ein geeigneter Leitindikator gewählt. Obwohl weitere Umweltbelastungen besondere Relevanz in den jeweiligen Branchen haben können, konnten sie im Rahmen dieser Untersuchung nicht näher betrachtet werden. Die Berechnungen liefern eine faktenbasierte Aussage zu den Umweltwirkungen der jeweiligen Branche entlang ihrer Wertschöpfungskette und ermöglichen den Vergleich mit anderen Branchen.

Hinweise zu den Daten

Treibhausgasemissionen: Kohlendioxid, Methan und Lachgas in der Gewichtung des IPCC 2013 (WIOD, Daten aus den Jahren 2005–2009; Angabe in CO₂-eq)

Luftverschmutzung: Stickoxide (NO_x)

Wasserverbrauch: sogenanntes Blaues Wasser (Grund- und Oberflächenwasser, das zur Herstellung eines Produktes genutzt wird und nicht mehr in ein Gewässer zurückgeführt wird – Definition des Water Footprint Networks); zur Identifikation von Regionen mit hoher Wasserknappheit wurde der Wasserknappheitsindikator von Pfister (Water Scarcity Indices, WSI) zugrunde gelegt (Pfister et al. 2009); hoher Wasserstress gilt ab einem WSI-Wert von 0,5

Landnutzung: Betrachtung der Flächeninanspruchnahmen durch Acker- und Weideflächen, produktiv genutzte Waldflächen sowie industrielle Flächen. Es wurden Daten der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) bzw. FAOSTAT zugrunde gelegt.

I. Ausgewählte Umweltthemen im Überblick

Der Atlas adressiert vier Schlüsselbereiche des Umweltschutzes: Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Wasserverbrauch und Landnutzung.



Treibhausgasemissionen

Der steigende Ausstoß von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) sorgt für die Beschleunigung des Klimawandels (Pachauri et al. 2015). Ursache ist vor allem die Verbrennung von fossilen Brennstoffen zur Gewinnung von Energie. Bei der Nutzung von Strom und Wärme fallen entlang der Wertschöpfungskette CO₂-Emissionen an, die zum Klimawandel beitragen (Erhard et al. 2016: 9; Bundesumweltministerium 2015). Hinzu kommen weitere Treibhausgase wie Methan und Lachgas, die eine vielfach höhere Auswirkung als CO₂ haben und unter anderem in der Landwirtschaft entstehen.

Vom ungebremsten Klimawandel sind schwerwiegende Auswirkungen zu erwarten. Das Abschmelzen der Polkappen oder das Artensterben etwa sind bereits wissenschaftlich eindeutig nachweisbar (Umweltbundesamt 2016). Diese teilweise irreversiblen Folgen haben ihrerseits wiederum gravierende Auswirkungen auf Ökosysteme und Menschen, z. B. bei der Trinkwasserversorgung (TEEB DE 2014).

Im Rahmen ihres nachhaltigen Lieferkettenmanagements berücksichtigen Unternehmen die Risiken, die mit dem Ausstoß der von ihnen verursachten THG-Emissionen verbunden sind. Insbesondere energieintensive Industrien sehen sich mit einem strengen regulatorischen Rahmen konfrontiert, und es ist anzunehmen, dass dieser noch strikter wird, beispielsweise durch Steuern oder Abgaben auf THG-Emissionen (CO₂-Zertifikate).

Viele Regierungen wirken auf einen Strukturwandel hin und stärken die Wettbewerbsfähigkeit derjenigen Unternehmen, die ihre Emissionen konsequent reduzieren – auf Produktions- wie Produktebene. Hohe THG-Emissionen in der Lieferkette führen zu regulatorischen sowie Kostenrisiken. Außerdem können durch veränderte Klimabedingungen auch physische Risiken auftreten. Etwa wenn Extremwetterereignisse in Regionen stattfinden, in denen (Vor-)Lieferanten tätig sind (Erhard et al. 2016: 14). Ein entsprechendes Geschäftsrisiko wäre beispielsweise der Ausfall von Produktionsanlagen bei Lieferanten in den betroffenen Gebieten (ebd.).



Luftverschmutzung

Luftschadstoffe wie Stickoxidemissionen (NO_x) oder Feinstaub werden u. a. durch industrielle Prozesse oder die Nutzung fossiler Energieträger freigesetzt und können sich sowohl auf die Umwelt als auch auf die Gesundheit negativ auswirken.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) führt für das Jahr 2012 bis zu 6,5 Millionen Todesfälle auf die Luftverschmutzung zurück, davon etwa 90 % in Schwellen- und Entwicklungsländern (WHO 2014). Insbesondere urbane Ballungsgebiete sind betroffen und auch in Europa werden die Richtwerte der WHO regelmäßig überschritten.

Für Unternehmen ergeben sich, z. B. durch verschärfte Auflagen zur Luftreinhaltung, vor allem regulatorische Risiken entlang ihrer Wertschöpfungskette. Beispielsweise wurden in China die gesetzlichen Regelungen zur Feinstaubbelastung verstärkt. Dies führte zur Verlagerung der Produktion oder zu eingeschränkten Transportverkehren (Hoffmann 2014).



Wasserverbrauch

Das Vorkommen an Grund-, Quell- und Oberflächenwasser (sogenanntes Blaues Wasser) wird global gesehen zu etwa 70 % von der Landwirtschaft, zu 19 % von der Industrie und zu 11 % von Haushalten (einschließlich Trinkwasser) genutzt (FAO 2016).

Laut Weltwasserbericht der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) haben schätzungsweise 768 Millionen Menschen keinen Zugang zu guter Wasserversorgung (WWAP 2014). Die mangelnde Verfügbarkeit und Qualität verschärfen vielerorts humanitäre Krisen. Im Jahr 2050 werden mehr als 40 % der Weltbevölkerung in Gebieten mit starkem Wasserstress, d. h. unter akutem Wassermangel, leben (ebd.). Hiervon sind auch Produktionsmärkte in den Lieferketten der deutschen Wirtschaft betroffen, z. B. China, Indien und Südafrika (Wagnitz 2014).

Akuter Wassermangel führt zu Produktionsausfallrisiken bei Lieferanten. Zudem können regulatorische Risiken für Einschränkungen des Wasserverbrauchs oder für steigende Wasserkosten in der Lieferkette sorgen (Kraljevic 2012). Schließlich bestehen Reputationsrisiken im Fall von sozialen Konflikten aufgrund von Wassermangel in Regionen, in denen (Vor-)Lieferanten tätig sind (Wagnitz 2014; CDP 2016).



Landnutzung

Der Begriff „Landnutzung“ beschreibt im Atlas die Inanspruchnahme von Flächen. Dies umfasst die vier Landnutzungsarten industrielle Nutzung, Nutzung für Ackerflächen zur Ernte landwirtschaftlicher Güter, Nutzung für Weideflächen für den fortdauernden (mind. 5 Jahre) Anbau von Grünfütterpflanzen sowie die Nutzung von Waldflächen für die Rohstoffgewinnung. Die Flächenangaben im Atlas treffen keine Aussage zur Intensität unterschiedlicher Landnutzungsformen.

Die Nutzung von Naturflächen für Bebauung, Landwirtschaft oder Gewinnung von Rohstoffen wurde in den letzten Jahrzehnten deutlich beschleunigt (Haberl 2015). Mit der wachsenden Flächeninanspruchnahme gehen die Zerstörung von Naturflächen und der Verlust von Ökosystemen bzw. Biodiversität einher. Die FAO berechnet, dass ein zusätzlicher Landverbrauch von zirka 100 Millionen Hektar bis 2050 für Wohnen, Industrie und Infrastruktur zu erwarten ist, davon mehr als 90 % in Entwicklungsländern (Fritsche et al. 2015: 3). Die globale Bodenversiegelung, z. B. für industrielle Flächen, schädigt nachhaltig die Bodenfunktionen – ein nahezu irreversibler Prozess. Landwirtschaftliche Praktiken, die Nachhaltigkeitsbelange nur unzureichend adressieren, können in hohem Maße zu Artenverlust, Bodenerosion und Verlust der Speicher- und Pufferfunktion von Böden führen.

Auch im Bereich Landnutzung bestehen regulatorische Risiken für Unternehmen bzw. ihre Lieferketten. Außerdem können der Verlust von Naturflächen sowie die Einschränkung von Lebensräumen zu Reputationsrisiken bei denjenigen Unternehmen führen, deren Lieferkette ein hohes Maß an Landnutzung aufweist.

II. Branchen- steckbriefe

Überblick

Die Grafiken veranschaulichen die Umweltwirkungen der acht ausgewählten Branchen mit ihren Lieferketten in den vier Feldern Treibhausgase, Luftverschmutzung, Wasserverbrauch und Landnutzung. Die Ergebnisse umfassen die eigenen Standorte der Branchenbetriebe in Deutschland, die zugehörigen Lieferanten und vorgelagerten Stufen sowie die Gewinnung der benötigten Rohstoffe. Detaillierte Angaben finden Sie in den jeweiligen Branchensteckbriefen.

Elektronikindustrie



Umsatz 170 Mrd. EUR

Die Elektronikindustrie mit ihrer gesamten Wertschöpfungskette gehört zu den weniger umweltintensiven Branchen, sowohl absolut als auch umsatzbezogen.

Maschinenbau



Umsatz 235 Mrd. EUR

Der Maschinenbau gehört trotz seiner Größe zu den Branchen mit vergleichsweise geringen Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette. Bezogen auf den Umsatz schneidet der Maschinenbau von den acht untersuchten Branchen sogar am besten ab.

Fahrzeugbau



Umsatz 450 Mrd. EUR

Der Fahrzeugbau ist die umsatzstärkste der acht Branchen. Entsprechend hoch fallen die absoluten Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette dieser Branche aus. Bezieht man die Umweltwirkungen auf den Umsatz, schneidet der Fahrzeugbausektor mit seiner Lieferkette vergleichsweise gut ab.

Lebensmitteleinzelhandel



Umsatz 191 Mrd. EUR

Der Lebensmitteleinzelhandel weist die höchsten Umweltwirkungen der untersuchten Branchen auf. Dieser Sektor ist der größte Wasserverbraucher. Die globale Flächeninanspruchnahme des deutschen Lebensmitteleinzelhandels von 22 Mio. Hektar entspricht fast zwei Drittel der Fläche der Bundesrepublik.

Metallerzeugung und -verarbeitung



Umsatz 205 Mrd. EUR

Die Metallerzeugung und -verarbeitung hat von den acht untersuchten Branchen den höchsten Gesamt-Ausstoß an THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette. Mit 0,7 Kilogramm CO₂-eq pro EUR Umsatz weist diese Branche die höchste CO₂-Intensität auf.

Papierindustrie



Umsatz 37 Mrd. EUR



Die Papierindustrie ist die kleinste der untersuchten Branchen. Somit fällt zwar die absolute Umweltwirkung entlang der Wertschöpfungskette vergleichsweise gering aus. Bezogen auf den Umsatz liegt sie jedoch im oberen Bereich.

Die Chemieindustrie ist gemessen am Umsatz die zweitgrößte Branche der Untersuchung. Entsprechend hoch sind die absoluten Umweltwirkungen der gesamten Wertschöpfungskette. Die Chemieindustrie besitzt den zweithöchsten Wasserverbrauch im Vergleich zu den anderen Branchen. Die globale Flächeninanspruchnahme, vor allem durch die Gewinnung von Rohstoffen, entspricht der Fläche Baden-Württembergs.

Bekleidungseinzelhandel

Umsatz 44 Mrd. EUR



In der Wertschöpfungskette des Bekleidungseinzelhandels kommt die Herstellung von Textilien zum Tragen. Im Vergleich zu den anderen Branchen liegen die absoluten Umweltwirkungen im mittleren Bereich, bezogen auf den Umsatz zeigt sich jedoch die hohe Umweltintensität der Wertschöpfungskette.

Chemieindustrie



Umsatz 265 Mrd. EUR

Spezifische Umweltwirkungen

Die absoluten Umweltwirkungen einzelner Branchen hängen mit der Größe der jeweiligen Branche zusammen. So sind zum Beispiel die Umweltwirkungen des Fahrzeugbaus und der chemischen Industrie meist höher als in den anderen Sektoren. Umweltschutz-Aktivitäten in der Lieferkette besitzen demzufolge ein großes Potential zur Verringerung von Umweltschäden.

Die Betrachtung der Umweltintensität, d. h. der Umweltwirkungen bezogen auf den Branchenumsatz, zeigt, dass auch für Branchen, die weniger groß sind, Handlungsbedarf besteht. Besonders die Papierindustrie und der Bekleidungseinzelhandel besitzen eine hohe Umweltintensität, auch wenn die absoluten Umweltwirkungen vergleichsweise gering sind.

**UMWELTWIRKUNGEN DER EINZELNEN FOKUSBRANCHEN
INKL. LIEFERKETTE PRO EURO UMSATZ DER BRANCHE**

gerundete Werte	 Treibhausgase	 Luftverschmutzung	 Wasserverbrauch	 Landnutzung
	kg/EUR	g/EUR	l/EUR	m ² /EUR
Bekleidungseinzelhandel	0,3	0,8	13,6	0,3
Chemieindustrie	0,4	0,7	9,5	0,2
Elektronikindustrie	0,3	0,5	3,0	0,1
Fahrzeugbau	0,3	0,6	4,1	0,1
Lebensmitteleinzelhandel	0,6	1,6	46,6	1,2
Maschinenbau	0,2	0,5	2,8	0,0
Metallerzeugung und -verarbeitung	0,7	0,9	3,4	0,0
Papierindustrie	0,4	1,0	8,5	0,1

FARBCODE



Fokusbranchen mit dem höchsten Wert



Fokusbranchen im mittleren Bereich



Fokusbranchen mit dem niedrigsten Wert

Der Lebensmitteleinzelhandel besitzt sowohl absolut als auch spezifisch hohe Umweltwirkungen. Insbesondere beim Wasserverbrauch liegt die Wertschöpfungskette des Lebensmitteleinzelhandels um ein Vielfaches über den Verbrauch der anderen Branchen. Er verbraucht 47 Liter Wasser pro EUR Umsatz. Damit besitzt der Lebensmitteleinzelhandel die bei weitem höchste Wasserintensität entlang der Wertschöpfungskette. Eine ebenfalls hohe Wasserintensität besitzt der Bekleidungseinzelhandel mit fast 14 Litern pro EUR Umsatz von der Rohstoffgewinnung über die Produktionskette bis zum Verkaufstandort in Deutschland. Ein Großteil des Wassers wird in Regionen mit Wasserstress, d. h. mit regionaler bzw. saisonaler Wasserknappheit, verbraucht.

Die höchsten THG-Emissionen pro EUR Umsatz verursacht die metallherstellende und -verarbeitende Industrie. Sie ist auch absolut der größte Verursacher von THG-Emissionen unter den acht untersuchten Branchen. Mit 0,6 Kilogramm CO₂-eq besitzt der Lebensmittelhandel ebenfalls ein hohes Niveau an Treibhausgasemissionen pro EUR Umsatz.

Umweltwirkungen der Lieferkette im Verhältnis zu eigenen Standorten

In allen Branchen hat die vorgelagerte Wertschöpfungskette, von der Rohstoffgewinnung über die einzelnen Verarbeitungsstufen bis zu den direkten Lieferanten, einen erheblichen Anteil an den Umweltwirkungen. Umweltschutzmaßnahmen sind deshalb nicht nur an den eigenen Standorten einzuleiten, die Aktivitäten sollten auch auf die Lieferkette ausgerichtet sein.

Die Treibhausgasemissionen in der Lieferkette des Fahrzeugbaus, des Maschinenbaus und des Lebensmitteleinzelhandels sind um etwa das Zehnfache höher als an den eigenen Standorten in Deutschland. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei den Schadstoffemissionen. Dabei werden 20–30 % der Emissionen auf der Stufe der direkten Lieferanten der jeweiligen Branche verursacht. Mit Maßnahmen, die die eigenen Lieferanten einbeziehen, wird bereits ein relevanter Anteil der Emissionen in der gesamten Wertschöpfungskette adressiert.

Beim Bekleidungs- und beim Lebensmitteleinzelhandel entfällt der Wasserverbrauch zu nahezu 100 % auf die Lieferkette. Dabei wird ein erheblicher Anteil in Regionen mit einem hohen Wasserstress verbraucht, d. h. in Regionen mit lokaler oder saisonaler Wasserknappheit, wie die Branchensteckbriefe verdeutlichen.



Bekleidungs- einzelhandel

44 Mrd. EUR Umsatz
450.000 Beschäftigte
25.000 Unternehmen

Statistisches Bundesamt, Sparkasse
Finanzgruppe Branchendienst;
Angaben für 2015

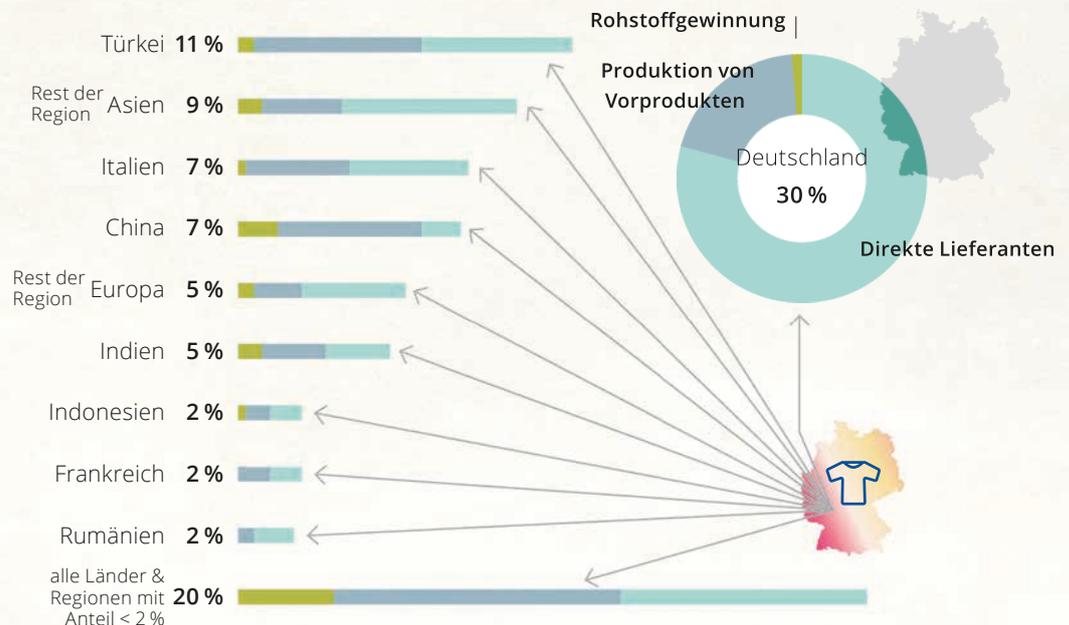
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die Wertschöpfungskette des Bekleidungseinzelhandels ist linear strukturiert – im Unterschied zu Lieferketten, die durch Komponentenfertigung strukturiert sind wie z. B. beim Fahrzeug- und beim Maschinenbau. Außerdem ist die Lieferkette durch wenige Branchen geprägt, vor allem durch die Textil- inkl. Lederindustrie. Bei der Rohstoffgewinnung spielt die landwirtschaftliche Erzeugung von Naturfasern eine wesentliche Rolle.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Ein Großteil der Wertschöpfung in der Lieferkette (70 %) findet außerhalb von Deutschland statt. Wichtige Importländer bzw. -regionen sind die Türkei und Asien. Im Unterschied zu den anderen Branchen verzweigen sich nur wenige Lieferketten in Europa.

