

Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ)

# Umfeldanalyse Treiber indirekter Emissionen der Stadt Zürich

Nicolas Schmid, Ursina Walther, Moritz Reisser  
Jürg Füssler, Stefan Kessler

August 2024



# Hintergrund zur Studie

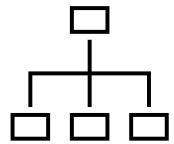
Die vorliegende Studie wurde von Juli bis Anfang August 2024 für den Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ) angefertigt. Die Studie basiert auf wissenschaftlicher und grauer Literatur sowie sonstigen öffentlich verfügbaren Publikation und Daten, INFRAS-ExpertInnenwissen, sowie Interviews mit ExpertInnen der Stadt Zürich.

Ziel der Studie ist es, der Stadt Zürich eine fundierte Basis für die Einordnung stadt-externer Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die indirekten Emissionen der Gesamtstadt bis 2040 zu ermöglichen.

Weitere Analysen, Forschung und Vertiefung sind notwendig, um die Aussagen der Studie zu externen Treibern der indirekten Emissionen der Stadt Zürich (und der Schweiz) noch robuster zu machen.

Insgesamt besteht zum Thema indirekte (konsum-basierte, importierte) Emissionen noch signifikanter Forschungsbedarf. Unsicherheiten in der Datenlage sind teilweise gross.

# Struktur



A Synthese

B Bereichsspezifische Analysen

01 Verkehr

02 Gebäude

03 Ernährung

04 Konsum

C Anhang, Literatur, Datenquellen

# A Synthese

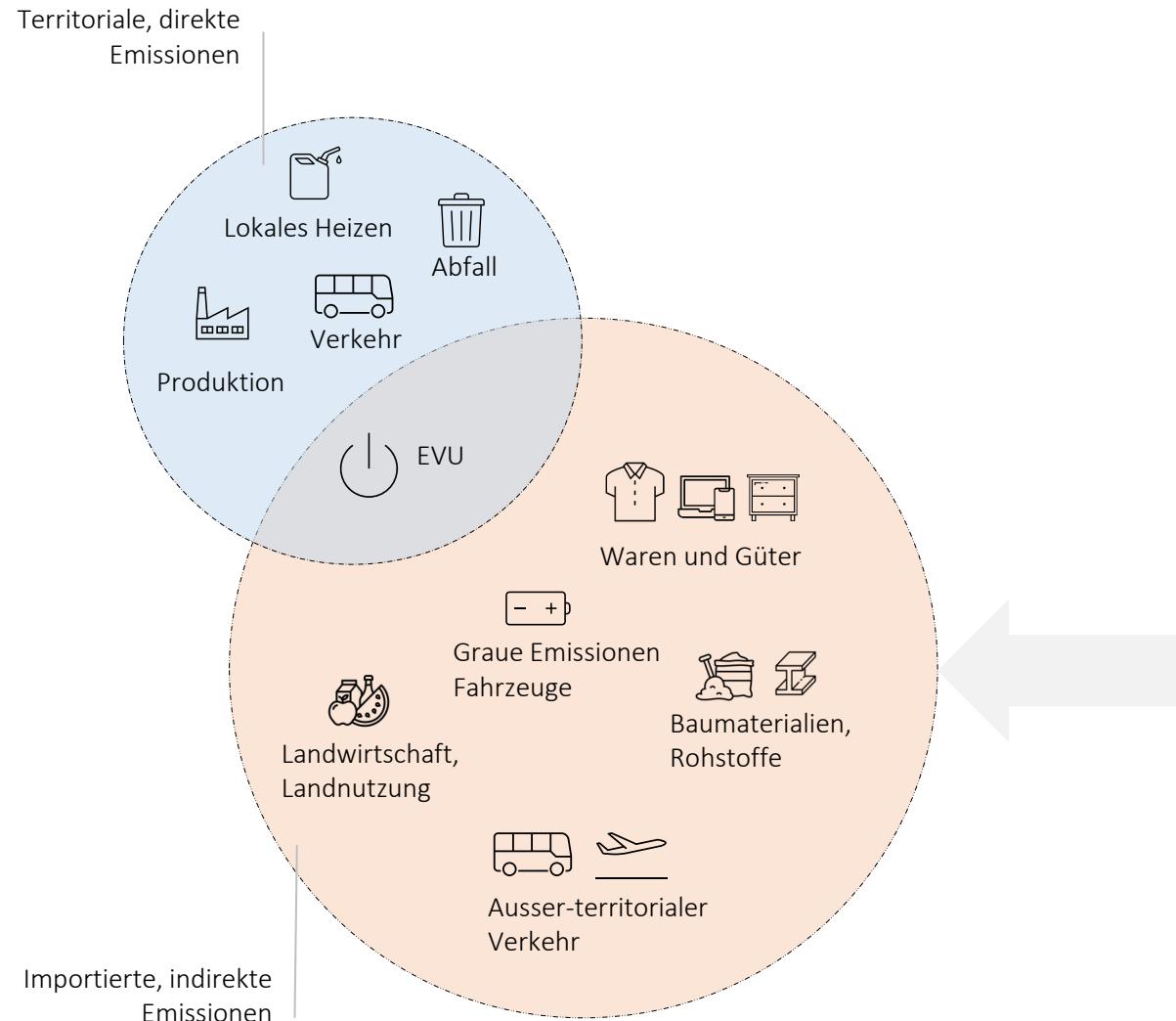


[Zurück zur Struktur](#)

Quelle: Unsplash.

# Synthese: Kontextfaktoren und Treiber indirekter Emissionen von Städten

Vereinfachte Darstellung



## Ausgewählte Treiber für die Umfeldanalyse

- Policies auf kantonaler, föderaler, internationaler Ebene
- Technologische Entwicklung und Innovation in relevanten Produktgruppen, Prozessen
- Infrastruktur für Produkte und Prozesse
- Nachfrage und Handelsströme
- Kapitalverfügbarkeit und Finanzierung



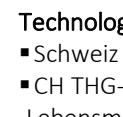
# Synthese: Bereichsübergreifende Treiber indirekter Emissionen der Stadt Zürich



Bereichsübergreifende Treiber

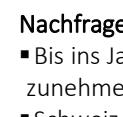


Schweiz



## Technologie und Infrastruktur

- Schweiz hat vergleichsweise hohe importierte Emissionen [30, 32, 37]
- CH THG-Fussabdruck (inkl. Indirekte Emissionen) vor allem durch Verkehr, Wohnen und Lebensmittel getrieben [44], städtische indirekte Emissionen grösser als ländliche Emissionen [33]
- Wohlstand korreliert mit THG-Fussabdruck, Zürich hat einen hohen Medianlohn und der Anteil der Millionäre in der Gesamtbevölkerung ist hoch [31]
- Die Emissionsintensität der Wirtschaft ist seit 10 Jahren stabil, Rückgang 2000-2010 [36]
- Durch Elektrifizierung des Prozesswärmeverbrauchs Schweizer Industrie könnten Emissionen bis zu 35% sinken [42]
- Abfallmengen haben sich pro Person/Jahr um 43% reduziert seit 1992/93 [51]



## Nachfrage und Handel

- Bis ins Jahr 2040 wird die Bevölkerungszahl der Stadt Zürich voraussichtlich um 74 000 Menschen zunehmen, Bandbreite der Bevölkerungszenarien ZH 2040: 480 000 - 540 000 Personen
- Schweiz importiert vermehrt grüne Technologien [55], aus EU (DE), China, USA, sonstige [57]
- Je nach Produkten variieren Haupthandelspartner [60]
- CH verliert seit 2010 ihren komparativen Vorteil im Handel mit grünen Technologien [56]
- Der Kanton Zürich importiert primär hergestellte Waren (58 Mrd. CHF), besonders Metalle, elektronische Geräte, Kraftwagen, Maschinen und elektr. Ausrüstungen [59]



## Policies und Zielpfade

- Insgesamt steigt Policy-Aktivität und Ambition in der Schweiz, es besteht aber weiterhin ein «Implementation Gap» [29, 63, 65, 66]
- Reduktionszielpfade laut KIG für Gebäude, Verkehr, Industrie mit Stützpunkt 2040 [43]
- Reduktionszielpfade für Ernährung laut KSLE [117]
- Energieszenarien 2050+: WWB (>30 Mt CO<sub>2</sub>eq 2050) vs. Zero Basis (>20 Mt CO<sub>2</sub>eq 2040; Netto Null 2050) [39]
- Ausbau erneuerbarer Strom (z.B. 35 TWh/Jahr bis 2035) realistisch und mit Vorteilen [40]

## INFRAS

Quellen: Siehe [Links] zu Folien im Anhang.



International

## Technologie und Infrastruktur

- Die allermeisten Technologien und Produkte sind «off track» im Sinne der Zielerreichung Netto Null 2050 [47, 48, 50]
- Kumulativ > 6000 Unternehmen global mit SBTi-Ziel [45]
- Energie- und THG-Intensitäten der wichtigen CH-Handelspartner variieren stark, aber sinken [46]
- EE sind kostkompetitiv mit fossilen Alternativen [49]
- Nur eine Klimamassnahme ist global «on track»: Anteil E-Autos im Verkauf, der Rest «off track» [50]
- Und: Negativemissionstechnologien sind noch nicht reif, wenig skalierbar, und/oder teuer [47]
- Importierte Emissionen tragen in vielen Städten >50% zum THG-Fussabdruck bei [30]
- Anteil transport-bedingter Emissionen in Import/Export variiert stark je nach Produktgruppe [53]

## Nachfrage und Handel

- Zwei Szenarien für Handelsströme [58]: Fragmentierung (in geopolitische Blöcke, z.B. Westen vs. Ostasien) vs. Diversifizierung (z.B. mehr Handel mit Entwicklungsländern)
- Klimapolitik beeinflusst verstärkt Handelsströme, z.B. in regionalen Handelsabkommen [55]
- Emissionen verkörpert in internationalem Handel oder auch «Emissionstransfer» zwischen OECD und Nicht-OECD-Ländern hat 2006 einen Höhepunkt, seitdem sinkend/stabil [52]
- Der Handel mit Dienstleistungen hat zwischen 2010 und 2018 zugenommen (ca. 13%), besonders der Handel Süd-Nord [54]

## Policies

- Der Anteil an globalen THG-Emissionen, welche durch NDCs [61] oder CO<sub>2</sub>-Preise [62] abgedeckt werden steigt an
- Netto-Null-Ziele verbreiten sich stark [61]
- Insgesamt steigt Policy-Aktivität und Ambition [62, 64]
- Aber: die «Implementation Gap» besteht weiterhin [29], z.B. im Bereich Klimafinanzströme [67]
- Um die ambitionierten Reduktionsziele der EU zu erreichen (Netto Null 2050, -55% 2030) wird eine deutliche Steigerung der Investitionen in saubere Technologien benötigt [67]

# Synthese: Umfeldanalyse der Treiber indirekter Emissionen der Stadt Zürich



## Status Quo



## Entwicklung

Bereiche	Analysierte Technologien und Produkte	Status Quo	Entwicklung
Verkehr	<p> Sustainable Aviation Fuel ist ein zentraler Ansatz zur Dekarbonisierung des Flugverkehrs</p> <p> Effizienzgewinne in der Nutzungsphase von Flugzeugen senken TGH-Emissionen pro Flugkilometer</p> <p> Substitution von Flug- durch Bahnverkehr</p> <p> Graue Emissionen in (Elektro)autos nehmen an Relevanz zu durch Dekarbonisierung Nutzungsphase</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionen aus Flügen 24% an Schweizer Emissionen aus Verkehr, fossiles Jetfuel hohe CO<sub>2</sub>-Intensität von 89 g/MJ</li> <li>Sustainable Aviation Fuel noch weit von Skalierbarkeit entfernt, Preis SAF zwischen 1.5-6x höher als fossiles Jetfuel</li> <li>Vergangene Effizienzgewinne Aviation Fuel von ca. 2.9% rpk</li> <li>Substitution durch Bahnverkehr: nötige Investitionen hoch, Effekte abhängig von Nachfrage, aber wenig Potenzial</li> <li>Graue Emissionen werden in E-Autos wichtiger: Batterie verursacht ca. 50% der THG-Emissionen in der Herstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angekündigte Kapazitäten werden bis 2030 nur rund 40% des SAF-Bedarfs (Beimischquote 10%) abdecken können</li> <li>Wenn Trend weitergeht dürften Flüge weiter zunehmen</li> <li>Ausmusterung von 25% vor 2001 gebauter Flugzeuge würde zu Treibstoffeinsparungen von 8% führen</li> <li>Zeithorizont 2040 vermutlich zu kurz für signifikante Veränderungen der Modalwahl (Flug auf Bahnverkehr)</li> <li>Graue Emissionen aus Batterien dürften abnehmen (EU-Batterie-Verordnung, Dekarbonisierung Strom China, EU)</li> </ul>
Gebäude	<p> Stahl ist ein Haupttreiber grauer Emissionen in Gebäuden. Als global gehandelte Ware ist Stahl stark von internationalen Kontextfaktoren abhängig</p> <p> Zement ist ein weiterer relevanter Treiber grauer Emissionen. Zement ist regionaler gehandelt, schweizweite Kontextfaktoren hier vor allem relevant</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stahl und Zement verursachen die meisten indirekten Emissionen in Gebäuden, haben viel Reduktionspotenzial</li> <li>Grüner Stahl hatte 2022 einen Marktanteil &lt;1 %, Industrie und Regierungen haben aber ambitionierte Ziele</li> <li>Allerdings liegen die Kosten für „grünen“ Stahl noch um 40-70 % höher als mit herkömmlichen Methoden</li> <li>Zementverbrauch auf stabilem Niveau, primär Verbrauch heimischer Produktion, zahlreiche Initiativen und Policies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stahl- und Zement sind „off track“, um bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen</li> <li>Allerdings nehmen auch die Ankündigungen für grüne Stahlproduktion und Abnahmevereinbarungen zu</li> <li>Reduktionspfad der Schweizer Zementindustrie (Klima-Roadmap 2050), mit starkem Fokus auf CCS. Die nötige CCS-Infrastruktur zur Dekarbonisierung von Zement ist noch nicht bestehend, insgesamt stark abhängig von Policy</li> </ul>
Ernährung	<p> THG-Emissionsintensität verschiedener Lebensmittel(gruppen) ist eine relevante Stellschraube</p> <p> Umstellung von fossilem Dünger auf Alternativen wie Wasserstoff-basiertem Dünger kann Emissionen senken</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionen aus der CH-Landwirtschaft sinken seit 1990 nur leicht (-13%) und stammen vor allem von tierischen Produkten: Verdauung/Hofdünger</li> <li>THG-Emissionen des Schweizer Lebensmittelhandels fallen zu 69% im Ausland an, Emissionen der Schweizer Fleisch-Wertschöpfungskette zu 33%</li> <li>Sämtliche Mineraldünger müssen laut BLW importiert werden und verursachen ca. 20% der Gesamtemissionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Für das Erreichen der Klimaziele bedarf es neben technologischen Verbesserungen, höheren Erträgen und Reduktion von Lebensmittelverlusten vor allem Anpassung der Diät (weniger Tierprodukte, mehr pflanzliche Proteine)</li> <li>Der Anteil an Proteinersatzprodukten in der Schweiz steigt, bleibt aber anteilig weiter sehr gering</li> <li>Grüner Ammoniak könnte Emissionsreduktionen bringen, aber abhängig von Entwicklungen in Wasserstoffproduktion</li> </ul>
Konsum INFRAS	<p> Textilien sind eine relevante Produktgruppe mit hohen Haushaltsausgaben und THG-Emissionen</p> <p> Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und dazugehörige Produkte verkörpern Emissionen</p> <p> Möbel sind eine weitere relevante Produktgruppe aus Emissionsperspektive</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die meisten Emissionen für Textilien fallen im Ausland (besonders China) in vorgelagerten Lieferketten an</li> <li>Bei IKT sind die meisten Emissionen in grauer Energie in Endgeräten, aber zunehmend auch in (KI-)Rechenleistungen</li> <li>Bei Möbeln dominieren die THG-Emissionen aus Rohstoffen, Nutzungsphase (Strom) und Herstellung</li> <li>In allen Produktgruppen gibt es signifikantes Emissionsreduktions-Potenzial durch Dekarbonisierung Strom und Wärme, sowie Einsatz alternativer Materialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einige Textilunternehmen mit konkreten Zielpfaden und Massnahmen bis 2030/2040, z.B. H&amp;M</li> <li>Trainingsintensität, Kosten, und Energiebedarf für die Entwicklung von KI-Modellen steigt stark an, aber Reduktionspotenzial durch Einsatz von IKT (indirekte Effekte durch Digitalisierung) wahrscheinlich deutlich relevanter</li> <li>Effizienzgewinne entlang der Wertschöpfungskette von Möbeln erwartbar, auch Änderung in Produktionsverfahren und andere Rohstoffe, z.B. Massnahmen IKEA</li> </ul>

Quellen: Siehe [bereichsspezifische Analysen](#).

Zurück zur [Struktur](#)



# Synthese: Auswirkungen externer Faktoren auf indirekte Emissionen der Stadt Zürich

Verkehr  
Siehe ab  
Folie [10]



## Szenario weiter wie bisher

Reduktion der grauen Emissionen von Fahrzeugen zu erwarten (Effizienz Gehäuse, Material Batterien). Sustainable Aviation Fuels trotz ambitionierter Ziele noch nicht skaliert. Emissionsreduktion für Flugverkehr im IEA-BAU-Szenario von 0% bis 2050. Flugemissionen primär abhängig von Flugverhalten der Stadtbevölkerung.

Gebäude  
Siehe ab  
Folie [14]



Stahl und Zement «off track», trotz ambitionierter Ziele und wachsender unternehmerischer Initiative und mehr pol. Massnahmen. Trotzdem Industrie-Reduktionsziel Emissionsintensität für Primärstahl von 45% ab 2022 bis 2030, und Zement im IEA-BAU-Szenario von 28% 2022-2050.

Ernährung  
Siehe ab  
Folie [18]



Emissionen wenig sinkend (EU: 11% 2000-2021, CH: 13% 1990-2021), wenig Reduktion bis 2030 geschätzt (EU: ca. 4% nicht CO2-Emissionen) wenig Massnahmen trotz Ziele (z.B. KSLE, Coop). IEA-BAU: Emissionen Ammoniak verringern sich 2022-2050 um 18%. Reduktionspotenzial durch Technologie, primärer Hebel aber Konsumverhalten

Konsum  
Siehe ab  
Folie [22]



Emissionsreduktion in Textilien, Möbel, und IKT u.a. durch Elektrifizierung, Effizienz. Konkrete Massnahmen von Unternehmen mit Scharnierfunktion in Wertschöpfungskette (z.B. IKEA, H&M). Dekarbonisierung Strom in Herkunftsändern wie China. Aber Nutzungsphase und Konsumverhalten der Stadtbevölkerung auch relevant.

## INFRAS

Quellen: Siehe bereichsspezifische Analysen.



## Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade

Direkte THG-Emissionen im Inland laut KIG bis 2040 -57%. Reduktion grauer Emissionen von Fahrzeugen bis zu 30% (Ausbauziele EE im Energiesektor in Herkunftsändern massgebend). Ziele für Ausbau und Anteil SAF 10% bis 2040. Emissionsreduktion für Flugverkehr im IEA-Netto-Null-Szenario von 73% 2022-2050.

Unsicherheit  
Datenlage

Mittel

Industrie-Reduktionsziele für Primärstahl bis 2050 um 86% ab 2022. Ziele für Ausbau der CCS-Infrastruktur (z.B. in CH), und grünem Strom (z.B. COP28-Beschluss: Verdreifachung Ausbau Erneuerbare). Reduktion Emissionsintensität für Zement im IEA-Netto-Null-Szenario von 84% 2022-2050.

Mittel

Reduktionsziele Detailhändler (z.B. Migros -70% Scope 1-2 bis 2030). Ziele für CH-Landwirtschaft laut KSLE (-30% bis 2040). Laut IEA-Netto-Null-Szenario verringert sich Emissionsintensität Ammoniak 2022-2050 um 95%. Aber: Haupthebel zum Erreichen KSLE-Ziele ist Veränderung des Konsumverhaltens (ca. 2/3 des Reduktionspotenzials).

Hoch

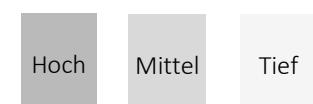
Ziele von Unternehmen in IKT (z.B. Netto Null Ziele von Rechenzentren), Möbel (z.B. IKEA: -50% Emissionen inkl. Vorketten 2016-2030; Textilindustrie (88% von 250 Unternehmen mit SBTi-Zielen)). Ziele für Ausbau EE-Strom in Herkunftsändern (vor allem China). Grosses Potenzial durch unternehmerische Massnahmen Kreislaufwirtschaft

Hoch

**Szenario weiter wie bisher**  
Szenario, das die aktuellen politischen Rahmenbedingungen, privatwirtschaftlichen Aktivitäten und geplanten Produktionskapazitäten widerspiegelt.

**Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade**  
Szenario, das davon ausgeht, dass alle Klimaverpflichtungen von Regierungen (NDCs, Netto-Null-Ziele) und Industrie (Branchen-, Unternehmensziele) vollständig und pünktlich erfüllt werden.

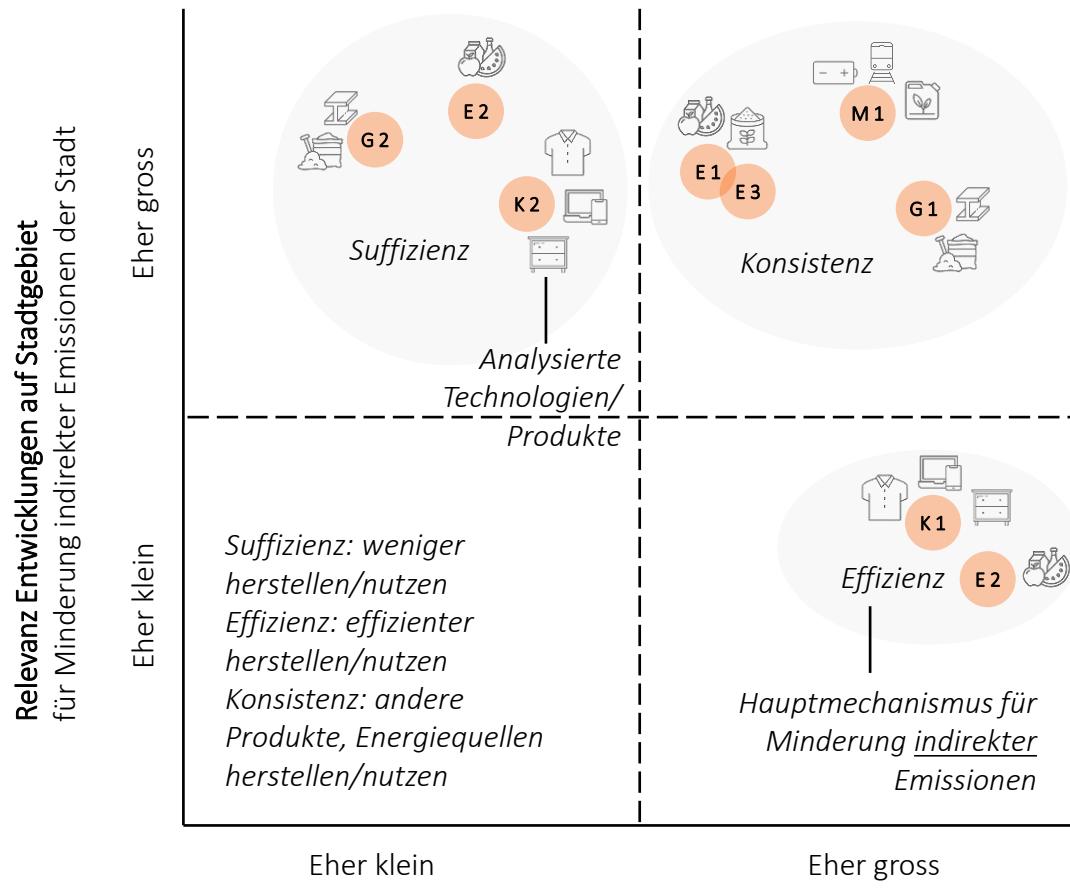
**Beitrag der (inter-)nationalen Kontextfaktoren zum Erreichen des 30%-Reduktionsziels der Stadt Zürich für indirekte Emissionen 1990-2040**



«Implementation gap» in (inter-)nationaler Klimapolitik [29, 63]

# Synthese: Relevanz städtischer vs. externer Entwicklungen für indirekte Emissionen

Beitrag städtischer vs. nationaler, internationaler Entwicklungen zum Erreichen des Reduktionsziels für indirekte Emissionen der Stadt Zürich



INFRAS

Quelle: INFRAS.

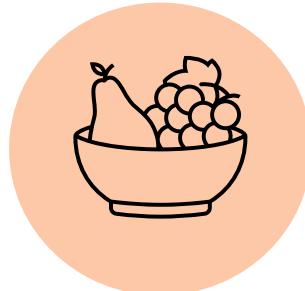
Städtische Massnahmen und zentrale Hebel/Mechanismen für Emissionsminderung

Verkehr	Zentrale Hebel
M1 Klimaschonende Mobilität ausserhalb des Stadtgebiets	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flugverkehr: Substitution Kerosin durch alternativen Treibstoff</li> <li>▪ Autos: Substitution Verbrenner durch E-Autos</li> </ul>
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baumaterialien (G1): Einsatz von recyceltem und/oder grünem Stahl, Zement</li> <li>▪ Quadratmeter (G2): Suffizienz im Bau- und Wohnverhalten</li> </ul>
Ernährung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umweltfreundliche Ernährung (E1, E3): Substitution von Tierprodukten durch pflanzenbasierte Proteinquellen</li> <li>▪ Lebensmittelverluste (E2): Weniger Verluste durch Suffizienz, sowie effizientere Lebensmittelproduktion</li> </ul>
Konsum	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klimaschonende Produktion (K1): Effizienzgewinne in Wertschöpfungskette</li> <li>▪ Suffiziente Nutzung (K2): Anpassung des Konsumverhaltens (weniger Konsum)</li> </ul>

9

Zurück zur Struktur

# B Bereichsspezifische Umfeldanalysen



01 Verkehr

02 Gebäude

03 Ernährung

04 Konsum

# 01 Verkehr



[Zurück zur Struktur](#)

Quelle: Unsplash.



# 01 Verkehr: Synthese der bereichsspezifischen Umfeldanalyse



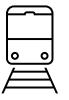
Status Quo



Entwicklung



Auswirkung auf indirekte Emissionen

 Sustainable Aviation Fuel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fossiles Jetfuel hat hohe CO<sub>2</sub>-Intensität von 89 g/MJ [74]</li> <li>SAF weist im Vergleich zu Kerosin eine Emissionsreduktion zwischen 43% (HEFA-Algenöl) bis 99% (Sun-to-Liquid) [74]</li> <li>SAF fast ausschliesslich über HEFA-Pfad produziert [73]</li> <li>Preis SAF zwischen 1.5-6x höher als fossiles Jetfuel (EASA, 2022). 0.2% Treibstoffbedarf mit SAF abgedeckt (IATA, 2024)</li> <li>EU legt eine Steigerung der Beimischquote bis 2050 (70%) fest. Schweiz plant Anschluss an die EU-Verordnung</li> <li>Flüge 2022: 24% Schweizer Emissionen Verkehr [69]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bis 2030 wird &gt;60% der Produktionsmenge über den HEFA- und Alcohol-to-Jet Pfad produziert [73]</li> <li>Angekündigte Kapazitäten werden bis 2030 nur rund 40% des Bedarfs (Beimischquote 10%) abdecken können [73]</li> <li>Verlagerung Richtung Herstellungspfad power-to-liquid mangels Verfügbarkeit von Rohstoffen für HEFA nötig [73]</li> <li>Neben dem Ausbau der Produktionskapazitäten werden grosse Mengen von EE-Strom benötigt für power to liquid</li> <li>Wenn Trend weitergeht dürften Flüge weiter zunehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Szenario weiter wie bisher: Beimischquote von ca. 3% kann erreicht werden (angekündigte Kapazitäten). Damit wird Reduktion CO<sub>2</sub>-Emissionen um 1-2% erreicht (EASA-Prognose [75]). IEA-BAU-Szenario mit konstanter Emissionsintensität aus [71].</li> <li>Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade: Wird Beimischquote 10% erreicht, prognostiziert EASA Reduktion CO<sub>2</sub>-Emissionen von 6.5% [75]. IEA-Netto-Null-Szenario: Reduktion Emissionsintensität von 95% bis 2050 [71].</li> </ul>
 Effizienz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beobachtete Effizienzsteigerung höher als von der Branche angestrebt: 2009-2019 Erhöhung der Effizienz um 2.9% rpk und 2.4% rtk-Basis (IEA 2020)</li> <li>Einsparungen der letzten Jahre konnten die zusätzliche Nachfrage allerdings nicht kompensieren (IEA 2023)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prognosen: UHBR-Engines und Open rotor engines angekündigt für 2030 mit Treibstoffeinsparungspotenzial von 25% und 30% jeweils [76]</li> <li>Ausmusterung von 25% vor 2001 gebauter Flugzeuge würde zu Treibstoffeinsparungen von 8% führen [76]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduktion des Treibstoffverbrauchs wirkt sich direkt auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Flugkilometer aus</li> </ul>
 Substitute für Flüge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grenzüberschreitender Personenverkehr auf der Schiene im Distanzbereich von 500km wäre Alternative zu Kurz- und Mittelstreckenflügen (BAV 2021)</li> <li>Bahnanteil gewisser Verbindungen (Paris, Mailand) schon hoch (SBB 2020)</li> <li>Schweiz beabsichtigt grenzüberschreitenden Personenfernverkehr auf der Schiene zu fördern (CO<sub>2</sub>-Verordnung, in Vernehmlassung) [65]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbau Personenfernverkehr ist Zeit- und kostenintensiv, bedingt Koordination mit Nachbarländern</li> <li>Zeithorizont 2040 vermutlich zu kurz für signifikante Veränderungen der Modalwahl von Reisenden des Flughafen Zürichs</li> <li>Prognosen für Schweizer Flugaktivität zeigen eine jährliche Zunahme zwischen 0.3-2% je nach Szenario Annahmen (INFRAS intern) [77]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirkung auf Emissionen sehr unsicher, da lange Zeithorizonte von Infrastrukturprojekten und Abhängigkeit von Verhalten durch Stadtbevölkerung, auch Möglichkeit von induziertem Verkehr und/oder Rebound-Effekte</li> <li>Ohne Massnahmen dürfte Zunahme Flugaktivitäten der hauptsächlichen Treiber für Emissionen bleiben</li> </ul>
 Graue Emissionen (Elektroautos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batterie verursacht aktuell etwa 50% THG-Emissionen der Fahrzeugherstellung [80, 82, 85] und die Lieferkette der Batterieproduktion wird von China dominiert [80]</li> <li>Emissionen werden vor allem durch energieintensive Prozesse der Herstellung verursacht. Emissionen der Stromerzeugung in China und Europa damit sehr relevant</li> <li>Relevante Policy-Entwicklungen: Strafzölle für chinesische Elektroautoimporte in EU, Lieferkettengesetz EU [64]</li> <li>Verordnung des Europäischen Parlaments und des Europarats über Batterien und Altbatterien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfrage nach Elektroautos steigt stark an, besonders nach grossen Autos (SUVs) [87]</li> <li>Produktionskapazitäten für Batterien werden in verschiedenen Ländern ausgebaut. Europa plant Ausbau im Umfang von 799- 1'200 GWh bis 2030</li> <li>Anteil erneuerbarer Energien am Strommix steigt in Europa und China</li> <li>Batterie Verordnung EU 2023/1542: Traktionsbatterien benötigen Erklärung zum CO<sub>2</sub>-Fussabdruck (ab 2025), Höchstwerte für den CO<sub>2</sub>-Fussabdruck einhalten (ab 2028)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Graue Emissionen aus Batterieautos hängen stark von der Entwicklung des Strommixes in Europa, China und global ab. Je nach Annahme zur Entwicklung ist bis 2040 eine Reduktion von 10-30% der THG-Emissionen zum Stand 2017 möglich [86]</li> </ul>
<b>INFRAS</b>			<p>12</p> <p>Zurück zur Struktur</p>



# 01 Verkehr: Status Quo



	Technologie	Infrastruktur	Nachfrage und Handel	Policies	Kapital
Sustainable Aviation Fuel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hauptwege: SAF oder neue Antriebstechnologien. 2-5x teurer als fossiler Kraftstoff (WEF 2023)</li> <li>SAF momentan nur mittels HEFA zu produzieren [73]</li> <li>Produktionskapazität umfasst 2023 0.45 Mt. (Nat Bullard 2024)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Global 2.4 Billionen Dollar an Infrastrukturinvestitionen erforderlich, um Skalierung von SAF bis 2050 zu unterstützen (WEF 2023)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obwohl der Einsatz von SAF im Jahr 2022 bei weniger als 1 % der Flüge lag, gibt es zunehmende Netto-Null-Ziele von Luftfahrtunternehmen [78]</li> <li>Vergangene Flugaktivität (&amp; Emissionen) steigend [78]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU: ReFuelEU Aviation Verordnung legt minimale Beimischquoten für 2030, 2050 fest. [72]</li> <li>CH: Ziel Anschluss an die europäisch harmonisierte Beimischpflicht (Bundesrat 2024)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CH: Förderinstrumente im Bereich Forschung [72]</li> <li>EU: Förderung über Überarbeitung des EU-EHS [72]</li> <li>Bis 2050 5 Bill. Dollar benötigt bei niedrigen Gewinnspannen und Kapitalkosten von 7 % (WEF 2023)</li> </ul>
Effizienz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jährliche Effizienzsteigerung durch technologische Verbesserungen von jährlich 2.9% (rpk) und 2.4% (rtk) zwischen 2009-19 beobachtbar (IEA 2020)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Effizienzsteigerung kann die Auswirkungen der steigenden Nachfrage (5%) nicht kompensieren (IEA 2020)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICAO-Ziel: Jährliche Verbesserung Treibstoffeffizienz um 2% (ICAO 2022)</li> </ul>	
Substitute für Flüge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schnellzüge attraktive Alternative für Strecken bis 500km (BAV 2021)</li> <li>Koordination mit europäischen Ländern für Ausbau des Bahnverkehrs nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dichtes Netz an internationalen Verbindungen, ZH zentrale Lage</li> <li>5/10 Destinationen mit höchstem Passagieraufkommen aus der Schweiz sind in 1000 km und damit mittels eines Nachtzugs erreichbar (BAV 2021)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahnanteil am Reisemarkt nach Milano 90%, Genf-Paris (50-60%) und Zürich-Paris (40%) (Auskunft der SBB, September 2020)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schweiz: Förderung int. Personenfernverkehr Schiene (CO2-Verordnung in Vernehmlassung)</li> <li>Frankreich: Verbot für Flüge bei Verbindungen &lt; 2.5h Zug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbau Hochgeschwindigkeitsnetz zeit- und kostenintensiv</li> <li>Der Schienenverkehr verursachte 2020 Gesamtkosten von 12,0 Milliarden Franken (BFS 2024)</li> </ul>
Graue Emissionen (Elektro)autos	<ul style="list-style-type: none"> <li>THG-Emissionen werden vor allem durch Energieverbrauch in Herstellung verursacht [80]</li> <li>Batterieherstellung trägt rund 50% zur Herstellungsemissionen von E-Fahrzeugen bei [79]</li> <li>Effizienzgewinne führte zu einer Reduktion der THG-Emissionen in europ. Herstellung um 7.4% je Fahrzeug seit 2005 [81]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Batterieproduktion: China dominiert über alle Lieferkettenphasen [80]</li> <li>Europa hat Produktionskapazität von 10% (BFE 2023)</li> <li>Anteil EE an Strommix in Europa 2022: 41% [84]</li> <li>Anteil erneuerbarer Energie an Strommix in China 2022: 30.3% [84]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfrage nach Elektroautos steigt stark an, besonders nach grossen Autos (SUVs) [87], was tendenziell die grauen Emissionen erhöht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verordnung des Europäischen Parlaments und des Europarats über Batterien und Altbatterien (Verordnung 2023/1542 EU 2023): CO2-Fussabdruckerklärung für Batterien ab 2025, Einführung Höchstwerte Traktionsbatterien ab 2028 CO<sub>2</sub>-Fussabdruck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massive privatwirtschaftliche Investitionen in Elektroautos, allein 70 Milliarden Euro in Europa im Jahr 2023 (T&amp;E 2024b)</li> </ul>

01 Verkehr: Mögliche Entwicklung und Auswirkung auf indirekte Emissionen		
	Szenario weiter wie bisher	Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade
	<p> Szenario weiter wie bisher</p> <p></p> <p>Sustainable Aviation Fuel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ SAF wird mehrheitlich über HEFA und alcohol-to-jet Pfad produziert. [73]</li> <li>▪ Angekündigte Produktionsanlagen werden maximal ausreichen für die Produktion von 15 Mt/Jahr dies entspricht nur gerade 30-40% des Bedarfs unter der Annahme einer Beimischquote von 10%. [73]</li> <li>▪ ICAO SAF Projections-Szenarios variieren zwischen 3 Mt/Jahr wenn keine Policies die SAF-Produktion unterstützen bis knapp 17 Mt/Jahr wenn SAF der Biotreibstoffproduktion für die Strasse vorgezogen wird [74]. IEA-BAU-Szenario mit konstanter Emissionsintensität [Folie].</li> <li>▪ Eine Beimischquote von ca. 3% SAF-Anteil kann bis 2030 mit den angekündigten Produktionsanlagen erreicht werden [74]</li> </ul>	<p></p> <p>Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beimischquote von 10% wird erreicht</li> <li>▪ Neben HEFA werden weitere Produktionspfade etabliert.</li> <li>▪ Umfassende Investitionen in die Entwicklung von emissionsarmen Herstellungspfaden für die SAF-Produktion</li> <li>▪ EASA prognostiziert eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-emissionen um 6.5% im Jahr 2030, die durch den Einsatz von SAF erreicht werden kann [76]</li> <li>▪ IEA-Netto-Null-Szenario mit Reduktion Emissionsintensität von Aviation Fuel von 95% bis 2050 [71]</li> </ul>
	<p>Effizienz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weiterhin 1-2% Verbesserung bei der Treibstoffeffizienz (Annahme weiter wie bisher)</li> <li>▪ Ausmusterungsalter für Passagierflugzeuge beträgt ca. 25-30 Jahre und für Frachtflugzeuge 30-40 Jahre. Damit etablieren sich neue technologische Verbesserungen nur langsam</li> <li>▪ Reduzierter Treibstoffverbrauch übersetzt sich linear in Reduktion CO2-Intensität des Flugverkehrs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jährliche Effizienzsteigerung von 2% mittels umfassender politischer und finanzieller Unterstützung wäre nötig (IEA 2020)</li> <li>▪ Technische Entwicklungen führen zu weiteren Effizienzsteigerungen: UHBR Engines (25% Einsparpotenzial) erwartete Marktreife ab 2030, jedoch sind neue Flugzeugdesigns nötig. Open rotor engines (30% Einsparpotenzial) erwartete Marktreife 2035 [76]</li> <li>▪ Reduzierter Treibstoffverbrauch übersetzt sich linear in Reduktion CO2-Intensität</li> </ul>
	<p>Substitute für Flüge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zeithorizont 2040 vermutlich zu knapp für massgeblichen Angebotsausbau. Punktuelle Angebotsverbesserungen könnten die Verlagerung von Flügen auf Bahnangebote unterstützen</li> <li>▪ Basis Szenario Eurocontrol prognostiziert Wachstumsrate der Flugbewegungen bis 2050 von jährlich 0.6 % für die Schweiz. IATA eine Wachstumsrate von 2.1% für Europa [77]</li> <li>▪ Bis 2040 Flugaktivität weiterhin wachsend. Pandemie bedingter Einbruch der Passagierzahlen bis 2024 wieder kompensiert</li> <li>▪ Ausbauprojekte für int. Bahnverkehr werden bis 2040 wenig Auswirkungen auf die Entwicklung haben; Flughafen Zürich fungiert als Hub und damit Anteil Umsteigepassagiere hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Szenario von INFRAS unter der Annahme, dass auf europäischer Ebene alle geplanten Massnahmen zur Erreichung der Klimaziele umgesetzt werden führt zu einer reduzierten Passagierzahlentwicklung in der Schweiz ab 2030 mit einer jährlichen Wachstumsrate von +0.3% ( Wachstumsrate bis 2030: +2.4% ) (INFRAS 2022, nicht publiziert)</li> </ul>
	<p>Graue Emissionen (Elektro)autos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2030: globale Nachfrage nach Traktionsbatterien von 2.2 TWh (IEA 2022)</li> <li>▪ In Europa geplante Produktionskapazität für Batteriezellen ca. 799 GWh (nur Projekte mit tiefem Risiko berücksichtigt), Anteil Europa wächst leicht, mit tieferen Emissionen [83]</li> <li>▪ Entwicklung Strommix China und Europa: Massnahmen zur Förderung von EE-Strom, und stärkere Verbreitung besonders von Solar-PV und Wind. China mit massivem Zubau, allerdings gleichzeitig zu hohem Anteil an Braunkohle</li> <li>▪ Modellierung der THG-Emissionen der Fahrzeugherstellung für 2040 ergibt eine Reduktion von 10-20% in Annahme eines Baseline Szenario (40% fossile Energieträger am europäischen Strommix und 65 % am globalen Strommix) [86]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2030: globale Nachfrage nach Traktionsbatterien von 3.5 TWh (IEA 2022)</li> <li>▪ In Europa geplante Produktionskapazität für Batteriezellen rund 1.2 GWh</li> <li>▪ Strommix Entwicklung China erreicht 2028 47% Anteil an erneuerbaren Energien und Europa 61% [84]</li> <li>▪ Anteil in Europa produzierter Batterien wächst</li> <li>▪ Höchstwerte für CO<sub>2</sub>-Fussabdruck von Batterien gelten</li> <li>▪ Modellierung der THG-Emissionen der Fahrzeugherstellung für 2040 ergibt eine Reduktion von ca. 30% unter der Annahme des ClimPol Szenarios (&lt;20% fossile Energieträger am Europäischen und globalen Strommix) [86]</li> </ul>
	<p>Zurück zur Struktur</p>	
	<p>14</p>	

# 02 Gebäude



[Zurück zur Struktur](#)

Quelle: Unsplash.



# 02 Gebäude: Synthese der bereichsspezifischen Umfeldanalyse



Stahl



Status Quo

- Primärstahl hat eine hohe Emissionsintensität von 2.3 tCO<sub>2</sub>e/Tonne Stahl [96]
- Primärstahl kann sowohl durch Wasserstoff als auch CCUS dekarbonisiert werden. Sekundärstahl kann elektrisch mit Lichtbogenofen (EAF) verarbeitet werden [90]
- Allerdings liegen die Kosten für „grünen“ Stahl noch um 40-70 % höher als mit herkömmlichen Methoden (WEF 2023)
- Grüner Stahl hatte 2022 einen Marktanteil <1 % (WEF 2023). Industrie hat aber ambitionierte Ziele [95]
- Die Produktion von grünem Stahl setzt eine Wasserstoff- und/oder CCS-Infrastruktur voraus. Diese Infrastruktur ist erst am Entstehen [94]
- Zement ist vergleichsweise günstig. Kaum Bestrebungen, den Verbrauch im Bau zu reduzieren
- Pol. Massnahmen für grünen Stahl sind vorhanden, aber noch nicht im Einklang mit Netto-Null-Zielen [64,65]



Zement

INFRAS



Entwicklung

- Schweizer Zementindustrie mit 6 Produktionsstandorten [92]
- Zementverbrauch auf stabilem Niveau [92], primär Verbrauch heimischer Produktion (Swisstopo 2024)
- Zement kann CCUS (TRL 6-9), sauberen Wasserstoff und sauberen Strom (TRL 5-6) zur Dekarbonisierung nutzen [93]. Die Produktionskosten sind dann fast doppelt so hoch wie bei Portlandzement (WEF 2023)
- Reduktionspfad der Schweizer Zementindustrie (Klima-Roadmap 2050), mit starkem Fokus auf CCS [92]
- Es gibt zahlreiche Initiativen und Policies, besonders in EU und USA [64]. Mehr wird benötigt
- Zahlreiche Labels, Standards, Produktregulierungen decken graue Emissionen im Gebäudesektor ab [99, 100]
- Branchenverbände haben 2030-Zielwerte für graue Emissionen festgelegt [101]
- Schweizer Zementwerke sind im EU EHS und haben damit einen Absenkpfad (abnehmende Menge CO<sub>2</sub>-Zertifikate)



Auswirkung auf indirekte Emissionen

- Der Stahlsektor ist off track, um bis 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen [50], da die Gesamtemissionen weiterhin steigen und derzeit <1 Mio. Tonnen „grüner“ Stahl produziert werden
- Allerdings nehmen auch die Ankündigungen für grüne Stahlproduktion zu (IEA 2023)
- Um Stahl zu dekarbonisieren müssen sich verschiedene Entwicklungen durchsetzen, die *technische* Machbarkeit ist oft schon kurzfristig gegeben [KBOB Future, 97]
- Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion benötigt für Strombedarf Wasserstoffproduktion/Elektrifizierung.
- Es fehlt an ausreichend Policy-Unterstützung für CCS-Infrastruktur [50] und generell Kostendeckung
- Industrie strebt 45%-ige Verringerung der Intensität für Primärstahl und 65%-ige Reduktion für Sekundärstahl bis 2030, sowie Netto-Null-Emissionen bis 2050 an (WEF 2023)

- Im Zement gibt es grundlegend vier Ansätze zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Intensität (z.B. pro Haus): Mehr biogene Brennstoffe, Klinkeranteil im Zement reduzieren, End of pipe-CCS, weniger Zement verwenden
- Die Schweizer Zementindustrie verwendet aus Kostengründen noch immer CO<sub>2</sub>-intensive Brennstoffe wie etwa Braunkohle. In der Verwendung von mehr biogeneren Brennstoffen liegt noch Potenzial.
- Die nötige CCS-Infrastruktur zur Dekarbonisierung von Zement ist noch nicht bestehend, nötige Investitionen von 11.2-21.4 Mrd. CHF in der Schweiz [94]
- Emissionsarmer Zement hatte 2022 weniger als 1 % Marktanteil [48]. Mehr Anteil bedingt mehr Unterstützung durch Policies / privatwirtschaftlicher Initiative.
- Es gibt schon eine Reihe an Abnahmevereinbarungen für grünen Zement [95]
- Prognostizierter Verbrauch auf ähnlichem Niveau/leicht steigend (Swisstopo 2024)

- Im Szenario weiter wie bisher ist der Stahlsektor insgesamt «off track», trotz ambitionierter Ziele und ersten Massnahmen [48, 50]. Es gibt ein Industrie-Reduktionsziel Emissionsintensität für Primärstahl von 45% ab 2022 bis 2030 [91]
- Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade kann vom Erreichen der Industrie-Reduktionsziele für Primärstahl bis 2050 um 86% ab 2022 ausgegangen werden. Auch Ziele für Ausbau der CCS-Infrastruktur (z.B. in CH), und grünem Strom (z.B. COP28-Beschluss: Verdreifachung Ausbau Erneuerbare) sind dann erreicht. Insgesamt starke Reduktion der Emissionsintensität in diesem Szenario [91]
- Unter sehr optimistischen Annahmen sind laut KBOB Future die meisten Reduktionsmassnahmen bis 2035 machbar, und könnten in Reduktion >50% resultieren [97]

- Im Szenario weiter wie bisher ist der Zementsektor insgesamt «off track», trotz ambitionierter Ziele und ersten Massnahmen [48, 50]
- Trotzdem kann im Szenario weiter wie bisher von Emissionsreduktionen ausgegangen werden (z.B. durch vollständigen Ersatz Portlandzement durch CEM II, CEM III). Emissionsreduktion für Zement deshalb im IEA-BAU-Szenario von 28% 2022-2050
- Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade kann von grösseren Emissionsreduktionen (>50%) bis 2040 ausgegangen werden aufgrund ambitionierter Ziele der Schweizer Zementindustrie mit Reduktion bis 2050 um 127% im Vergleich zu 1990 (inklusive negativer Emissionen aus CCUS) [92]
- Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade kann auch von einem Ausbau der CCS-Infrastruktur (CH und EU) sowie einem starken Ausbau EE-Strom und biogener Kraftstoffe ausgegangen werden



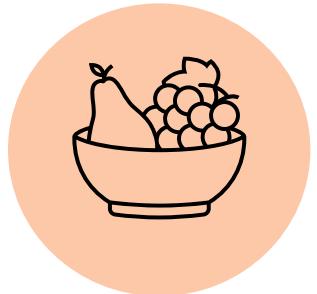
## 02 Gebäude: Status Quo



	Technologie	Infrastruktur	Nachfrage und Handel	Policies	Kapital
Stahl	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es bestehen versch. Optionen zur Dekarbonisierung [90]</li> <li>Primärstahl kann mit Wasserstoff als auch mit CCUS dekarbonisiert werden. Sekundärstahl kann EAF mit erneuerbarem Strom verwenden. Die Kosten sind jedoch 40-70 % höher als bei herkömmlichen Methoden (WEF 2023)</li> <li>Industrie hat sich auf Grenzwerte für THG-Intensitäten von grünem Stahl geeinigt [95]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bis dato unzureichende Infrastruktur zur Herstellung von grünem Wasserstoff (fehlende Elektrolyseure, nicht ausreichend grüner Strom), mit hohem Investitionsbedarf auch in erneuerbaren Strom und CCS-Infrastruktur (WEF 2023)</li> <li>Installierte Elektrolysekapazität beträgt 687 MW (2022) vs. prognostizierter Bedarf von 560'000 MW (2030) [90]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionsarme Stähle machen im Jahr 2022 &lt; 1 % des Marktes aus. 2022. B2B-Preisprämie von 40-70% könnte notwendig sein, mit etwa 1-2% für Endverbraucher [48]</li> <li>Es gibt schon eine Reihe an Abnahmevereinbarungen für grünen Stahl [95], z.B. zwischen der VW-Gruppe und Salzgitter</li> <li>Die Clean Energy Ministerial Industrial Deep Decarbonisation Initiative setzt Standards für öffentliche Beschaffung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es gibt zahlreiche Initiativen und Policies, welche auf Stahl selbst und nötige Infrastruktur abzielen, besonders in EU und USA [64]. Mehr wird benötigt</li> <li>Zahlreiche Labels, Standards, Produktregulierungen decken graue Emissionen ab [99, 100]</li> <li>Branchenverbände haben 2030-Zielwerte für graue Emissionen im Gebäudesektor festgelegt [101]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bis 2050 werden global 372 Milliarden Dollar benötigt, von denen 60 % für die Nachrüstung bestehender Anlagen. Eine Herausforderung ist die Differenz zwischen Gewinnspanne von 8,5 % in der Branche und Kapitalkosten von ca. 10 % (WEF 2023)</li> <li>Zusätzliches Kapital global von 17 Milliarden Dollar /Jahr (im Vergleich zu Kapitalausgaben von 96 Milliarden /Jahr), um Netto Null zu erreichen [48]</li> </ul>
Zement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zement kann CCUS (TRL 6-9), sauberen Wasserstoff und sauberen Strom (TRL 5-6) zur Dekarbonisierung nutzen [93]</li> <li>Die Produktionskosten sind dann fast doppelt so hoch wie bei Portlandzement (WEF 2023)</li> <li>Reduktionspfad der Schweizer Zementindustrie (Klima-Roadmap 2050): vor allem Reduktion fossiler Energie (Ersatz durch biogene Brennstoffe) und geogener Emissionen (neue Zementsorten), aber auch starker Fokus auf CCS [92]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die nötige CCS-Infrastruktur zur Dekarbonisierung von Zement ist noch nicht bestehend, nötige Investitionen von 11.2-21.4 Mrd. CHF in der Schweiz [94], global bis zu 300 Mrd. US-Dollar (WEF 2023)</li> <li>Schweizer Zementindustrie mit 6 Produktionsstandorten [92]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionsarmer Zement hatte 2022 weniger als 1 % Marktanteil. Eine B2B-Preisprämie von 60-100 % könnte notwendig sein, wobei etwa 1-3 % auf Endverbraucher entfallen [48]</li> <li>Es gibt schon eine Reihe an Abnahmevereinbarungen für grünen Zement [95]</li> <li>Zementverbrauch in der Schweiz auf stabilem Niveau [92]</li> <li>Prognostizierter Verbrauch auf ähnlichem Niveau/leicht steigend (Swisstopo 2024)</li> <li>2022 wurden 640'000 Tonnen Zement importiert (vor allem aus DE, AT, IT), was rund 13% des nationalen Verbrauchs entspricht (Swisstopo 2024)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es gibt zahlreiche Initiativen und Policies, welche auf Zement selbst und nötige Infrastruktur abzielen, besonders in EU und USA [64]. Mehr wird benötigt.</li> <li>Zahlreiche Labels, Standards, Produktregulierungen decken graue Emissionen ab [99, 100]</li> <li>Branchenverbände haben 2030-Zielwerte für graue Emissionen festgelegt [101]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bis 2050 sind global Investitionen in Höhe von 750-900 Mrd. USD erforderlich [48]</li> <li>Herausforderung ist die Gewinnspanne von 11 % in der Branche und Kapitalkosten von 10 % (WEF 2023)</li> <li>Zusätzliches Kapital global von 30 Milliarden Dollar /Jahr (im Vergleich zu Kapitalausgaben von 42 Milliarden /Jahr), um Netto Null zu erreichen [48]</li> </ul>

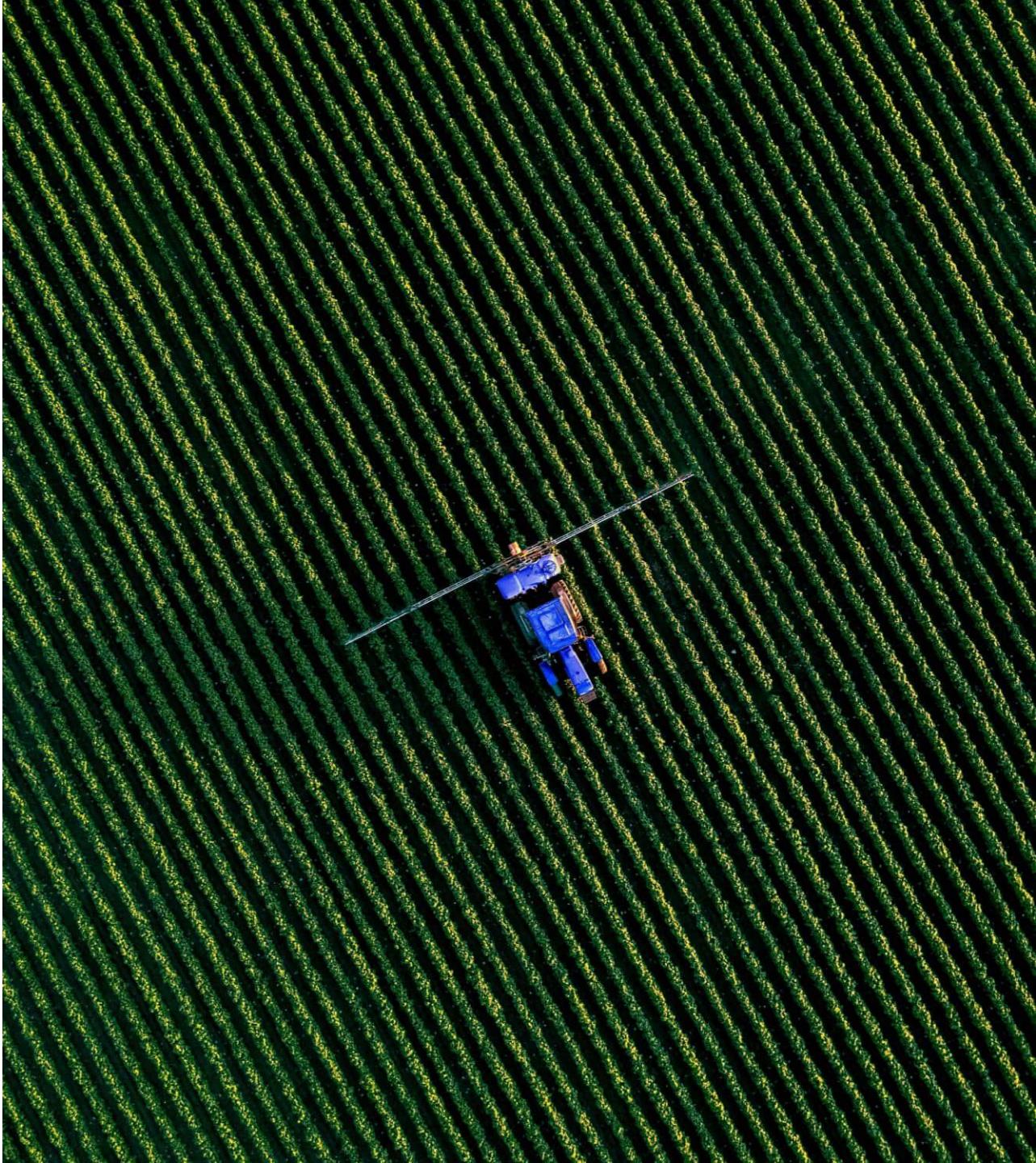
02 Gebäude: Mögliche Entwicklung und Auswirkung auf indirekte Emissionen	
	<p> Szenario weiter wie bisher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Stahl insgesamt «off track» [48, 50], trotz ambitionierter Ziele und wachsender unternehmerischer Initiative und mehr politischer Massnahmen</li> <li>■ Ohne weitere Unterstützung durch Policies ist es fraglich, ob die Stahlindustrie die Transition stemmen kann, trotz bestehenden Absichtserklärungen zum Kauf von grünem Stahl, etc.</li> <li>■ Es gibt ein Industrie-Reduktionsziel Emissionsintensität für Primärstahl von 45% ab 2022 bis 2030 [91], welches im Szenario weiter wie bisher zumindest teilweise geschafft werden könnte</li> </ul> <p> Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade kann vom Erreichen der Industrie-Reduktionsziele für Primärstahl bis 2050 um 86% ab 2022 ausgegangen werden. Auch Ziele für Ausbau der CCS-Infrastruktur (z.B. in CH), und grünem Strom (z.B. COP28-Beschluss: Verdreifachung Ausbau Erneuerbare) sind dann erreicht. Insgesamt starke Reduktion der Emissionsintensität in diesem Szenario [Folie].</li> <li>■ Unter optimistischen Annahmen sind laut KBOB Future die meisten Reduktionsmassnahmen bis 2035 machbar, und könnten in Reduktion &gt;50% resultieren [Folie].</li> <li>■ Die Anzahl angekündigter Klimaprojekte im Stahlsektor steigt an, 35 Projekte in Europa Ende 2022 [Folie]</li> <li>■ Der globale Stahlsektor hat ein kumulatives angekündigtes Reduktionsziel für 2030 von 36 Gt CO<sub>2</sub>, und plant zur Dekarbonisierung mit versch. Ansätzen: H2, CCUS, Elektrifizierung, Effizienz, sonstige [Folie]</li> <li>■ Die Industrie strebt eine 45%-ige Verringerung der Intensität für Primärstahl und eine 65%-ige Reduktion für Sekundärstahl bis 2030, sowie Netto-Null-Emissionen bis 2050 an (WEF 2023). Industrie-Reduktionsziele für Primärstahl bis 2050 um 86% ab 2022 [Folie]</li> <li>■ Ziele für Ausbau der CCS-Infrastruktur (z.B. in CH), und grünem Strom (z.B. COP28-Beschluss: Verdreifachung Ausbau Erneuerbare).</li> </ul>
 Stahl	
 Zement	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zement insgesamt «off track» [48, 50]</li> <li>■ Trotzdem kann im Szenario weiter wie bisher von Emissionsreduktionen ausgegangen werden (z.B. durch vollständigen Ersatz Portlandzement durch CEM II, CEM III). Emissionsreduktion für Zement deshalb im IEA-BAU-Szenario von 28% 2022-2050</li> <li>■ Unter Szenario weiter wie bisher können Effizienzmaßnahmen, und verstärkte Substitution von Klinker durch SCM zu einer Reduzierung der Emissionen beitragen (WEF 2023).</li> <li>■ Im IEA Stated Policies (BAU) Szenario bleibt die Emissionsintensität bis 2030 auf 0.58 tCO<sub>2</sub>e/Tonne Zement und sinkt bis 2050 auf 0.42 tCO<sub>2</sub>e/Tonne Zement, d.h. Reduktion der Emissionsintensität für Zement von 28% ab 2022 bis 2030 [91]</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade kann von grösseren Emissionsreduktionen (&gt;50%) bis 2040 ausgegangen werden aufgrund ambitionierter Ziele der Schweizer Zementindustrie mit Reduktion bis 2050 um 127% im Vergleich zu 1990 (inklusive negativer Emissionen aus CCUS) [92]</li> <li>■ Schweizer Zementindustrie mit Reduktionszielen von -128% Emissionsreduktion im Vergleich zu 2019 (inkl. CCS) bis 2050 [92]</li> <li>■ Die Industrie strebt bis 2030 eine Verringerung der Emissionsintensität um 25 % und bis 2050 Netto-Null-Emissionen an (WEF 2023)</li> <li>■ Die Global Cement and Concrete Association zielt auf eine Reduzierung der Emissionen um 20 % bis 2030 und auf Netto-Null-Emissionen bis 2050 (ausgehend von den Werten für 2020) (WEF 2023)</li> <li>■ Im IEA Net Zero Emissions (NZE) Szenario sinkt Emissionsintensität bis 2030 auf 0,23 und bis 2050 auf 0.05tCO<sub>2</sub>e/t Zement. Reduktion Emissionsintensität von 84% 2022-2050 [91]</li> <li>■ Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade kann auch von einem Ausbau der CCS-Infrastruktur (CH und EU) sowie einem starken Ausbau EE-Strom und biogener Kraftstoffe ausgegangen werden</li> </ul>
 INFRAS	
Quellen:	Zurück zur <a href="#">Struktur</a>

# 03 Ernährung



[Zurück zur Struktur](#)

Quelle: Unsplash.



# 03 Ernährung: Synthese der bereichsspezifischen Umfeldanalyse



	Status Quo	Entwicklung	Auswirkung auf indirekte Emissionen
THG-Emissionsintensität Lebensmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionen bisher wenig sinkend (EU: 11% 2000-2021, CH: 13% 1990-2021) [105]</li> <li>Tierische Produkte haben eine wesentlich höhere THG-Intensität als pflanzliche Lebensmittel [106]</li> <li>Der grösste Anteil an THG-Emissionen für tierische Produkte entsteht im landwirtschaftlichen Betrieb [107]</li> <li>Die Palette an technologischen Innovationen ist breit, z.B. Nahrungszusätze zur Reduktion von Methan [109]</li> <li>Technisches Reduktionspotenzial ist aber beschränkt. Am wirksamsten ist der Umstieg auf mehr pflanzliche Nahrung.</li> <li>Die Konsumausgaben und –Mengen Schweizer Haushalte für Lebensmittel variieren wenig über Zeit [124]</li> <li>THG-Emissionen des Schweizer Lebensmittelhandels fallen zu 69% im Ausland an [122]</li> <li>THG-Emissionen der Schweizer Fleisch-Wertschöpfungskette fallen zu 33% im Ausland an [124]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zum Erreichen der Klimaziele muss der Konsum tierischer Produkte deutlich sinken [110, 113], allerdings bleibt der CH-Konsum seit ungefähr 2000 konstant [111]</li> <li>Mehr Konsum pflanzlicher Nahrungsmittel ein Haupthebel</li> <li>Anteil Proteinersatzprodukte (noch) klein (ca. 3%) [108]</li> <li>Laborfleisch könnte bis 2030 einen deutlich geringeren THG-Fussabdruck als normales Fleisch haben [108]</li> <li>Alternative Proteinequellen könnten global an Bedeutung gewinnen [112], es bestehen aber Hürden auf Nachfrage- und Policyseite [108]</li> <li>Grosse Lebensmittelproduzenten wie Nestlé haben ambitionierte Netto-Nullpläne bis 2050 [112]</li> <li>Auch Detailhändler haben Ziele, z.B. Coop -30% Scope 3, allerdings sind Massnahmen für Scope 3 teils unklar [114]</li> <li>Vorgeschlagene Reduktionsziele für Emissionen aus Tierprodukten zum Erreichen der Klimaziele sind ambitioniert (z.B., -60% Methan 2010-2035), werden von ExpertInnen aber als machbar erachtet [113, 116]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unter Annahme weiter wie bisher dürfte die THG-Emissionsintensität der konsumierten Lebensmittel in der Schweiz wenig sinken bis 2040 (angesichts geringer Emissionsreduktion der CH-Landwirtschaft 1990-2022 von 13%, sowie hohem Anteil importierter Emissionen) [122]</li> <li>Für EU wird ohne weitere Massnahmen mit Reduktion um 4% 2005-2030 gerechnet [106]</li> <li>Im Szenario Erreichen zugesagter Ziele kann mit signifikanten Emissionsreduktionen gerechnet werden:</li> <li>Zugesagte Ziele: z.B. Migros -27.5% Scope 3 (aber nur Transport) bis 2030 [114, 115]; KSLE des BLW/BAFU/BLV: -30% Reduktion der Gesamt-THG-Emissionen der Schweizer Landwirtschaft bis 2040 (ab 1990) [117]</li> <li>Für die EU wird bei Umsetzung zusätzlicher Massnahmen mit Reduktion von ca. 8% 2005-2030 gerechnet [106]</li> <li>Wichtig: Erreichen dieser Ziele hängt massgeblich von Änderung im Konsumverhalten ab, welches wiederum vom Verhalten der Stadtbevölkerung Zürich getrieben wird</li> </ul>
Synthetischer Dünger	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung von Ammoniak als Dünger ist ein wesentlicher Treiber von energiebedingten Emissionen, die Herstellung von Ammoniak auf Basis von grünem Wasserstoff noch in den Anfängen [118, 119]</li> <li>In der Schweiz verursacht die Stickstoffdüngung im Jahr 2021 1.3 Mt CO<sub>2</sub>eq (ca. 20% der Gesamtemissionen) [105]</li> <li>Sämtliche Mineraldünger müssen laut BLW importiert werden (2021: 340k t, &gt;50% aus DE, davon 210k t Stickstoffdünger)</li> <li>Grüne Wasserstoffproduktion noch in den Anfängen: Installierte Elektrolysekapazität beträgt 687 MW (2022) vs. prognostizierter Bedarf von 560'000 MW (2030) [90]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Globale grüne und blaue Wasserstoffproduktion für Ammoniak ist aber in grösserem Umfang angekündigt und könnte Bedarf bis 2035 in grösserem Umfang decken [118], allerdings gibt es Nutzungskonflikte mit anderen Sektoren (z.B. Schifffahrt)</li> <li>Auch kann von einer Reduktion des Bedarfs an Stickstoffdünger ausgegangen werden, da Landwirtschaftsbetriebe im Rahmen des Ökologischen Leistungsnachweises (Einhalten der Stickstoffbilanz) und einer generellen Verschärfung der Massnahmen zum Erreichen der CH-Ziele (-40% Emissionen Landwirtschaft bis 2050) [117] den Konsum von synthetischem Dünger wahrscheinlich reduzieren müssten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annahmen vom Szenario weiter: Laut IEA-BAU-Szenario verringern sich Emissionsintensität Ammoniak bis 2050 nur um 18% im Vergleich zu 2022 [120]</li> <li>Im Licht der verursachten Emissionen durch Stickstoffdünger von ca. 20% Emissionen Schweizer Landwirtschaft [105] dann &lt;5% Reduktion der Gesamtemissionen der CH-Landwirtschaft</li> <li>Annahmen vom Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade: Laut IEA-Netto-Null-Szenario verringert sich die Emissionsintensität Ammoniak 2022-2050 um 95% [120]</li> <li>Im Licht der verursachten Emissionen durch Stickstoffdünger von ca. 20% Emissionen Schweizer Landwirtschaft [105] dann &gt;10% Reduktion der Gesamtemissionen der CH-Landwirtschaft bis 2040)</li> </ul>



# 03 Ernährung: Status Quo



	Technologie	Infrastruktur	Nachfrage und Handel	Policies	Kapital
THG-Emissionsintensität Lebensmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionsreduktionen im Lebensmittelverbrauch vor allem durch Anpassung der Diät (weniger Tier-, mehr Pflanzenprodukte) [103, 116]</li> <li>In der Schweiz verursacht die Futterverdauung (vor allem Rinder) im Jahr 2021 3.6 Mt CO<sub>2</sub>eq (ca. 50% der Gesamtemissionen) [105]</li> <li>Der grösste Anteil an THG-Emissionen für tierische Produkte entsteht durch Landnutzung und im landwirtschaftlichen Betrieb u.a. Verdauung, siehe oben [105]</li> <li>Potenzial technologischer Entwicklungen vorhanden, aber beschränkt [103]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Detailhändler haben eine Scharnierrolle in der Wertschöpfungskette und können oft preissetzend wirken, sowie Nachfrage beeinflussen</li> <li>Deshalb sind Klimapläne und – Massnahmen von Detailhändlern zentral [114, 115]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>THG-Emissionen der Schweizer Fleisch-Wertschöpfungskette fallen zu 33% im Ausland an (vor allem in Europa, China), vor allem durch Vorketten für Rinder und Milch (Fleisch, Futtermittel) [121] 60% Kraftfutter wird importiert gemäss Futtermittelbilanz (BLW)</li> <li>THG-Emissionen des Schweizer Lebensmittelhandels fallen zu 69% im Ausland an (primär Asien, Europa), primär durch Vorketten für Rinder und Milch (Fleisch, Futtermittel) [122]</li> <li>Konsumausgaben und –Mengen Schweizer Haushalte für Fleisch und Lebensmittel variieren wenig über Zeit [111, 124]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Landwirtschaft ist stark reguliert und subventioniert (EU Common Agricultural Policy CAP, CH Direktsubventionen) [64, 65]</li> <li>Es gibt ambitionierte Ziele für Emissionsreduktionen, z.B. in der Klimastrategie Landwirtschaft und Ernährung des BLW/BAFU/BLV</li> <li>Allerdings fehlt es an Massnahmen, welche die ambitionierten Ziele erreichbar machen, die «Implementation Gap» ist im Landwirtschaftsbereich besonders gross [29, 63]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jährliche Transformationskosten für Landwirtschaft für Erreichen der Klimaziele wird auf 0.1% des BIP/Jahr geschätzt, in Industrienationen [104]</li> <li>Direktzahlungen an Schweizer Landwirtschaftsbetriebe in Höhe von 2.8 Milliarden Franken im Jahr 2022 (Agrarbericht Schweiz 2023)</li> </ul>
Synthetischer Dünger	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stickstoffdünger momentan aus fossilen Energiequellen hergestellt</li> <li>In der Schweiz verursacht die Stickstoffdüngung im Jahr 2021 1.3 Mt CO<sub>2</sub>eq (ca. 20% der Gesamtemissionen) [105]</li> <li>Ammoniakanteil an Emissionen von Endprodukten ca. 5% [119]</li> <li>Grüne H<sub>2</sub>-Produktion entscheidend für Dekarbonisierung von Ammoniak und damit Stickstoffdünger [118]</li> <li>Umweltprämie für grünes Ammoniak zwischen 40-100%, je nach Produktionsweg [48]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Globale Infrastrukturanvestitionen in Höhe von 2.3 Billionen Dollar erforderlich. Grossteil davon in EE-Ausbau für Wasserstoffproduktion (WEF 2023)</li> <li>Wasserstoffproduktion noch in den Anfängen: Installierte Elektrolysekapazität beträgt 687 MW (2022) vs. prognostizierter Bedarf von 560'000 MW (2030) [90]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ökoprämienvon 10-100% wird für Landwirtschaft ohne politische Unterstützung schwer sein</li> <li>Die Nachfrage nach grünem Ammoniak wird durch andere Anwendungen (z.B. Schifffahrt) angekurbelt [118]</li> <li>Sämtliche Mineraldünger müssen laut BLW importiert werden (2021: 340k t, &gt;50% aus DE, davon 210k t Stickstoffdünger)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Politische Massnahmen zur Förderung von grünem Wasserstoff werden verstärkt getroffen, zum Beispiel Wasserstoffstrategie DE, EU, etc. [64]</li> <li>Anwendung für grünen Wasserstoff aber für verschiedene Sektoren vorgesehen</li> <li>Bedingungen Ökologischer Leistungsnachweis für Direktzahlungen in der Schweiz, mit Grenzwerten für Stickstoff [65]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angesichts einer Gewinnspanne von 13 % in der Branche und Kapitalkosten von 9 % sind zusätzliche Investitionen durch Landwirtschaftsbetriebe schwierig (WEF 2023)</li> <li>Allerdings sind zusätzliche Produktionskosten durch grünen Ammoniak gering, ca. 1% oder kleiner [119]</li> <li>Starke Subventionierung von Wasserstoffproduktion, aber Skalierung noch ausstehend [118]</li> </ul>
<b>INFRAS</b>					

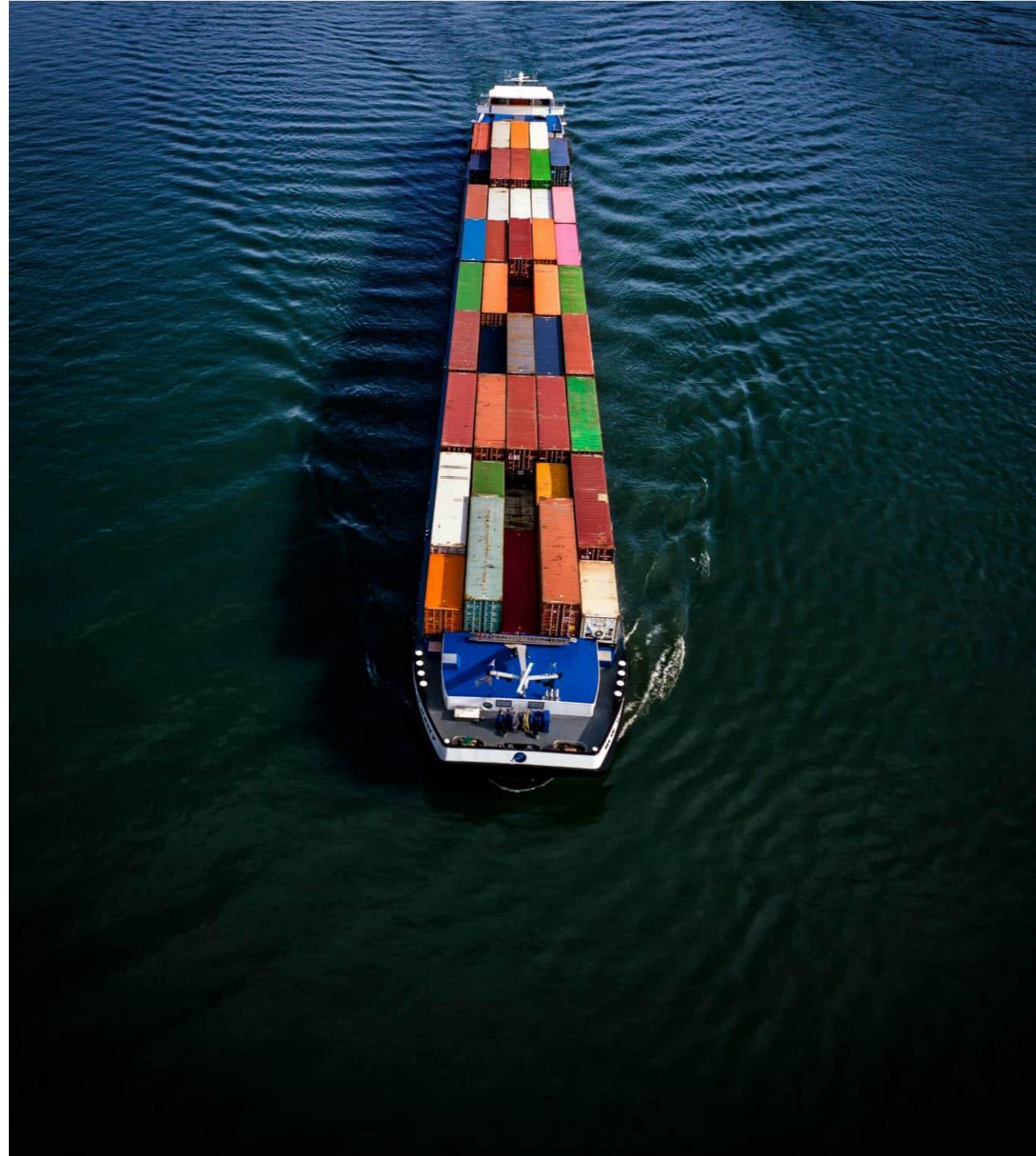
03 Ernährung: Mögliche Entwicklung und Auswirkung auf indirekte Emissionen	
	<p>Szenario weiter wie bisher</p>
	<p>Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade</p>
	<p><b>THG-Emissionsintensität Lebensmittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionen bisher wenig sinkend (EU: 11% 2000-2021, CH: 13% 1990-2021), vergleichsweise wenig Massnahmen trotz ambitionierter Ziele von Detailhändlern [114, 115] oder Politik [64, 65]</li> <li>Die «Implementation Gap» zwischen Zielen und Massnahmen ist im Landwirtschaftsbereich besonders gross, mehrere Landwirtschaftsindikatoren wie die THG-Intensität von landwirtschaftlicher Produktion sind „off track“ [50]</li> <li>Es fehlt an Massnahmen, welche die ambitionierten Ziele erreichbar machen [64, 65]</li> <li>Reduktionspotenzial durch technologischen Fortschritt in Landwirtschaftsbetrieben und Dekarbonisierung von Scope 1 und 2-Emissionen, primärer Hebel aber in Veränderung des Konsumverhaltens (Reduktion Konsum Tierprodukte) [103]</li> <li>Unter Annahme weiter wie bisher (Policy, Marktentwicklungen, sowie vor allem Konsumverhalten der Bevölkerung, also keine Abnahme Konsum Tierprodukte) dürfte die THG-Emissionsintensität der konsumierten Lebensmittel in der Schweiz also wenig sinken bis 2040 (im Licht der Reduktion 1990-2022 von 13% dann geschätzt &lt;30% 2022-2040)</li> <li>Auf der Grundlage nationaler Projektionen wird bis 2030 auf EU-Ebene ohne weitere Massnahmen nur ein Rückgang von 4% gegenüber dem Stand von 2005 erwartet [106]</li> </ul>
	<p><b>Synthetischer Dünger</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stickstoffdünger momentan aus fossilen Energiequellen hergestellt, und grüne H2-Produktion entscheidend für Dekarbonisierung von Ammoniak und damit Stickstoffdünger [118]</li> <li>Allerdings ist die Wasserstoffproduktion noch in den Anfängen: Installierte Elektrolysekapazität beträgt 687 MW (2022) vs. prognostizierter Bedarf von 560'000 MW (2030) [90]</li> <li>Trotz signifikantem Policy-Support könnte die Skalierung von Stickstoff also noch Zeit benötigen. Obwohl die angekündigte Produktionskapazität für grünen Ammoniak in etwa in Nähe des Bedarfs für Landwirtschaft kommt [118], gibt Nutzungskonflikte mit anderen Sektoren (z.B. Schifffahrt), was die Verfügbarkeit von emissionsarmem Dünger für die CH-Landwirtschaft schwierig gestalten könnte</li> <li>Umweltpremie für grünes Ammoniak zwischen 40-100%, je nach Produktionsweg (WEF 2023)</li> <li>Unter Annahmen vom Szenario weiter wie bisher dürften die Emissionsminderungen durch grünen Ammoniak also eher bescheiden ausfallen bis 2040: Laut IEA-BAU-Szenario verringert sich die Emissionsintensität durch Ammoniak bis 2050 nur um 18% im Vergleich zu 2022 [120]</li> <li>Vor dem Hintergrund der durch Stickstoffdünger verursachten Emissionen von ca. 20% Emissionen Schweizer Landwirtschaft [105] dürften die Reduktion durch Dünger dann &lt;5% Reduktion der Gesamtemissionen der CH-Landwirtschaft ausmachen (all else equal)</li> </ul>
<b>INFRAS</b>	<p>22</p> <p>Zurück zur <a href="#">Struktur</a></p>

# 04 Konsum



[Zurück zur Struktur](#)

Quelle: Unsplash.



