

180 Euro / tCO₂ - was bedeutet das für den Industriesektor

Prof. Dr. Andreas Löschel

Lehrstuhl für Mikroökonomik, insbesondere Energie- und Ressourcenökonomik
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
loeschel@uni-muenster.de



Stellungnahme zum Monitoring-Bericht der Bundesregierung

[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/
Artikel/Energie/monitoring-prozess.html](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html)



Entwicklung der deutschen THG-Emissionen

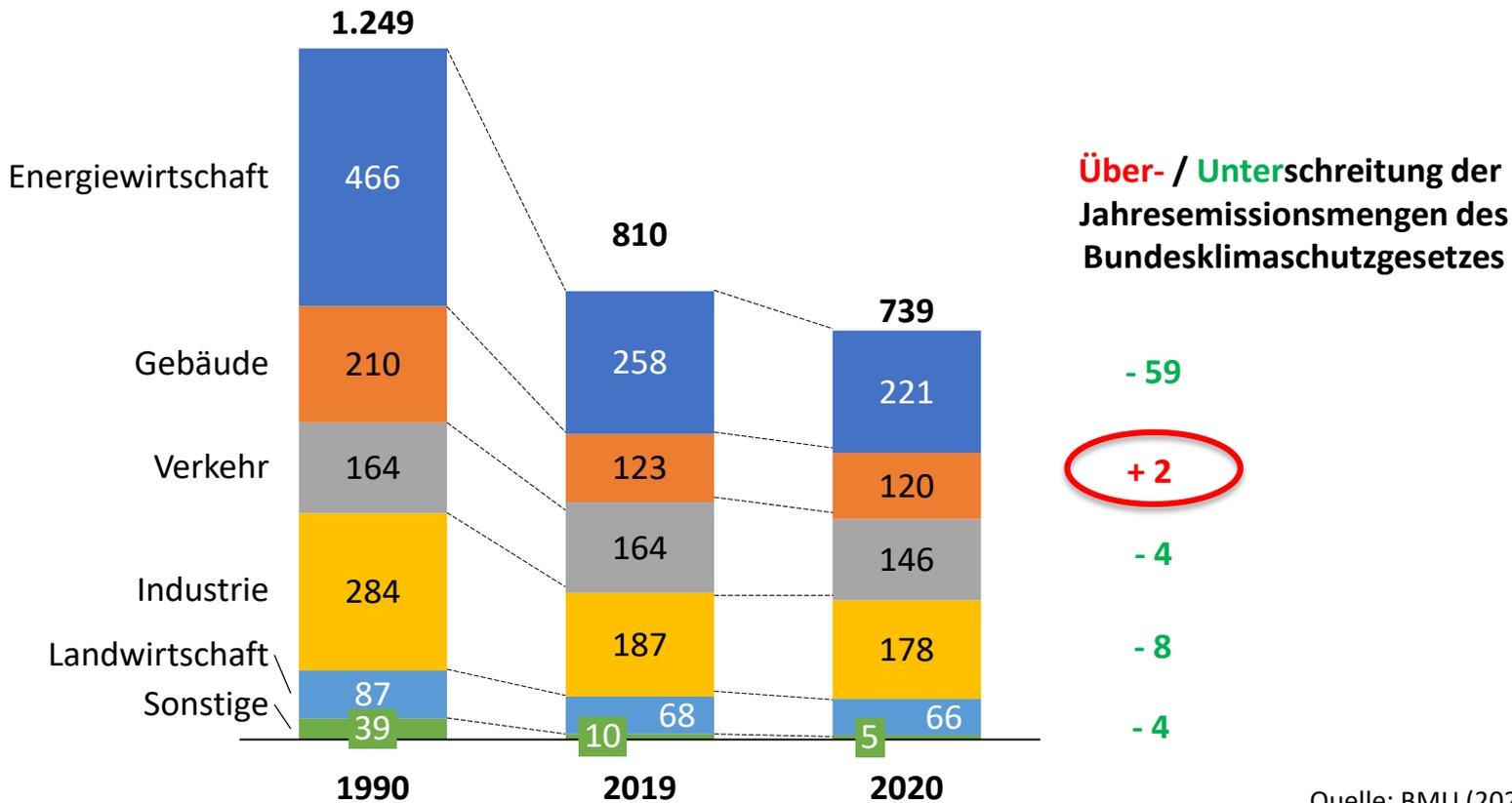
BVerfG: verfassungsrechtliche Klimaschutzziel des Art. 20a GG ist dahingehend konkretisiert, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur dem sogenannten „Paris-Ziel“ entsprechend zu begrenzen (24.3.21)



Source: Clean Energy Wire (2019)