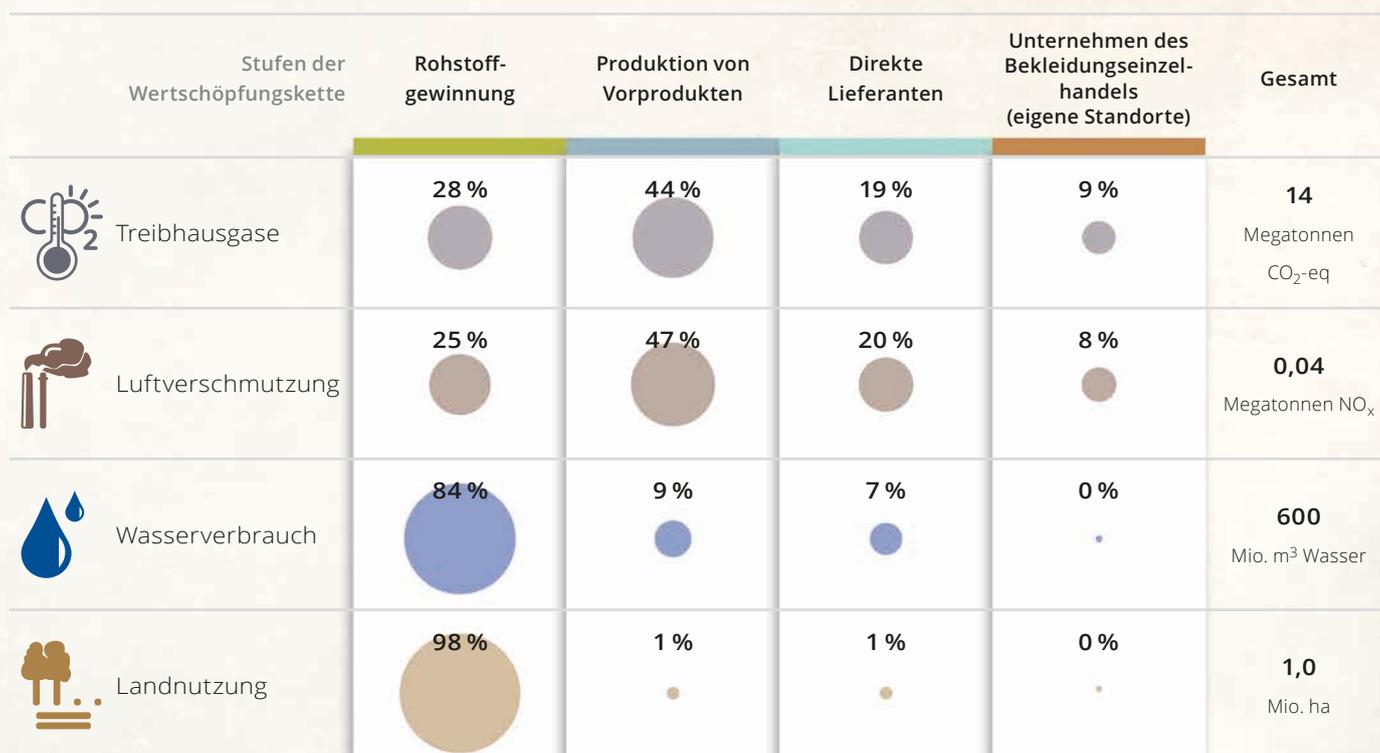


Die Umweltwirkungen des deutschen Bekleidungseinzelhandels entlang der Wertschöpfungskette

In der Wertschöpfungskette des Bekleidungseinzelhandels kommt die Herstellung von Textilien zum Tragen. Verglichen mit den anderen untersuchten Branchen liegen die absoluten Umweltwirkungen im mittleren Bereich, bezogen auf den Umsatz zeigt sich jedoch die hohe Umweltintensität der Branche.

Die Umweltwirkungen des Bekleidungseinzelhandels sind in der Lieferkette um ein Vielfaches höher als an den eigenen Standorten. Sowohl die THG- als auch die NO_x-Emissionen betragen in der Lieferkette etwa das Zehnfache. Ein Fünftel wird jeweils auf der Stufe der direkten Lieferanten verursacht. Fast die Hälfte der Emissionen entfällt auf die Stufe der Herstellung von Vorprodukten. Der Wasserverbrauch in der Lieferkette wird vor allem bei der Rohstoffgewinnung verursacht. Die Landnutzung betrifft fast ausschließlich die Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette



Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

 Treibhausgase	0,3 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	0,8 g NO _x
 Wasserverbrauch	13,6 Liter
 Landnutzung	0,3 m ²

Bezogen auf den Umsatz werden in der Wertschöpfungskette des Bekleidungseinzelhandels fast 14 Liter Wasser pro EUR Umsatz verbraucht. Dies ist nach dem Lebensmitteleinzelhandel der höchste Wert unter den acht untersuchten Branchen. Auch bei der Landnutzung weist dieser Sektor zusammen mit dem Lebensmitteleinzelhandel den höchsten umsatzbezogenen Wert auf.

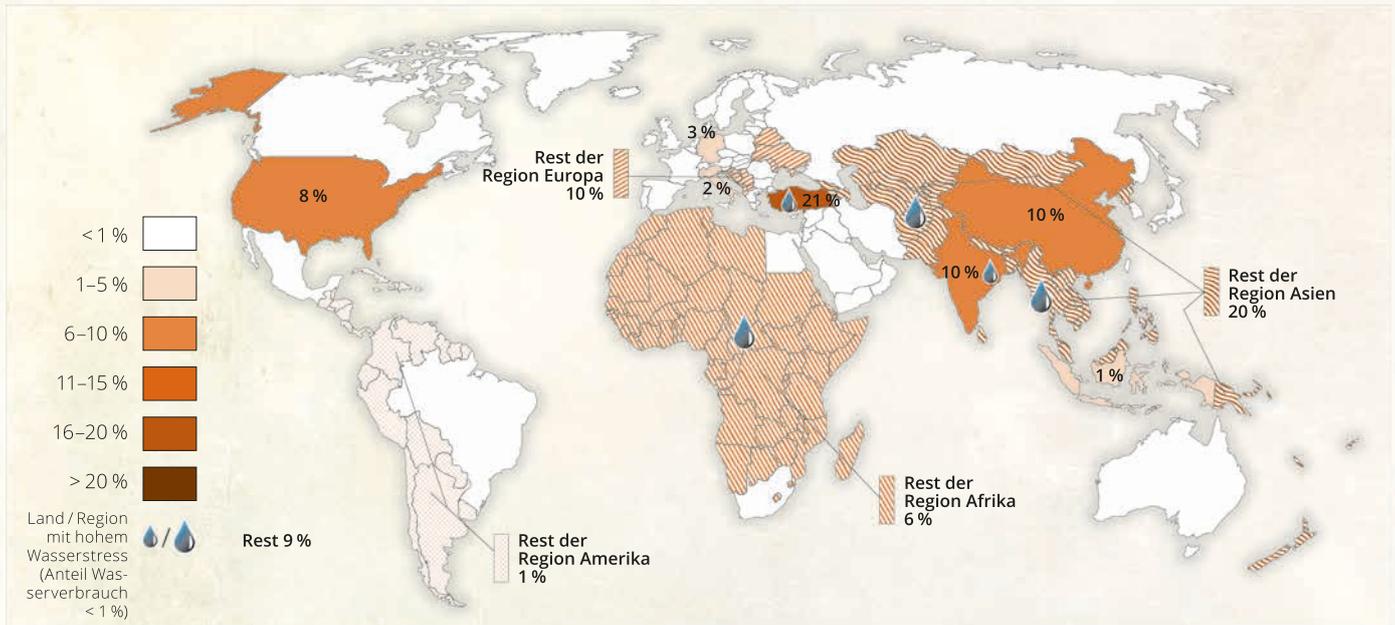
Aufgrund der hohen Wasserintensität des Bekleidungseinzelhandels wird im Folgenden dieses Umweltthema im Detail beschrieben.



Fokus: Wasserverbrauch

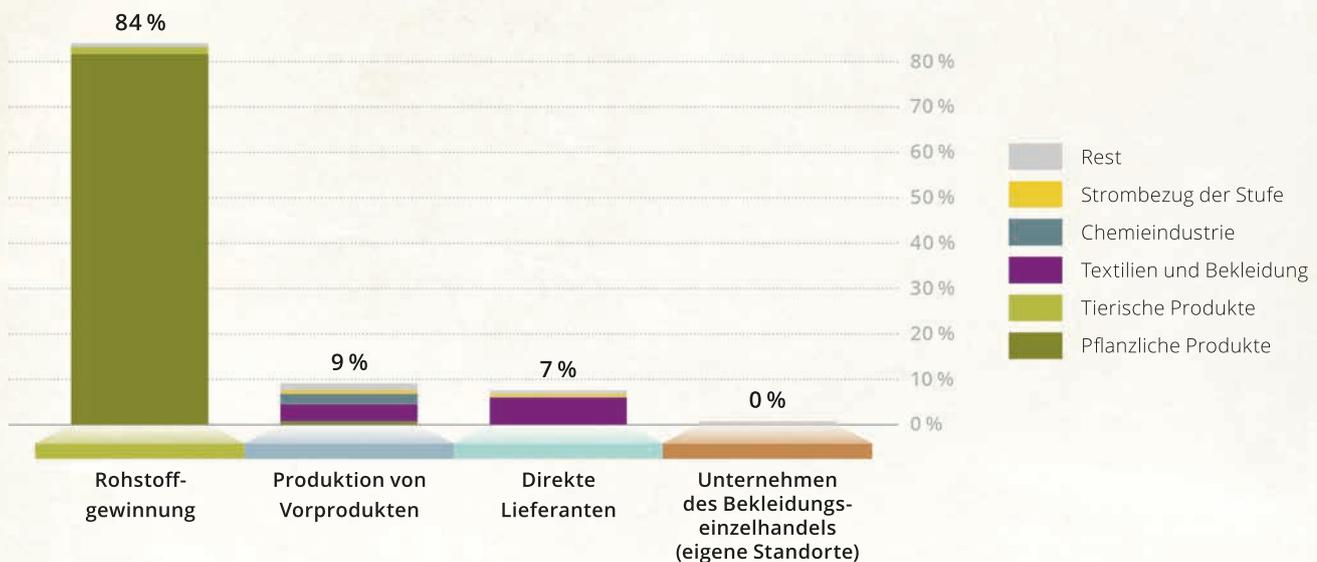


Verteilung des Wasserverbrauchs in der Wertschöpfungskette des deutschen Bekleidungseinzelhandels nach Ländern



Fast zwei Drittel des Wasserverbrauchs in der Wertschöpfungskette fällt in Ländern und Regionen mit hohem Wasserstress an, unter anderem in der Türkei und in Asien. Ein Fünftel des Wassers wird in der Türkei verbraucht, insbesondere beim Baumwollanbau.

nach Branchen



Über 80 % des Wasserverbrauchs in der globalen Wertschöpfungskette wird bei der Rohstoffgewinnung verursacht, vor allem bei der landwirtschaftlichen Produktion von Baumwolle. Etwa ein Zehntel entfällt auf die textile Fertigung.

Weitere Umweltwirkungen



Treibhausgasemissionen

Über 90 % der THG-Emissionen entstehen in der Lieferkette. Über ein Drittel ist auf den Stromverbrauch entlang der textilen Wertschöpfungskette zurückzuführen. Ein Zehntel geht auf direkte Emissionen in der textilen Fertigung zurück, zum Beispiel durch Wärmeprozesse. Die Gewinnung von tierischen oder pflanzlichen

Rohstoffen (zum Beispiel Leder oder Baumwolle) macht ebenfalls je ein Zehntel der THG-Emissionen aus.

Wichtige Regionen, in denen THG-Emissionen in der Lieferkette verursacht werden, sind China und Indien.



Schadstoffemissionen

Wie bei den THG-Emissionen werden auch über 90 % der NO_x-Emissionen in der Lieferkette verursacht. Der Großteil entfällt dabei auf Transporte sowie den Strombezug entlang der Wertschöpfungskette. Fast ein Fünftel der Schadstoffemissionen ist auf die Erzeugung von pflanzlichen Fasern zurückzuführen.

Länder mit den höchsten NO_x-Emissionswerten in der Wertschöpfungskette dieser Branche sind Deutschland, China und Indien.



Landnutzung

Die Landnutzung betrifft fast ausschließlich die Rohstoffgewinnung. Zur Gewinnung von pflanzlichen Rohstoffen (zum Beispiel Baumwolle) und tierischen Rohstoffen (zum Beispiel Leder) werden fast 1 Mio. Hektar Land beansprucht. Fast die Hälfte der Landnutzung erfolgt in Asien inkl. China.

» FAZIT

Die Verringerung der hohen Wasserintensität in der textilen Wertschöpfungskette ist ein wichtiges Handlungsfeld. Pro EUR Umsatz des deutschen Bekleidungseinzelhandels werden knapp 14 Liter Wasser in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen verbraucht, davon mehr als zwei Drittel in Regionen mit hohem Wasserstress. Mehr als 80 % des Wasserverbrauchs sind auf den Baumwollanbau zurückzuführen, etwa 10 % auf die textile Fertigung.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>
- Leitfaden zu Umweltstandards in der Textil- und Schuhbranche des Umweltbundesamtes www.umweltbundesamt.de
- Bündnis für nachhaltige Textilien www.textilbuendnis.com
- Umwelt-Performance-Tool der CPI2-Initiative www.cpi2.org
- Guidelines der Zero-Discharge of Hazardous Chemicals (ZDHC) group www.roadmaptozero.com
- Bluesign-System zur Fertigung nachhaltiger Textilien www.bluesign.com
- Global Organic Textiles Standard (GOTS) www.global-standard.org/de/the-standard.html
- Better Cotton Initiative (BCI) <http://bettercotton.org>
- Cotton made in Africa (CmiA) www.cottonmadeinafrica.org/de

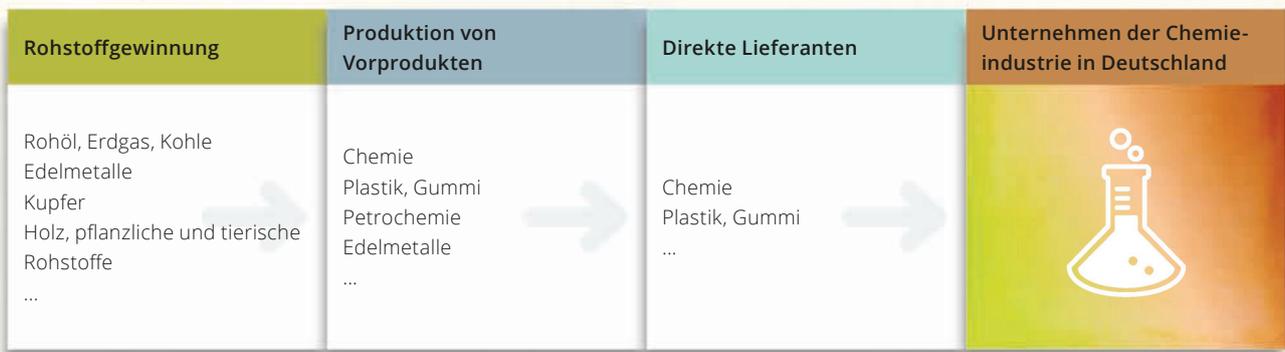


Chemieindustrie

265 Mrd. EUR Umsatz
830.000 Beschäftigte
5.200 Betriebe

Statistisches Bundesamt;
Angaben für 2015

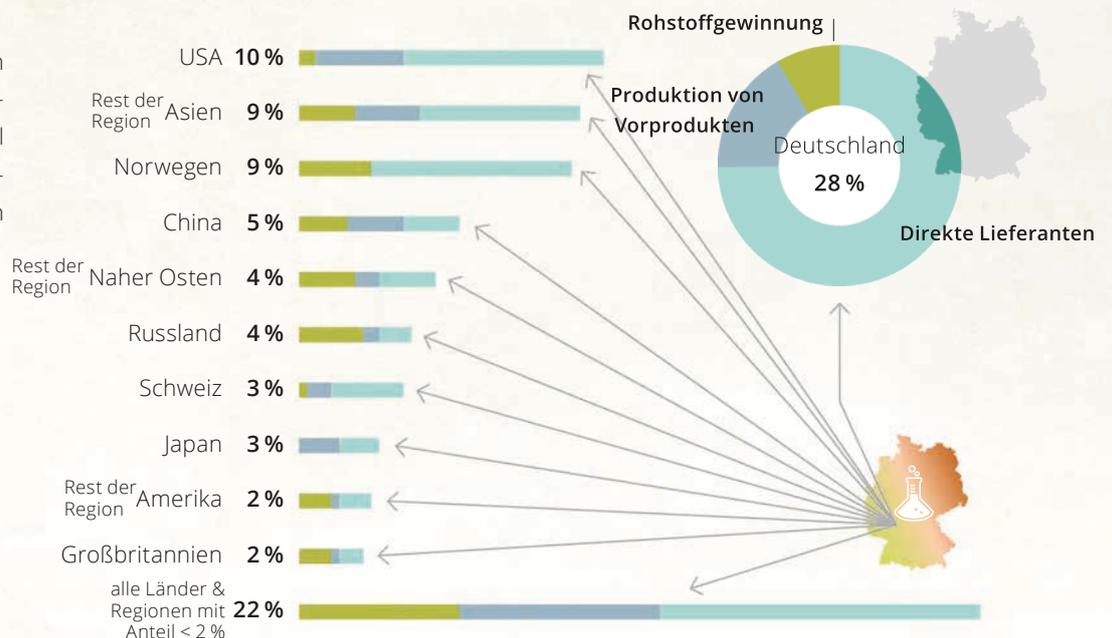
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die Chemieindustrie bezieht zahlreiche Vorleistungen und Vorprodukte aus der eigenen Branche. Auf der Vorstufe ist die Petrochemie bedeutsam. Bei der Rohstoffgewinnung spielen neben der Gewinnung von Rohöl, Erdgas und Kohle sowie von Metallen auch landwirtschaftliche Güter eine wichtige Rolle

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Die Chemieindustrie hat im Vergleich zu den anderen Branchen einen hohen Importanteil (über 70%). Wichtige Importländer sind die USA, Norwegen und Asien.