# 04 Konsum: Synthese der bereichsspezifischen Umfeldanalyse



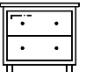
	Status Quo	Entwicklung	Auswirkung auf indirekte Emissionen
 Textilien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die meisten Emissionen (ca.75%) für Textilien fallen in vorgelagerten Lieferketten (Scope 3) an [35, 127], ein relevanter Anteil (ca. 20%) in Nutzungsphase [129, 130]</li> <li>98% der Emissionen fallen im Ausland an, Grossteil davon in China/Asien durch Energie aus Fossilen [131]</li> <li>Die Konsumausgaben im Kanton ZH für Textilien liegen bei konstanten 4% seit 2015 [124]</li> <li>Die durchschnittliche Nutzungsdauer für Textilien ist je nach Kleidungsstück zwischen 2-4 Jahren [125]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduktionspotenzial besonders in der Vorkette durch Umstellung auf erneuerbaren Strom &amp; Wärme, Energieeffizienz, und Rohstoffproduktion [129, 130]</li> <li>Einige Unternehmen mit konkreten Zielpfaden und Massnahmen bis 2030/2040, z.B. H&amp;M [130] und weitere Klimaziele nach SBTi, Dekarbonisierung Lieferkette [128]</li> <li>Unter aktuellen Massnahmen bleiben Gesamtemissionen in der Textilindustrie bis 2030 stabil (trotz Wachstum), für eine Halbierung bis 2030 bedürfte es mehr [130]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario weiter wie bisher bleiben Gesamtemissionen in der Textilindustrie bis 2030 stabil (trotz Wachstum) [131], d.h. die Emissionsintensität von Textilien pro Einheit sinkt aber auch in diesem Szenario, siehe Beispiel aktueller Massnahmen durch H&amp;M [128]</li> <li>Unter der Annahme, dass ambitionierte Ziele erreicht und Massnahmen umgesetzt werden, könnten die Emissionen der globalen Textilindustrie bis 2030 um 50% sinken (trotz Wachstum in Absatz) [130]</li> </ul>
 Elektrogeräte und IKT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neben dem direkten Fussabdruck von IKT-Geräten (Scope 1-3) gibt es auch indirekte Effekte [136]</li> <li>Meiste Emissionen in Scope 3 [36]. Davon Endgeräte &gt;50% [134, 136]. Indirekten Effekte auf Effizienzgewinne Gesamtwirtschaft etc. [140] hier nicht berücksichtigt.</li> <li>Unterschiedliche Angaben zu Emissionen je nach Quelle.</li> <li>THG-Reduktion: Elektrifizierung, bio-basierte Produkte, Effizienz, Recycling [36]</li> <li>Haushaltsgegenstände (inkl. IKT) vor allem aus China [147]</li> <li>KI-Nachfrage könnte Emissionen erhöhen [138, 139]</li> <li>Vermehrt politische Massnahmen (vor allem auf EU-Ebene, teilweise auch in CH) [64, 65, 132]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pro Kopf Emissionen für IK-Abonnements sind in Vergangenheit gesunken, wobei der Trend in Zukunft wie zwischen 2015-2020 abflachen könnte [135]</li> <li>Trainingsintensität, Kosten, und Energiebedarf für die Entwicklung von KI-Modellen steigt stark an, der regulatorische Rahmen wird detaillierter [138, 139]</li> <li>Einzelne Rechenzentren-Betreiber schliessen sich zu Climate Neutral Data Center Initiative zusammen [141]</li> <li>Es gibt ein gewisses Reduktionspotenzial für THG-Emissionen durch Einsatz von IKT (indirekte Effekte durch Digitalisierung). Dies könnte in Zukunft an Relevanz gewinnen [140]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade besteht grosses Reduktionspotenzial, was anhand von Zielen der IKT-Unternehmen (Google, etc.) veranschaulicht werden kann [141]. Möglich, dass induzierter Konsum Ziele gefährdet</li> <li>Im Szenario weiter wie bisher besteht auch Reduktionspotenzial, da die Reduktionskosten zu ca. 50% unter 10 Euro/Tonne CO2e sind [35], auch gibt es schon viele Policies, die auf den Bereich abzielen [132]</li> <li>Aber: grosse Unsicherheiten, auch bzgl. Konsumverhalten. Weiter werden die indirekten Effekte von IKT-Nutzung auf Wirtschaft etc. nicht berücksichtigt, welche im Vergleich aber bedeutender sein dürften</li> </ul>
 Möbel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Möbeln (Bsp. IKEA, hoher Marktanteil [145]) dominieren die THG-Emissionen aus Rohstoffen, Nutzungsphase und Herstellung [144, 146]. Bei den Rohstoffen vor allem Metalle und Holz [144]</li> <li>Haushaltsgegenstände (inkl. Möbel) kommen vor allem aus dem Ausland, besonders China [147]</li> <li>Die Konsumausgaben Schweizer Haushalte (im Kanton ZH) für Haushalt liegen bei 4-5%, allerdings bei leicht steigenden Konsumausgaben [124]</li> <li>Die durchschnittliche Nutzungsdauer für Möbel geht von 9 (Couch) bis 10 Jahre (Kleiderschrank) [125]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effizienzgewinne entlang der Wertschöpfungskette erwartbar, auch durch Änderung in Produktionsverfahren und neue/andere Rohstoffe (z.B. bio-basierter Kleber) [36, 144]</li> <li>Emissionsreduktionen vor allem von Herkunftsändern abhängig (Asien, besonders China, EU), vor allem durch Ausbau Erneuerbare</li> <li>Auch auf Verbraucherseite gibt es Potenzial: THG-Reduktionspotenzial von 22% bei Verlängerung der Nutzungsdauer Möbel von 10 auf 13 Jahre [125]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Szenario weiter wie bisher: Im Szenario weiter wie bisher sind ambitionierten Ziele der Textilindustrie, z.B. IKEA, nicht zu erreichen [144], es besteht aber dennoch ein gewisses Reduktionspotenzial (EE-Strom und -Wärme)</li> <li>Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade besteht sehr grosses Reduktionspotenzial, was am Beispiel von einem sehr grossen Möbelhersteller und -Händler mit hohem Marktanteil in der Schweiz (IKEA) veranschaulicht werden kann [145]</li> <li>Über alle Konsumbereiche hinweg gilt: Änderung im Konsumverhalten ist einer der Haupthebel, z.B. über längere Nutzungsdauer [125]</li> </ul>
INFRAS			<a href="#">Zurück zur Struktur</a>



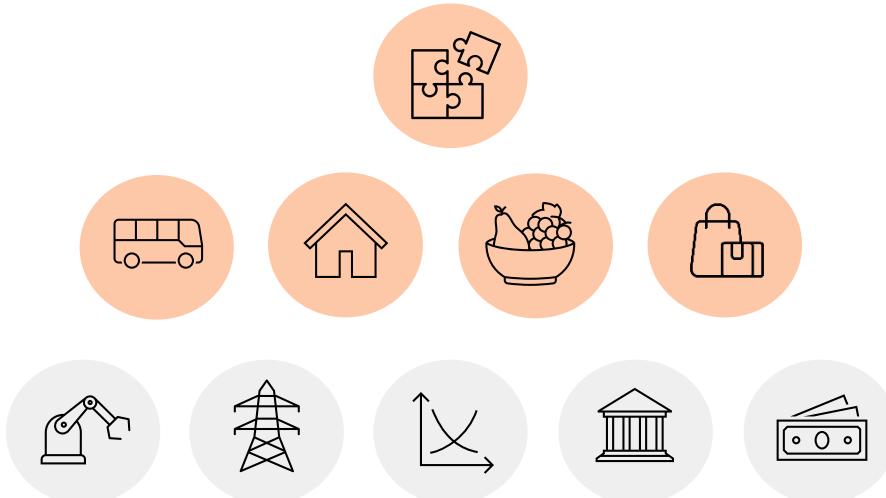
# 04 Konsum: Status Quo



	Technologie	Infrastruktur	Nachfrage und Handel	Policies	Kapital
Textilien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meiste Emissionen fallen in Scope 3 an [36, 129], ca. 20% in Nutzungsphase [130, 127]</li> <li>THG-Reduktion vor allem durch EE Wärme/Strom, Nass- auf Trockenverfahren, Nutzungsdauer [36, 127, 130]</li> <li>Unternehmen mit konkreten Zielpfaden, z.B. H&amp;M [128]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Mehrheit der Textilunternehmen hat sich langfristige Klimaziele nach SBTi gesetzt, und/oder haben sich verpflichtet ihre Lieferkette zu dekarbonisieren [126]</li> <li>Emissionsintensitäten (z.B. von China) sinken seit 1995, weniger schnell seit 2010er Jahren [46]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>98% der Emissionen sind importiert und fallen im Ausland an (China), vor allem durch Energie aus Fossilen [131]</li> <li>Konsumausgaben im Kanton ZH für Textilien bei 4% [124]</li> <li>Durchschnittliche Nutzungsdauer für Textilien zwischen 2-4 Jahren [125]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vermehrte politische Massnahmen im Bereich Kreislaufwirtschaft und Ökodesign-Richtlinien, sowie Lieferkettengesetz (vor allem auf EU-Ebene, teilweise auch in CH) [64, 65]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mehr als 60% der Emissionen in Textilwertschöpfungskette haben Reduktionskosten &lt; 10 Euro / Tonne CO<sub>2</sub>eq [35]</li> </ul>
Elektrogeräte und ICT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neben dem direkten Fussabdruck von IKT-Geräten (Scope 1-3) gibt es auch indirekte Effekte [134]</li> <li>Meiste Emissionen (ohne indirekte Effekte) in Scope 3 [35]. Davon Endgeräte &gt;50% [134].</li> <li>THG-Reduktion: Elektrifizierung, bio-basierte Produkte, Effizienz, Recycling [36]</li> <li>Nutzung für z.B. Handys 2-3 Jahre [125], Reduktionspotenzial bei Verlängerung [125]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kreislaufwirtschaftliche Massnahmen mit potentiellen Kostenersparnissen (neben Emissionsreduktionen) auch für Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette [133]</li> <li>Emissionen vor allem von Emissionsintensität Strom abhängig (z.B. Rechenzentren, Herstellungsprozesse)</li> <li>Emissionsintensitäten (z.B. von China) sinken seit 1995, allerdings weniger schnell seit den 2010er Jahren [46]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haushaltsgegenstände (inkl. IKT) vor allem aus China [147]</li> <li>Konsumausgaben im Kanton ZH für Haushalt und IKT liegen bei 4-5% und 3% [124]</li> <li>Nachfrage nach IKT-Dienstleistungen am Peak? [137]</li> <li>Verschiebungen bei nachgefragten Produkten [143]</li> <li>Hohe Unterstützung der CH-Bevölkerung für Recycling [142]</li> <li>KI-Nachfrage könnte Emissionen erhöhen [138, 139]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es gibt bereits Policies entlang des Lebenszyklus von IKT-Geräten, welche Kreislaufwirtschaft fördern [132]</li> <li>Vermehrte politische Massnahmen im Bereich Kreislaufwirtschaft und Ökodesign-Richtlinien, sowie Lieferkettengesetz (vor allem auf EU-Ebene, teilweise auch in CH) [64, 65]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mehr als 50% der Emissionen in Textilwertschöpfungskette haben Reduktionskosten &lt; 10 Euro / Tonne CO<sub>2</sub>eq [35]</li> </ul>
Möbel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Möbeln (Bsp. IKEA, hoher Marktanteil [145]) dominieren die THG-Emissionen aus Rohstoffen, Nutzungsphase und Herstellung [144]. Bei den Rohstoffen vor allem Metalle und Holz [147]</li> <li>THG-Reduktionspotenzial von 22% bei Verlängerung der Nutzungsdauer Möbel von 10 auf 13 Jahre [125]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissionen vor allem von Emissionsintensität Strom und Wirtschaft abhängig (z.B. Herstellungsprozesse)</li> <li>Emissionsintensitäten (z.B. von China) sinken seit 1995, allerdings weniger schnell seit den 2010er Jahren [46]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Haushaltsgegenstände (inkl. Möbel) kommen vor allem aus dem Ausland, besonders China [147]</li> <li>Die Konsumausgaben Schweizer Haushalte (im Kanton ZH) für Haushalt liegen bei 4-5%, allerdings bei leicht steigenden Konsumausgaben [124]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vermehrte politische Massnahmen im Bereich Kreislaufwirtschaft und Ökodesign-Richtlinien, sowie Lieferkettengesetz (vor allem auf EU-Ebene, teilweise auch in CH) [64, 65]</li> </ul>	
<b>INFRAS</b>					

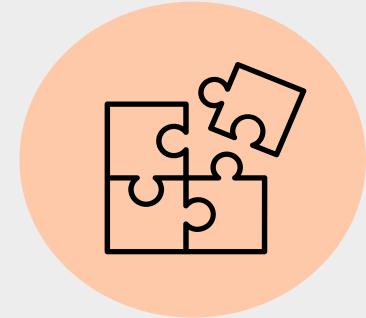
04 Konsum: Mögliche Entwicklung und Auswirkung auf indirekte Emissionen	
	<p>Szenario weiter wie bisher</p>
 Textilien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario weiter wie bisher besteht dennoch relevantes Reduktionspotenzial besonders in der Vorkette durch Umstellung auf erneuerbaren Strom &amp; Wärme und Energieeffizienz [130, 131], allerdings besteht hier noch viel Unsicherheit (intransparente Lieferketten, etc.)</li> <li>Einige Unternehmen in der Textilbranche haben schon konkrete Massnahmen in Umsetzung bis 2030/2040, z.B. H&amp;M [128] und weitere Massnahmen nach SBTi [126], diese dürften im Szenario weiter wie bisher zu relevanten Emissionsreduktionen führen, vor allem unter Annahme, dass Stromsektor in Herkunftsändern (primär Asien) zunehmend dekarbonisiert wird</li> <li>Unter aktuellen Massnahmen bleiben Gesamtemissionen in der Textilindustrie bis 2030 stabil (trotz Wachstum), für eine Halbierung der Emissionen (trotz Wachstum) bis 2030 bedürfte es mehr [130]. Das heisst aber auch, dass Emissionen pro Einheit Textilie unter dem Szenario weiter wie bisher sinken dürften in den nächsten Jahren</li> </ul>
 Elektrogeräte und ICT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario weiter wie bisher ist die Frage, inwiefern sinkende Emissionsintensitäten (Dekarbonisierung Strom, effizientere Produktions- und Rechenprozesse) steigende Nachfrage nach IKT-Dienstleistungen und ggf. auch IKT-Produkten und damit steigende Emissionen in diesem Bereich kompensieren können. Hier besteht noch viel Unsicherheit. Die indirekten Effekte (Effizienzsteigerung durch Einsatz von IKT etc.) sind hierbei noch nicht berücksichtigt.</li> <li>Die globalen Emissionen aus IKT werden stark steigen bis 2040, laut einer Schätzung um den Faktor 5 [134]</li> <li>Reduktionspotenzial im Szenario weiter wie bisher besteht vor allem in der Nutzung von EE-Strom und -Wärme für Herstellung von Geräten, und mehr Einsatz bio-basierter Produkte (statt Plastik) [36]</li> <li>Da die Reduktionskosten zu ca. 50% unter 10 Euro/Tonne CO2e sind [35], sind auch im Szenario weiter wie bisher Emissionsreduktionen bis 2040 für Scope 1-3 zu erwarten</li> </ul>
 Möbel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auch im Szenario weiter wie bisher sind Effizienzgewinne entlang der Wertschöpfungskette erwartbar, z.B. durch Änderung in Produktionsverfahren und neue/andere Rohstoffe (z.B. bio-basierter Kleber) [36, 144]</li> <li>Emissionsreduktionen sind vor allem von Emissionsintensitäten in den Herkunftsändern abhängig (Asien, besonders China, EU), vor allem durch Ausbau Erneuerbare</li> <li>Im Szenario weiter wie bisher sind ambitionierten Ziele der Textilindustrie, z.B. IKEA, aber nicht zu erreichen (die Massnahmen von IKEA lassen das Ziel -50% 2016-2022 nicht erreichen) [144]</li> <li>Auch auf Verbraucherseite gibt es Potenzial: THG-Reduktionspotenzial von 22% bei Verlängerung der Nutzungsdauer Möbel von 10 auf 13 Jahre [127]</li> </ul>
<b>INFRAS</b>	<p>Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade besteht starkes Reduktionspotenzial besonders in der Vorkette durch Umstellung auf erneuerbaren Strom &amp; Wärme und Energieeffizienz [130, 131]</li> <li>Besonders besteht Reduktionspotenzial unter der Annahme, dass die Textilbranche ihre Zielpfade für Emissionsreduktionen bis 2030/2040 erreicht, z.B. H&amp;M [128] und weitere Klimaziele nach SBTi [126], und gleichzeitig auch der Stromsektor in den Herkunftsändern – und damit die Materialverarbeitung (Strom/Wärme) - dekarbonisiert wird (nach NDCs/nationalen Policies [63])</li> <li>Unter der Annahme, dass stärkere Massnahmen umgesetzt werden, könnten die Emissionen der globalen Textilindustrie bis 2030 um 50% sinken (trotz Wachstum in Absatz), im Einklang mit dem 1.5-Grad-Ziel [130]</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade besteht sehr grosses Reduktionspotenzial, sowohl was graue Emissionen in den Endgeräten und Emissionen aus Nutzung von Rechenzentren, Cloud-Dienstleistungen, etc., angeht:</li> <li>Die IKT-Branche hat sich teilweise ambitionierte Ziele für Reduktion der Emissionen gesetzt, z.B. sind die grossen IKT-Unternehmen (Google, Apple, Microsoft) teil der RE100-Initiative (100% erneuerbarer Strombezug). Rechenzentren-Betreiber schliessen sich zu Climate Neutral Data Center Initiative zusammen [141], mit dem Ziel von emissionsfreien Rechenzentren</li> <li>Zirkuläre Wirtschaftsmodelle sind kosteneffektiver und sparen im Vergleich zu linearen Modellen bis zu 20% THG-Emissionen im Vergleich zu BAU bis 2035 ein [133], könnten also verstärkt genutzt werden.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Im Szenario Erreichen zugesagter Zielpfade besteht sehr grosses Reduktionspotenzial:</li> <li>Am Beispiel von einem sehr grossen Möbelhersteller und -Händler mit hohem Marktanteil in der Schweiz (IKEA) [145], kann gezeigt werden, dass viel Potenzial besteht: IKEA hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 die absoluten Treibhausgasemissionen der Wertschöpfungskette, um mindestens 50 % im Vergleich zum Jahr 2016 zu reduzieren [144]</li> <li>Auch sind in diesem Szenario das Erreichen von EE-Ausbauzielen und sonstigen Dekarbonisierungs-Plänen (nationale NDCs) zuträglich [63], sodass insgesamt bis 2040 von einer signifikanten Emissionsreduktion ausgegangen werden kann</li> </ul>

# c Anhang, Literatur, Datenquellen



- 05 Bereichsübergreifend
- 06 Verkehr
- 07 Gebäude
- 08 Ernährung
- 09 Konsum
- 10 Literatur und Datenquellen

# 05 Bereichs- übergreifende Themen

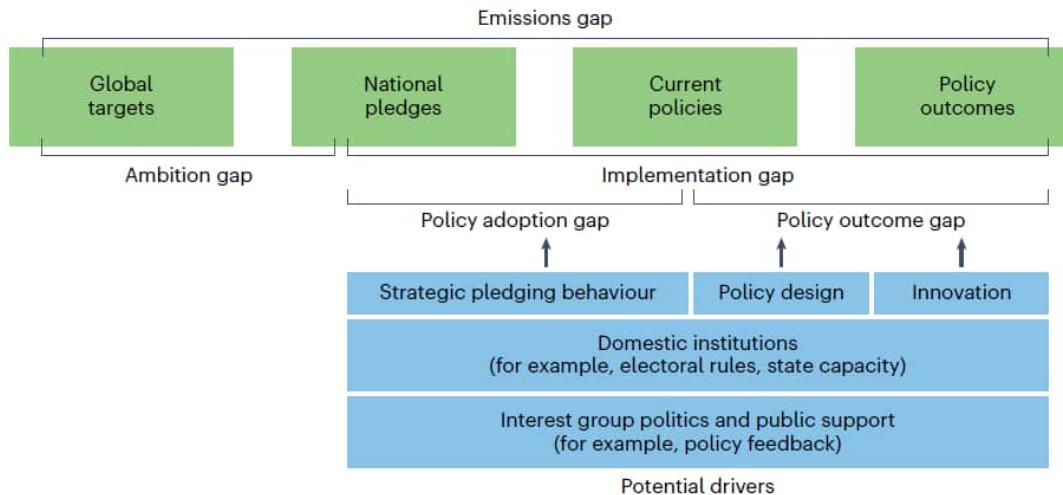




# 05 Die Implementation Gap in (inter-)nationaler Klimapolitik

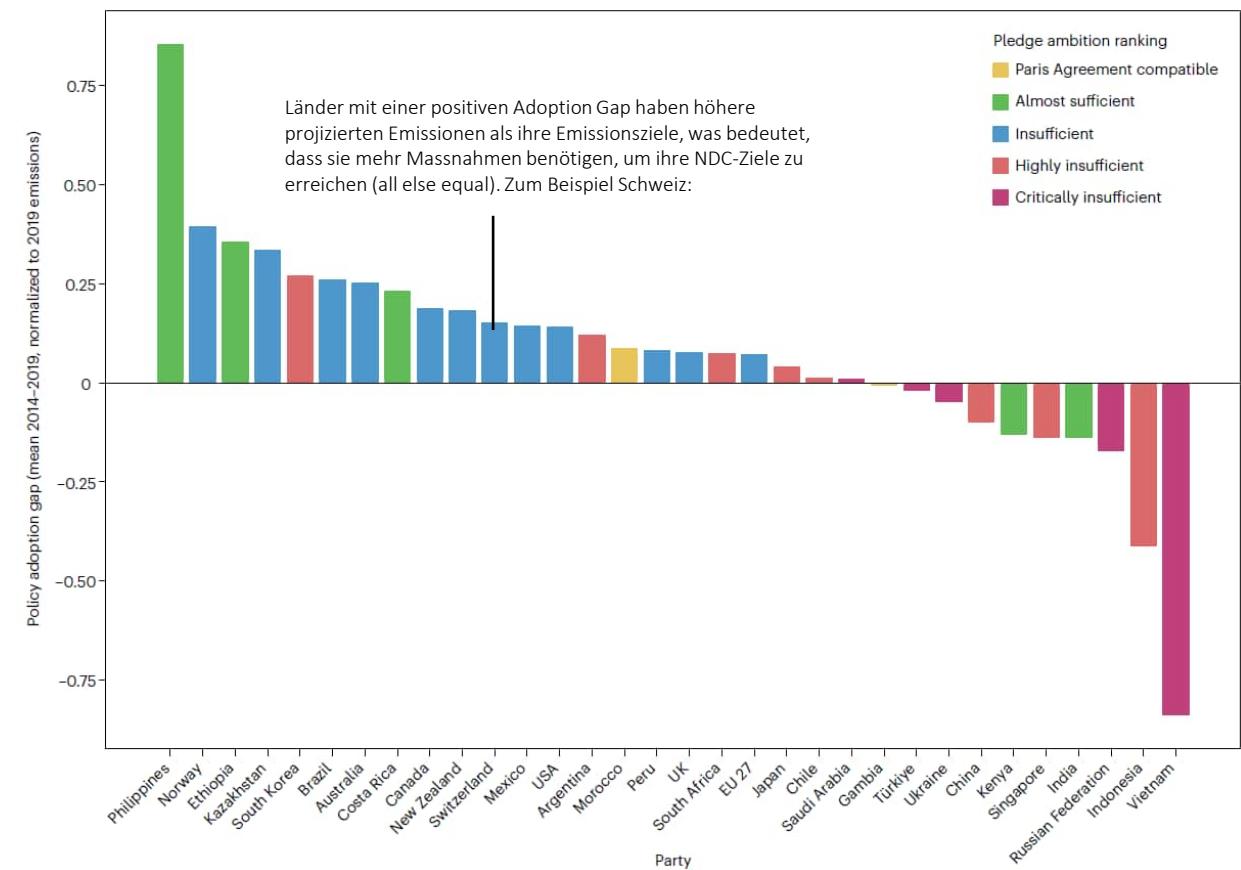
## Konzeptionelle Einordnung der «Implementation Gap»

Quelle: Fransen et al. (2023)



## Empirische Daten zur «Policy Adoption Gap» (Durchschnitt 2014-2019)

Quelle: Fransen et al. (2023)

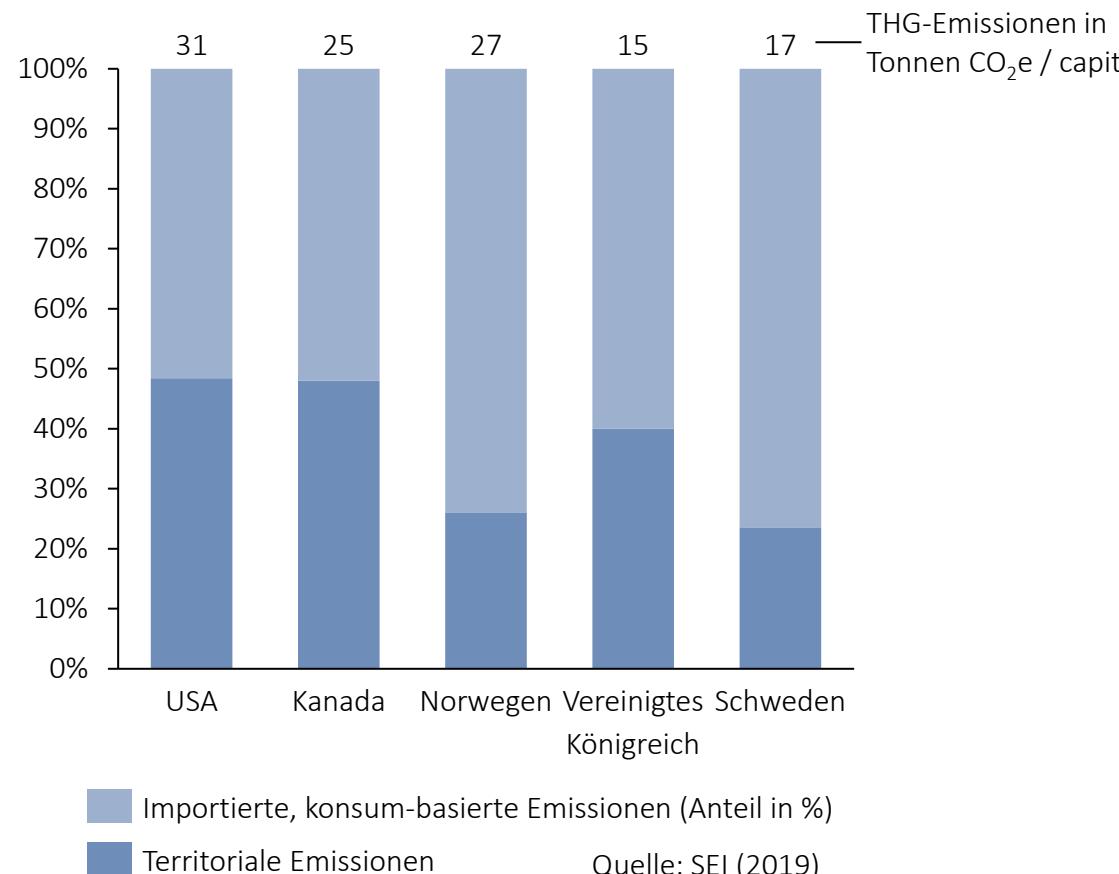


Die Policy Adoption Gap ist die mittlere Differenz zwischen den für 2030 prognostizierten Emissionen im Rahmen der derzeitigen Massnahmen und dem maximalen Emissionswert für 2030 im Rahmen der nationalen Beiträge (unconditional NDCs), auf Basis von Daten des Climate Action Tracker.

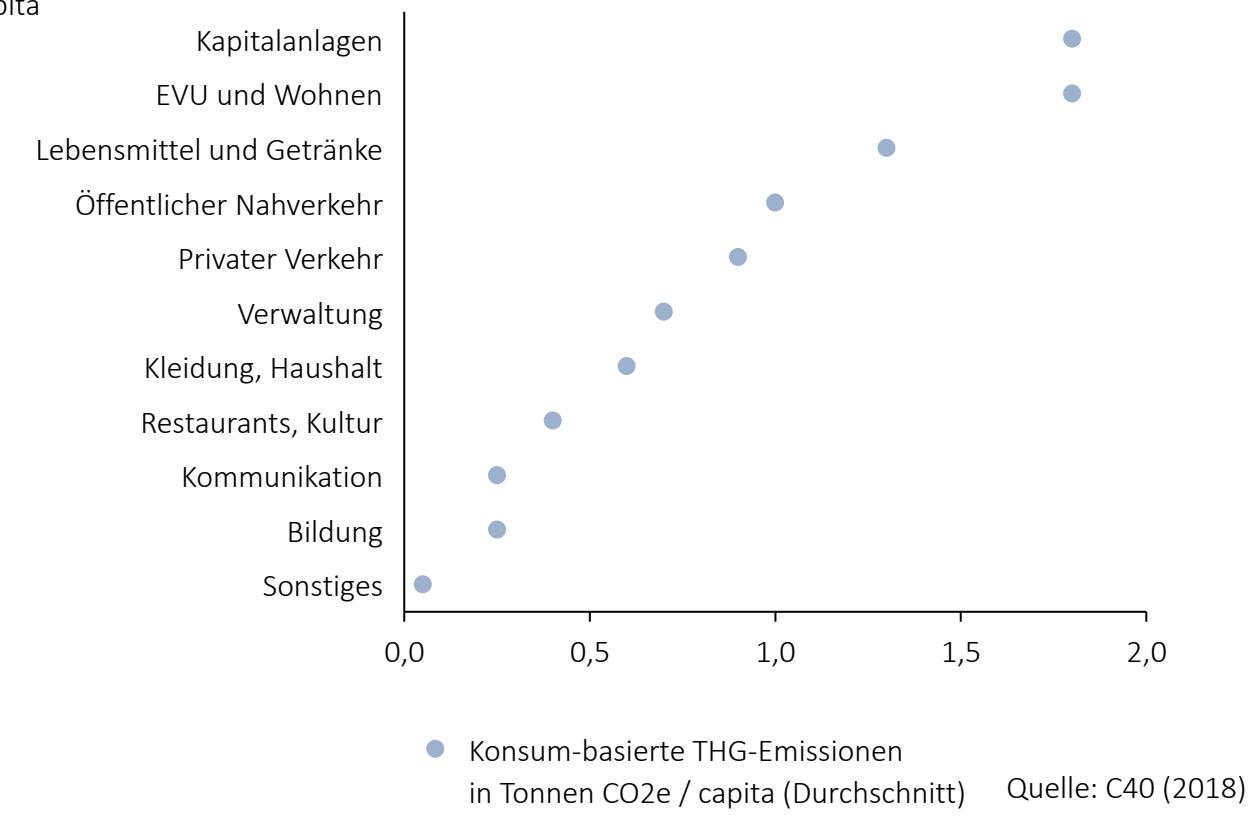


## 05 Importierte Emissionen dominieren Fussabdruck von Städten im internationalen Vergleich

Schätzung der territorialen vs. importierten Emissionen in typischen Städten der Carbon Neutral Cities Alliance



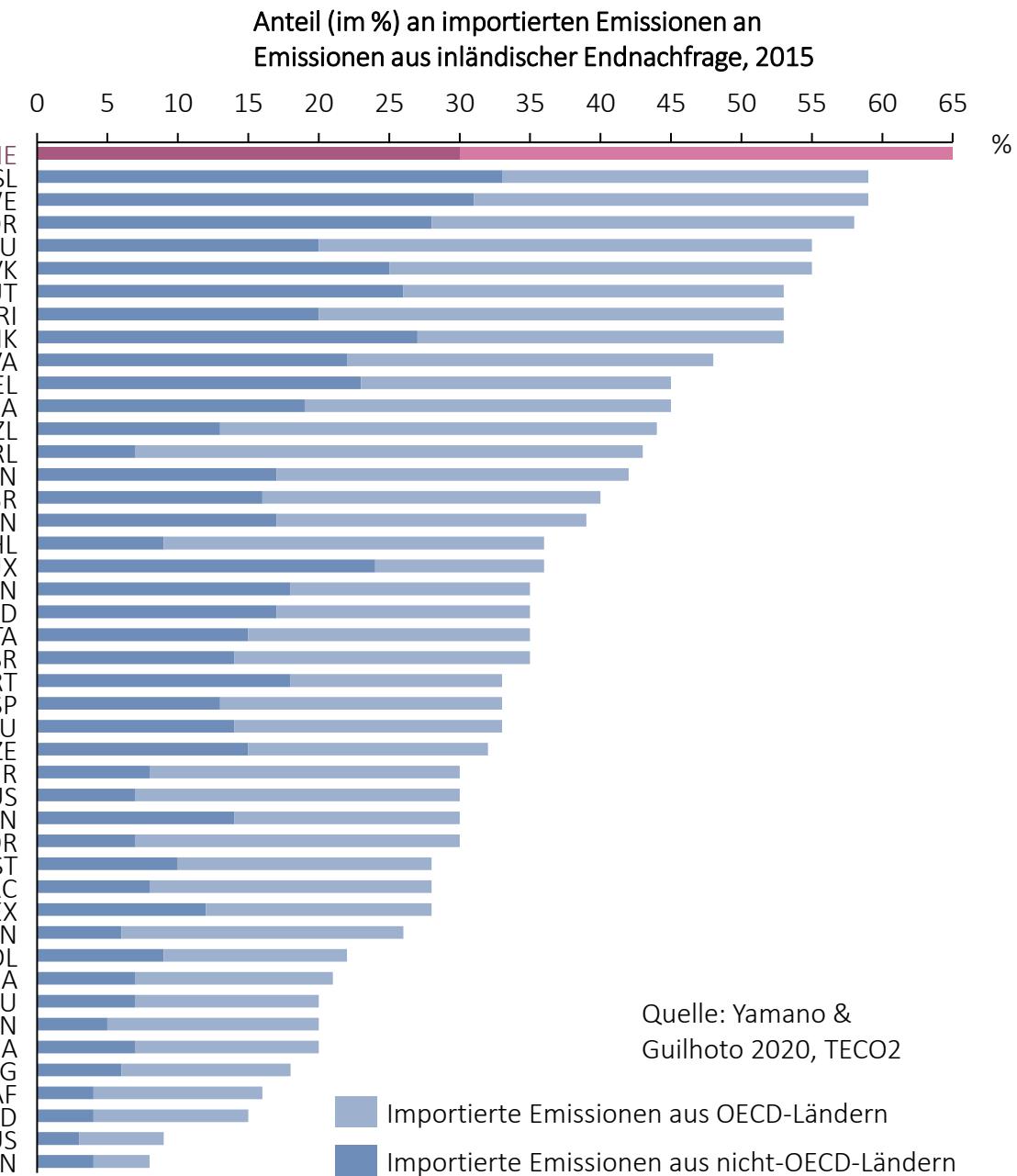
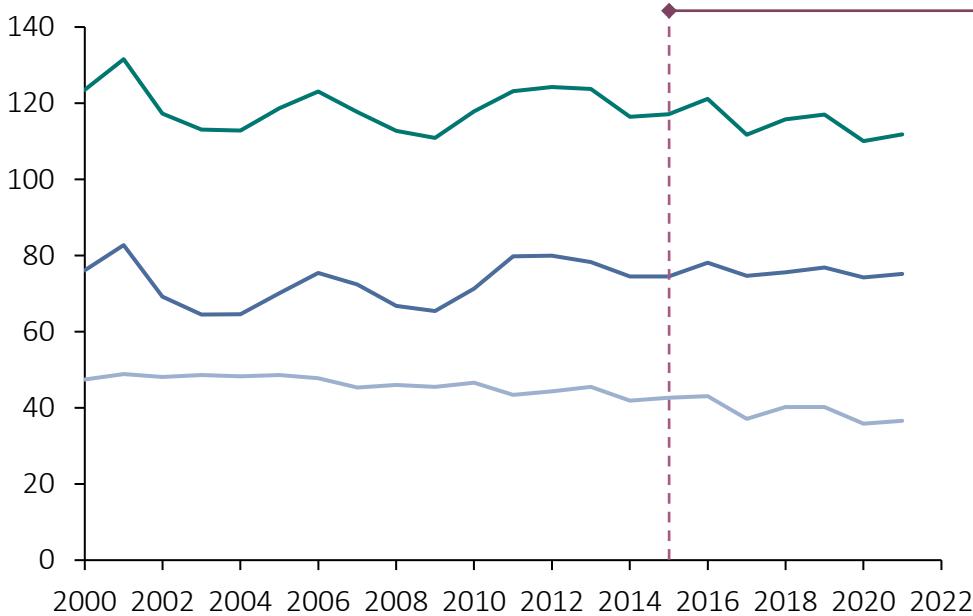
Schätzung der durchschnittlichen Emissionen der C40-Städte in verschiedenen Konsumbereichen





## 05 Schweiz hat vergleichsweise hohe indirekte Emissionen

Direkte und indirekte/importbedingte THG-Emissionen der Schweiz  
Emissionen aufgrund inländischer Endnachfrage

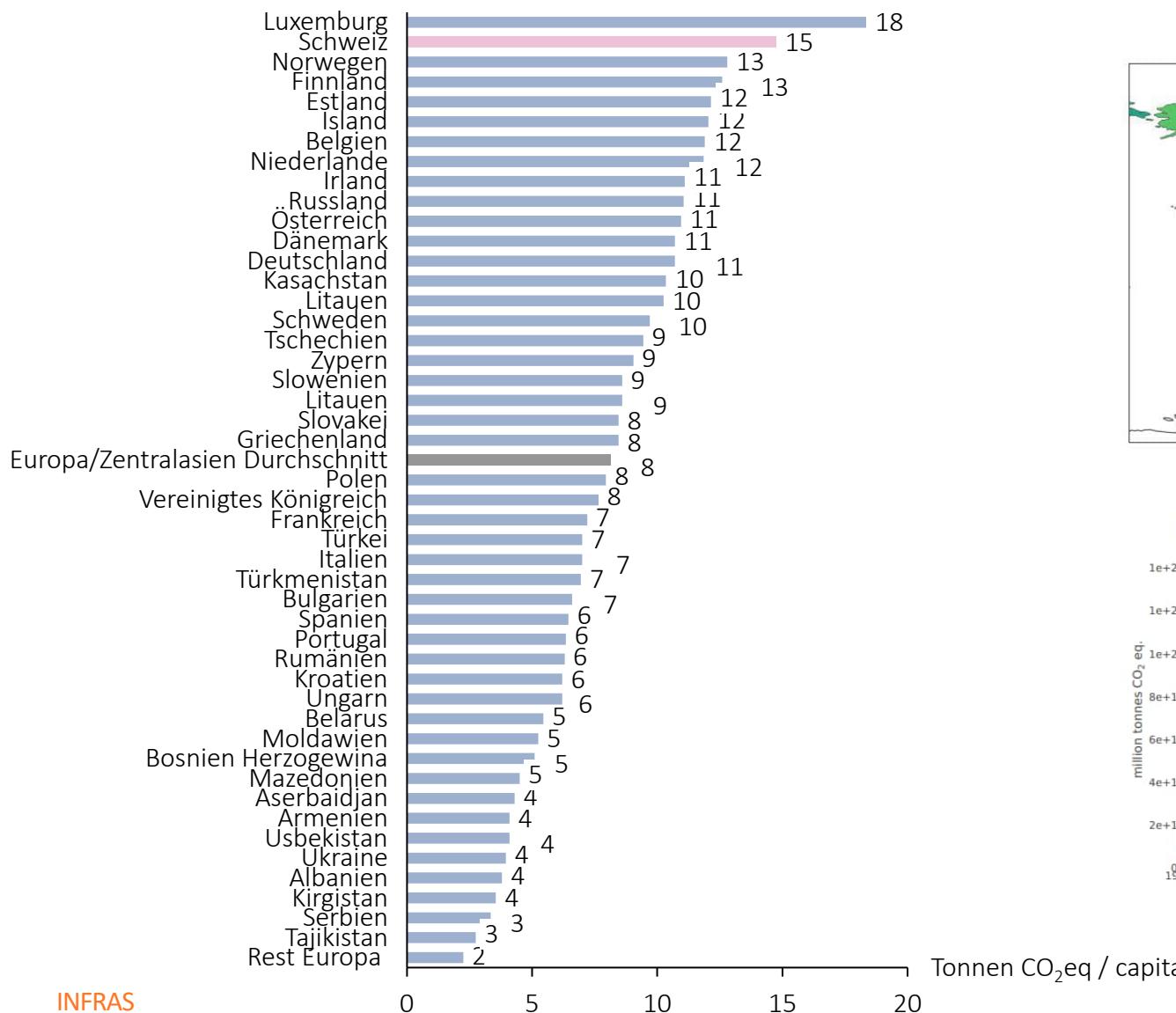




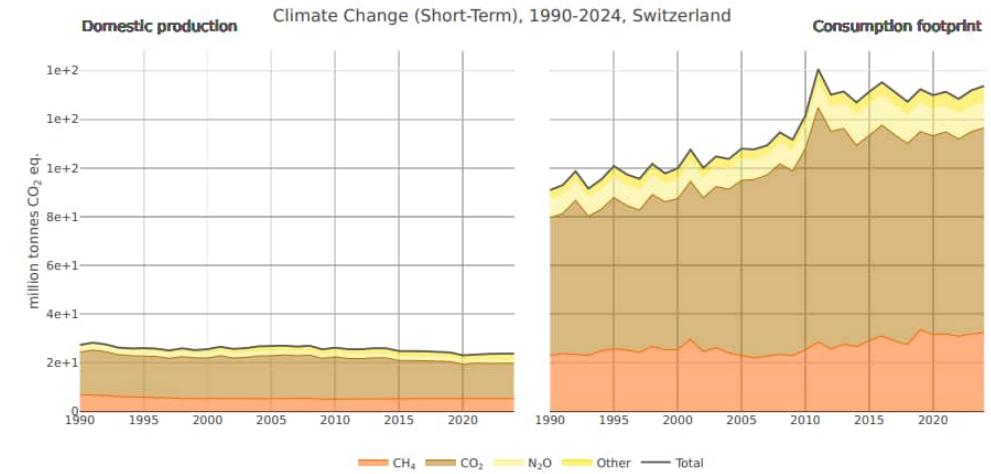
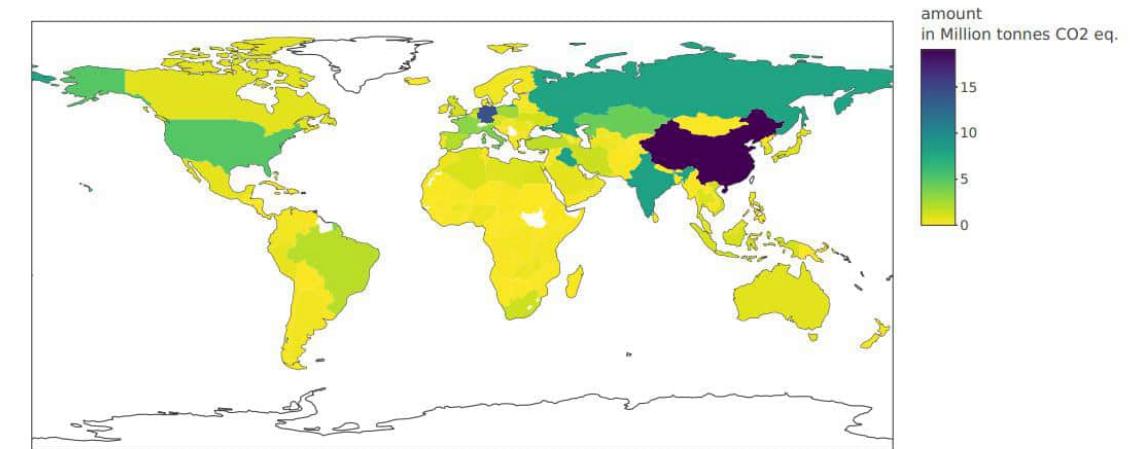
## 05 Schweiz hat vergleichsweise hohe indirekte Emissionen

THG-Fussabdruck durch Konsum und Herkunftsländer

Quelle: UNEP (2024).



Climate Change (Short-Term) embodied in imports of Switzerland by country of origin, 2024

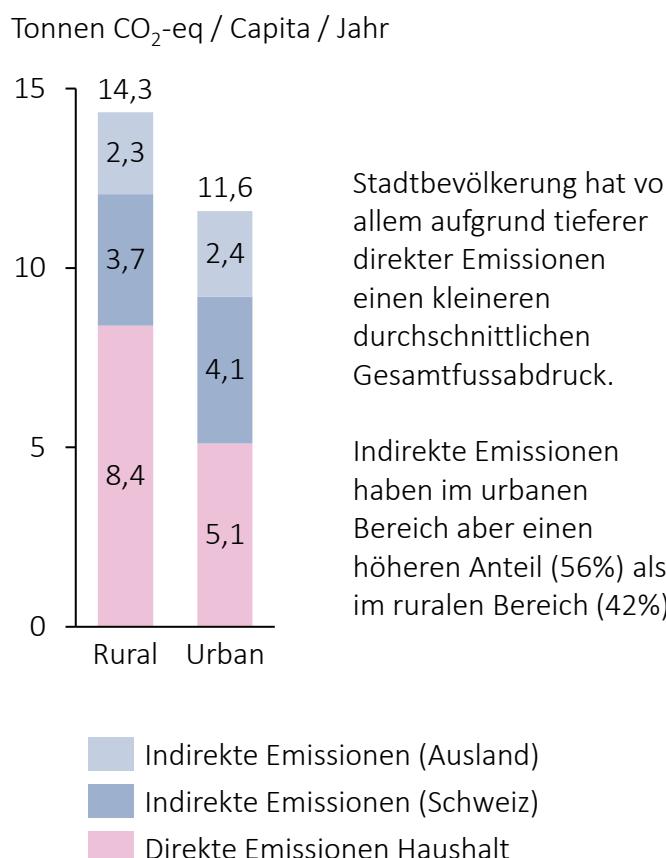




## 05 Indirekte Emissionen in der Schweiz fallen vor allem in Städten an

Durchschnittliche städtische und rurale THG-Fussabdrücke für 2014,  
aufgeschlüsselt nach der Quelle der Emissionen

Quelle: Pang et al. (2020).



### Zusammenfassung der Studie

Treibhausgas(THG)-Emissionsinventare bilden die Grundlage für eine evidenzbasierte Planung des Klimawandels auf lokaler, regionaler, nationaler und internationaler Ebene. In diesem Brief stellen wir einen verbrauchsorientierten Ansatz zur Bilanzierung von Treibhausgasen vor, um den Kohlenstoff-Fußabdruck (CF) zu schätzen, der direkte und indirekte Emissionen von Haushalten in der Schweiz für 2008, 2011 und 2014 umfasst, und untersuchen den Einfluss von Urbanität und sozioökonomischen Variablen auf diese Schätzungen. Das hier verwendete CF-Modell verbindet regionalisierte Haushaltsbudgeterhebungen (HBS) mit einer um Umweltaspekte erweiterten Input-Output-Analyse (EEIOA). Wir bieten einen besseren Einblick in den undurchsichtigen Prozess der Kombination von Bottom-up-Verbrauchsdaten (d. h. HBS) und Top-down-Input-Output-Tabellen (IOT) in einem CF-Modell. Die Ergebnisse zeigen, dass städtische Haushalte tendenziell niedrigere direkte Emissionen haben als ländliche Haushalte, während die indirekten Emissionen höher sind. Daher sollten sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen bei der Bewertung der Rolle der Urbanisierung berücksichtigt werden, da sie jeweils einen anderen Schwerpunkt haben. Insgesamt deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass das Einkommen die wichtigste Triebkraft für die Gesamtemissionen der Haushalte ist. Es hat sich auch gezeigt, dass einige lokale Besonderheiten in der Schweiz für die Beziehung zwischen dem CF der Haushalte und seinen Triebkräften wichtig sind. Wir argumentieren, dass die Zusammensetzung der Haushalte im Mittelpunkt künftiger Studien zur Minderung des CF in der Schweiz stehen sollte und dass die Politik Maßnahmen bevorzugen sollte, die auf das Verbraucherverhalten und den Lebensstil abzielen, anstatt sich nur auf die Verbesserung der physischen Infrastruktur und die Einführung neuer Technologien zu konzentrieren.

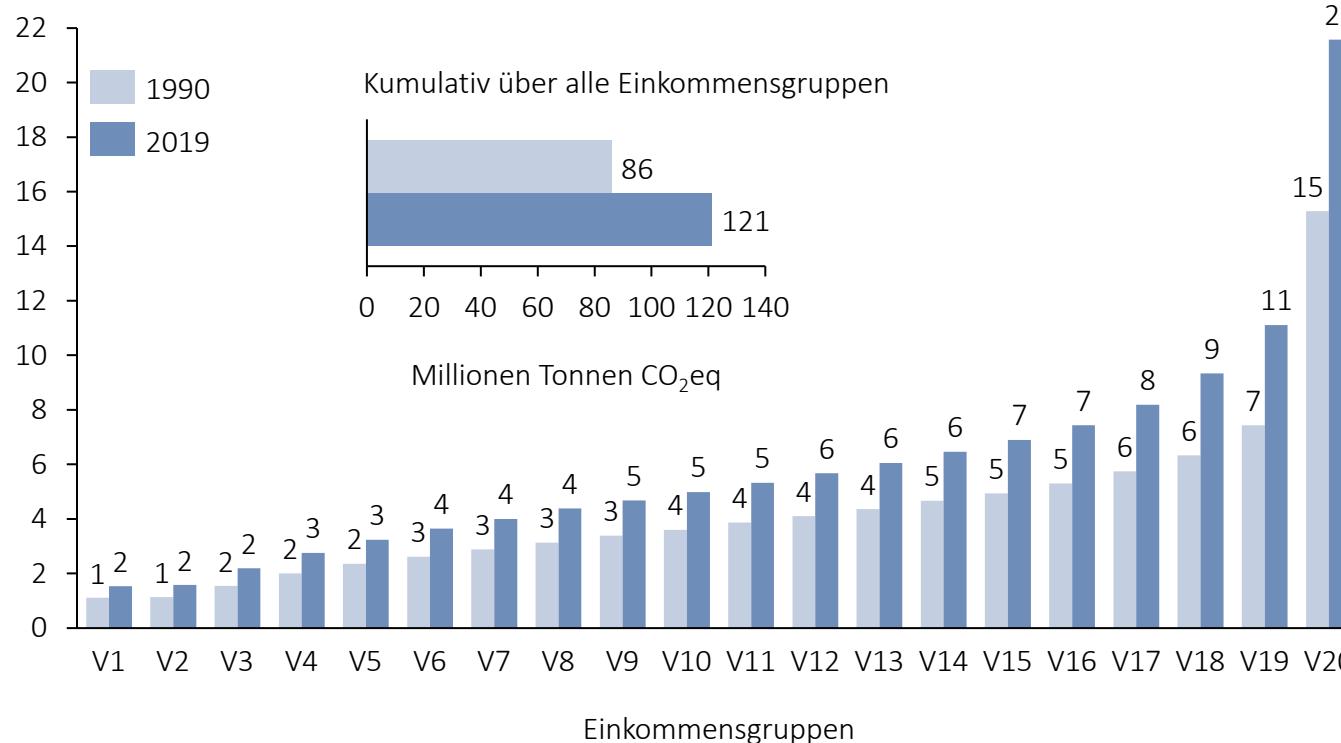


## 05 Zürich ist wohlhabend, Wohlstand korreliert mit einem höheren THG-Fussabdruck

Verteilung des THG-Fussabdrucks auf Einkommensgruppen in der Schweiz

Quelle: Stockholm Environment Institute (SEI) Emissions Inequality Dashboard.

Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq

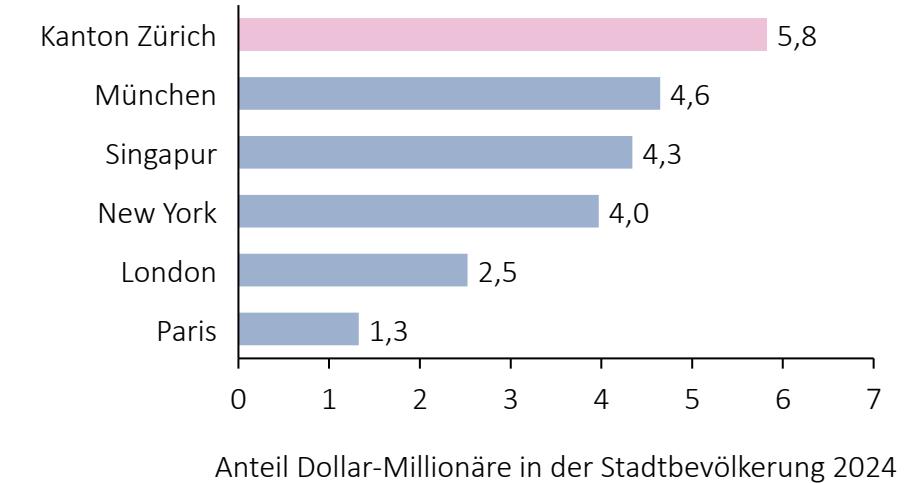


INFRAS

Quellen: SEI (2024) Emissions Inequality Dashboard, zugegriffen am 11.07.2024; Henley & Partners (2024); BFS (2024) Schweizerische Lohnstrukturerhebung.

Anteil Dollar-Millionäre in der Bevölkerung verschiedener Städte

Quelle: Henley & Partners (2024) World's Wealthiest Cities Report 2024



Medianlohn in der Stadt Zürich, dem Kanton Zürich, und der Schweiz, 2022

Quelle: Bundesamt für Statistik, Schweizerische Lohnstrukturerhebung

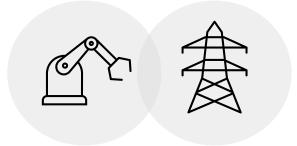


34

Zurück zur [Struktur](#)



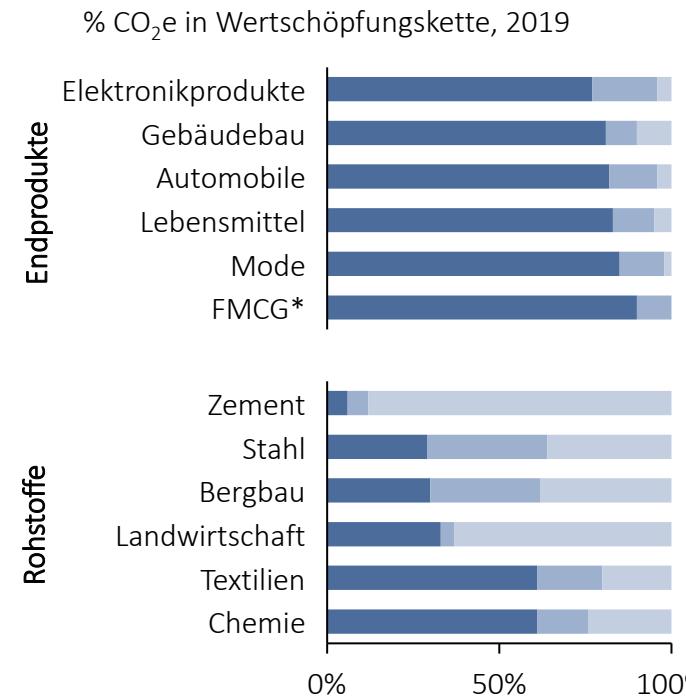
## 05 Scope 3-Emissionen dominieren in verschiedenen Industrien und Reduktionskosten variieren



Scope 1, 2 und 3-Emissionen ausgewählter Industrien

nach i) Endprodukt und ii) Rohstoffen

Quelle: WEF (2021). In CO<sub>2</sub>eq, 2019, global.



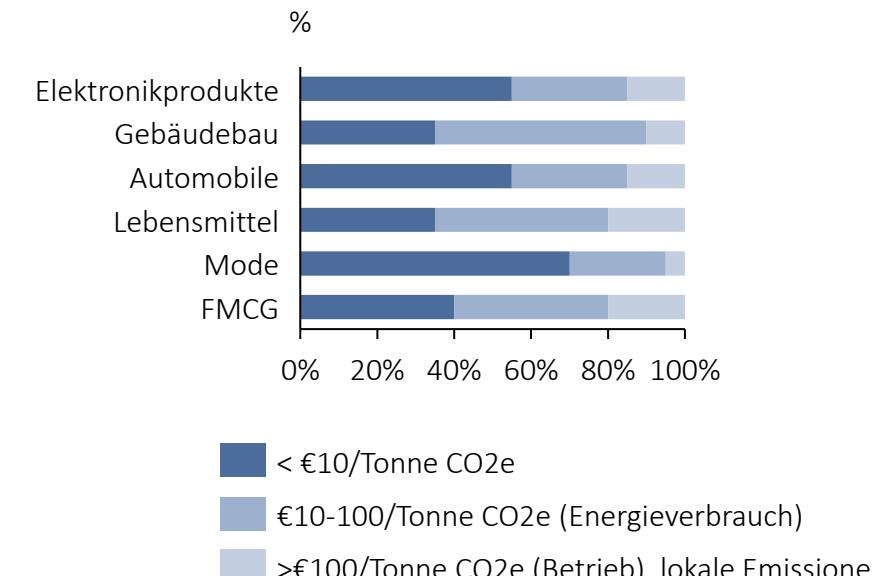
- Scope 3 (Wertschöpfungskette upstream)
- Scope 2 (Energieverbrauch)
- Scope 1 (Betrieb), lokale Emissionen

\*Fast Moving Consumer Goods

Reduktionskosten in verschiedenen

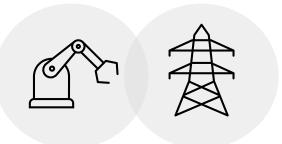
Wertschöpfungsketten (Endprodukte)

Quelle: WEF (2021).





# 05 Reduktionshebel in verschiedenen Wertschöpfungsketten



## Reduktionshebel in den verschiedenen Wertschöpfungsketten (Endprodukte).

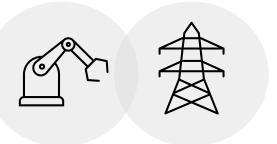
Quelle: WEF (2021). Anteil (in %) an Gesamtreduktions-Potenzial pro Hebeltyp. Ausgewählte Beispiele für zentrale Hebel pro Produkt.

% Emissionsreduktionen pro Hebeltyp



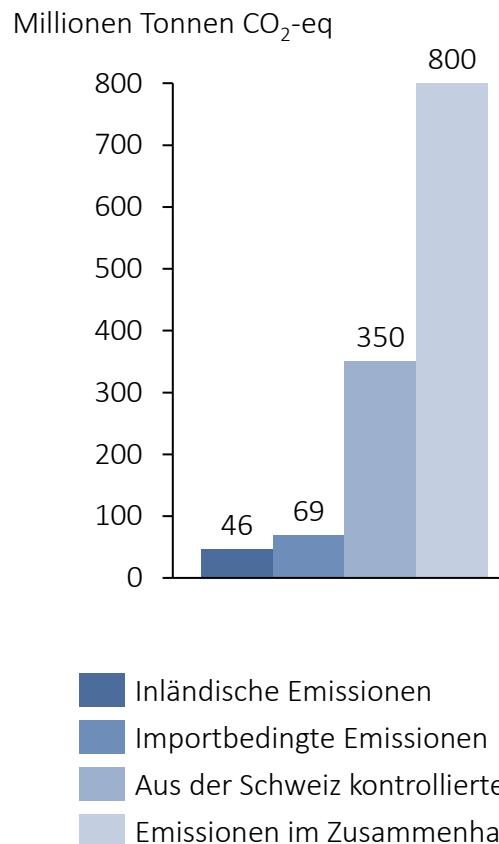


# 05 «Klimastandort Schweiz»



## «Klimastandort Schweiz»

Verschiedene Emissionen der Schweiz je nach Systemgrenze im Jahr 2019  
Quelle: McKinsey (2022).



## Massnahmen der Schweizer Wirtschaft

Ausgewählte Beispiele von privatwirtschaftlichen Massnahmen zur Emissionsreduktion.  
Quelle: McKinsey (2022).

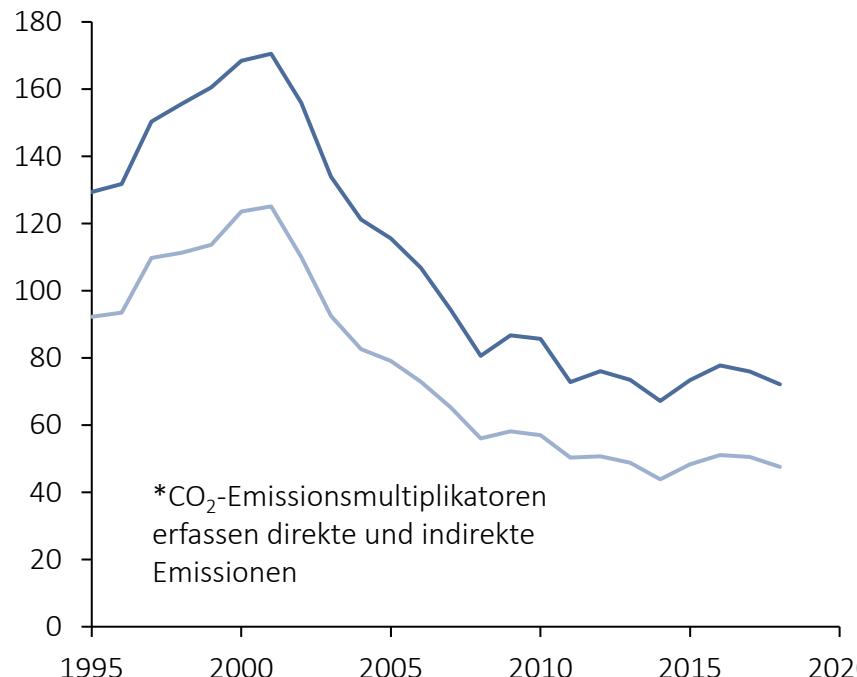
Sektor	Ausgewählte Beispiele
Nahrungsmittel und Getränke, inkl. Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>Migros: M Climate Fund Abgaben, Label „M Check“ eingeführt</li> <li>Coop: Nachhaltigkeitsfonds u.a. Projekte im Bereich Klima, auch solche, die die Lieferkette betreffen</li> <li>Emmi und Nestlé: Ressourcenprojekt „KlimaStaR Milch“ lanciert, um Reduktion der Emissionen der Milchproduktion von 20% zu erreichen</li> <li>Denner: Stromabnahmevertrag („Power Purchase Agreement“) mit Axpo und IWB, nächsten 20 Jahre Bezug Solarstrom der größten alpinen Solaranlage der Schweiz</li> </ul>
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobility: Pilotprojekt zur Einführung einer bidirektional ladenden Elektrofahrzeugflotte</li> <li>DesignWerk AG: elektrische Nutzfahrzeuge unter der Marke Futuricum</li> <li>Die Post: &gt;6,000 Elektroroller und 97 elektrische Lieferwagen.</li> </ul>
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> <li>HotellerieSuisse: Energieeffizienz-Potenziale im Schweizer Gastgewerbe durch Sanierungen</li> <li>Coop: saniert und baut ausschließlich Infrastruktur im Minergie-Standard</li> </ul>
Industrielle Produktproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implenia: minimiert den Ressourcenbedarf durch innovative Materialien und Lösungen.</li> </ul>
Zement-, Chemie- und Metallproduktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neustark: verwendet und speichert abgeschiedenes CO<sub>2</sub>, dauerhaft in ihrem Zement.</li> <li>Holcim: neue Zementlösungen, z.B. durch die Wiederverwertung aus alten Gebäuden</li> </ul>
Übrige Konsumgüter	<ul style="list-style-type: none"> <li>On Running: 100% recycelbare Verpackungen und setzt in seinen Produkten gespeicherte CO<sub>2</sub> ein</li> <li>Mammut: Herstellung T-Shirts aus alten Kletterseilen</li> </ul>
Internationaler Flugverkehr	<ul style="list-style-type: none"> <li>SWISS: als erste kommerzielle Fluggesellschaft ab der Schweiz mit nachhaltigem Flugbenzin (SAF)</li> </ul>



# 05 Emissionsintensität der Schweiz und Zielbild klimaneutrale Schweiz 2050



Emissionsintensität und – Multiplikatoren\* der Schweiz, 1995-2018  
In Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen per Millionen Output in US-Dollar  
Quelle: OECD (2021)



\*CO<sub>2</sub>-Emissionsmultiplikatoren erfassen direkte und indirekte Emissionen

## Zielbild für eine klimaneutrale Schweiz

Quelle: Prognos/TEP/Infras (2020): Energieperspektiven 2050+



- Emissionsmultiplikatoren Gesamtwirtschaft (Schnitt aller Sektoren)
- Emissionsintensität Gesamtwirtschaft (Schnitt aller Sektoren)

\*CO<sub>2</sub>-Emissionsintensitäten werden berechnet, indem die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Kraftstoffverbrauch durch den Output aus den länderübergreifenden OECD-Input-Output-Tabellen (ICIO) dividiert und das Ergebnis zu Skalierungszwecken mit 1 Million multipliziert wird. CO<sub>2</sub>-Emissionsmultiplikatoren werden durch Multiplikation der Leontief-Umkehrung (auch bekannt als Output-Multiplikator-Matrix) aus den OECD Inter-Country Input-Output (ICIO)-Tabellen mit den CO<sub>2</sub>-Emissionsintensitäten berechnet.



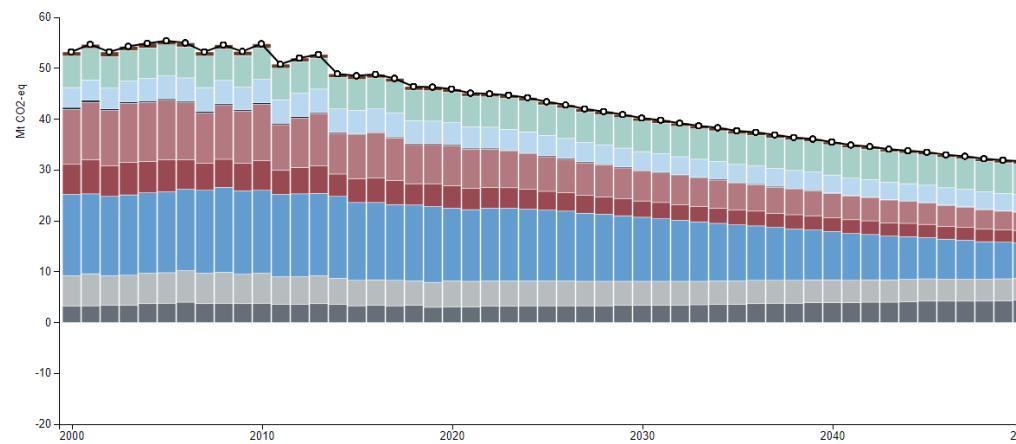
# 05 Energieperspektiven 2050+ für die Schweiz



Energieperspektiven 2050+ für die Schweiz: Weiter wie bisher (WWB) vs. Netto-Null (Zero Basis)

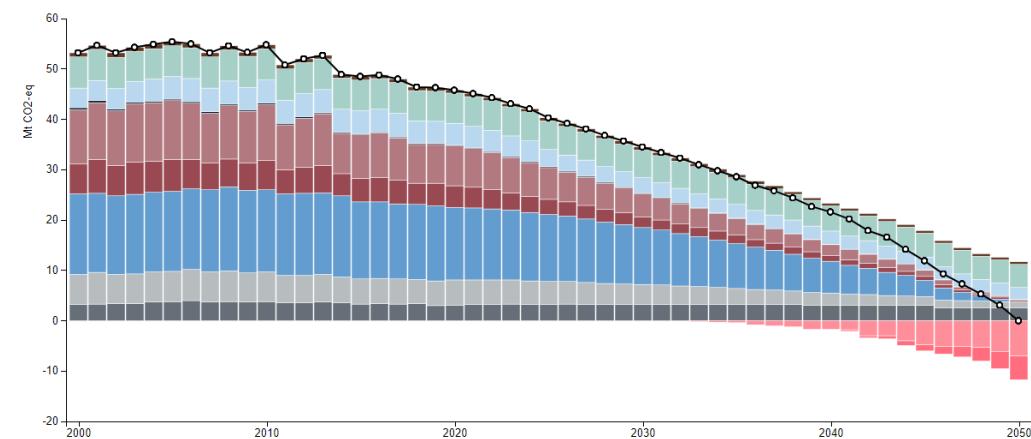
Quelle: Prognos/TEP/Infras (2020): Energieperspektiven 2050+

WWB



- Energieumwandlung
- Dienstleistungen
- Prozessemissionen
- CCS/NET Inland

Zero Basis

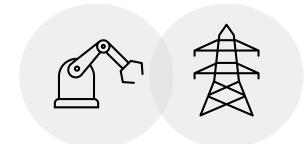


- Industrie
- Haushalte
- Landwirtschaft
- NET im Ausland

- Verkehr
- Verdampfungsemissionen
- Abfall

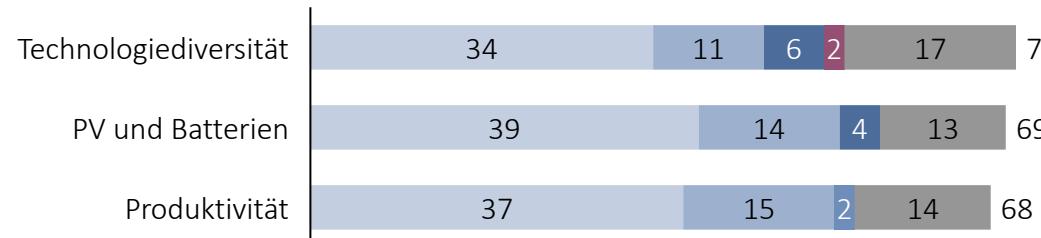


# 05 Renewable Energy Outlook für die Schweiz

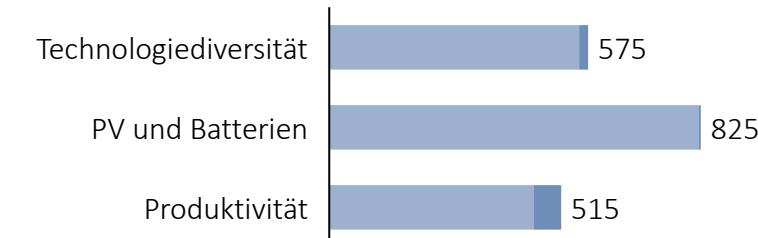


Mögliche Pfade im Schweizer Stromsektor bis 2035: Zubau und nötige jährlichen Investitionen  
Quelle: Trutnevyte et al. (2024).

Szenario: Zubau von 17 TWh Erneuerbare bis 2035 mit drei Strategien

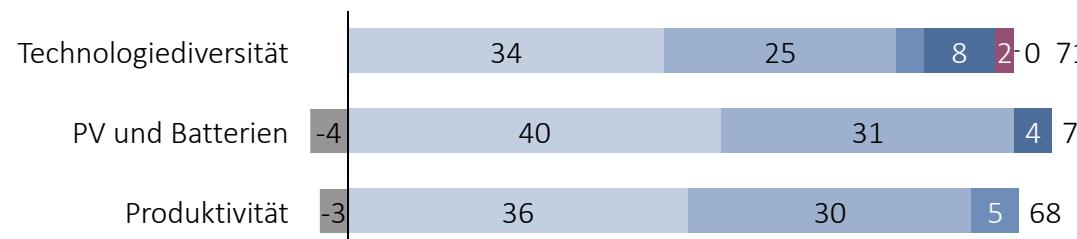


Jährliche Stromproduktion und Importe im Jahr 2035 in TWh/Jahr



Nötige jährliche Investition 2020-2035 in Millionen CHF<sub>2022</sub>/Jahr

Szenario: Zubau von 35 TWh Erneuerbare bis 2035 mit drei Strategien



Jährliche Stromproduktion und Importe im Jahr 2035 in TWh/Jahr



Nötige jährliche Investition 2020-2035 in Millionen CHF<sub>2022</sub>/Jahr

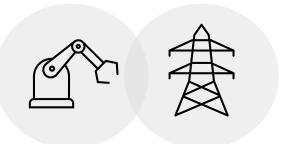
<span style="background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Wasserkraft	<span style="background-color: #4f81bd; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Wind	<span style="background-color: #800080; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Gas
<span style="background-color: #4f81bd; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Solar PV	<span style="background-color: #4f81bd; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Biomasse	<span style="background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Stromimporte

<span style="background-color: #4f81bd; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Solar PV	<span style="background-color: #ff9999; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Batterien
<span style="background-color: #4f81bd; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Wind	<span style="background-color: #4f81bd; border: 1px solid black; padding: 2px 5px;"></span> Biomasse

In sum, this Outlook overall shows that more ambitious new renewable electricity targets for Switzerland, such as the 35 TWh/year target from the latest decision of the Parliament, are feasible and beneficial.

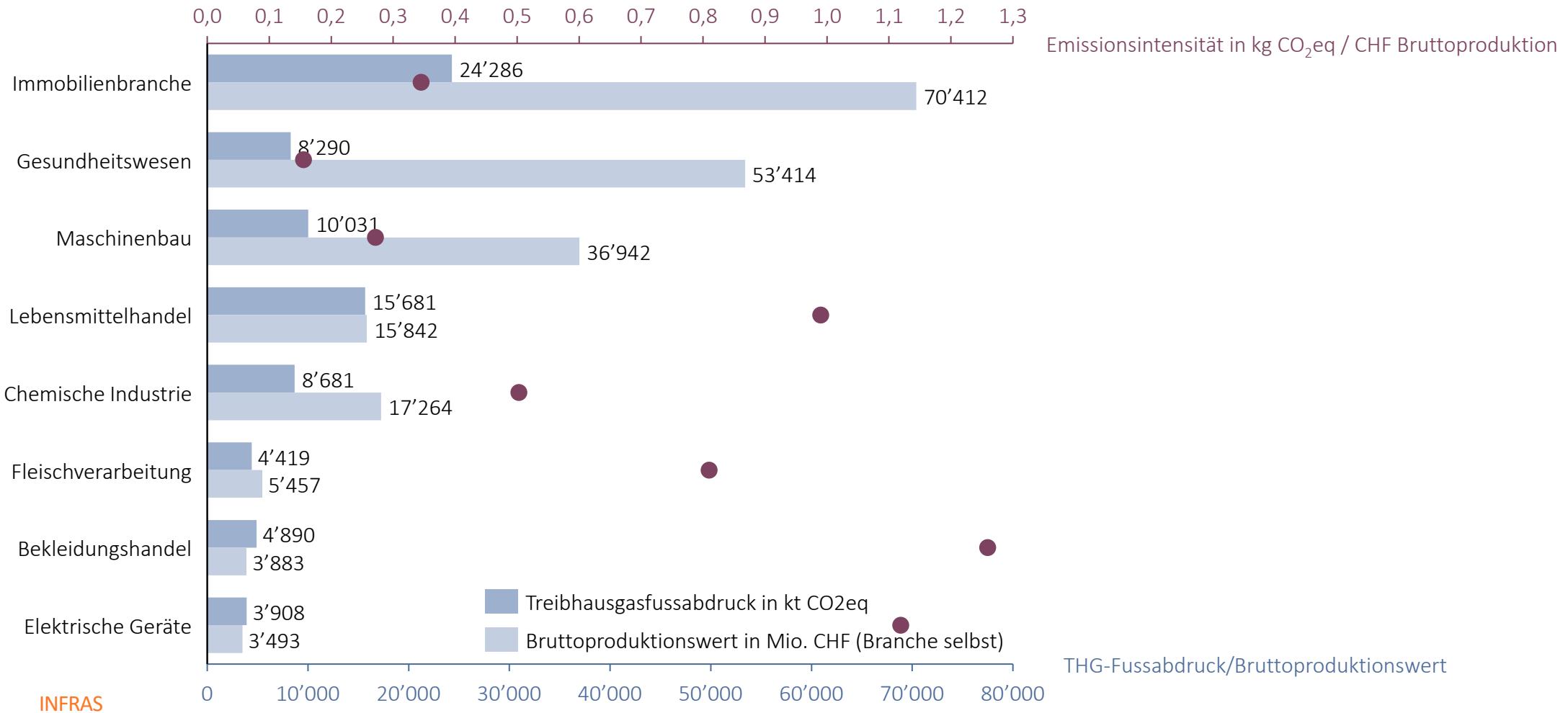


# 05 Analyse Lieferketten Schweiz



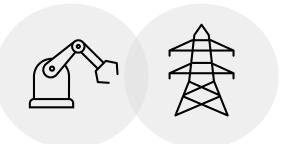
Analyse der Umweltbelastungen und -Hotspots von acht ausgewählten Schweizer Branchen entlang der globalen Wertschöpfungsketten

Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoceco (2020).

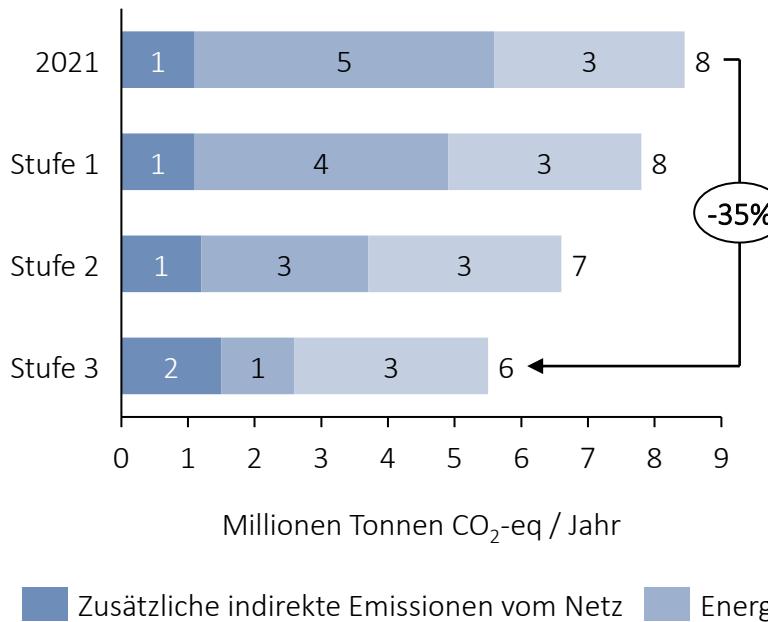




# 05 Elektrifizierungspotenzial der Schweizer Industrie



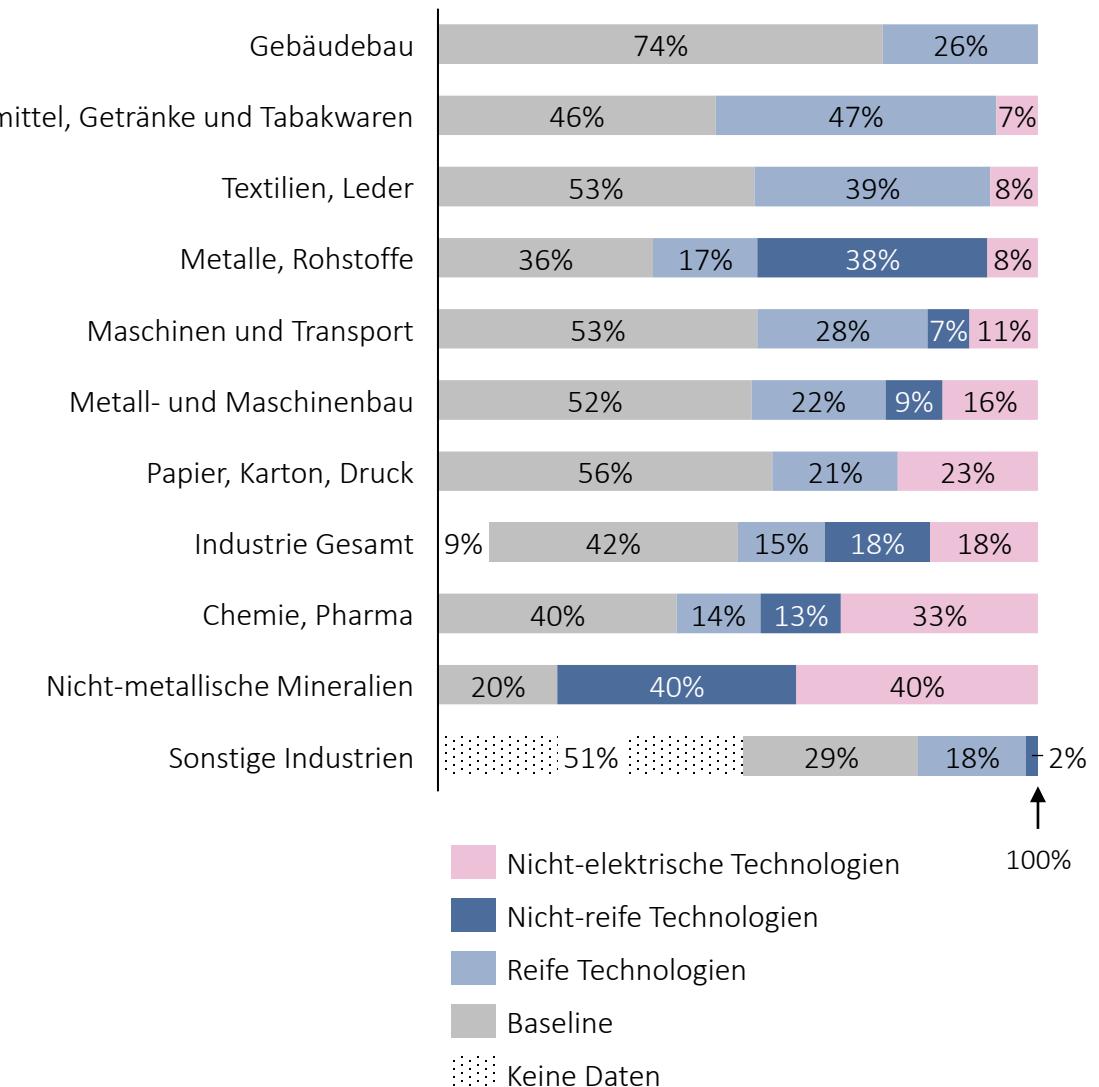
Entwicklung der Emissionen der Schweizer Industrie durch Elektrifizierung in drei Szenarien (Stufen), unter Einbezug der indirekten Emissionen durch Elektrizität  
Quelle: E-Cube Strategy Consultants (2024).



## Szenarien/Stufen

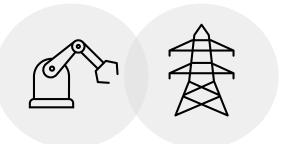
- Stufe 1: Elektrifizierung des Nicht-Prozesswärmeverbrauchs auf Basis reifer Technologien.
- Stufe 2: Elektrifizierung des Prozesswärmeverbrauchs der meisten Industrien (z.B. Trocknen, Waschen/Reinigen, Dampf) mit ausgereiften Technologien.
- Stufe 3: Elektrifizierung des Prozesswärmeverbrauchs mit noch nicht reifen Technologien mit Kostenunsicherheiten (besonders bei >400°C).

Elektrifizierungspotenzial der Schweizer Industrie nach Technologiereife  
Quelle: E-Cube Strategy Consultants (2024).