Die Umweltwirkungen der deutschen Chemieindustrie entlang der Wertschöpfungskette

Die Chemieindustrie ist gemessen am Umsatz die zweitgrößte Branche der Untersuchung. Entsprechend hoch sind die absoluten Umweltwirkungen der gesamten Wertschöpfungskette, vor allem beim Wasserverbrauch und bei der Flächeninanspruchnahme.

Die Umweltwirkungen der Chemieindustrie sind in der Lieferkette deutlich höher als an den eigenen Standorten. Etwas mehr als die Hälfte der THG-Emissionen entfallen auf die Lieferkette. In den anderen Branchen ist der Anteil der Lieferkette meist höher. Bei den Schadstoffemissionen beträgt der Anteil der eigenen Standorte etwa ein Drittel. Bemerkenswert ist der hohe Anteil der direkten Lieferanten an den gesamten THG- und NO_x-Emissionen (jeweils etwa ein Drittel). Der Wasserverbrauch ist in der Lieferkette ebenso so hoch wie am eigenen Standort. Mehr als ein Drittel des Wassers wird bei der Rohstoffgewinnung verbraucht. Die Landnutzung betrifft ausschließlich die Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette

Stufen der Wertschöpfungskette	Rohstoffgewinnung	Produktion von Vorprodukten	Direkte Lieferanten	Unternehmen der Chemieindustrie (eigene Standorte)	Gesamt
 Treibhausgase	15 %	16 %	28 %	42 %	100 Megatonnen CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	15 %	22 %	33 %	30 %	0,2 Megatonnen NO _x
 Wasserverbrauch	37 %	4 %	15 %	45 %	2.500 Mio. m ³ Wasser
 Landnutzung	86 %	1 %	12 %	1 %	4 Mio. ha

Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

 Treibhausgase	0,4 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	0,7 g NO _x
 Wasserverbrauch	9,5 Liter
 Landnutzung	0,2 m ²

Bezogen auf den Umsatz liegt die Chemieindustrie im Vergleich mit den anderen untersuchten Branchen eher im oberen Bereich. 9,5 Liter Wasserverbrauch pro EUR Umsatz entsprechen dem dritthöchsten Wert nach Bekleidungs- und Lebensmitteleinzelhandel. Zu beachten ist auch der hohe Anteil der eigenen Standorte an den THG-Emissionen und am Wasserverbrauch (jeweils knapp die Hälfte) sowie an den NO_x-Emissionen (ein Drittel).

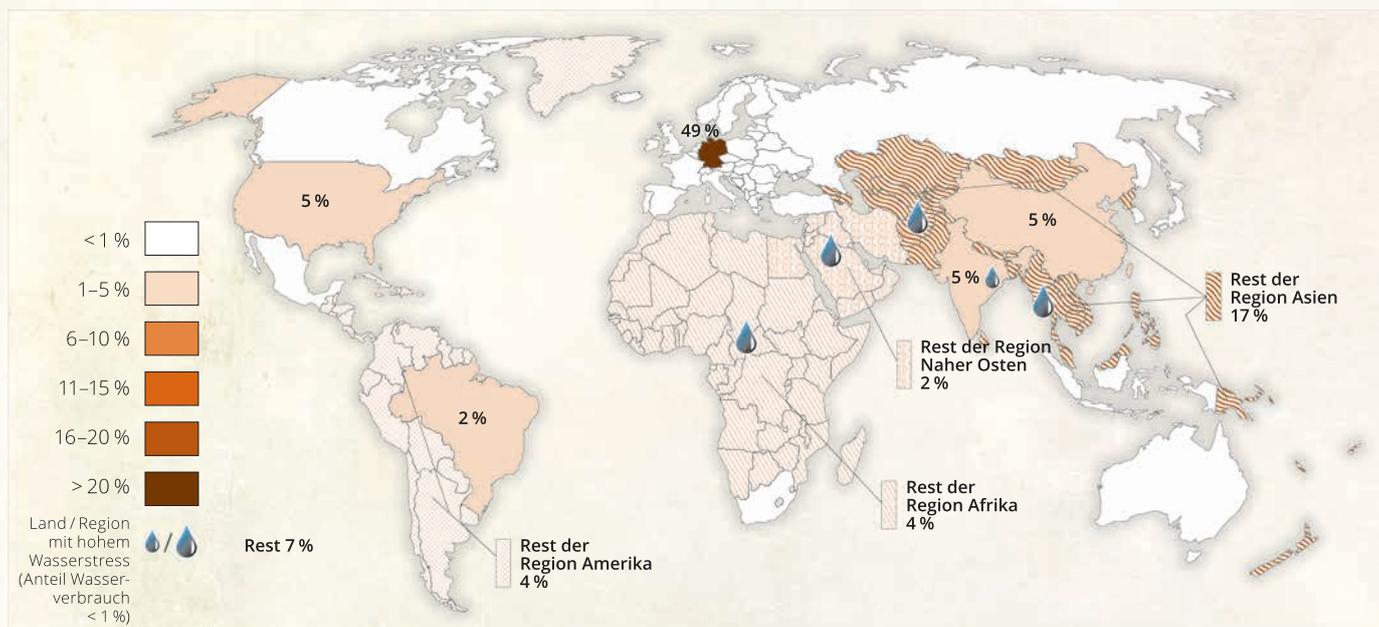
Aufgrund seines hohen Werts wird im Folgenden der Wasserverbrauch in der Wertschöpfungskette der Chemieindustrie im Detail beschrieben.



Fokus: Wasserverbrauch

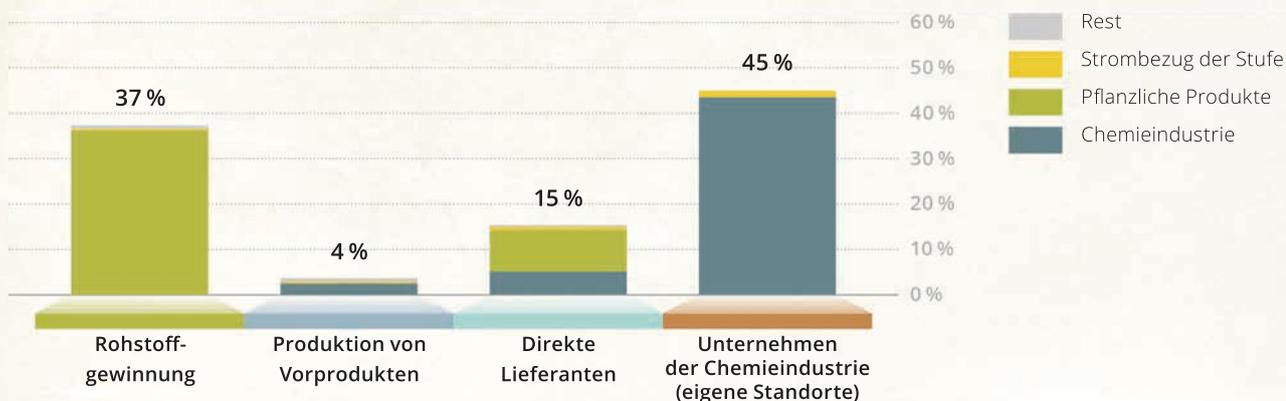


Verteilung des Wasserverbrauchs in der Wertschöpfungskette der deutschen Chemieindustrie nach Ländern



Fast die Hälfte des Wassers in der Wertschöpfungskette wird in Deutschland verbraucht, größtenteils an den eigenen Standorten der Chemieindustrie. Die Berechnungen ergaben, dass knapp ein Fünftel auf die Rohstoffgewinnung in Asien zurückzuführen ist. Insgesamt entfällt etwa ein Drittel des Wasserverbrauchs in der Wertschöpfungskette auf Regionen mit hohem Wasserstress.

nach Branchen



Die Hälfte des Wasserverbrauchs in der globalen Wertschöpfungskette des Chemiesektors ist unmittelbar der eigenen Branche zuzuordnen, wobei der höchste Anteil bei den Chemiebetrieben in Deutschland liegt. Ein weiterer Treiber ist der Agrarsektor mit der Erzeugung von landwirtschaftlichen Rohstoffen.

Weitere Umweltwirkungen



Treibhausgasemissionen

Über 40 % der THG-Emissionen werden an den eigenen Standorten der Chemieindustrie verursacht. Damit ist der Anteil höher als bei den anderen untersuchten Branchen (Ausnahme: Papierindustrie).

Zusammen mit den Vorlieferanten aus der eigenen Branche verursacht die Chemieindustrie selbst etwa 50 % der THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette. Die Emissionen der anderen vorgelagerten Branchen betragen jeweils unter 5 %. Der Anteil der Stromerzeugung

an den Gesamtemissionen ist niedriger als in den anderen Branchen dieser Untersuchung. Aufgrund dieses hohen Anteils an den THG-Emissionen ist der Anteil der Stromerzeugung an den Gesamtemissionen, im Vergleich mit den anderen Branchen, verschwindend gering.

Über die Hälfte der Emissionen werden in Deutschland verursacht. Ein weiterer wichtiger Emittent mit knapp unter 10 % ist China.



Schadstoffemissionen

Etwa 40 % der NO_x-Emissionen werden durch Betriebe der Chemieindustrie sowohl an den eigenen Standorten als auch in der vorgelagerten Wertschöpfungskette direkt verursacht. Weitere Treiber sind die Transporte und der Strombezug entlang der Wertschöpfungskette (jeweils ein Fünftel).

Der Großteil der NO_x-Emissionen entsteht in Deutschland (etwa 40 %). Weitere wichtige Verursacherregionen sind die USA (über 10 %) und Asien.



Landnutzung

Die Landnutzung betrifft fast ausschließlich die Rohstoffgewinnung (etwa 90 %). Wesentlicher Treiber sind pflanzliche und tierische Erzeugnisse, die zusammen über 90 % ausmachen. Schwerpunktregionen sind Asien und Afrika (jeweils etwa ein Fünftel). Weiterhin sind China und die Regionen Süd- und Mittelamerika relevant.

» FAZIT

Die deutsche Chemieindustrie hat den zweithöchsten Gesamtwasserverbrauch der acht untersuchten Branchen. Maßnahmen zur Reduktion des Wasserverbrauchs sind deshalb bedeutend, zumal ein Drittel des Wassers in Regionen mit hohem Wasserstress verbraucht wird. Dies ist auf die Gewinnung von pflanzlichen Rohstoffen zurückzuführen. Die Hälfte des Wassers wird in Deutschland verbraucht, sowohl an den eigenen Standorten als auch von direkten Lieferanten und landwirtschaftlichen Produzenten.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- Leitfaden Chemicals Sector CTV057 von Carbon Trust www.carbontrust.com
- Nachhaltigkeitssportal CHEMIE³ der deutschen Chemieindustrie www.chemiehoch3.de
- Portal des International Councils of Chemical Associations (ICCA) www.icca-chem.org/energy-climate
- Brancheninitiative: Initiative Together for Sustainability <http://tfs-initiative.com>



Elektronikindustrie

170 Mrd. EUR Umsatz
700.000 Beschäftigte
4.100 Betriebe

Statistisches Bundesamt;
Angaben für 2015

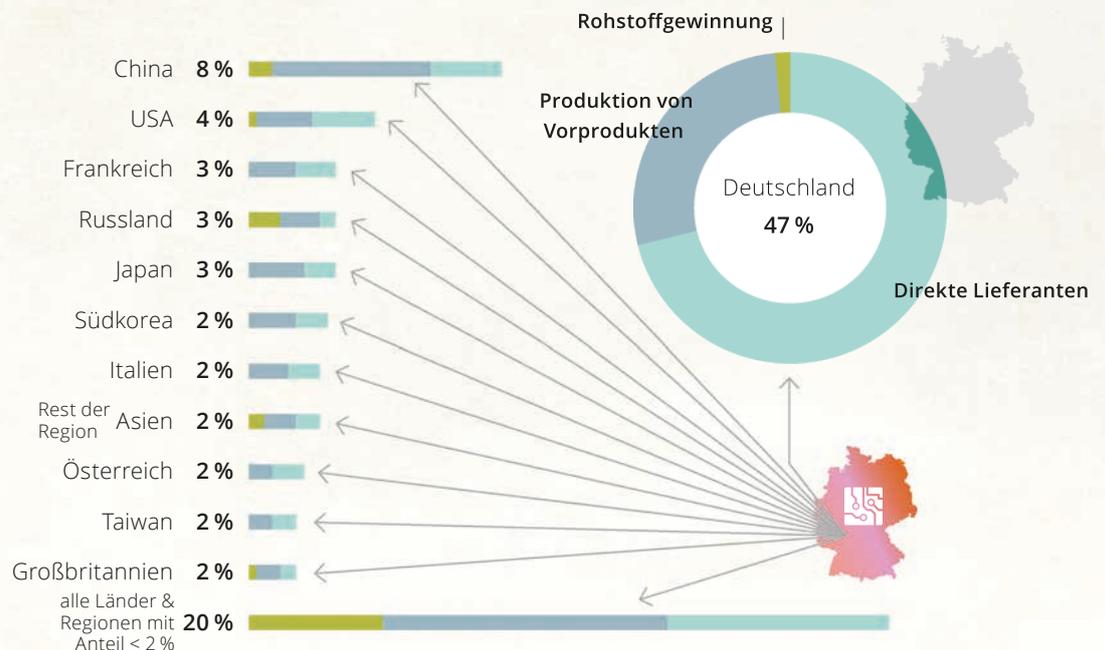
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die (Vor-)Lieferanten der Unternehmen der Elektronikindustrie stammen vor allem aus metallverarbeitenden Branchen, der Chemieindustrie sowie aus der Elektronikindustrie. Auch der Maschinenbau und die kunststoffverarbeitende Industrie haben einen hohen Anteil.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Der Importanteil der deutschen Elektronikindustrie beträgt über 50%. Wichtige Importländer sind China, die USA und Frankreich. Russland spielt in Bezug auf die Rohstoffgewinnung eine wichtige Rolle in der Lieferkette.



Die Umweltwirkungen der deutschen Elektroindustrie entlang der Wertschöpfungskette

Die Umweltwirkungen der Elektronikindustrie und ihrer gesamten Wertschöpfungskette sind im Vergleich zu den anderen Branchen dieser Untersuchung oft geringer – sowohl absolut als auch bezogen auf den Umsatz.

Die Umweltwirkungen in der Lieferkette der Elektronikindustrie fallen im Ausland deutlich höher aus als an den eigenen Standorten in Deutschland. Etwa 85 % der THG-Emissionen entstehen in der Lieferkette. Die Hälfte entfällt auf die Produktion von Vorprodukten. Bei den Schadstoffemissionen ist der Anteil der Lieferkette noch höher (90 %). Der Wasserverbrauch ist in der Lieferkette fast doppelt so hoch wie an den eigenen Standorten. Er beträgt auf den einzelnen Stufen jeweils ein Fünftel des Gesamtverbrauchs. Die Landnutzung betrifft fast ausschließlich die Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette

Stufen der Wertschöpfungskette	Rohstoffgewinnung	Produktion von Vorprodukten	Direkte Lieferanten	Unternehmen der Elektronikindustrie (eigene Standorte)	Gesamt
 Treibhausgase	10 % 	50 % 	26 % 	14 % 	40 Megatonnen CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	8 % 	55 % 	28 % 	9 % 	0,1 Megatonnen NO _x
 Wasserverbrauch	23 % 	23 % 	16 % 	39 % 	490 Mio. m ³ Wasser
 Landnutzung	89 % 	4 % 	4 % 	3 % 	1 Mio. ha

Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

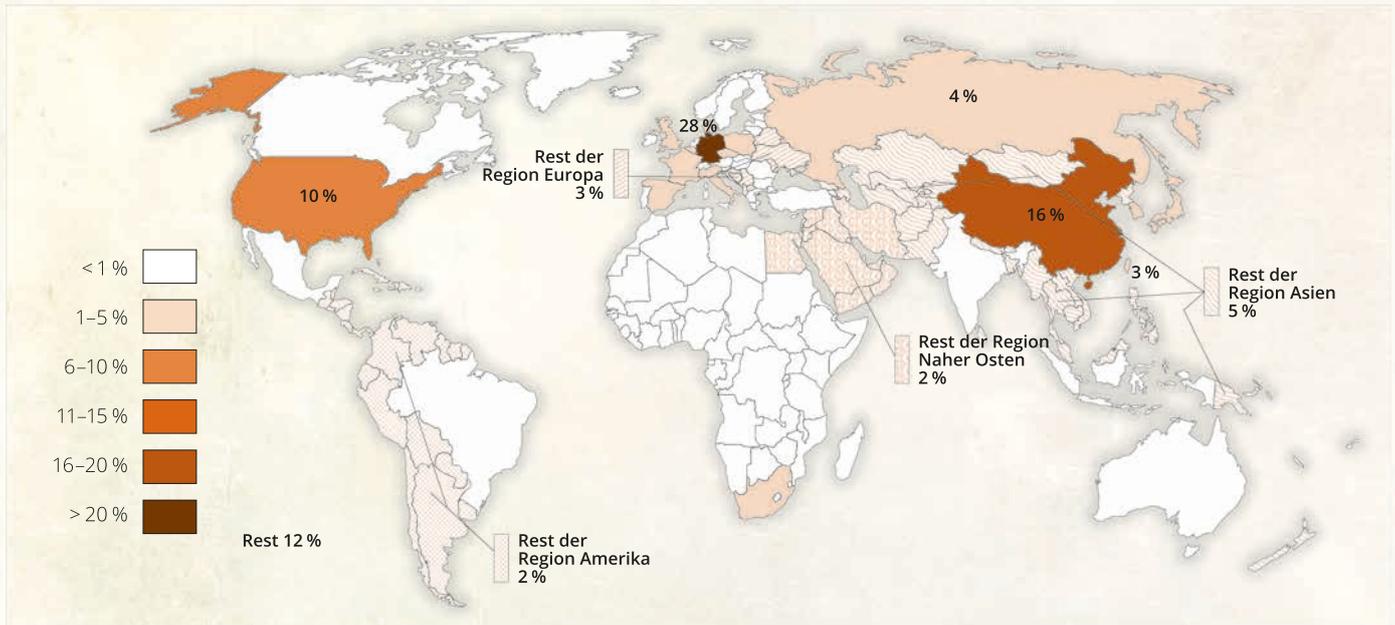
 Treibhausgase	0,3 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	0,5 g NO _x
 Wasserverbrauch	3,0 Liter
 Landnutzung	0,1 m ²

Im Vergleich zu den anderen Branchen sind die Umweltwirkungen bezogen auf den Umsatz eher gering. Je EUR Umsatz werden 0,3 Kilogramm THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette verursacht. Der Wasserverbrauch von der Rohstoffgewinnung bis zum eigenen Standort summiert sich auf 3 Liter pro EUR Umsatz. Etwa zwei Drittel davon betreffen die Lieferkette.