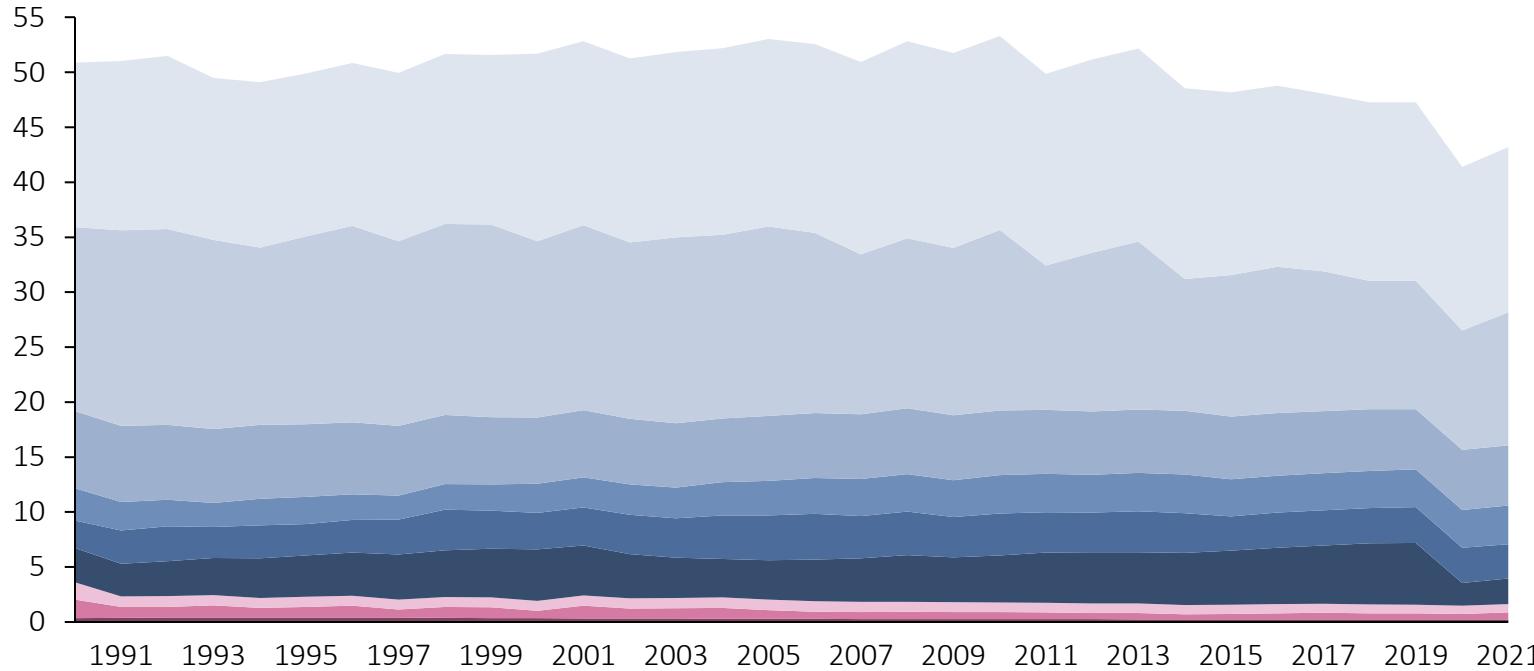
## 05 Territoriale THG-Emissionen der Schweiz



Direkte Emissionen der Schweiz, 1991-2021

In Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-eq

Quelle: Climate Watch, BAFU



Verkehr	Industrie (Prozessemissionen)	Abfall
Gebäude	Strom/Wärme	Sonstige Kraftstoffverbrennung
Landwirtschaft	Bunker Fuels	Flüchtige Emissionen

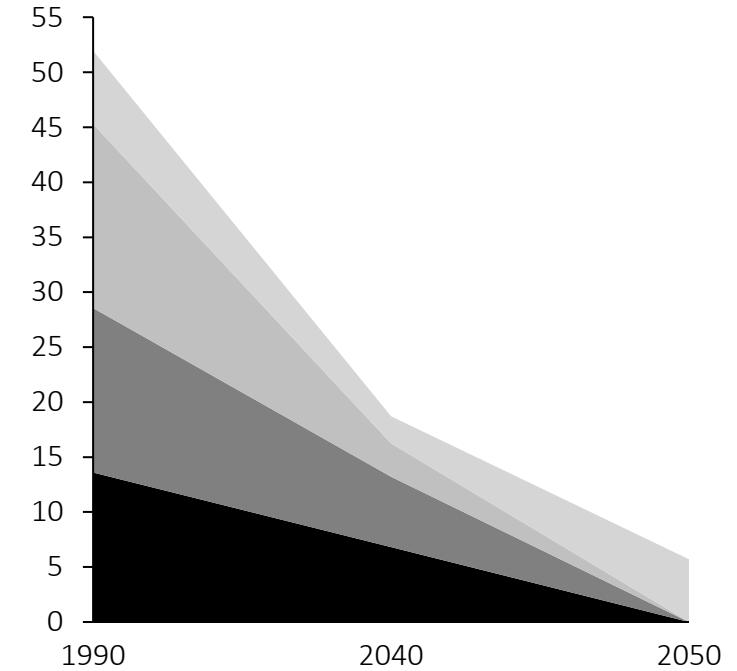
INFRAS

Quelle: Climate Watch, BAFU, zugegriffen am 14.07.2024.

Reduktionsziele 2040 und 2050 der Schweiz laut KIG\*

In Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-eq

Quelle: BAFU, Bundesrat



Rest
Gebäude
Verkehr
Industrie (Strom/Wärme, Prozessemissionen)

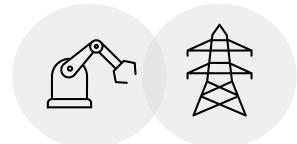
\*Ziele für Landwirtschaft separat unter «Ernährung» auf Basis der KSLE

43

Zurück zur Struktur

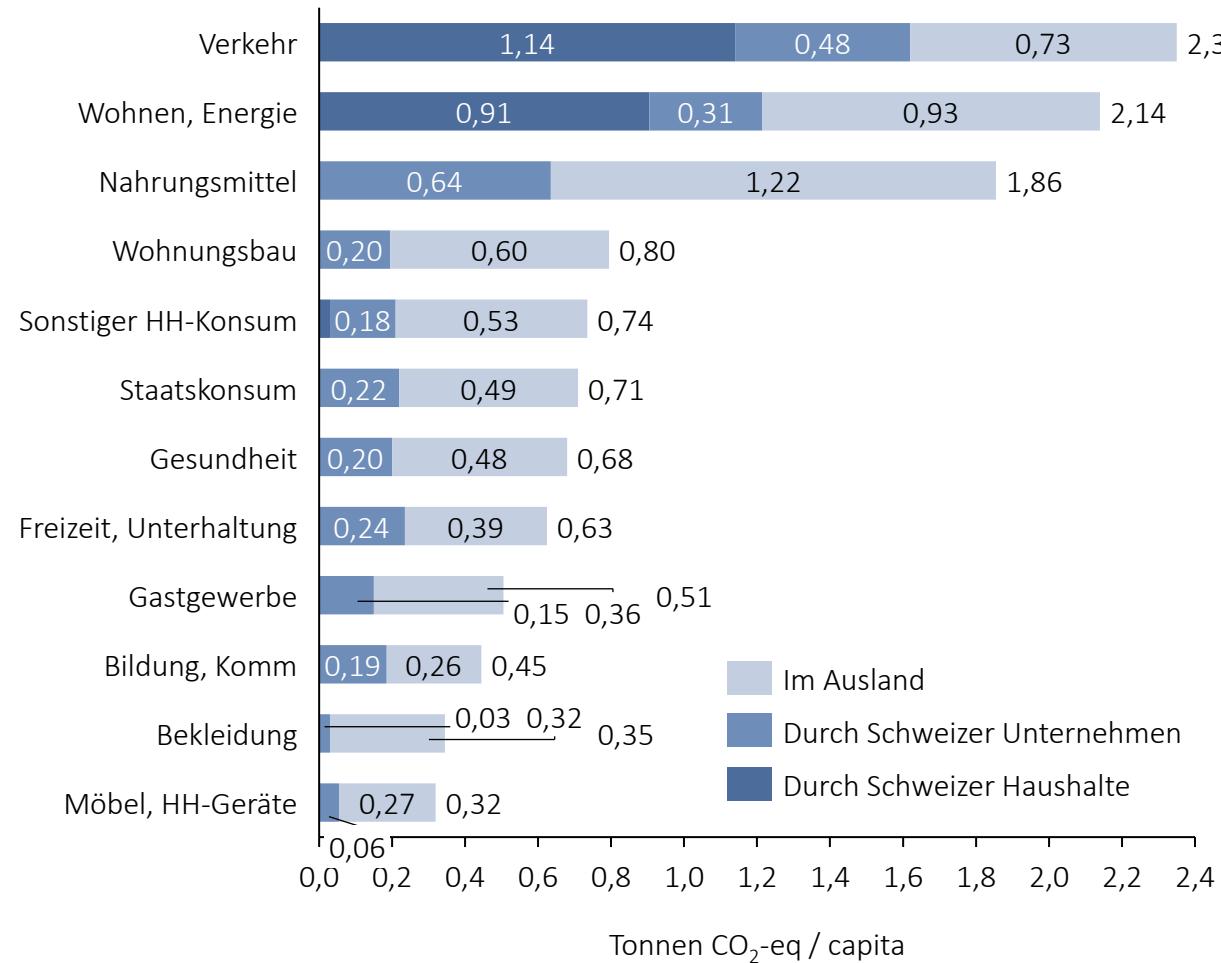


# 05 Konsumseitige THG-Emissionen der Schweiz



Treibhausgasfussabdruck pro Person nach Endnachfragebereichen, 2018

Quelle: EBP (2022)

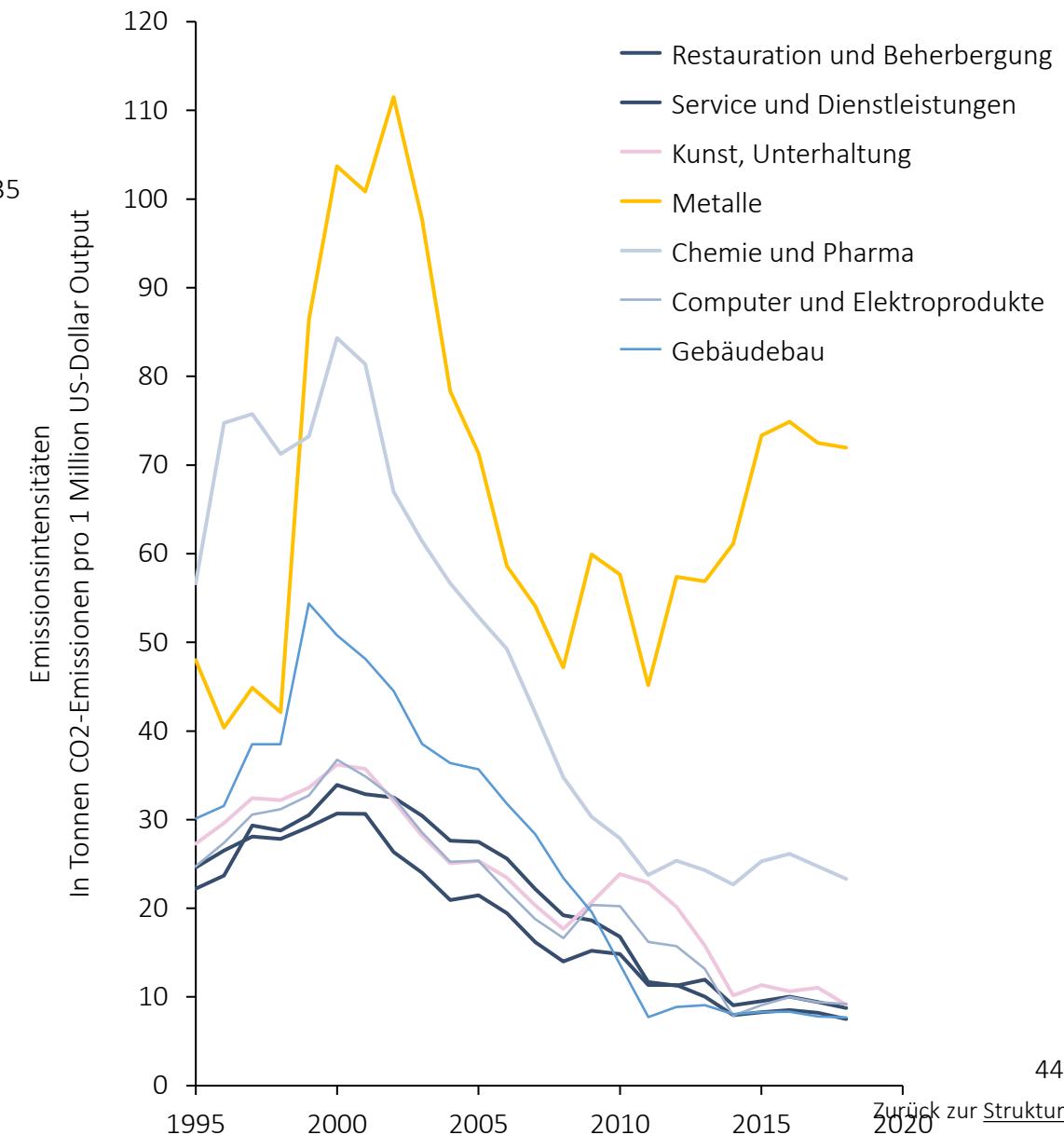


**INFRAS**

Quelle: EBP (2022).

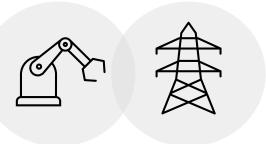
Entwicklung der Emissionsintensitäten in der Schweiz für ausgewählte Sektoren, 1995-2018

Quelle: OECD (2021)

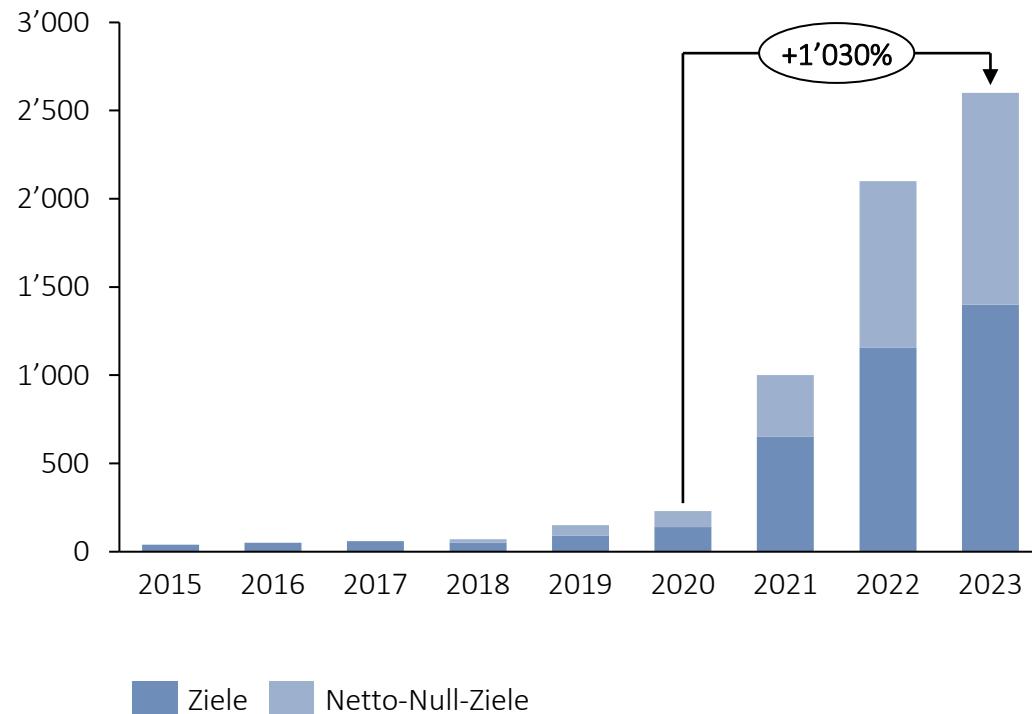




## 05 Bereichsübergreifend: Unternehmensziele Netto Null

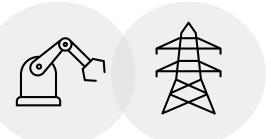


**Neue Unternehmensziele pro Jahr, Stand Ende 2023**  
Kumulativ > 6'000 Unternehmen mit Zielen nach Science  
Based Targets initiative (SBTi)

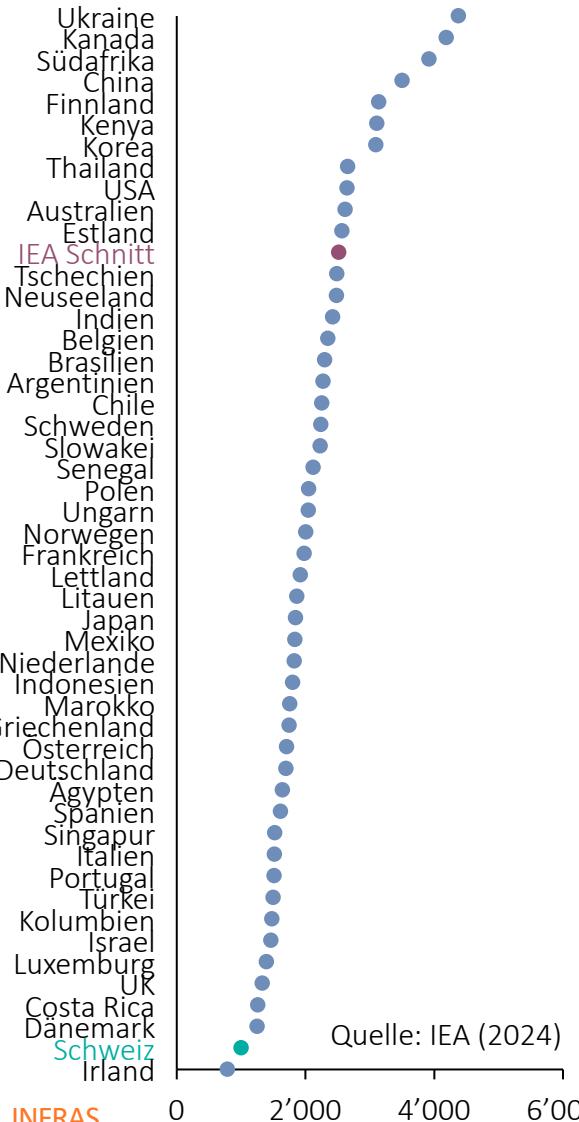




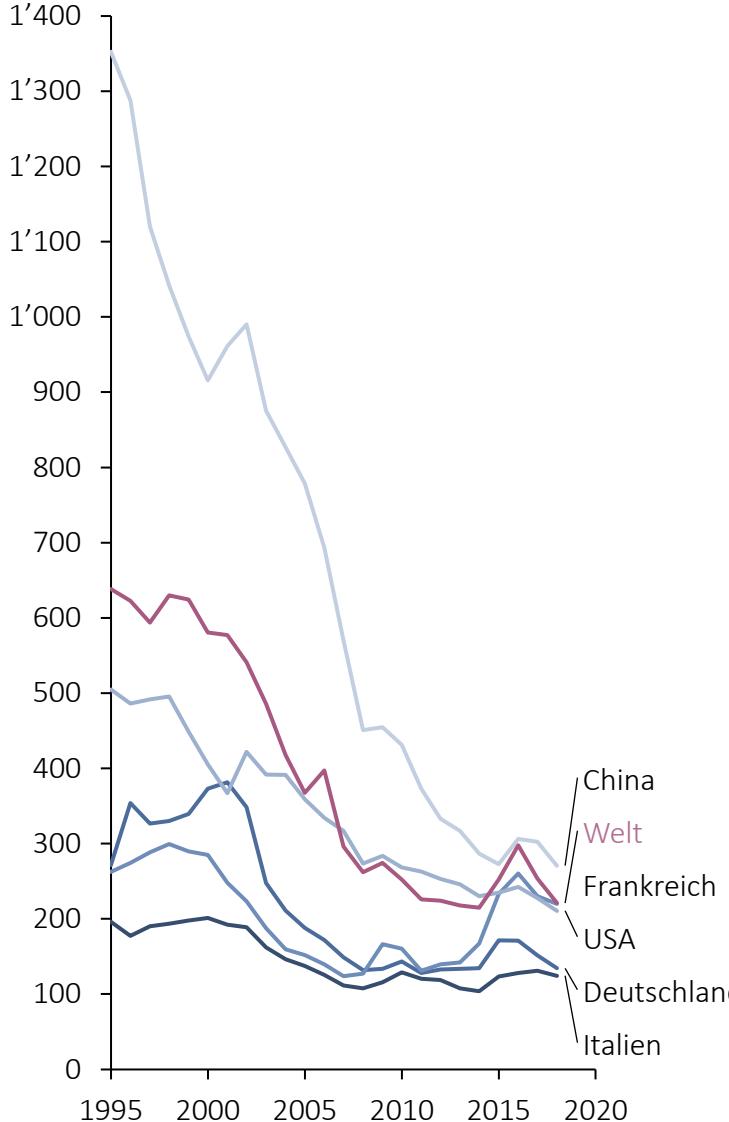
## 05 Bereichsübergreifend: Energie- und Emissionsintensitäten von Handelspartnern



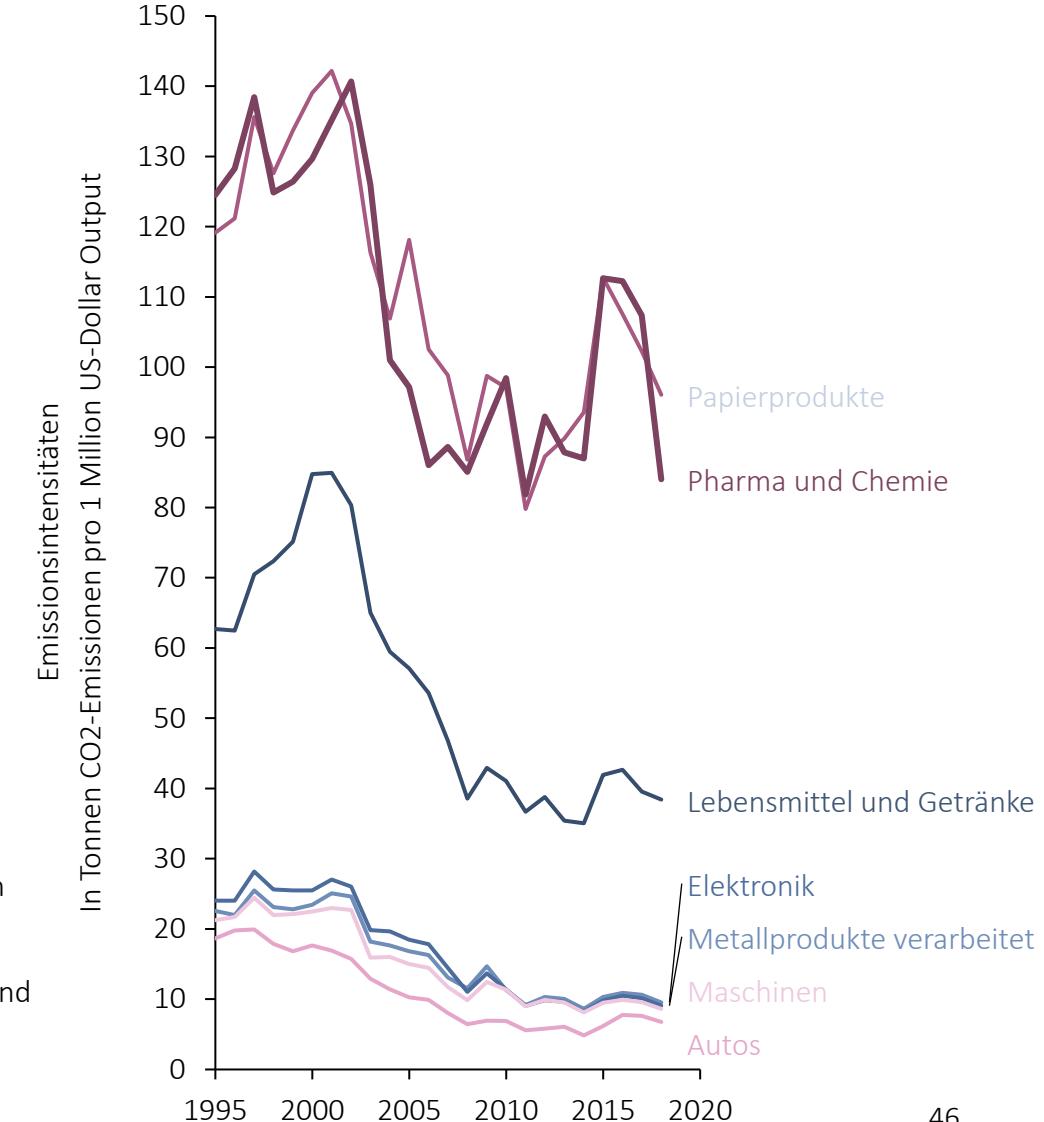
Energieintensitäten verschiedener Länder, 2019  
in GJ / 1000 US-Dollar 2015 PPP



Entwicklung der Emissionsintensitäten der fünf wichtigsten Handelspartner der Schweiz und Welt, 1995-2018

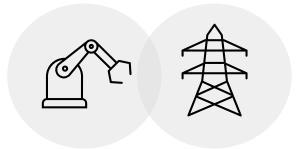


Entwicklung der Emissionsintensitäten in Deutschland für ausgewählte Sektoren, 1995-2018



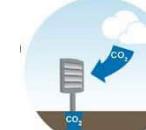


# 05 Bereichsübergreifend: Marktentwicklungen negative Emissionstechnologien



## Carbon Dioxide Removal (CDR) Technologien und ihre Eigenschaften

Stand 2022, UNEP (2023). Qualitative Bewertung von signifikantem bis keinen Fortschritt.

										
	(Wieder-)Aufforstung	Bodensequestrierung	Pflanzenkohle	BECCS	DAC	Beschleunigte Verwitterung	Torfrestaurierung	Blue Carbon Management	Ozean-Alkalinisierung	Ozean-Düngung
Mechanismus	Land-basiert, biologisch	Land-basiert, biologisch	Land-basiert, biologisch	Land-basiert, biologisch	Chemisch	Geochemisch	Land-basiert, biologisch	Ozean-basiert, biologisch	Geochemisch	Ozean-basiert, biologisch
Machbarkeit / Readiness	Signifikant	Signifikant	Signifikant	Signifikant	Signifikant	Signifikant	Signifikant	Moderat	Gering	Gering
Skalierbarkeit	Moderat	Moderat	Moderat	Gering	Moderat	Gering	Signifikant	Signifikant	Gering	Gering
Möglichkeiten für MRV	Kein	Moderat	Moderat	Moderat	Signifikant	Moderat	Kein	Kein	Kein	Kein
Potenzielle Konsequenzen	Gering	Signifikant	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat	Signifikant	Signifikant	Kein	Kein
Öffentliche Wahrnehmung	Signifikant	Moderat	Moderat	Gering	Moderat	Signifikant	Signifikant	Signifikant	Kein	Kein
Kosten (US-Dollar/Tonne CO <sub>2</sub> )	<100	<100	100-500	100-500	>800	100-500	<100	<100	Noch nicht quantifizierbar	Noch nicht quantifizierbar
Speichermedium	Gebäude, Vegetation, Boden, Sedimente	Gebäude, Vegetation, Boden, Sedimente	Gebäude, Vegetation, Boden, Sedimente	Geologische Reservoirs	Geologische Reservoirs	Mineralstoffe	Vegetation, Böden, Sedimente	Vegetation, Böden, Sedimente	Mineralstoffe	Ozean-Sedimente
Permanenz	Jahrzehnte bis Jahrhunderte	Jahrzehnte bis Jahrhunderte	Jahrzehnte bis Jahrhunderte	>10000	>10000	>10000	Jahrzehnte bis Jahrhunderte	Jahrzehnte bis Jahrhunderte	>10000	Jahrhunderte bis Jahrtausende

INFRAS

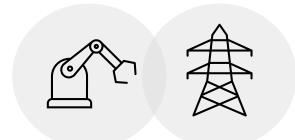
Quelle: UNEP (2023), Grafiken von Minx et al. (2017).

47

Zurück zur Struktur



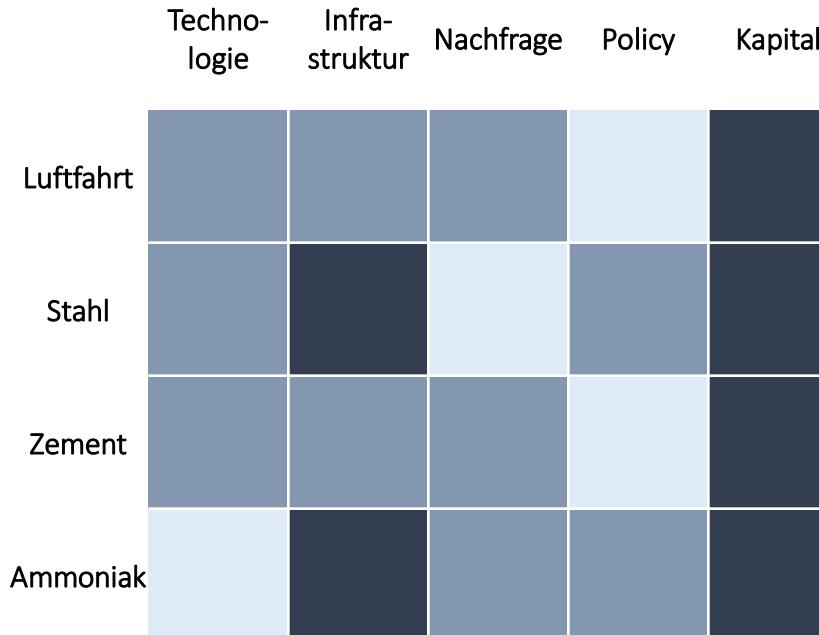
# 05 Bereichsübergreifend: Readiness verschiedener Technologien für Netto Null



Readiness von Luftfahrt, Stahl, und Zement für Netto Null anhand verschiedener Kriterien

Quelle: WEF (2023).

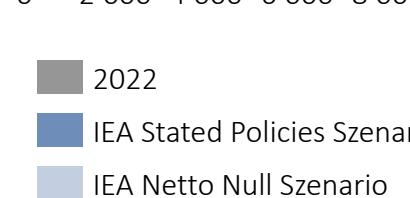
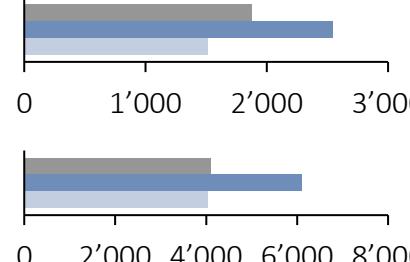
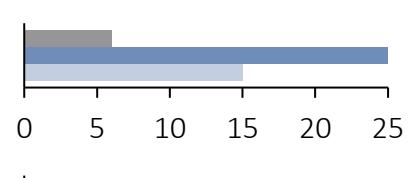
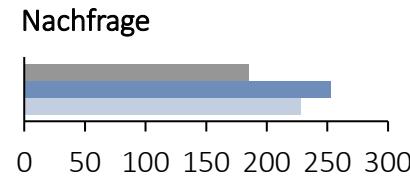
Gesamtsicht



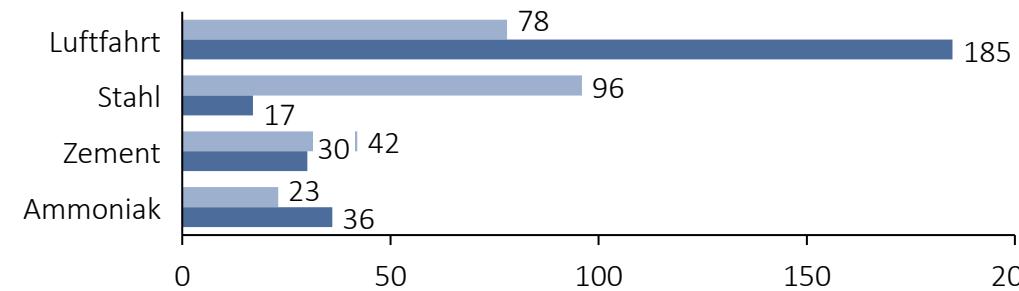
- Demonstrationsphase, etwas Capex, grüner Premium moderat, etwas Policy
- Prototyp, wenig Infrastruktur, wenig Policies, minimaler Capex
- Konzeptphase, keine Infrastruktur, Early Adopters, fast kein Capex

**INFRAS**

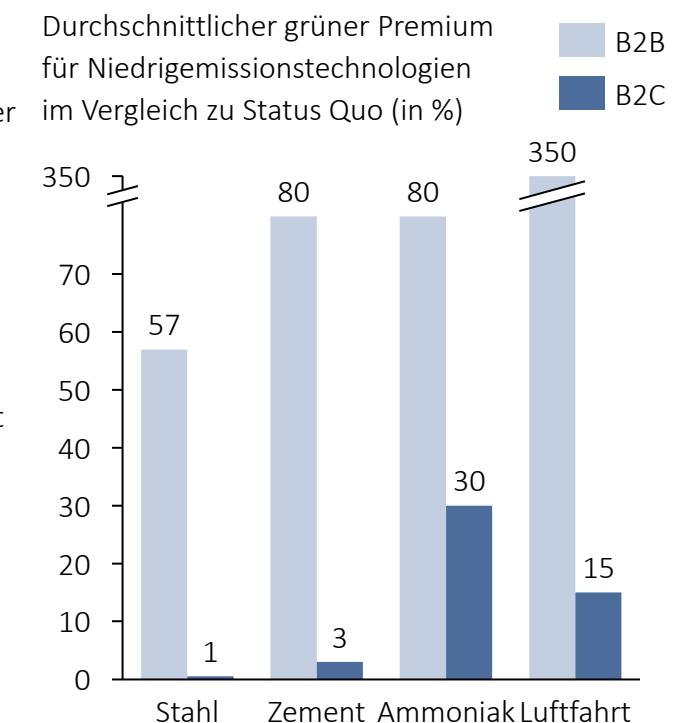
Quelle: WEF (2023).



## Kapital (Capex)

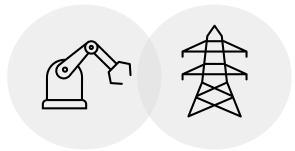


## Grüner Premium





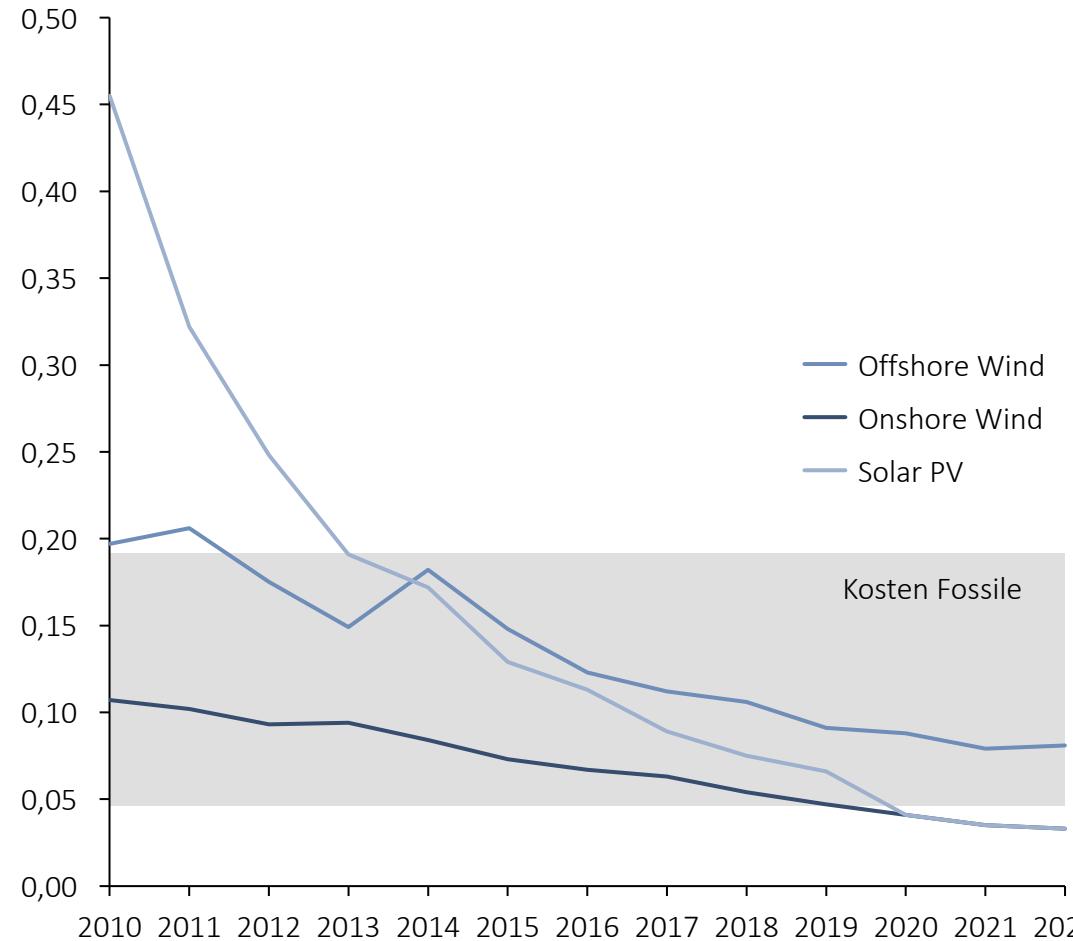
## 05 Bereichsübergreifend: Mögliche Kipppunkte in verschiedenen Technologien



Entwicklung der Stromgestehungskosten (Levelized Cost of Energy, LCOE) für erneuerbare Energien und Kostenbandbreite für Fossile

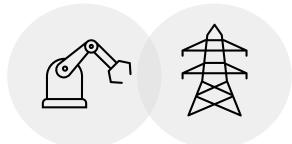
Quelle: IRENA (2024)

2022 US-Dollar / kWh





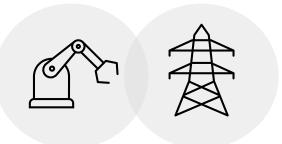
# 05 Bereichsübergreifend: Ziele vs. Realität



Sektorale Massnahmen/Ziele bis 2030	Status Quo	Ziel 2030	Multiplikationsfaktor	Wahrscheinlichkeit einer Beschleunigung	Richtung	Fazit
Erhöhe den Anteil EVs im Verkauf	10	85	8.50	Wahrscheinlich	Richtig	On Track
Erhöhe den CO2-freien Anteil in der Stromerzeugung	39	89	2.28	Wahrscheinlich	Richtig	Off Track
Senke den Anteil Kohle in der Stromerzeugung	36	4	0.11	Möglich	Richtig	Well Off Track
Reduziere die Emissionsintensität vom Gebäudebetrieb auf 13-16 kgCO2/m <sup>2</sup>	38	14	0.37	Möglich	Richtig	Well Off Track
Senke die Emissionsintensität Zementproduktion auf 360-370 kgCO2/Tonne Zement	660	360	0.55	Möglich	Richtig	Well Off Track
Erhöhe die Produktionskapazität von grünem Wasserstoff auf 58 Mt.	0.027	58	2148.15	Wahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Erhöhe den Anteil an Sustainable Aviation Fuels im globalen Fuel Supply auf 13%	0.1	13	130.00	Wahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Reduziere die jährliche Entwaldlungsrate auf 1.9 Mha/Jahr	5.8	1.9	0.33	Unwahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Reduziere die THG-Intensität von landwirtschaftlicher Produktion (in 1000 gCO2e/1000 kcal) um 31% relativ zu 2017	700	500	0.71	Unwahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Reduziere Konsum rotes Fleisch in wohlhabenden Regionen auf 79 kcal/capita/Tag	91	79	0.87	Unwahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Erhöhe die jährliche Rate von Carbon Removal-Technologien auf 30–690 Mio. t CO2/Jahr	0.57	300	526.32	Möglich	Richtig	Well Off Track
Erhöhe globale Klimafinanzflüsse auf 5.2 Billionen US Dollar im Jahr	0.85	5.2	6.12	Unwahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Erhöhe den gewichteten CO2-Preis auf 170-290 US-Dollar/Tonne CO2e	23	230	10.00	Unwahrscheinlich	Richtig	Well Off Track
Senke Emissionsintensität von Stahlproduktion auf 1340 kgCO2/Tonne Rohstahl	1890	1340	0.71	Möglich	Falsch	U-Turn Needed
Senke den Anteil an Food Production Loss um 50% relativ zu 2016	13	6.5	0.50	Unwahrscheinlich	Falsch	U-Turn Needed
Phase out von Subventionen für fossile Energieträger (Milliarden/Jahr)	1100	0	0.00	Unwahrscheinlich	Falsch	U-Turn Needed
Erhöhe die Sanierungsrate von Gebäuden auf 2.5-3.5%/Jahr	1	3	3.00	Unwahrscheinlich	Nicht genug Daten	Nicht genug Daten
Reduziere Food Waste per capita um 50% relativ zu 2019 (in kg/capita)	120	61	0.51	Unwahrscheinlich	Nicht genug Daten	Nicht genug Daten



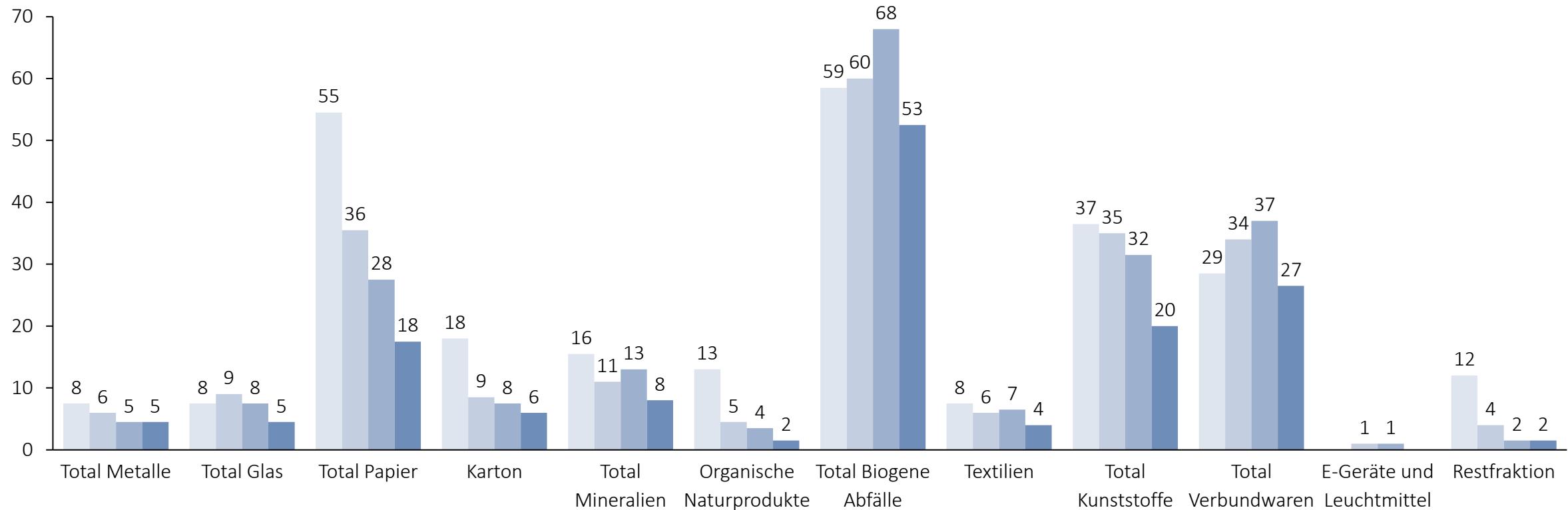
# 05 Entwicklung der Abfallmengen in der Schweiz (nur Kehricht-Abfall)



Mengenentwicklung der Abfallfraktionen in der Schweiz (nur Kehrricht-Abfall)

Quelle: BAFU (2023)

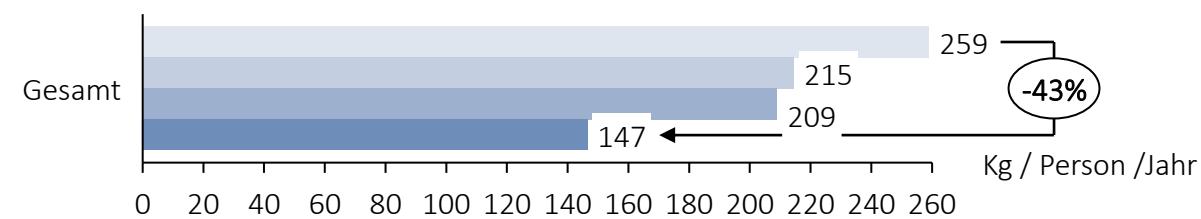
Kg / Person / Jahr



1992/93 2001/02 2012 2022

INFRAS

Quelle: BAFU (2023).



51

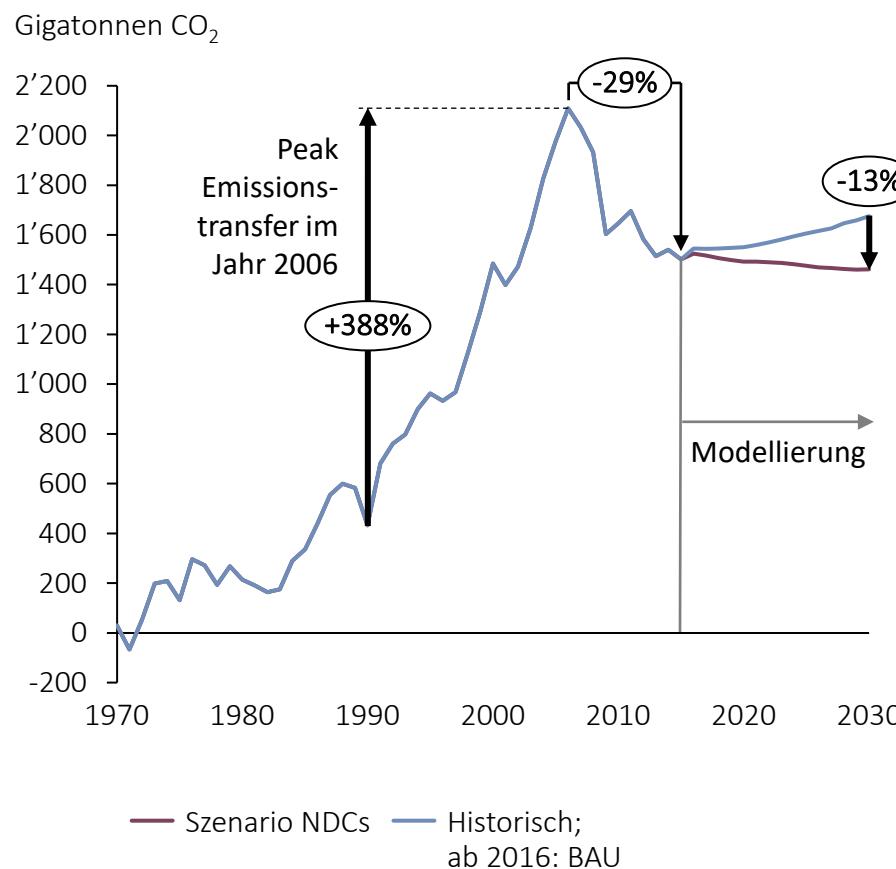
Zurück zur Struktur



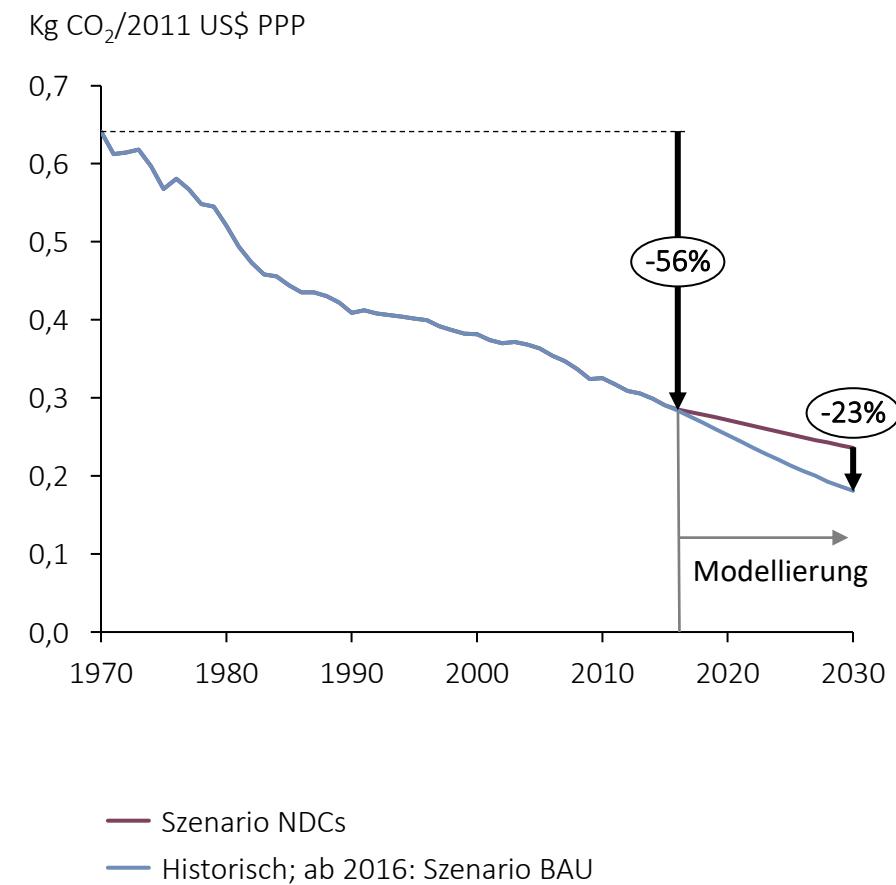
# 05 Emissionen und internationaler Handel



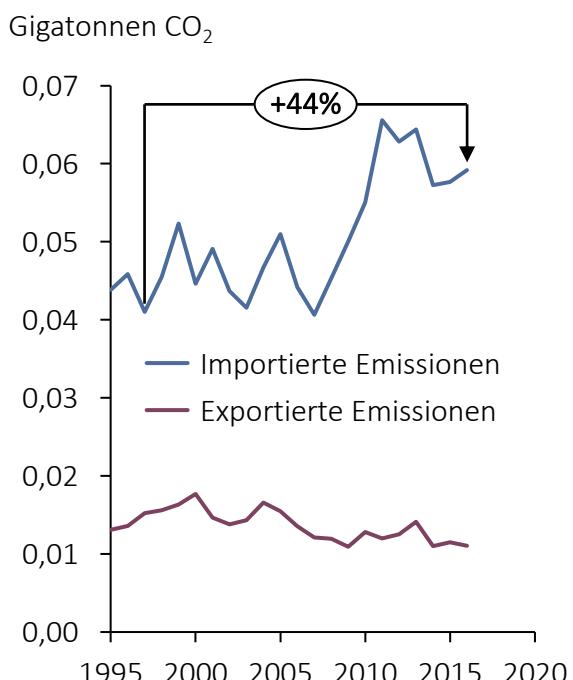
Emissionen verkörpert in internationalem Handel:  
**Emissionstransfer von OECD in nicht-OECD-Länder (durch OECD-Konsum von Nicht-OECD-Produktion)**  
 Historischer Netto-Emissionstransfer durch internationalen Handel zwischen OECD und Nicht-OECD-Ländern. Quelle: Wood et al. (2020)



Emissionsintensität von Konsum in OECD-Ländern, sowie mögliche Entwicklung 2016-2030  
 Quelle: Wood et al. (2020)



Emissionen verkörpert in internationalem Handel: Schweiz  
 Emissionen durch internationalen Handel zwischen Schweiz und Rest der Welt.  
 Quelle: Wood et al. (2020)

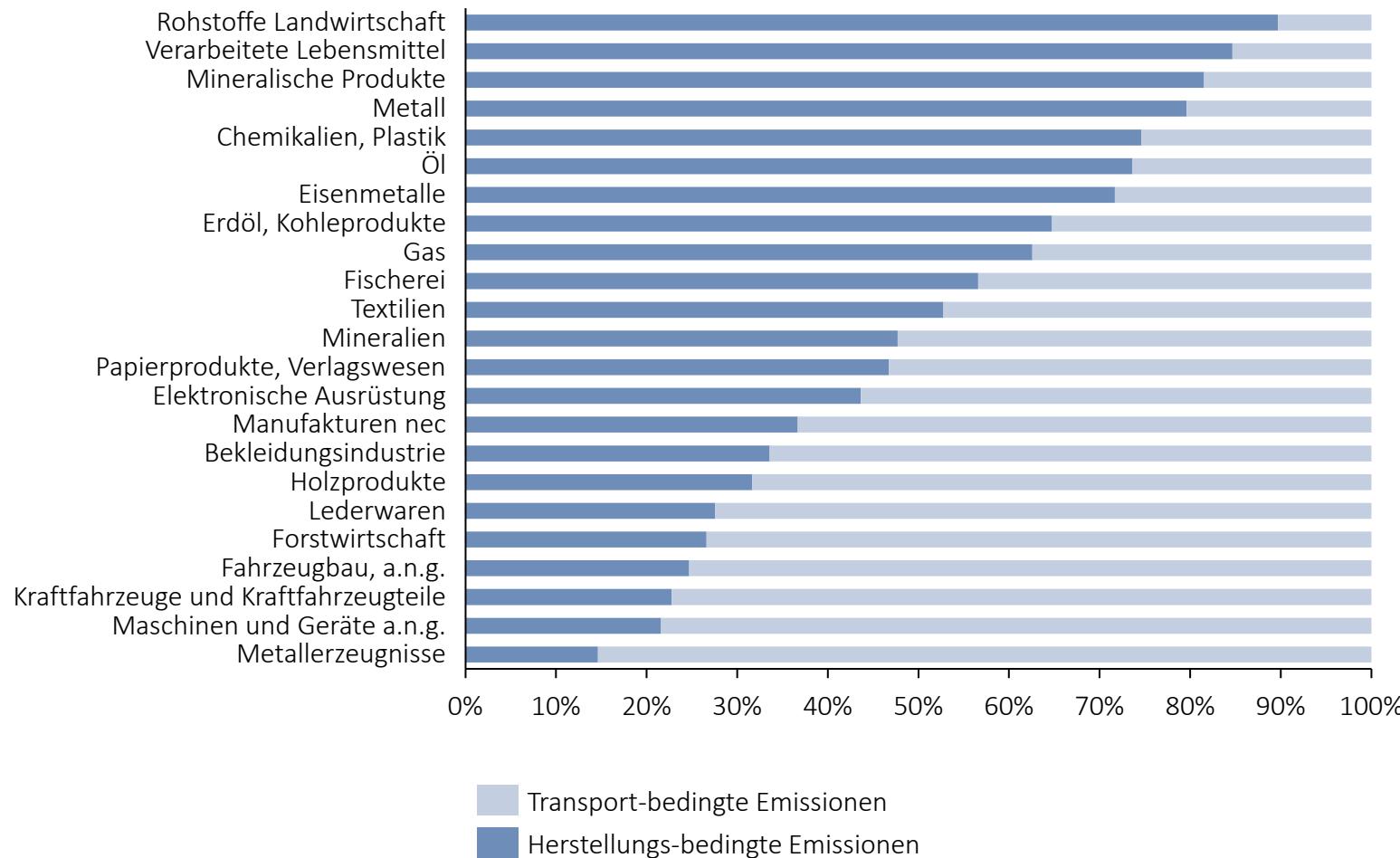




## 05 Klima- und Umweltpolitik beeinflusst Handelsströme



Der Anteil der transportbedingten Emissionen im Import und Export von Waren ist in den einzelnen Sektoren sehr unterschiedlich  
Bilaterale Handelsströme für das Jahr 2017 aus dem Global Trade Analysis Project (GTAP). Änderung Emissionsintensität Transport  
2004-2017 nicht berücksichtigt.  
Quelle: WTO (2021).





## 05 Klima- und Umweltpolitik beeinflusst Handelsströme

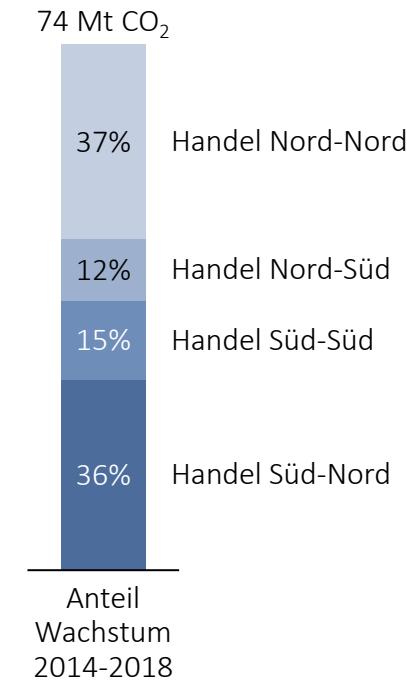
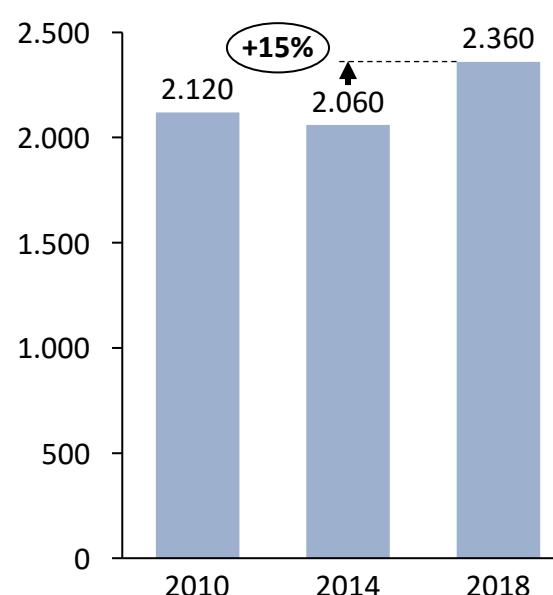


Die Entwicklung der im Dienstleistungshandel enthaltenen Emissionen von 2010 bis 2018,

sowie Anteil regionaler Handelsmuster

Quelle: Huo et al. (2021).

Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen

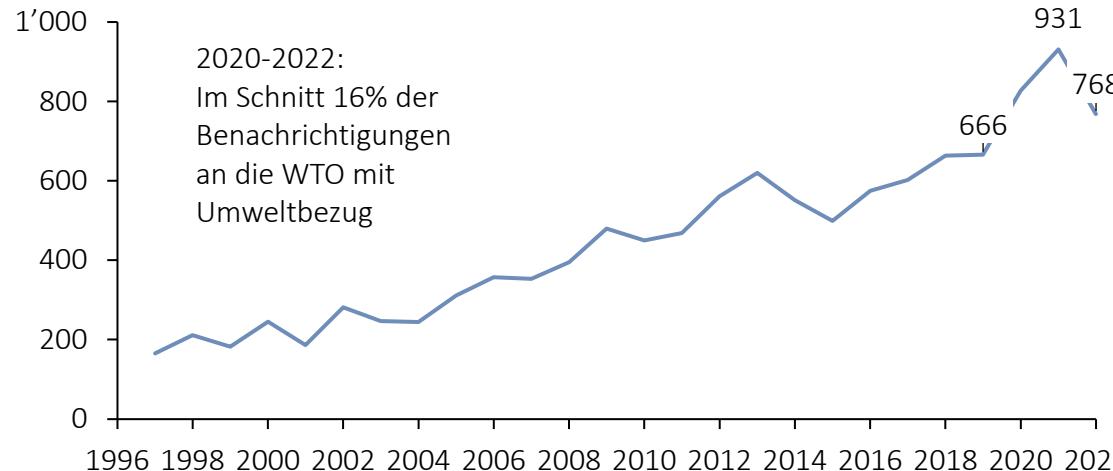




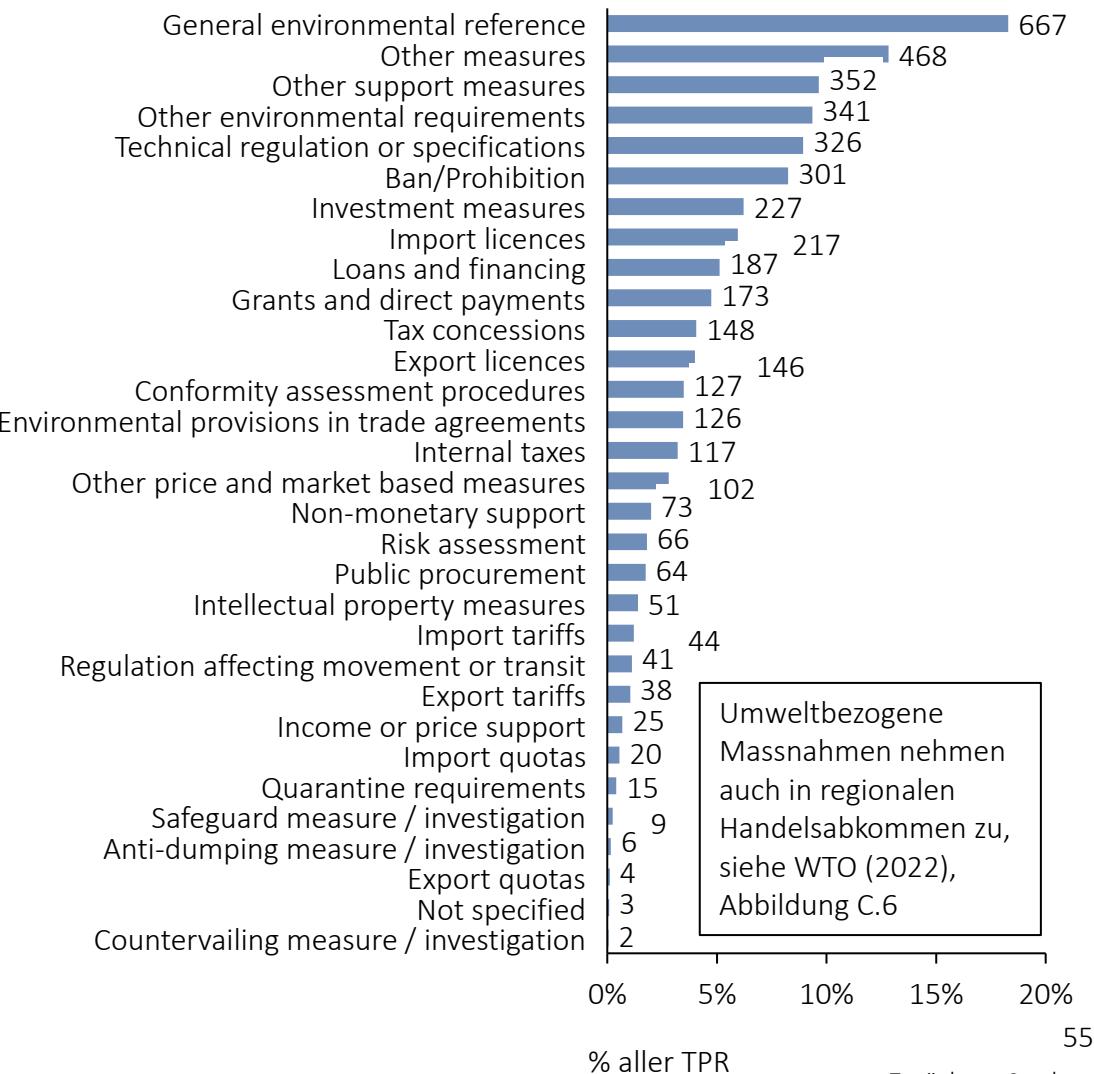
# 05 Klima- und Umweltpolitik beeinflusst Handelsströme



Anzahl umweltbezogener Benachrichtigungen («notifications») an die WTO pro Jahr



Umweltbezogene Trade Policy Reviews (TPR) nach Massnahmentyp, 2020-2022



INFRAS

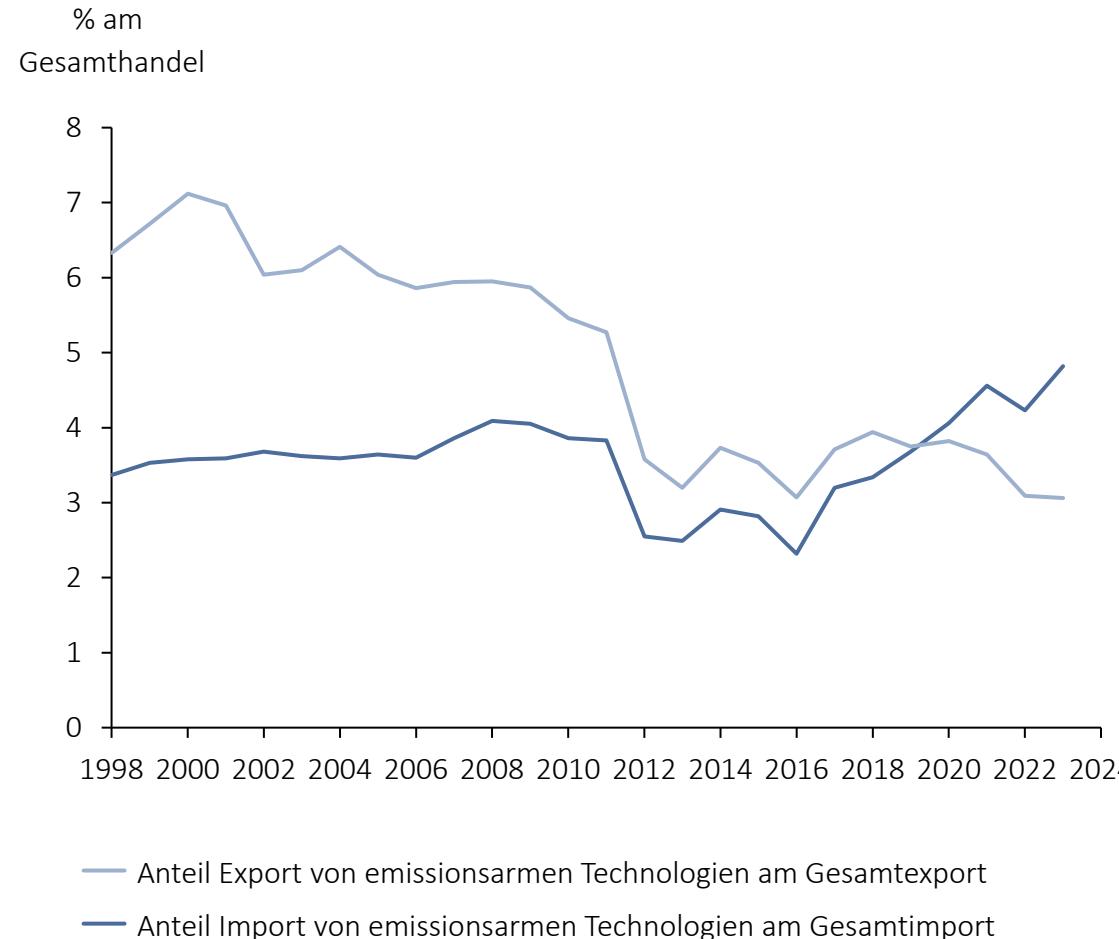
Quelle: WTO (2022); WTO Environmental Database, zugegriffen am 06.07.2024.



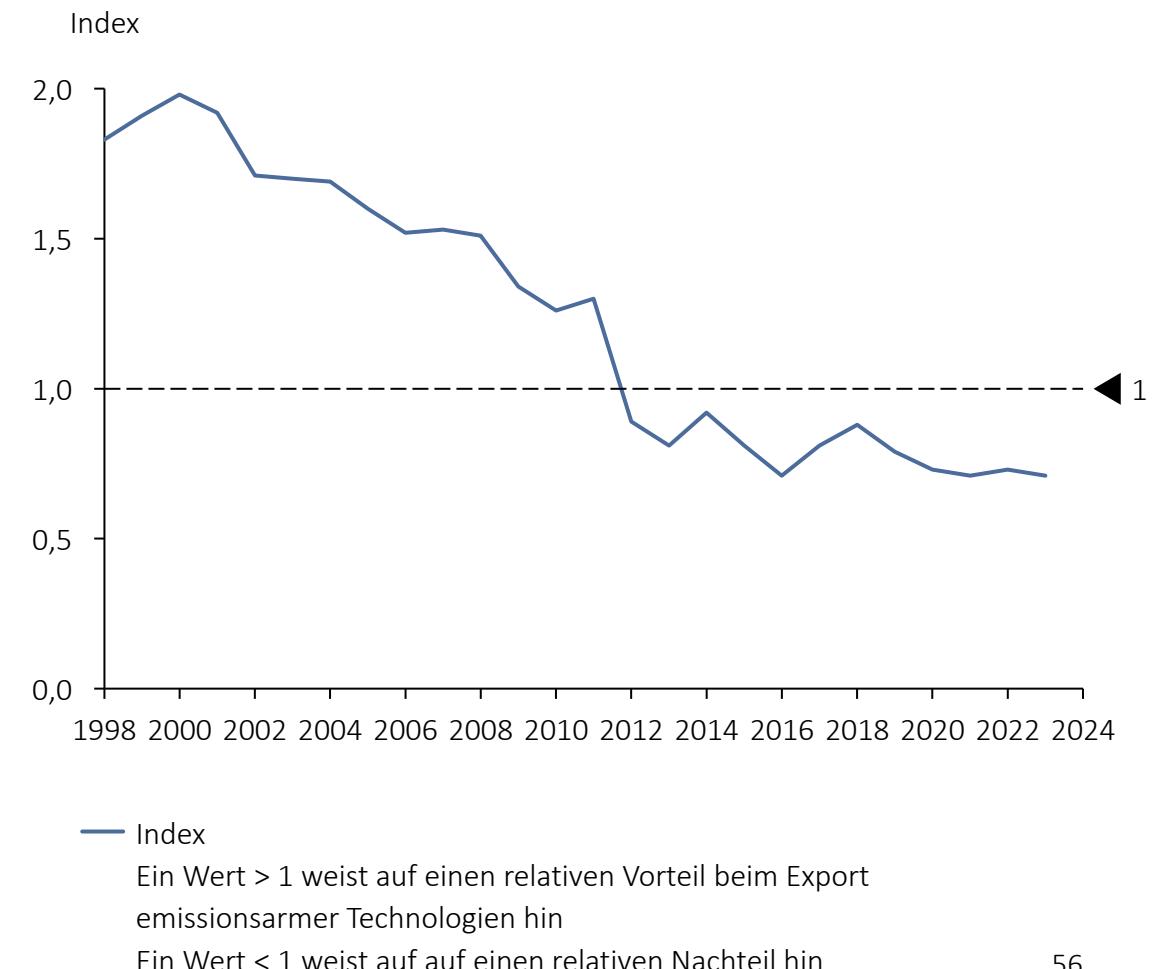
## 05 Die Schweiz ist auf Handel mit emissionsarmen Technologien angewiesen



Schweizer Importe und Exporte von emissionsarmen Technologien, 1998-2024



Schweizer komparativer Vorteil in emissionsarmen Technologien, 1998-2024



INFRAS

Quelle: IMF Climate Change Dashboard, zugegriffen am 06.07.2024. Primäre Quellen: DESA/UNSD, UN Comtrade database; IMF Direction of Trade Statistics (DOTS); IMF staff calculations.

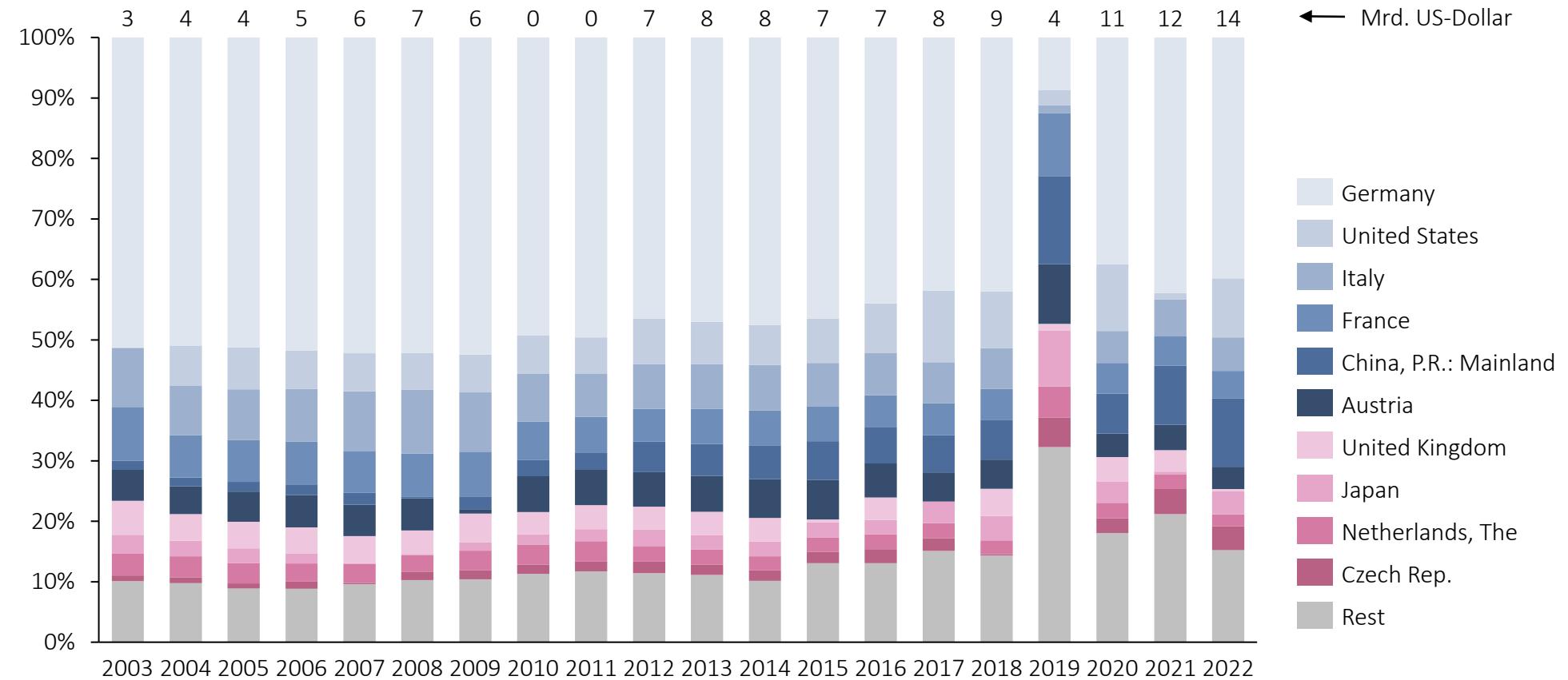
Zurück zur [Struktur](#)



## 05 Die Schweiz ist auf Handel mit emissionsarmen Technologien angewiesen



Herkunftsländer der Schweizer Importe von emissionsarmen Technologien, 2003-2022

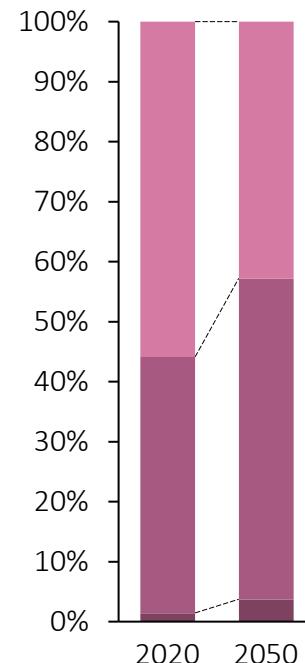




# 05 Mögliche zukünftige Verschiebungen im globalen Handel



Mögliche geographische  
Verschiebungen 2020-2050  
In % Anteil am Handelswert

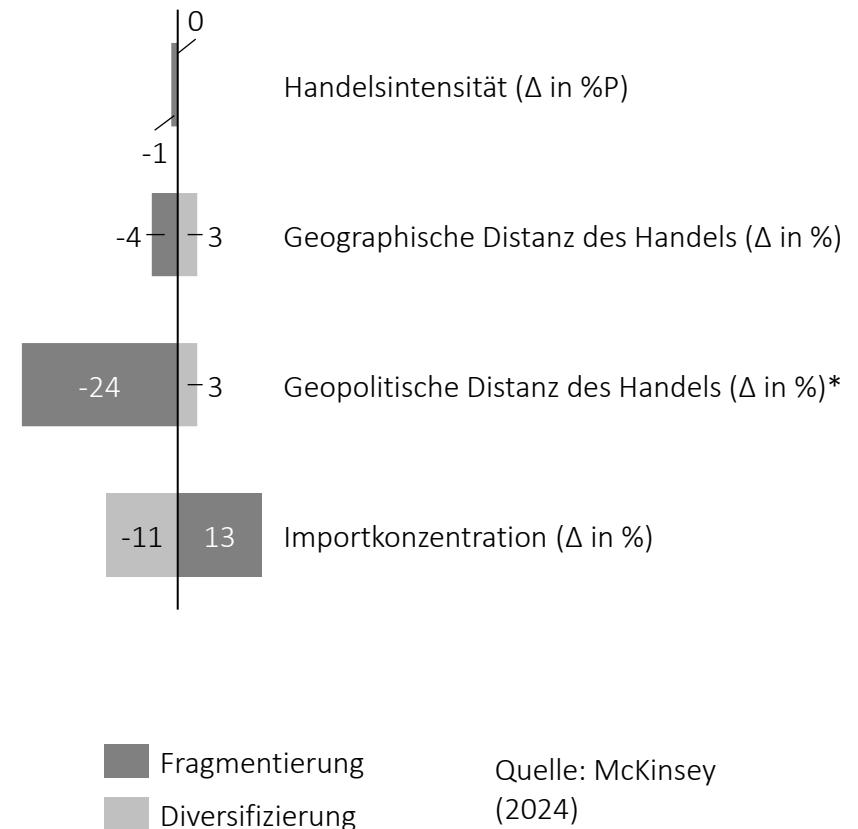


Mögliche sektorale Verschiebungen 2020-2050  
In % Anteil am Handelswert



Quelle: Bekkers  
et al. (2023)

Mögliche Verschiebungen zwischen Handelspartnern 2022-2035  
Szenarien Fragmentierung vs. Diversifizierung, Global



\*Gemessen durch Wahlverhalten in UNO

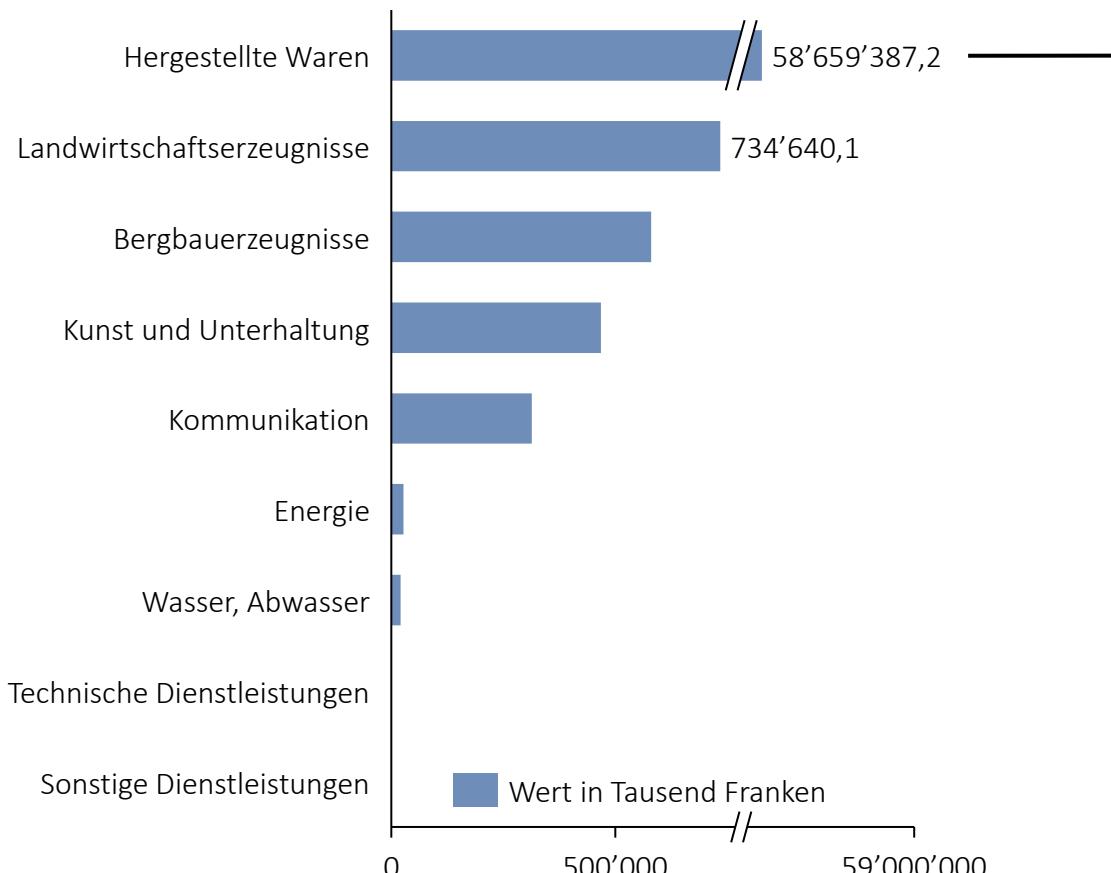


## 05 Importe in den Kanton Zürich nach Warengruppen

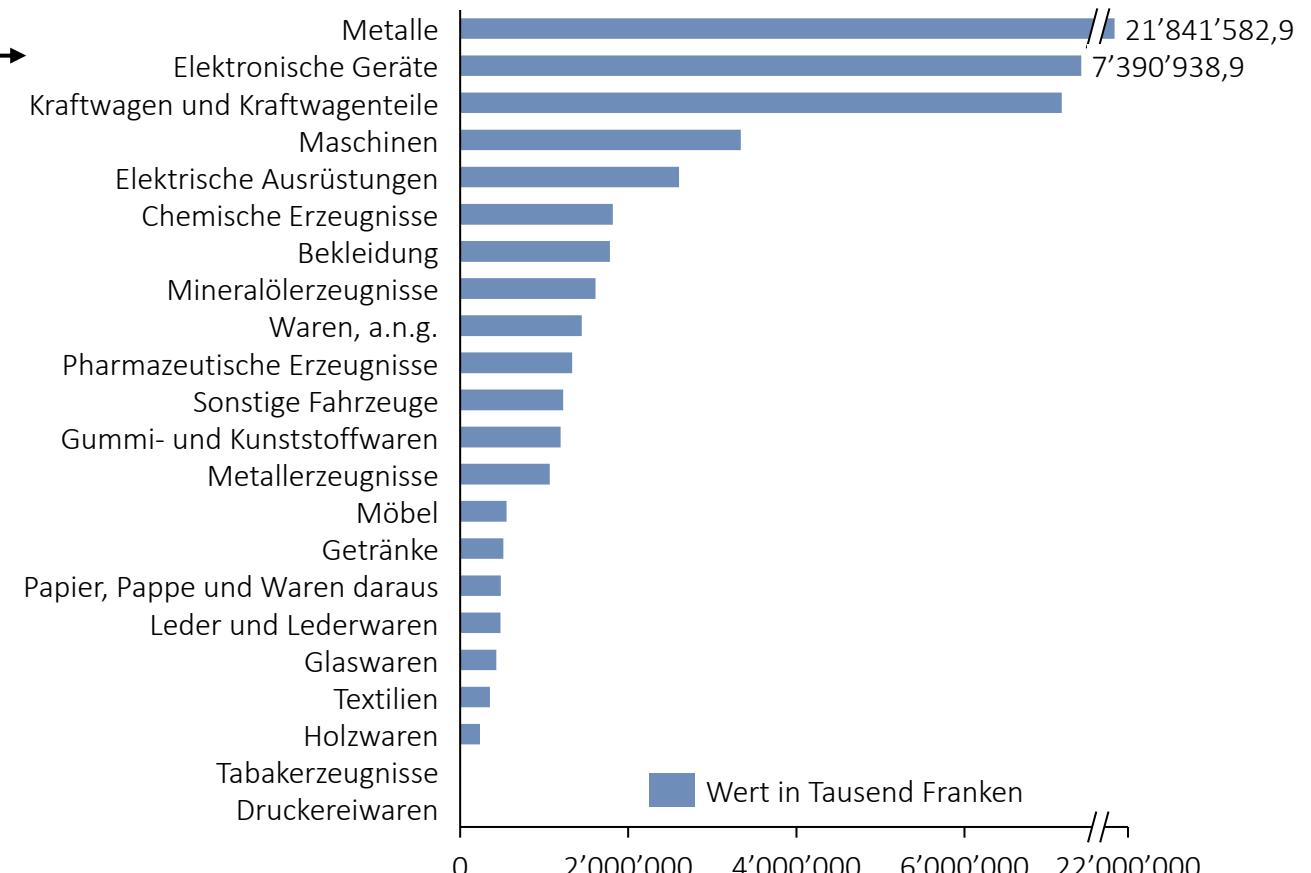


Importe in den Kanton Zürich nach Warengruppen im Jahr 2023

Aufschlüsselung nach Herkunftsländern nur für Schweiz möglich



Importe in den Kanton Zürich in der Kategorie «Hergestellte Waren» im Jahr 2023

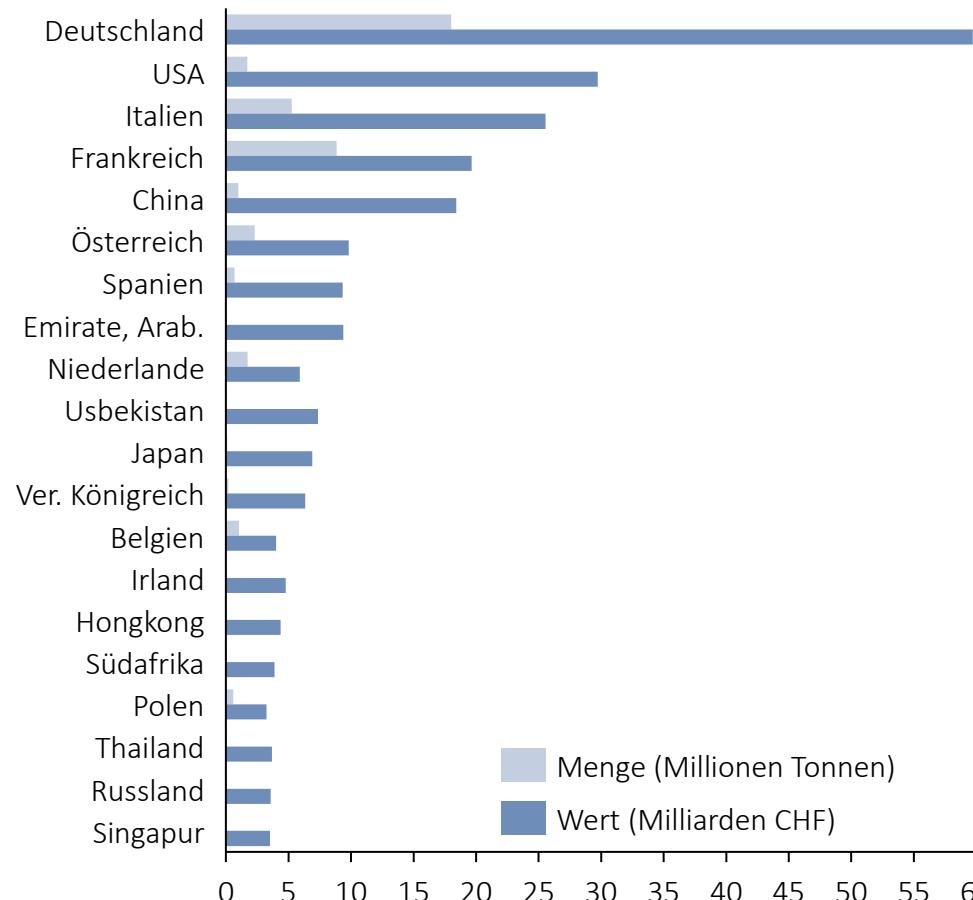




# 05 Importe in die Schweiz nach Herkunftsländern und ausgewählten Warengruppen



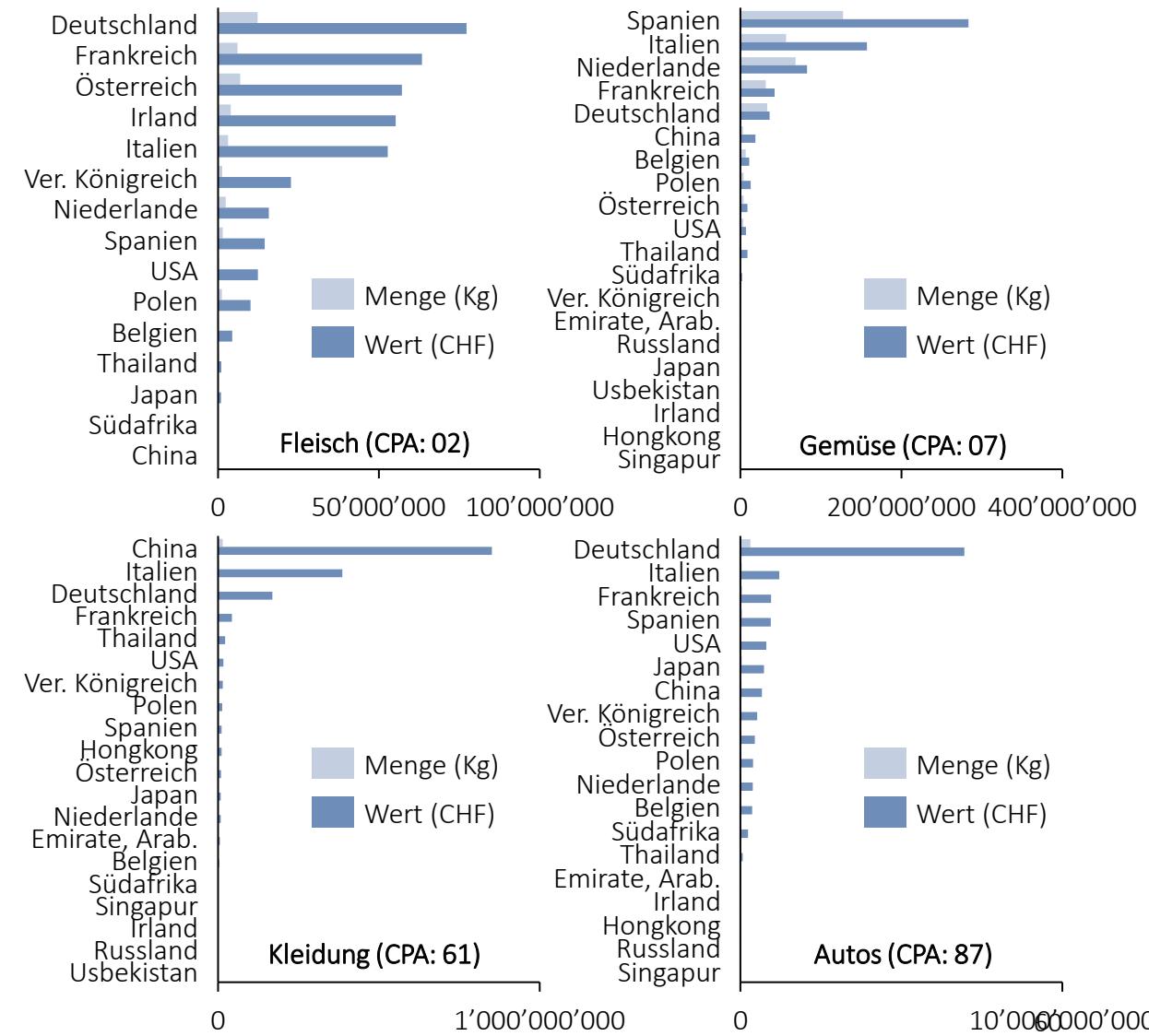
Gesamtimporte in die Schweiz nach den 20 grössten Herkunftsländern im Jahr 2023



INFRAS

Quelle: Aussenhandelsstatistik des Bundesamts für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG), Swiss-Impex Datenbank zugegriffen am 04.07.2024.

Hauptherkunftsländer für ausgewählte Warengruppen im Jahr 2023, nach CPA-Kategorien



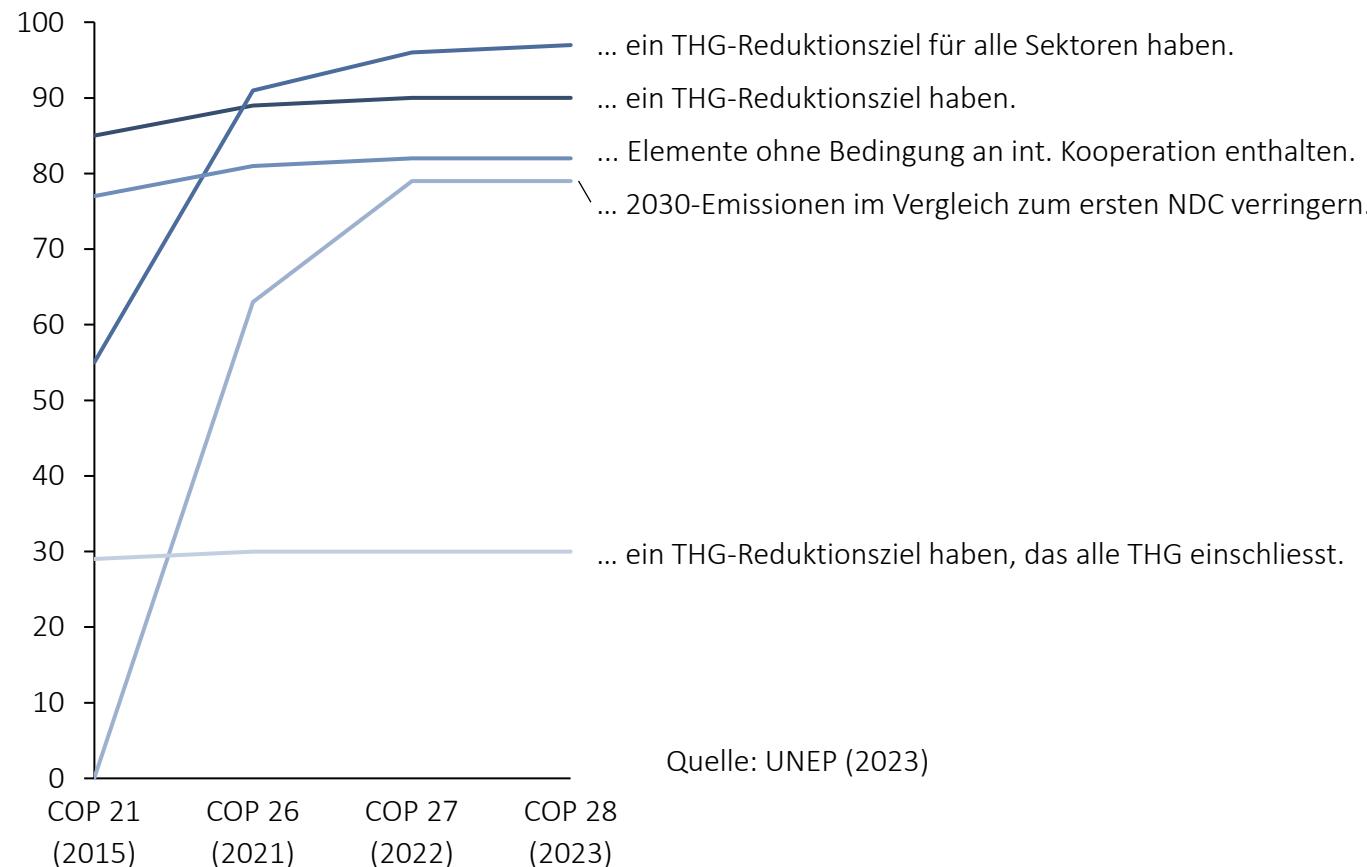
Zurück zur [Struktur](#)



# 05 Trends in globalen Nationally Determined Contributions (NDCs) & Netto-Null-Zielen



Anteil der globalen THG-Emissionen abgedeckt durch NDCs, welche...

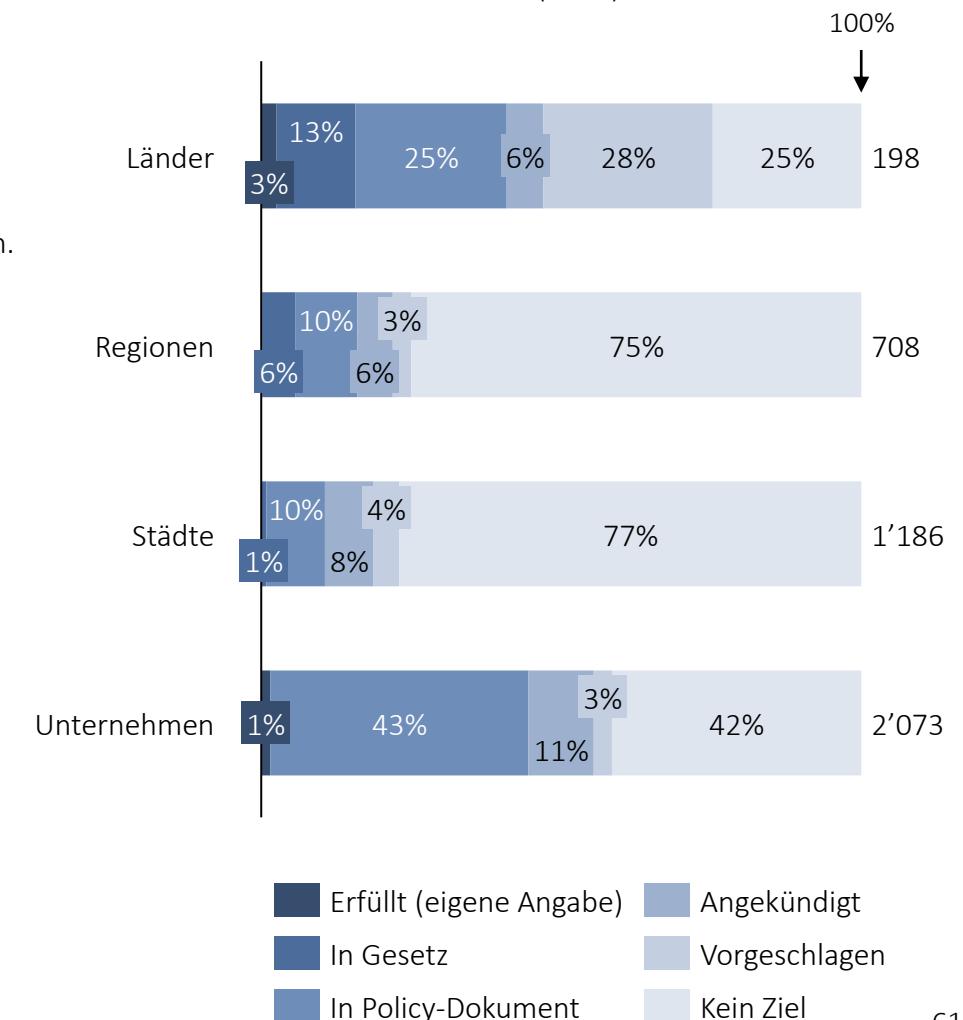


INFRAS

Quelle: UNEP (2023), Net Zero Tracker, zugegriffen am 05.07.2024

Netto-Null-Ziele verschiedener Akteure, Stand Juli 2024

Quelle: Net Zero Tracker (2024)



61

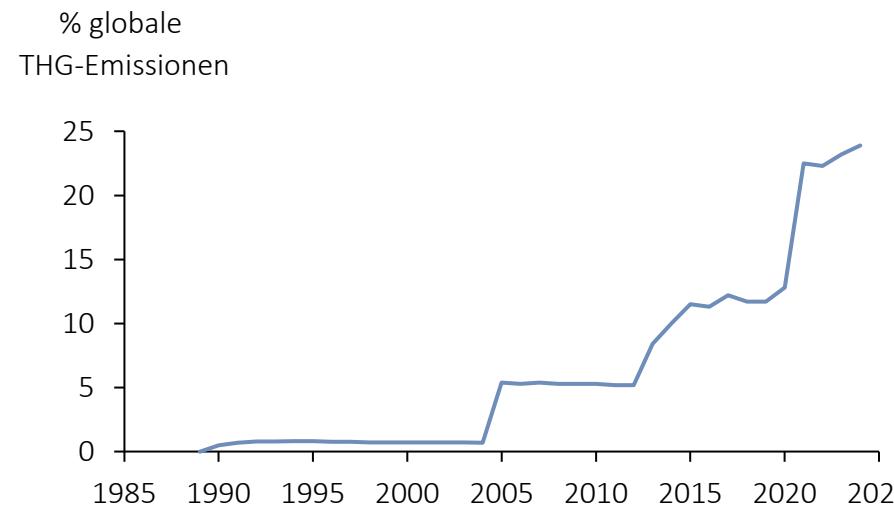
Zurück zur [Struktur](#)



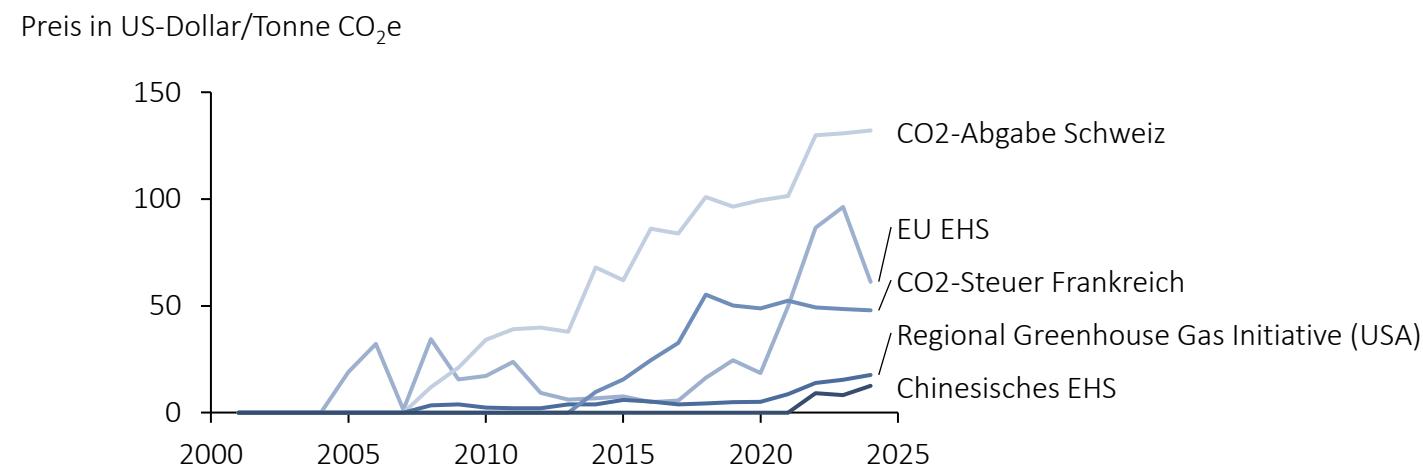
## 05 Trends in klimapolitischen Massnahmen



Anteil der globalen Treibhausgasemissionen, die im Laufe der Zeit durch ETS oder CO<sub>2</sub>-Steuern abgedeckt werden



Preistrends für ausgewählte Instrumente 2000-2024

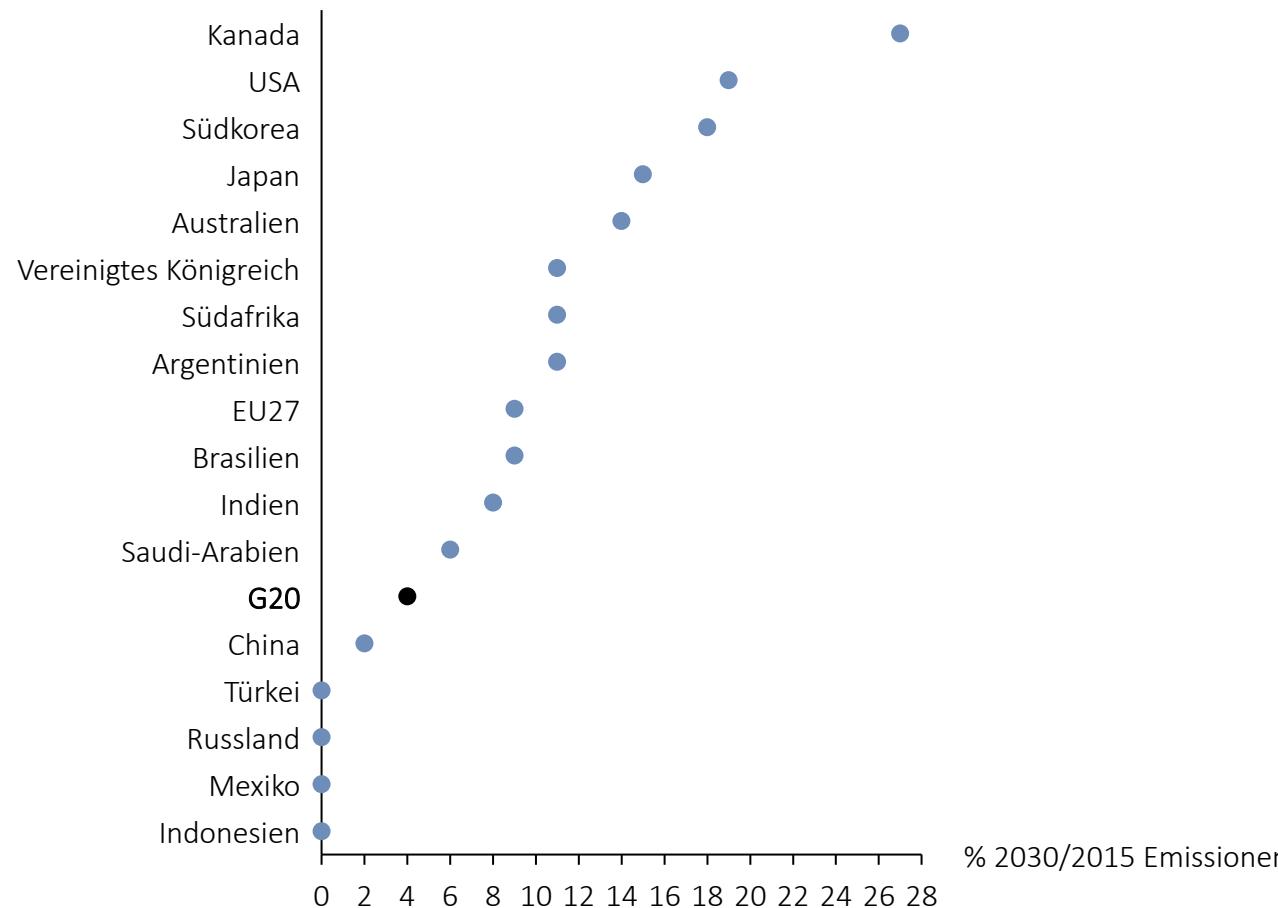




# 05 Ambitionierte Ziele vs. implementierte Massnahmen: Die «Implementation Gap»



Implementation gap in % zwischen aktuell umgesetzten Policies und NDC-Zielen der G20-Länder bis 2030 (relativ zu 2015 Emissionen), Stand Mitte 2023

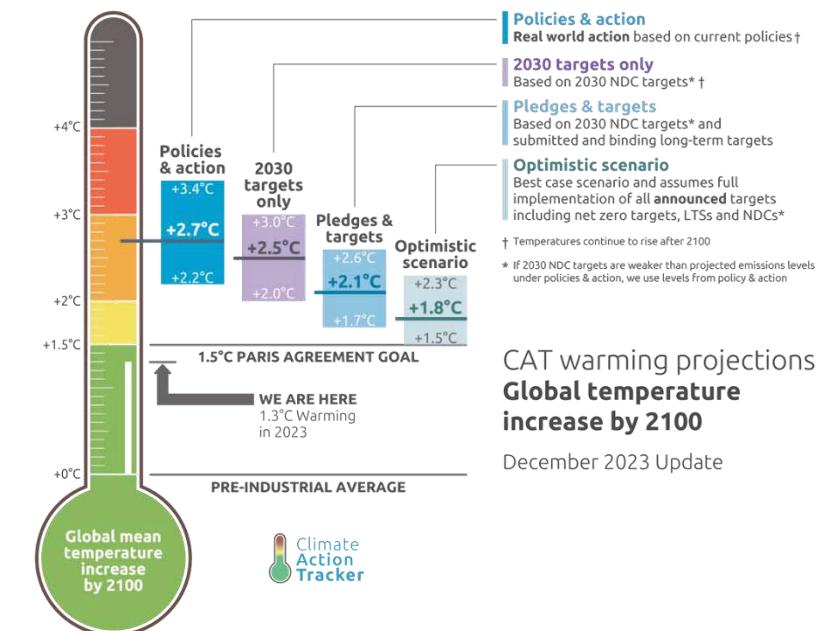


INFRAS

Quelle: CAT (2024); UNEP (2023)

Quelle: UNEP (2023)

Einschätzung über Klimawirkung des Implementation Gaps durch den Climate Action Tracker (CAT), Stand Ende 2023



63

Zurück zur [Struktur](#)



# 05 Ziele vs. Massnahmen: Aktuelle gesetzgeberische Entwicklungen (international)



 Verkehr	 Gebäude	 Ernährung	 Konsum
<p>Autos und Batterien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schrittweise Verschärfung der CO2 Emissionsstandards für neue Fahrzeuge (EU), was zu einem effektiven Verbot für neue ICEVs und PHEVs bis 2035</li> <li>ETS II für Kraftstoffe (ab 2027)</li> <li>EU Battery Regulation</li> </ul> <p>Flugverkehr</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ReFuelEU: Verordnung der EU regelt Beimischpflicht von SAF: ab 2025: 2% SAF-Beimischquote in EU Flughäfen. Ab 2030: 1.2% Synthetic aviation fuels in Eu airports. Bis 2050: 70% SAF-Beimischquote in EU Flughäfen, 35% Synthetic aviation fuels in EU airports</li> <li>CORSIA Emissionsgrenzwerte (verpflichtende Offsets ab 2027)</li> <li>EU Energy Taxation Directive (Steuern auf Kerosin)</li> <li>Clean Aviation Joint Undertaking (CAJU)</li> <li>SAF Grand Challenge</li> </ul>	<p>Stahl</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EU Clean Steel Partnership (CSP): 1.7 Milliarden Euro, um TRL-Level von 8 bis 2030 zu erreichen.</li> <li>EU-Funding für Wasserstoff-basierte DRI-Stahlproduktion in Europa (2 Milliarden)</li> <li>Global Arrangement on Sustainable Steel and Aluminium (GASSA) zwischen USA und EU</li> <li>COP 27: Kaufvereinbarungen für grünen Stahl im «Steel breakthrough», s.a. IDDI, FMC, SteelZero</li> <li>GSA Stahl-Standards in den USA</li> <li>Deutschland: Carbon Contracts for Difference (CCfd), oder Klimaschutzverträge</li> </ul> <p>Zement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EU Innovations-Fund: 800 Millionen Euro für 6 Zement-CCUS-Projekte in der EU, Funding für «CCUS Hubs»</li> <li>Policies für «grüne» Beschaffung von Zementprodukten in Deutschland, Niederlande, Schweden</li> <li>Obergrenzen für graue Emissionen in den Niederlanden, Schweden, Frankreich, Deutschland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU Common Agricultural Policy: Anreize und Subventionen, Ziele z.B. Auch für reduzierten Ammoniakverbrauch</li> <li>EU Farm to Fork Strategy</li> <li>EU Integrated Nutrient Management Action Plan</li> <li>Wasserstoffstrategien und Subventionen in EU/DE/USA, relevant für Dekarbonisierung von Stickstoffdünger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU: Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD) und Reporting Directive (CSRD)</li> <li>EU: Green claims directive, Empowering consumers for the green transition Directive; Waste Framework Directive</li> <li>EU right to repair</li> <li>EU Circular Economy Action Plan</li> <li>EU-Ökodesign-Richtlinie</li> </ul> <p>Textilien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EU: Strategy for sustainable textiles</li> </ul> <p>Elektronikgeräte, IKT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EU Green Digital Declaration</li> <li>EU AI Act</li> <li>EU Energieeffizienz-Direktive</li> </ul>

## Bereichsübergreifend

- EU-Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): Start im Oktober 2023, setzt einen Preis auf importierte Industriegüter und wird mit dem Phase-Out der freien Allokationen im EU EHS verknüpft
- EU Net Zero Industry Act: Ziele für EU-Produktion von emissionsarmen Technologien wie CCS, Elektrolyseure, etc. (Ziel: 40% der inländischen Nachfrage durch EU-Produktion gedeckt bis 2030)
- EU EHS: Anreize für saubere Stahlproduktion, aber bislang ohne grössere Lenkungsfunktion aufgrund von freier Allokation von Zertifikaten (vor allem für Stahl etc.) und niedrigen Preisen.
- EU Critical Raw Materials Act
- US Inflation Reduction Act (IRA): Massive Steuererleichterungen und sonstige Fördermittel für emissionsarme Technologien (Wasserstoff, Batterien, Erneuerbare, CCS, NET, etc.)
- Climate Club: Gegründet 2022 von den G7-Ländern, mit verschiedenen Schwerpunkten u.a. für Dekarbonisierung Stahl etc.
- Europäische und amerikanische Handelspolitik: Restriktionen und/oder Zölle auf Importe von emissionsarmen Technologien, besonders auf China. Beispiel: Zölle auf EVs aus China in EU, USA.

## INFRAS

Quelle: Boehm et al. (2023); WEF (2023)



# 05 Ziele vs. Massnahmen: Aktuelle gesetzgeberische Entwicklungen (national, kantonal)



 Verkehr	 Gebäude	 Ernährung	 Konsum
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Besteuerung: Kraftfahrzeug, Fahrzeugzulassung, Mineralölsteuer, Autobahngebühr (Vignette), Schwerverkehrsabgabe</li> <li>▪ Entschädigungspflicht für Kraftstoffimporteure</li> <li>▪ Normen: CO2-Emissionsvorschriften für leichte Fahrzeuge, Flugzeuge</li> <li>▪ Pflicht zur Beimischung von nachhaltigem Flugbenzin: Anschluss an europäisch harmonisierte Beimischpflicht via Luftverkehrsabkommen</li> <li>▪ Förderung Einsatz innovativer Technologien zur Reduktion Klimawirkung des Luftverkehrs: Fördermittel 150 Mio bis 2030 im CO2-Gesetz; Zweckbindung EHS in Revision CO2-Gesetz; Sanktionsgelder bezgl. Beimischpflicht für Markthochlauf</li> <li>▪ Raumplanung (Aggro-Politik, kantonal, kommunal)</li> <li>▪ Infrastrukturausgaben Schiene, Straße (NAF, SFSV)</li> <li>▪ Radweggesetz (und kantonale Umsetzung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gesetz Kreislaufwirtschaft Schweiz</li> <li>▪ Minergie Grenzwert für graue Emissionen (lockerer, strengerer Grenzwert)</li> <li>▪ Nationales und kantonales Energiegesetz (Indirekte Emissionen aber kein wirkliches Thema)</li> <li>▪ Grenzwerte für indirekte Emissionen werden aktuell diskutiert in versch. Kantonen</li> <li>▪ Steuernachlässe für Energieeffizienz, Sanierungen</li> <li>▪ Subventionen durch Gebäudeprogramm (Kanton &amp; Bund)</li> <li>▪ KIG: Fördermittel für Gebäudeprogramm (Öl-, Gasersatz, MFH)</li> <li>▪ Programm EnergieSchweiz</li> <li>▪ Hohe Ausnutzungsmöglichkeiten der BZO machen Ersatzneubauten attraktiv (Rendite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zielvereinbarungen (z.B. über Lebensmittelabfälle)</li> <li>▪ Handelsvereinbarungen und Zölle</li> <li>▪ Reduktionspfad für den Stickstoff- und Phosphoreinsatz</li> <li>▪ Waldgesetz (Verbot des Kahlschlags usw.)</li> <li>▪ Direkte Subventionen für Landwirte (und Förderkriterien, Nachweis der ökologischen Leistung)</li> <li>▪ F&amp;E-Ausgaben (z. B. für die Reduzierung von Stickstoff und Phosphor)</li> <li>▪ Finanzielle Unterstützung für die Förderung der Milch-/Fleischwirtschaft</li> <li>▪ Befreiung von der Mineralölsteuer für die Landwirtschaft und der sonstigen Mehrwertsteuer</li> <li>▪ Klimastrategie für die Landwirtschaft 2050</li> <li>▪ Ernährungsstrategie 2017-2024</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zielvereinbarungen mit Unternehmen zu verschiedenen Themen (z.B. Lebensmittelabfälle)</li> <li>▪ Ökologische Konditionalität in präferenziellen Handelsabkommen (EFTA)</li> <li>▪ Verordnung über die Rücknahme/Entsorgung von elektronischen Geräten</li> <li>▪ Gebühren auf Abfälle, Abwasserbehandlung</li> <li>▪ Entsorgungsgebühr auf Batterien, andere Produkte; nationale Regelung Separatsammlung</li> <li>▪ Verbot von Produkten (z.B. Glühbirnen)</li> <li>▪ F&amp;E-Finanzierung für Ansätze der Kreislaufwirtschaft</li> <li>▪ Strategie zur Kreislaufwirtschaft</li> <li>▪ Produktkennzeichnung (z. B. Energieetiketten, die jedoch selten die verkörperten Emissionen umfassen)</li> <li>▪ Grüne Standards für das öffentliche Beschaffungswesen</li> <li>▪ EU: Einführung eines EU-Energielabels für Smartphones und Tablets mit Reparierbarkeits-Index (ab 2025).</li> <li>▪ Holzhandelsverordnung</li> <li>▪ Aktionsplan Grüne Wirtschaft</li> </ul>

## Bereichsübergreifend

- Schweizer EHS und CO2-Abgabe
- Klima- und Innovationsgesetz (KIG): Finanzierung (200 Mio./Jahr), Förderung für kohlenstoffarme Stahl, Zement, etc.
- CO<sub>2</sub>-Gesetz
- NET und CCS-Pfade
- Nationales Umweltschutzgesetz
- Ausstehendes Stromabkommen CH-EU
- Lieferkettengesetz (LkGS)

## INFRAS

Quelle: Boehm et al. (2023)



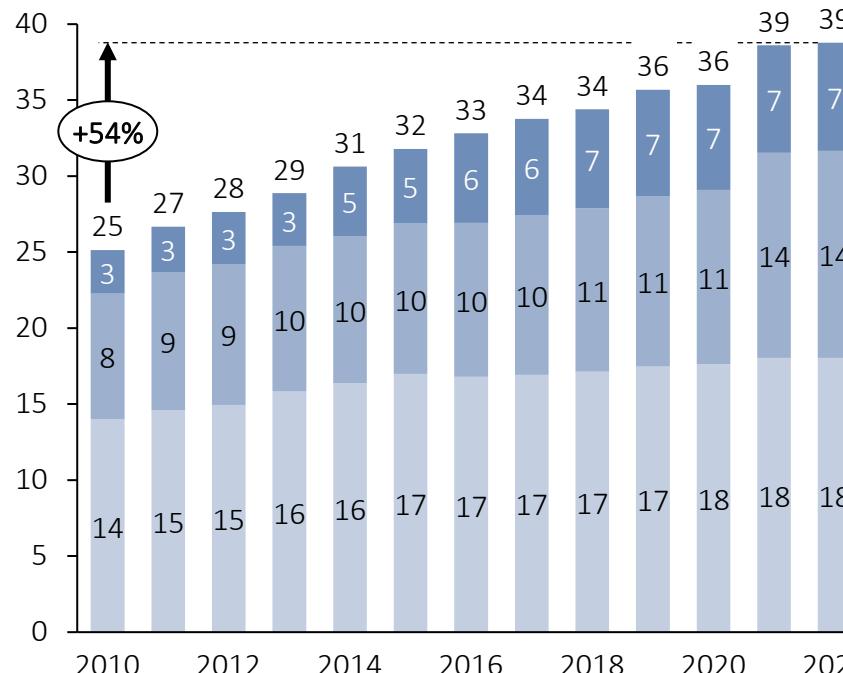
# 05 Policy: Umgesetzte Klimapolitiken in den OECD-Ländern und der Schweiz



Durchschnitt Anzahl umgesetzter Klimapolitiken in den OECD-Ländern 2010-2022

Quelle: Nachtigall et al. (2024), OECD Climate Dashboard.

Durchschnitt Anzahl Policies OECD-Länder



Markt-basierte Instrumente

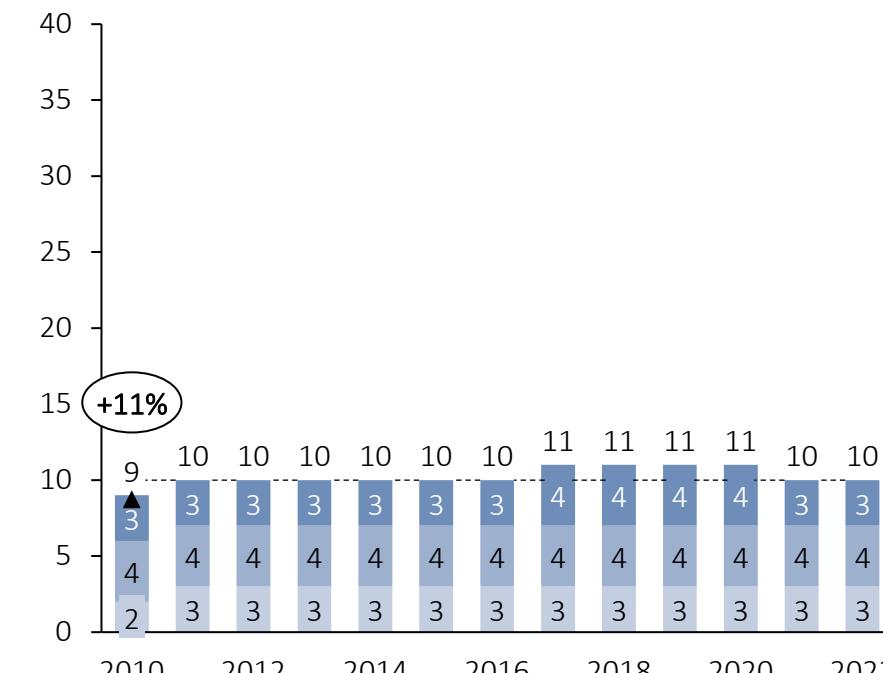
Nicht markt-basierte Instrumente

Ziele, sonstiges

Anzahl umgesetzter Klimapolitiken in der Schweiz 2010-2022 und Zielsektoren dieser Politiken 2010 vs. 2022

Quelle: Nachtigall et al. (2024), OECD Climate Dashboard (2024).

Anzahl Policies Schweiz

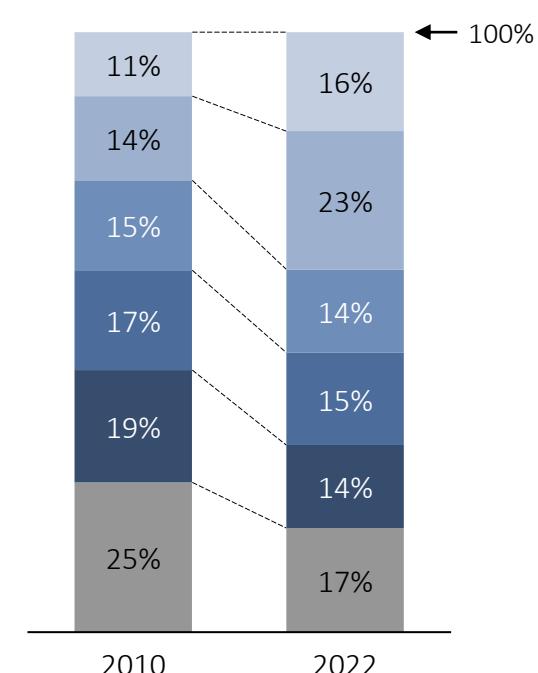


Markt-basierte Instrumente

Nicht markt-basierte Instrumente

Ziele, sonstiges

Sektoraler Fokus Schweizer Policies



Industrie

Gebäude

International

Verkehr

Strom

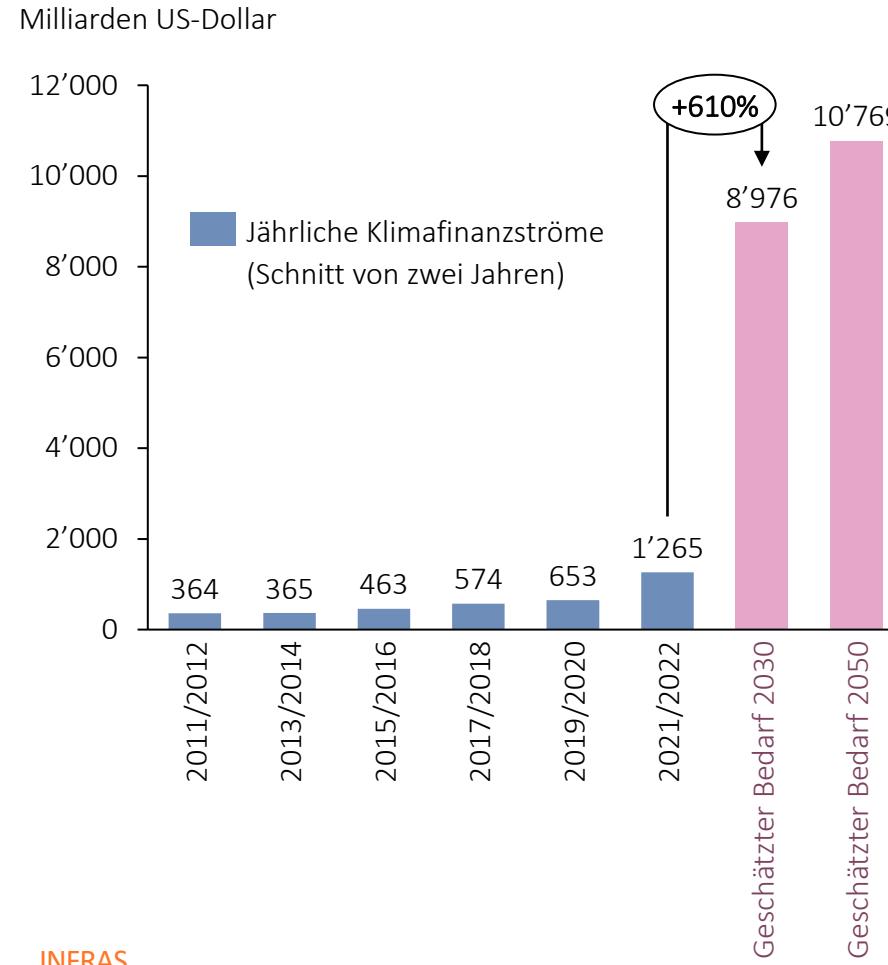
Sektorübergreifend



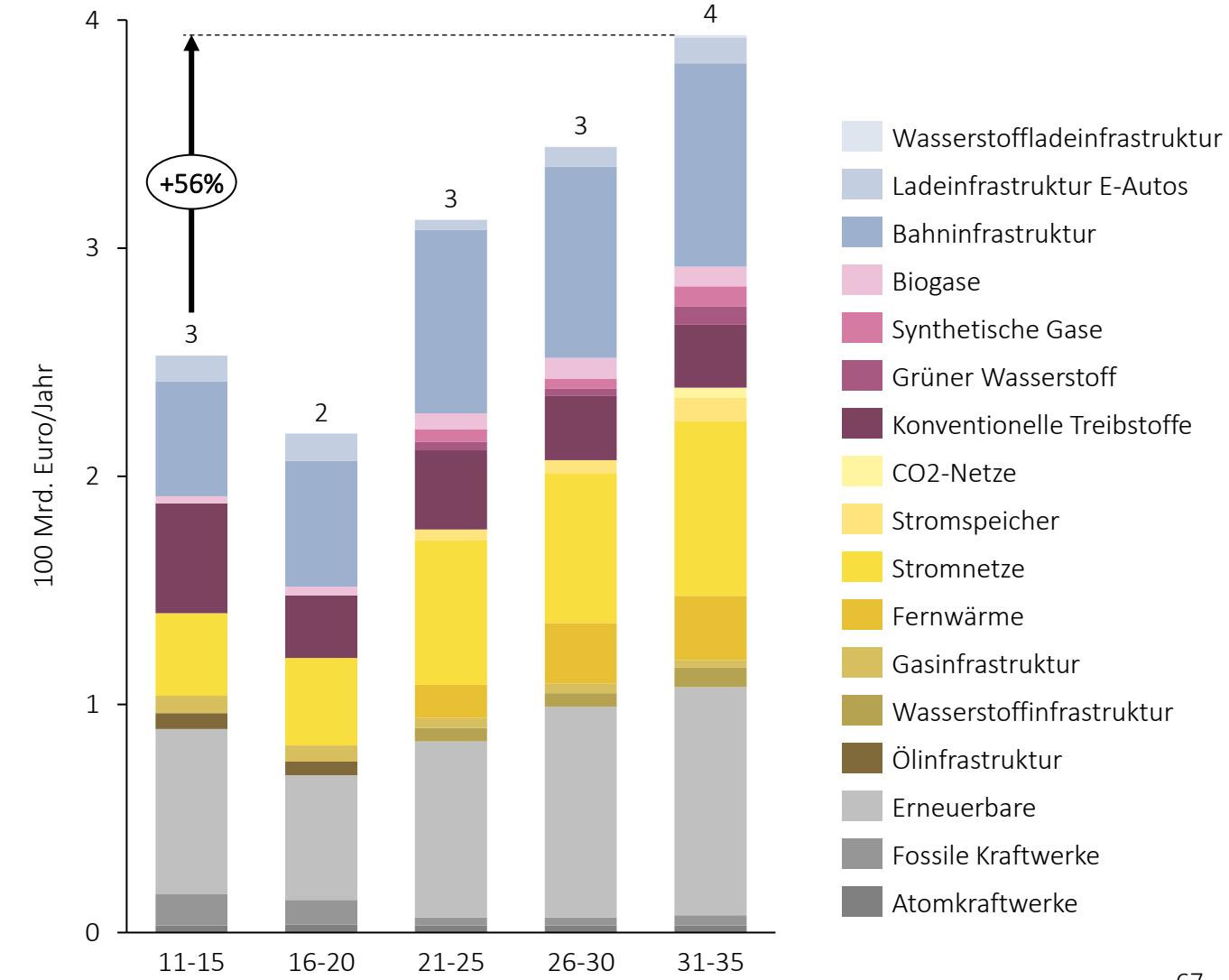
# 05 Finanzen: Vorhandene vs. notwendige Investitionsströme



Klimafinanzströme historisch und geschätzter Bedarf bis 2030, 2050  
Quelle: Climate Policy Initiative



Vergangene Investitionen und künftiger Investitionsbedarf in die Energie- und Verkehrsinfrastruktur in Europa für das EU Netto-Null-Ziel 2050 und -55% 2030  
Quelle: Klaassen und Steffen (2023).

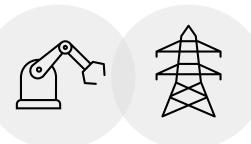


# 06 Verkehr



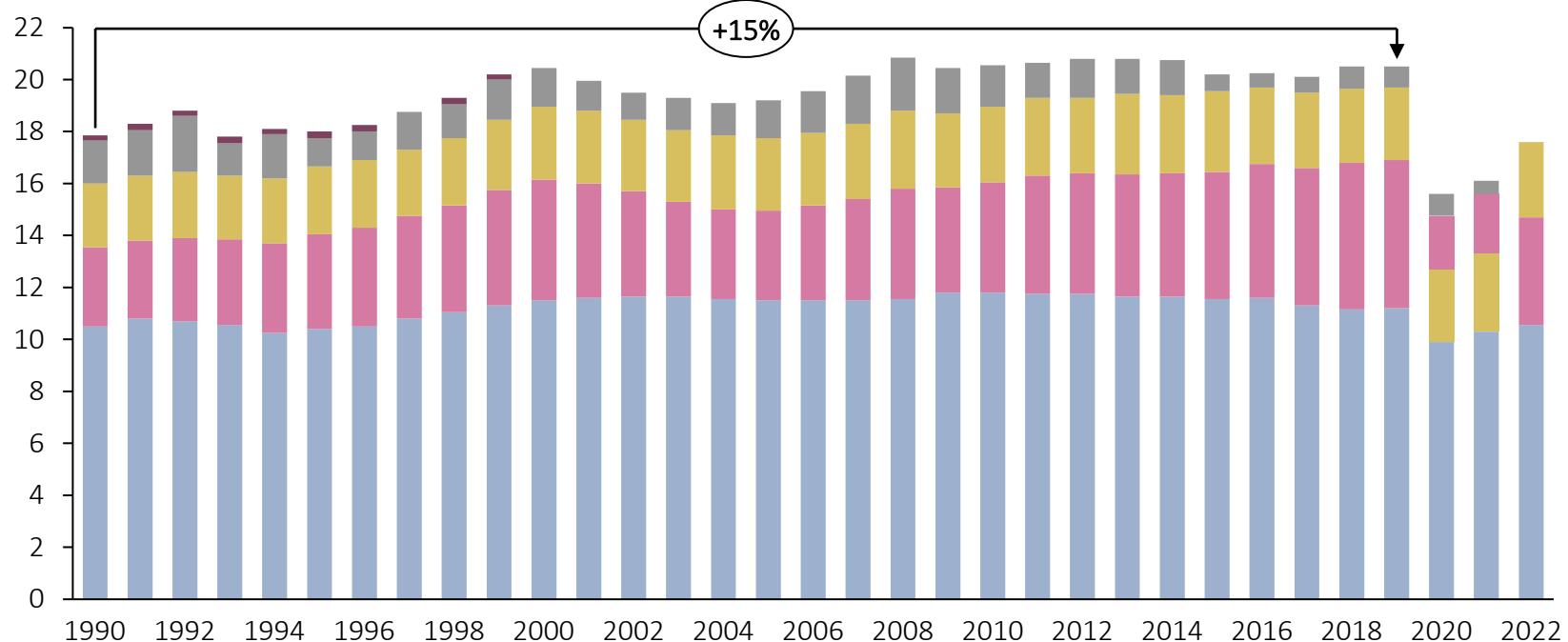


## 06 Verkehr Gesamt



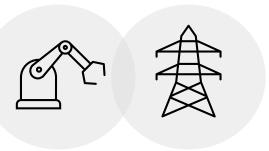
Entwicklung der THG-Emissionen im Verkehrsbereich  
Quelle: Bundesamt für Umwelt (2024).

Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq





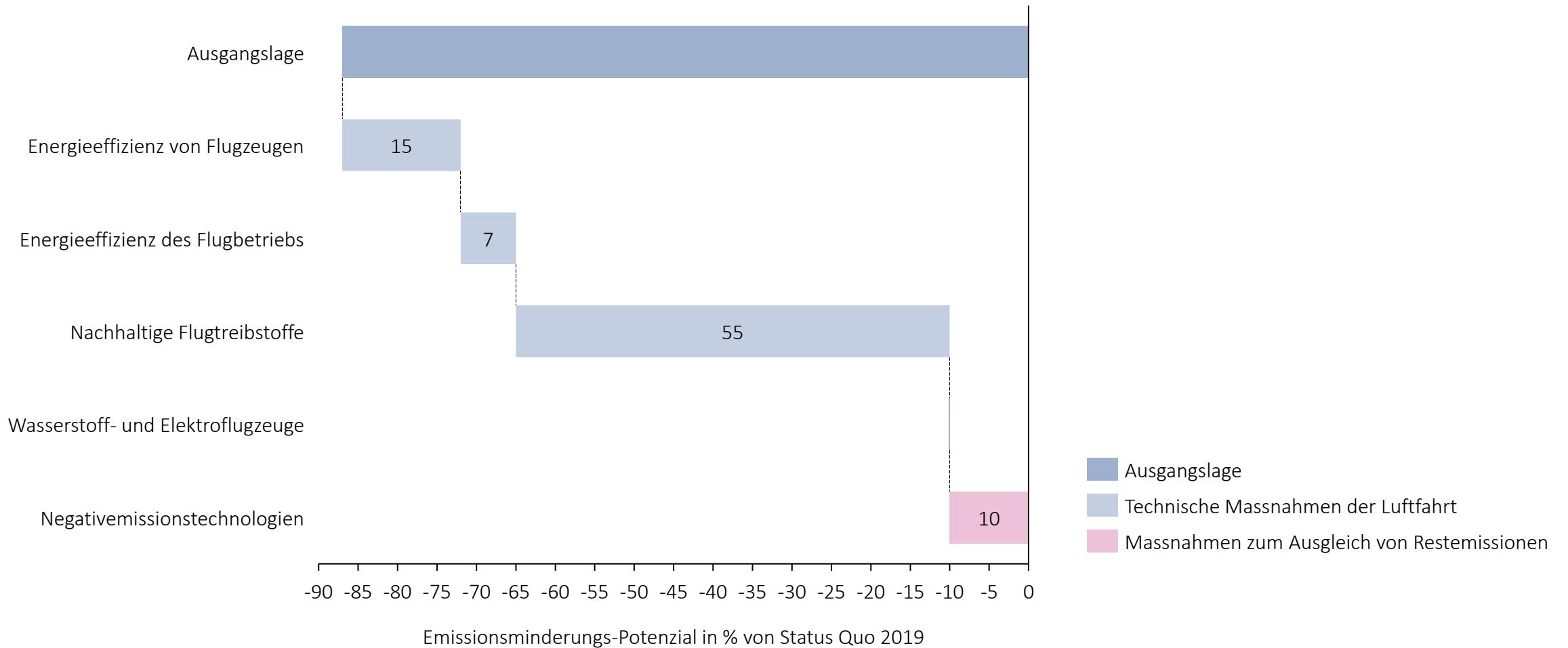
# 06 Flugverkehr



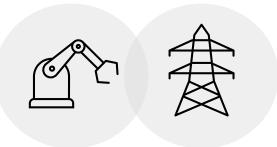
Mögliche Beiträge zu CO2-neutralem Fliegen im Jahr 2050, bezogen auf die Transportleistung, verglichen mit 2019

Quelle: Bundesrat (2024).

Mögliche Beiträge (in %) zu CO2-neutralem Fliegen im Jahr 2050, bezogen auf die Transportleistung, verglichen mit 2019



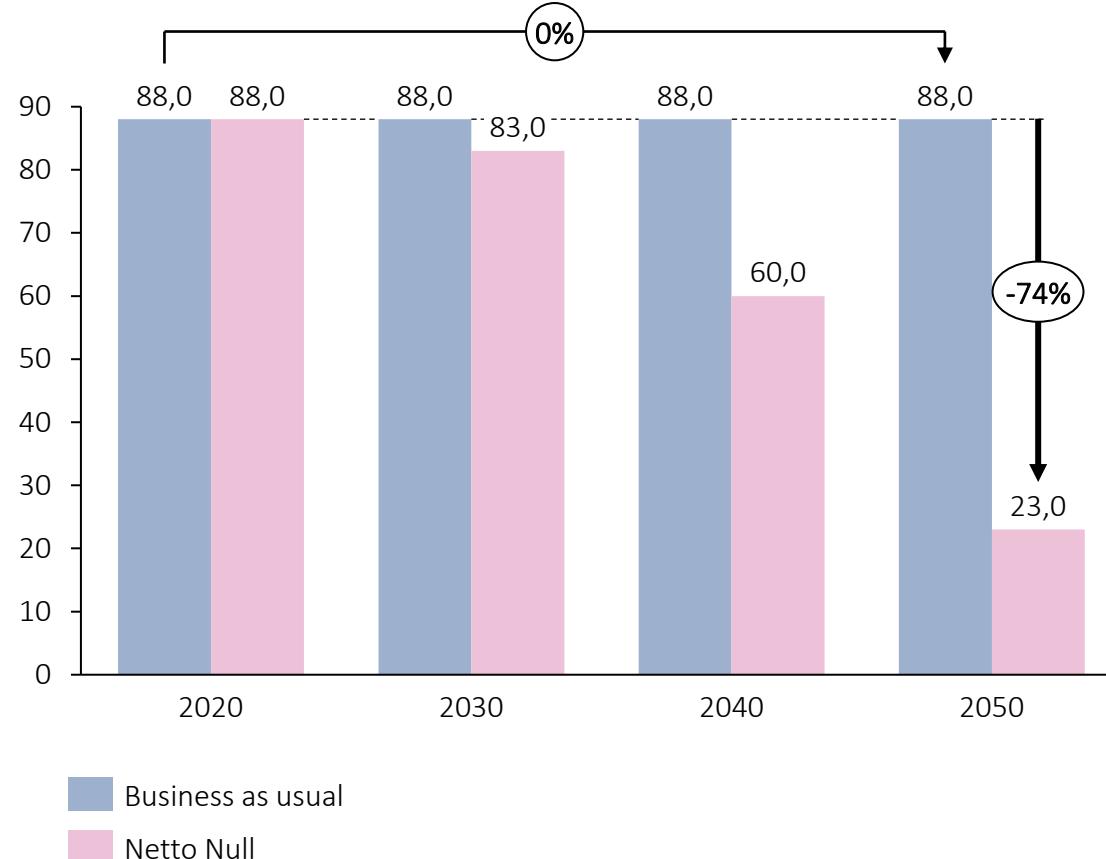
# 06 Reduktionspfade im Luftverkehr



## Reduktionspfade der globalen Luftfahrt

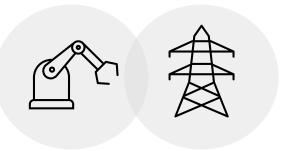
Quelle: WEF (2023) auf Basis von IEA-Szenarien.

In Tonnen CO<sub>2</sub>-eq / Tonne Aviation Fuel.

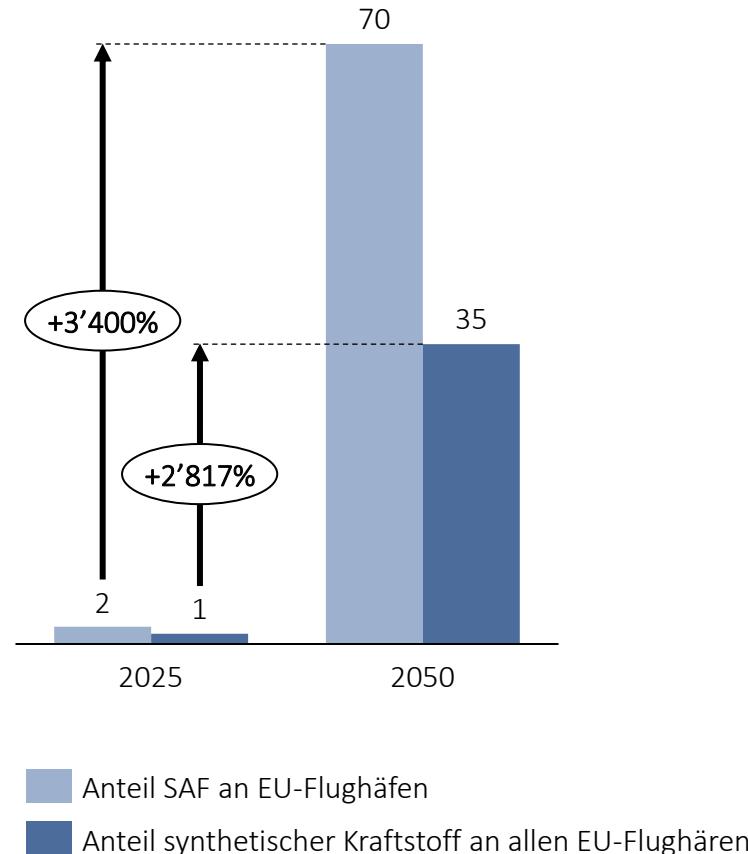




# 06 Flugverkehr



ReFuelEU Aviation (Verordnung Europäische Union)  
Quelle: Europäische Union 2023

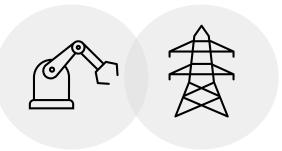


Übersicht Förderinstrumente/ Policies zum Thema SAF  
Quelle: BAZL (2022) / Europäisches Parlament (2023)

Name	Organisation	Beschreibung
CORSIA	ICAO	SAF-Einsatz reduziert Komensationspflicht
EU-EHS /EHS	EU/CH	Emissionen von SAF werden mit Null bewertet
Fit-for-55 Paket	EU	Überarbeitung EU-EHS: Kostenlos zugeteilte Emissionsrechte zwischen 2024-2026 auf Null reduziert. Förderung Verwendung nachhaltiger Flugkraftstoffe
Mineralölsteuergesetz	USA	Absolute Vertankungsziele für SAF, Förderung Technologieentwicklung, Steuererleichterung für SAF-Produzenten
Förderinstrumente im Bereich Energie- und Umweltforschung	CH	Absatzförderung biogene Treibstoffe
	CH	Grundfinanzierung Hochschulen ( HFKG), Finanzierungsbeitrag an ETH-Bereich, Schweizerischer Nationalfonds (SNF), Innosuisse und Programme der Bundesämter (BFE, BAFU)



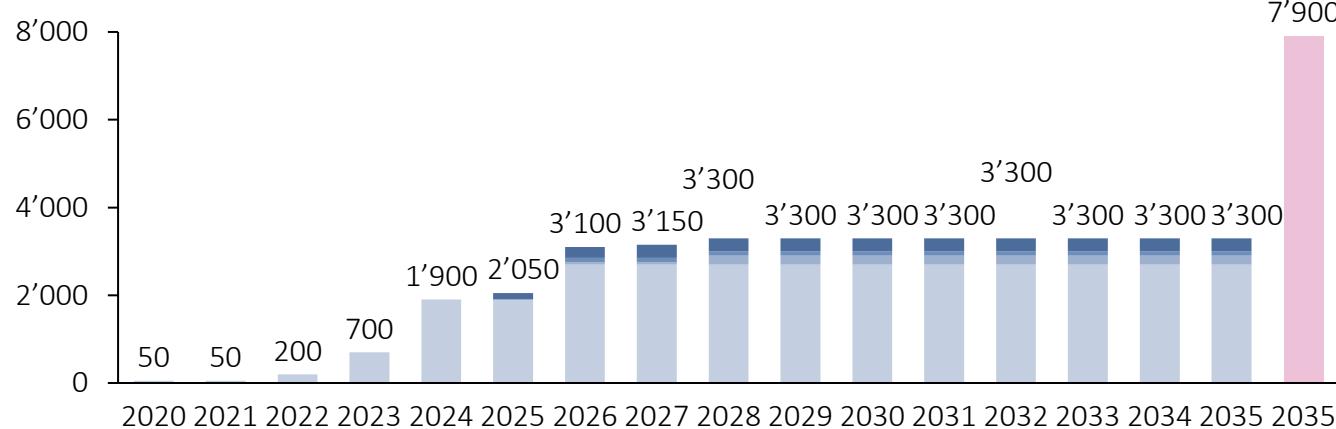
## 06 Flugverkehr



### Produktionskapazität für Sustainable Aviation Fuels in Europa

Quelle: sGU (2024).

Betehende und geplantes Produktionsvolumen SAF in der EU in Kilotonnen / Jahr



Legend:  
■ Power-to-liquids  
■ Alcohol-to-jet  
■ Fischer-Tropsch + Gasification  
■ Hydrotreated Esters and Fatty Acids (HEFA)  
■ Schätzung Bedarf SAF Mandate

Erwartete Relevanz der Technologien  
Quelle: WEF (2021b).

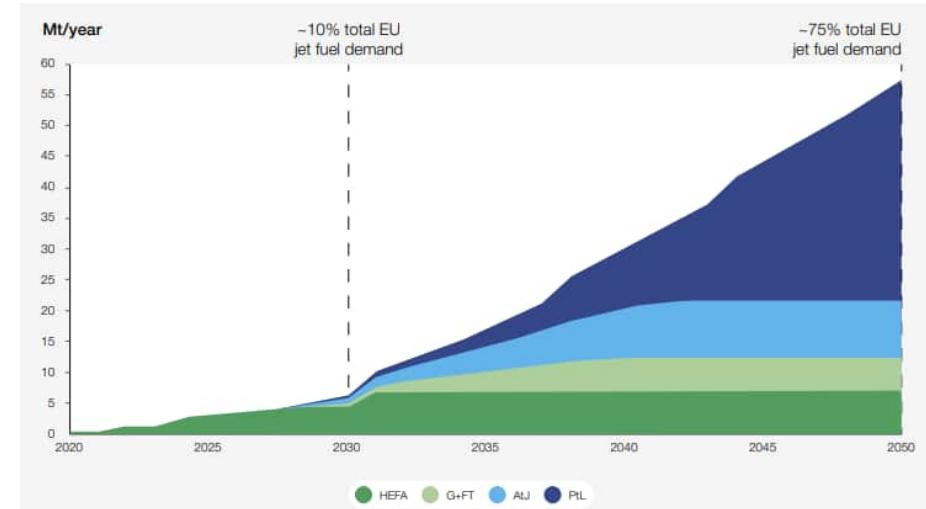
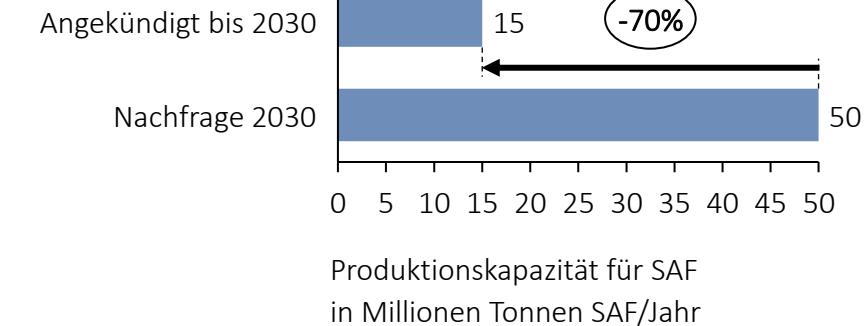
INFRAS

Quelle: sGU (2024); WEF (2021b); WEF (2024).

### Globale Produktionskapazität für SAF in Millionen Tonnen

SAF/Jahr in 2030 vs. geschätzter Bedarf 2030

Quelle: WEF (2024).

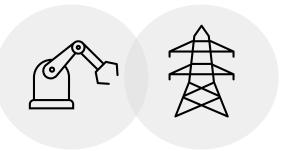


73

Zurück zur Struktur



# 06 Flugverkehr



SAF-Projektionen und zugrundeliegende Policy-Annahmen

Quelle: ICAO (2024)

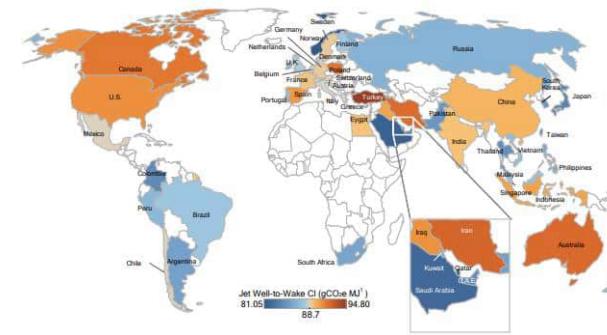
\*LTAG: Long-Term Aspirational Goal (langfristiges ambitioniertes Ziel)

Szenario	Implizite SAF-Politiklandschaft	SAF-Produktionsprojektion 2030 (kt/Jahr)	SAF-Ersatzquote
Niedrig	Keine politische Unterstützung für SAF	3.059	N.V. (nicht mit einem LTAG-Szenario verbunden)
Moderat	Gewisse politische Unterstützung für SAF, aber geringer als für Biokraftstoffe im Straßenverkehr	7.608	2,19 % (LTAG-Szenario IS1)
Hoch	Gleiches Spielfeld zwischen SAF und Biokraftstoffen im Straßenverkehr	13.713	3,98 % (LTAG-Szenario IS2)
Hoch+	Schwerpunkt auf SAF in der Politik	16.973	5,01 % (LTAG-Szenario IS3)

Quelle: BAZL (2022); ICAO (2024).

## Emissionsfaktoren Jet Fuel

Quelle: ICAO ( basierend auf Jing et al. 2022)



- Well-to-wake ranges from 81.1 to 94.8 g CO<sub>2</sub>e MJ<sup>-1</sup>
- Crude oil production emissions have the most variability : 2.9 to 27.6 g CO<sub>2</sub>e/MJ
- Jet fuel distribution emissions are not as variable as other stages (but there are a couple outliers)
- A single point value is used for combustion : 73.8 g CO<sub>2</sub>e/MJ

## Vergleich Emissionsfaktoren unterschiedlicher Treibstoffe

Quelle: BAZL (2022)

Produktionspfad	Emissionsreduktion vs. Kerosin*
Altspeiseöl (HEFA)	84%
Palmöl (HEFA)	< 58%
Rapsöl (HEFA)	< 55%
Algenöl (HEFA)	43%
Power-to-Liquid	<95%
Sun-to-Liquid	<99%

\*gemäss CORSIA, ohne Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte

INFRAS



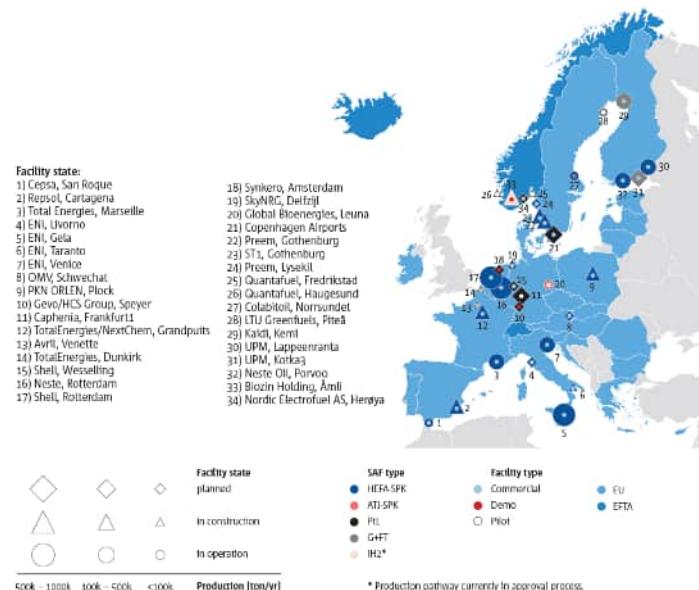
# 06 Flugverkehr



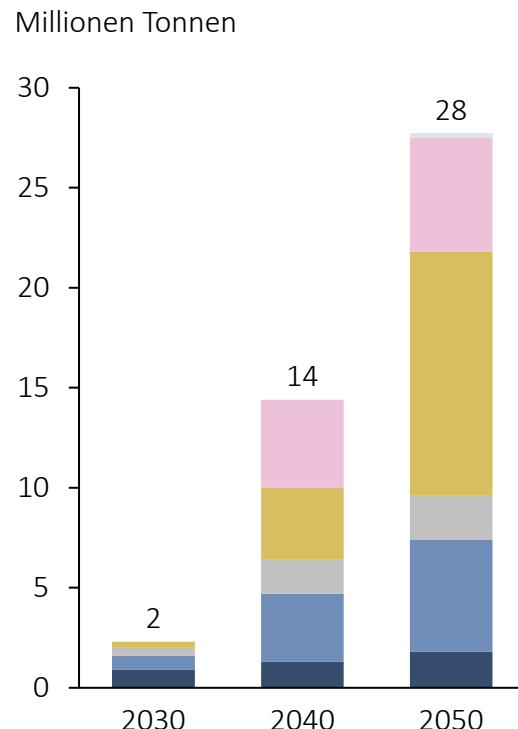
## European Aviation Environmental Report

Quelle: EASA (2024).

Aktuell angekündigte SAF-Projekte in Europa, März 2022

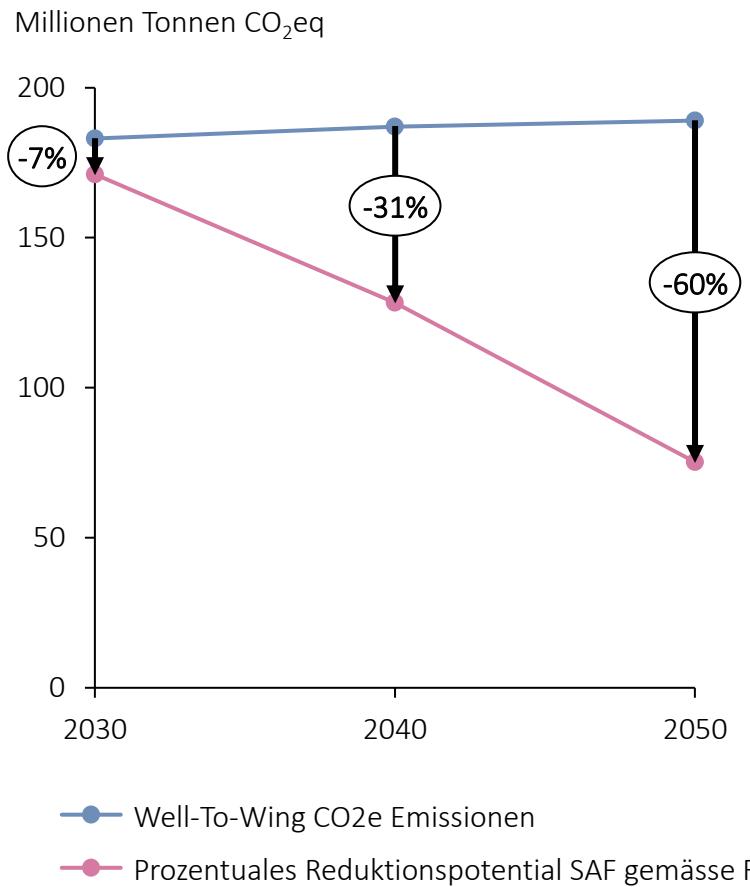


## SAF-Versorgung pro Produktionspfad modelliert nach ReFuelEU in der EU 27



Aus Strom  
 Gasifizierung + FT  
 Power to Liquid  
 Importe  
 ATJ  
 HEFA

## Geschätzte Well-to-Wing-CO<sub>2</sub>e-Emissionen und prozentuales Reduktionspotenzial der SAF gemäß ReFuelEU-Vorschlag





# 06 Flugverkehr



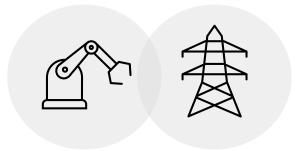
## Kommende Technologien im Aviatiksektor

(IEA 2020)

Technologie	TRL	Reduktions-mechanismus	Verfügbar ab (Relevanz für Netto Null)	Einsatzstatus
UHBR-Motoren	5	Kraftstoffeffizienz	2030-35 (Hoch)	Bodentests von Rolls Royce's UltraFan mit einem Potenzial von 25% Kraftstoffeinsparung beginnen 2021. Der Hersteller arbeitet mit Airbus im Rahmen des EU Clean Sky 2-Programms zusammen und dieser UHBR-Motor wird voraussichtlich um 2030 verfügbar sein.
Open-Rotor-Motoren	5	Kraftstoffeffizienz	2035 (Hoch)	Die Demonstration des GE36 Open-Rotor-Motors reicht bis in die 1980er Jahre zurück. 2017 testete SAFRAN ein Demonstrationsmodell mit einem Potenzial von 30% Kraftstoffeinsparung, das bis 2030 marktreif sein wird.
Blended Wing Body Flugzeug	3	Kraftstoffeffizienz	N/A (Mittel)	Boeing führte zusammen mit der NASA Testflüge eines Kleinprototyps bis 2013 durch, Airbus 2019. Dieses Konzept ist validiert, aber weder der Hersteller hat Pläne für einen großen Prototypen bestätigt.
Hybrid-Elektroflugzeug	4-5	Fuel switch	N/A (Mittel)	Airbus entwickelt zusammen mit Rolls Royce im Rahmen des Programms E-Fan X einen Prototyp für ein Hybrid-Elektroflugzeug. Ziel ist es, bis 2021 einen Testflug mit einem Flugzeug mit einem Elektromotor und drei normalen Düsentriebwerken durchzuführen. Wright Electric will im Jahr 2030 ein 186-sitziges Flugzeug für Kurzstreckenflüge auf den Markt bringen. Kleine Flugzeuge (Cassio und Ecopulse) haben Flugtests durchgeführt.
Vollelektrisches Flugzeug	3	Fuel switch	N/A (Mittel)	Ein neunsitziges Wasserflugzeug, das mit einer Batterie und einem Elektromotor nachgerüstet wurde, hat 2019 in Kanada seinen Erstflug absolviert und damit den Weg für die Entwicklung kleiner batteriebetriebener Elektroflugzeuge für sehr kurze Strecken geebnet (das Flugzeug hat eine Reichweite von etwa 160 km). Für längere Strecken werden Batterien mit höherer Energiedichte benötigt
Brennstoffzellen-Elektroflugzeug	3	Fuel switch	N/A (Mittel)	Das DLR hat 2016 ein viersitziges Motorsegelflugzeug mit Brennstoffzellenantrieb (HY4) getestet. Boeing testete 2008 einen Prototyp mit Brennstoffzellenantrieb. Es gibt keine angekündigten Programme für größere Flugzeuge.

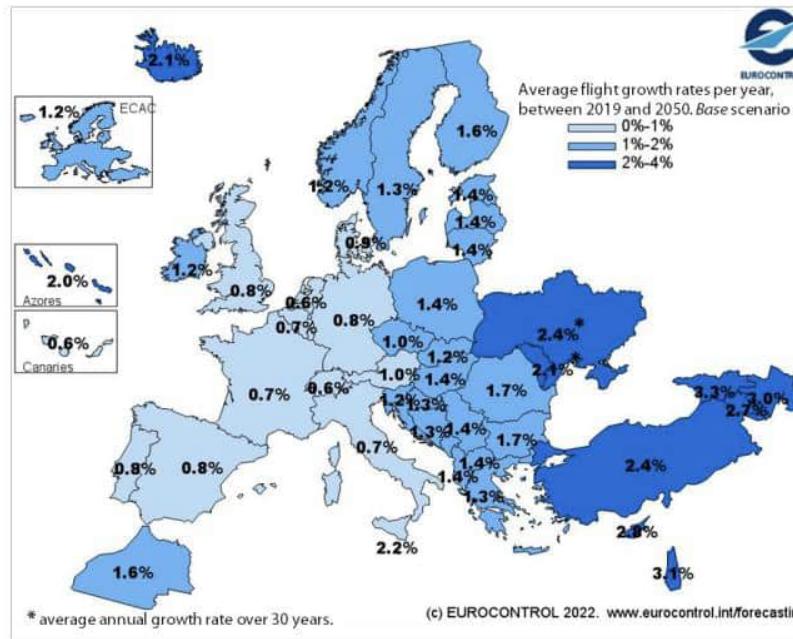


# 06 Flugverkehr



Prognosen Nachfrage Flugverkehr  
(Eurocontrol 2022, IATA 2023)

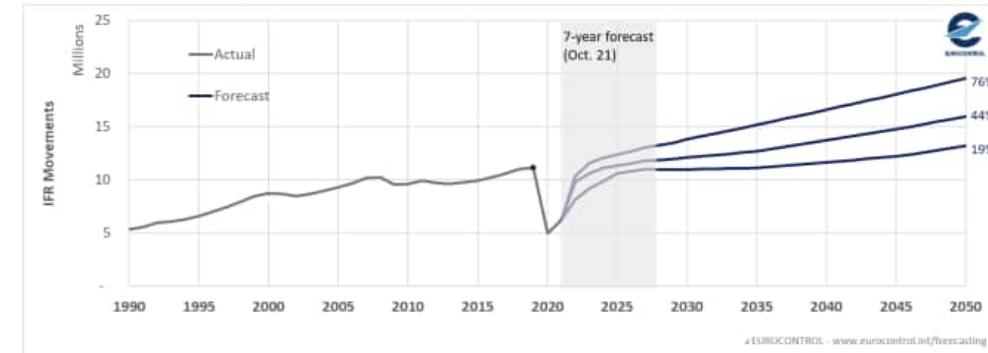
Figure 5. Average annual flight growth rates in the Base scenario over the next 30 years.



Basis Szenario:

- Europa bleibt Hub
- Leute wollen weiterhin fliegen
- Verbindungen zwischen Europa und der Welt über Tourismus, Handel und Wirtschaft gefördert
- Nachhaltigkeitsaspekte werden wichtiger.

Figure 4. Flight Forecast for Europe, with total growth between 2019 and 2050.



ECAC	IFR Flights						2050/2019	
	2019		2050		Extra flights/day (thousands)	Total growth		
	Total (million)	Avg. daily (thousands)	Total (million)	Avg. daily (thousands)				
High scenario			19.6	53.6	23.2	+76%	+1.8%	
Base scenario	11.1	30.4	16.0	43.7	13.4	+44%	+1.2%	
Low scenario			13.2	36.2	5.8	+19%	+0.6%	

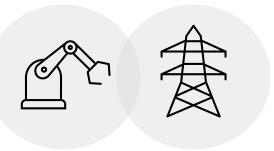
STATFOR Doc 683 08/04/2022

	Recovery year	CAGR (2019 - 2040)	Additional passengers by 2040, millions
Africa	2024	3,4%	155,72
Asia Pacific	2024	4,6%	2 554,41
Europe	2024	2,1%	665,81
Middle East	2024	3,7%	276,03
North America	2023	2,2%	564,98
Latin America & Caribbean	2023	2,9%	313,47
World	2024	3,4%	3 940,80

Sources: IATA Sustainability and Economics, Tourism Economics (March 2023 release)

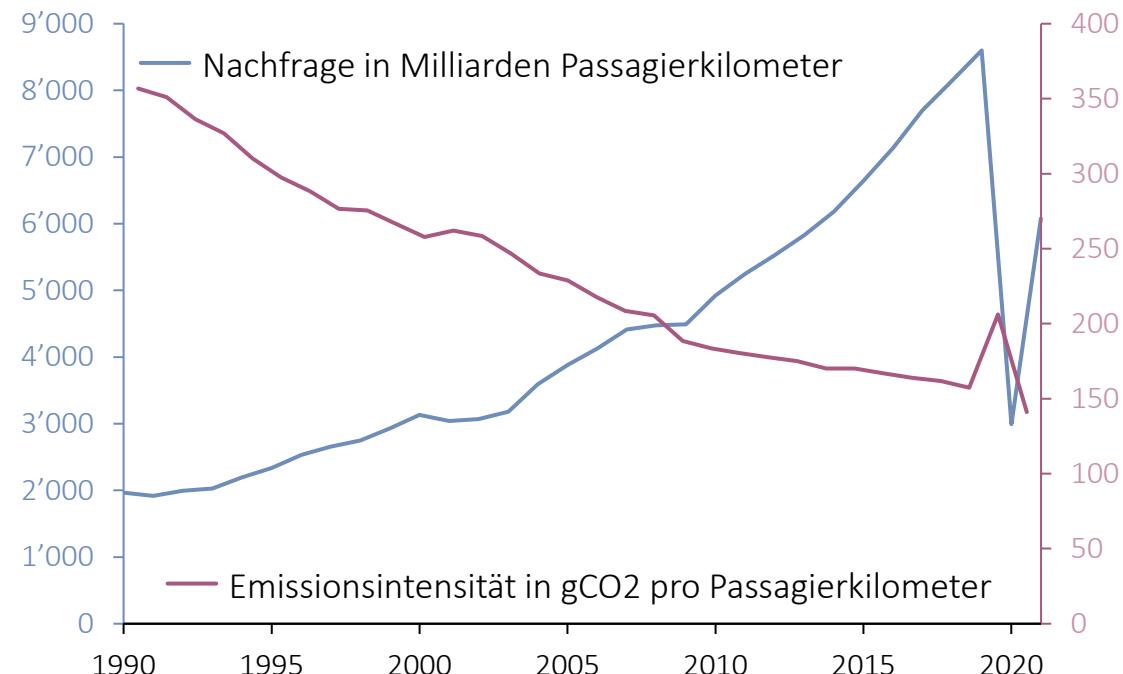


## 06 Flugverkehr



### Änderung in Nachfrage und Emissionsintensität Flugverkehr

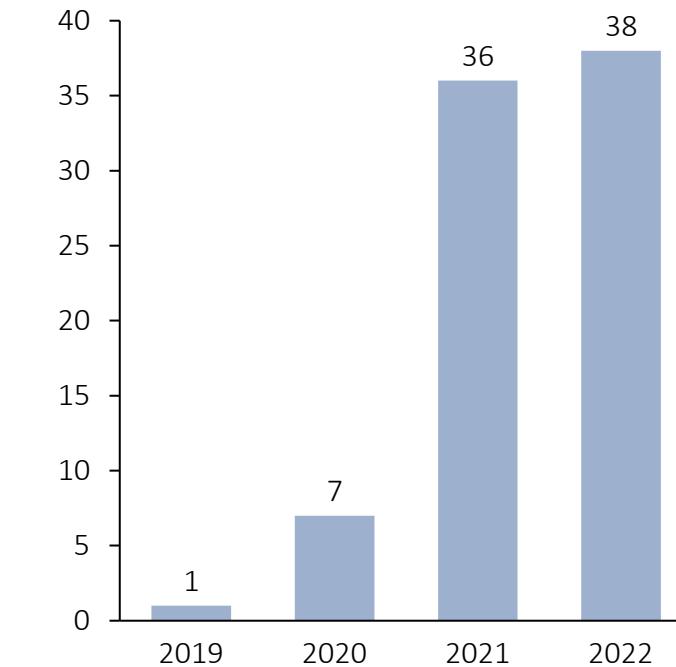
Quelle: Bergero et al. (2023); Our World in Data.