Aufgrund ihres hohen Anteils in der Lieferkette werden im Folgenden die Schadstoffemissionen in der Wertschöpfungskette im Detail beschrieben.

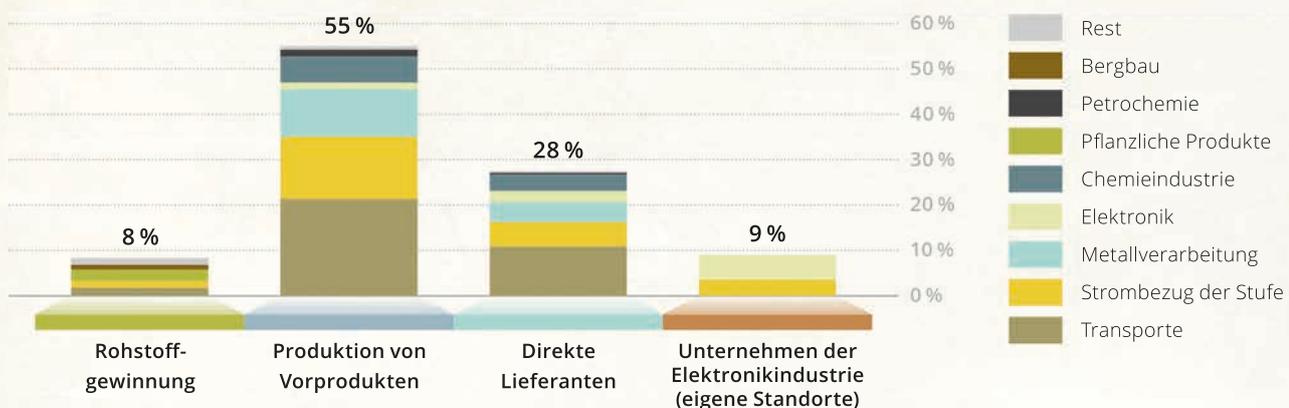


Verteilung der Schadstoffemissionen in der Wertschöpfungskette der deutschen Elektronikindustrie nach Ländern



Auf Deutschland entfällt der größte Anteil an NO_x -Emissionen in der Wertschöpfungskette der inländischen Elektronikindustrie. Sie entstehen sowohl an den eigenen Standorten als auch auf der Stufe direkter Lieferanten und der Vorlieferanten aus dem Inland. Hohe Anteile an NO_x -Emissionen entstehen außerdem in den Lieferketten, die sich nach China und in die USA verzweigen.

nach Branchen



Ein Drittel der NO_x -Emissionen entstehen durch Transporte, vor allem auf der Stufe der sonstigen Verarbeitung. Die Emissionen, die durch den Stromverbrauch von Produzenten entstehen, machen insgesamt ein Viertel der NO_x -Emissionen aus. Weiterhin relevante Branchen in der Lieferkette, die Stickoxide verursachen, sind metallverarbeitende Betriebe, die Chemieindustrie und (Vor-)Lieferanten der Elektronikindustrie.

Weitere Umweltwirkungen



Treibhausgasemissionen

Mehr als 85 % der THG-Emissionen entstehen in der Lieferkette. Die Hälfte der Emissionen ist mit der Herstellung von Vorprodukten verbunden. Insgesamt wird etwa ein Drittel der THG-Emissionen durch den Strombezug entlang der Wertschöpfungskette verursacht. Metallverarbeitende Lieferanten und Vorlieferanten vereinen etwa ein Viertel der Gesamtemissionen auf sich. Weitere

Verursacherbranchen in der Lieferkette sind die Chemie- und Elektronikindustrie sowie der Transportsektor mit jeweils einem Zehntel.

Wie bei den NO_x-Emissionen haben Lieferketten, die nach China führen, einen überproportional hohen Anteil an den THG-Emissionen (etwa ein Fünftel).



Wasserverbrauch

Den höchsten Anteil am Wasserverbrauch hat die Elektronikindustrie selbst. Etwa ein Fünftel des Verbrauchs verteilt sich jeweils auf die Stufen der direkten Lieferanten, der Herstellung von Vorprodukten sowie der Rohstoffgewinnung.

In der regionalen Verteilung verbraucht die Elektronikindustrie in Deutschland das meiste Wasser (etwa die Hälfte), vor allem an den eigenen Standorten. In China werden etwa 15 % des Wassers in der Lieferkette verbraucht. Etwa 15 % des globalen Wasserverbrauchs in der Lieferkette fällt in Regionen mit hohem Wasserstress an, insbesondere bei der Rohstoffgewinnung in Asien und Afrika.



Landnutzung

Fast 90 % der Landnutzung betrifft die Rohstoffgewinnung. Hierbei hat China den größten Anteil.

» FAZIT

Ein wichtiges Umweltthema in der Lieferkette der Elektronikindustrie sind Schadstoffemissionen. Die Gesamt-NO_x-Emissionen der Lieferkette sind etwa um das Zehnfache höher als der Ausstoß an den eigenen Standorten. Mehr als die Hälfte der Emissionen entfällt auf die Herstellung von Vorprodukten. Es empfehlen sich Maßnahmen in der Transportkette sowie Maßnahmen zur Reduzierung des Stromverbrauchs bei (Vor-)Lieferanten, da in diesen Bereichen die meisten Emissionen entstehen. Weitere Treiber sind Vorlieferanten der metallverarbeitenden und der chemischen Industrie.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- Guidance Documents der Electronic Industry Citizenship Coalition (EICC) www.eiccoalition.org
- Leitfäden der International Council on Mining and Metals (ICMM) www.icmm.com
- Standards der Aluminium Stewardship Initiative (ASI) <https://aluminium-stewardship.org>
- Tool E-TASC der Global e-Sustainability Initiative <http://gesi.org/e-tasc>



Fahrzeugbau

450 Mrd. EUR Umsatz
 940.000 Beschäftigte
 1.600 Betriebe

Statistisches Bundesamt;
 Angaben für 2015

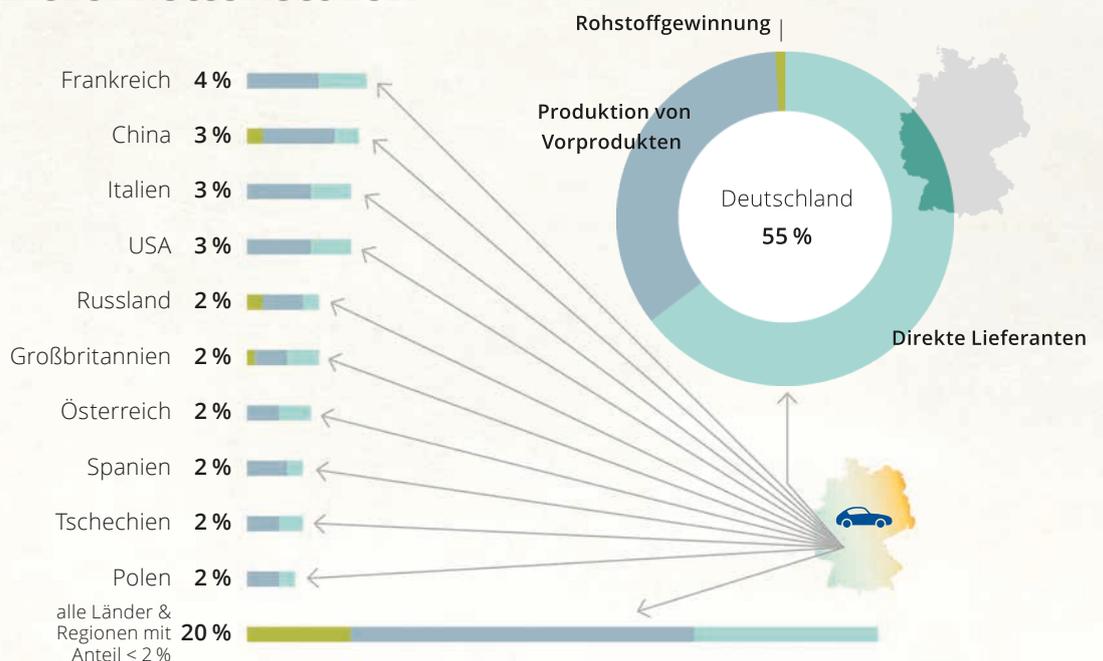
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Der Sektor umfasst neben dem Bau von Automobilen auch den Bau von Schienen- und Luftfahrzeugen. Die Wertschöpfungskette des Fahrzeugbaus zeichnet sich durch einen breiten Branchenmix in der Lieferkette aus, zu dem vor allem die Metallverarbeitung, die Kunststoff- und die Elektronikindustrie sowie der Maschinenbau zählen.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Der Importanteil des deutschen Fahrzeugbaus liegt unter 50%. Frankreich, China, Italien und die USA nehmen eine wichtige Rolle in der Lieferkette ein. China ist ein wichtiger Markt für Vorprodukte.



Die Umweltwirkungen des deutschen Fahrzeugbaus entlang der Wertschöpfungskette

Der Fahrzeugbau ist die umsatzstärkste der acht untersuchten Branchen. Entsprechend hoch fallen die Gesamt-Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette aus.

Die Umweltwirkungen sind in der Lieferkette deutlich höher als an den eigenen Standorten. Etwa 90 % der THG-Emissionen entstehen auf den vorgelagerten Stufen, wobei knapp ein Drittel der Emissionen auf direkte Lieferanten entfällt. Mehr als die Hälfte der THG-Emissionen entstehen bei der Produktion von Vorprodukten. Bei den Schadstoffemissionen ist der Anteil der Lieferkette sogar leicht höher. Der Wasserverbrauch verteilt sich mit jeweils einem Fünftel auf die einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette, während der Wasserverbrauch an den eigenen Standorten fast 40 % ausmacht. Die Landnutzung betrifft fast ausschließlich die Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette

Stufen der Wertschöpfungskette	Rohstoffgewinnung	Produktion von Vorprodukten	Direkte Lieferanten	Fahrzeugbauunternehmen (eigene Standorte)	Gesamt
 Treibhausgase	8 %	54 %	28 %	10 %	140 Megatonnen CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	7 %	57 %	30 %	6 %	0,2 Megatonnen NO _x
 Wasserverbrauch	21 %	23 %	18 %	38 %	1.800 Mio. m ³ Wasser
 Landnutzung	91 %	4 %	3 %	2 %	3 Mio. ha

Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

 Treibhausgase	0,3 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	0,6 g NO _x
 Wasserverbrauch	4,1 Liter
 Landnutzung	0,1 m ²

Die Umweltwirkungen des Fahrzeugbaus bezogen auf den Umsatz sind im Vergleich zu den anderen Branchen eher gering. Je EUR Umsatz werden 0,3 Kilogramm THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette verursacht. Der Großteil entfällt auf die Lieferkette. Der Wasserverbrauch von der Rohstoffgewinnung bis zum eigenen Standort summiert sich auf 4,1 Liter pro EUR Umsatz. Etwa zwei Drittel davon werden in der Lieferkette verbraucht.

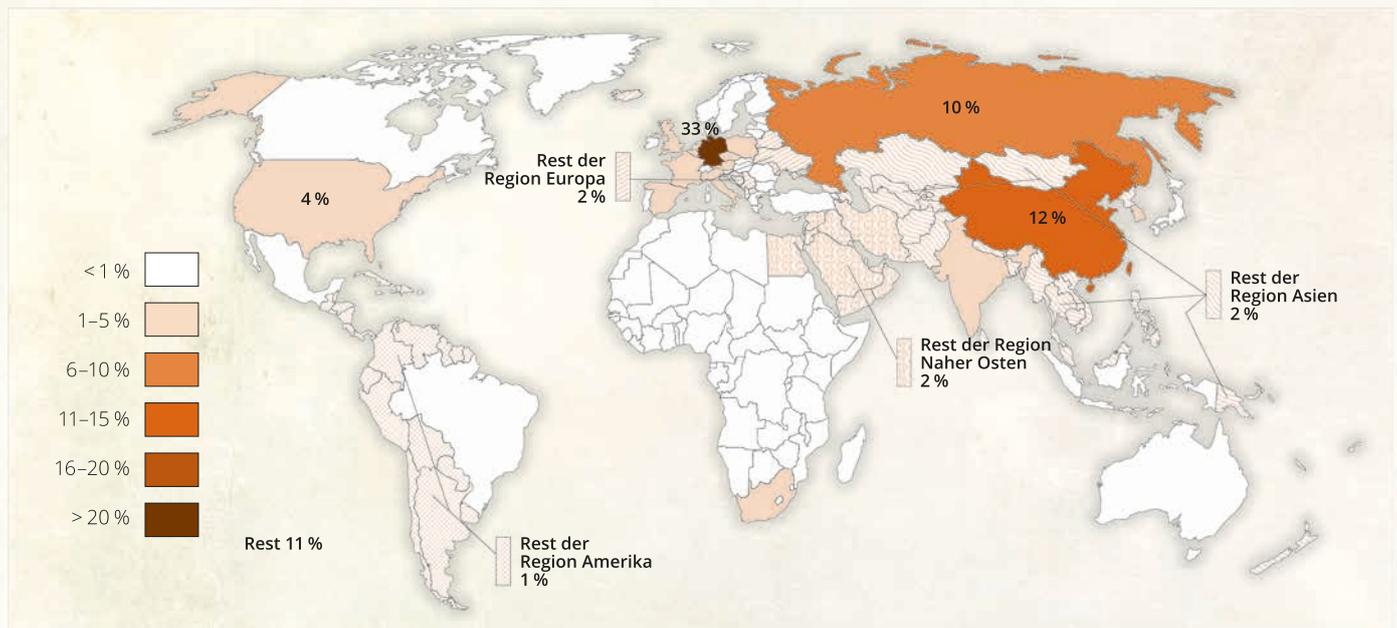
Da CO₂ ein wichtiger Leitindikator im Fahrzeugbau ist, werden im Folgenden die THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette im Detail beschrieben.



Fokus: Treibhausgasemissionen



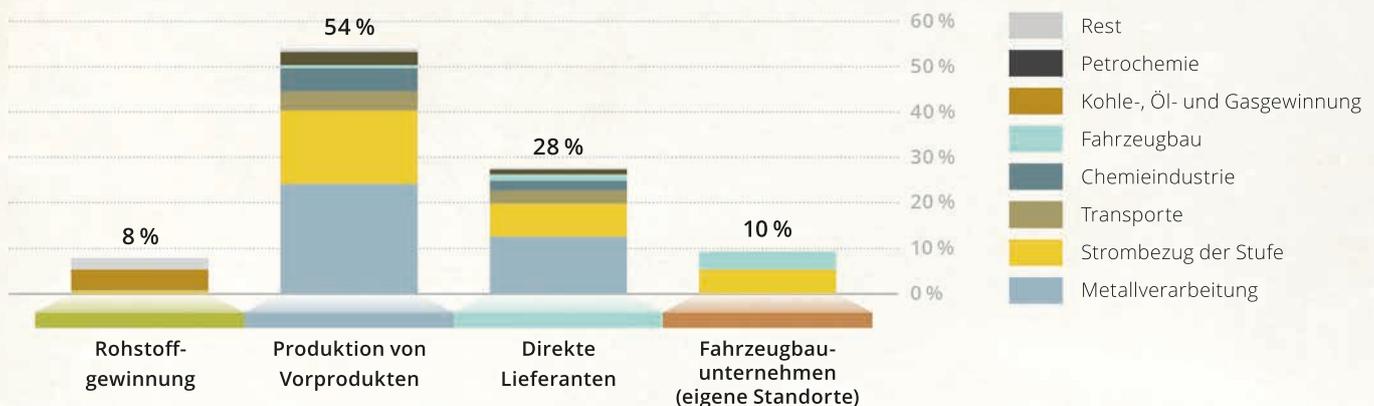
Verteilung der Treibhausgasemissionen in der Wertschöpfungskette des deutschen Fahrzeugbaus nach Ländern



Den größten Anteil an THG-Emissionen in der Wertschöpfungskette hat Deutschland, sowohl an den eigenen Standorten als auch bei den direkten und den Vorlieferanten im Inland.

Die Auswertung zeigt, dass außerdem China und Russland innerhalb der Lieferkette relevant sind, insbesondere beim Stromverbrauch der Lieferanten und Vorlieferanten (China) und bei der Metallverarbeitung auf der Stufe der Vorprodukte (China und Russland).

nach Branchen



Wesentlicher Treiber bei den THG-Emissionen in der Lieferkette des Fahrzeugbaus ist die metallverarbeitende Branche: Ihre Prozessemissionen umfassen mehr als ein Drittel des Gesamtausstoßes. Emissionen, die durch den Stromverbrauch von Produzenten entstehen, machen ebenfalls knapp ein Drittel aus.

Weitere Umweltwirkungen



Schadstoffemissionen

Ein Drittel der NO_x-Emissionen in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen sind auf die Transportketten zurückzuführen. Je ein Fünftel wird durch metallverarbeitende Prozesse sowie den Stromverbrauch bei (Vor-)Lieferanten verursacht. Ein Zehntel macht die Chemieindustrie aus.

Mehr als die Hälfte der Schadstoffemissionen entstehen bei der Herstellung von Vorprodukten, ein Drittel bei direkten Lieferanten. Die Schadstoffemissionen auf der Stufe des Fahrzeugbaus sowie bei der Rohstoffgewinnung sind vergleichsweise gering.



Wasserverbrauch

Den höchsten Anteil am Wasserverbrauch hat der Fahrzeugbau an den eigenen Standorten (knapp 40 %). Etwa ein Fünftel des Verbrauchs entfallen jeweils auf die Stufen der direkten Lieferanten, der Vorstufe sowie der Rohstoffgewinnung.

In der Branchenverteilung sind die Gewinnung von pflanzlichen Rohstoffen sowie metallverarbeitende Prozesse von Bedeutung (jeweils etwa ein Fünftel).

In der regionalen Verteilung hat Deutschland den höchsten Anteil am Wasserverbrauch (knapp 60 %), vor allem an den eigenen Standorten. Knapp 10 % des Wassers in der gesamten Wertschöpfungskette wird in China verbraucht. Insgesamt fallen 15 % des globalen Wasserverbrauchs in Regionen mit hohem Wasserstress an, vor allem bei der Rohstoffgewinnung in Asien.



Landnutzung

Die Landnutzung ist vor allem auf tierische und pflanzliche Vorprodukte zurückzuführen (90 %).

» FAZIT

THG-Emissionen sind ein wesentliches Umweltthema für den Fahrzeugbau. Die Emissionen in der Lieferkette, das heißt von der Rohstoffgewinnung bis zu den direkten Lieferanten, sind um fast das Zehnfache höher als an den eigenen Standorten. Maßnahmen zur Reduktion von THG-Emissionen bieten sich vor allem bei metallverarbeitenden Lieferanten und Vorlieferanten an. Zudem kann die Verminderung des Stromverbrauchs auf vorgelagerten Stufen einen relevanten Umweltbeitrag leisten.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

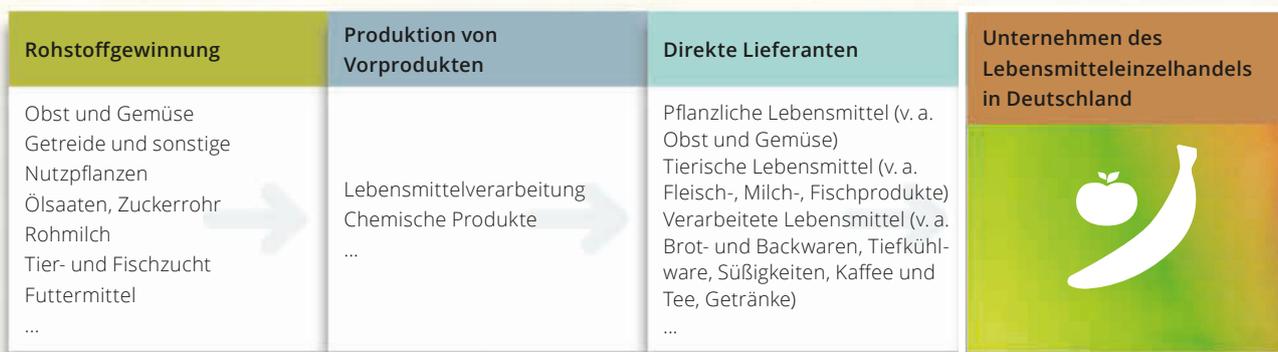
- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- Leitfäden der International Council on Mining and Metals (ICMM) www.icmm.com
- Standards der Aluminium Stewardship Initiative (ASI) <https://aluminium-stewardship.org>
- Self-Assessment Questionnaire on Sustainability for Automotive Sector Suppliers (SAQ) der European Automotive Working Group on Supply Chain Sustainability www.csreurope.org/saq-0

Lebensmittel- einzelhandel

191 Mrd. EUR Umsatz
1,2 Mio. Beschäftigte

BVE – Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie (2015); BVLH – Bundesverband des Deutschen Lebensmittelhandels (2013)

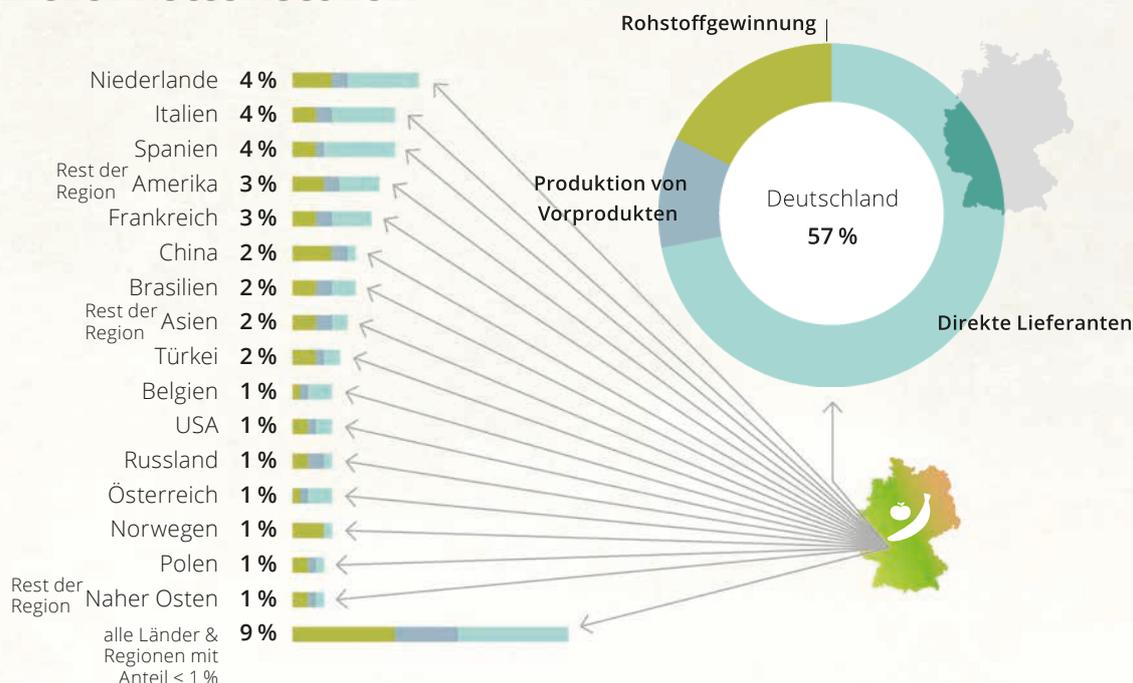
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die direkten Lieferanten des Lebensmitteleinzelhandels lassen sich in Hersteller von pflanzlichen, tierischen und verarbeiteten Lebensmitteln unterteilen. Diese werden wiederum von rohstoffherzeugenden oder vorproduktherstellenden Betrieben, zum Beispiel der chemische Industrie, beliefert.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Ein Großteil der Lieferkette des Lebensmitteleinzelhandels ist in Deutschland angesiedelt (fast 60%), vor allem bezogen auf verarbeitete Lebensmittel. Ein weiterer wesentlicher Teil verteilt sich auf die EU-Länder.



Die Umweltwirkungen des deutschen Lebensmittel-einzelhandels entlang der Wertschöpfungskette

Der Lebensmitteleinzelhandel weist die höchsten Umweltwirkungen der untersuchten Branchen auf. Dieser Sektor ist der größte Wasserverbraucher. Die globale Flächeninanspruchnahme des deutschen Lebensmitteleinzelhandels zusammen mit seiner vorgelagerten Wertschöpfungskette beträgt insgesamt 22 Mio. Hektar und entspricht damit fast zwei Drittel der Fläche der Bundesrepublik.

Die höchsten Umweltwirkungen werden in der Rohstoffgewinnung und -erzeugung verursacht. Über die Hälfte der Treibhausgas- und der Schadstoffemissionen entstehen bei der Erzeugung von Rohstoffen. Mit rund einem Drittel sind zudem die Emissionen bei den direkten Lieferanten relevant. Die eigenen Treibhausgasemissionen des Lebensmitteleinzelhandels fallen hingegen gering aus (3 %).

Der Anteil der Rohstoffherzeugung am Wasserverbrauch beträgt sogar zwei Drittel. Ein weiteres Drittel verbrauchen die direkten Lieferanten. Die Landnutzung betrifft ebenfalls größtenteils die Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette

Stufen der Wertschöpfungskette	Rohstoff-gewinnung	Produktion von Vorprodukten	Direkte Lieferanten	Lebensmittel-einzelhandel (eigene Standorte)	Gesamt
 Treibhausgase	58 %	12 %	27 %	3 %	110 Megatonnen CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	54 %	9 %	34 %	3 %	0,3 Megatonnen NO _x
 Wasserverbrauch	65 %	2 %	33 %	0 %	8.900 Mio. m ³ Wasser
 Landnutzung	79 %	0 %	21 %	0 %	22 Mio. ha

Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

 Treibhausgase	0,6 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	1,6 g NO _x
 Wasserverbrauch	46,6 Liter
 Landnutzung	1,2 m ²

Der Lebensmitteleinzelhandel verursacht in fast allen Umweltthemen die höchsten Umweltwirkungen pro EUR Umsatz. Besonders der Wasserverbrauch von knapp 47 Liter pro EUR Umsatz ist um ein Vielfaches höher als in den anderen Branchen. Auch bei der Landnutzung sind die Umweltwirkungen deutlich höher als in den anderen Branchen. Der CO₂-Ausstoß ist vergleichsweise hoch, lediglich die metallverarbeitende Industrie hat noch höhere umsatzbezogene Treibhausgasemissionen.

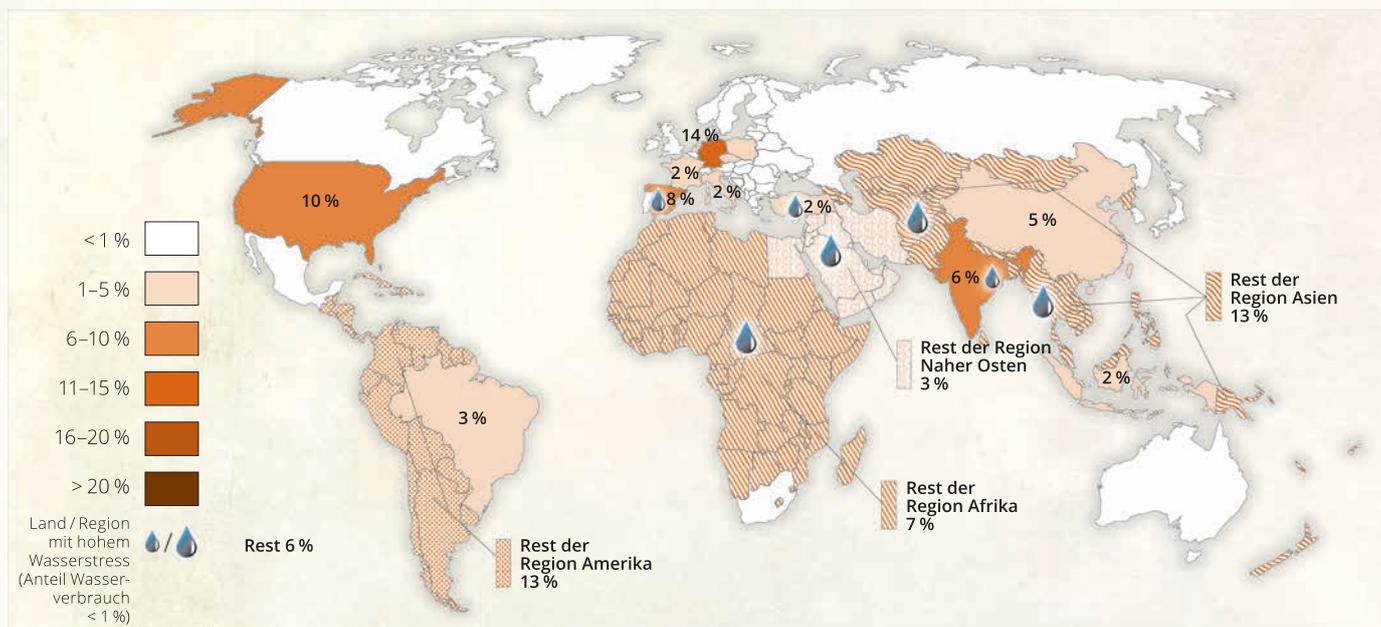
Aufgrund seiner hohen Werte wird im Folgenden der Wasserverbrauch entlang der Wertschöpfungskette im Detail beschrieben.



Fokus: Wasserverbrauch

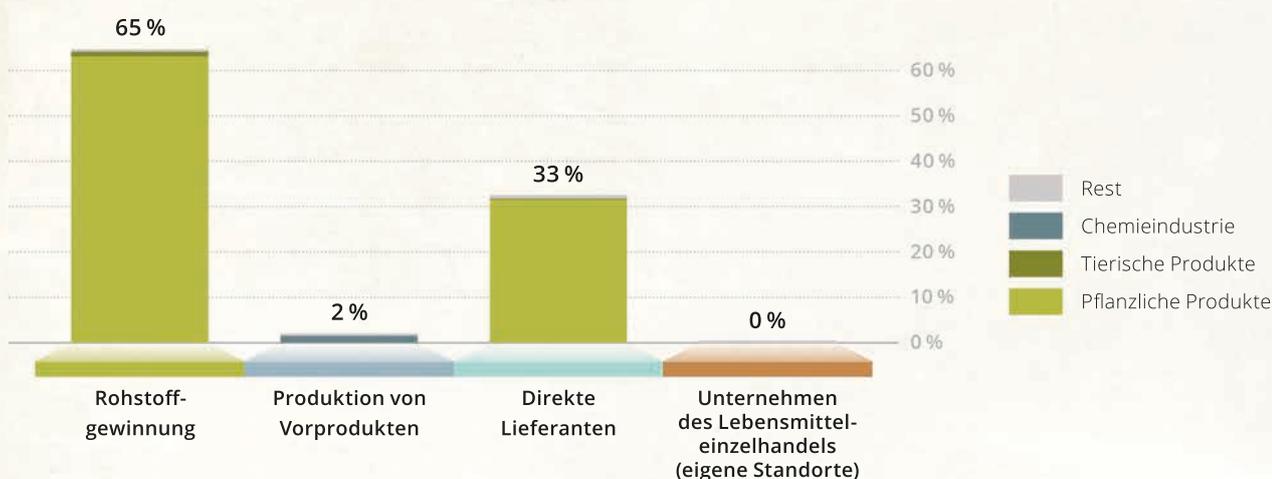


Verteilung des Wasserverbrauchs in der Wertschöpfungskette des deutschen Lebensmitteleinzelhandels nach Ländern



Der höchste Wasserverbrauch in der Wertschöpfungskette fällt in Regionen mit hohem Wasserstress an (etwa 40 %). Spanien als wichtige Herkunftsregion direkter Lieferanten spielt hierbei eine große Rolle, denn das Land hat einen hohen Wasserstress.

nach Branchen



Der Wasserverbrauch in der Wertschöpfungskette des deutschen Lebensmitteleinzelhandels fällt vor allem beim Pflanzenanbau an (über 90 %). Dies betrifft sowohl den Anbau pflanzlicher Lebensmittel als auch den von Futtermitteln, die für die Produktion tierischer Produkte gebraucht werden. Besonders wasserintensiv ist der Anbau von Obst und Gemüse, Weizen und Getreide, ölreichen Saaten (Raps, Soja etc.) und Reis.

Weitere Umweltwirkungen



Treibhausgasemissionen

THG-Emissionen werden vor allem bei der Rohstoffherzeugung (etwa 60 %) und bei direkten Lieferanten (etwa 30 %) verursacht. Etwa 40 % der Emissionen fallen auf den Pflanzenanbau (etwa beim Einsatz von Düngemitteln und beim Betrieb von Gewächshäusern) und etwa 30 % auf die Erzeugung tierischer Lebensmittel (Methangasemissionen in der Rinderzucht). Der Strom-

bezug der Rohstoffherzeugung und der direkten Lieferanten macht insgesamt etwa 10 % aus.

Die THG-Emissionen fallen größtenteils in Deutschland an (etwa 40 %). Zudem sind die Region Amerika, China, die Region Asien sowie die USA und die Niederlande relevant.



Schadstoffemissionen

Bezogen auf den Umsatz verursacht der Lebensmitteleinzelhandel den größten Ausstoß an NO_x in der Wertschöpfungskette: Sie entstehen vor allem in der Rohstoffherzeugung und bei direkten Lieferanten. Die Emissionen werden vor allem im Anbau von Pflanzen verursacht. Ein Drittel der Emissionen entstehen in Deutschland.



Landnutzung

Die Landnutzung verteilt sich zu 80 % auf die Stufe der Rohstoffgewinnung und zu 20 % auf direkte Lieferanten. Der Großteil ist auf den Pflanzenanbau zurückzuführen und verteilt sich insbesondere auf Deutschland und Südamerika.

» FAZIT

Der Lebensmitteleinzelhandel verursacht im Vergleich zu den anderen acht untersuchten Branchen die höchsten Umweltwirkungen. Besonderes relevant ist der Wasserverbrauch bei der Produktion von Lebensmitteln in Regionen mit hohem Wasserstress. Hierbei ergeben sich Handlungsfelder bei direkten Lieferanten aus dem Obst- und Gemüseanbau (besonders aus Spanien und Asien), die etwa ein Drittel des Gesamtwasserbedarfs in der Wertschöpfungskette verbrauchen. Weitere Maßnahmen sollten bei den Vorlieferanten aus dem Pflanzenanbau ansetzen, zum Beispiel beim Anbau von Getreide, Soja und Reis.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- FAO-Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA) www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa/en
- Sustainable Agriculture Standard der SAN (Sustainable Agriculture Network) www.san.ag
- IFOAM Norms for Organic Production and Processing www.ifoam.bio/en/ifoam-norms
- Info-Datenbank des Pestizid-Aktions-Netzwerks www.pan-germany.org/deu/~infodblast.html
- EU Policy, Organic Farming https://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy_en



Maschinenbau

235 Mrd. EUR Umsatz
1 Mio. Beschäftigte
6.200 Betriebe

Statistisches Bundesamt;
Angaben für 2015

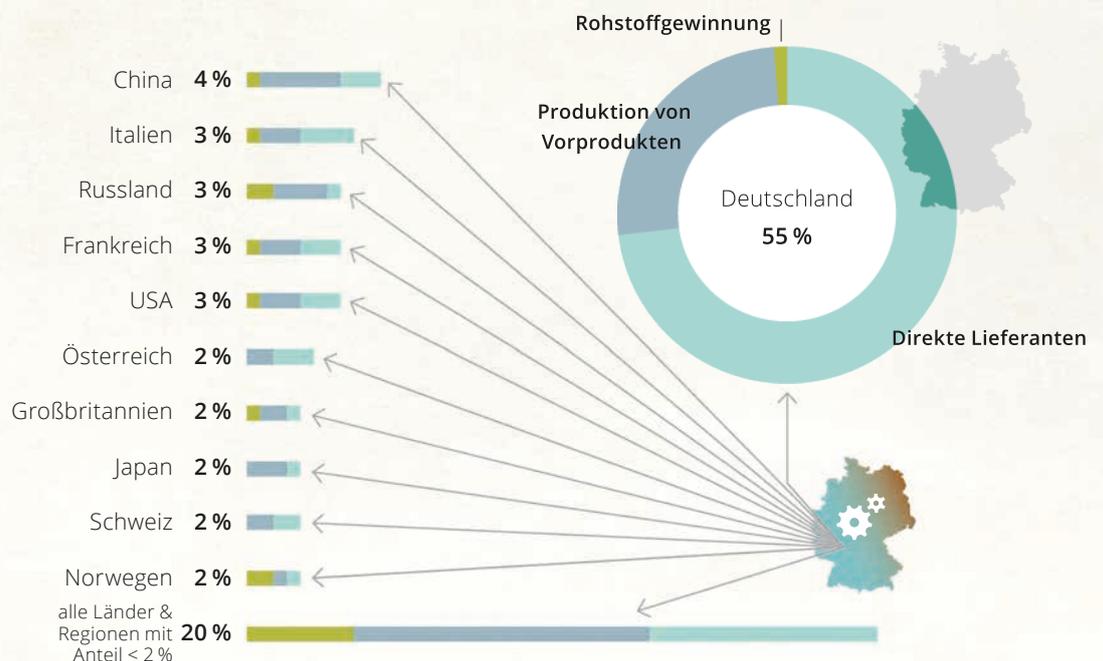
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die Lieferkette des Maschinenbaus umfasst vor allem die metallverarbeitende Industrie sowie wiederum Maschinenbauunternehmen auf vorgelagerten Stufen. Einen hohen Anteil haben ebenfalls Unternehmen der Chemie- und Elektronikindustrie.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Der Großteil der Lieferkette des deutschen Maschinenbaus ist in Deutschland verortet. In Europa befinden sich vielfach sowohl direkte Lieferanten als auch ihre Vorlieferanten. Auch China hat einen nennenswerten Anteil an den Vorstufen.