### Netto Null Ziele von Flugunternehmen

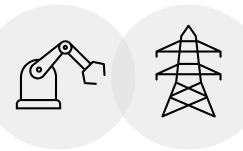
Quelle: BloombergNEF (2023).

#### Anzahl Flugunternehmen mit Netto Null Ziel



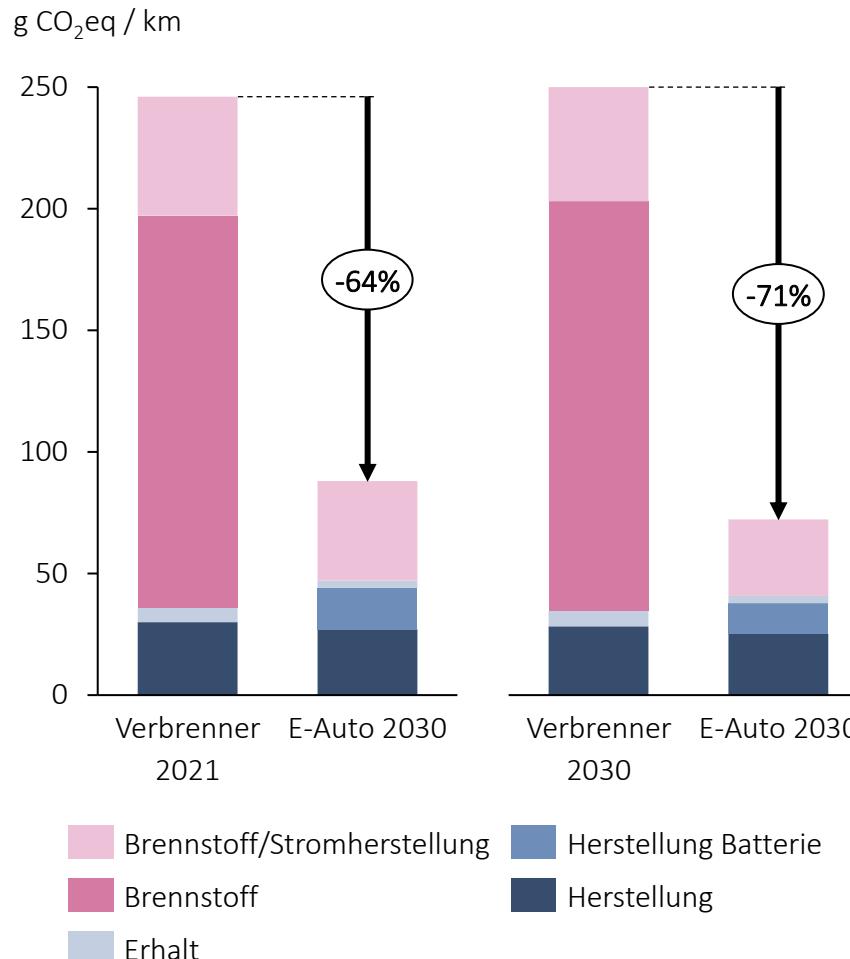


# 06 Graue Emissionen von Autos



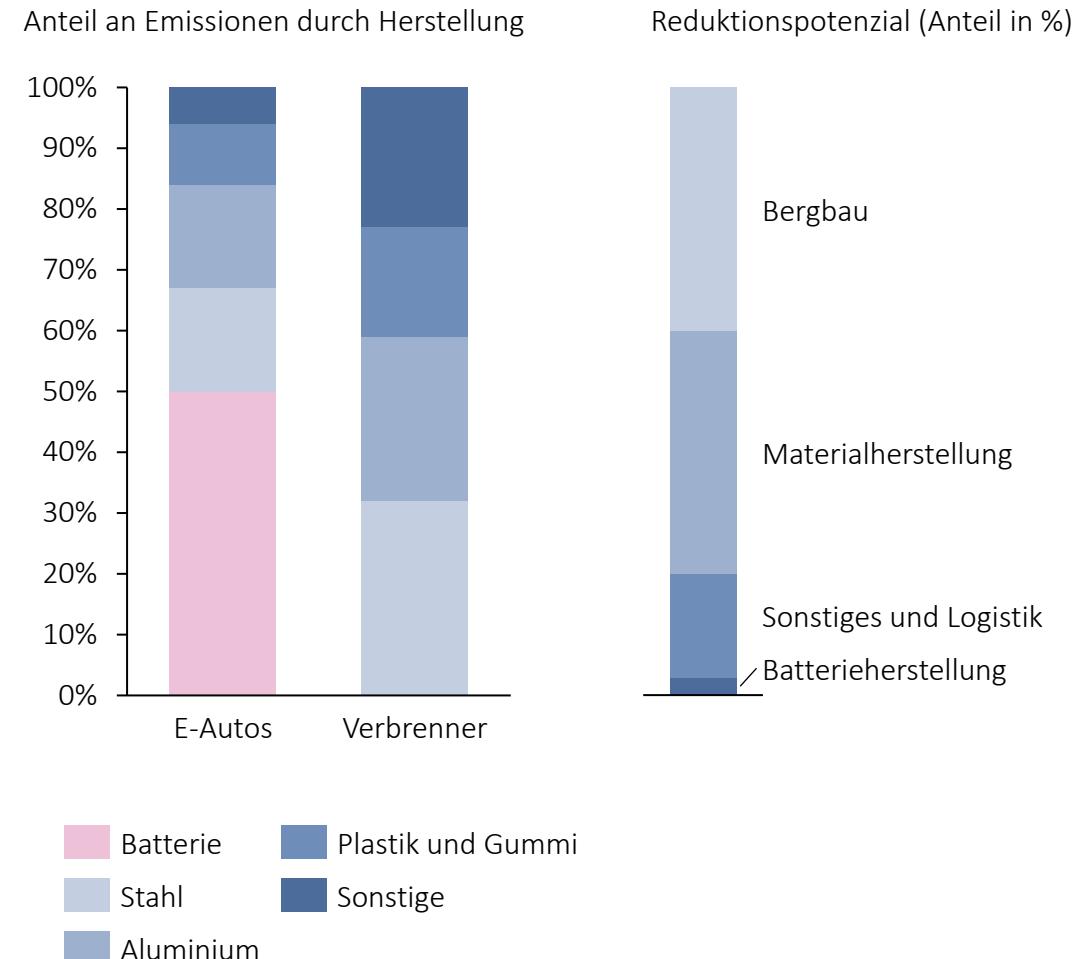
Lebenszyklus-THG-Emissionen durchschnittlicher mittelgroßer mit Verbrennungsmotor (ICEV) und batteriebetriebenen Fahrzeugen (BEV) in Europa

Quelle: ICCT (2021). In Europa zugelassene Fahrzeuge.



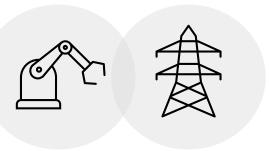
Typische vorgelagerte Emissionen durch Herstellung von E-Autos vs. Verbrenner

Quelle: McKinsey (2023).



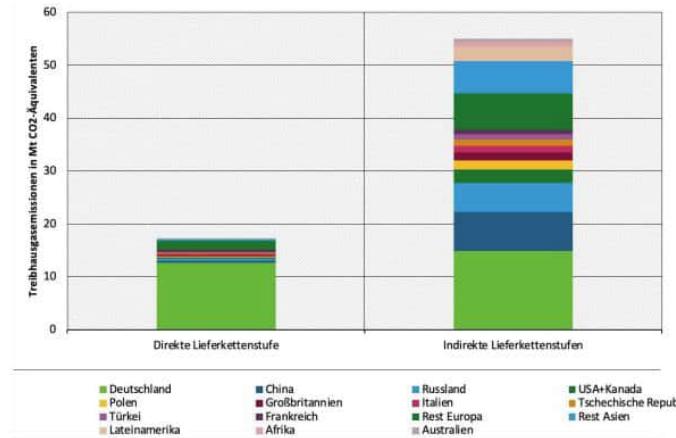


# 06 Graue Emissionen von Autos



Deutsche Automobilindustrie: Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette

Quelle: UBA 2022.

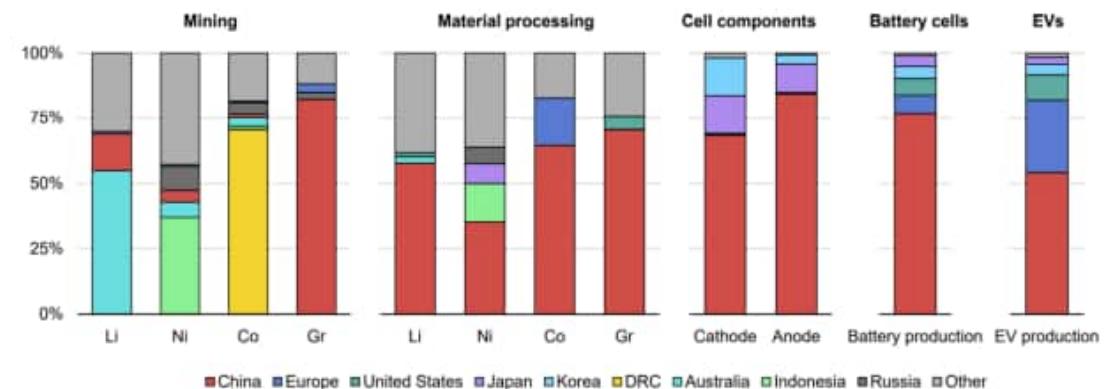


INFRAS

Quelle: UBA 202, IEA 2022

## Globale Lieferkette Produktion Batteriezellen

Quelle: IEA 2022. Geografische Verteilung der globalen Traktionsbatterien-Lieferkette

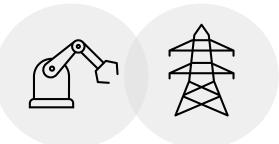


Li = Lithium; Ni = Nickel; Co = Kobalt; Gr = Graphit; DRC = Demokratische Republik Kongo.

Die geografische Aufschlüsselung bezieht sich auf das Land, in dem die Produktion stattfindet. Der Bergbau basiert auf Produktionsdaten. Die Materialverarbeitung basiert auf den Daten zur Raffinerieproduktionskapazität. Die Produktion von Zellkomponenten basiert auf den Daten zur Produktionskapazität von Kathoden- und Anodenmaterial. Die Produktion von Batteriezellen basiert auf den Daten zur Produktionskapazität von Batteriezellen. Die EV-Produktion basiert auf den EV-Produktionsdaten.

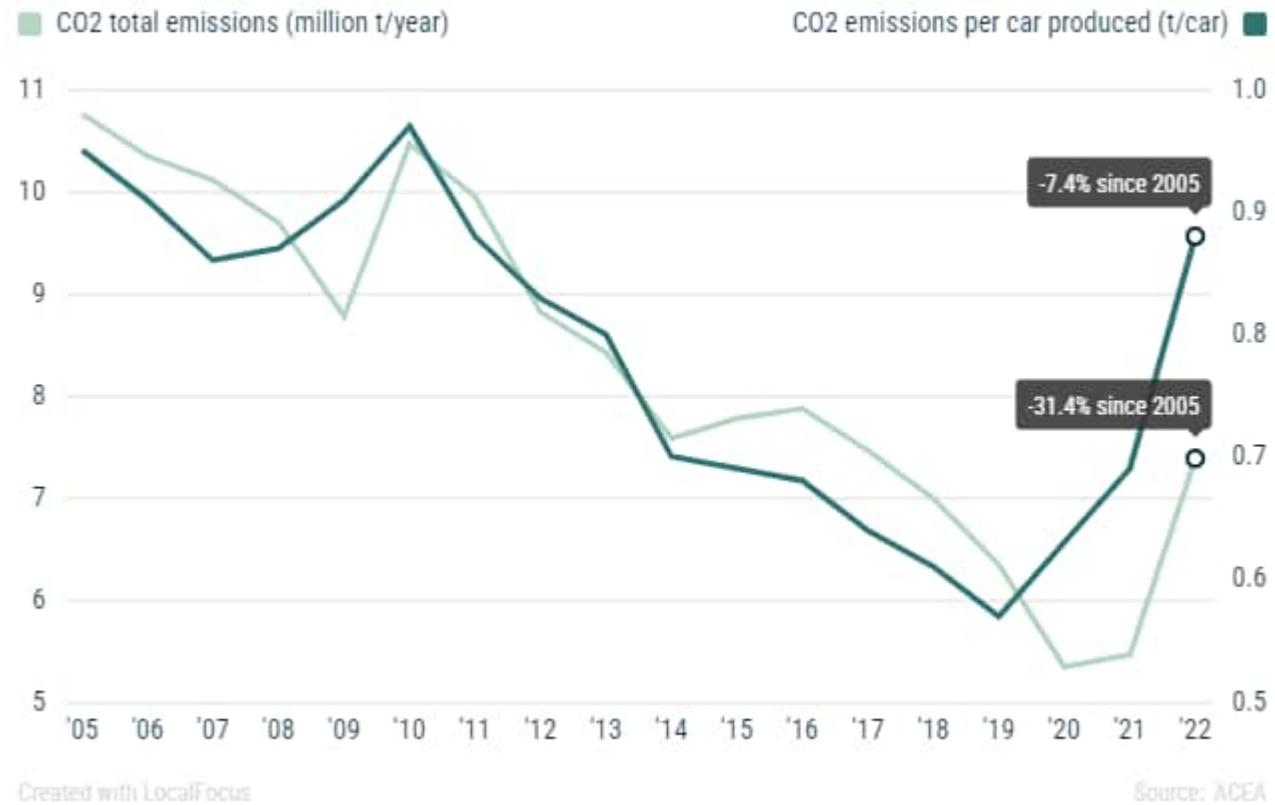


## 06 THG Emissionen der Fahrzeugherstellung in Deutschland



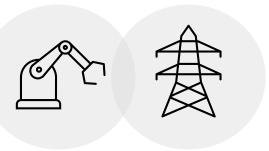
Reduktion der THG-Emissionen der Fahrzeugherstellung in Deutschland zwischen 2005-2022

Quelle: ACEA (2023)





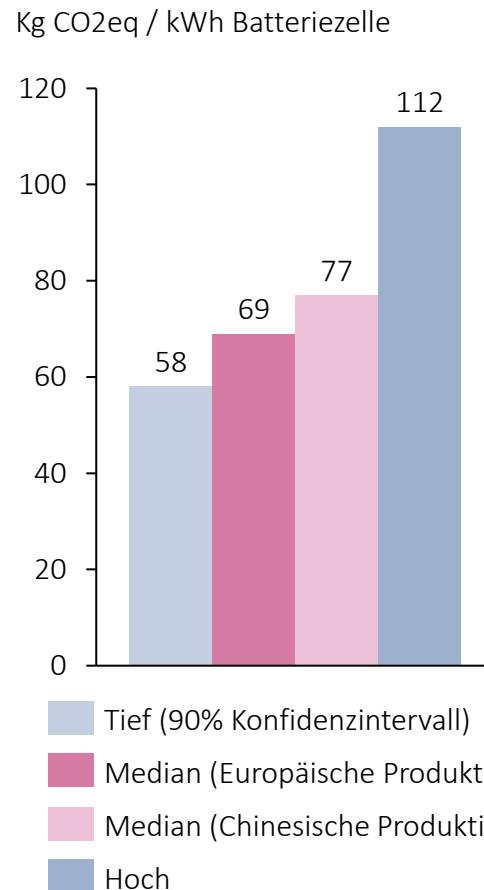
# 06 THG-Fussabdruck von Batterien



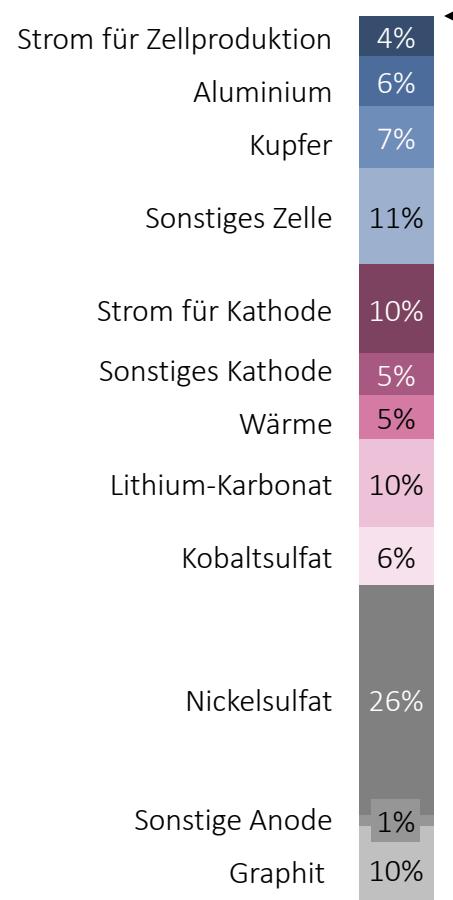
THG-Fussabdruck von Lithium-Ionen-Batterien mit Nickel-basierter Kathode (NMC811)

Quelle: Peiseler et al. (2024).

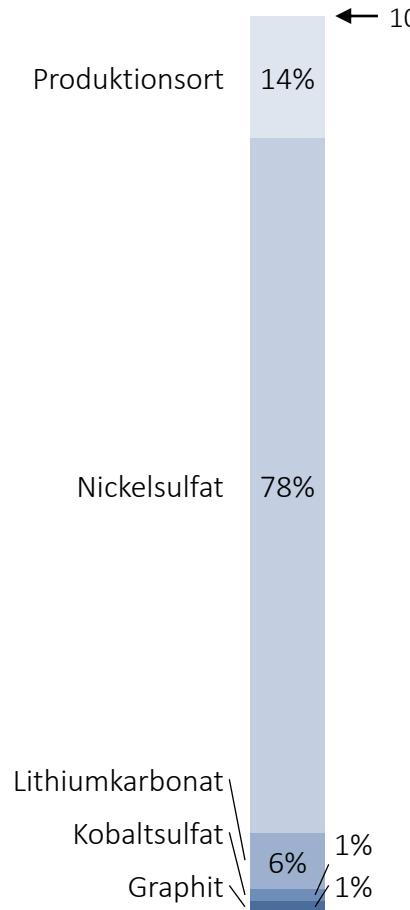
## Globale Werte THG-Fussabdruck



## Anteil Wertschöpfungskette am Fussabdruck



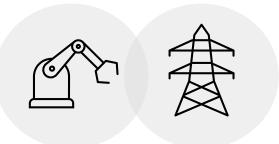
## Beitrag zur Varianz des Fussabdrucks



"Our findings highlight the elevated influence of battery materials vis-à-vis cell production locations on carbon footprint contributions and variance in distributions. In particular, nickel and lithium emerge as the materials with the most significant impact."

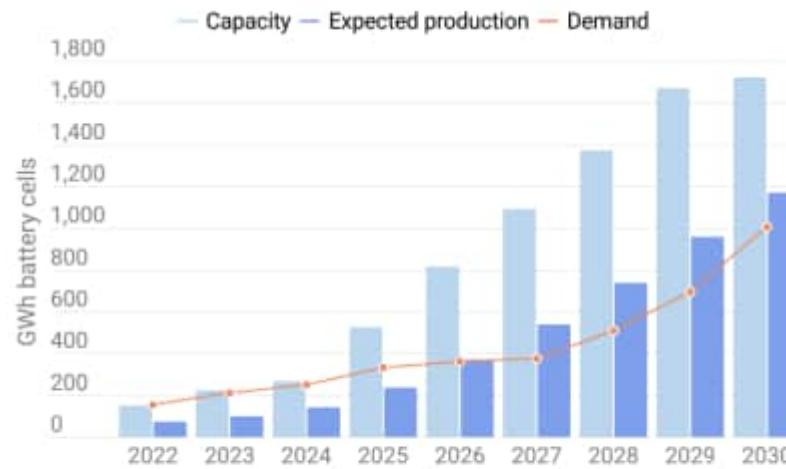


## 06 Entwicklung Batterieherstellung in Europa



Geplanter Ausbau der Produktionskapazitäten in Europa

Quelle: T&E (2024)

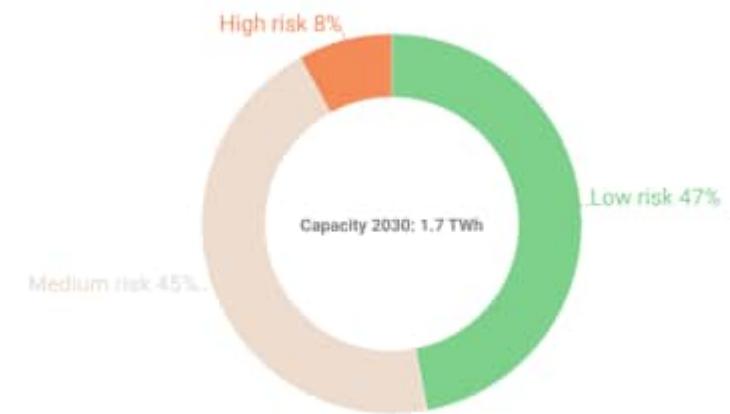


Note: Demand in Regulatory Scenario follows the EU regulations on CO<sub>2</sub> emission standards for light and heavy duty vehicles.  
Expected production was calculated based on varying capacity utilisation and scrap rates, depending on the maturity of each plant.

Source: T&E analysis of publicly announced battery cell projects

T&E

More than half the announced battery cell capacities in Europe  
are at risk of being delayed, scaled down or cancelled



Source: T&E analysis of publicly announced battery production projects planned up to 2030

T&E

Risikofaktoren für die Realisierung der angekündigten Produktionskapazitäten sind:

- Zugang zu Rohmaterialien
- Expertise und Know-How
- Konkurrenz mit China und USA

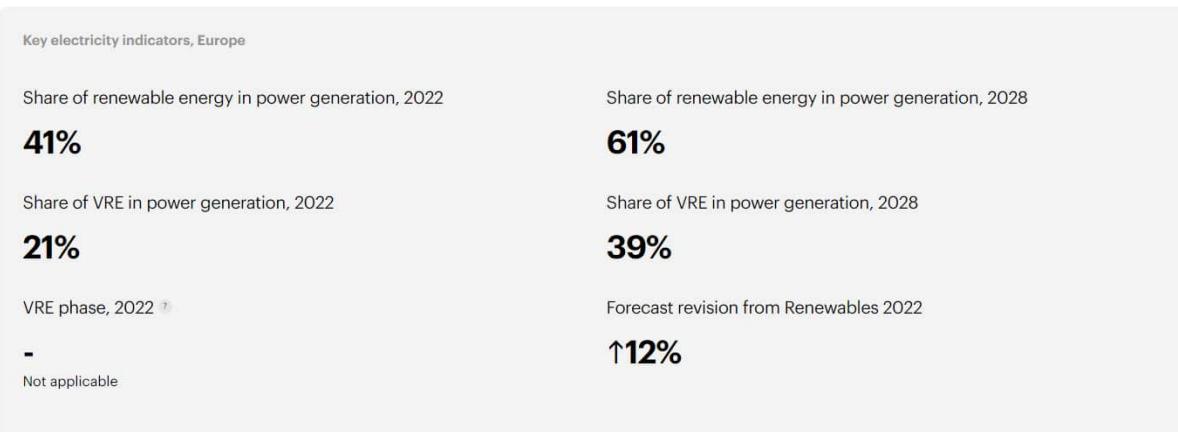


# 06 Entwicklung Strommix Europa und China



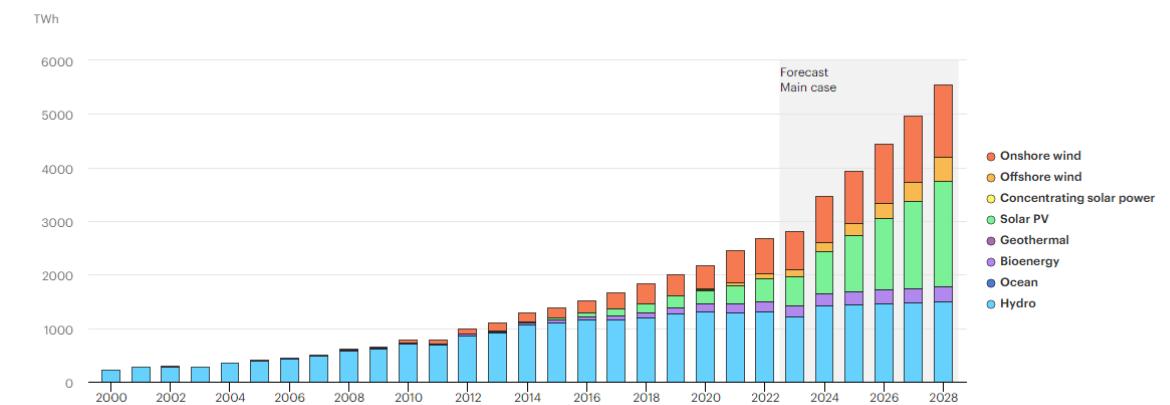
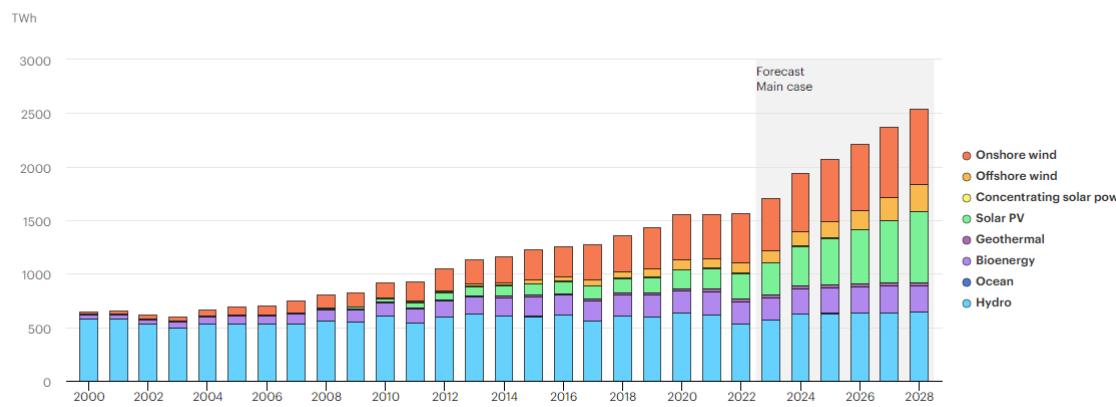
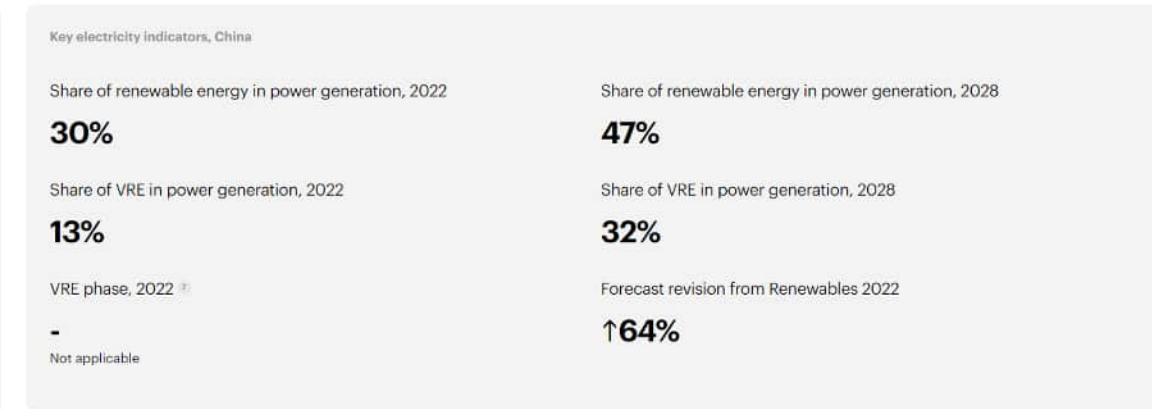
## Anteil erneuerbarer Energieträger an Stromerzeugung in Europa

Quelle: IEA (2024)



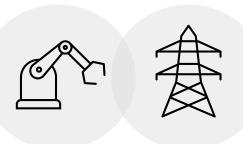
## Anteil erneuerbarer Energieträger an Stromerzeugung in China

Quelle: IEA (2024)



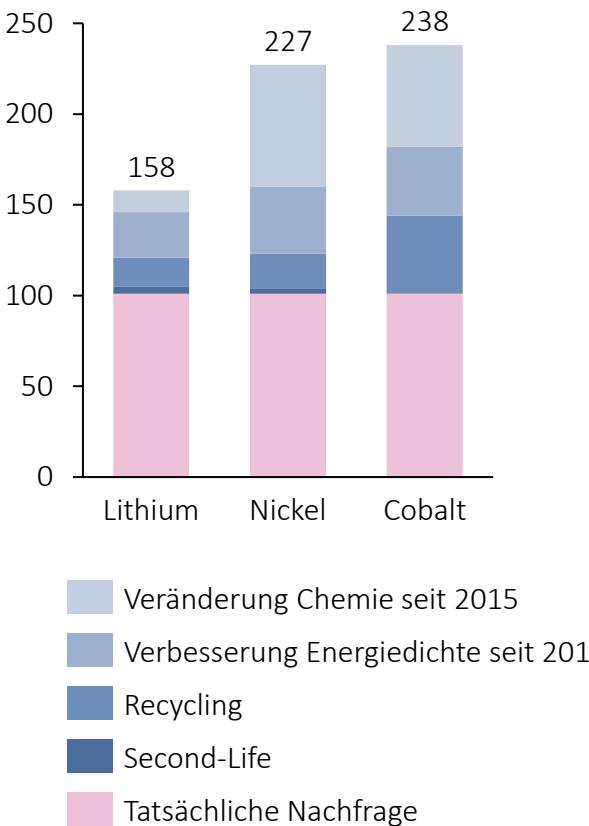


# 06 THG-Fussabdruck von Batterien



Möglichkeiten, den Mineralienbedarf und THG-Fussabdruck von Batterien zu verringern  
Quelle: RMI (2024).

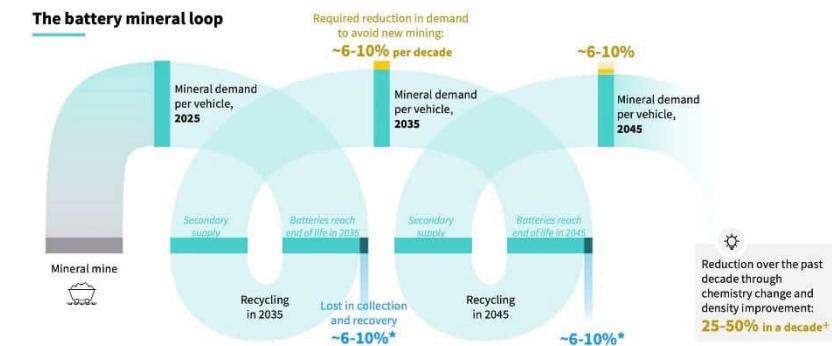
Vermiedene Nachfrage nach neuen Mineralien für Batterien im Jahr 2023.  
Tatsächliche Nachfrage = 100



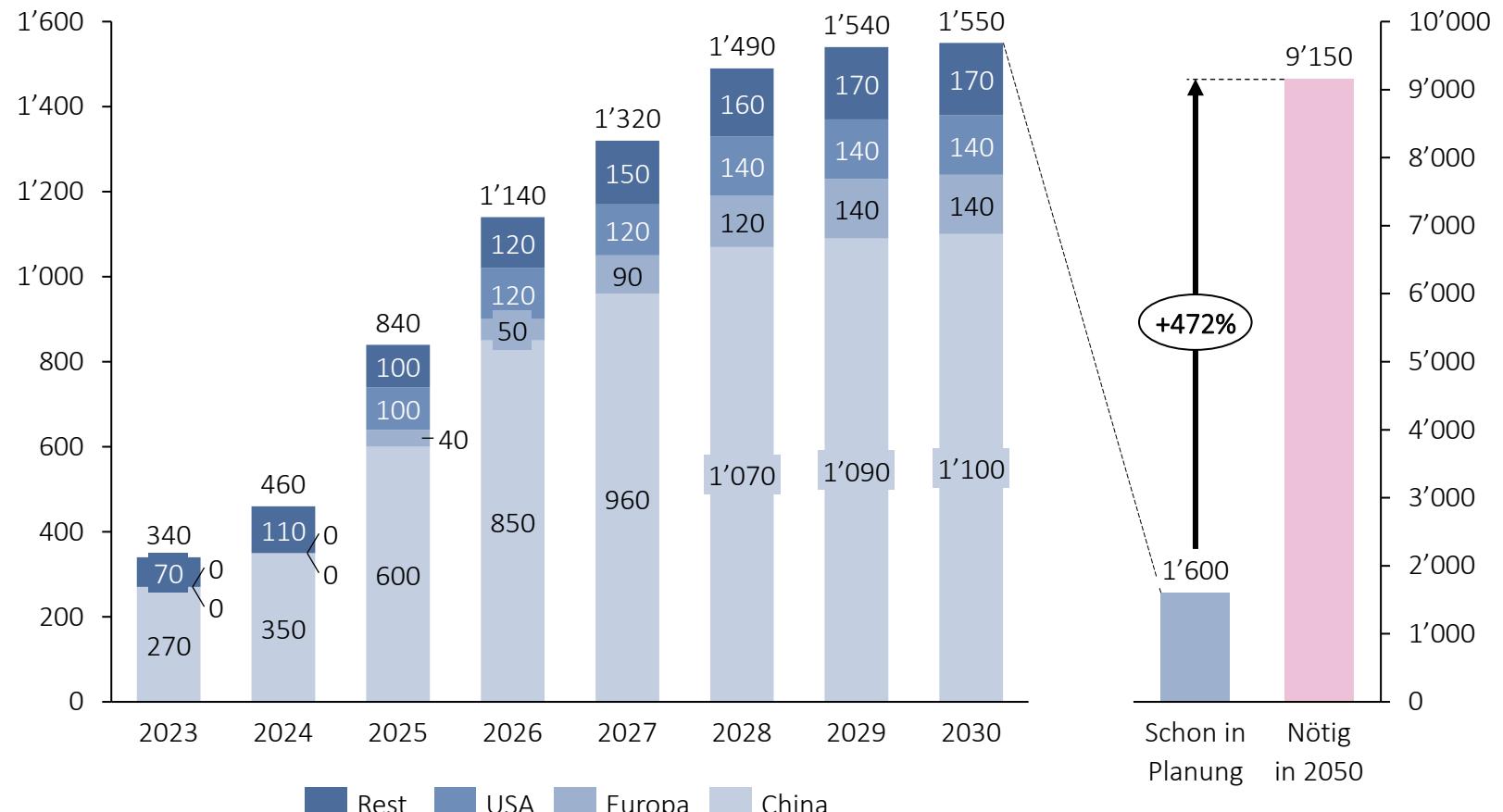
**INFRAS**

Quelle: RMI (2024).

Eine Umsetzungshürde: Recyclingkapazität  
Quelle: RMI (2024).



Batterie-Recycling-Kapazität in GWh



Zurück zur [Struktur](#)



# 06 Entwicklung Treibhausgas Emissionen Fahrzeughherstellung



Fahrzeughherstellung: THG Emissionen 2017 und 2040

Quelle: Cox et al. (2020).

## Vehicle production LCIA results

Figure 16 to Figure 21 show the environmental burdens of vehicle production and end-of-life for different environmental impact categories. Results are shown only for lower medium sized vehicles. The variability in results for BEV and FCEV are due mostly to variability in battery and fuel cell size respectively.

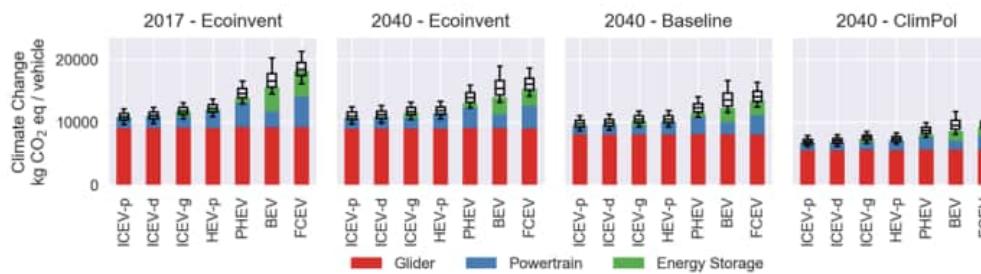


Figure 16 Climate change burdens of vehicle production and end of life. The bars show the most likely values, while the whiskers show the 5th and 95th percentiles. The whisker plot box contains 50% of the values, while the horizontal line within the box represents the median.

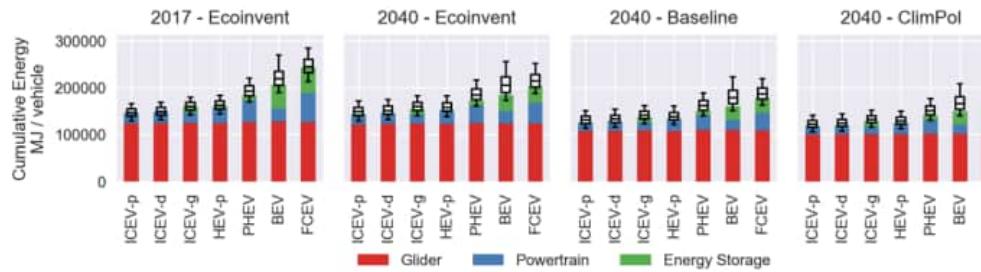


Figure 17 Cumulative non-renewable primary energy demand of vehicle production and end of life. The bars show the most likely values, while the whiskers show the 5th and 95th percentiles. The whisker plot box contains 50% of the values, while the horizontal line within the box represents the median.

Hintergrundinformationen Entwicklungsszenarien globaler und europäischer Strommix

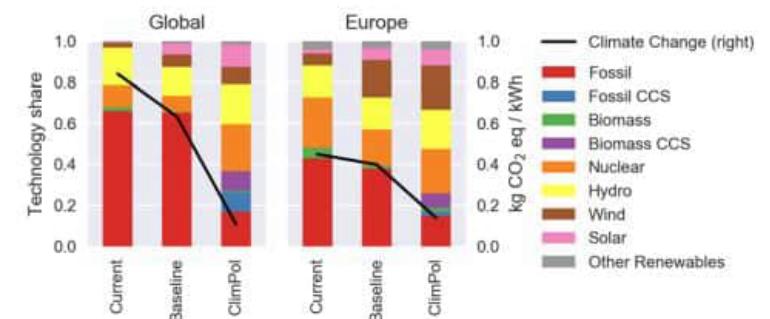
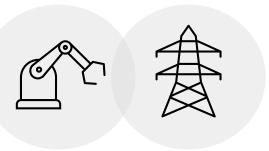


Figure 2 Global and European electricity mix, and climate change impacts per kilowatt hour for current conditions and two future (2040) scenarios. Electricity generation technologies grouped together for readability.



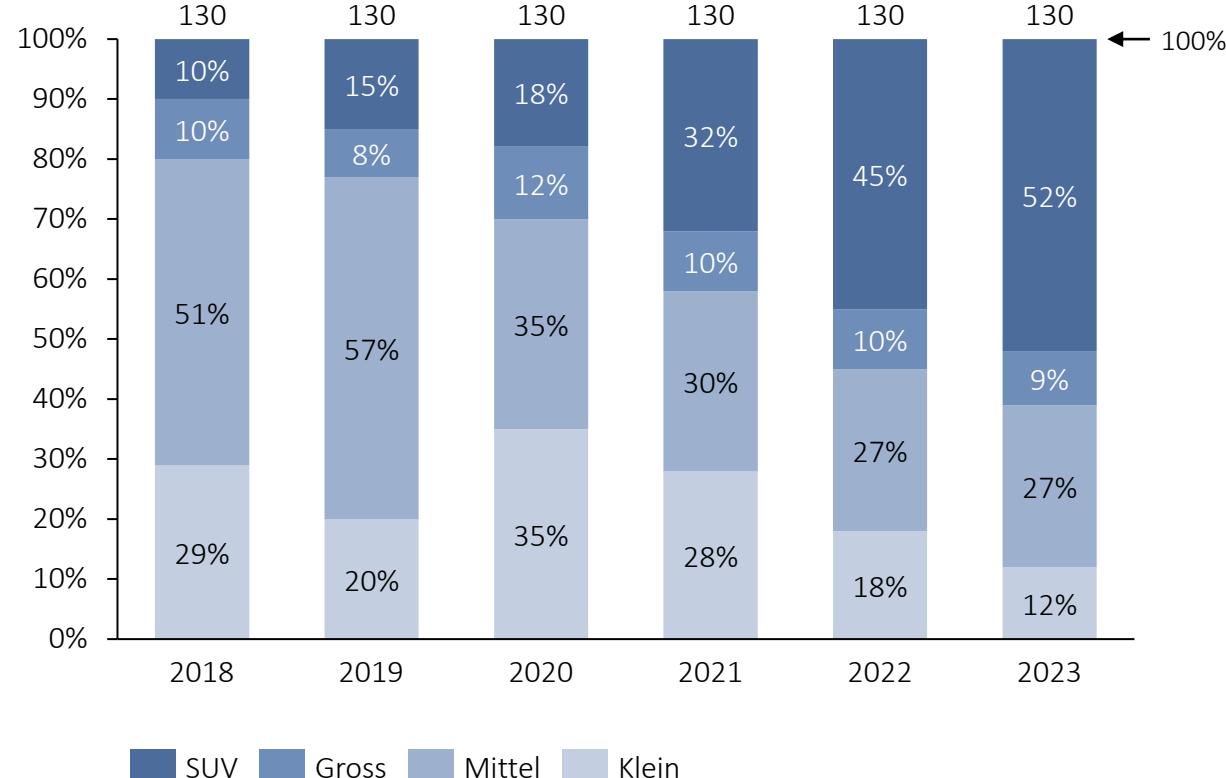
## 06 Grösse und –Gewicht verkaufter E-Autos nehmen zu



### Grösse und Gewicht verkaufter E-Autos in Europa

Quelle: RMI (2024) auf Basis von IEA Global EV Outlook (2024).

#### Grösse verkaufter E-Autos in Europa

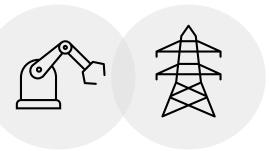


# 07 Gebäude



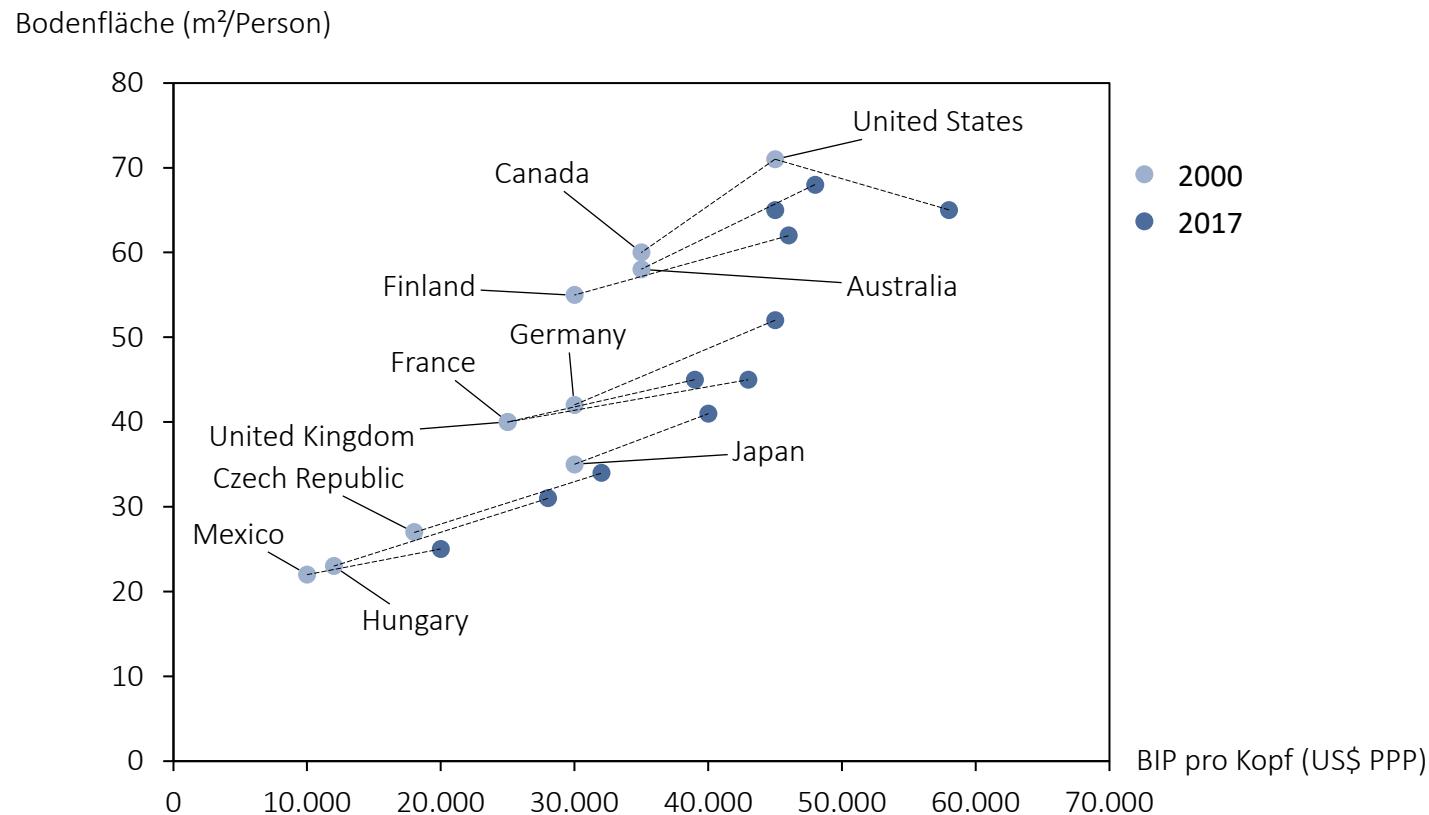


## 07 Wohlstand und Wohnfläche



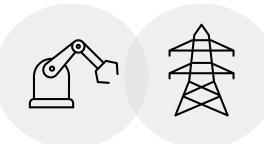
**Zusammenhang zwischen durchschnittlich genutzter Bodenfläche / Person und Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf zwischen 2000 und 2017**

Quelle: Lamb et al. (2021).

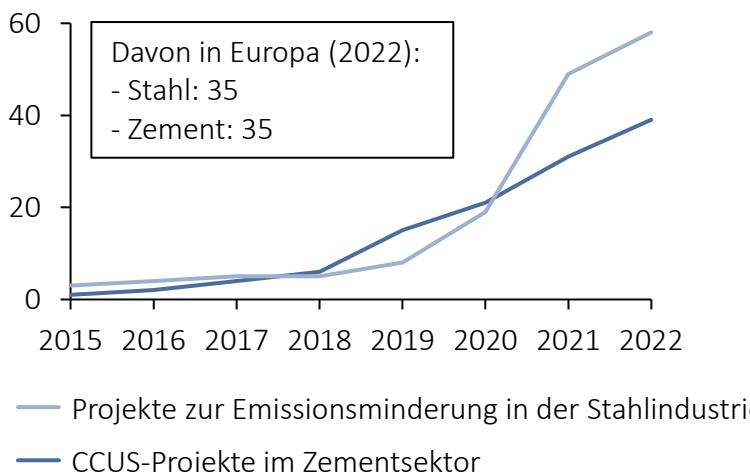




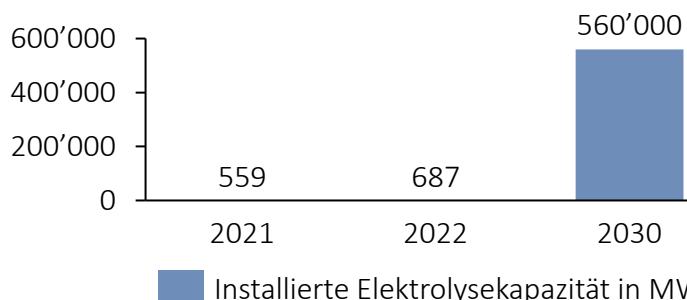
# 07 Gebäude: Marktentwicklungen in Stahl, Zement, Wasserstoff



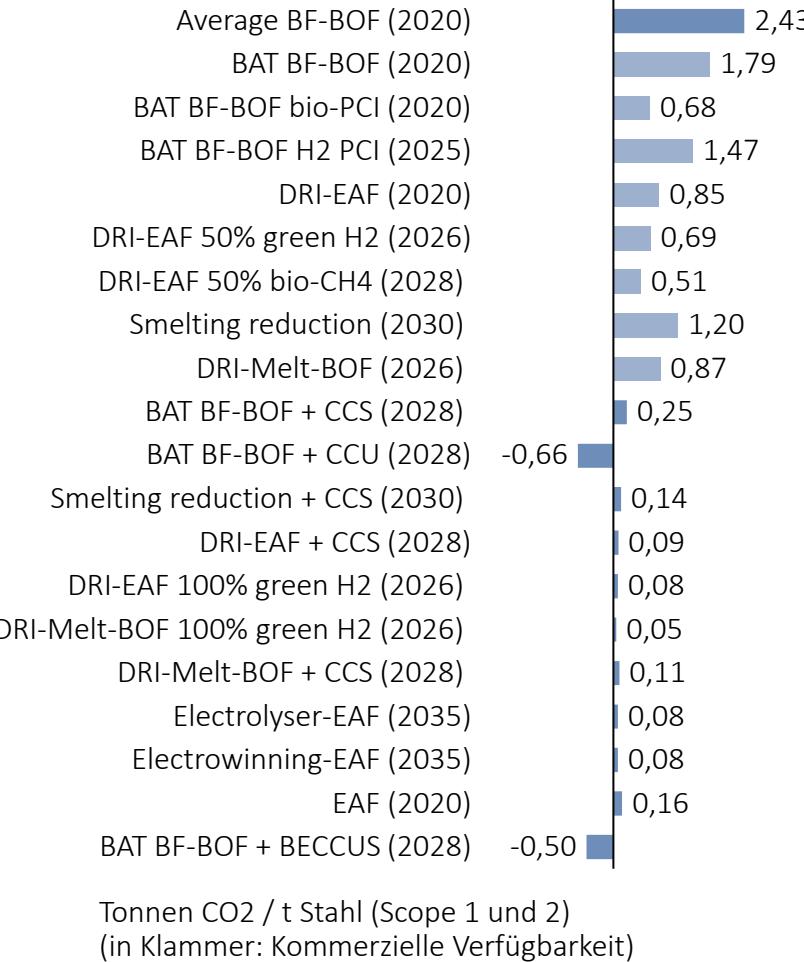
Kumulative Anzahl angekündigter Klimaprojekte im globalen Stahl- und Zementsektor  
Stand Ende 2022, Boehm et al. (2023)



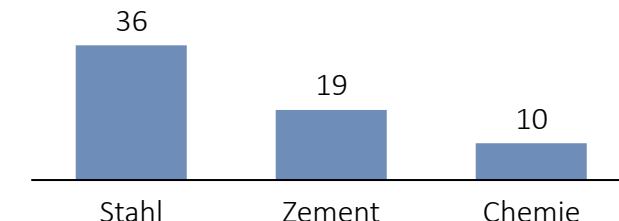
Global installierte Elektrolysekapazität 2021/2022 und IEA-Benchmark 2030  
Stand Ende 2022, Boehm et al. (2023)



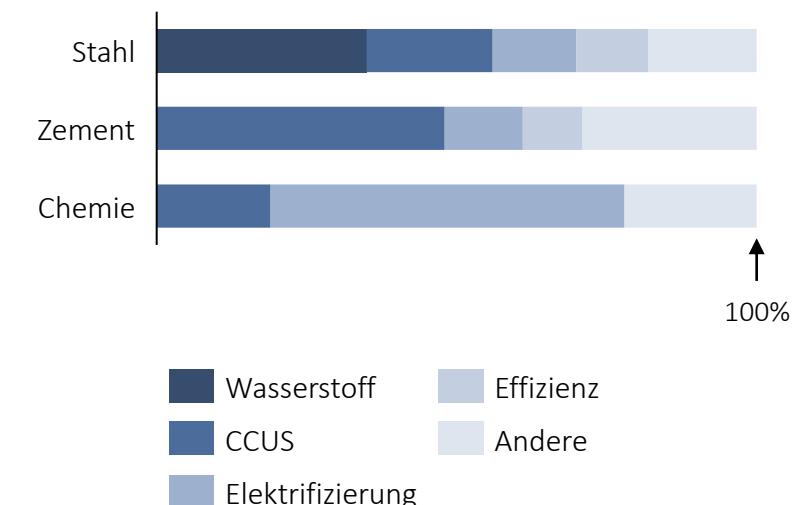
Emissionsintensität verschiedener Stahlproduktionsverfahren  
Mission Possible Partnership (2022)



Kumulative Reduktionsziele der Industrie  
Stand Ende 2022, in Gt CO<sub>2</sub>, BloombergNEF (2022)

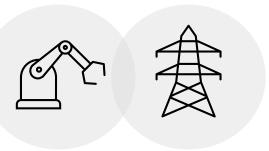


Geplante Technologien, um Reduktionsziele zu erreichen  
Stand Ende 2022, in %, BloombergNEF (2022)

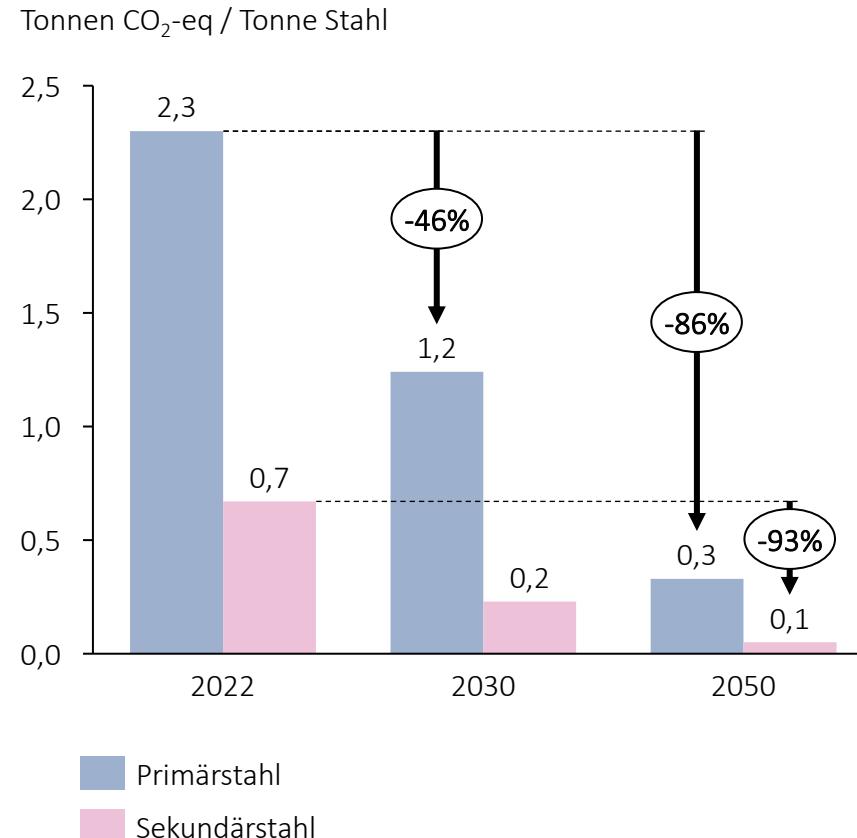




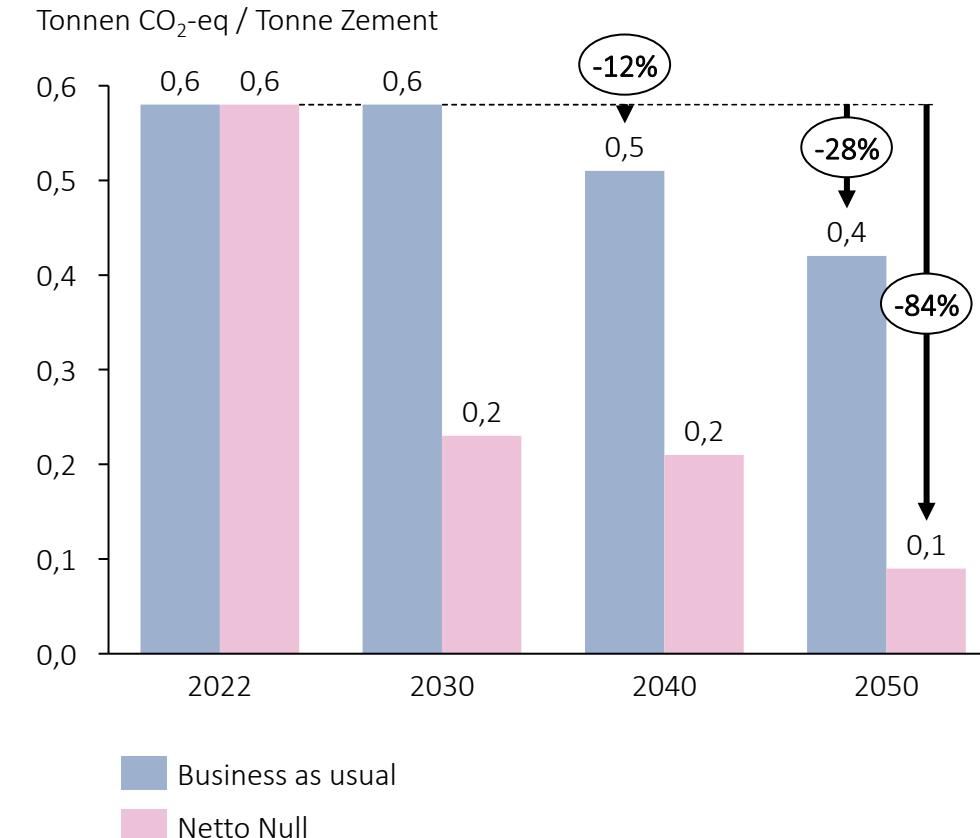
## 07 Marktentwicklungen in der Stahl- und Zementindustrie



Reduktionszielpfade der globalen Stahlindustrie  
Quelle: WEF (2023).

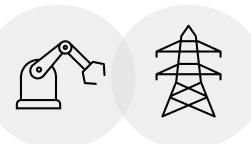


Reduktionspfade der globalen Zementindustrie  
Quelle: WEF (2023) auf Basis von IEA-Szenarien.



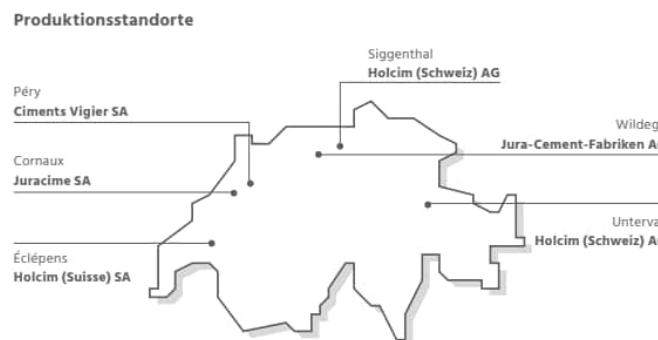
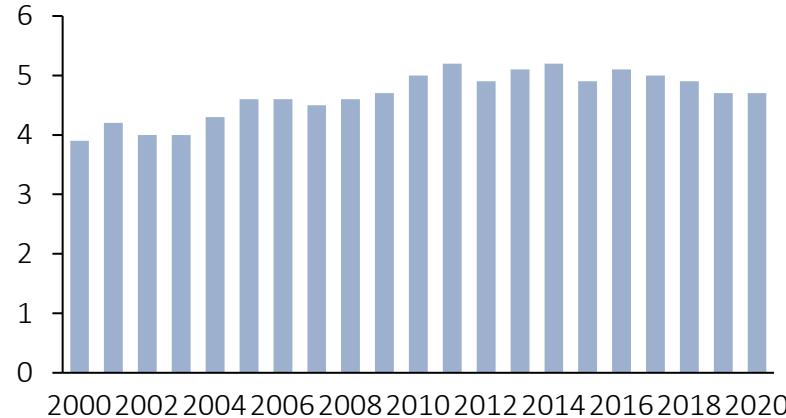


# 07 Marktentwicklungen in der Zementindustrie



Zementbedarf und Produktionsstandorte der Schweiz  
Quelle: cemsuisse (2021).

Zementbedarf in der Schweiz in Millionen Tonnen

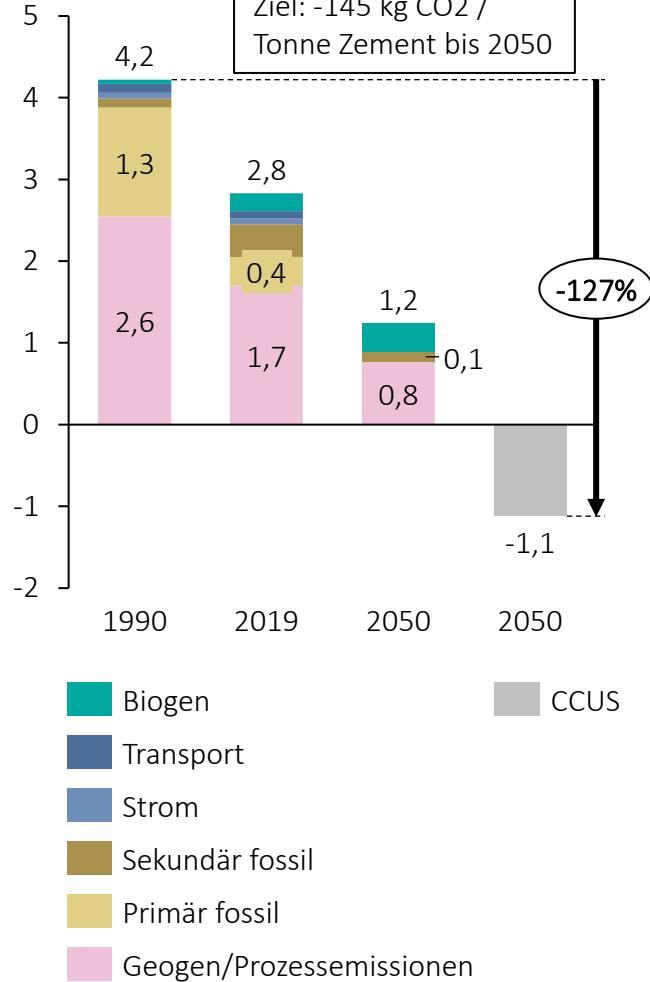


INFRAS

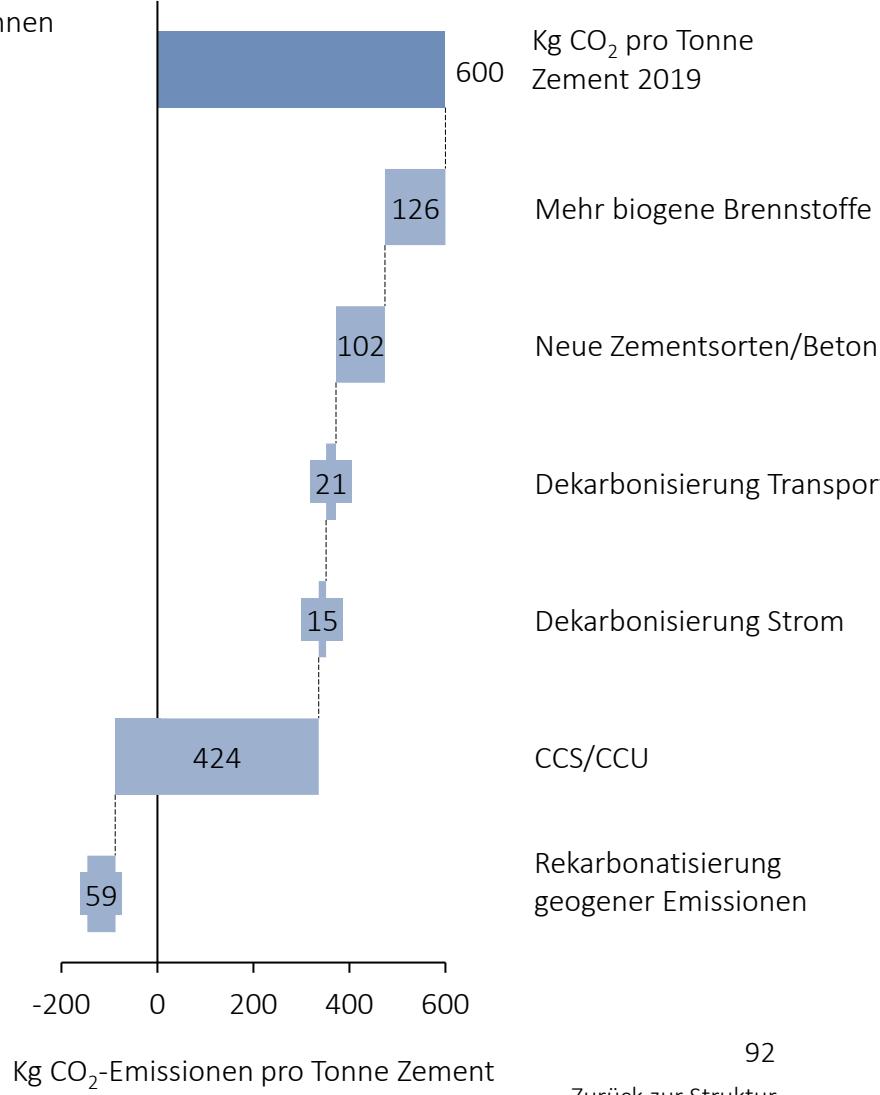
Quelle: cemsuisse (2021).

Vergangene und geplante CO<sub>2</sub>-Reduktion laut Klima-Roadmap  
Quelle: cemsuisse (2021).

Gesamtemissionen der Zementindustrie in Millionen Tonnen

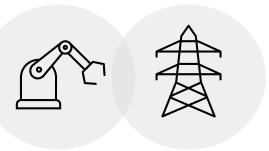


Hebel für Emissionsreduktionen der CH-Zementindustrie  
Quelle: cemsuisse (2021).





# 07 Marktentwicklungen in der Zementindustrie



## Mögliche THG-Reduktionsansätze in der Zementindustrie

Quelle: RMI (2021).

Massnahme	Beschreibung	Marktreife
Zementproduktion mit alternativen Brennstoffen	Die Verwendung alternativer Brennstoffe für den Heizprozess während der Produktion von Klinker für normalen Portlandzement würde etwa 40% des derzeitigen eingebetteten Kohlenstoffs der Zementproduktion adressieren. Dies ist technisch machbar, wurde jedoch noch nicht in großem Maßstab getestet. Der Prozess würde die mit chemischen Prozessen verbundenen Emissionen nicht adressieren.	Dies befindet sich noch in den frühen Entwicklungsstadien.
«Lebende» Materialien	Selbstheilende Materialien, einschließlich Beton, können den eingebetteten Kohlenstoff reduzieren, indem sie die Lebensdauer bestimmter Materialien verlängern, die durch Materialversagen begrenzt sind. Einige lebende Materialien können den eingebetteten Kohlenstoff weiter reduzieren, indem sie Kohlendioxid aus der Atmosphäre während des Formungsprozesses sequestrieren.	Die meisten selbstheilenden und/oder lebenden Materialien befinden sich in den frühen Stadien der Laborentwicklung.
Typ II-Zementprodukte	Die Verwendung von Kalkstein als zusätzliches zementartiges Material (SCM) stellt einen wichtigen, kostengünstigen und weit verbreiteten ersten Schritt zur Reduzierung der eingebetteten Emissionen von Beton dar. Kalkstein ist das am häufigsten verfügbare SCM, da es bereits in Zement vorhanden ist und Lagerstätten weit verbreitet sind. Das Gesamtemissionsminderungspotenzial von Kalkstein ist durch die Substitutionsgrenzen (15 % nach ASTM) begrenzt, was die Festigkeitsreduktion widerspiegelt, die mit der Verwendung von Kalkstein als SCM verbunden ist.	Mehrere Produkte sind in den Vereinigten Staaten erhältlich.

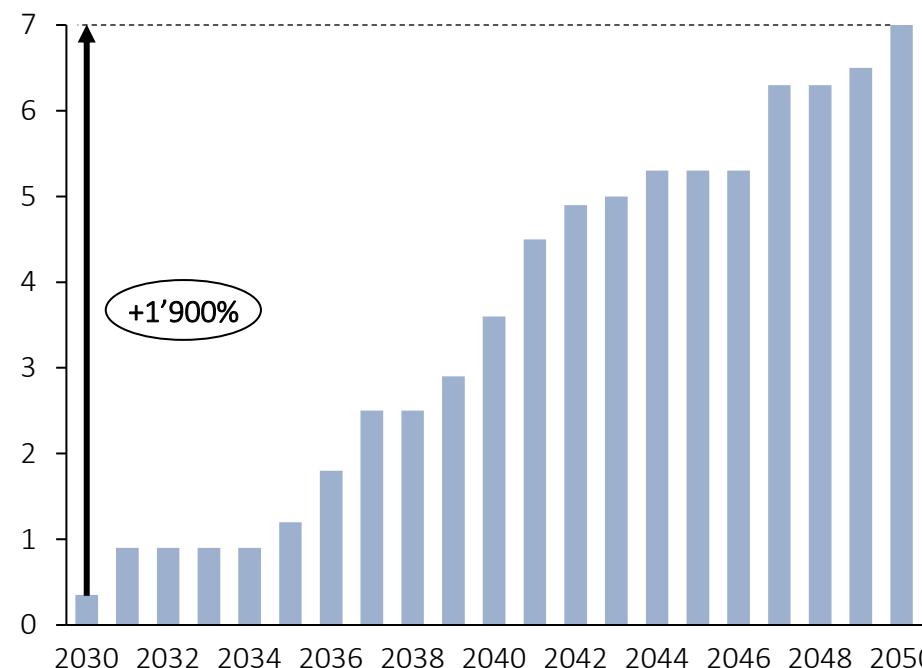
# 07 CCS-Infrastruktur in der Schweiz



Zielpfad für den Ausbau von CO<sub>2</sub>-Abscheidung in der Schweiz

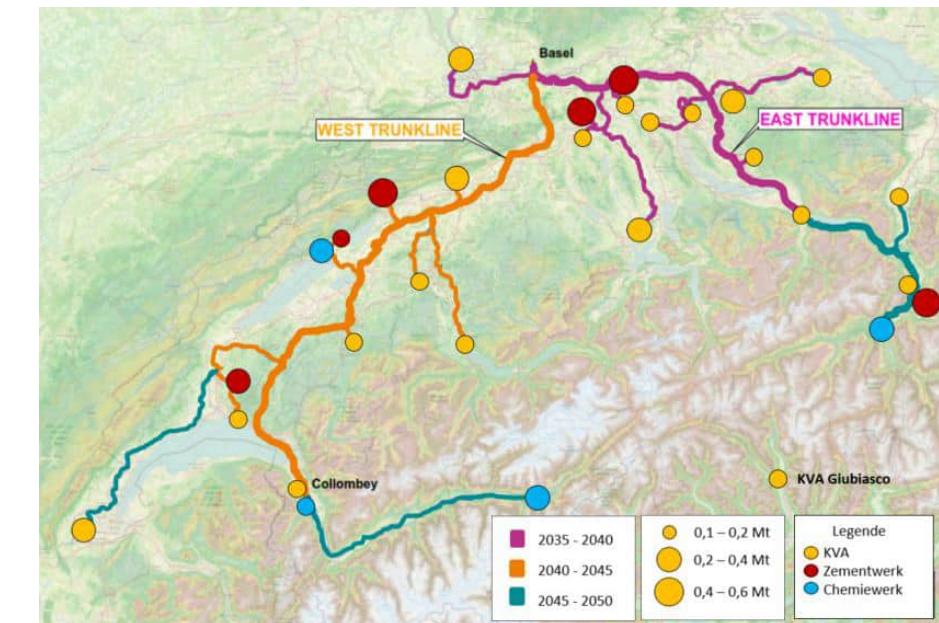
Quelle: BAK Economics (2023).

Kumulierte jährliche abgeschiedene Menge in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>



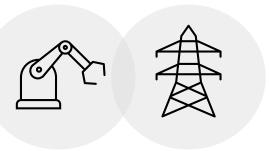
Zielbild für den Ausbau von CO<sub>2</sub>-Infrastruktur in der Schweiz

Quelle: BAK Economics (2023).

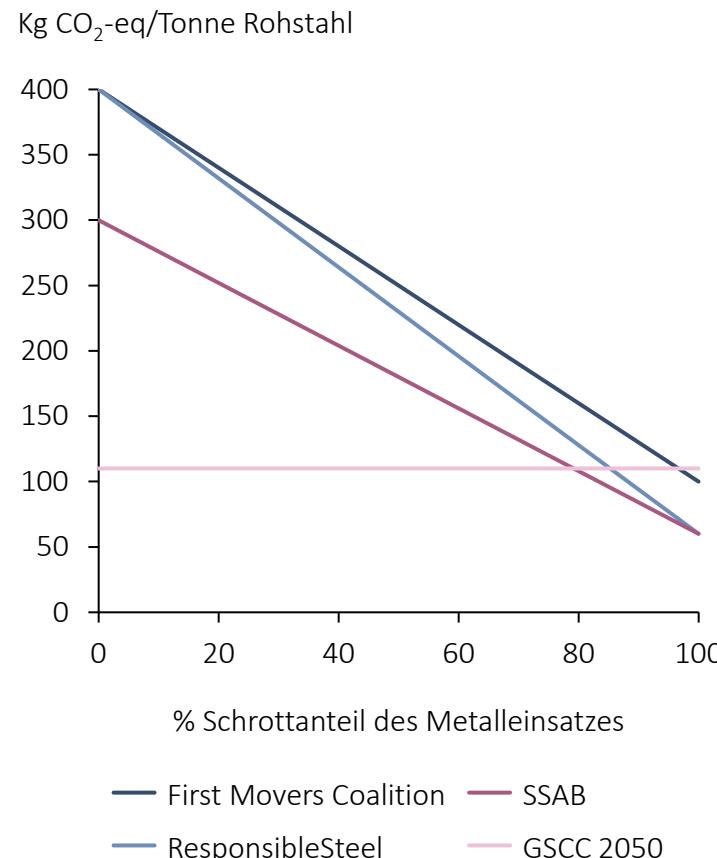




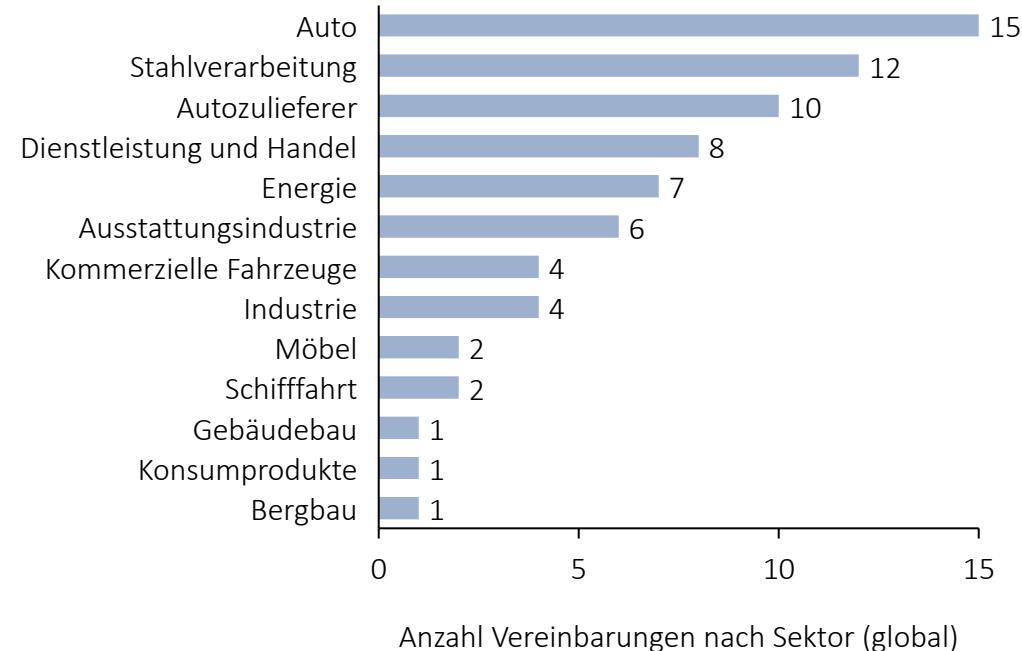
# 07 Marktentwicklungen in der Stahlindustrie



Vorgeschlagene Grenzwerte für Emissionsintensitäten von «grüner» Stahlproduktion  
Verschiedene Industriegrenzwerte, Quelle: IEA (2023).

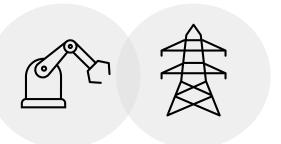


Abnahmevereinbarungen / Garantien für grünen Stahl  
Quelle: BloombergNEF (2023). Stand Ende 2023.  
Als Teil von FMC, SteelZero, oder individuell.



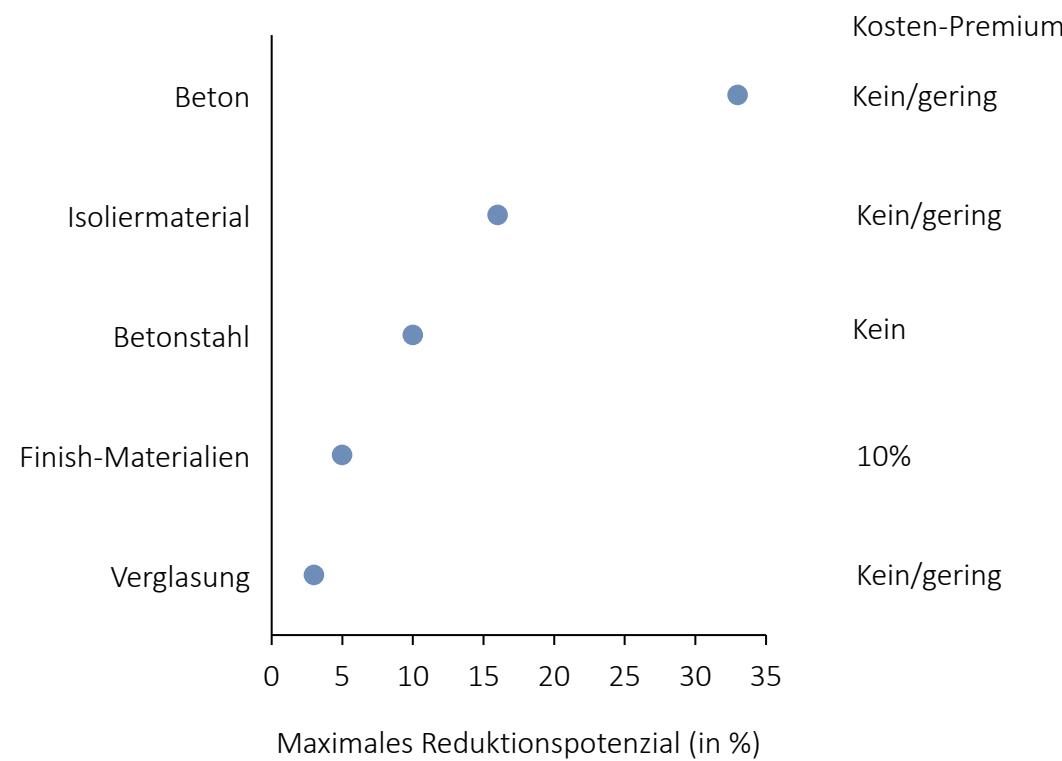


# 07 Marktentwicklungen im Bereich Gebäude



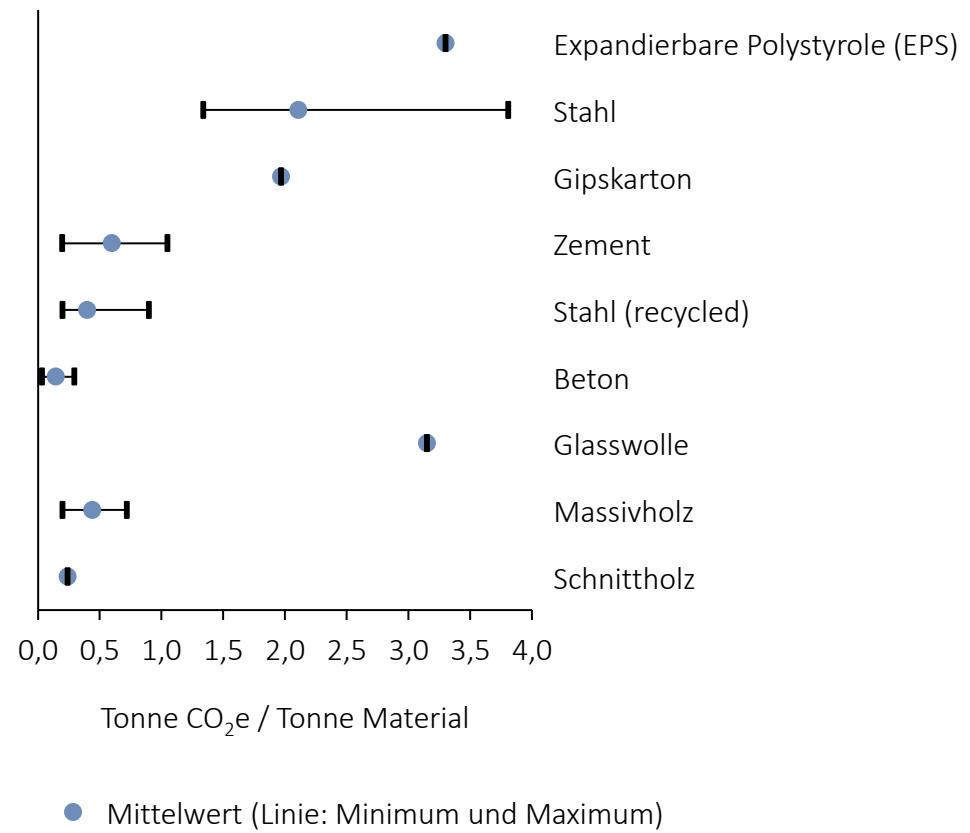
## Top-Kategorien für die Reduktion von grauen Emissionen in Gebäuden

Quelle: RMI (2021)



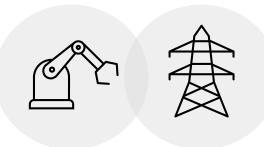
## CO<sub>2</sub>e-Emissionen und Speicherkapazität von Baumaterialien

Quelle: Churkina et al. (2020); RMI (2021), Stand 2020



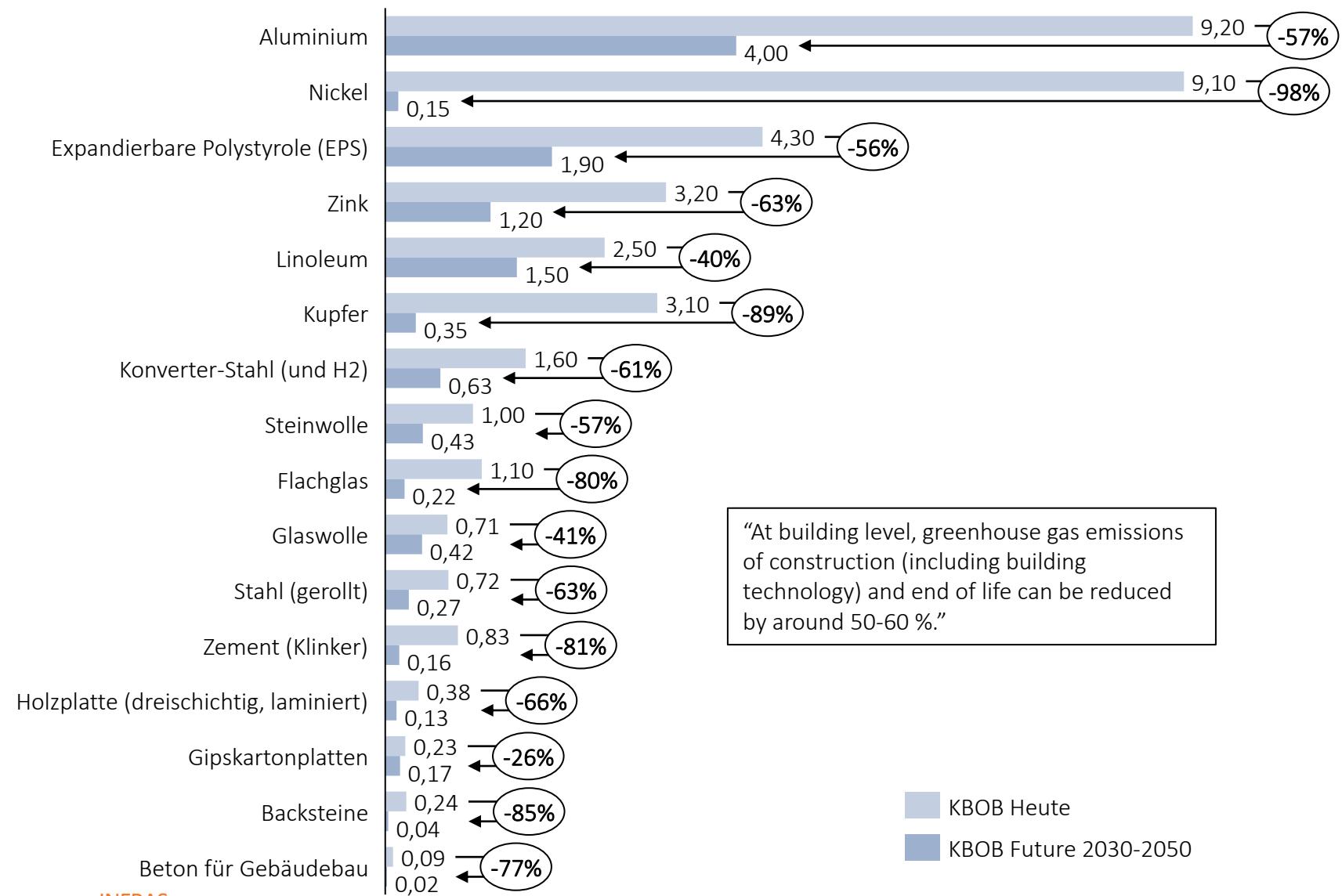


## 07 Marktentwicklungen im Bereich Gebäude



### CO<sub>2</sub>e-Emissionen von 1kg Baumaterial - Heute (KBOB) und 2030-2050 („KBOB Future“)

Quelle: Alig et al (2021). Auf Basis von KBOB-Methodik.