Die Umweltwirkungen des deutschen Maschinenbaus entlang der Wertschöpfungskette

Der Maschinenbau weist, trotz seiner Größe, vergleichsweise geringe Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette auf. Bezogen auf den Umsatz schneidet er unter den untersuchten Branchen am besten ab.

Die Umweltwirkungen des Maschinenbaus sind in der Lieferkette deutlich höher als an den eigenen Standorten. Etwa 90 % der THG- und Schadstoffemissionen entstehen auf den vorgelagerten Stufen, wobei ein Drittel der Emissionen auf direkte Lieferanten entfällt. Die meisten Emissionen entstehen bei der Produktion von Vorprodukten. Der Wasserverbrauch in der Lieferkette macht mehr als die Hälfte aus, wobei die einzelnen Stufen (von der Rohstoffgewinnung bis zu den direkten Lieferanten) jeweils etwa ein Fünftel auf sich verteilen. Die Landnutzung fällt fast ausschließlich in den Bereich Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette

Stufen der Wertschöpfungskette	Rohstoffgewinnung	Produktion von Vorprodukten	Direkte Lieferanten	Maschinenbauunternehmen (eigene Standorte)	Gesamt
 Treibhausgase	9 %	49 %	31 %	11 %	60 Megatonnen CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	7 %	50 %	31 %	11 %	0,1 Megatonnen NO _x
 Wasserverbrauch	17 %	21 %	18 %	44 %	660 Mio. m ³ Wasser
 Landnutzung	89 %	4 %	4 %	3 %	1 Mio. ha

Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

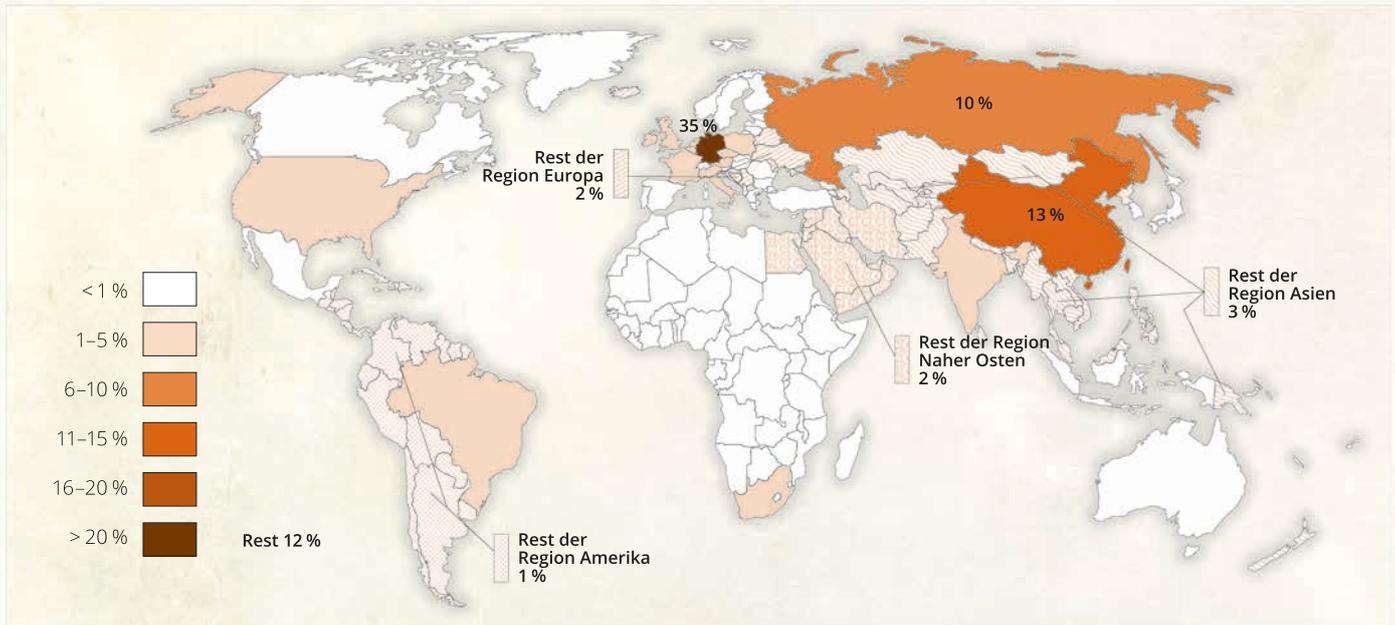
 Treibhausgase	0,2 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	0,5 g NO _x
 Wasserverbrauch	2,8 Liter
 Landnutzung	0,0 m ²

Die Umweltwirkungen des Maschinenbaus bezogen auf den Umsatz sind im Vergleich zu den anderen Branchen dieser Untersuchung gering. Je EUR Umsatz werden 0,2 Kilogramm THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette verursacht. Der Großteil entfällt auf die Lieferkette. Der Wasserverbrauch (von der Rohstoffgewinnung bis zum eigenen Standort) summiert sich auf 2,8 Liter und ist damit der niedrigste der acht Branchen dieser Untersuchung. Etwa zwei Fünftel des Wasserverbrauchs entstehen an den eigenen Standorten.

Aufgrund des hohen Anteils werden im Folgenden die THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette im Detail beschrieben.

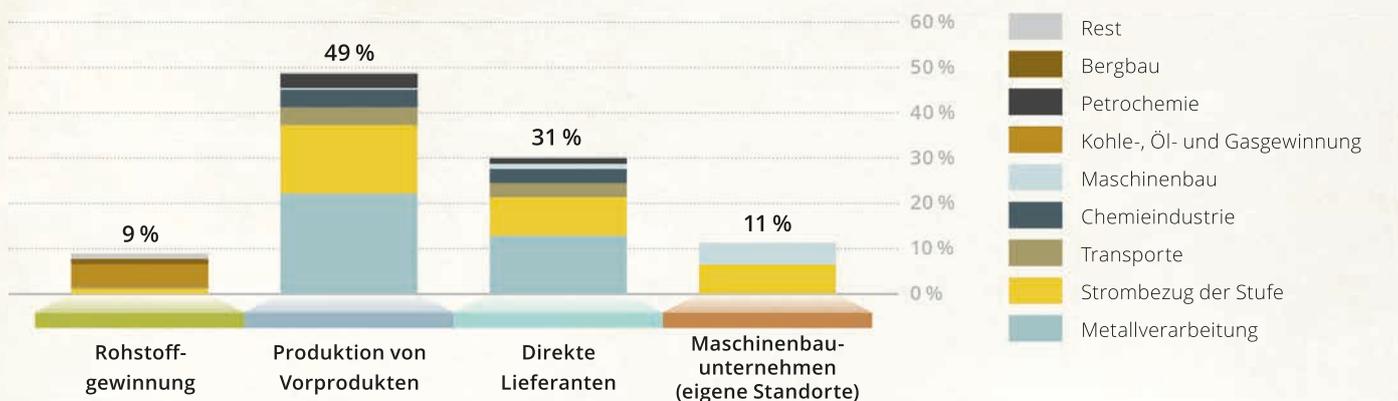


Verteilung der Treibhausgasemissionen in der Wertschöpfungskette des deutschen Maschinenbaus nach Ländern



Die meisten THG-Emissionen entstehen in Deutschland, China und Russland. In Deutschland tragen vor allem die Maschinenbauunternehmen selbst zu Emissionen bei (inkl. Bezug von Strom). Die Emissionen in China und Russland sind insbesondere auf vorgelagerte metallverarbeitende Betriebe und den Strombedarf von (Vor-)Lieferanten zurückzuführen.

nach Branchen



Die Prozessemissionen der Metallverarbeitung machen insgesamt ein Drittel der THG-Emissionen in der Lieferkette aus, wenn man direkte Lieferanten und deren Vorstufen zusammenfasst. Die Emissionen, die durch den Stromverbrauch von Produzenten entlang der Wertschöpfungskette entstehen, machen ebenfalls ein Drittel aus.

Weitere Umweltwirkungen



Schadstoffemissionen

Die NO_x-Emissionen entlang der Lieferkette verteilen sich anteilig ähnlich wie die THG-Emissionen. Knapp ein Drittel der Emissionen entstehen bei direkten Lieferanten, die Hälfte bei Vorlieferanten.

Im Unterschied zu den THG-Emissionen entstehen die meisten NO_x-Emissionen jedoch in der Transportkette (ein Drittel). Zudem fällt ein großer Teil der Emissionen

bei metallverarbeitenden Betrieben an, sowohl bei direkten Lieferanten als auch bei Vorlieferanten.

Wie bei den THG-Emissionen haben die Lieferketten, die nach China führen, einen überproportional hohen Anteil an NO_x-Emissionen, insbesondere bei den metallverarbeitenden Stufen und beim Strombezug von (Vor-) Lieferanten.



Wasserverbrauch

Die Maschinenbauunternehmen selbst verbrauchen das meiste Wasser (etwa 40 %). Etwa ein Fünftel des Wasserverbrauchs entsteht jeweils auf den Stufen der direkten Lieferanten, den Vorstufen sowie bei der Rohstoffgewinnung.

In der Branchenverteilung sind die metallverarbeitenden Prozesse sowie die Rohstoffgewinnung von Bedeutung (je etwa ein Fünftel).

In der regionalen Verteilung verbrauchen deutsche Unternehmen mit etwa 60 % das meiste Wasser. 10 % des Wasserverbrauchs entlang der Wertschöpfungskette sind in China zu verorten, vor allem in metallverarbeitenden Betrieben und bei den Produzenten (Stromerzeugung). Etwa 10 % des Wasserverbrauchs insgesamt fallen in Regionen mit hohem Wasserstress an, vor allem bei der Rohstoffgewinnung in Asien und Afrika.



Landnutzung

Die höchste Landnutzung (fast 90 %) entsteht bei der Rohstoffgewinnung. Schwerpunktregionen des Flächenverbrauchs sind Afrika und China.

» FAZIT

Ein wesentliches Umweltthema in der Lieferkette des Maschinenbaus sind THG-Emissionen. Die Emissionen in der Lieferkette sind um ein Vielfaches höher als an den eigenen Standorten – allein die Gesamtemissionen der direkten Lieferanten sind dreimal so hoch. Hier lohnt es sich, auf (Vor-)Lieferanten der metallverarbeitenden Industrie sowie auf den Stromverbrauch von (Vor-)Lieferanten zu fokussieren. Metallverarbeitende Betriebe haben außerdem einen hohen Anteil an den Schadstoffemissionen.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- Leitfäden der International Council on Mining and Metals (ICMM) www.icmm.com
- Standards der Aluminium Stewardship Initiative (ASI) <https://aluminium-stewardship.org>



Metallerzeugung und -verarbeitung

205 Mrd. EUR Umsatz
 910.000 Beschäftigte
 8.700 Betriebe

Statistisches Bundesamt;
 Angaben für 2015

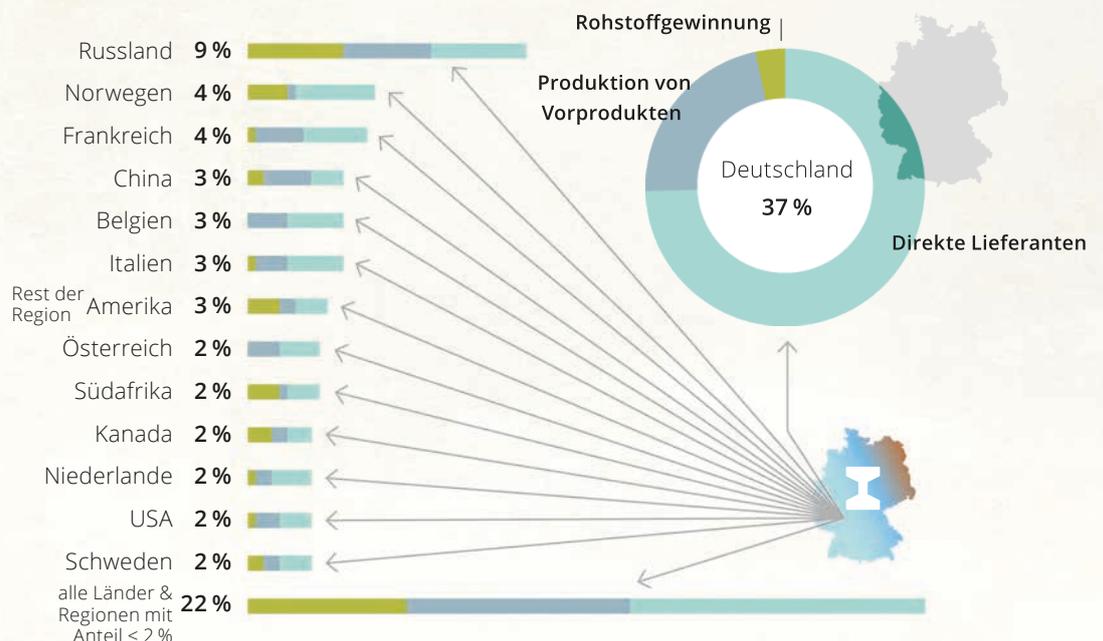
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die Wertschöpfungskette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie umfasst vor allem Branchen, die metallische Vorprodukte herstellen, sowie die Chemieindustrie und rohstoffgewinnende Branchen.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Der Importanteil der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie in Deutschland beträgt über 60%. Wichtige Importländer sind Russland, Norwegen und Frankreich. Nach Russland verzweigen sich zahlreiche Lieferketten auf der Stufe der Rohstoffgewinnung.

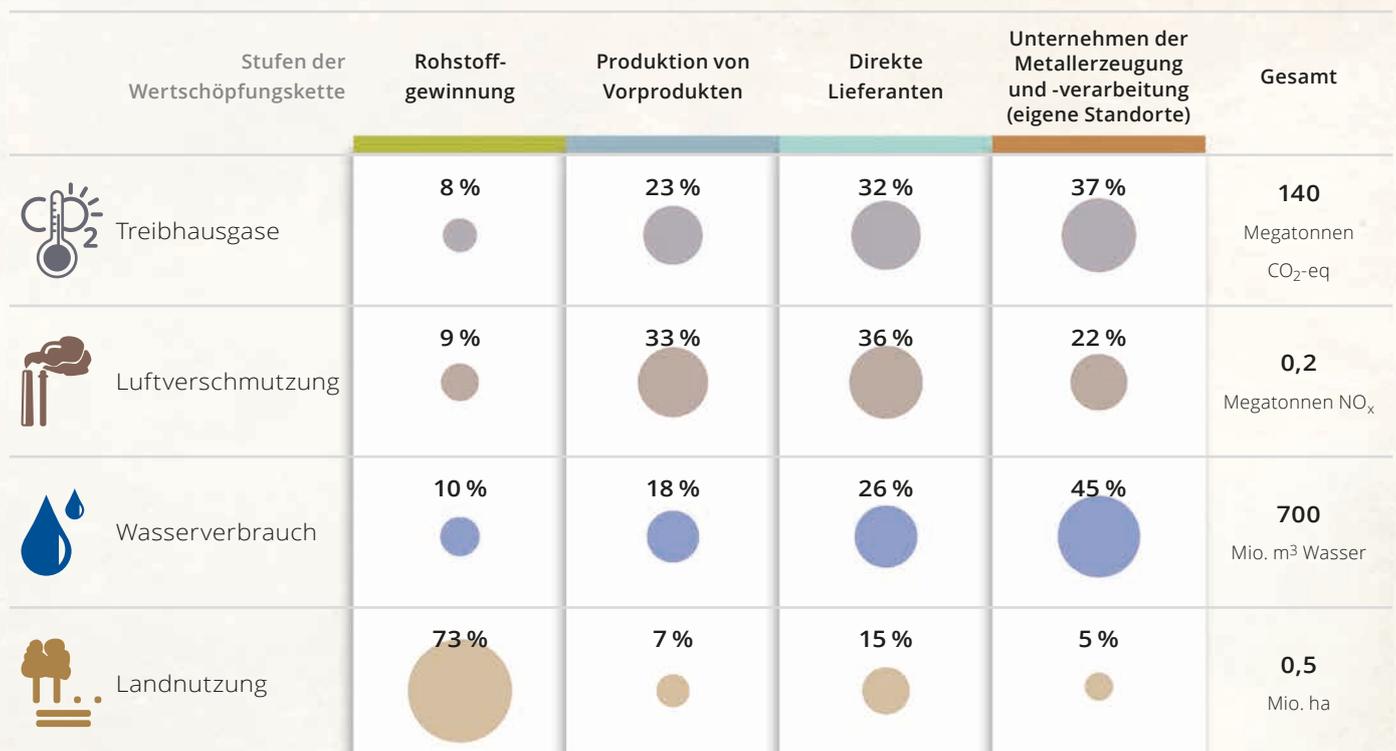


Die Umweltwirkungen der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie Deutschlands entlang der Wertschöpfungskette

Von den acht Branchen dieser Untersuchung hat die Metallerzeugung und -verarbeitung den höchsten Gesamtausstoß an THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette. Mit 0,7 Kilogramm CO₂-eq pro EUR Umsatz weist sie die höchste CO₂-Intensität auf.

Die Umweltwirkungen der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie sind in der Lieferkette höher als an den eigenen Standorten. Knapp zwei Drittel der Gesamt-THG-Emissionen und mehr als drei Viertel der Schadstoffemissionen entstehen in der Lieferkette. Einen hohen Anteil daran haben direkte Lieferanten – damit ergibt sich bereits ein wichtiger Hebel zur Reduzierung der Umweltwirkungen im unmittelbaren Einflussbereich. Der Verbrauch an Wasser in der Lieferkette macht mehr als die Hälfte des Gesamtverbrauchs an Wasser aus. Die Landnutzung verteilt sich zu drei Viertel auf die Rohstoffgewinnung.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette



Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

	Treibhausgase	0,7 kg CO ₂ -eq
	Luftverschmutzung	0,9 g NO _x
	Wasserverbrauch	3,4 Liter
	Landnutzung	0,0 m ²

Sowohl absolut als auch bezogen auf den Umsatz verursacht die metallerzeugende und verarbeitende Industrie die meisten THG-Emissionen unter den acht untersuchten Branchen. Auch bei den Schadstoffemissionen liegt sie eher im oberen Bereich. Der Wasserverbrauch (von der Rohstoffgewinnung bis zum eigenen Standort) summiert sich auf 3,4 Liter pro EUR Umsatz und ist damit vergleichsweise gering.

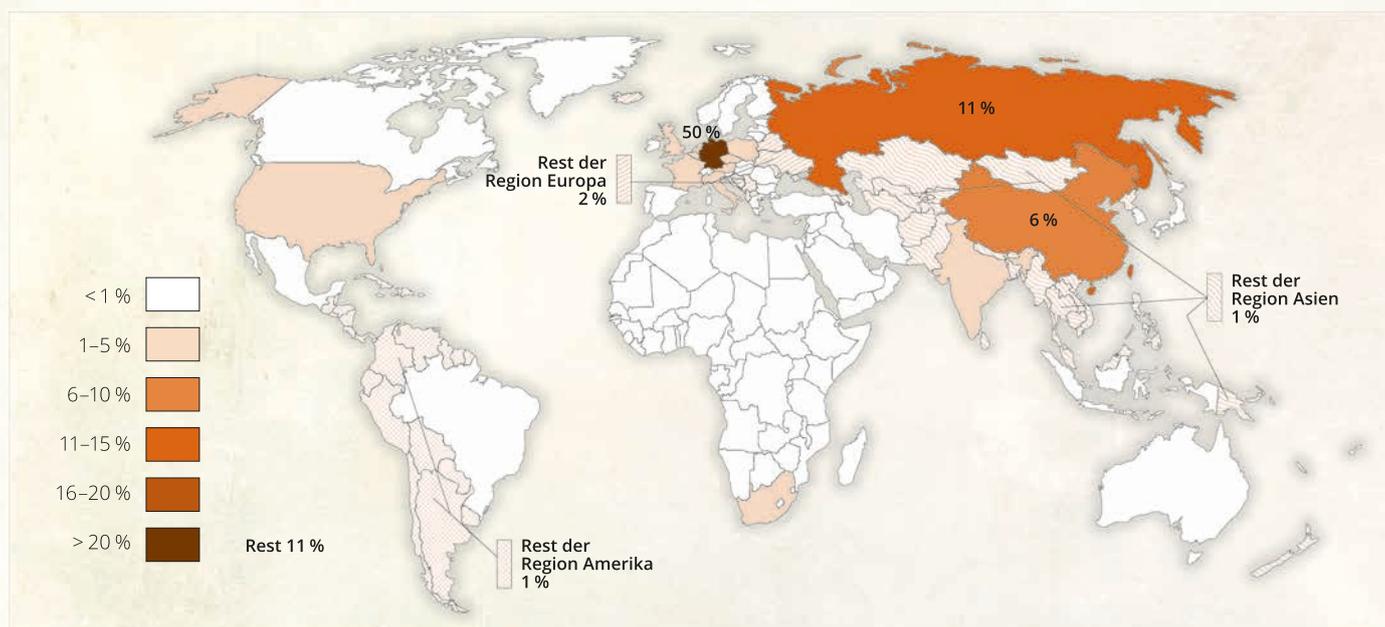
Aufgrund ihrer hohen Intensität werden im Folgenden die THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette im Detail beschrieben.



Fokus: Treibhausgasemissionen



Verteilung der Treibhausgasemissionen in der Wertschöpfungskette der deutschen metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie nach Ländern



Die Hälfte der THG-Emissionen entsteht in Deutschland, sowohl an den eigenen Standorten als auch bei Lieferanten und Vorlieferanten aus Deutschland. Mehr als ein Zehntel entfällt auf Lieferketten, die sich nach Russland verzweigen, vor allem bei direkten Lieferanten aus der metallverarbeitenden Industrie.

nach Branchen



Zwei Drittel der THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette entstehen in metallerzeugenden und -verarbeitenden Betrieben, wenn man die eigenen Standorte sowie die direkten Lieferanten und deren Vorstufen zusammenfasst. Emissionen, die durch den Stromverbrauch von Produzenten entlang der Wertschöpfungskette entstehen, machen ein Fünftel aus.

Weitere Umweltwirkungen



Schadstoffemissionen

Die Berechnungen der NO_x-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette der metallerzeugenden und -verarbeitenden Industrie zeigen, dass ein Großteil der Schadstoffemissionen in der metallverarbeitenden Branche entsteht (über 40%). Geographisch konzentrieren sie sich auf die eigenen Standorte in Deutschland sowie auf die direkten Lieferanten. Relevant sind ebenfalls me-

tallverarbeitende Produzenten in Russland, sowohl auf der Stufe der direkten als auch der vorgelagerten Lieferanten.

Von Bedeutung sind ebenfalls NO_x-Emissionen entlang der Transportkette (ein Viertel). Ein Fünftel ist auf den Strombezug zurückzuführen.



Wasserverbrauch

Auch beim Wasserverbrauch liegt nach den Berechnungen der überwiegende Teil in der metallverarbeitenden Branche. Ein Großteil ist bei den metall-erzeugenden und -verarbeitenden Betrieben in Deutschland anzusiedeln, aber auch auf der Stufe der direkten Lieferanten und der Vorlieferanten.

Etwas 10 % des Wasserverbrauchs insgesamt fallen in Regionen mit hohem Wasserstress an, vor allem bei der Rohstoffgewinnung in Asien und Afrika.



Landnutzung

Drei Viertel der Landnutzung geht auf die Rohstoffgewinnung zurück, insbesondere in Afrika und Asien.

» FAZIT

Unternehmen der metall-erzeugenden und -verarbeitenden Industrie weisen eine hohe CO₂-Intensität in ihrer Wertschöpfungskette auf. Deshalb sollte die Reduzierung von THG-Emissionen ein Schwerpunkt sein. Entsprechende Aktivitäten sollten sich nicht auf eigene Standorte beschränken, sondern die Lieferkette einbeziehen. Die Emissionen in der Lieferkette (von der Rohstoffgewinnung bis zu den direkten Lieferanten) sind doppelt so hoch wie an den eigenen Standorten. Beispielsweise könnten Erfahrungen über Verbesserungsmaßnahmen mit den direkten Lieferanten ausgetauscht werden.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- Leitfäden der International Council on Mining and Metals (ICMM) www.icmm.com
- Standards der Aluminium Stewardship Initiative (ASI) <https://aluminium-stewardship.org>

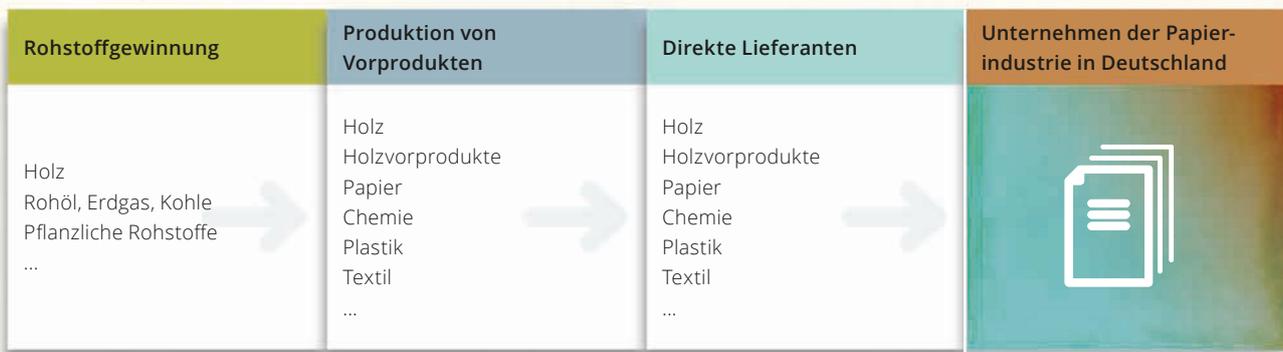


Papierindustrie

37 Mrd. EUR Umsatz
130.000 Beschäftigte
900 Betriebe

Statistisches Bundesamt;
Angaben für 2015

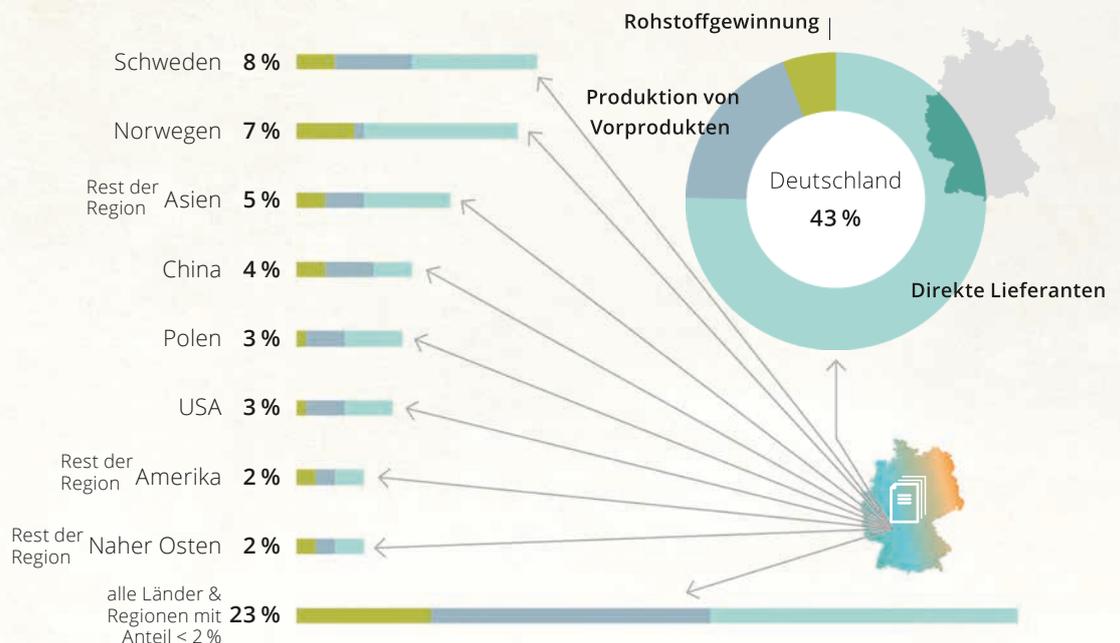
Die Struktur der Wertschöpfungskette



Die Wertschöpfungskette der Papierindustrie ist von der holzverarbeitenden Industrie geprägt, auch die chemische Industrie ist eine relevante Branche in der Lieferkette.

Wertschöpfungsanteile in der Lieferkette nach wesentlichen Ländern und Lieferkettenstufen

Mehr als die Hälfte der Lieferkette der Papierindustrie liegt außerhalb von Deutschlands. Eine wichtige Rolle in der Lieferkette nehmen Schweden und Norwegen, sowohl auf der Stufe der direkten Lieferanten als auch auf der Stufe der Rohstoffgewinnung, ein. Auch Asien besitzt zusammen mit China eine bedeutende Rolle in der Lieferkette.



Die Umweltwirkungen der deutschen Papierindustrie entlang der Wertschöpfungskette

Die Papierindustrie ist die kleinste der acht untersuchten Branchen. Somit fällt die absolute Umweltwirkung entlang der Wertschöpfungskette im Vergleich mit den anderen zwar gering aus, bezogen auf den Umsatz liegt sie jedoch im oberen Bereich.

Mehr als die Hälfte der THG-Emissionen in der Wertschöpfungskette werden in der Lieferkette verursacht, meist bei den direkten Lieferanten. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei den NO_x-Emissionen sowie beim Wasserverbrauch. Im Unterschied zu den anderen Branchen entfällt ein Großteil der Landnutzung auf die direkten Lieferanten, da die Papierindustrie direkt von der Holz- und Forstwirtschaft Material bezieht.

Verteilung der Umweltwirkungen entlang der Wertschöpfungskette

Stufen der Wertschöpfungskette	Rohstoffgewinnung	Produktion von Vorprodukten	Direkte Lieferanten	Unternehmen der Papierindustrie (eigene Standorte)	Gesamt
 Treibhausgase	11 %	19 %	28 %	42 %	14 Megatonnen CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	12 %	24 %	33 %	31 %	0,04 Megatonnen NO _x
 Wasserverbrauch	25 %	10 %	22 %	44 %	320 Mio. m ³ Wasser
 Landnutzung	24 %	0 %	75 %	1 %	0,5 Mio. ha

Umweltwirkungen pro EUR Umsatz:

 Treibhausgase	0,4 kg CO ₂ -eq
 Luftverschmutzung	1,0 g NO _x
 Wasserverbrauch	8,5 Liter
 Landnutzung	0,1 m ²

Bezogen auf den Umsatz ist die Papierindustrie inkl. ihrer Lieferkette eine der umweltintensivsten Branchen, sie liegt in allen vier Umweltthemen im oberen Bereich. Mit 0,4 Kilogramm CO₂-eq pro EUR Umsatz ist sie bei den THG-Emissionen gleichauf mit der chemischen Industrie. Der Wasserverbrauch pro EUR Umsatz beträgt 8,5 Liter und liegt damit direkt hinter dem Lebensmittel- und dem Bekleidungs Einzelhandel sowie der chemischen Industrie. Bei den NO_x-Emissionen folgt die Papierindustrie an zweiter Stelle nach dem Lebensmitteleinzelhandel.

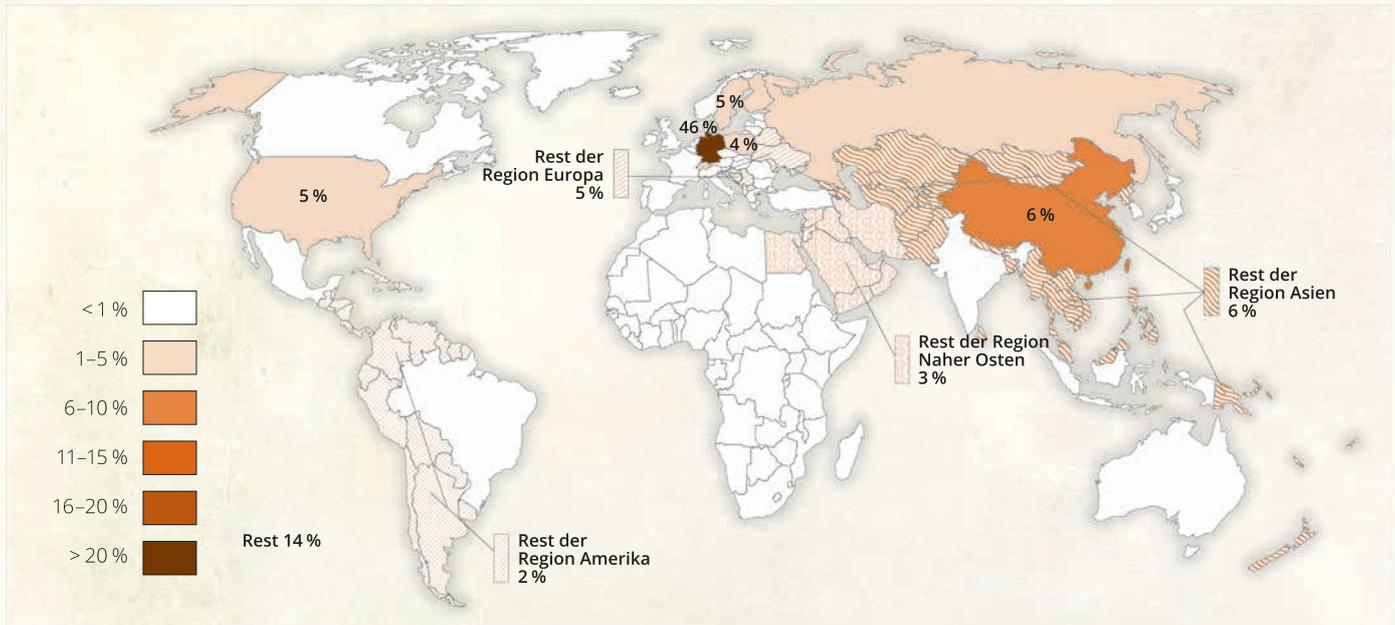
Aufgrund des hohen Wertes pro EUR Umsatz werden im Folgenden die Schadstoffemissionen im Detail beschrieben.



Fokus: Schadstoffemissionen

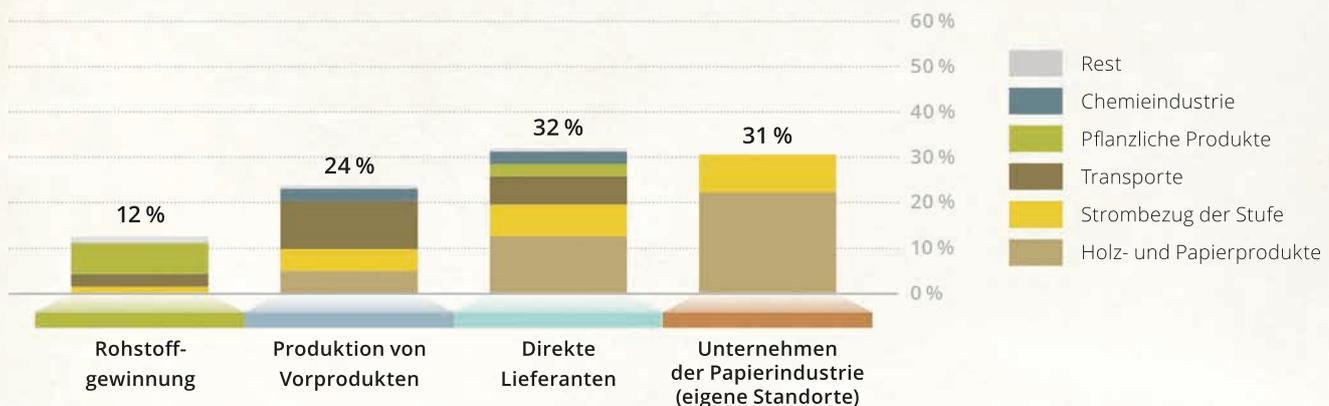


Verteilung der Schadstoffemissionen in der Wertschöpfungskette der deutschen Papierindustrie nach Ländern



Die größte Menge NO_x-Emissionen innerhalb der Wertschöpfungskette wird in Deutschland ausgestoßen, insbesondere durch die Papierindustrie selbst. Einen überproportional hohen Anteil im Vergleich mit der gesamten Wertschöpfungskette haben China und Asien.

nach Branchen



Mehr als 40 % der NO_x-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette verursachen die Holz- und Papierindustrie. Hierbei haben die Emissionen auf der Stufe der deutschen Papierindustrie und der Stufe der direkten Lieferanten den höchsten Anteil. Ein weiterer Hot-Spot sind die Emissionen, die durch den Strombezug sowie durch Transporte entstehen (jeweils etwa ein Fünftel).