INFRAS

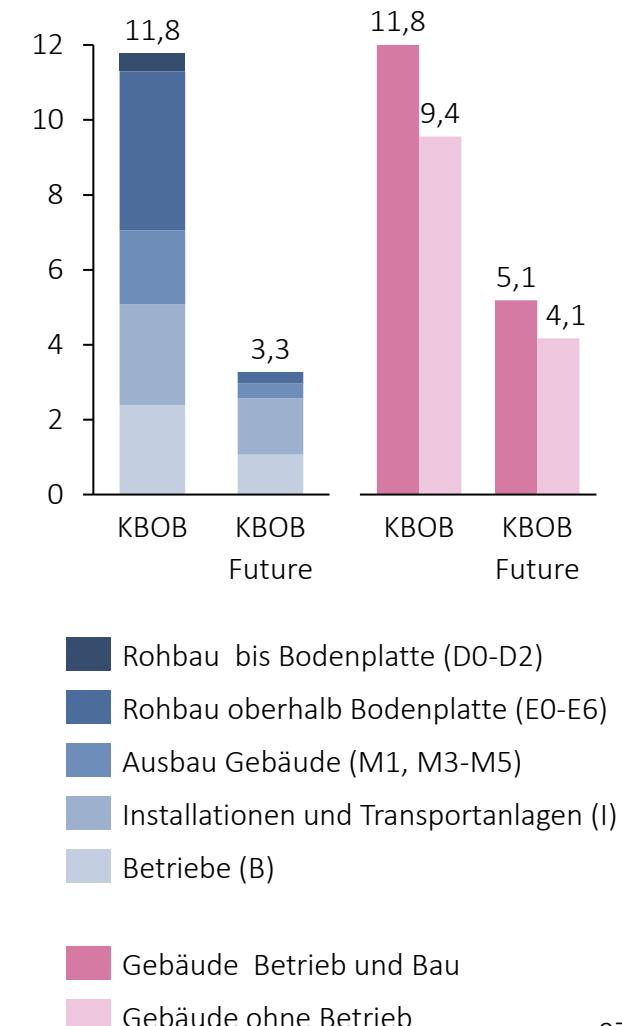
Quelle: Alig et al. (2021).

### Gesamtemissionen

#### Beispiel Wohngebäude Rautistrasse Zürich

Quelle: Alig et al (2021). Auf Basis von KBOB-Methodik

kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup>a

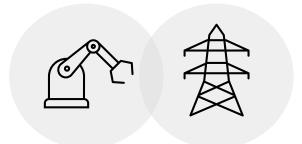


97

Zurück zur Struktur



# 07 Marktentwicklungen im Bereich Gebäude



Einstufung des Zeithorizonts für die Einführung der Emissionsreduktions-Massnahmen in verschiedenen Baumaterialien

Quelle: Alig et al (2021).

	Kurzfristig (2025)	Mittelfristig (2035)	Langfristig (2050)
Zement (Klinker) und Beton für Gebäudebau	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Energiesparpotenzial bei der Klinkerherstellung</li><li>▪ Ersatz von fossilen Brennstoffen durch Biogas bei der Betonherstellung (wenn verfügbar)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ CCS in der Klinkerproduktion</li></ul>	<p>Emissionsreduktions-Massnahmen über Optimierung Baumaterialien hinaus (Pöll 2022):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mehr Instandsetzungen anstelle Ersatzneubauten</li><li>▪ Suffizienz</li><li>▪ Unterirdisches Volumen reduzieren</li><li>▪ Holzbau</li><li>▪ Materialeffizienz</li><li>▪ Alternative Baumaterialien</li><li>▪ Reuse Bauteile</li></ul>
Backsteine	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Einführung und aktive Nutzung von Energiemanagementsystemen</li><li>▪ Optimierte Kühlzonen</li><li>▪ Abwärmenutzung</li><li>▪ Wärmerückführung zur Trocknung</li><li>▪ Substitution von Erdgas durch Biogas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mikrowellenunterstützte Gasfeuerung (MAGF)</li><li>▪ CCS</li></ul>	
Gipskartonplatten	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Substitution von Erdgas durch Biogas</li><li>▪ Verwendung von <math>\beta</math>-Halbhydrat aus Naturgips anstelle von REA</li></ul>		
Flachglas	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Abwärmenutzung</li><li>▪ NOx-ärmerer Brenner</li><li>▪ Optimierte Verbrennung</li><li>▪ Schnelle Reaktion</li><li>▪ Substitution von fossilen Brennstoffen durch Biogas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Substitution fossiler Brennstoffe durch Elektrizität</li><li>▪ CCS</li></ul>	<p>Zusätzlich Senken</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Carbonatisierung Beton</li><li>▪ Pflanzenkohle in Beton</li><li>▪ Handabdruck Holz</li></ul>
Aluminium	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erneuerbarer Strommix</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Verringerung der PFC-Emissionen</li></ul>	
Kupfer	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Nutzung von Abwärme</li><li>▪ Umstellung auf Biogas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Einführung der besten verfügbaren Produktionstechnologie</li><li>▪ CCS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Künftiger Strommix</li></ul>
Nickel	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Realisierung von Energieeinsparpotenzialen</li><li>▪ Umstellung auf Biogas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ CCS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Künftiger Strommix</li></ul>
Stahl	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Einführung des Verfahrens der Direktreduktion mit Wasserstoff zur Stahlerzeugung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wasserstoffproduktion und -speicherung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erneuerbarer Strommix</li></ul>
Holzplatte (dreischichtig, laminiert)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Substitution von Erdgas durch Biogas</li><li>▪ Nutzung der aus Produktionsrückständen gewonnenen Wärme</li><li>▪ Diesel für Maschinen durch Biogas ersetzt</li></ul>		



# 07 Policy-Entwicklungen im Bereich Gebäude



## Übersicht zu verschiedenen Regulierungen und Labels in ausgewählten Ländern

Quelle: One Click LCA (2022)

	Freiwillige Labels	Methode für öffentliche Gebäude	Gebäudestandards	Produktregulierung	Produktdatenbasis
Österreich	IBO Ökopass; Klimaaktiv; BREEAM AT; Ökoindex OI3; TGB-Bewertung	-	-	-	Baubook (Freiwillig)
Frankreich	Bâtiments Bas Carbone (BBCA); Haute Qualité Envirnonnementale (HQE); Bâtiment à Énergie Positive & Réduction Carbone (E+C-)	E+C-	RE 2020	Déclaration environnementale des produits de construction	INIES (Regulatorisch)
Deutschland	DGNB; BREEAM DE; Nachhaltiger Wohnungsbau	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)	-	-	OKOBAU.DAT
Italien	Casaclima Nature; GBC Home; Protocollo ITACA	Criteria ambientali Minimi (CAM)	-	CAM öffentliche Beschaffungsregeln	EPD Italy (Freiwillig)
Niederlande	BREEAM NL; GPR Gebouw	-	MPG + the building degree	-	NMD (Regulatorisch)
Norwegen	BREEAM NOR; FutureBuilt; Powerhouse	Statsbygg Anforderungen	TEK17	-	EPD Norge (Freiwillig)
Schweden	Miljöbyggnad; NollCO2; BREEAM SE	Klimatdeklaration av byggnader	Gesetz 2021:787	-	Boverket; The International EPD System
Schweiz	Minergie; SGNI; Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS)	SIA Merkblatt 2032 (nicht verpflichtend)	-	-	KBOB
Vereiniges Königreich	BREEAM UK; Home Quality Mark; Whole life carbon for the built environment (RICS)	-	London Plan	-	Built Environment Carbon Database

"The past five years have seen embodied carbon and LCA become a standard feature of commercial as well as governmental green building systems." One Click LCA (2021).

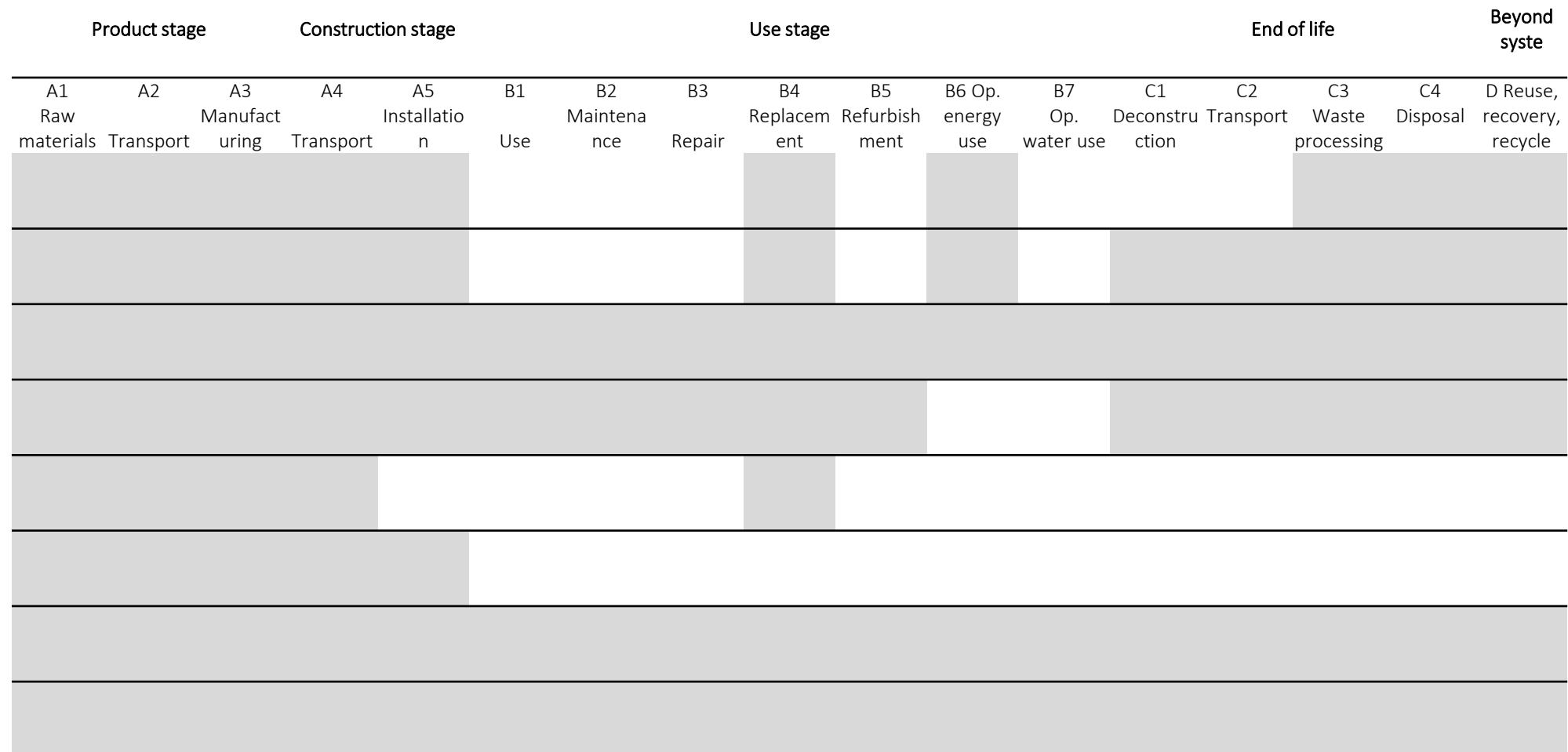


# 07 Policy-Entwicklungen im Bereich Gebäude



Übersicht zu verschiedenen Regulierungen ausgewählten Ländern in Bezug auf die Abdeckung verschiedener Phasen des Gebäudelebenszyklus

Quelle: One Click LCA (2022)

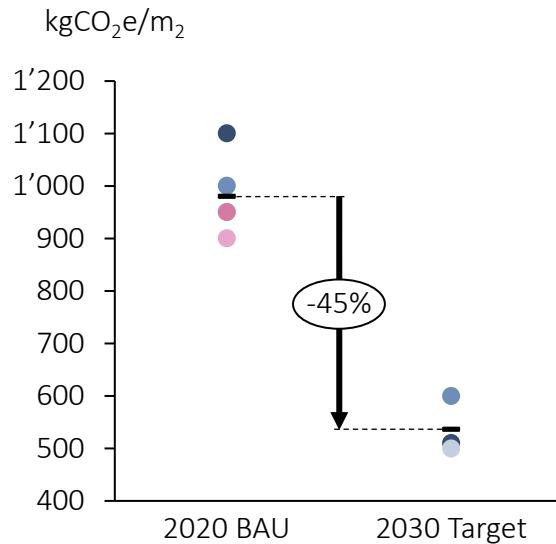




## 07 Ziele und Massnahmen im Bereich Gebäude



Zielwerte für graue Emissionen in Gebäuden von  
Branchenverbänden/sonstigen Akteuren  
Quelle: WBCSD und Arup (2021), in kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>



- Royal Institute of British Architects (RIBA)
- London Energy Transformation Initiative (LETI)
- Greater London Authority (GLA)
- Carbon Leadership Forum (CLF)
- One Click LCA Ltd
- Durchschnitt

Obergrenzen für graue Emissionen in Neubauten (Wohn- und Nichtwohngebäuden) in verschiedenen EU-Ländern  
Quelle: BPIE (2022)

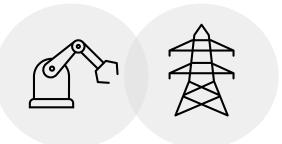
Länder	Metrik	Verpflichtende Obergrenze	Einführungsjahr
Schweden	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> /y	-	2022
Dänemark	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> /y	12 kg	2023
Niederlande	Euro/m <sup>2</sup> /y	1	2018
Frankreich	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>	640-740 kg	2022

# 08 Ernährung





# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



Optionen für die Umgestaltung des Ernährungssektors im Rahmen der planetarischen Grenzen für THG-Emissionen

Quelle: Springmann et al. (2021).

Diät-Szenario	Tech-Szenario	Waste Szenario	SSP1	SSP2	SSP3
Baseline	Baseline	Baseline	4	4	4
		Waste/2	4	4	4
		Waste/4	4	4	4
	Tech	Baseline	4	4	4
		Waste/2	4	4	4
		Waste/4	4	4	4
	Tech+	Baseline	4	4	4
		Waste/2	4	4	4
		Waste/4	4	4	4
Richtlinien	Baseline	Baseline	4	4	4
		Waste/2	4	4	4
		Waste/4	4	4	4
	Tech	Baseline	4	4	4
		Waste/2	4	4	4
		Waste/4	4	4	4
	Tech+	Baseline	4	4	4
		Waste/2	4	4	4
		Waste/4	4	3	4
Flexitarisch	Baseline	Baseline	3	2	3
		Waste/2	1	1	2
		Waste/4	1	1	1
	Tech	Baseline	2	1	2
		Waste/2	1	1	1
		Waste/4	1	1	1
	Tech+	Baseline	1	1	2
		Waste/2	1	1	1
		Waste/4	1	1	1

Die Analyse setzt sich zusammen aus Kombinationen von:

- Ernährungsumstellung: Baseline, offizielle Ernährungsrichtlinien der Länder, Flexitarisch (mehr Pflanzen-basiert)
- Technologischem Wandel: Mittlerer Ergeiz in Innovation (tech) und ehrgeizigeren technologischen Schritten (tech+)
- Veränderungen bei Verlusten und Abfällen: Reduktion der Abfälle um 50% (Abfall/2) und 75% (Abfall/4)
- Sozioökonomischen Entwicklungspfade: Optimistischer Pfad mit hohem Einkommen und geringem Bevölkerungswachstum (SSP1), mittlerer Pfad (SSP2), pessimistischer Pfad (SSP3).

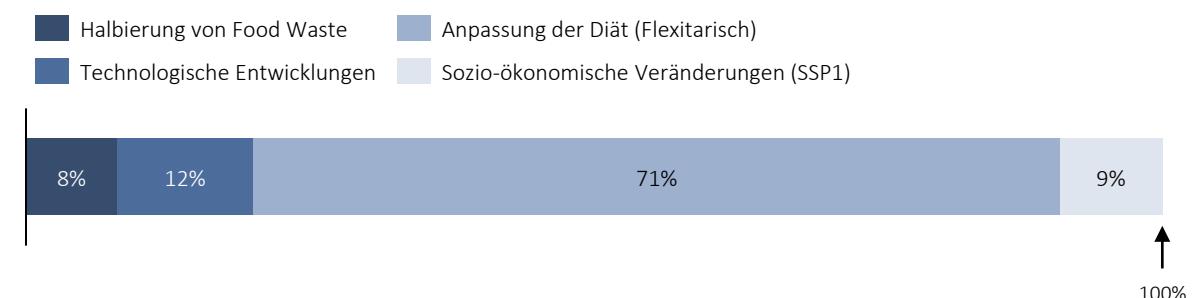
Diese Änderungen werden auf die Bedingungen im Jahr 2050 (Baseline) angewandt.

Farben und Zahlen bezeichnen Kombinationen, die sich zu den planetarischen Grenzen wie folgt verhalten:

- Kombination unterhalb der unteren Grenze der planetarischen Grenze (dunkelgrün, 1)
- Kombination unter dem Mittelwert, aber über dem Mindestwert der planetarischen Grenze (hellgrün, 2)
- Kombination oberhalb des Mittelwerts, aber unterhalb des Maximalwerts der planetarischen Grenze (orange, 3),
- Kombination oberhalb des Maximalwerts der planetarischen Grenze (rot, 4).

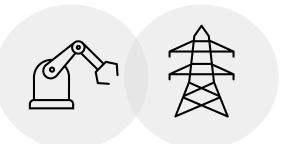
Kombination und relative Beiträge von Minderungsmassnahmen, welche die THG-Emissionen unter die mittleren Werte des planetarischen Grenzbereichs bringen.

Quelle: Springmann et al. (2021). In %





## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung

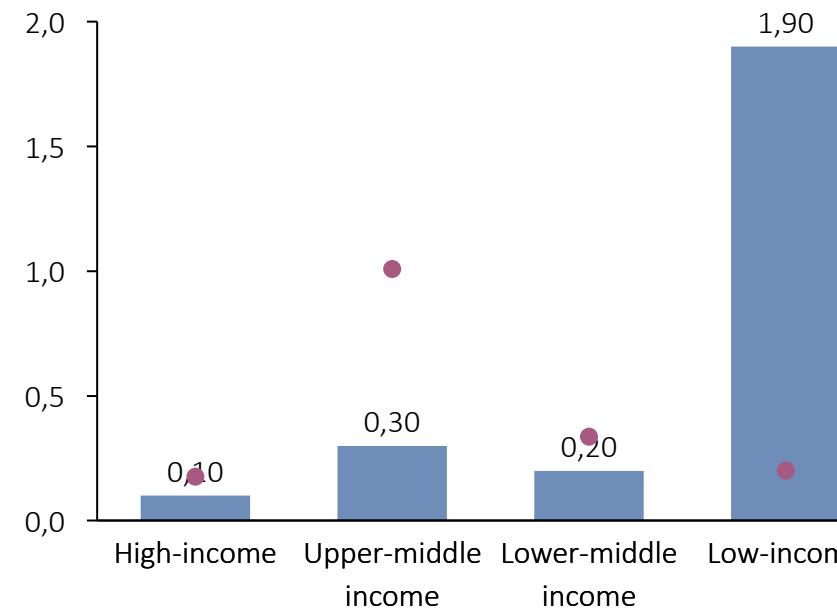


Kosten für die Umstellung des Ernährungssystems und Einordnung in BIP und andere volkswirtschaftliche Indikatoren.

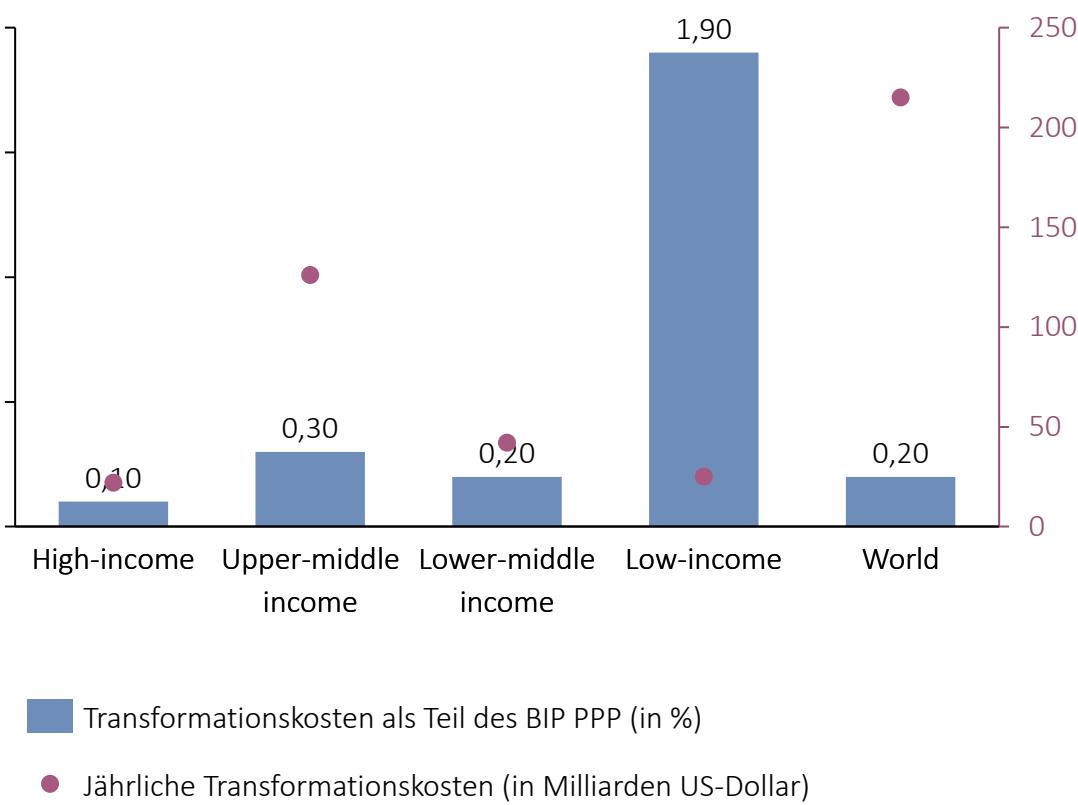
Quelle: Food System Economics Commission (2024).

In Milliarden US-Dollar.

Jährliche Transformationskosten im Landwirtschaftsbereich als Anteil am BIP (in %)

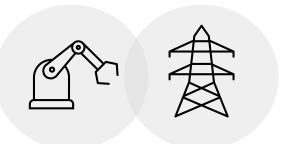


Jährliche Transformationskosten (in Milliarden US-Dollar)





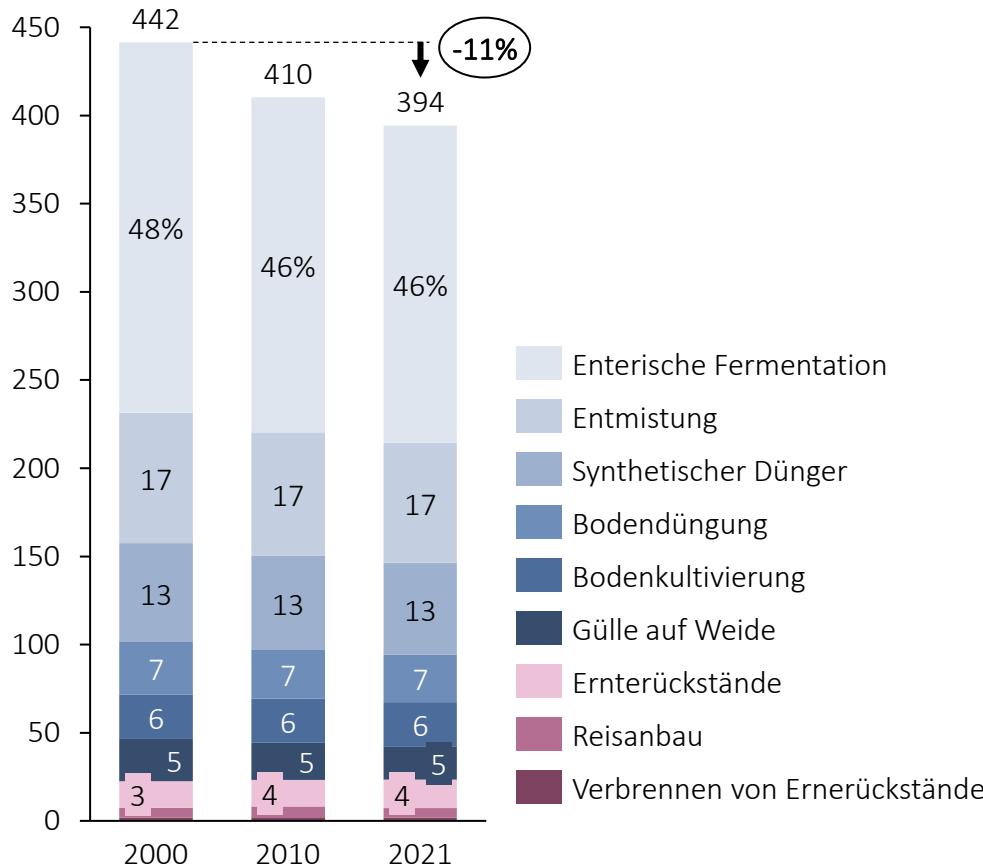
## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



### THG-Emissionen in der Landwirtschaft der EU-27-Länder 2000-2021.

Quelle: Climate Watch Data (2024), zugegriffen am 14.07.2024.

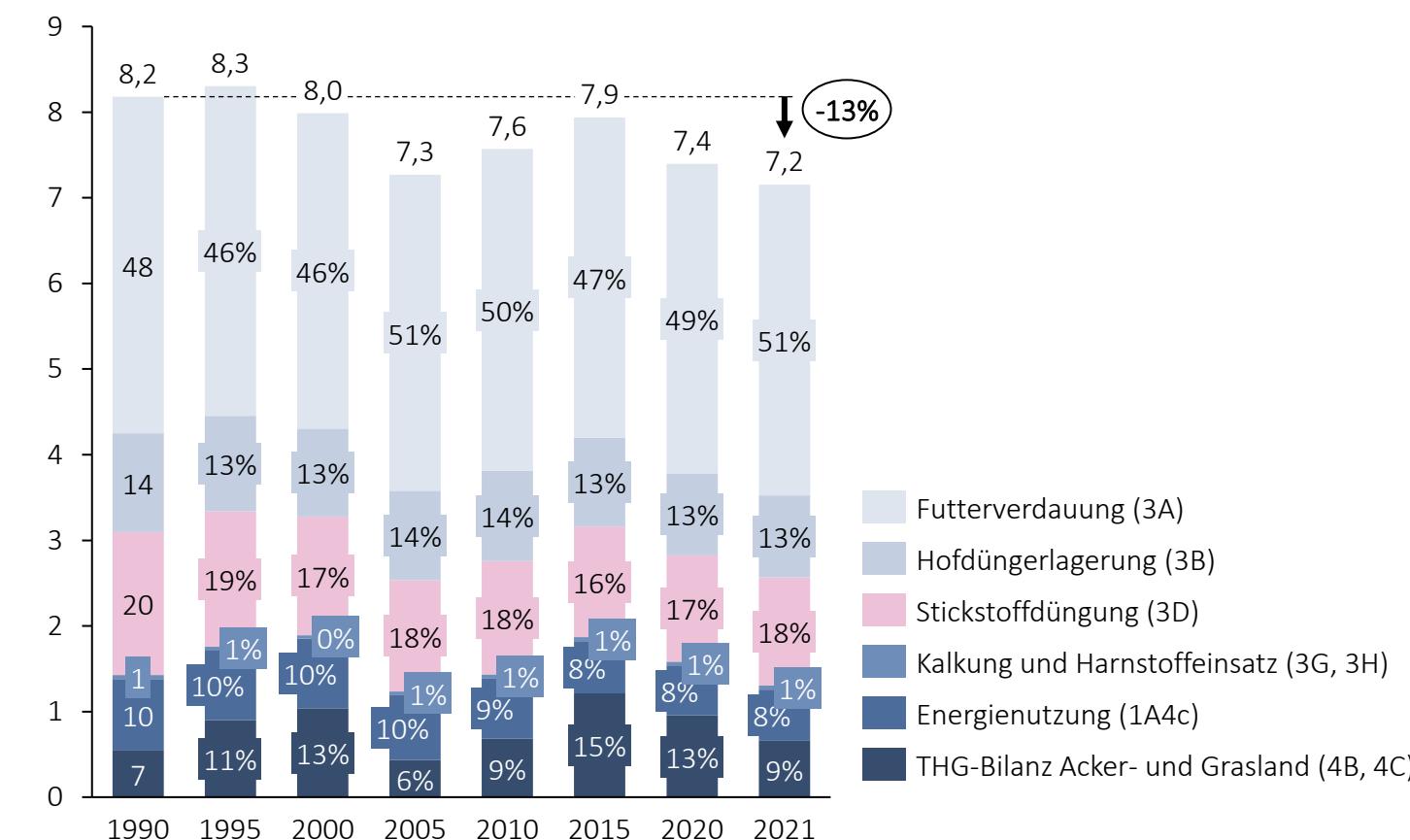
In Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-eq



### THG-Emissionen in der Landwirtschaft der Schweiz 1990-2021

Quelle: Agrarbericht Schweiz (2023)

In Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-eq





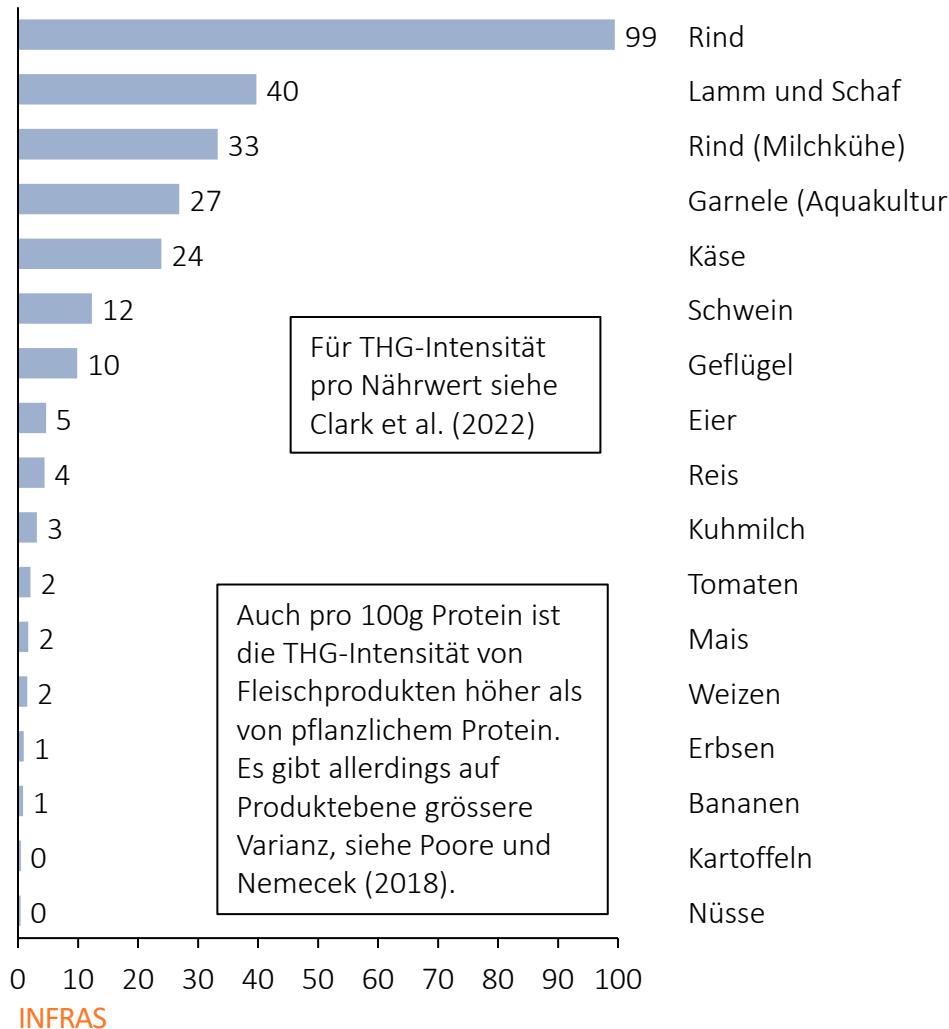
# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



## THG-Intensität verschiedener Lebensmittel

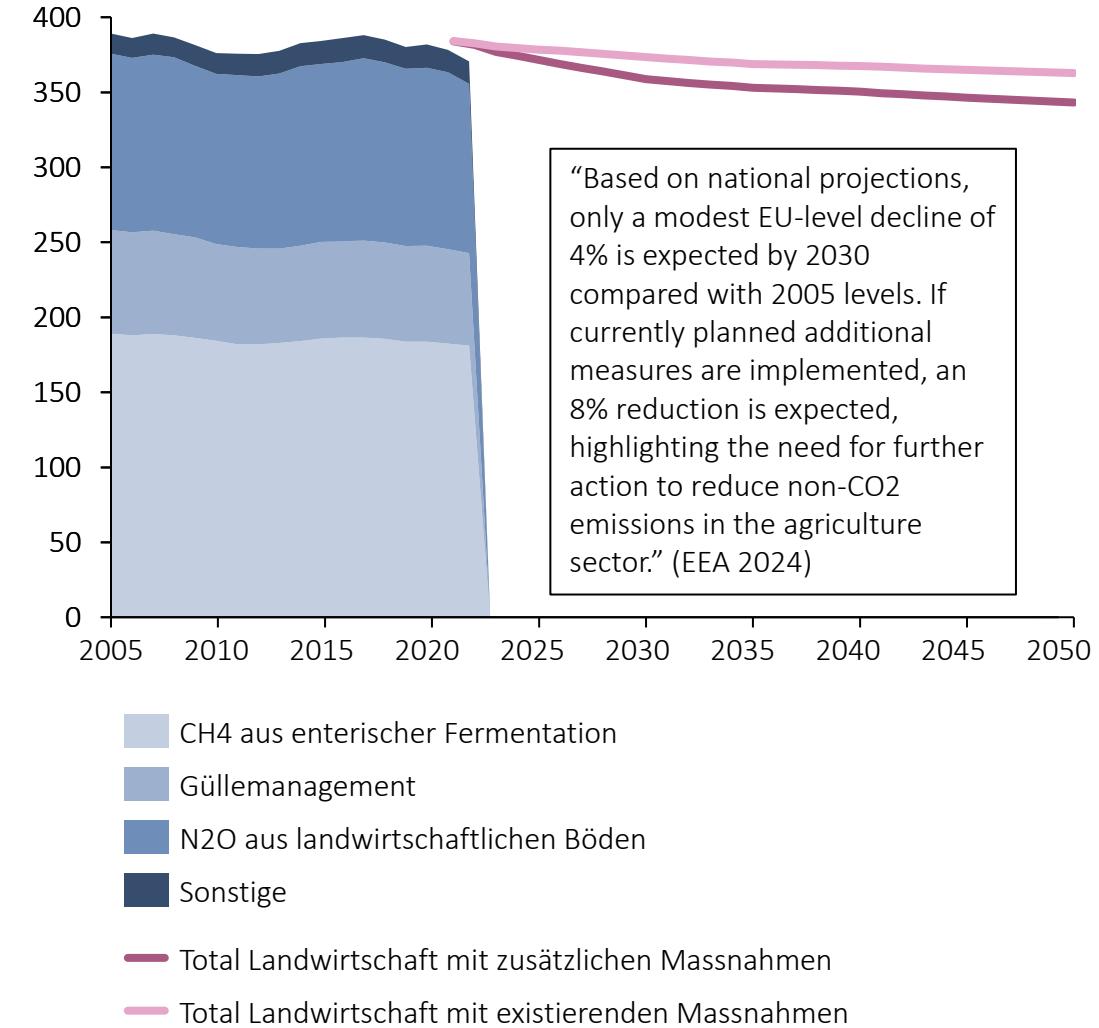
Quelle: Poore und Nemecek (2018), Mittelwert, global

In kg CO<sub>2</sub>eq / kg Lebensmittel



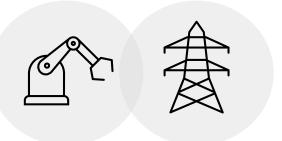
## Status Quo und Ziele für THG-Emissionen (ausser CO<sub>2</sub>) in der europäischen Landwirtschaft, Stand 2024

Quelle: EEA (2024), in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq





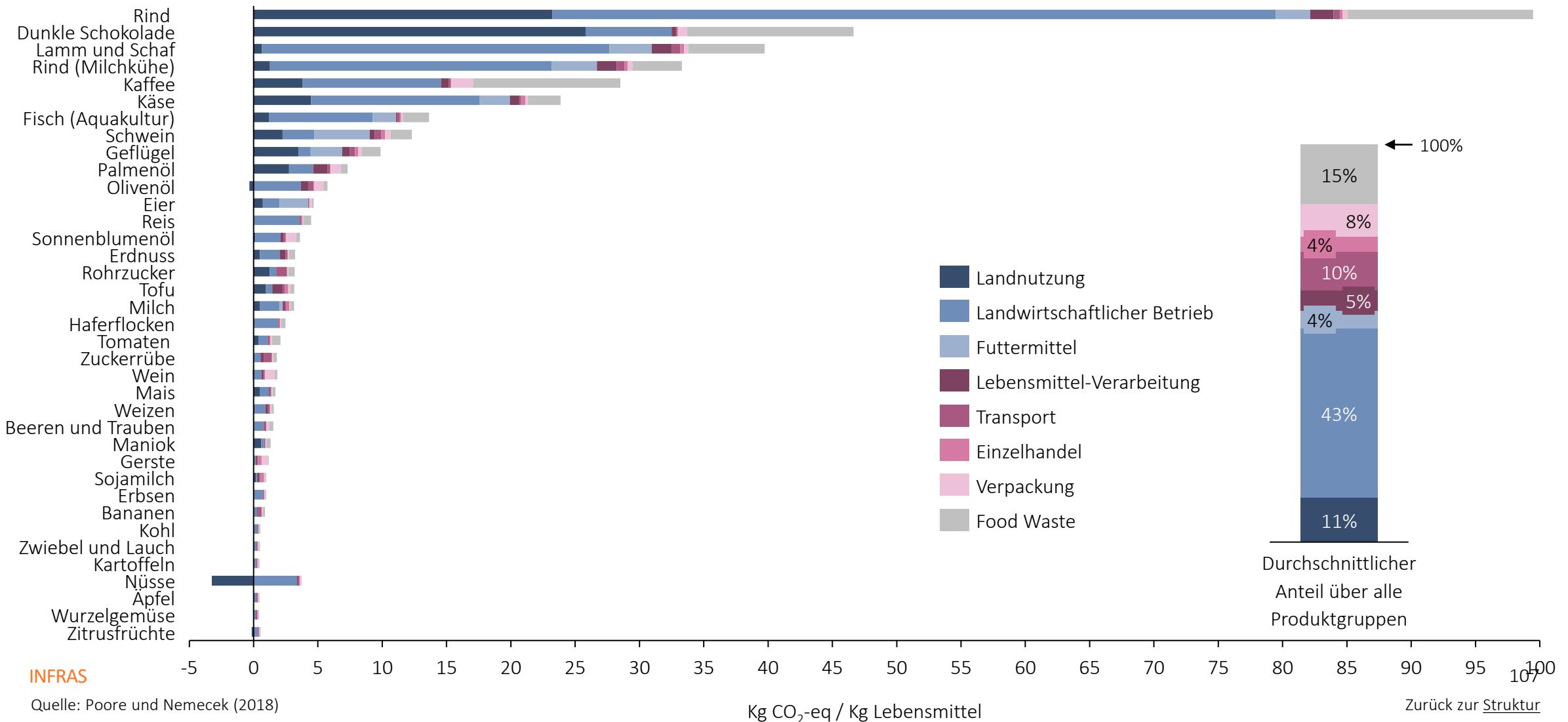
# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



Anteil verschiedener Teile der Lebensmittel-Wertschöpfungskette an den Emissionen von Lebensmitteln

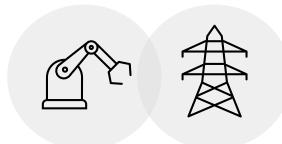
Quelle: Poore und Nemecek (2018), Our World in Data.

In kg CO<sub>2</sub>eq / kg Lebensmittel

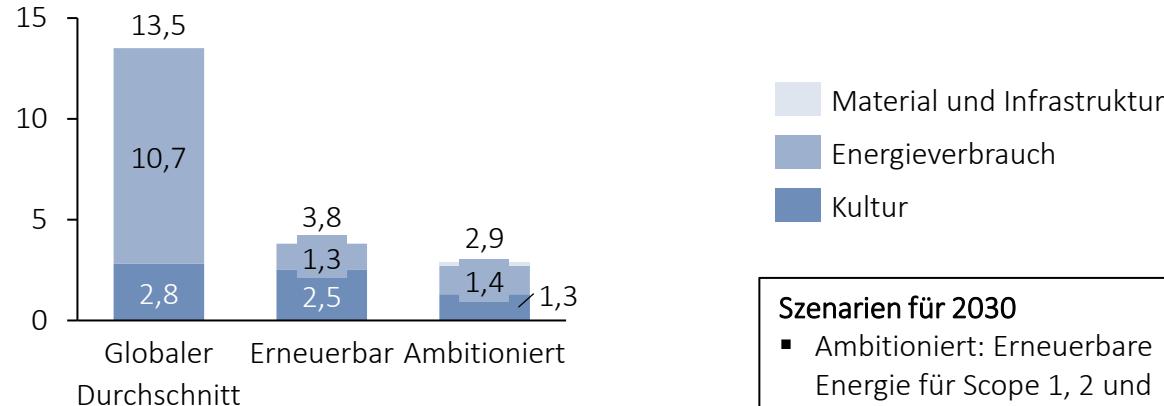


# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung

Ex-Ante-LCA von kultur-basiertem Fleisch vs. normalen Fleischprodukten,  
Quelle: Sinke et al. (2023).

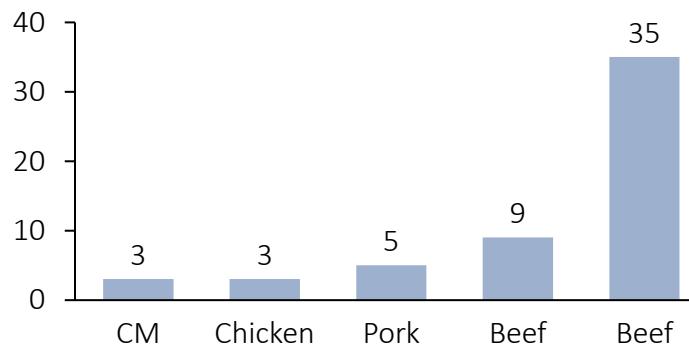


Kg CO<sub>2</sub>-eq / kg Fleisch im Jahr 2030



Szenario: Ambitioniert

Kg CO<sub>2</sub>-eq / kg Fleisch im Jahr 2030



- Material und Infrastruktur
- Energieverbrauch
- Kultur

## Szenarien für 2030

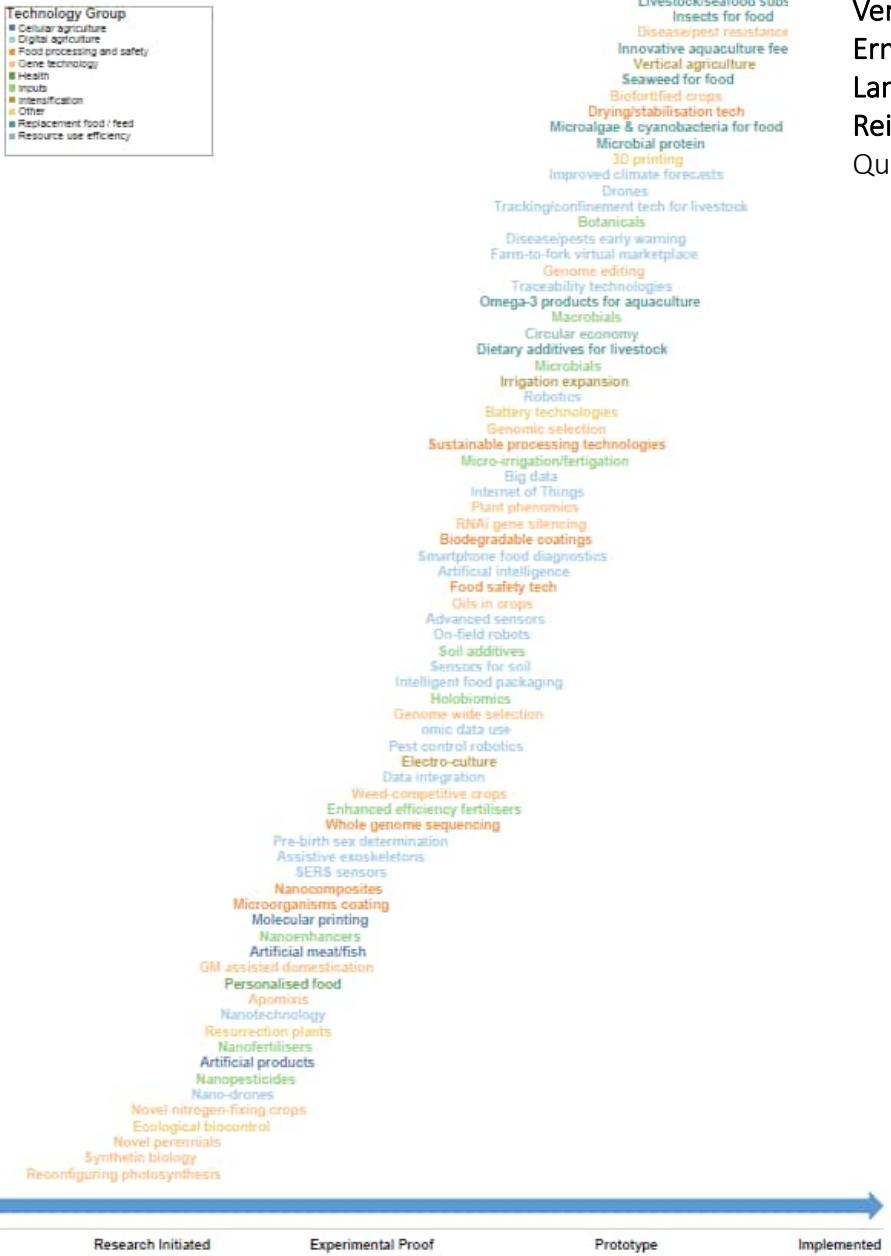
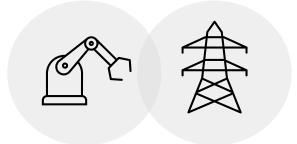
- Ambitioniert: Erneuerbare Energie für Scope 1, 2 und 3 (Modellierung von Scope 3 nur für Nährboden Inhaltsstoffe, Gerüst, Filter und Wasseraufbereitung)
- Erneuerbar: Erneuerbare Energie für Scope 1 und 2, durchschnittlicher Mix für Scope 3 (vorgelagert)
- Globale Durchschnitt: Globaler durchschnittlicher Energiemix für Bereich 1, 2 und 3 (IEA STEPS Szenario)

## Politische Situation Laborfleisch

- In der EU ist generell eine Zulassung für "Novel Food" notwendig, dazu gehört auch Laborfleisch. Bisher wurden jedoch nur wenige Anträge gestellt.
- Singapur hat es offiziell zugelassen, Israel in Restaurant, Italien und zwei Bundesstaaten in den USA haben es verboten.
- Antrag auf Zulassung in der Schweiz gestellt.



# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



Verschiedene Technologien im Ernährungs- und Landwirtschaftsbereich nach Reifegrad

Quelle: Herrero et al. (2020).

**Technology Group**

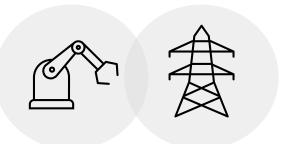
- Cellular agriculture
- Digital agriculture
- Food processing and safety
- Gene technology
- Health
- Inputs
- Intensification
- Other
- Replacement food / feed
- Resource use efficiency

Beispiel Potenzial von Methanreduktion durch Nahrungszusätze bei Kühen

- Klimazertifizierungsstellen arbeiten aktuell mit der Annahme von 9% Reduktion des Methan-Ausstosses durch Nahrungszusätze
- Siehe [SwissClimate](#)



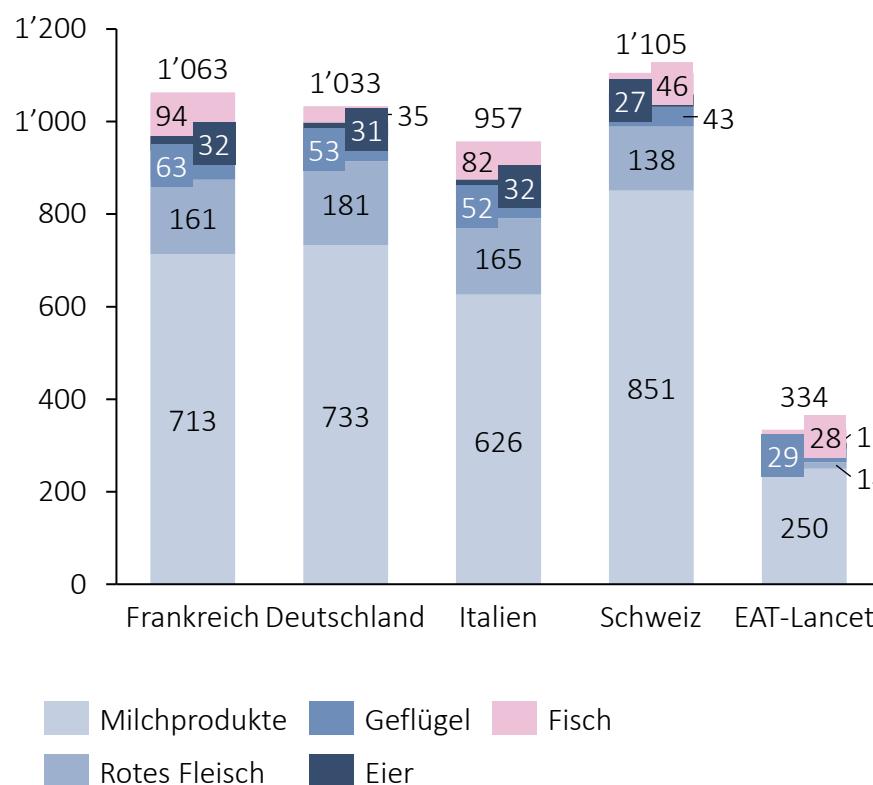
# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



Anteile tierischer Nahrungsmittel an der Ernährung, nationaler Durchschnitt, und EAT-Lancet

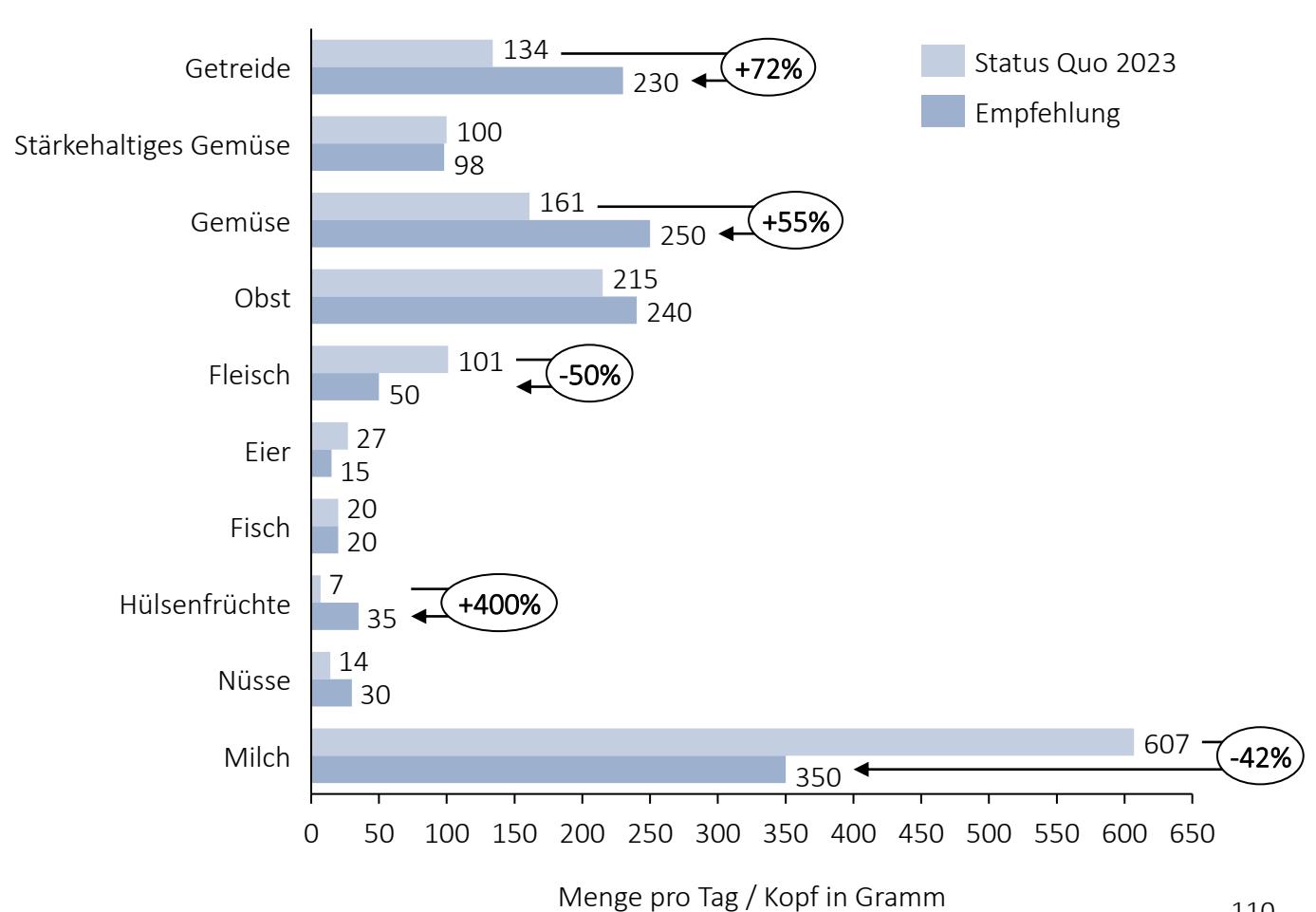
Quelle: World in Data, Food and Agriculture Organization of the United Nations; empfohlene Diät der EAT-Lancet Commission

Gramm / Person / Tag



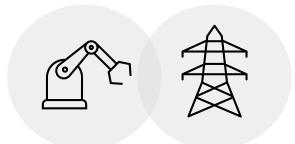
Status-Quo-Wert des Lebensmittelverzehrs in der Schweiz pro Tag und Kopf in Gramm je nach Lebensmittelkategorie, sowie von einem ExpertInnen-Gremium empfohlene Konsummenge für das Erreichen verschiedener Nachhaltigkeitsziele

Quelle: Fesenfeld et al. (2023)





## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



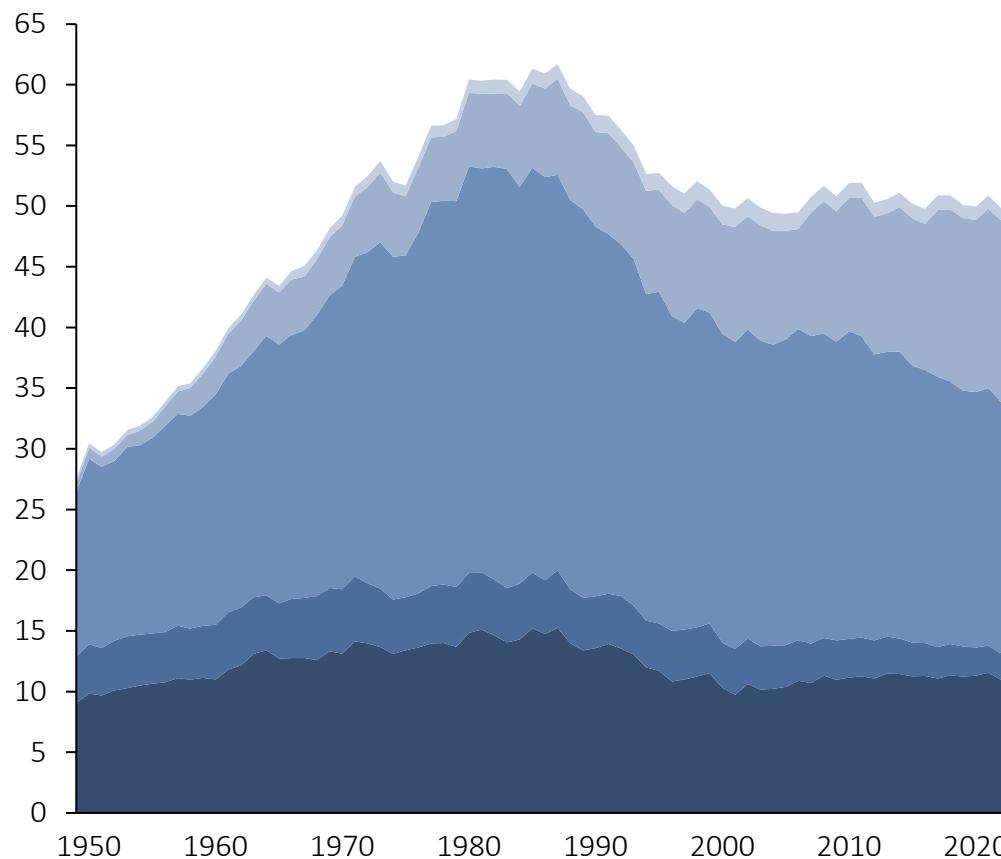
### Angebot pro Person von Schlachtvieh- und Geflügelfleisch in der Schweiz

In kg Verkaufsgewicht pro Person und Jahr\*

Quelle: Proviande (2023).

\*Methodenänderung ab 2017: Zunahme der Menge verkaufsfertiges Fleisch.

Kg Verkaufsgewicht pro Person / Jahr



Schaf

Geflügel

Schwein

Kalb

Rind

INFRAS

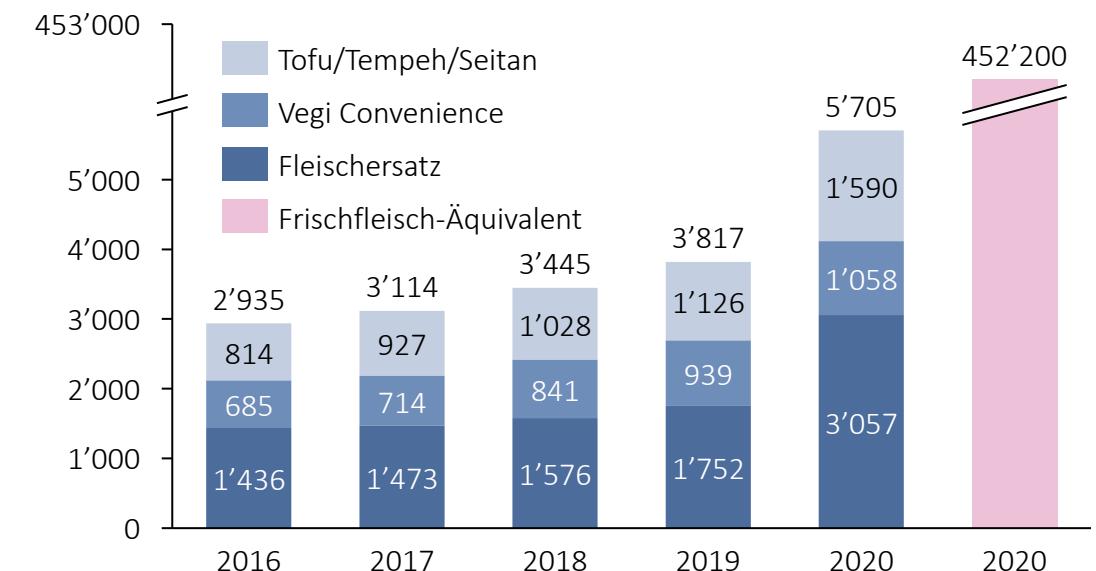
Quelle: BLW (2021); Coop (2024b); Proviande (2023).

### Absatz mit Fleischersatzprodukten nach Subkategorie und von Frischfleischäquivalenten

Absatz in Tonnen

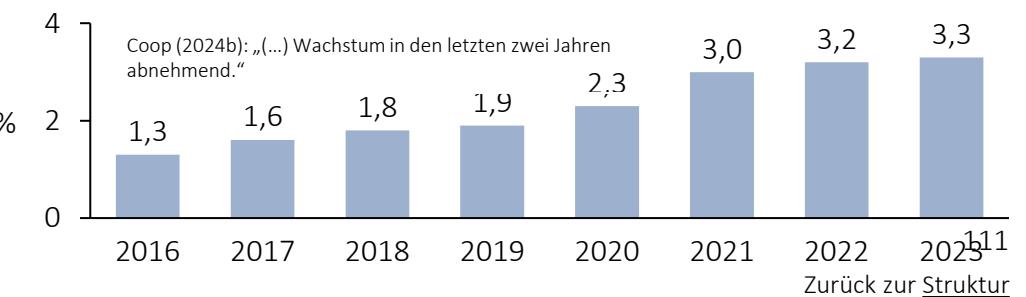
Quelle: BLW (2021).

Tonnen



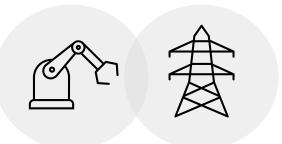
### Absatzanteile (CHF) von Fleischersatzprodukten am Gesamtsegment in %

Quelle: BLW (2021), Coop (2024b); Proviande (2023).





## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung

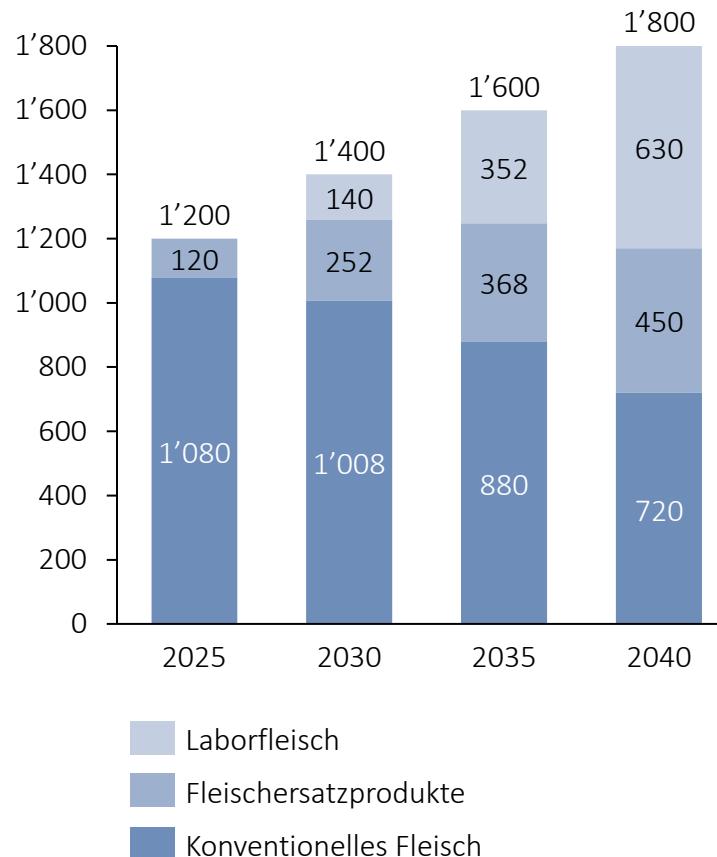


### Prognose für den globalen Fleischmarkt

In Milliarden US-Dollar

Quelle: Kearney (2020).

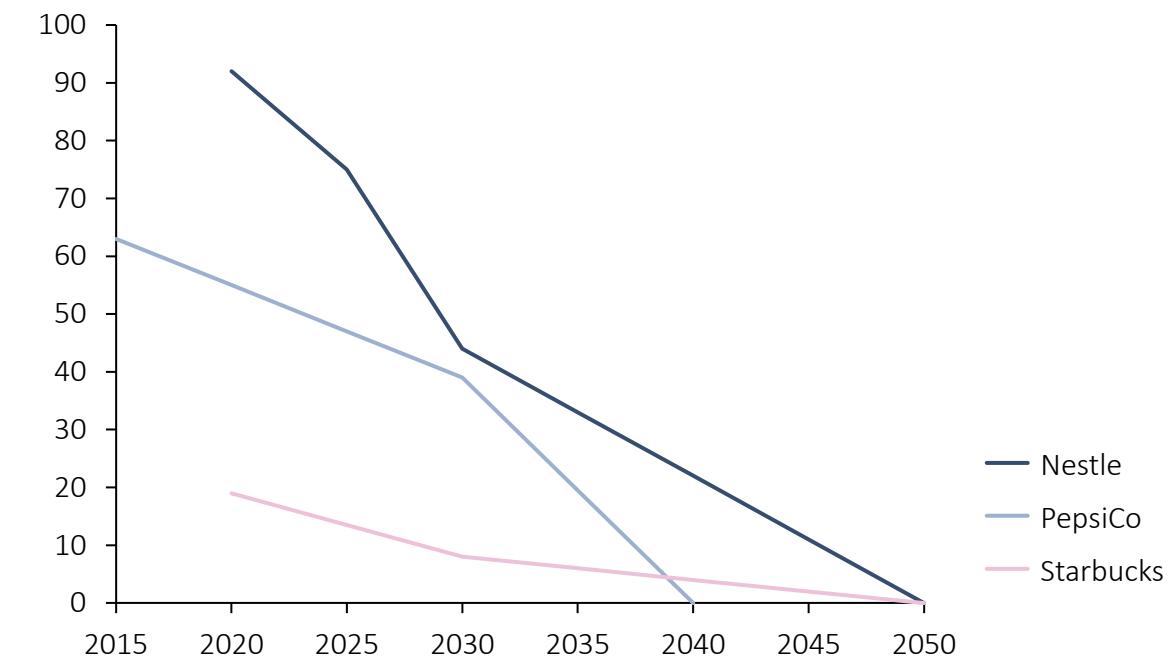
Milliarden US-Dollar



### Zielpfade für Emissionsreduktionen grosser Lebensmittel- und Getränkeproduzenten

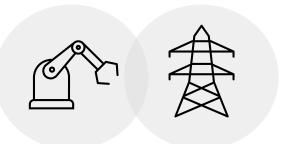
In Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-eq

Quelle: BloombergNEF (2024).





## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



Reduktionsziele für den Schweizer Landwirtschaftssektor nach einem Schweizer ExpertInnen-Gremium  
Quelle: Fesenfeld et al. (2023). Relative Reduktionsziele im Vergleich zu THG-Emissionen im Jahr 2010.

	2030	2035	2045	Kompensation durch Negativemissionen	Einschätzung Machbarkeit der Ziele durch Gremium	Lösungen
CH <sub>4</sub> (Methan)	-40%	-60%		Nein	Sehr ehrgeizig, aber erreichbares.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Optimierung der Ernährung und der Lebensmittelproduktion</li><li>▪ Vermeidung von Lebensmittelabfällen</li></ul>
N <sub>2</sub> O (Lachgas)	-40%	-60%		Ja	Ehrgeizig, aber erreichbar.	
CO <sub>2</sub>	-40%		-90%	Ja	Sehr ehrgeizig, aber realistisch.	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Einsatz fossiler Energieträger in Produktion muss rasch sinken</li><li>▪ Erneuerbare Energie-Technologien sind vorhanden</li></ul>

# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



## Klimaziele und –Massnahmen grosser Detailhändler der Schweiz: Coop und Migros\*

Quellen: Coop Fortschrittsbericht (2024); Greenpeace (2024); Migros Lagebericht Klima und Umwelt (2019, 2024); SBTi Dashboard.

\*Coop und Migros haben knapp 70% Anteil am Detailhandelsumsatz (2020).

Coop			
Zielbereich	Quantifizierung	Wann	Kommentar
Ziel Scope 1 und 2:	-42%	2030	
Ziel Scope 3	-30%	2030	
Science Based Targets Initiative:	Net-Zero Target commitment	2050	
Science Based Targets Initiative:	Near-Term target commitment	n/a	Gemäss Fortschrittsbericht ca. bis 2026
Warentransporte im Detailhandel:	Noch 65% Hochemissionstransport	2026	Heutiger Wert 74.3%
Warentransporte im Grosshandel:	Noch 30% Hochemissionstransport	2026	Heutiger Wert 91%
Foodwaste im Detailhandel:	2.7% Reduktion von Foodwaste	2026	Heutiger Wert (verwertet) 96.8%, neu 99.5%
Foodwaste In der Produktion:	Gleichbleibender Foodwaste	2026	heutiger Wert 99.5%, 2026 = 99%
Foodwaste im Grosshandel:	0.5% Reduktion Foodwaste	2026	Heutiger Wert 99%, neu 99.5%



Scope 3 Ziele soweit ersichtlich nicht konkret bezogen auf Landwirtschaft: "Bis 2026 reduziert Coop weitere 21% CO2e-Emissionen in ihrem direkten Einflussbereich und nimmt die Reduktion der Emissionen in ihren Lieferketten und den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen in Angriff.")

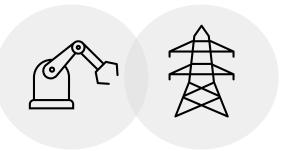
Migros			
Zielbereich	Quantifizierung	Wann	Kommentar
Ziel Scope 1 und 2:	-70%	2030	
Ziel Scope 3	-27.5%	2030	
Science Based Targets Initiative:	Net-Zero Target commitment	2050	
Science Based Targets Initiative:	Near-Term target	2030	
Gemäss SBTi Near-Term Scope 3:	27.50%	2030	In den Werten sind keine Produktemissionen erkennbar (es wird nur «upstream transportation and distribution, use of sold goods and investments» explizit genannt).
Langfristige Ziele total:	90% Reduktion THG Emissionen	2050	Rest Kompensation
Langfristige Ziele Landwirtschaft:	72% Reduktion THG Emissionen	2050	Rest Kompensation
Foodwaste in Super- und Verbrauchermärkten:	20% Reduktion	2025	Zielwert = 1.07% an Foodwaste Total



Auch bei Migros keine expliziten Scope 3-Ziele für Landwirtschaft. Auch keine Ziele zum Anteil Fleisch im Sortiment/Verkauf (Greenpeace 2024).



# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



## Klimaziele und –Massnahmen grosser Detailhändler der Schweiz: Aldi und Lidl

Quellen: Aldi Fortschrittsbericht (2024); Lidl CSR Bericht (2024); SBTi Dashboard.

Aldi				
Zielbereich	Quantifizierung	Wann	Kommentar	
Entwaldung in der Lieferkette	100% Reduktion	2030	Keine Info, wie der Zustand jetzt ist, Massnahme ist nur noch Einkauf von nachhaltigem Soja, Palmöl, Holz und Rind (wobei frisches und Tiefkühl-Rind sowieso ab 2023 nur aus der Schweiz kommen soll).	
Reduktion Foodwaste	90% der Abfälle soll nachhaltig weiterverwendet werden	2030	Keine Infos zu jetzigem Zustand	



Aldi Süd (Mutterkonzern) hat Science Based near-term targets, die verifiziert sind, aber Scope 3 nicht quantitativ abdecken.

Lidl				
Zielbereich	Quantifizierung	Wann	Kommentar	
Entwaldung in der Lieferkette	100% Reduktion	2025	Besonders relevante Rohstoffe sind Soja, Palm(kern)öl, Kakao, Zellulose/Holz und Rindfleisch	
Foodwaste	50% Reduktion	2030	Keine Infos zu jetzigem Zustand	

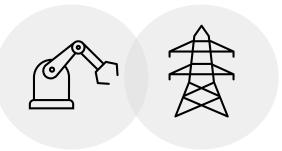


Schwarz Gruppe (Mutterkonzern von Lidl) hat Science Based near-term targets, die verifiziert sind, aber Scope 3 nicht quantitativ abdecken.

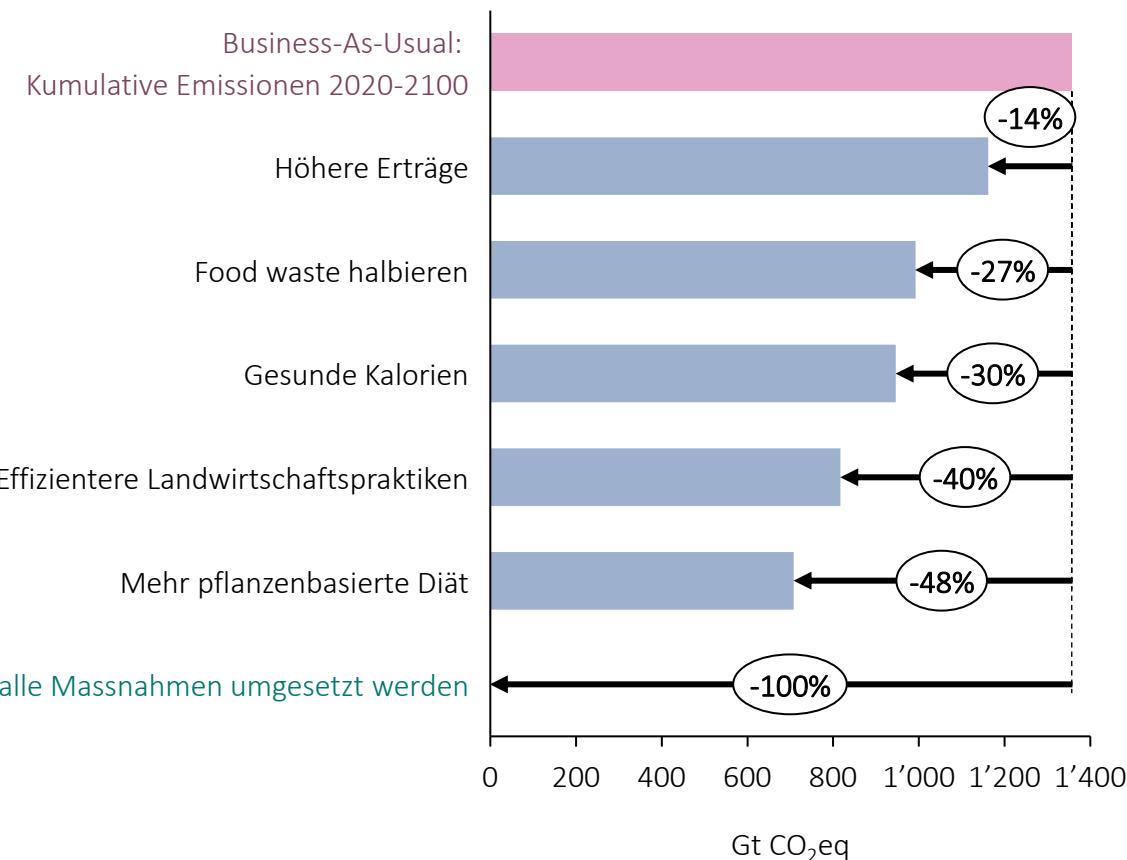
Aldi und Migros haben sich für Scope 3 Ziele gesetzt, die angeben, dass bis 2030 ein bestimmter Anteil ihrer Lieferanten science-based targets haben müssen. Daraus sind allerdings keine quantifizierbaren Angaben abzuleiten für die eigene Scope 3 Emissionen, weshalb wir das an dieser Stelle auslassen.



## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung



Kumulative THG-Emissionen von Lebensmittelproduktion zwischen 2020 und 2100 in einem Business-As-Usual-Szenario, sowie Interventionen zur Emissionsreduktion  
Quelle: World in Data, Clark et al. (2020), Science.



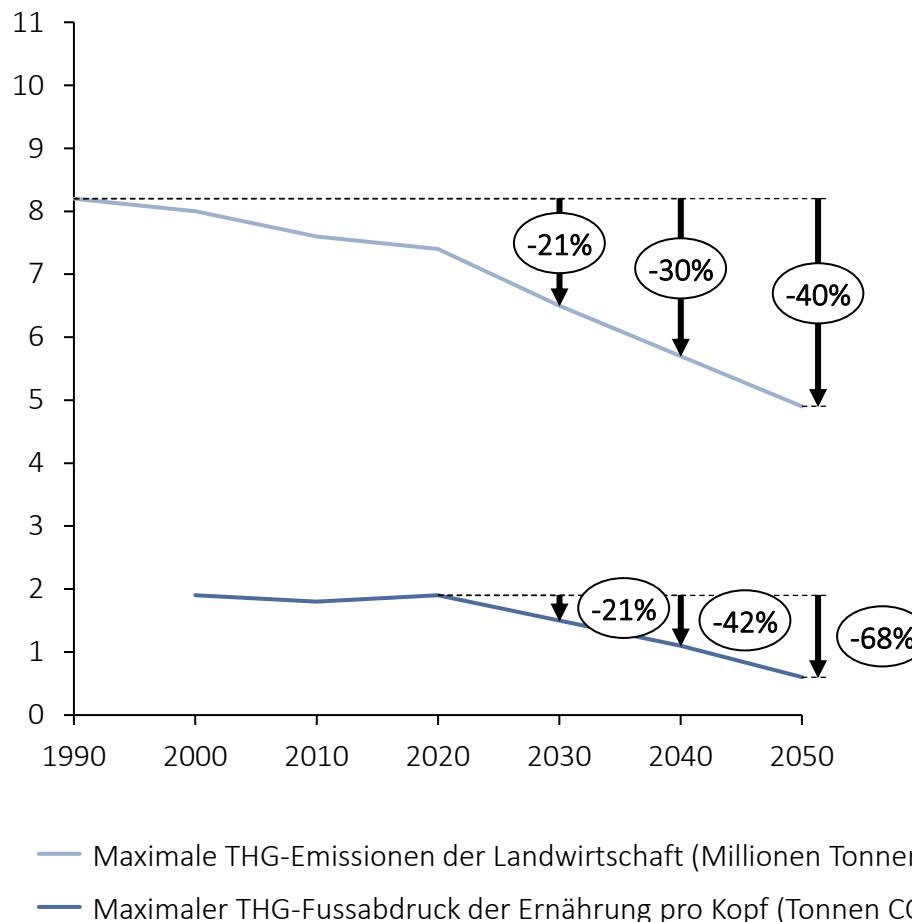


# 08 Politische Entwicklungen im Bereich Ernährung



Reduktionszielpfade laut der Klimastrategie Landwirtschaft und Ernährung  
Quelle: BLW/BLV/BAFU (2023).