Weitere Umweltwirkungen



Treibhausgasemissionen

Die Hälfte der THG-Emissionen geht auf den Stromverbrauch entlang der Wertschöpfungskette zurück. Ein Viertel entfällt auf die direkten Emissionen der Papier- und Holzbranche, die sich vor allem auf die Papierindustrie in Deutschland und die direkten Lieferanten verteilen. Weiterhin relevant sind mit knapp 10 % die THG-Emissionen der chemischen Industrie sowie Transporte.

Etwa 60 % der THG-Emissionen werden in Deutschland verursacht, insbesondere durch die Emissionen an den eigenen Standorten sowie bei direkten Lieferanten. Einen überproportional hohen Anteil im Vergleich zur Wertschöpfung hat China (etwa 10 %).



Wasserverbrauch

Den höchsten Anteil am Wasserverbrauch besitzt die Papierindustrie, sowohl an den eigenen Standorten als auch bei Lieferanten aus der Papierindustrie (zwei Drittel). Etwa ein Viertel des Verbrauchs fällt bei der Rohstoffgewinnung von Holz an.

In der regionalen Verteilung hat Deutschland, mit etwas mehr als die Hälfte, den höchsten Anteil am Wasserverbrauch, vor allem an den eigenen Standorten. Etwa ein Fünftel des globalen Wasserverbrauchs in der Wertschöpfungskette der Papierindustrie fällt in Regionen mit hohem Wasserstress an, insbesondere in Asien und Afrika.



Landnutzung

Die Landnutzung betrifft fast ausschließlich die Gewinnung von Holz. Schwerpunktregionen sind Schweden, Deutschland, Südamerika und auch Afrika.

» FAZIT

Die Papierbranche weist hohe Umweltwirkungen pro EUR Umsatz auf. Ein Schwerpunktthema bei der Verringerung der Umweltwirkungen sind die Schadstoffemissionen. Jeweils ein Drittel entfallen auf die eigenen Standorte der Papierindustrie und auf die Stufe der direkten Lieferanten, ein weiteres Viertel entfällt auf die Stufe der Vorprodukte. Ein Fokus sollte auf (Vor-)Lieferanten aus der Holz- und Papierindustrie und den Transporten liegen, da diese Branchen die meisten Emissionen verursachen.

» WICHTIGE STANDARDS UND HILFESTELLUNGEN

- EMAS Umweltmanagement www.emas.de
- ISO 14 001ff.; ISO 50 001ff. www.iso.org
- Leitfäden der Europäischen Kommission zu Best Available Techniques (BAT) bzw. Best Available Techniques Reference Documents (BREF) <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference>
- Environmental, Health, and Safety Guidelines der Weltbank www.ifc.org/ehsguidelines
- Forest Stewardship Council (FSC) www.fsc-deutschland.de/de-de
- Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) <http://pefc.org/standards/overview>

III. Mögliche Maßnahmen zur Gestaltung und Optimierung einer nachhaltigen Lieferkette

Haben Unternehmen ein Verständnis über die Umweltwirkung und die Hot-Spots in ihrer Lieferkette erlangt, geht es darum, geeignete Maßnahmen abzuleiten. Grundsätzlich können sich Unternehmen an folgenden vier Maßnahmenfeldern orientieren. Die Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll einen Einstieg bieten.

In den Branchensteckbriefen in Teil II sind Standards und Hilfestellungen für den jeweiligen Sektor bzw. dessen relevante Lieferketten aufgeführt. Diese umfassen sowohl übergreifende als auch branchenspezifische Angebote. Dabei handelt es sich zum einen um Standards oder Managementsysteme, die durch Zertifikate nachgewiesen werden können. Meist stehen Implementierungshilfen zur Verfügung, die die Erfüllung der Standardkriterien und den Aufbau des jeweiligen Managementsystems unterstützen. Zum anderen werden Leitfäden und wichtige Webseiten mit Hilfestellungen in den Branchensteckbriefen genannt, die Unternehmen einen Überblick über konkrete Maßnahmenoptionen bei (Vor-)Lieferanten verschaffen.

Interne Verankerung im Lieferantenmanagement: Integration in den Einkauf

Unternehmen sollten Umweltschutzfragen in Rahmenverträgen oder in einem Lieferantenkodex aufnehmen. Für viele Unternehmen ist das oftmals der erste Schritt zu einem verbindlichen nachhaltigen Lieferkettenmanagement. Konkrete ökologische Anforderungen können in Einkaufskriterien und Spezifikationen Berücksichtigung finden. In einigen Branchen (z. B. im Fahrzeugbau) ist es üblich, dass Lieferanten ein Umweltmanagementsystem nach EMAS oder ISO 14001 vorweisen müssen. Die Einhaltung kann durch das Vorlegen von Zertifikaten oder durch Audits bei Lieferanten überprüft werden. Gleichzeitig ist im Einkauf sicherzustellen, dass die Umweltkriterien tatsächlich in die Lieferantenauswahl einfließen. Dies kann auch die Notwendigkeit zur Folge haben, einen Lieferanten zu wechseln oder gezielt Lieferanten, die ökologische (und im weiteren Sinne nachhaltige) Anforderungen in besonderem Maße erfüllen, auszuwählen. Auch im internen Lieferantenbewertungssystem sollten ökologische Kriterien einfließen, z. B. ob der Lieferant über seine CO₂-Emissionen berichtet oder einen Maßnahmenplan besitzt.

Externe Verankerung im Lieferantenmanagement:

Zusammenarbeit mit Lieferanten

Praxiserfahrungen zeigen, dass ein großer Bedarf nach Wissenstransfer und Kapazitätsaufbau bei Lieferanten weltweit besteht (z. B. zum Thema Energieeffizienz). Oftmals kann die Umweltleistung von Lieferanten bereits durch den Austausch mit ihnen verbessert werden. Das Thema kann z. B. in den regulären Zielgesprächen mit den Liefe-

ranten verankert werden. Ebenso bieten sich gemeinsame Projekte an, um geeignete Lösungsansätze für Verbesserungen zu identifizieren. Der Austausch erlaubt zudem eine bessere Abstimmung von Prozessen mit dem Lieferanten, um z. B. das Transportaufkommen zu verringern. Des Weiteren können gezielt eigene Erfahrungen, z. B. aus Energieeffizienzmaßnahmen im Rahmen der Nutzung von Umweltmanagementsystemen, an Lieferanten weitergegeben werden, um dort Verbesserungen anzustoßen. Die Qualifizierung kann sowohl durch eigene Trainingsprogramme als auch mithilfe bestehender Wissensplattformen erfolgen. Letztere machen Hilfestellungen und Informationsangebote einer großen Anzahl von Lieferanten verfügbar.

Einflussmöglichkeiten des Unternehmens können je nach Verhältnis zum Lieferanten stärker oder schwächer ausgeprägt sein. Deshalb ist ein schrittweises Vorgehen sinnvoll, indem zunächst strategische Lieferanten eingebunden werden, um anschließend die Erfahrungen auf die breitere Lieferantenbasis auszuweiten. Hierbei sollten Gute-Praxis-Ansätze an die Lieferanten kommuniziert und Vorteile (z. B. optimierte Prozesse, Kostensenkung) klar vermittelt werden. Dies senkt die Hemmschwellen bei Lieferanten und ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für aktive Beiträge.

Lieferkettenstruktur: Aufbau nachhaltiger Lieferketten

Ein weiteres Instrument ist der gezielte Aufbau von transparenten Lieferketten, die hohen ökologischen Standards entsprechen. Diese Maßnahme erstreckt sich über die gesamte Lieferkette. Eine Möglichkeit ist die Beschaffung direkt bei Rohstoffproduzenten. Dies schafft eine höhere Transparenz bezüglich der Herkunft von Materialien und der bestehenden Umweltstandards vor Ort, die wiederum die Umsetzung gezielter Maßnahmen zur Verbesserung der Umwelleistung des Rohstoffproduzenten ermöglicht.

In einigen Branchen sind produktbezogene Standards verbreitet, auf die man zurückgreifen kann (z. B. Öko-Anbau im Lebensmittelbereich, Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft im Papier- und Holzbereich). Für viele Unternehmen ist der höhere Einkaufspreis ein Hinderungsgrund bei der Beschaffung von Produkten aus nachhaltigen Quellen. Es bietet sich daher an, nachhaltige Lieferketten schrittweise aufzubauen und Kunden gleichzeitig für diese Produkte zu sensibilisieren. Mit dieser Maßnahme können langfristig neue Kundengruppen erschlossen werden, auch wenn hierzu oftmals ein längerer Atem notwendig ist.

Produktstruktur: Einsatz nachhaltigerer Produktbestandteile

Auch dieses Maßnahmenfeld erstreckt sich über die gesamte Wertschöpfungskette. Änderungen am Produktdesign können einen wichtigen Hebel für die Reduzierung von Umweltwirkungen in der Lieferkette bilden. Dies betrifft vor allem den Ersatz kritischer Rohstoffe durch umweltfreundlichere Alternativen, z. B. der Einsatz von recyceltem Material. Änderungen am Produktdesign können auch dazu beitragen, aus Umweltsicht problematische Prozesse zu vermeiden oder zumindest deren Umfang zu verringern. Dieses Maßnahmenfeld besitzt ein hohes Innovationspotential sowohl für das beschaffende Unternehmen als auch die (Vor-)Lieferanten. Die Voraussetzungen sind, dass nachhaltige Alternativen für Produktbestandteile verfügbar und Unternehmen über ihre Aktivitäten in Forschung und Entwicklung in der Lage sind, zu nachhaltigeren Produktdesigns zu gelangen.

IV. Geeignete nächste Schritte

Mit dem „Umwelatlas Lieferketten“ können sich Unternehmen einen ersten Überblick über mögliche Hot-Spots in ihrer Lieferkette verschaffen. **Da der Atlas auf allgemeinen Branchendaten beruht, ist zunächst ein Abgleich mit der eigenen Lieferkette erforderlich.** Folgende fünf Schritte sollen im Sinne einer Checkliste helfen, pragmatisch mit der Gestaltung und Optimierung der eigenen nachhaltigen Lieferketten zu beginnen.



1) Schaffen Sie Transparenz

Verschaffen Sie sich einen Überblick über die eigenen Lieferanten und ggf. Vorlieferanten. Stellen Sie die bezogenen Güter und Dienstleistungen nach Art, Einkaufsvolumina und Herkunft zusammen. Mit diesen Informationen können Sie bereits feststellen, inwieweit die Ergebnisse im Branchensteckbrief auf Ihr Unternehmen zutreffen. Prüfen Sie, ob die Lieferanten bereits bestimmte Standards erfüllen oder ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem besitzen. Fragen Sie bei Lieferanten nach.



2) Identifizieren Sie geeignete Hebel

Sind wesentliche Umweltwirkungen und Hot-Spots identifiziert, geht es darum, zu prüfen, wo und wie man am wirkungsvollsten Einfluss ausüben kann. Für erste Aktivitäten eignen sich Lieferanten, zu denen langjährige Lieferbeziehungen bestehen oder bei denen Ihr Unternehmen einen hohen Anteil am Umsatz hat. Prüfen Sie auch, inwiefern Sie auf Vorlieferanten oder auf die Rohstoffgewinnung Einfluss ausüben können, insbesondere wenn dort mit hohen Auswirkungen zu rechnen ist.



3) Adressieren Sie Umweltthemen beim Lieferanten

Bringen Sie Umweltthemen künftig in Lieferantengespräche ein. Möglicherweise sind Sie nicht der einzige Kunde, der Umweltthemen adressiert. Häufig werden Lieferanten aktiv, wenn ein Impuls von mehreren Kunden kommt. Machen Sie Umweltschutz verbindlich und halten Sie Umweltauflagen in Lieferverträgen, Zielvereinbarungen oder in einem Lieferantenkodex fest.



4) Greifen Sie auf etablierte Standards und Systeme zurück

Nutzen Sie bestehende Standards, Systeme und Hilfestellungen. Geben Sie diese an Ihre Lieferanten weiter. Treffen Sie Vereinbarungen mit den betreffenden Lieferanten, bis wann die Standards erfüllt sein müssen.



5) Definieren Sie Pilotprojekte und Ziele

Initiieren Sie Pilotprojekte mit ausgewählten Lieferanten. Hierbei können beide Seiten wertvolle Erfahrungen sammeln, die eine breite Umsetzung erleichtern. Definieren Sie mittel- und langfristige Ziele, z. B. bezüglich des Anteils an Lieferanten mit einem Umweltmanagementsystem oder an Rohstoffen aus nachhaltigen Quellen. Etablieren Sie einen festen Prozess zur Prüfung der Zielerfüllung.

Quellenverzeichnis (alphabetisch)

Literatur im Text

- Bundesumweltministerium (2015): Klimaschutz in Zahlen. Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik. Berlin: Bundesumweltministerium. Online verfügbar unter: www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_bf.pdf
- CDP (2016): Thirsty business: Why water is vital to climate action. 2016 Annual Report of Corporate Water Disclosure. Online verfügbar unter www.cdp.net
- Erhard, Johannes, Matthias Kopp, Susanne Dräger und Mirjam Wolfrum (2016): Vom Emissionsbericht zur Klimastrategie. Grundlagen für ein einheitliches Emissions- und Klimastrategieberichtswesen. WWF Deutschland und CDP: Berlin. Online verfügbar unter: www.klimareporting.de
- FAO 2016: AQUASTAT. FAO's global water information system. Zuletzt eingesehen am 16.02.2016, unter: www.fao.org
- Fritsche, Uwe R., Ulrike Eppler, Leire Iriarte, Sabine Laaks, Stephanie Wunder, Timo Kaphengst, Franziska Wolff, Dirk Heyen und Alexa Lutzenberger (2015): Ressourceneffiziente Landnutzung – Wege zu einem Global Sustainable Land Use Standard (GLOBALANDS). Kurzfassung. UBA-Texte 82/2015. Umweltbundesamt: Dessau. Online verfügbar unter www.umweltbundesamt.de
- Haberl, Helmut (2015): Competition for land. A sociometabolic perspective. In: Ecological Economics 119. S. 424–431.
- Hoffmann, Jürgen (2014): Risikomanagement in Logistikunternehmen und Logistiknetzwerken. Risikopotenziale erkennen und erfolgreich bewältigen – mit zahlreichen Praxissituationen und Beispielen. Norderstedt: Books on Demand.
- Kraljevic, Andrea (2012): Water Conflict. Myth or reality? Berlin: WWF Deutschland. Online verfügbar unter: www.wwf.de
- Miller, Ronald E. (2009): Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Cambridge University Press: Cambridge.
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2014: Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Kurzbericht für Entscheidungsträger. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ: Berlin, Leipzig. Online verfügbar unter: www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/teeb_de_klimabericht_langfassung.pdf
- Pachauri, R. K. und Leo Mayer (Hg., 2015): Climate change 2014. Synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change. Online verfügbar unter www.ipcc.ch
- Pfister, Stephan, Annette Köhler und Stefanie Hellweg (2009): Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA. In: Environmental Science & Technology 43 (11). S. 4098–4104.
- Sparkasse Finanzgruppe Branchendienst (2016): Branchenreport 2016. Einzelhandel mit Bekleidung, Schuhen und Sportartikeln. Deutscher Sparkassenverlag: Stuttgart. Online verfügbar unter: www.dsv-gruppe.de
- Timmer, Marcel P., Erik Dietzenbacher, Bart Los, Robert Stehrer and Gaaitzen J. de Vries (2015): An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. In: Review of International Economics 23. S. 575–605.
- Umweltbundesamt (2016): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2014. CLIMATE CHANGE 23/2016. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Online verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de

- Wagnitz, Philipp und Andrea Kraljevic (2014): Das importierte Risiko. Deutschlands Wasserrisiko in Zeiten der Globalisierung. Berlin: WWF Deutschland. Online verfügbar unter: www.wwf.de
- Weiss, Daniel, Thomas Hajduk und Jutta Knopf (2017): Schritt für Schritt zum nachhaltigen Lieferkettenmanagement. Praxisleitfaden für Unternehmen. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Online verfügbar unter: www.bmub.bund.de
- WHO (2014): Burden of disease from the joint effects of Household and Ambient Air Pollution for 2012. Genf: WHO. Online verfügbar unter: www.who.int
- Wood, Richard, Konstantin Stadler, Tatyana Bulavskaya, Stephan Lutter, Stefan Giljum, Arjan de Koning, Jeroen Kuenen, Helmut Schütz, José Acosta Fernandez, Arkaitz Usubiaga, Moana Simas, Olga Ivanova, Jan Weinzettel, Jannick H. Schmidt, Stefano Merciai und Arnold Tukker (2015): Global sustainability accounting: developing EXIOBASE for multi-regional footprint analysis. In: Sustainability 7 (1). S. 138–163.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme, 2014): The United Nations World Water Development Report 2014. Water and Energy. Paris: UNESCO. Online verfügbar unter www.unesco.org

Für die Input-Output-Modell-basierten Berechnungen genutzte Datenbanken

Datenbank	Link	Beschreibung
EXIOBASE2	www.exiobase.eu	Globale multi-regionale Input-Output-Datenbank, die umweltrelevante Produktionsfolgen und Fußabdrücke von Konsummustern abbildet.
WIOD	www.wiod.org	WIOD bietet für insgesamt 40 Länder und den Zeitraum von 1995–2009 eine Reihe sozioökonomischer Variablen und Daten zu Luftemissionen an.

The background of the page is a light beige color with a faint, stylized world map. The map is composed of dark grey and blue shapes representing continents and oceans. In the bottom right corner, there is a faint, light blue silhouette of a person's profile, looking towards the left. The overall aesthetic is clean and professional.

www.adelphi.de | www.systain.com