Millionen Tonnen/Tonnen pro Kopf CO<sub>2</sub>eq



Teilziele und beispielhafte Massnahmen laut der Klimastrategie Landwirtschaft und Ernährung  
Quelle: BLW/BLV/BAFU (2023).

Was	Veränderung	Bis wann	Baseline	Massnahmen (Beispiele)
Ernährung gemäss Lebensmittelpyramide 33% der Bevölkerung	n/a	2030	n/a	V.a. über Angebot, Marketing und Preisbildung
...100% der Bevölkerung	n/a	2050	n/a	Keine Info dazu in der Strategie, was der Wert 2017 war.
Vermeidbare Lebensmittelverluste	-50%	2030	2017	Umsetzen des Aktionsplans gegen die Lebensmittelverschwendung
Reduktion THG Emissionen von importierten Produkten	-75%	2050		Durch Handelsbeziehungen und basierend auf Artikel 104a BV
Produktionsportfolios optimieren (Hohe Nutzungsdauer, hohe Futtereffizienz)	qualitativ/keine genaueren Angaben			Mehrere, z.B. Reduzieren der feed-food competition bei Direktzahlungen
Effiziente Nutzung Dünger/Futtermittel, innerhalb ökologischer Belastungsgrenzen	qualitativ/keine genaueren Angaben			Umsetzen des Absenkpfads Nährstoffe
Kohlenstoffspeicherung im Boden erhöhen	qualitativ/keine genaueren Angaben			Vorgeben von Humusreferenzwerten
Energiebedarf reduzieren, Energieeffizienz erhöhen	qualitativ/keine genaueren Angaben			Revidieren der Mineralölsteuerrückertattung

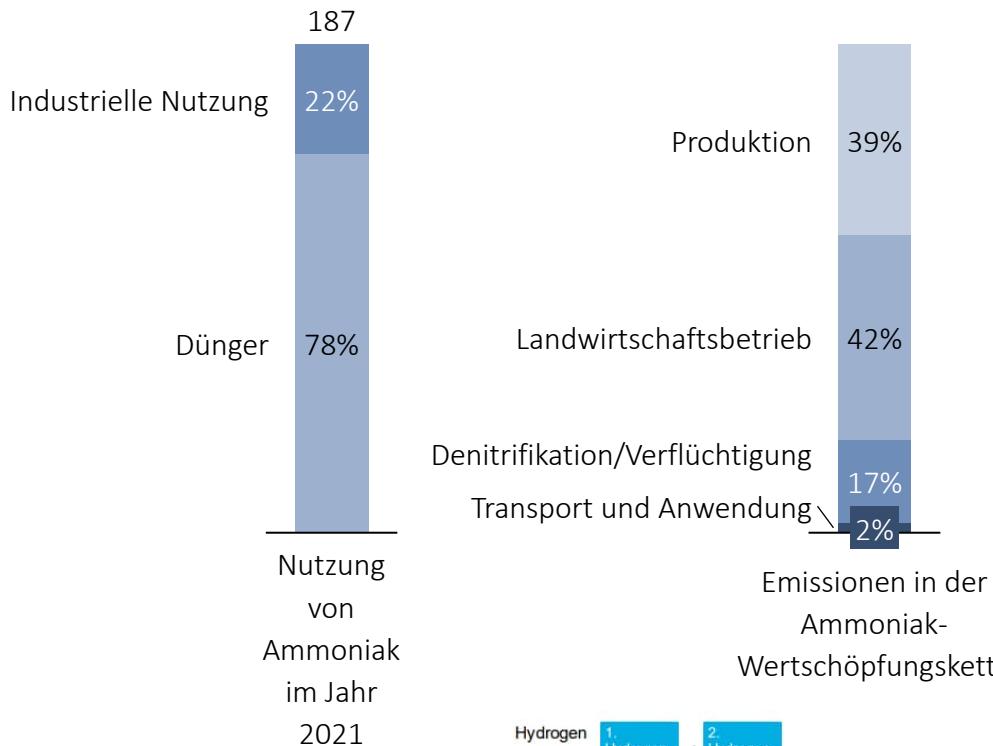


# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung: Rolle von Ammoniak



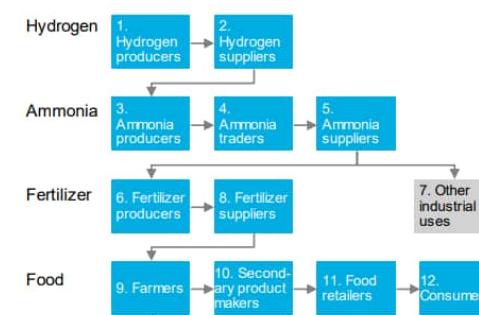
## Nutzung, Emissionsintensitäten, und Rohstoffbasis für globale Ammoniakproduktion

Quelle: BloombergNEF (2024).



im Jahr  
2021

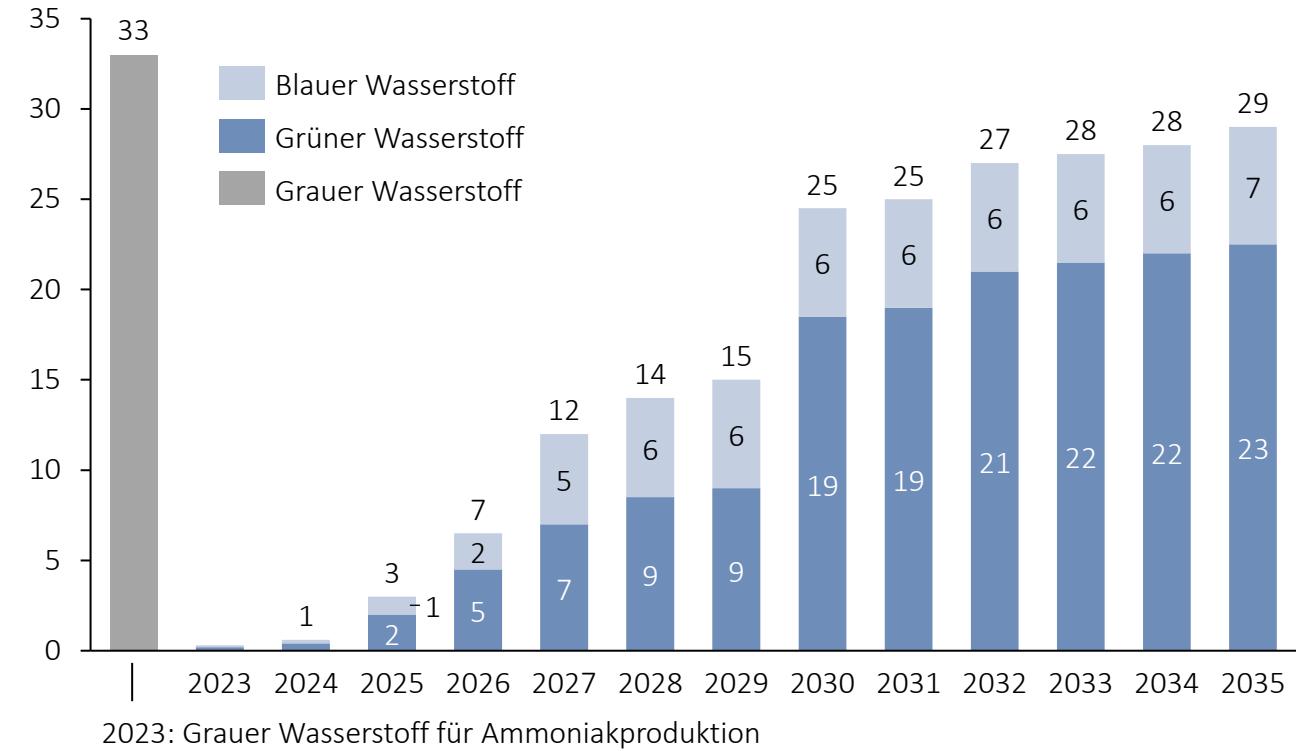
Vereinfachte Ammoniak-  
Wertschöpfungskette:



INFRAS

Quelle: BloombergNEF (2024).

## Angekündigte, globale grüne H2-Produktion für Ammoniakproduktion in Millionen Tonnen



Anteil Energiequellen für die Produktion von grauem Wasserstoff Stand 2023



Zurück zur [Struktur](#)



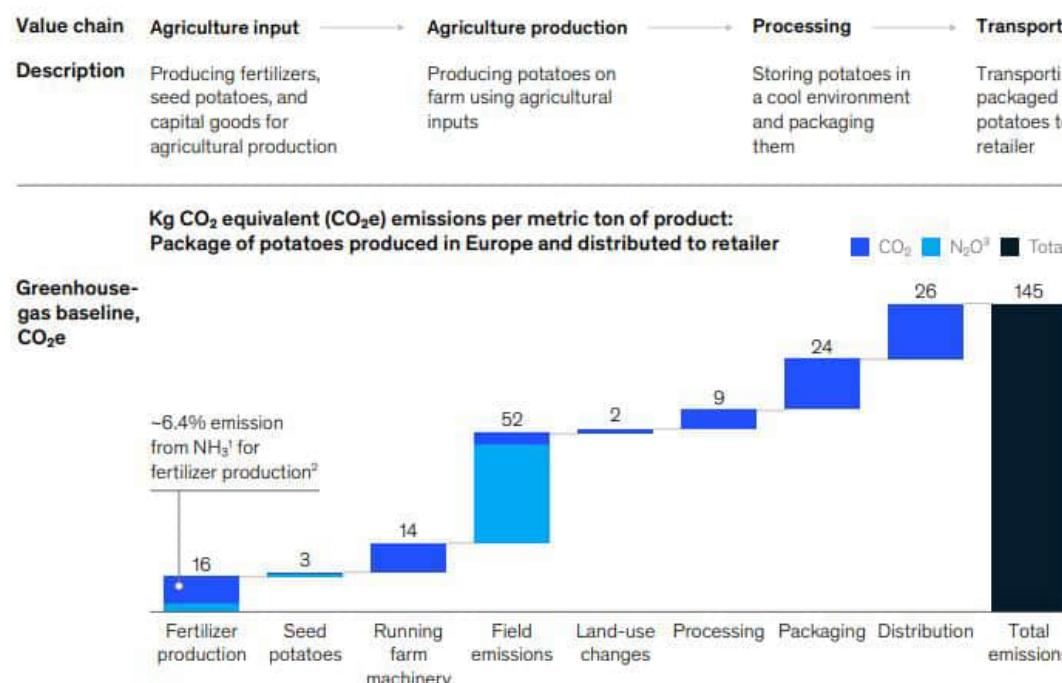
# 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung: Rolle von Ammoniak



Ammoniakproduktion und THG-Emissionsreduktionen am Beispiel verschiedener Produktgruppen

Quelle: McKinsey (2023b)

**Ammonia production contributes to greenhouse-gas emissions for a package of potatoes in the early stages of the value chain.**



**In this example, green ammonia for fertilizer production can reduce emissions by about 5 percent.**

Product category	Selected products	Share of ammonia <sup>1</sup> emissions in the product, %	Additional production cost due to use of green ammonia, <sup>2</sup> %	Example consumer basket <sup>3</sup> (5.2 kg)
Sugar	White sugar	6	~1-2	
	Chocolate bar	3	<1	
Wheat	White bread	8	<1	
Potatoes	Potatoes	6	<1	
Milk	Milk	4	<1	
	Cheese	4	<1	
Eggs	Eggs	6	<1	
Chicken	Chicken	6	<1	
Pork	Ham	6	<1	
Beef	Minced beef	3	<1	

<sup>1</sup>Only emissions associated with the fertilizer production, not in-field emissions.

<sup>2</sup>Calculation example takes a starting point for gray cost of ~€480/metric ton and a green cost of ~€740/metric ton of ammonia.

<sup>3</sup>For simplicity, assumes 1 kg of each product except for chocolate, where 200 grams is used.

<sup>4</sup>Kilograms of CO<sub>2</sub> equivalent.

<sup>5</sup>For the products assessed, known levers by 2030 results in an average abateability of ~60% (sugar; ~80%; chocolate; ~70%; bread; ~70%; potatoes; ~50%; milk; ~50%; cheese; ~60%; eggs; ~50%; chicken; ~60%; ham; ~50%; beef; ~40%).

Note: Figures do not sum to total, because of rounding.

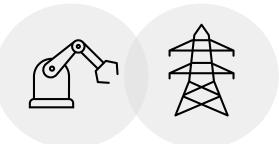
Ammonia.

<sup>3</sup>Relative emissions from fertilizer production is 11.1%, of which 58.0% is due to ammonia production.

<sup>4</sup>Nitrous oxide.



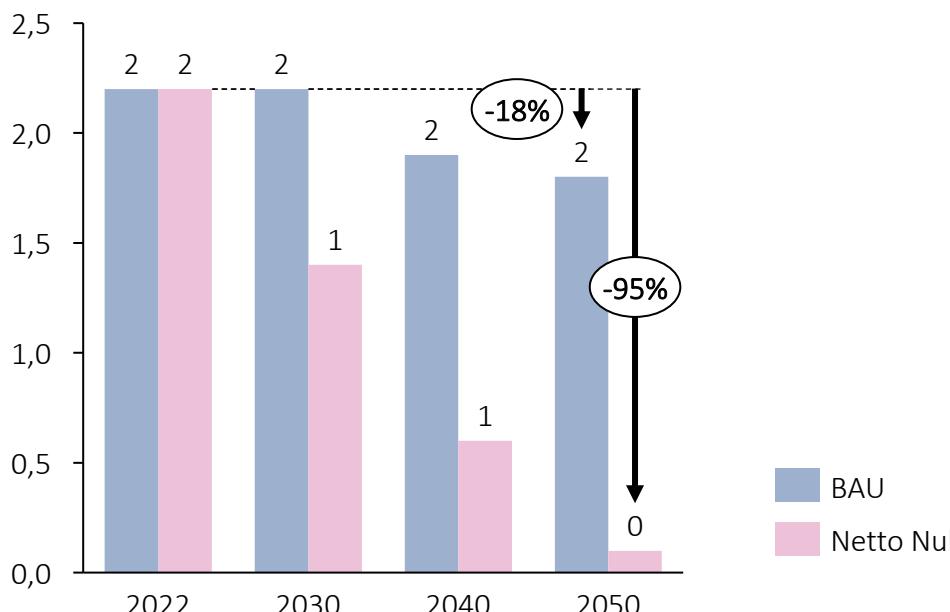
## 08 Marktentwicklungen im Bereich Ernährung: Rolle von Ammoniak



### Emissionsintensität von Ammoniak in verschiedenen IEA-Szenarien

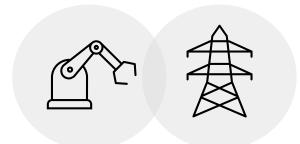
Quelle: McKinsey (2023), auf Basis von IEA-BAU (STEPS) und Netto-Null-Szenario

Tonne CO<sub>2</sub>e/Tonne Ammoniak





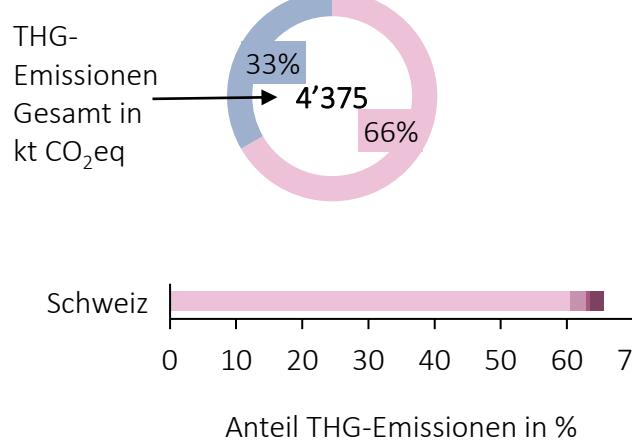
# 08 Analyse Lieferketten Schweiz: Fleischverarbeitung



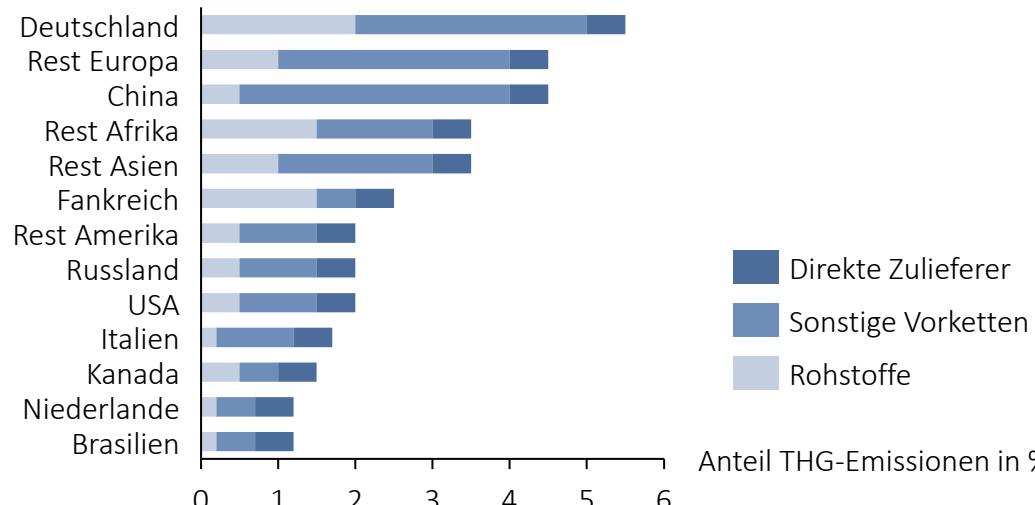
Treibhausgasemissionen der Schweizer Fleischverarbeitungskette in In- und Ausland sowie verschiedene Schritte in der Wertschöpfungskette, Länder und Produkte

Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoeco (2020).

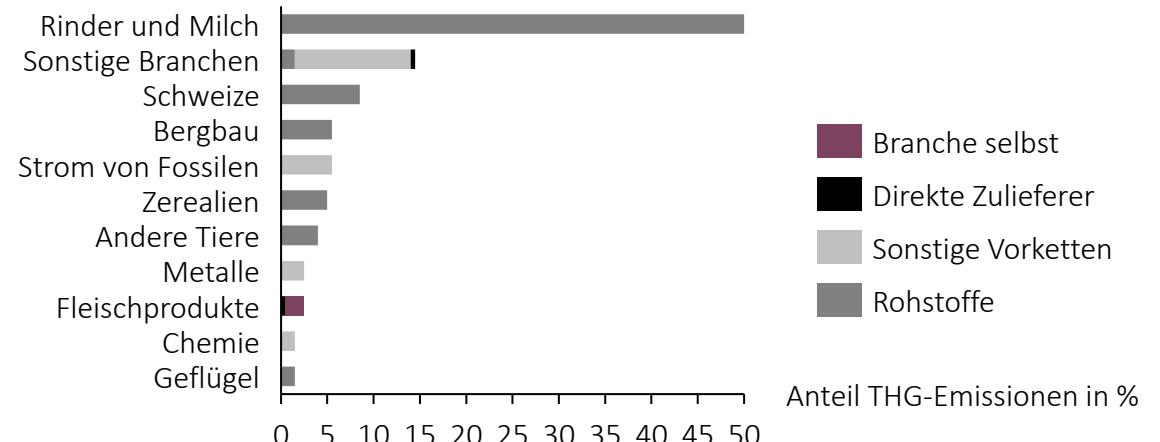
## Gesamtsicht



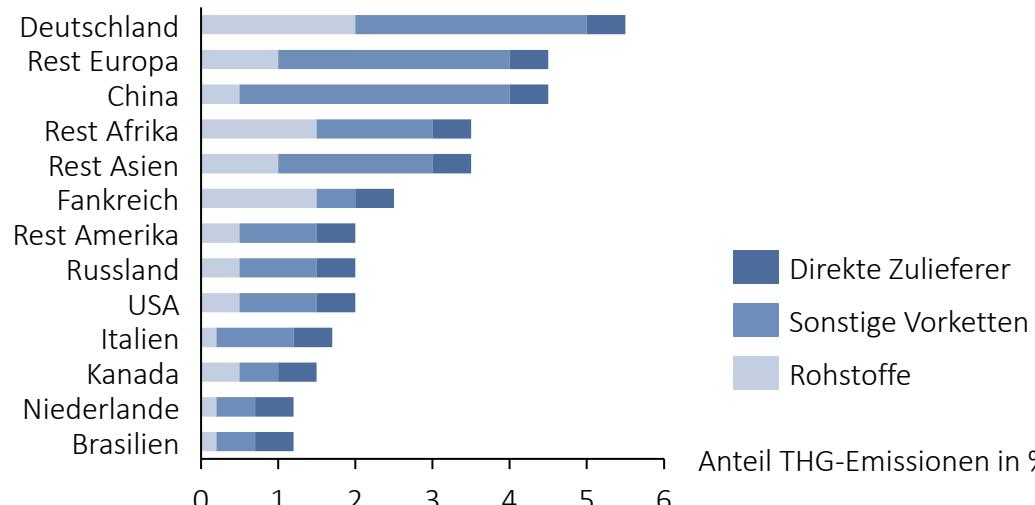
## Emissionen aus Vorketten pro Land



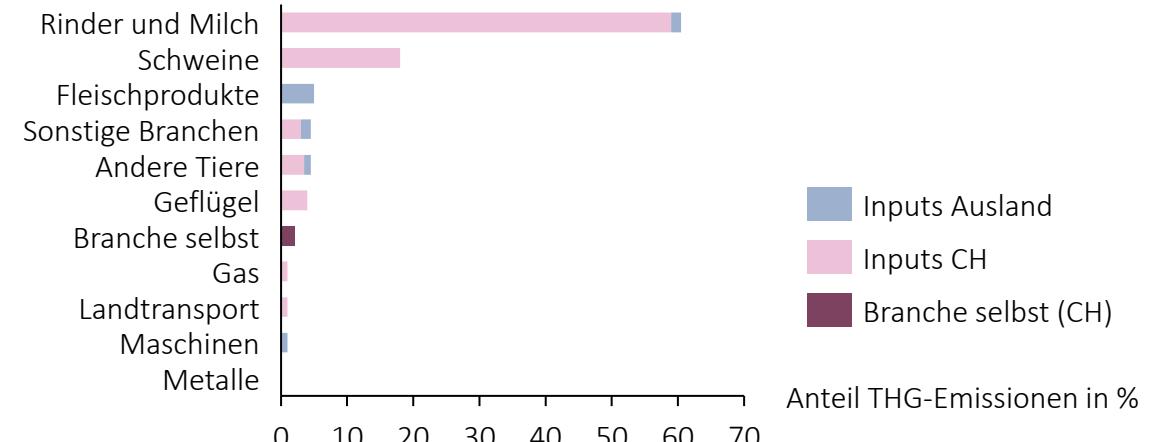
## Emissionen aus Vorketten pro Produkt



## Emissionen aus Vorketten pro Land

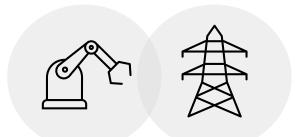


## Emissionen aus Vorketten pro Produkt und nach Inland/Ausland





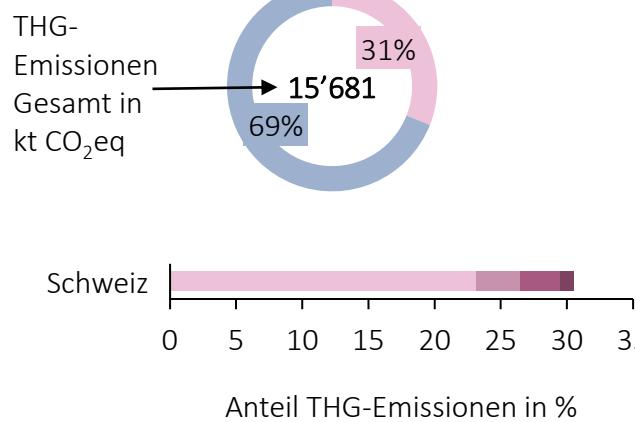
# 08 Analyse Lieferketten Schweiz: Lebensmittelhandel



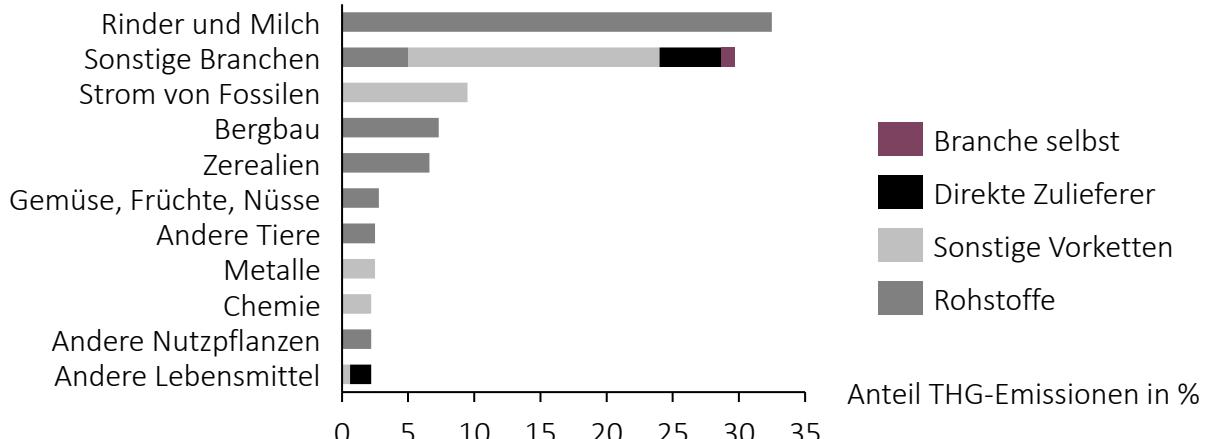
Treibhausgasemissionen des Schweizer Lebensmittelhandels in In- und Ausland sowie verschiedene Schritte in der Wertschöpfungskette, Länder und Produkte

Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoeco (2020).

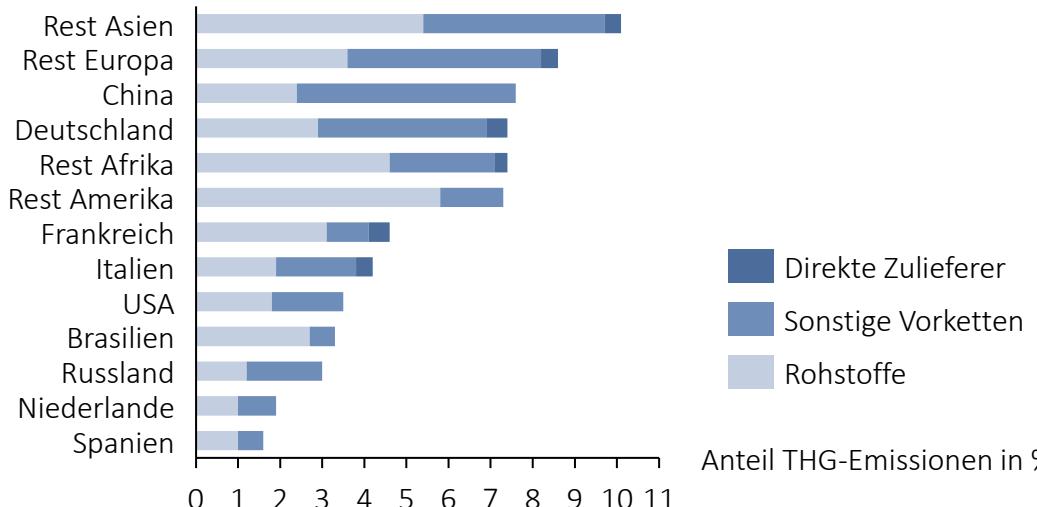
## Gesamtsicht



## Emissionen aus Vorketten pro Produkt



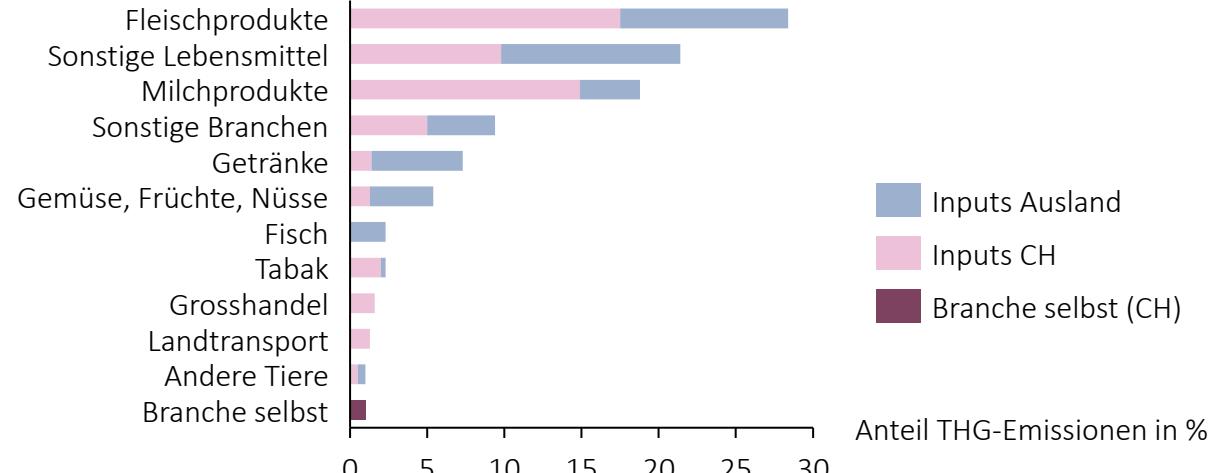
## Emissionen aus Vorketten pro Land



## INFRAS

Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoeco (2020).

## Emissionen aus Vorketten pro Produkt und nach Inland/Ausland

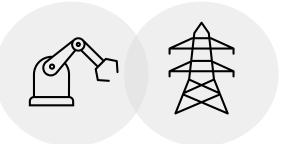


# 09 Konsum





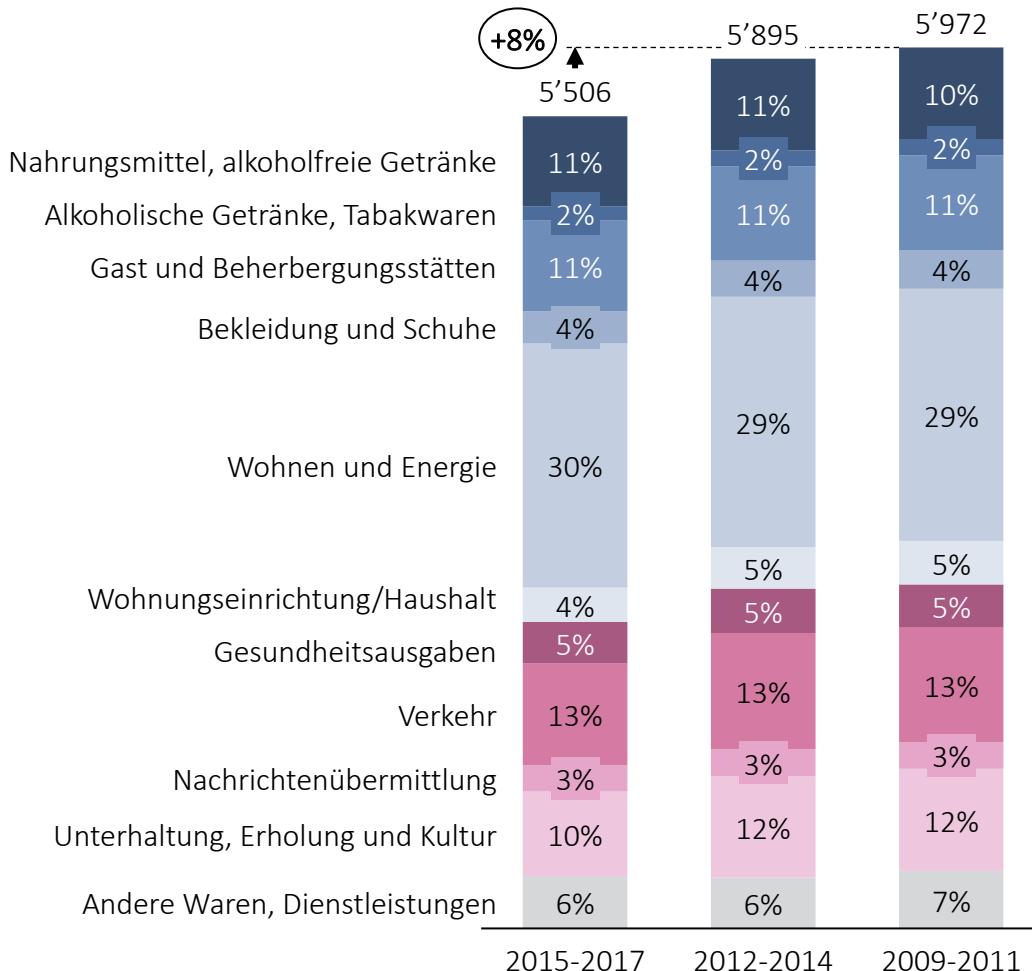
# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum



## Konsumausgaben eines durchschnittlichen Haushalts in CHF

im Kanton Zürich 2009-2017

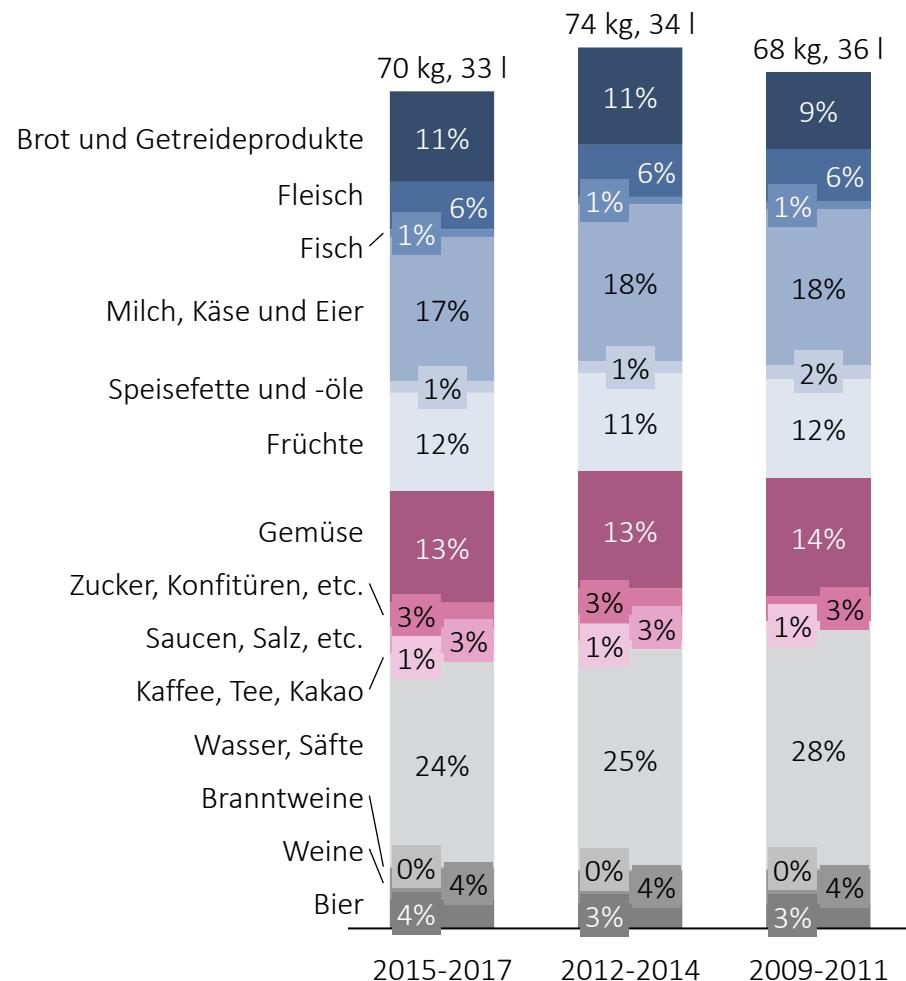
Quelle: Bundesamt für Statistik 2024.



## Konsummengen (in kg und Liter) eines durchschnittlichen Haushalts

im Kanton Zürich 2009-2017. In Liter: Wasser, Säfte, Branntweine, Weine, Bier

Quelle: Bundesamt für Statistik 2024.

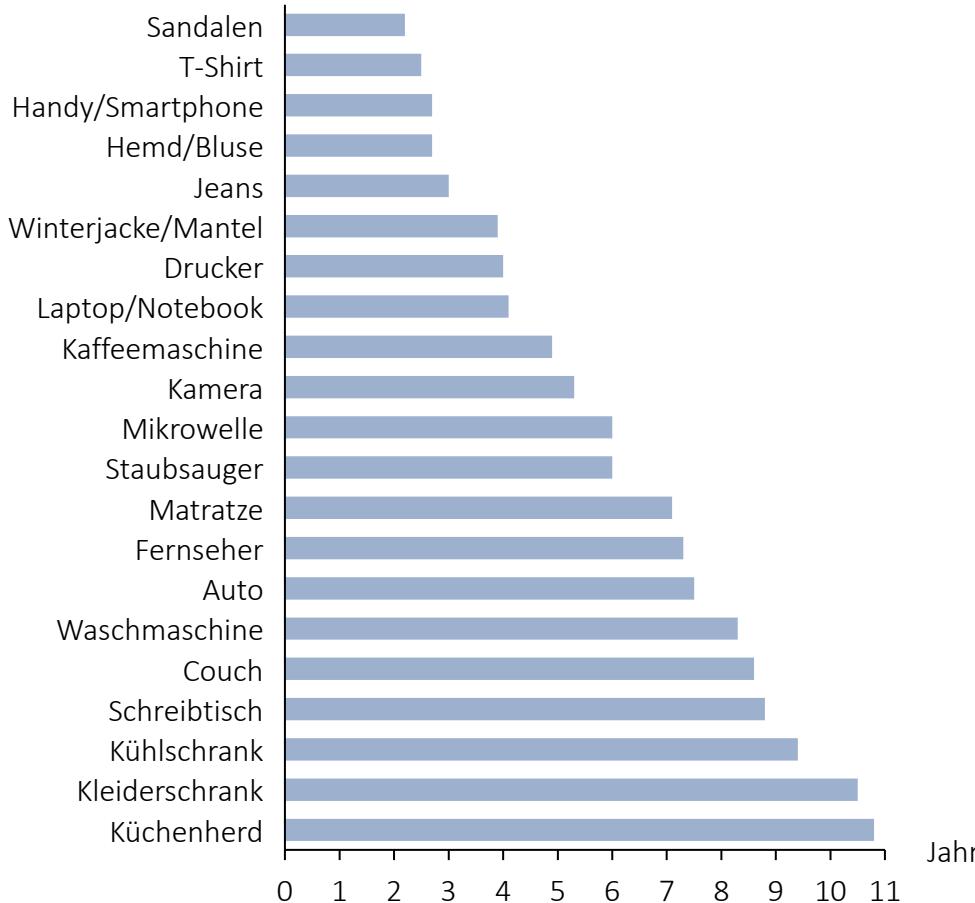




# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum



Nutzungsdauer verschiedener Konsumgüter, auf Basis einer Umfrage unter KonsumentInnen (N=997) in Nordrhein-Westfalen, Deutschland.  
Quelle: Tröger et al. (2017). Durchschnittswerte pro Konsumgut.

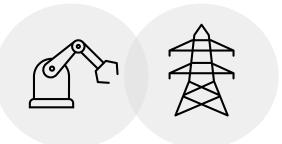


THG-Reduktionspotenzial durch verlängerte Nutzungsdauern  
Quelle: Oberpriller et al. (2022).

Produkt	Ø Nutzungs-dauer [Jahre]	THG-Fuss-abdruck [tCO <sub>2</sub> eq pro Jahr] (Anteil CH)	Szenarien bei verlängerter Nutzungsdauer					
			1 Jahr	3 Jahre	5 Jahre	10%	50%	100%
Wasch-maschinen	14.7	63'000 (0.06%)	4'000 (6.4%)	11'000 (17%)	16'000 (25%)	5'700 (9.1%)	21'000 (33%)	32'000 (50%)
Notebooks	5.7	296'000 (0.26%)	44'000 (15%)	102'000 (34%)	138'000 (47%)	27'000 (-9.1%)	99'000 (33%)	148'000 (50%)
Smart-phones	2.3	162'000 (0.14%)	49'000 (30%)	91'000 (56%)	111'000 (68%)	15'000 (9.1%)	54'000 (-33%)	81'000 (50%)
Bekleidung	4	3'468'000 (3.05%)	694'000 (20%)	1'486'000 (43%)	1'927'000 (56%)	315'000 (9.1%)	1'156'000 (33%)	1'734'000 (50%)
Möbel	10.5	643'000 (0.56%)	56'000 (8.7%)	143'000 (22%)	207'000 (32%)	58'000 (9.1%)	214'000 (33%)	321'000 (50%)



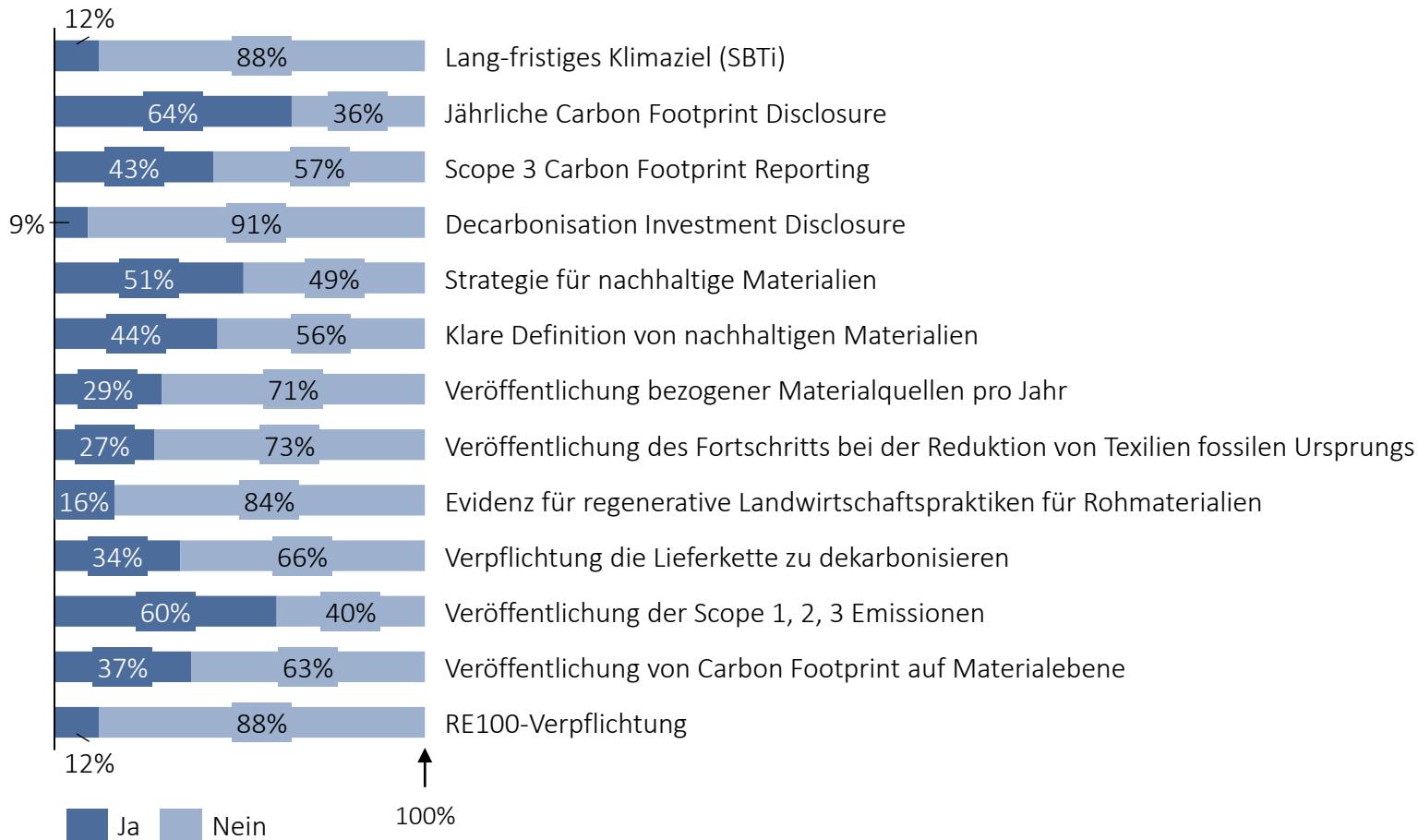
# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Textilindustrie



## Disclosure und Veröffentlichung von Zielen in der Textilindustrie

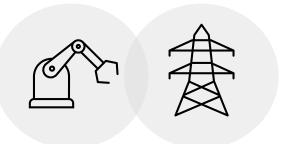
Quelle: Fashion Revolution (2023) Fashion Transparency Index 2023.

250 teilnehmende Unternehmen.





# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Textilindustrie



## Emissionsinventar und Klimaplan H&M

Quelle: H&M (2024).

### Scope 3-Emissionen

#### Gekaufte Waren und Dienstleistungen

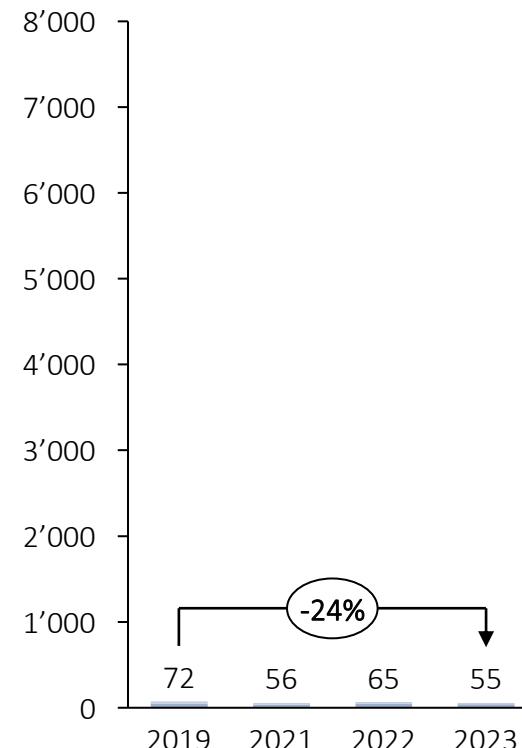
#### Upstream Transport und Verteilung

#### End of Life und Sonstige

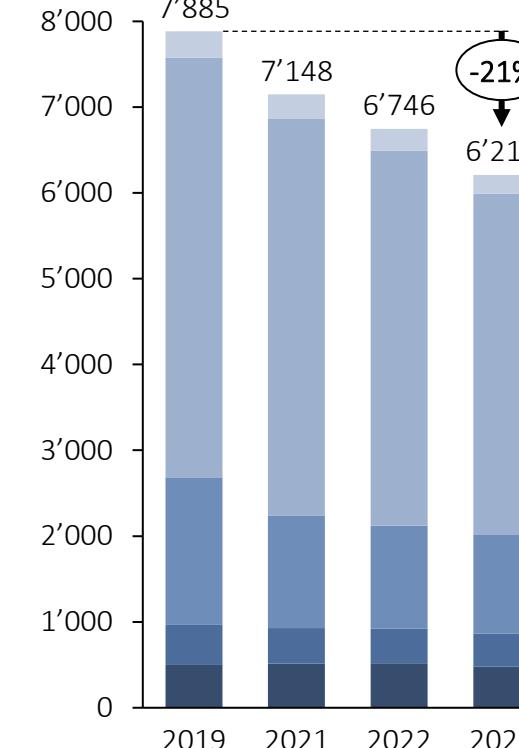
#### Nutzungsphase

### Scope 1 und 2-Emissionen

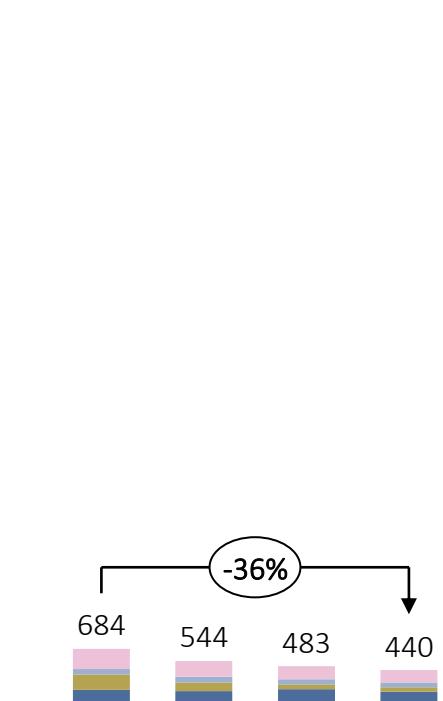
Kilotonnen CO<sub>2</sub>eq



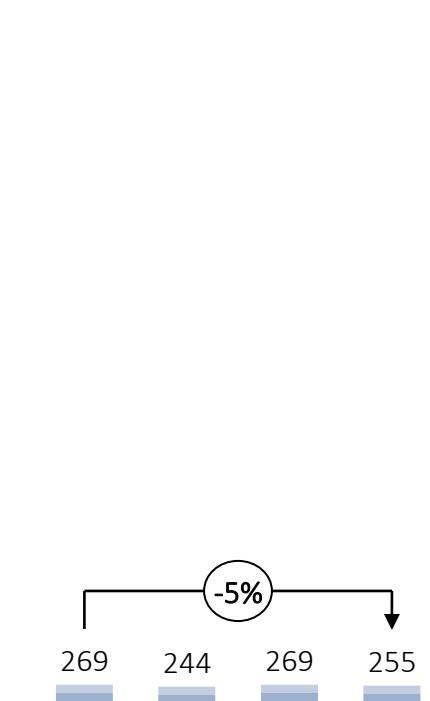
Kilotonnen CO<sub>2</sub>eq



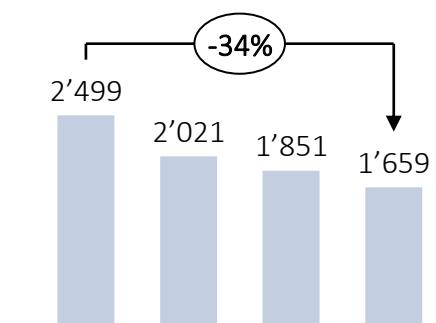
Kilotonnen CO<sub>2</sub>eq



Kilotonnen CO<sub>2</sub>eq



Kilotonnen CO<sub>2</sub>eq



Direkte Emissionen

Emissionen aus bezogener Energie

Kleiderproduktion

Stoffproduktion

Rohstoffe

Nicht-Stoffe

Sonstiges

Verpackung

Seetransport

Lufttransport

Strassentransport

Schienentransport

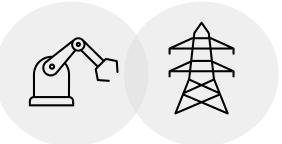
End of Life verkauft Waren

Sonstige

Nutzung der Waren



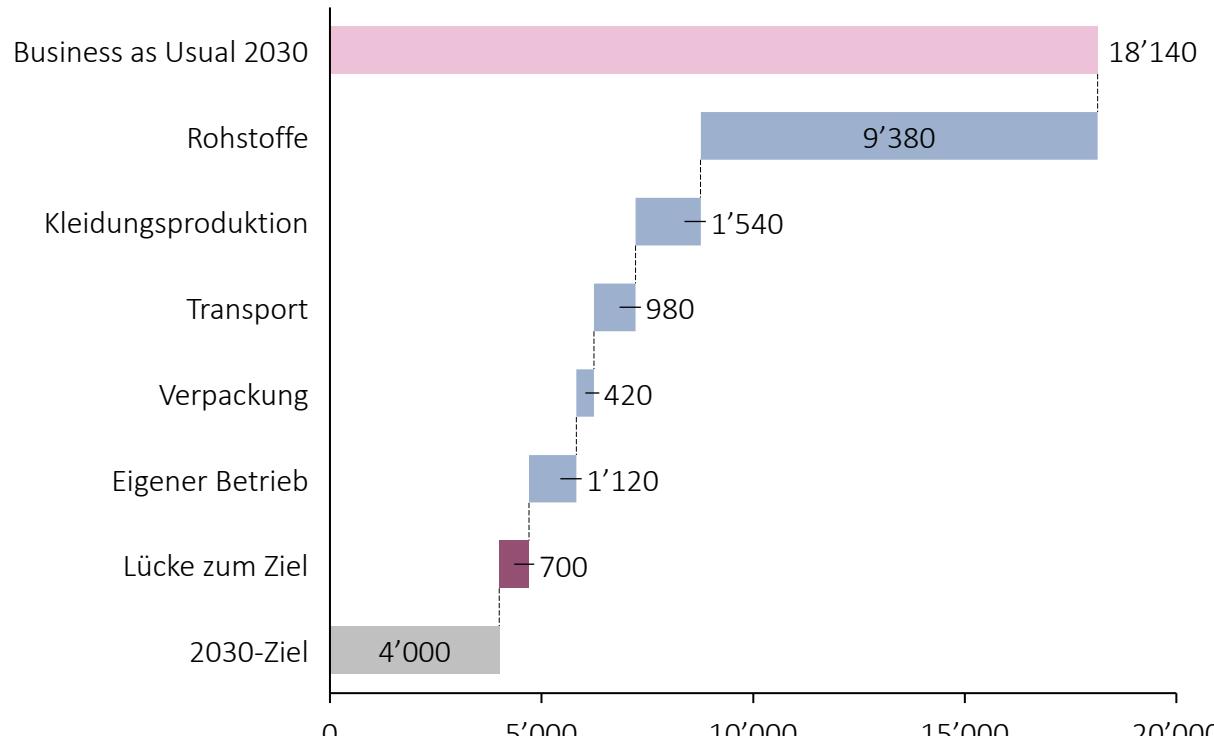
# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Textilindustrie



## Emissionsinventar und Klimaplan H&M

Quelle: H&M (2024).

### Reduktionsmassnahmen bis 2030

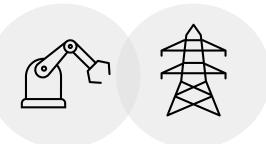


### Beispiele für konkrete Massnahmen aus Klimaplan

- Verwendung von 100% recycelten oder nachhaltig beschafften Materialien bis 2030.
- Beschaffung von 100% erneuerbarem Strom in Lieferkette bis 2030.
- Verringerung der absoluten Emissionen um 56 % bis 2030 (Basisjahr 2019).
- Reduzierung Kunststoffverpackungen um 25 % bis 2025 (Basisjahr 2018).
- Reduzierung der absoluten Scope-1- und Scope-2-Emissionen um 56 % bis 2030, im Vergleich zum Basisjahr 2019. Netto Null bis 2040



# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Textilindustrie



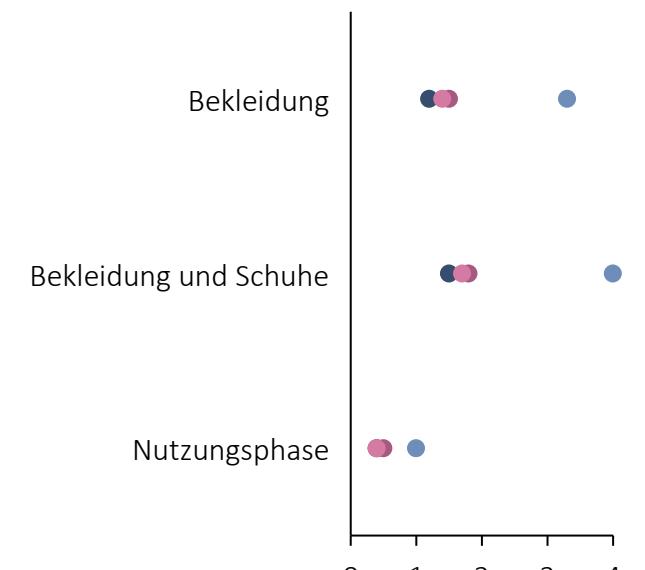
Emissionsreduktions-Potenzial verschiedener Ansätze in der globalen Textilindustrie

Quelle: Systemiq (2023), Fashion Pact.

Ansatz	Reduktions-Beitrag bis 2030 (in %)	Ausgewählte Industrieaktivitäten	Industrieaktivitäten
Erneuerbare Energien	35	UNFCCC Fashion Industry Charter; RE100	Gering
Energieeffizienz	15	UNFCCC Fashion Industry Charter & Fashion Pact; Fashion for Good's Scaling Programme	Mittel
Rohstoffproduktion	12	Apparel Impact Institute's Clean by Design programme; CanopyStyle initiative; Frontier Founders Initiative; Responsible Leather Roundtable; 2025 Sustainable Cotton Challenge	Mittel
Produktverbesserungen	11	Care Label Project; Love Your Clothes Kampagne	Gering
Abfall reduzieren in Lieferkette	11	Circular Fashion Partnership	Gering
Zirkuläre Wirtschaftsformen	9	Circular Fashion Partnership; Circular ID; EVRTHNG	Gering
Alternative Materialien	3	Orange Fiber; Higg Index	Mittel
Saubere Logistik und Verteilung	2	Pathways Coalition;	Mittel

Baseline-Emissionen der globalen Textilindustrie in Gigatonnen CO<sub>2</sub>e/Jahr

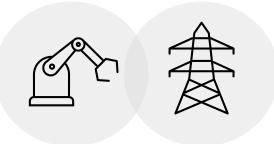
Quelle: Systemiq (2023), verschiedene Primärquellen.



- EMF & McKinsey, New Textiles Economy
- Quantis, Measuring Fashion
- GFA & McKinsey, Fashion on Climate
- WIR & ARI, Roadmap to Net Zero

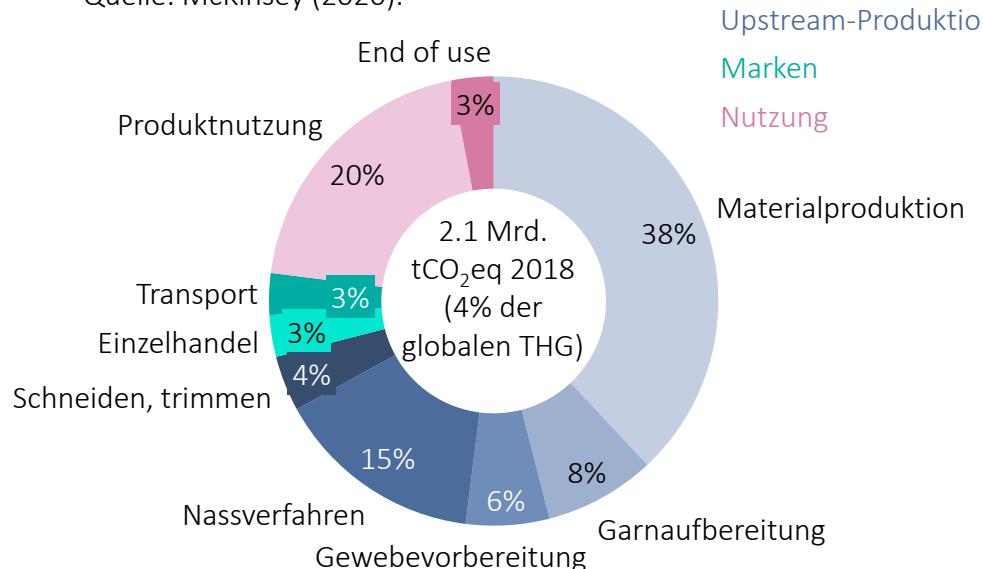


# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Textilindustrie



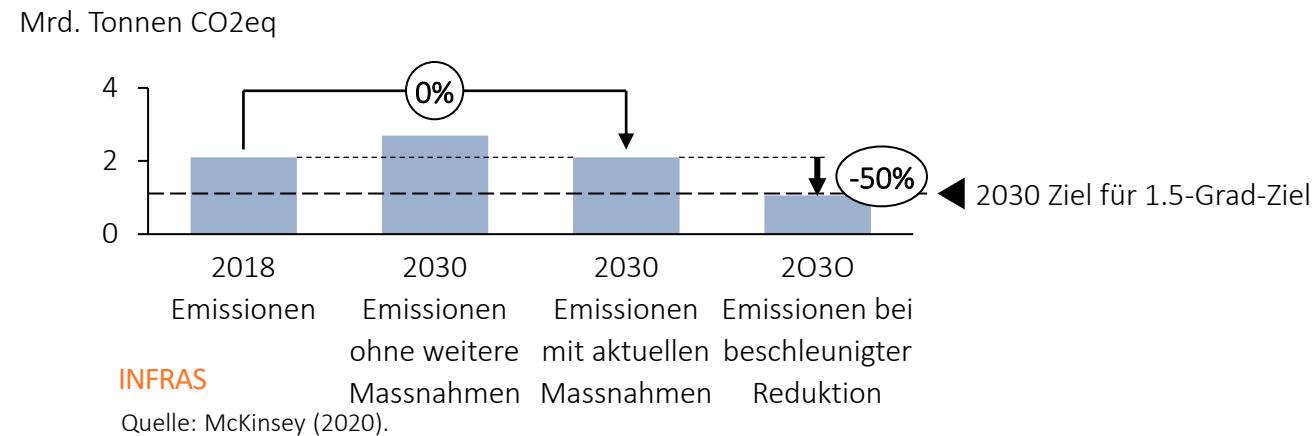
THG-Emissionen in der Wertschöpfungskette von Bekleidung und Schuhen, global, 2018.

Quelle: McKinsey (2020).



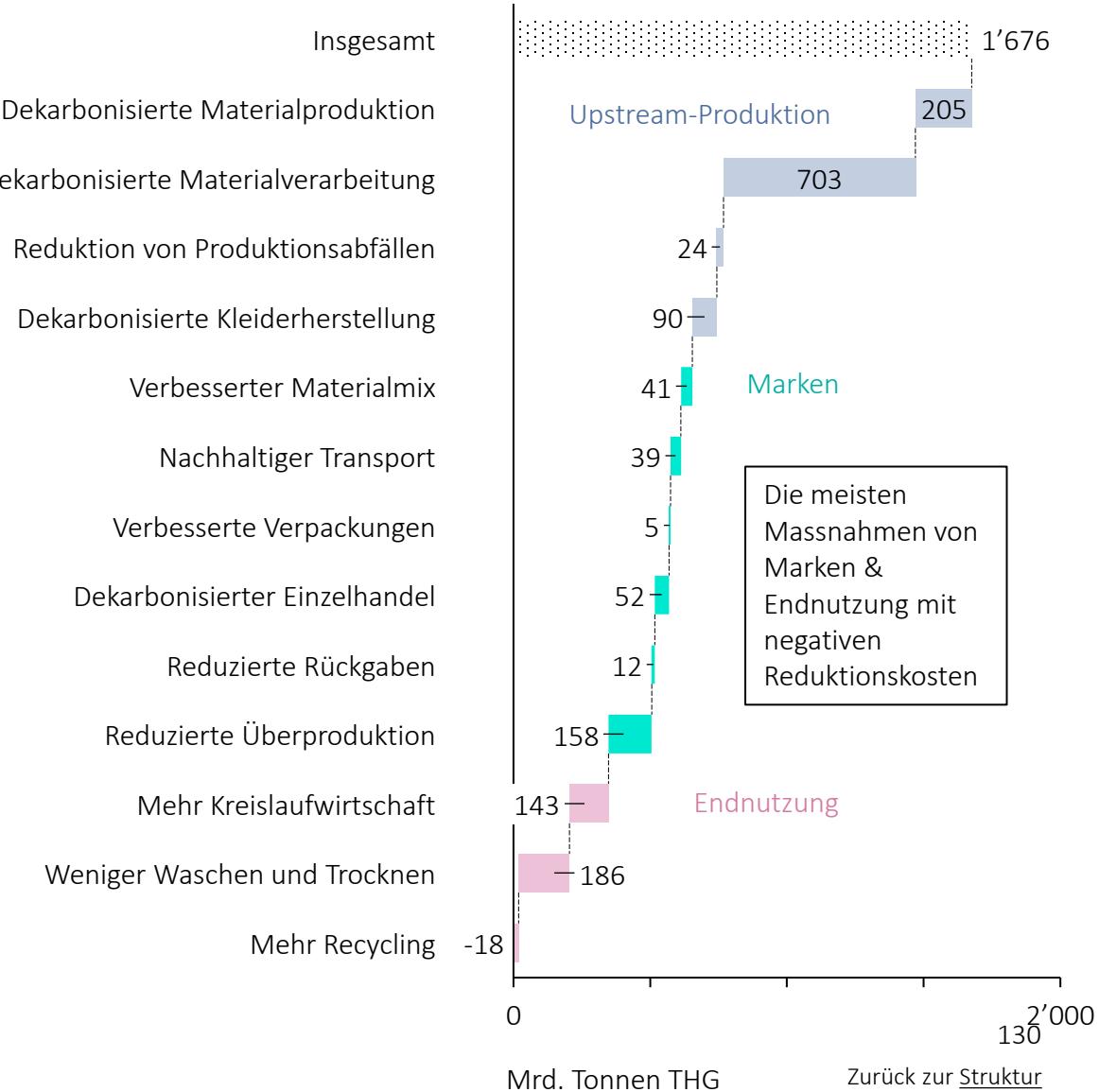
Emissionsreduktion in der Textilindustrie unter verschiedenen Szenarien

Quelle: McKinsey (2020).



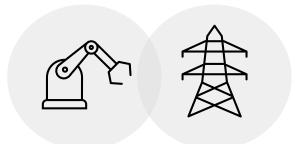
THG-Reduktionspotenzial 2030 in der Wertschöpfungskette der Textilindustrie

Quelle: McKinsey (2020).





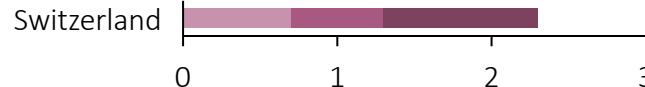
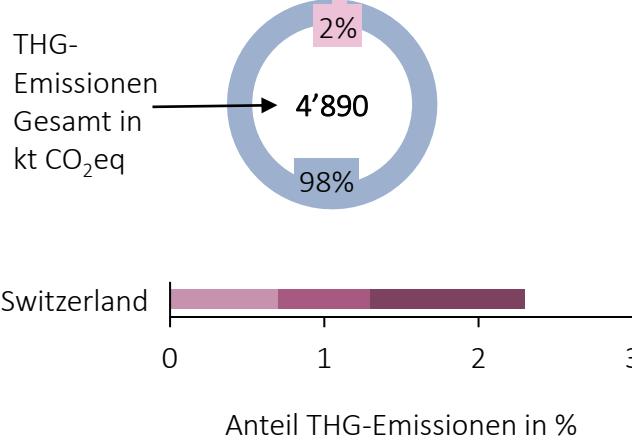
# 08 Analyse Lieferketten Schweiz: Textilien



Treibhausgasemissionen des Schweizer Textilienhandels in In- und Ausland sowie verschiedene Schritte in der Wertschöpfungskette, Länder und Produkte

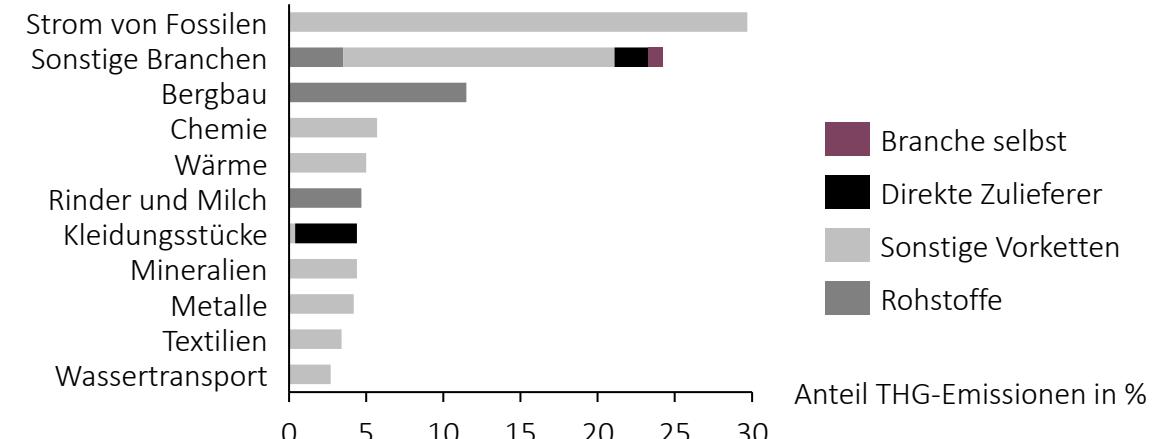
Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoeco (2020).

## Gesamtsicht

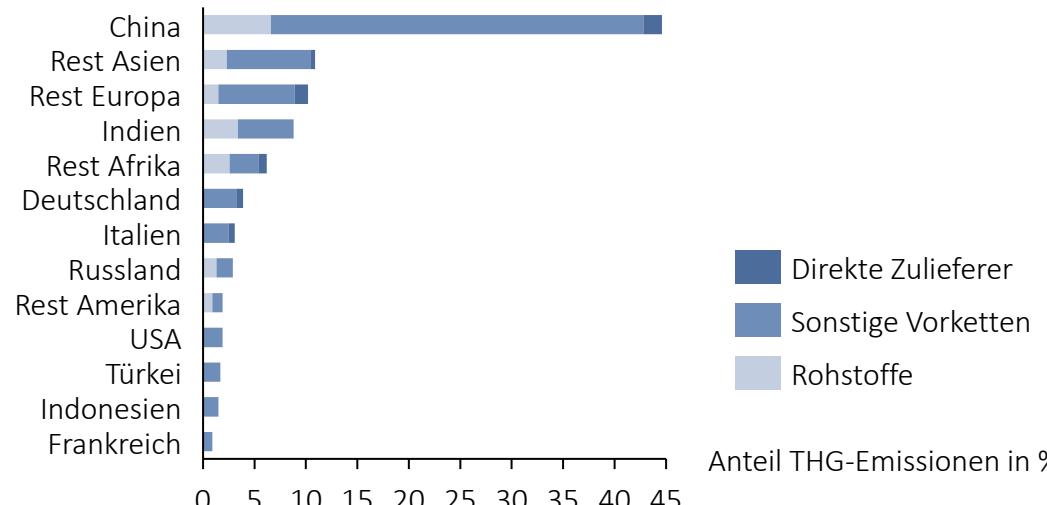


- Inland
- Ausland
  
- Branche selbst (CH)
- Direkte Zulieferer
- Sonstige Vorketten
- Rohstoffe

## Emissionen aus Vorketten pro Produkt

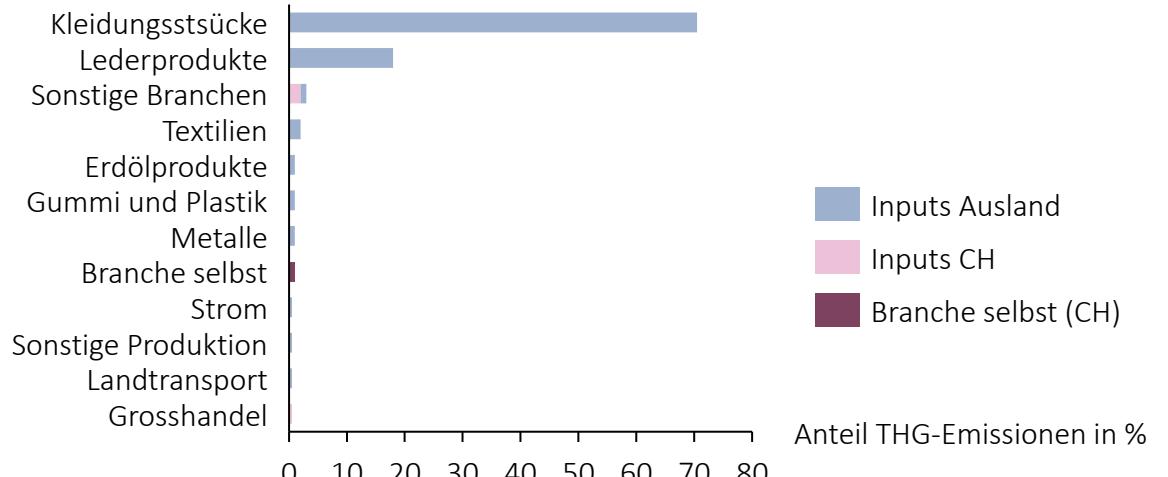


## Emissionen aus Vorketten pro Land



- Direkte Zulieferer
- Sonstige Vorketten
- Rohstoffe

## Emissionen aus Vorketten pro Produkt und nach Inland/Ausland





# 09 Policy-Entwicklungen im Bereich Konsum: Elektronikindustrie



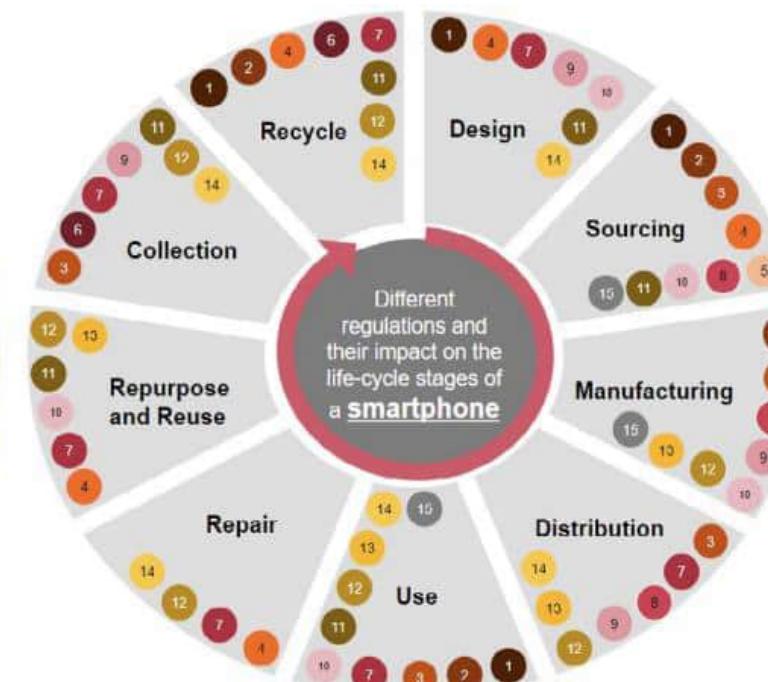
Relevante Policies für Kreislaufwirtschaft am Beispiel des Lebenszyklus eines Smartphones

Quelle: PwC (2023).

## Overview - applicable regulations

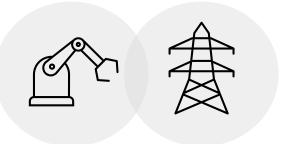
- 1 The REACH Regulation (1907/2006/EU)
- 2 The Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive (2011/65/EU)
- 3 The Battery Directive (2006/66/EC) (*expected to change in 2023*)
- 4 The Waste Framework Directive (2008/98/EC // *Updated: 2018/852/EC*)
- 5 The Mining Waste Directive (2006/21/EC)
- 6 The Landfill Directive (1999/31/EC)
- 7 The Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive (2012/19/EU)
- 8 The Conflict Minerals Regulation (EU) No. 2017/821
- 9 The Ecolabel Regulation (EC) No. 66/2010
- 10 The Single-Use Plastics Directive (2019/904)
- 11 The Packaging and Packaging Waste Directive (94/62/EC)
- 12 The Extended Producer Responsibility (EPR) Regulations
- 13 The Energy Efficiency Directive (2012/27/EU)
- 14 The Indication of Energy Consumption and Labelling of Energy-Related Products Directive (2010/30/EU)
- 15 The Eco-design Directive (2009/125/EC)

## And its impact on different smartphone life-cycle stages



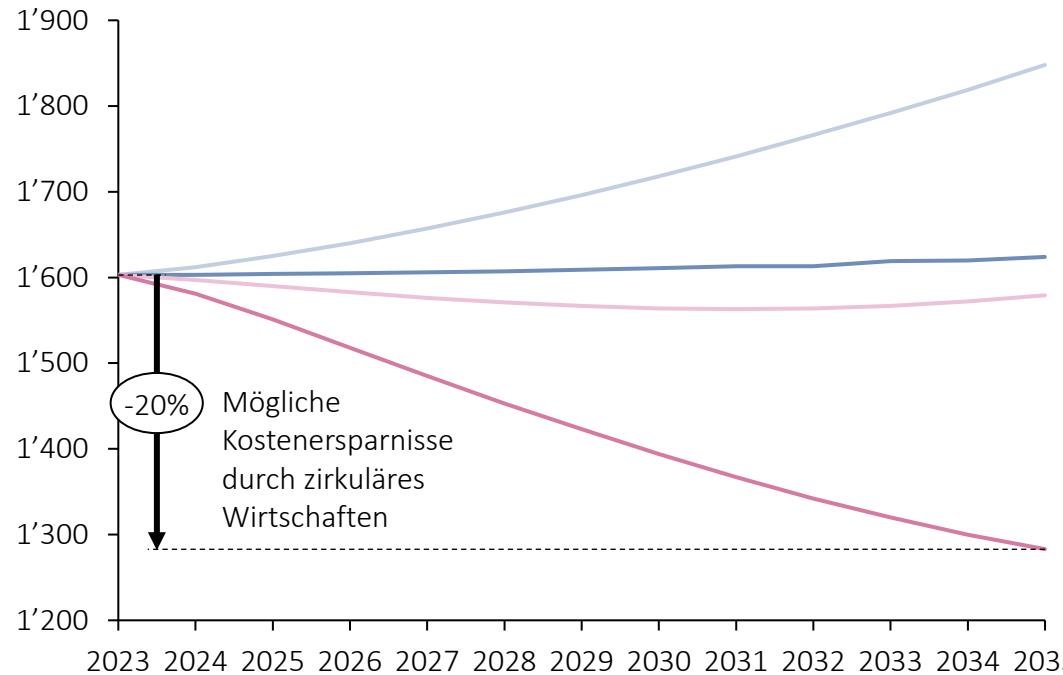


## 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Elektronikindustrie



Geschätzte Kosten für Elektronikindustrie Zirkuläre Wirtschaftsformen vs. BAU  
Quelle: PwC (2023).

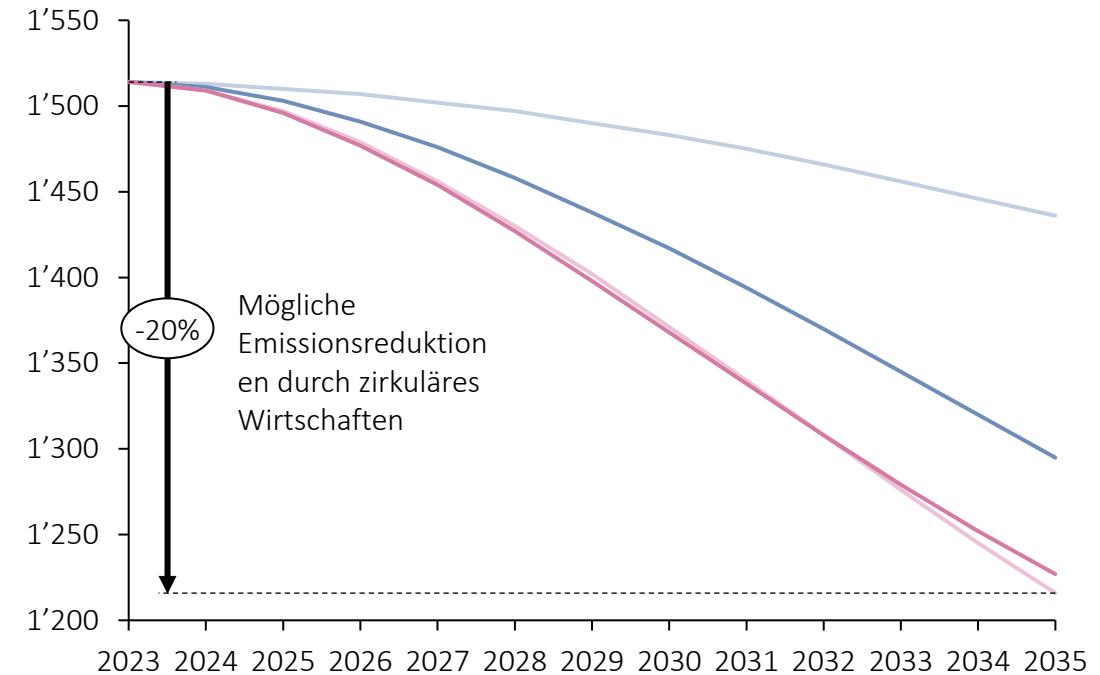
Milliarden US-Dollar



— Business as usual — Wiederherstellung (reuse)  
— Zirkuläre Inputs — Product as a Service

Geschätzte Emissionsreduktionen durch Zirkuläre Wirtschaftsformen vs. BAU (BAU mit Klimamassnahmen)  
Quelle: PwC (2023).

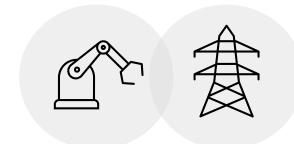
Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq



"(A)ll circular business models (circular inputs, remanufacturing and PaaS) analysed in this report prove more cost effective and significantly reduce CO<sub>2</sub> compared to using linear model (business as usual) approach over the next 12 years.



# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Elektrogeräte, IKT



## Kategorisierung des Treibhausgas-Fussabdrucks und des Minderungspotenzials der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)

Quelle: Bieser et al. (2023)

Kategorie	Effekt	Beschreibung	Beispiel
Direkte Effekte (Fussabdruck)	Produktion	Ressourcen- und Energieverbrauch für die Herstellung von IKT-Hardware und -Software	Energiebedarf für die Herstellung eines Smartphones
	Betrieb	Stromverbrauch für den Betrieb von IKT-Hardware	Energiebedarf für den Betrieb eines Smartphones
	Abfall	Ressourcen- und Energieverbrauch für die Entsorgung von IKT-Hardware	Energiebedarf für das Recycling eines Smartphones
Indirekte Effekte	Optimierungs-Effekt	IKT-induzierte Steigerung der Ressourcen- oder Energieeffizienz	Navigations-Apps, die Routen im Hinblick auf Treibstoffeffizienz optimieren
	Substitutions-Effekt	Ersetzung einer physischen Dienstleistung durch eine IKT-Dienstleistung	Videokonferenzen als Ersatz für Geschäftsreisen
	Direkter Rebound-Effekt	IKT-bedingte Preissenkungen bei einer Dienstleistung, die zu einem Anstieg des Verbrauchs dieser Dienstleistung führen	Streaming-Dienste steigern den Konsum von Videos
	Indirekter Rebound-Effekt	IKT-bedingte Preissenkungen bei einer Dienstleistung, die zu einem Anstieg des Verbrauchs einer anderen Dienstleistung führen	Wiederverwendung des beim Pendeln eingesparten Geldes für Freizeitreisen
	Induzierungs-Effekt	IKT-Nutzung, die die Nutzung einer anderen Ressource anregt	Drucker, die die Verwendung von Papier fördern
	Gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt	IKT-Nutzung führt zu makroökonomischen Anpassungen in allen Sektoren	E-Commerce führt zu Wachstum in der Logistikbranche

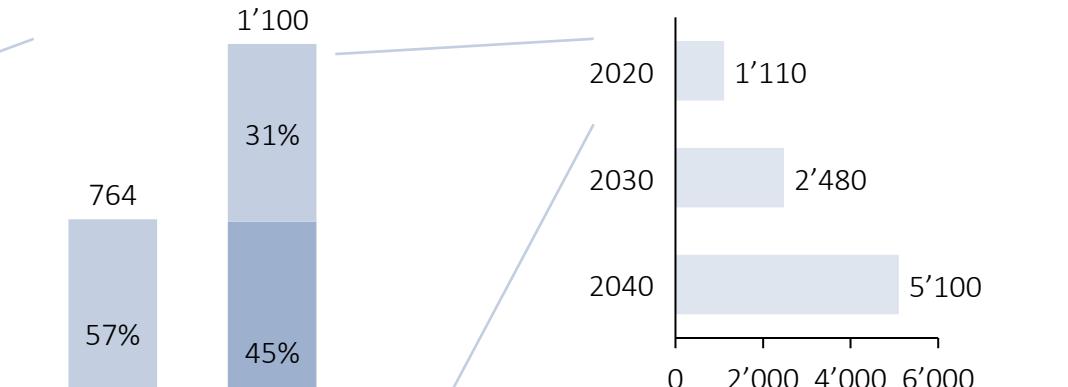
## INFRAS

Quelle: Belkhir und Elmeliqi (2018); Bieser et al. (2023); Malmodin et al. (2024).

## Quantifizierung des direkten Treibhausgas-Fussabdrucks

Quelle: Belkhir und Elmeliqi (2018); Malmodin et al. (2024).

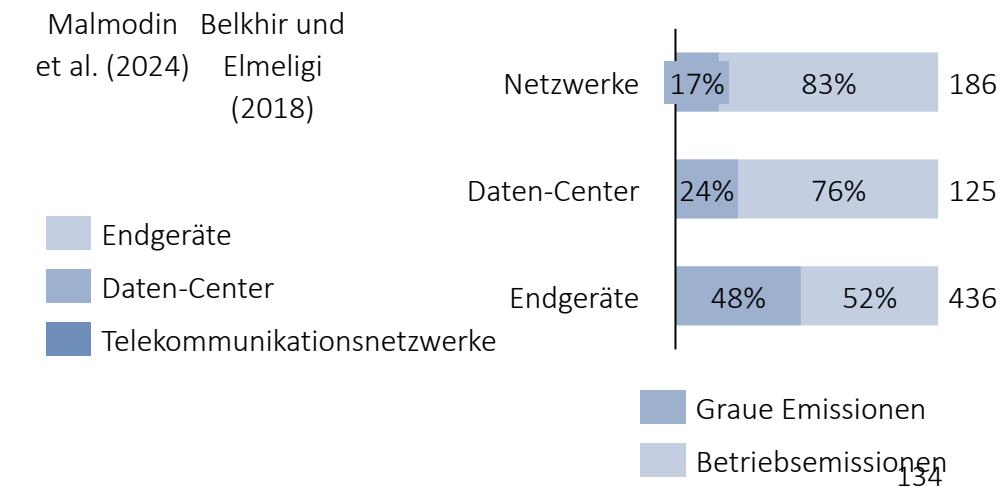
Anteil (in %) der IKT-Subsektoren an geschätzten globalen Emissionen 2020.



Geschätzte direkte Emissionen aus IKT global  
Belkhir und Elmeliqi (2018).

## Graue vs. Betriebsemisionen

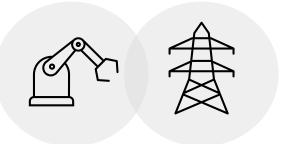
Malmodin et al. (2024)



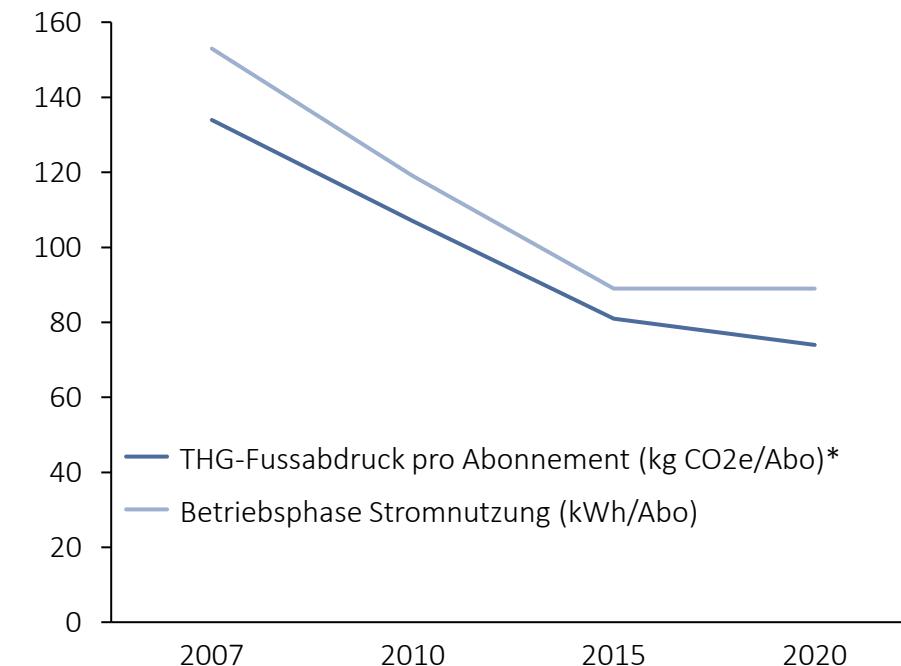
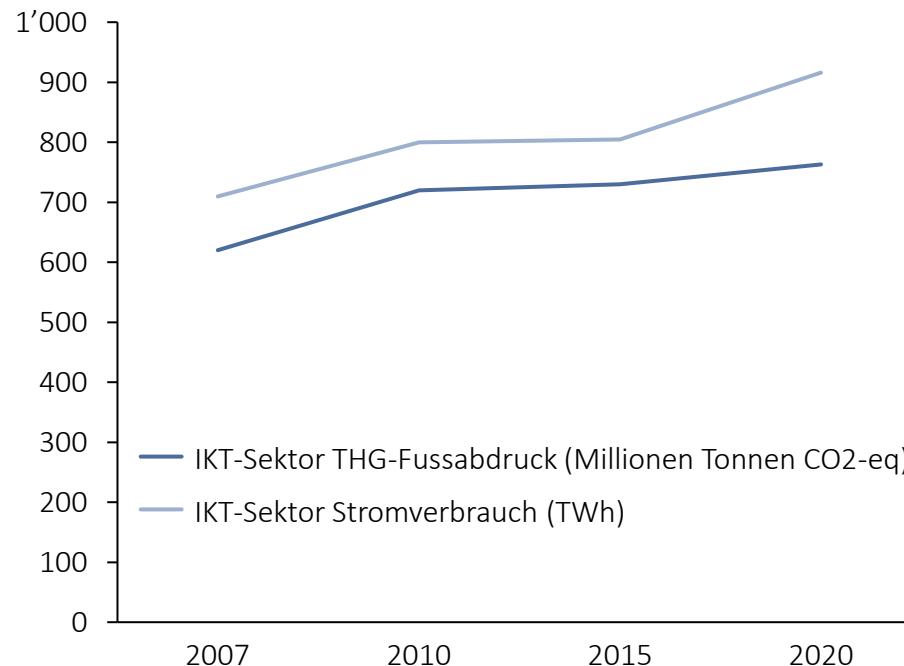
Zurück zur [Struktur](#)



## 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Elektrogeräte, IKT



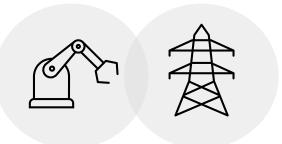
Entwicklung über Zeit: THG-Fussabdruck/Stromverbrauch des globalen IKT-Sektors und Fussabdruck/Stromverbrauch pro IKT-Abo  
Quelle: Malmodin et al. (2024)



\*Abonnement für Mobilfunk, Festnetz, Breitband (Daten der World Telecommunication/ICT Indicators Database)  
Indirekte und direkte Emissionen

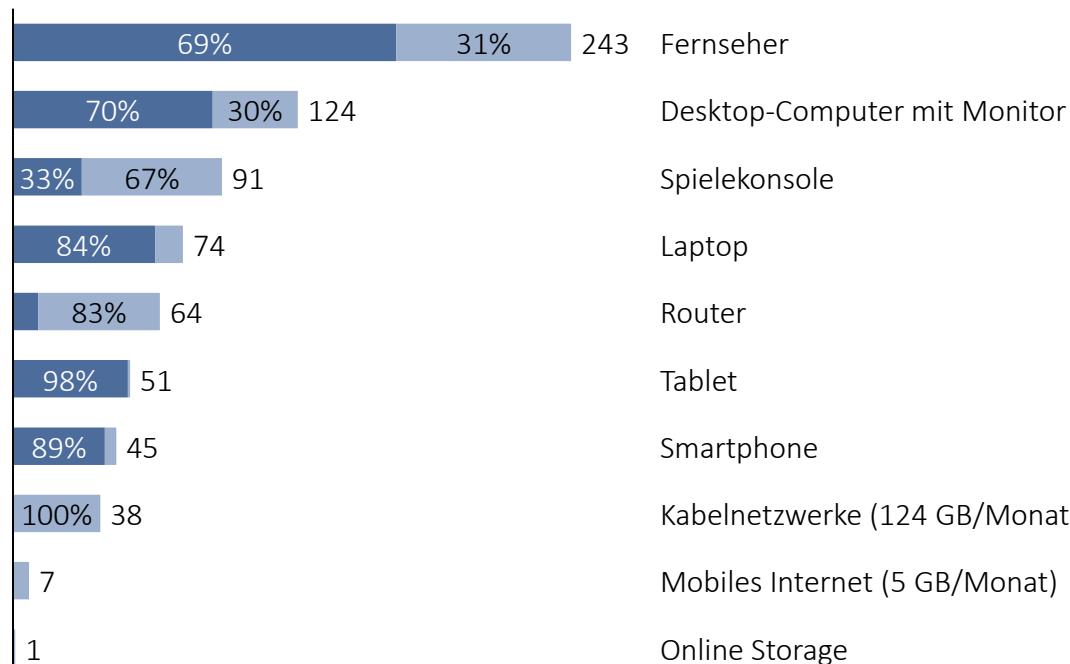


# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Elektrogeräte, ICT



## Durchschnittliche Emissionen für Elektrogeräte/ICT in Deutschland pro Jahr

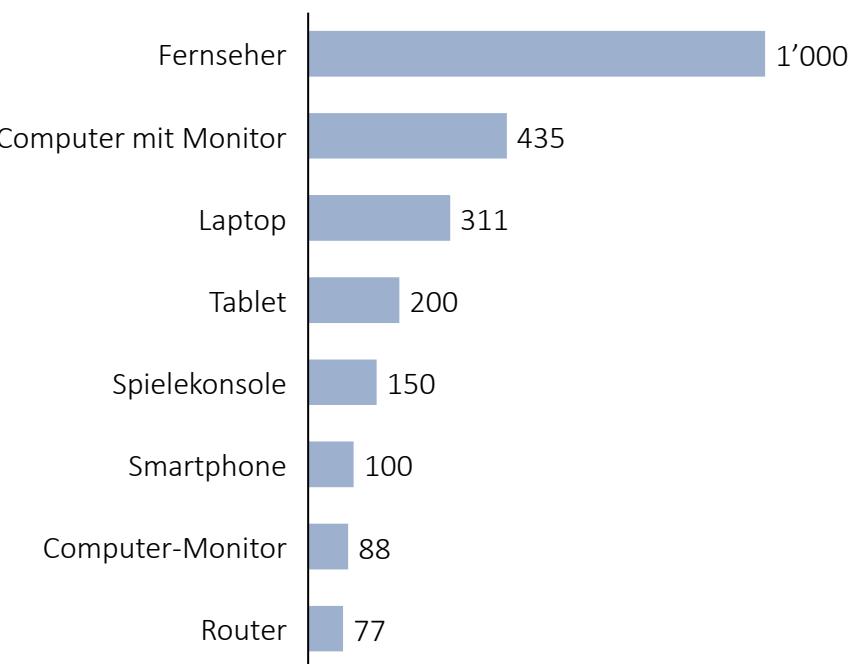
Quelle: Öko-Institut (2020), Digitaler Fussabdruck in kg CO<sub>2</sub>e/Jahr.



■ Herstellung ■ Nutzung

## THG-Emissionsintensität der Herstellung von Elektrogeräten und ICT

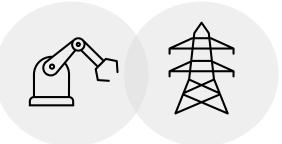
Quelle: Öko-Institut (2020), in kg CO<sub>2</sub>e.



Laptops meistens nach 5 Jahren ersetzt laut Umfrage, siehe Abbildung 3-1 in Öko-Institut (2020).



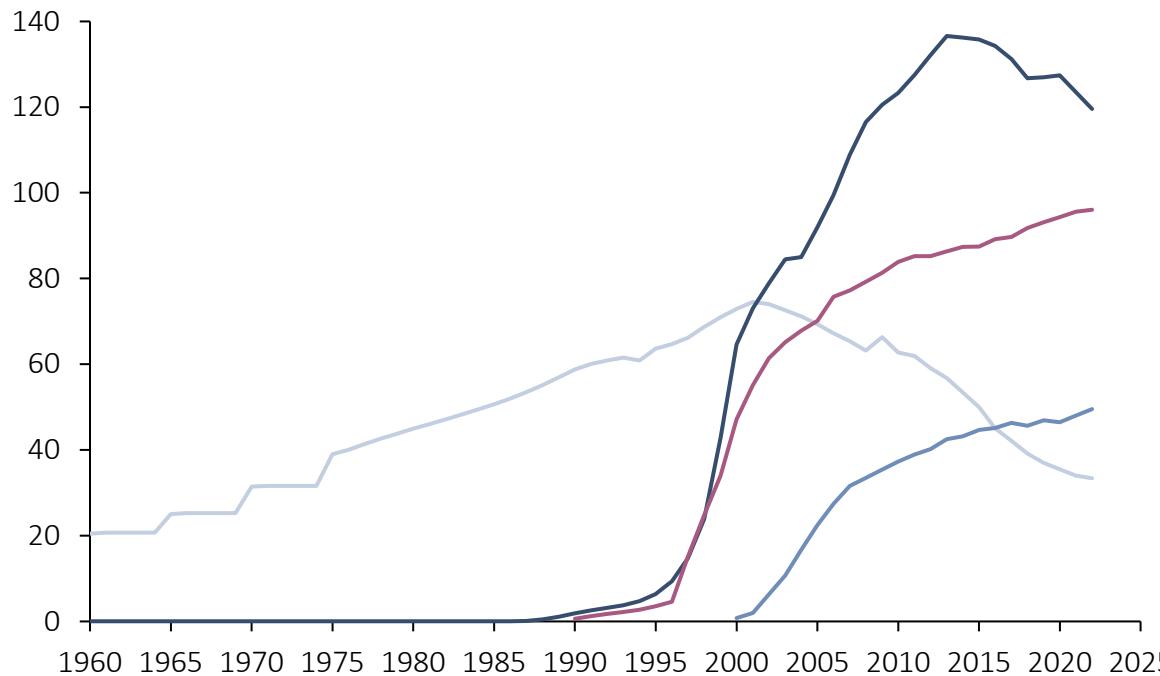
## 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Elektrogeräte, ICT



### Anzahl IKT-Abonnements in Deutschland

Quelle: International Telecommunication Union (via World Bank), Our World in Data.

Anzahl pro 100 / %



— Abonnements für Festnetztelefone (Anzahl pro 100 Personen)

— Festnetz-Breitbandabonnements (Anzahl pro 100 Personen)

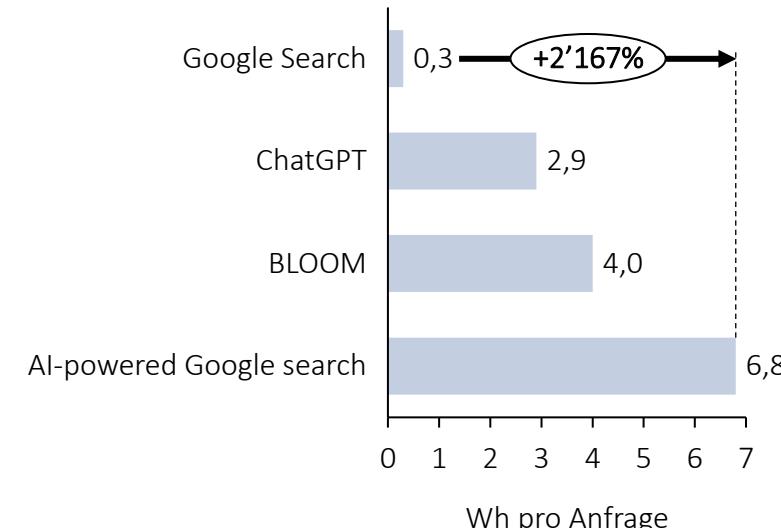
— Mobile Mobilfunkabonnements (Anzahl pro 100 Personen)

— Einzelpersonen, die das Internet nutzen (% der Bevölkerung)

### Energieverbrauch verschiedener Suchtechnologien

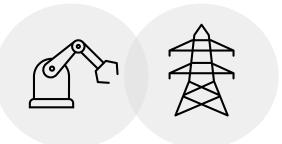
Quelle: De Vries (2023).

Energieverbrauch pro Anfrage, verschiedene Systeme





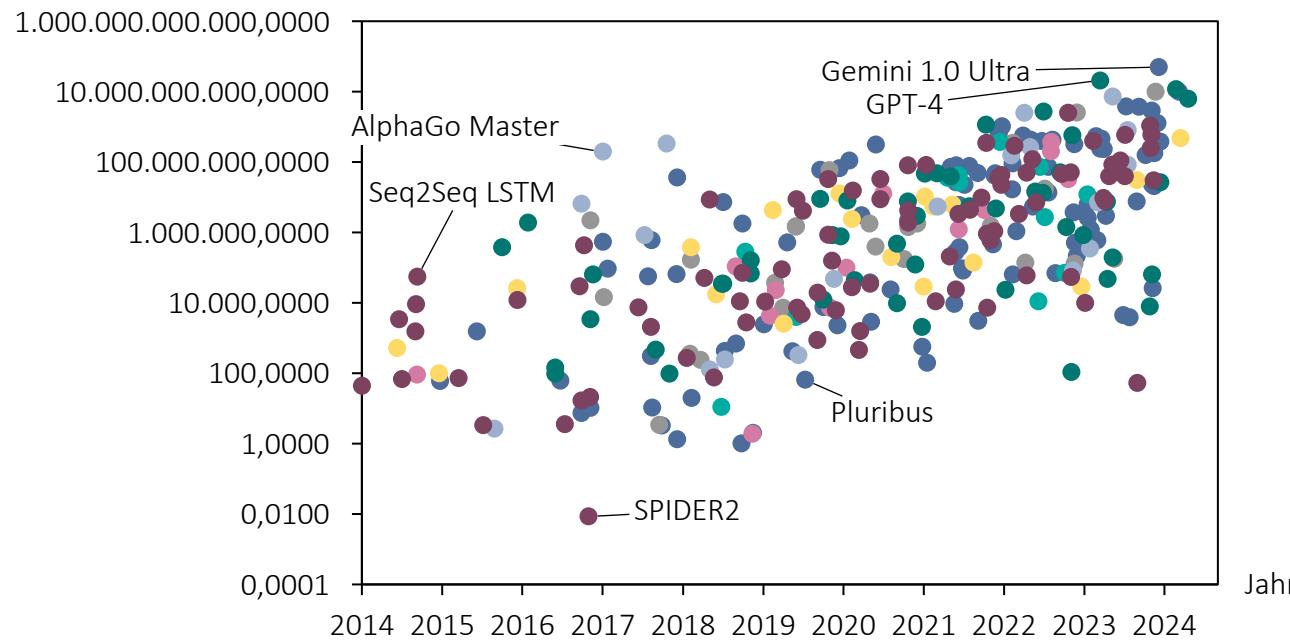
# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Künstliche Intelligenz



Trainingsintensität (in petaFLOPs) und Hardware-/Energiekosten von AI-Modellen nehmen rasant zu, mit potentiellen Auswirkungen auf importierte Emissionen durch AI-Applikationen. Gleichzeitig wird AI zunehmend von Regulierung und politischen Strategien umrahmt.

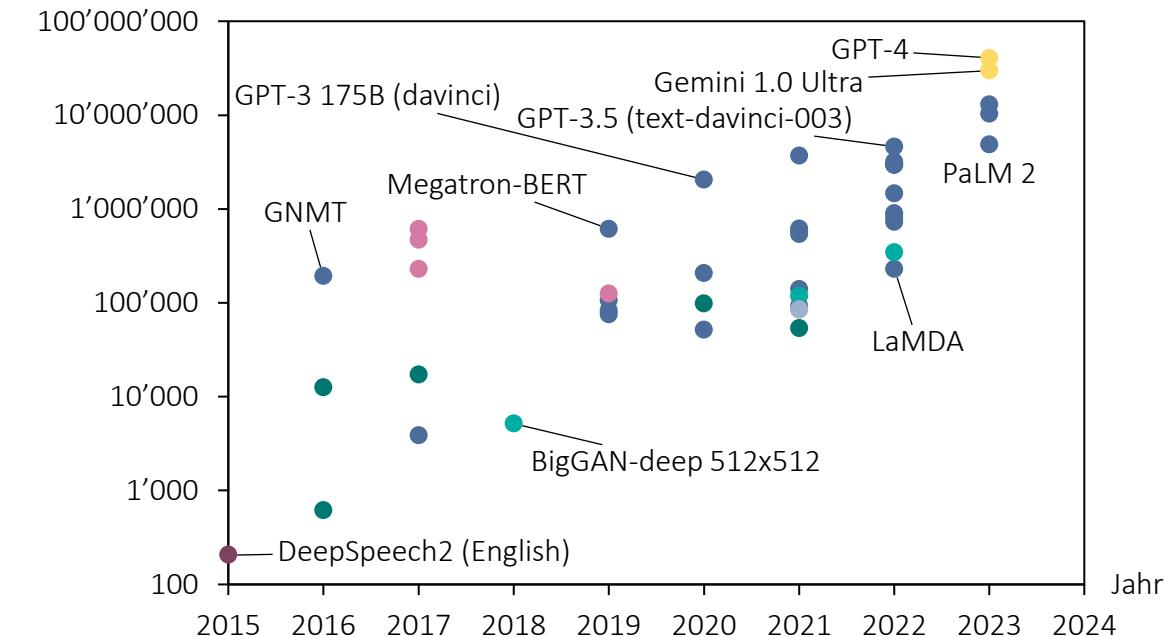
Quelle: Epoch AI (2024), Our World in Data.

Trainingsintensität (in petaFLOPS)



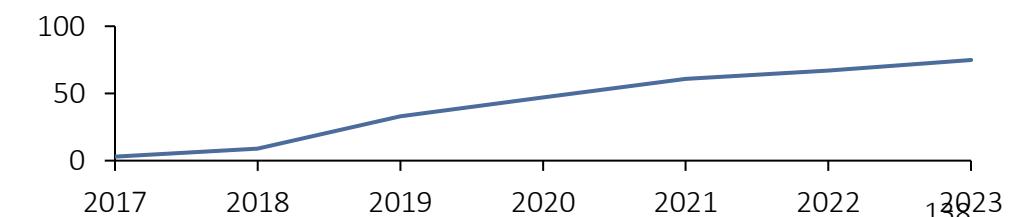
- Language
- Games
- Other
- Multiple domains
- Vision
- Image generation
- Biology
- Speech

Kosten in US-Dollar (Inflations-bereinigt)



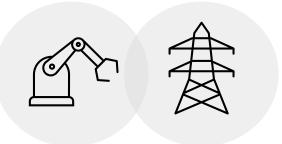
Anzahl Länder mit einer AI-Strategie

Quelle: HAI (2024) AI Index





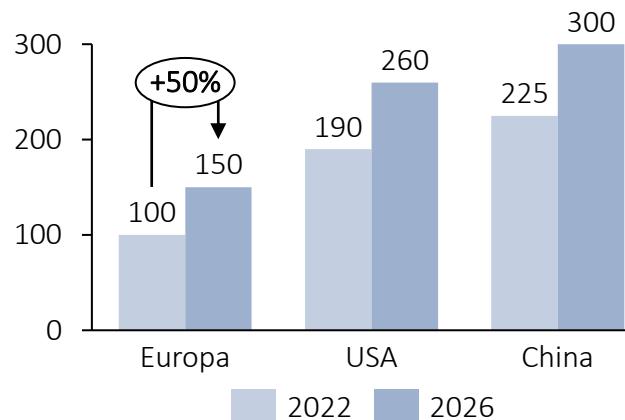
# 09 Marktentwicklungen im Bereich Konsum: Elektrogeräte, IKT



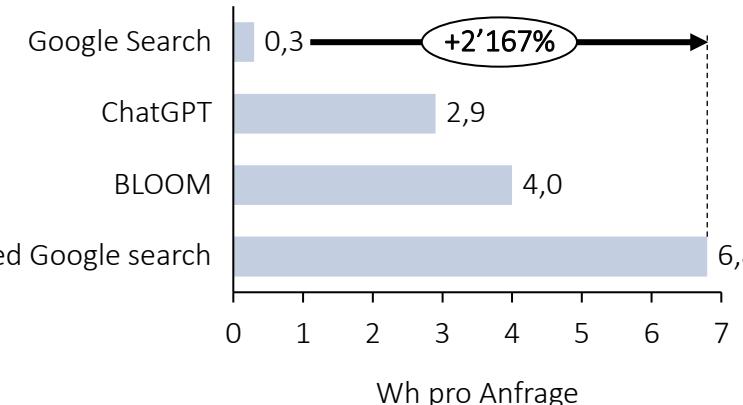
## Entwicklung im Strom- und Energieverbrauch von Rechenzentren und neuen KI-Modellen

Quelle: Baldor (2023); De Vries (2023); IEA (2024b).

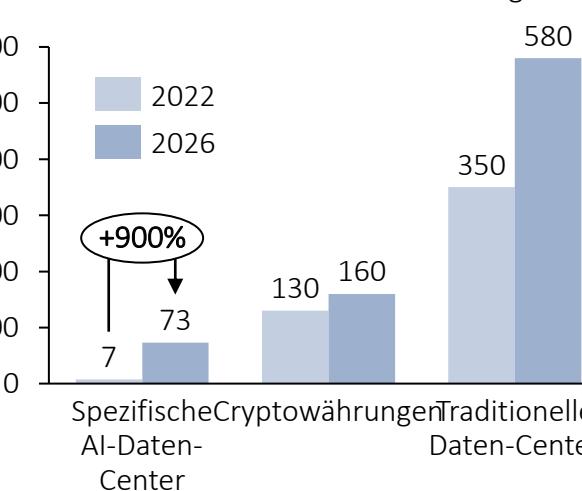
A) Stromverbrauch von Daten-Centern in TWh



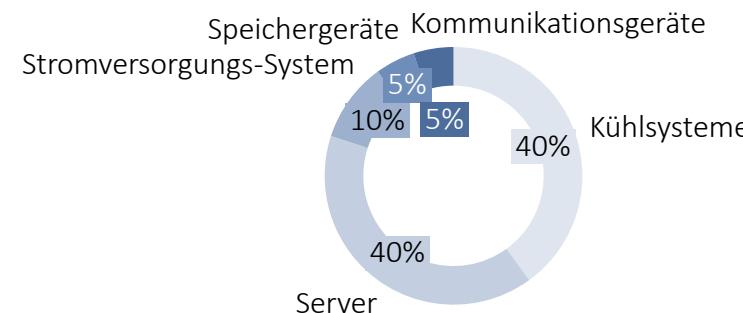
B) Energieverbrauch pro Anfrage, verschiedene Systeme



C) Stromverbrauch verschiedener Anwendungen

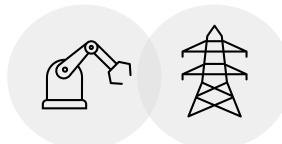


D) Typische Anteil am Stromverbrauch eines Data-Centers





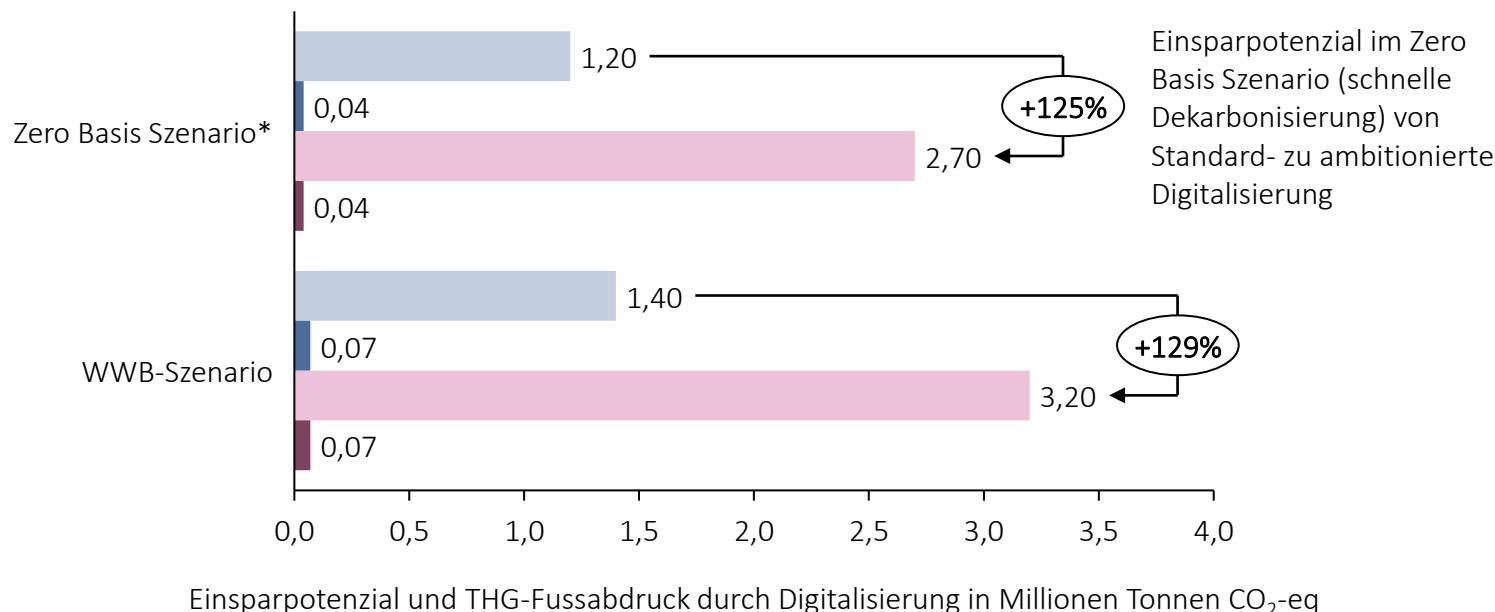
# 09 Elektrogeräte, IKT: Digitalisierung als Hebel für Dekarbonisierung der Schweiz



Einsparpotenzial durch Digitalisierung der Schweizer Wirtschaft in zwei Szenarien (aus Energieperspektiven 2050+), sowie direkte THG-Emissionen durch digitale Technologien

Digitale Technologien können zwischen 7-20% der Klimalücke schliessen, der IT-Fussabdruck zeigt vergleichsweise geringe Auswirkungen

Quelle: Digitalswitzerland, economiesuisse, accenture (2024)



■ Standard-Digitalisierung Reduktionspotential für Gesamtwirtschaft (Effizienzgewinne etc.)

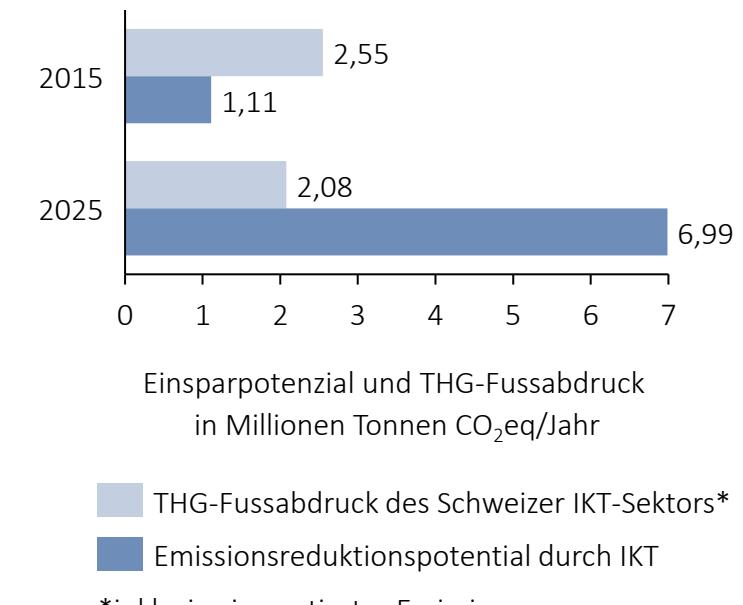
■ Standard-Digitalisierung THG-Fussabdruck (direkter Fussabdruck von Betrieb, ohne indirekte Emissionen aus Lieferkette)

■ Ambitionierte Digitalisierung Einsparpotential für Gesamtwirtschaft (Effizienzgewinne, etc.)

■ Ambitionierte Digitalisierung THG-Fussabdruck (direkter Fussabdruck von Betrieb, ohne indirekte Emissionen aus Lieferkette Lieferkette, etc.)

\*Netto-Null-Pfad 2050 der Energieperspektiven 2050+

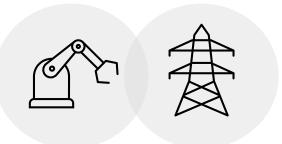
Maximales Einsparpotenzial durch Digitalisierung der Schweizer Wirtschaft, sowie direkte + indirekte THG-Emissionen durch digitale Technologien  
Quelle: Hilty und Bieser (2017)



\*inklusive importierter Emissionen



# 09 Elektrogeräte, IKT: Selbstverpflichtungen von Marktakteuren



Selbstverpflichtung führender IKT-Unternehmen in der Climate Neutral Data Center Initiative  
Quelle: Climate Neutral Data Center Initiative (2024)

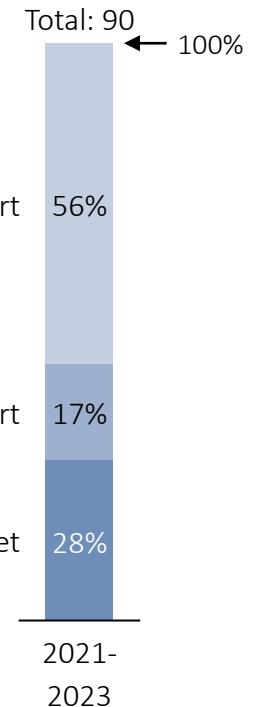
Verbände



Betreiber von Rechenzentren (Auswahl)



Anzahl beitretender IKT-Unternehmen 2021-2023  
Quelle: Climate Neutral Data Center Initiative (2024)



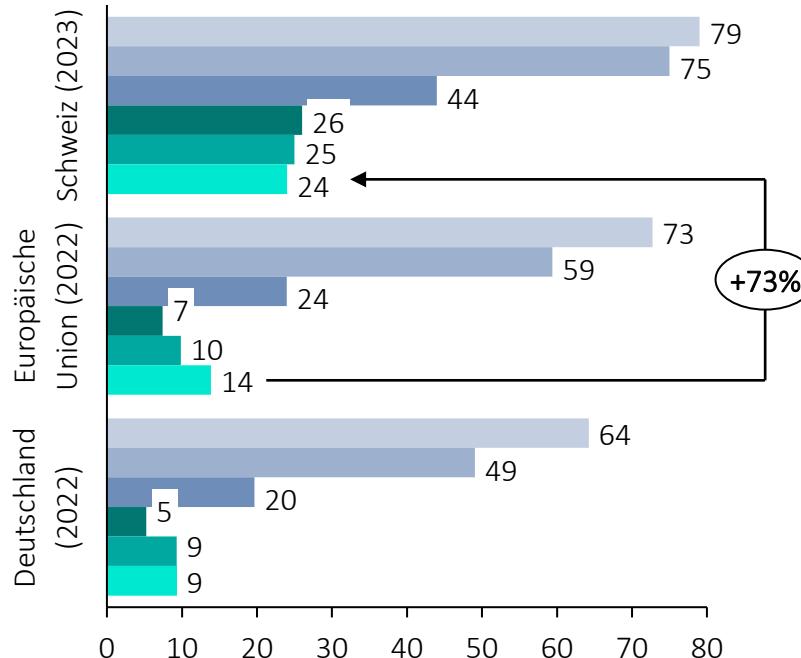


# 09 Elektrogeräte, IKT: Verhalten im Endkonsum



Einstellungen zum Kauf von IKT und Umgang mit Altgeräten im internationalen Vergleich

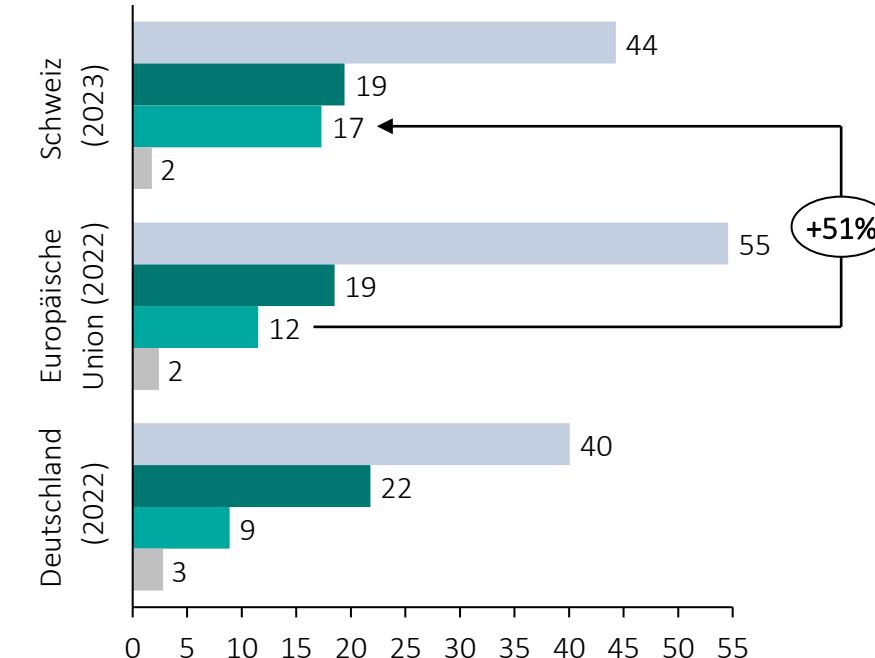
Quelle: BFS (2024), Eurostat.



- Preis
- Rücknahmeangebot
- Technische Leistung
- Verlängerung der Lebensdauer
- Energieeffizienz
- Ökodesign

INFRAS

Quelle: BFS (2024); Eurostat.



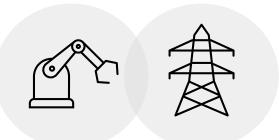
- Ungenutzt zu Hause aufbewahrt
- Weiterverkauft oder weitergegeben
- Recycelt (Elektroschrott)
- Entsorgt (nicht als Elektroschrott)

142

Zurück zur [Struktur](#)



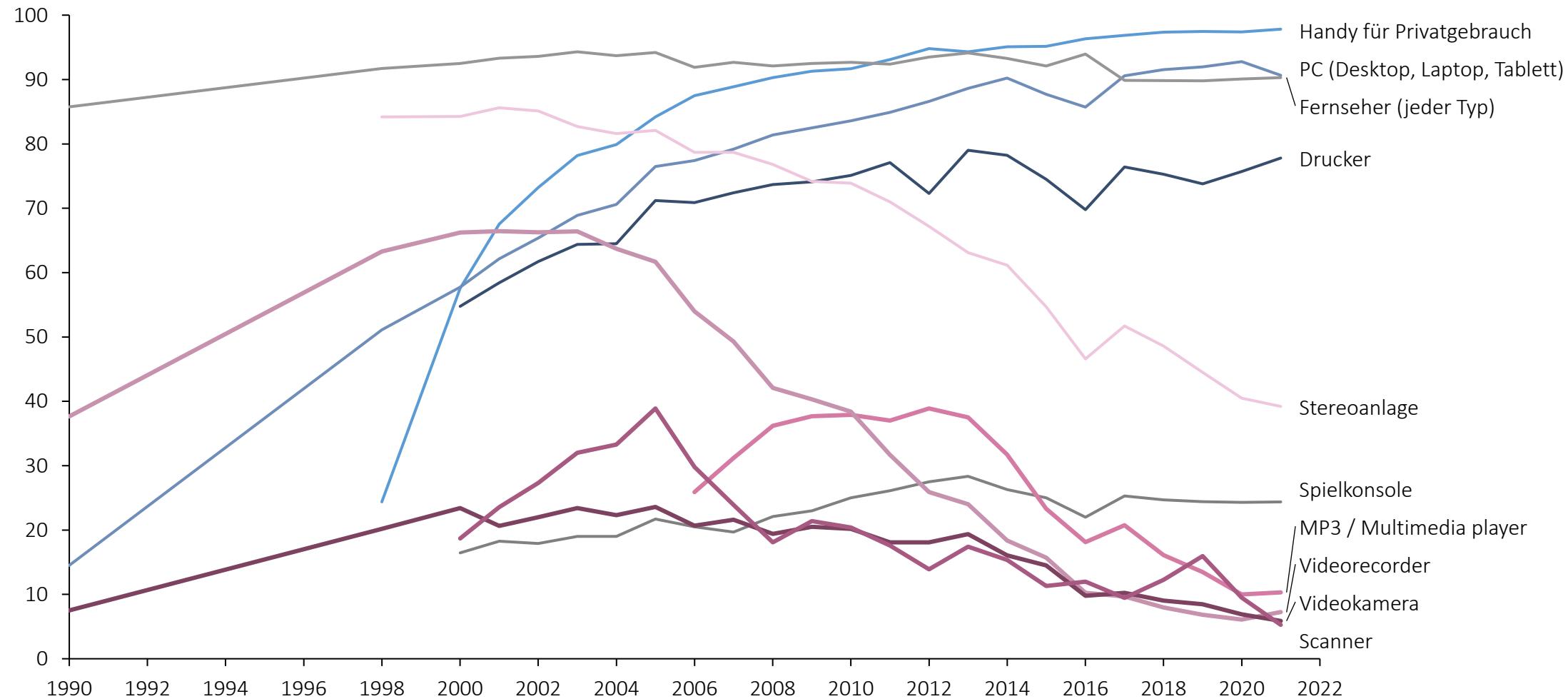
# 09 Elektrogeräte, IKT: Verhalten im Endkonsum



IKT-Ausstattung der Schweizer Haushalte

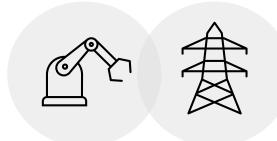
Quelle: BFS (2024).

in % der Haushalte



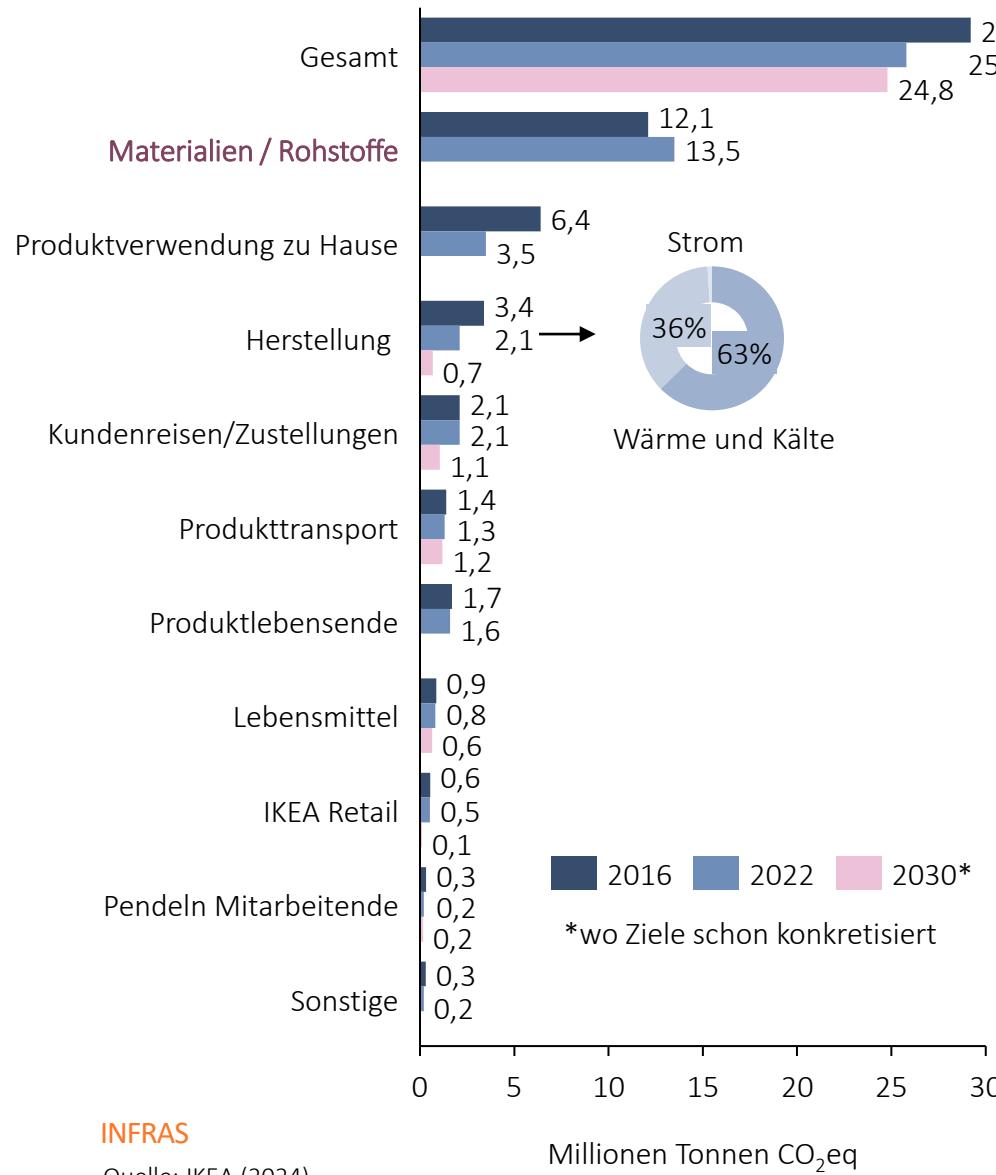


# 09 Möbel: THG-Fussabdruck, Ziele und Massnahmen von IKEA



## THG-Fussabdruck von IKEA Global, Scope 1-3

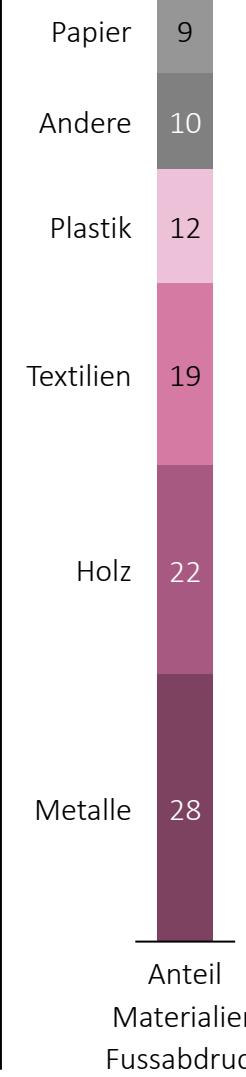
Quelle: IKEA (2024).



**INFRAS**

Quelle: IKEA (2024).

13,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>eq für Materialien, davon (in %):



Genauerer Fussabdruck für Kategorien Plastik, Textilien, Holz, Metalle (in %):

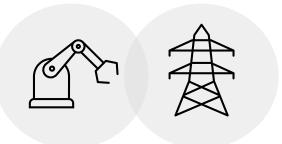


Zurück zur [Struktur](#)

144



# 09 Möbel: Schweizer Möbelmarkt

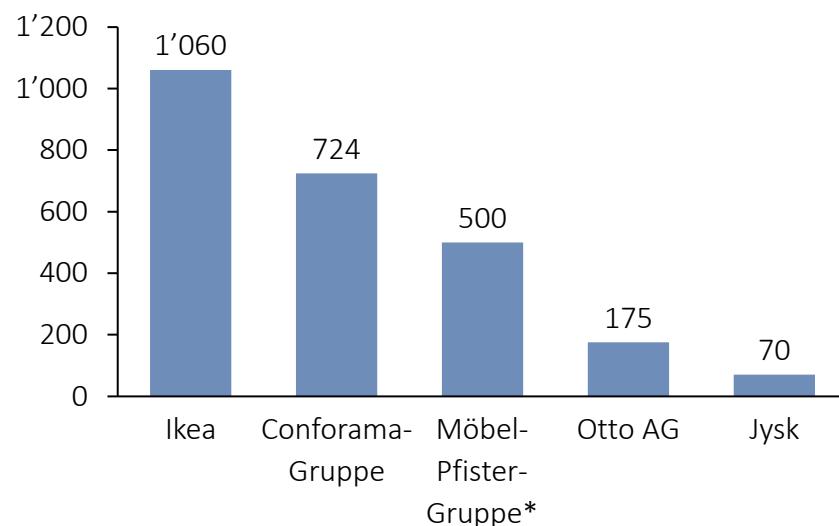


## Schweizer Möbelmarkt 2016

Quelle: Verband Schweizer Möbelhandel 2016

Neuere Entwicklungen: XXXLutz neu im Schweizer Markt, hat vermutlich  
IKEA von Platz 1 verdrängt

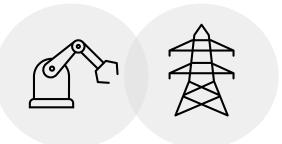
Umsatz in Millionen Franken



\*Nur Schätzwert für Möbel-Pfister-Gruppe,  
Aber gesichert 3.-platziert

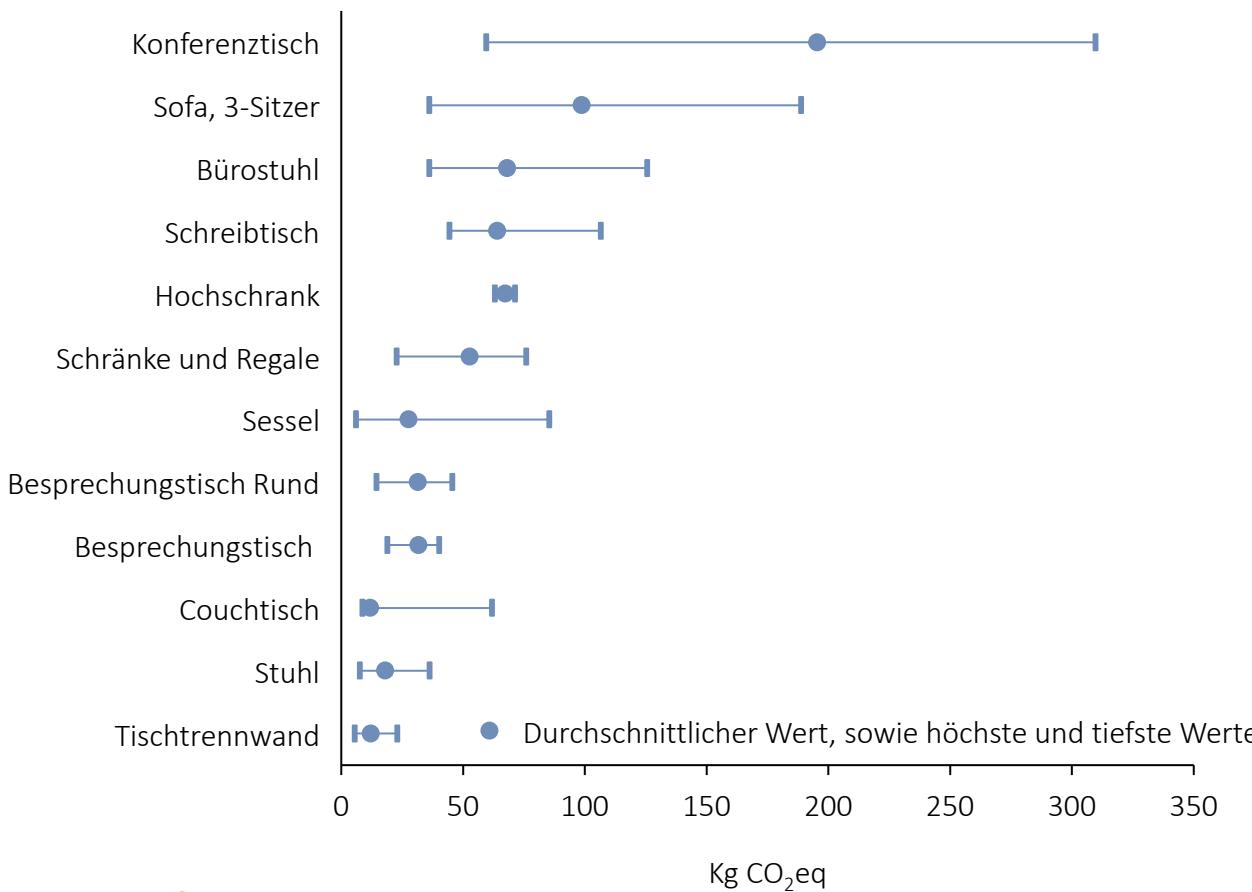


# 09 Möbel: Emissionsintensitäten von Möbelstücken



THG-Fussabdruck (cradle-to-gate) für verschiedene Möbeltypen, zusammengestellt aus norwegischen EPDs, Stand 2020

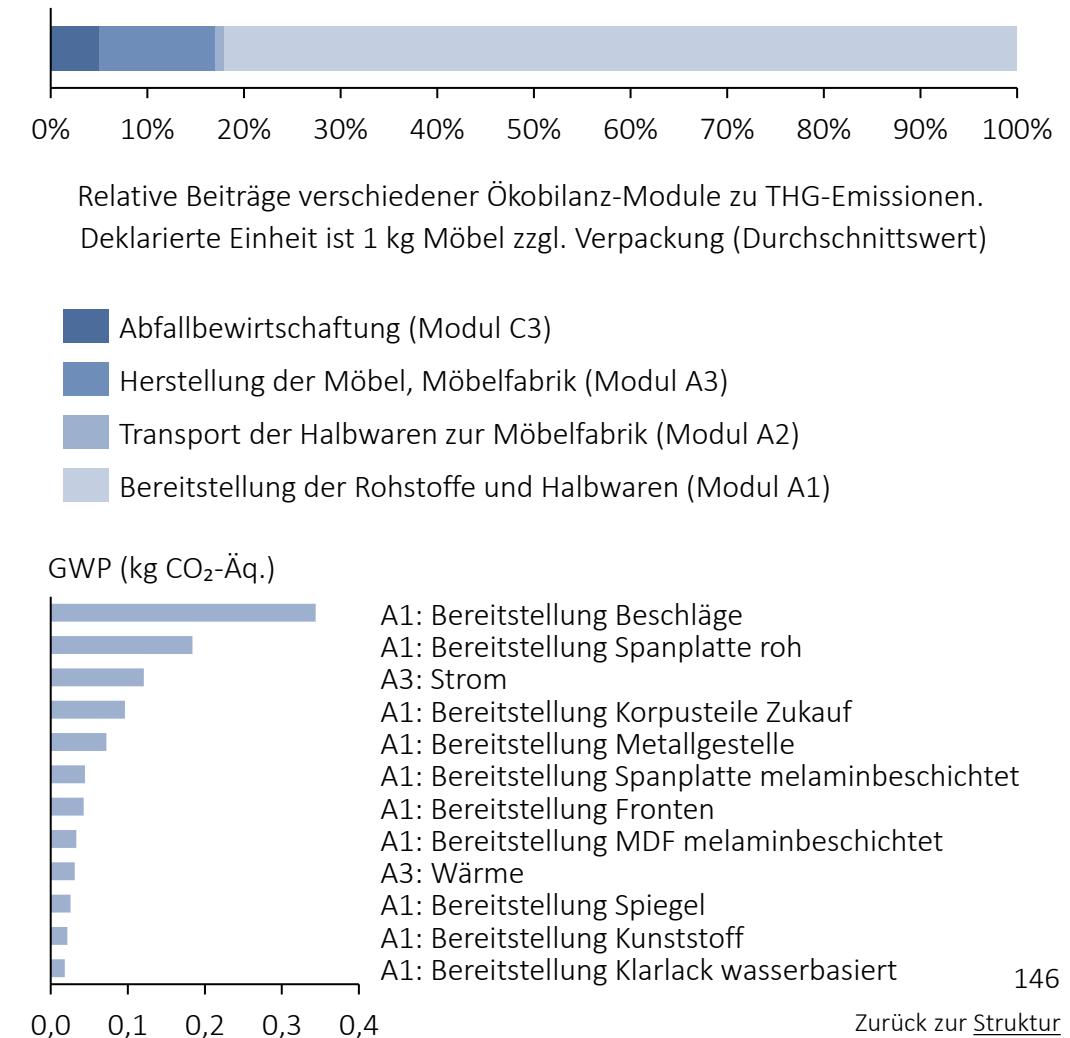
Quelle: Norwegian EPD (Environmental Product Declaration) Foundation; entnommen aus Lauvland (2021).



INFRAS

Quelle: The Norwegian EPD Foundation; entnommen aus Lauvland (2021).

Ökobilanz-Daten für holzbasierte Möbel in verschiedenen Prozessschritten  
Quelle: Wenker/Rüter (2015)

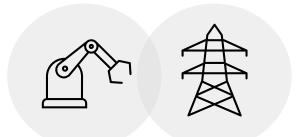


146

Zurück zur [Struktur](#)

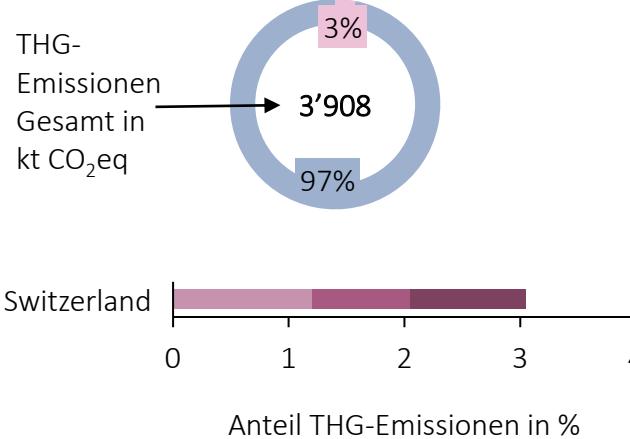


# 09 Analyse Lieferketten Schweiz: Haushaltsgegenstände

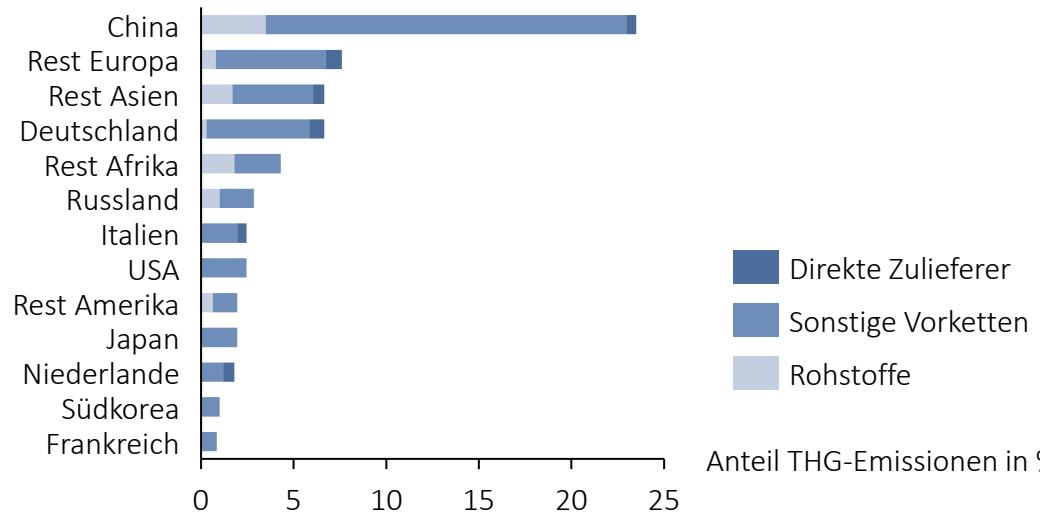


Treibhausgasemissionen von Schweizer Haushaltsgegenständen in In- und Ausland sowie verschiedene Schritte in der Wertschöpfungskette, Länder und Produkte  
Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoeco (2020).

Gesamtsicht



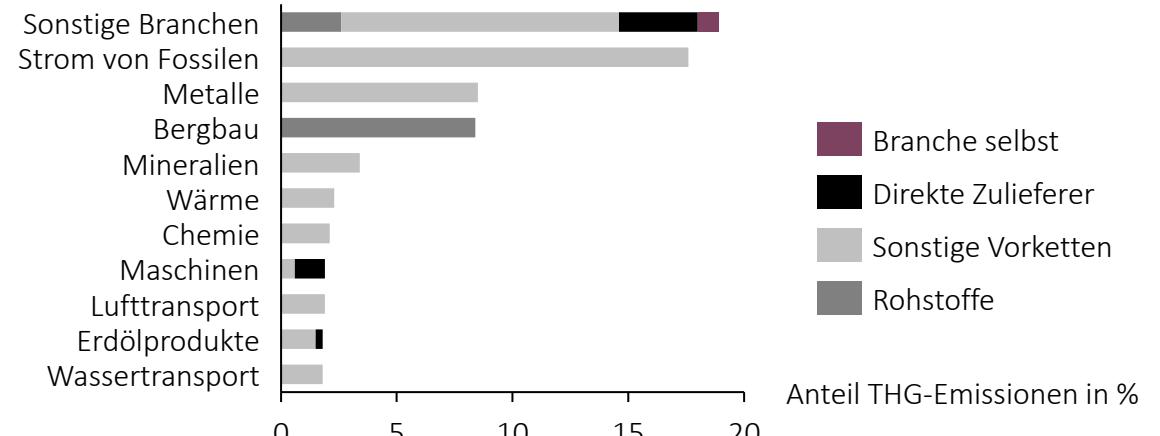
Emissionen aus Vorketten pro Land



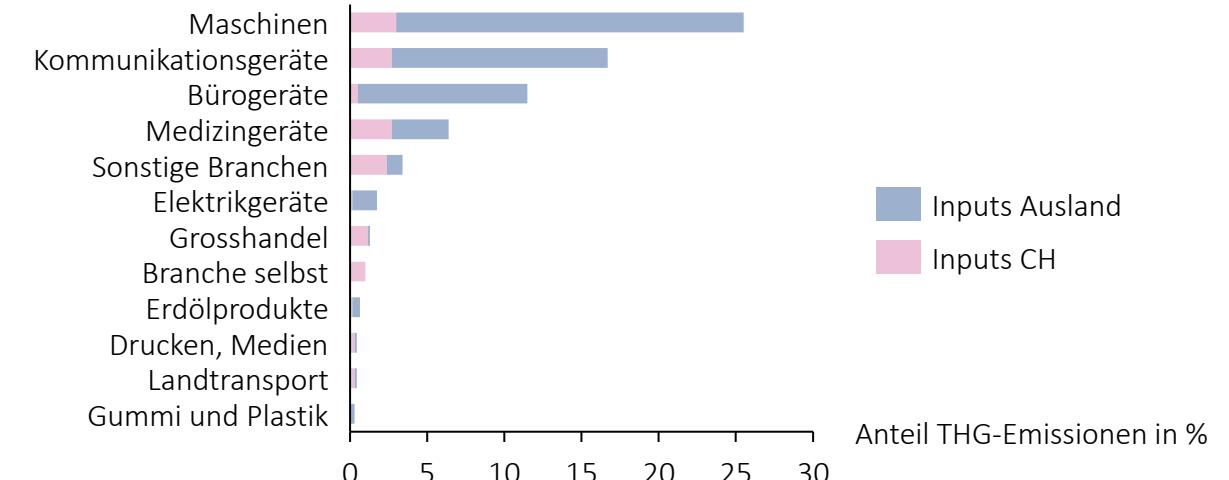
INFRAS

Quelle: Nathani et al. (2019); Treeze/RütterSoeco (2020).

Emissionen aus Vorketten pro Produkt



Emissionen aus Vorketten pro Produkt und nach Inland/Ausland



147

Zurück zur [Struktur](#)

# 10 Literatur und sonstige Datenquellen



# 10 Literatur A-C

- ACEA (2023): CO2 Emissions from car production in the EU. European Automobile Manufacturers' Association ACEA, Brüssel.
- Agrarbericht Schweiz (2023): Agrarbericht Schweiz. Bundesamt für Landwirtschaft BLW.
- Aldi (2024): Forschungsbericht zur Nachhaltigkeit 2023. Aldi Schweiz, Schwarzenbach.
- Alig, M. Frischknecht, R., Krebs, L., Ramseier, L., Stolz, P. (2021): LCA of climate friendly construction materials. Final report v2.0, im Auftrag des Bundesamt für Energie (BFE) und Amt für Hochbauten (AHB).
- Apparel Impact Institute (2023): Annual impact report 2023. Report, New York.
- BAK Economics (2023): Carbon Capture & Storage (CCS) Kostenschätzung für ein CCS-System für die Schweiz bis 2050. Bericht in Zusammenarbeit mit dena und für das Bundesamt für Umwelt BAFU.
- Baldor (2023): Motors in Data Centers - Powering the Connected World. Baldor, ABB.
- BAFU (2023): Bericht zur Erhebung der Kehrichtsackzusammensetzung 2022. Bundesamt für Umwelt BAFU.
- BAV (2021): Étude des potentiels ferroviaires pour les liaisons internationales: Perspectives régionales et longues distances. Studie des 6t-Forschungsbüro im Auftrag des Bundesamts für Verkehr, Genf.
- BAZL (2022): Bericht des BAZL betreffend die Förderung der Entwicklung und des Einsatzes von nachhaltigen Flugtreibstoffen. Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL.
- Bekkers, Eddy; Corong, Erwin L.; Métivier, Jeanne; Orlov, Daniil (2023): How will global trade patterns evolve in the long run? WTO Staff Working Paper, World Trade Organization, Genf.
- Belkhir und Elmeligi (2018): Assessing ICT global emissions footprint: trends to 2040 & recommendations. Journal of Cleaner Production 177, 448–463.
- Bergero et al. (2023): Pathways to net-zero emissions from aviation. Nature Sustainability 6, 404-414.
- BFE (2023): Batterien für Elektrofahrzeug – Grundlagendokument. Bericht des Bundesamt für Energie, verfasst durch INFRAS, Empa.
- Bieser J. et al. (2023): A review of assessments of the greenhouse gas footprint and abatement potential of information and communication technology. Environmental Impact Assessment Review 99, 107033.
- BloombergNEF (2022): New Energy Outlook. Bloomberg New Energy Finance, New York.
- BloombergNEF (2023): Sustainable Aviation Fuel Outlook. Bloomberg New Energy Finance, New York.
- BloombergNEF (2024): Scaling Up Hydrogen: The Case for Low-Carbon Ammonia. A BNEF and Climate Technology Coalition White Paper. Bloomberg New Energy Finance, New York.
- BLW (2021): Der Schweizer Fleischersatz-Report. Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bern.
- BLW/BLV/BAFU (2023): Klimastrategie Landwirtschaft und Ernährung 2050, Teil 1 und 2. Bundesamt für Landwirtschaft BLW, sowie BLV, und BAFU. Bern und Ittigen.
- Boehm, S., et al. (2023): State of Climate Action 2023. Systems Change Lab. San Francisco, CA.
- BPIE (2022): Eine Lebenszyklusperspektive für Gebäude. Der Europäische Rechtsrahmen und gute Beispiele aus den Mitgliedsstaaten. Buildings Performance Institute Europe, Brüssel.
- Bundesrat (2024): CO2-neutrales Fliegen bis 2050. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 21.3973 der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrats vom 24.08.2021.
- Cemsuisse (2021): Roadmap 2050 - Klimaneutraler Zement als Ziel. Verband der Schweizerischen Cementindustrie.
- Churkina et al. (2020): Buildings as a global carbon sink. Nature Sustainability 3, 269-276.

# 10 Literatur C-H

- Clark, M. et al. (2020): Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Science* 370 (6150): 705–708.
- Clark, M. et al. (2022): Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119 (33).
- Coop (2024): Fortschrittsbericht Nachhaltigkeit 2023. Coop, Basel.
- Coop (2024b): Plant Based Food Report 2024. Coop, Basel.
- Cox, B. et al. (2020): Life cycle environmental and cost comparison of current and future passenger cars under different energy scenarios. *Applied Energy* (269), 115021.
- C40 (2018): Consumption-based GHG emissions of C40 emissions in C40 cities. C40 Cities Climate Leadership Group, New York.
- C40 (2019): The future of urban consumption in a 1.5-degree world. Headline Report by University of Leeds, Arup, C40 Cities Climate Leadership Group, New York.
- Davies, W. und Caldeira, K. (2010): Consumption-based accounting of CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS* 107(12), 5687–5693.
- De Vries, J (2023): The growing energy footprint of artificial intelligence, *Joule* 24 (234).
- Digitalswitzerland, economiesuisse, accenture (2024): Smart und grün – digitale Wege zum Klimaziel. Die Schweiz verschenkt Klimaschutspotenzial durch zu geringe Ambitionen in der Digitalisierung.
- EASA (2022): European Aviation Environmental Report 2022. European Union Aviation Safety Agency, Brüssel.
- EBP (2022): Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2018. Schlussbericht. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).
- E-Cube Strategy Consultants (2024): Industry decarbonization through electrification - Potential and impacts of electrification on the Swiss industrial landscape. Lausanne.
- Eurocontrol (2022): Aviation Outlook 2050. Brüssel.
- Europäisches Parlament (2023): Reform des Emissionshandelssystems der EU. Brüssel. <https://www.europarl.europa.eu/topics/de/article/20170213STO62208/reform-des-emissionshandelssystems-der-eu>
- Fashion Revolution (2023): Fashion Transparency Index 2023. Report.
- Fesenfeld, L. et al. (2023): Wege in die Ernährungszukunft der Schweiz – Leitfaden zu den Hebeln und Pfaden für ein nachhaltiges Ernährungssystem. Sustainable Development Solutions Network Switzerland.
- Food System Economics Commission (2024): The Economics of the Food System Transformation. Global Policy Report.
- Fransen, T. et al. (2023): Taking stock of the implementation gap in climate policy. *Nature Climate Change* 13, 752–755.
- Greenpeace (2024): Greenshifting statt Klimaschutz - Wie Migros und Coop die Verantwortung an ihre Kund:innen abschieben. Greenpeace, Zürich.
- HAI (2024): Artificial Intelligence Index Report 2024. Stanford University Human Centered Artificial Intelligence, Stanford.
- Henley & Partners (2024) World's Wealthiest Cities Report 2024. Henley & Partners Holdings Ltd.
- Herrero, M. et al (2020): Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. *Nature Food* 1, 266–272.
- Hilty L. und Bieser, J. (2017): Opportunities and Risks of Digitalization for Climate Protection in Switzerland. Bericht im Auftrag der Swisscom und WWF.
- Humpenöder, F. et al. (2024): Food matters: Dietary shifts increase the feasibility of 1.5°C pathways in line with the Paris Agreement. *Science Advances* 10, eadj3832.
- Huo et al. (2021): Drivers of fluctuating embodied carbon emissions in international services trade. *One Earth* 4, 1322–1332.

# 10 Literatur H-M

- H&M (2024): Climate Transition Plan. H&M Group.
- IATA (2023): Global Outlook for Air Transport - Highly Resilient, Less Robust. International Air Transport Association IATA.
- ICCT (2021): A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars. The International Council on Clean Transportation.
- ICAO (2022): Resolution A41-21: Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to environmental protection. International Civil Aviation Organization (ICAO).
- ICAO (2024): SAF Projections. Zugegriffen aif: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF-Projections.aspx>; International Civil Aviation Organization (ICAO).
- IEA (2020): Energy Technology Perspectives. International Energy Agency, Paris.
- IEA (2022): Global Electric Vehicle Outlook 2022. International Energy Agency, Paris.
- IEA (2023): Net Zero Roadmap: A Global Pathway to keep the 1.5 degrees goal in reach – 2023 update. International Energy Agency, Paris.
- IEA (2024): The Breakthrough Agenda report. Marrakech Partnership, International Renewable Energy Agency, and International Energy Agency, Paris.
- IEA (2024b): Electricity 2024 - Analysis and Forecast to 2026. Paris: International Energy Agency.
- IKEA (2024): IKEA climate report Financial Year 2022. IKEA, Stockholm.
- IMF (2022): Note on CO2 Emissions, Intensities, and Multipliers. International Monetary Fund, Washington DC.
- INFRAS (2020): Netto-Null Treibhausgasmissionen Stadt Zürich. Bericht für die Stadt Zürich, gemeinsam mit Quantis.
- IPCC (2023): Synthesis Report of the Sixth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kearney (2020): How will cultured meat and meat alternatives disrupt the agricultural and food industry? Report by APKearney.
- Klaaßen und Steffen (2023): Meta-analysis on necessary investment shifts to reach net zero pathways in Europe. Nature Climate Change 13(1).
- Lidl (2024): Nachhaltigkeitsbericht Geschäftsjahr 2021/2022 und CSR-Bericht. Lidl.
- Lamb et al. (2021): A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. Environmental Research Letters 16 073005
- Lauvland, H. (2021): The Carbon Footprint of Furniture. Master's thesis at NTNU, Trondheim.
- Malmodin et al. (2024): ICT sector electricity consumption and greenhouse gas emissions – 2020 outcome. Telecommunications Policy Volume 48, Issue 3, April 2024, 102701.
- McKinsey (2020): Fashion on Climate. Report für den Fashion Pact.
- McKinsey (2022): Klimastandort Schweiz. McKinsey in Zusammenarbeit mit economiesuisse, WWF Schweiz.
- McKinsey (2023): The race to decarbonize electric-vehicle batteries. McKinsey Report.
- McKinsey (2023b): From green ammonia to lower-carbon foods. McKinsey Report.
- McKinsey (2024): Geopolitics and the geometry of global trade. McKinsey Report.

# 10 Literatur M-S

- Migros (2024): Nachhaltigkeitsreporting zur Nachhaltigkeitsstrategie (online). Migros, Zürich.
- Minx, J. et al. (2017): Fast growing research on negative emissions. Environmental Research Letters 12(3): 035007.
- Mission Possible Partnership (2022): Making net-zero steel possible – an industry-backed, 1.5 degree aligned transition strategy. Energy Transitions Commission, RMI, We Mean Business Coalition, WEF.
- Nachtigall et al. (2024): The Climate Actions and Policies Measurement Framework: A Database to Monitor and Assess Countries' Mitigation Action. Environmental and Resource Economics 87, 191–217.
- Nathani et al. (2019): Environmental hotspots in the supply chain of Swiss companies. Treeze Rütter Soceco im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Nat Bullard (2024): Annual decarbonization report. Zugriffen auf <https://www.nathanielbullard.com/presentations>
- Oberbriller, Q. et al. (2022): Ökologische Auswirkung einer längeren Nutzungsdauer von Konsumprodukten in der Schweiz. INFRAS-Bericht für Greenpeace Schweiz, Zürich.
- One Click LCA (2021): The embodied carbon review – embodied carbon reduction in 100+ regulations and rating systems globally. Report by One Click LCA, Helsinki.
- One Click LCA (2022): Construction Carbon Regulations in Europe. Review and best practices. Report by One Click LCA, Helsinki.
- Öko-Institut (2020): Digitaler CO<sub>2</sub>-Fußabdruck Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste. Öko-Institut, Freiburg.
- Pang et al. (2020): Urban carbon footprints: a consumption-based approach for Swiss Households. Environmental Research Communications 2, 011003.
- Peiseler, L. et al. (2024): Carbon Footprint Distributions of Lithium-Ion Batteries and Their Materials. Working Paper (under review).
- Poore, J. und Nemecek, T. (2018): Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science.
- Pöll, M. (2022): Graue Treibhausgasemissionen bei der Stadt Zürich. Präsentation Seminar "Energieoptimierung konkret", 8.9.2022, AHB Zürich.
- Prognos/TEP/Infras (2020): Energieperspektiven 2050+ Kurzbericht. Bundesamt für Energie BFE.
- Proviande (2023): Der Fleischmarkt in Zahlen - statistische Daten über den Schlachtvieh- und Fleischmarkt. Proviande, Bern.
- PwC (2023): Future Proofing the Electronics Industry: The case for circular business models.
- RMI (2021): Reducing embodied carbon in buildings. Low-cost, high-value opportunities. Rocky Mountain Institute, Boulder Colorado.
- RMI (2024): The Battery Mineral Loop - The path from extraction to circularity. Rocky Mountains Institute.
- SEI (2019): Estimating consumption-based greenhouse gas emissions at the city scale - A guide for local governments. Stockholm Environment Institute, Stockholm.
- Seto et al. (2021): From Low- to Net-Zero Carbon Cities: The Next Global Agenda, Annual Review of Environment and Resources, Vol. 46: 377-415.
- sGU (2024): sGU database on sustainable aviation fuel initiatives. Taken from <https://www.studiogearup.com/compliance-risk-for-obligated-parties-due-to-lack-of-planned-esaf-production-volumes/>
- Sinke, P. et al. (2023): Ex-ante life cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030. The International Journal of Life Cycle Assessment 28:234–254.
- Springmann, M. et al (2021): Options for keeping the food system within environmental limits. Nature 562, 242-254.

# 10 Literatur S-Y

- Systemiq (2023): The Breakthrough effect: how to trigger a cascade of tipping points to accelerate the net zero transition. University of Exeter, Bezos Earth Fund, Systemiq, Munich.
- Systemiq (2023): Taking Stock -Fashion's progress towards net zero, priorities for action and what that means for the Fashion Pact. Systemiq report, London.
- T&E (2024): An industrial blueprint for batteries in Europe. Report, European Federation for Transport and Environment AISBL.
- T&E (2024b): Carmaker's EV investments: Is Europe falling behind? Report, European Federation for Transport and Environment AISBL.
- Treeze/RütterSoceco (2020): Umweltatlas Lieferketten Schweiz. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Tröger et al. (2017): Smartphones werden häufiger ersetzt als T-Shirts - Die Nutzungsmuster und Ersatzgründe von KonsumentInnen bei Gebrauchsgütern. Veröffentlicht in Bala, C., Schuldzinski, W. (Hrsg). "Beiträge zur Verbraucherforschung Band 6: Pack ein, schmeiß' weg? Wegwerfkultur und Wertschätzung von Konsumgütern", Verbraucherzentrale NRW, Düsseldorf.
- Trutnevye, G. (2024): Renewable Energy Outlook for Switzerland. SWEET EDGE Publikation.
- UBA (2022): Umweltrisiken und - auswirkungen in globalen Lieferketten deutscher Unternehmen – Branchenstudie Automobilindustrie. Zwischenbericht für das Umweltbundesamt UBA.
- UNEP (2024): Standard Report 'Switzerland at a Glance' retrieved from the Sustainable Consumption and Production Hotspots Analysis Tool (SCP-HAT). UN Life Cycle Initiative, International Resource Panel, One Planet Network. Paris.
- UNEP (2023): Emissions Gap Report 2023. Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again). United Nations Environment Programme, Nairobi.
- Verband Schweizer Möbelhandel (2016): Jahres-Branchen-Info 2016. VSB, Bern.
- WBCSD und Arup (2021): Net zero buildings: where do we stand? World Business Council for Sustainable Development, Arup. Genf.
- WEF (2021): Net-Zero Challenge: The supply chain opportunity. Insight report, World Economic Forum with Boston Consulting Group.
- WEF (2021b): Guidelines for a Sustainable Aviation Fuel Blending Mandate in Europe. World Economic Forum, Genf.
- WEF (2023): Net-Zero Industry Tracker 2023 Edition. World Economic Forum, Genf.
- WEF (2024): Scaling Up Sustainable Aviation Fuel Supply: Overcoming Barriers in Europe, the US and the Middle East. World Economic Forum, Genf.
- Wenker/Rüter (2015): Ökobilanz-Daten für holzbasierte Möbel. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- Wood et al. (2020): Beyond peak emission transfers: historical impacts of globalization and future impacts of climate policies on international emission transfers. Climate Policy 20, 14-27.
- WTO (2021): Trade and climate change. Information brief No 4. World Trade Organization, Genf.
- WTO (2022): World Trade Report 2022 - Climate change and international trade. World Trade Organisation, Genf.
- WTO (2023): World Trade Report 2023 - Re-globalization for a secure, inclusive and sustainable future, World Trade Organisation, Genf
- Yamano, N.; Guilhoto, J. (2020): CO2 Emissions Embodied in International Trade and Domestic Final Demand Methodology and results using the OECD Inter-Country Input-Output Database. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, Paris.

# 10 Sonstige Datenquellen

Aussenhandelsstatistik des Bundesamts für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG), Swiss-Impex Datenbank

Bundesamt für Statistik (BFS) Umweltgesamtrechnung, Treibhausgas-Fussabdruck; Haushaltseinkommen und –ausgaben, Schweizerische Lohnstrukturerhebung; Statistiken zu IKT-Gebrauch.

Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Mineralische Rohstoffe in der Schweiz, <https://mat-min.ch/>

Climate Action Tracker (CAT) Dashboard

Climate Neutral Data Center Initiative Homepage

Climate Policy Initiative Global Landscape of Climate Finance

EPD (Environmental Product Declaration) Norwegen Produktübersicht

Epoch AI Data Explorer.

European Environment Agency, EEA-Indikatoren

International Energy Agency (IEA) Clean Energy Transition Indicators

International Monetary Fund (IMF) Climate Dashboard

International Renewable Energy Agency (IRENA) Dashboard

Mission Possible Partnership Global Project Tracker

Net Zero Tracker Dashboard

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) Inter-Country Input-Output Database; Trade in embodied CO<sub>2</sub> (TeCO<sub>2</sub>) Database

Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) Climate Action Dashboard und International Programme for Action on Climate (IPAC)

Our World in Data

Science Based Targets initiativ (SBTi) Dashboard

Stockholm Environment Institute (SEI) Emissions Inequality Dashboard

UN SCP-HAT Hotspot Analysis Dashboard.

World Bank State and Trends of Carbon Pricing Dashboard

World Trade Organisation (WTO) Environmental Database

# Projektteam

**Nicolas Schmid**

Projektleiter  
Dr. sc. ETH Zürich



**Ursina Walther**

Projektleiterin  
Dr. sc. ETH Zürich



**Moritz Reisser**

Projektleiter  
Dr. sc. nat. UZH



**Jürg Füssler**

Geschäftsleiter  
Dr. sc. nat. ETH Zürich



**Stefan Kessler**

Bereichsleiter  
Dipl. Ingenieur