Klimabilanz 2020

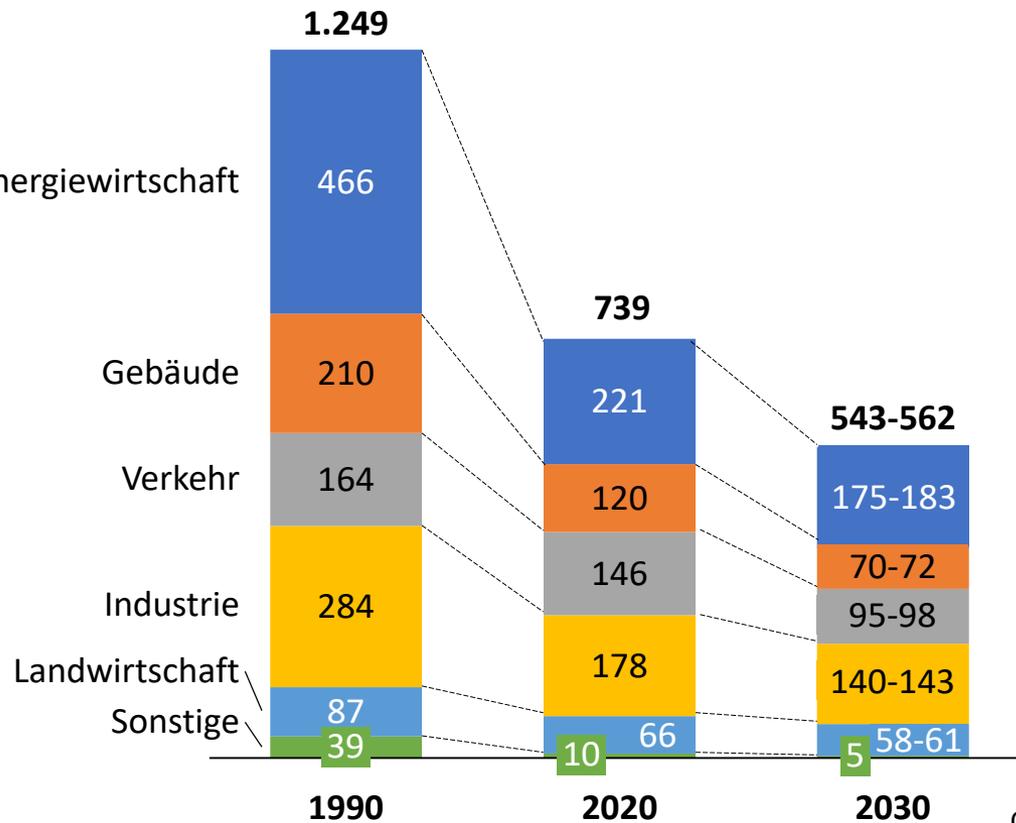
Emissionen nach Handlungsfeldern
(in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente)



Quelle: BMU (2021)

Klimaschutzplan 2050

Emissionen nach Handlungsfeldern
(in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente)



Veränderung
1990-2030
gesamt

Handlungsfeld	Veränderung 1990-2030	Veränderung p.a.
Energiewirtschaft	-55%	-3,7%
Gebäude	-62%	-4,5%
Verkehr	-66%	-4,1%
Industrie	-41%	-4,2%
Landwirtschaft	-50%	-2,7%
Sonstige	-32%	-1,3%

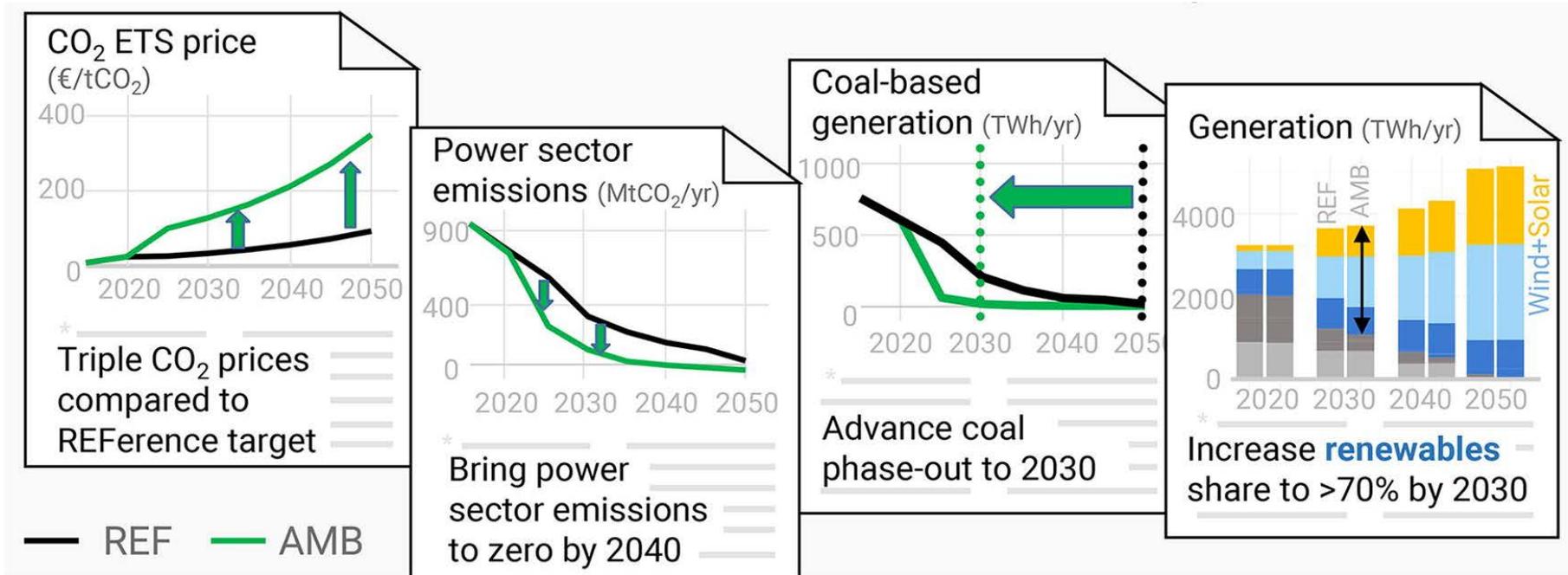
Klimaschutz-
gesetz +
European
Green Deal
40% → 55%

Handlungsfeld	Klimaschutzgesetz + European Green Deal
Energiewirtschaft	441 (-65%)
Gebäude	108
Verkehr	67
Industrie	85
Landwirtschaft	118
Sonstige	56

Quelle: BMU (2019)

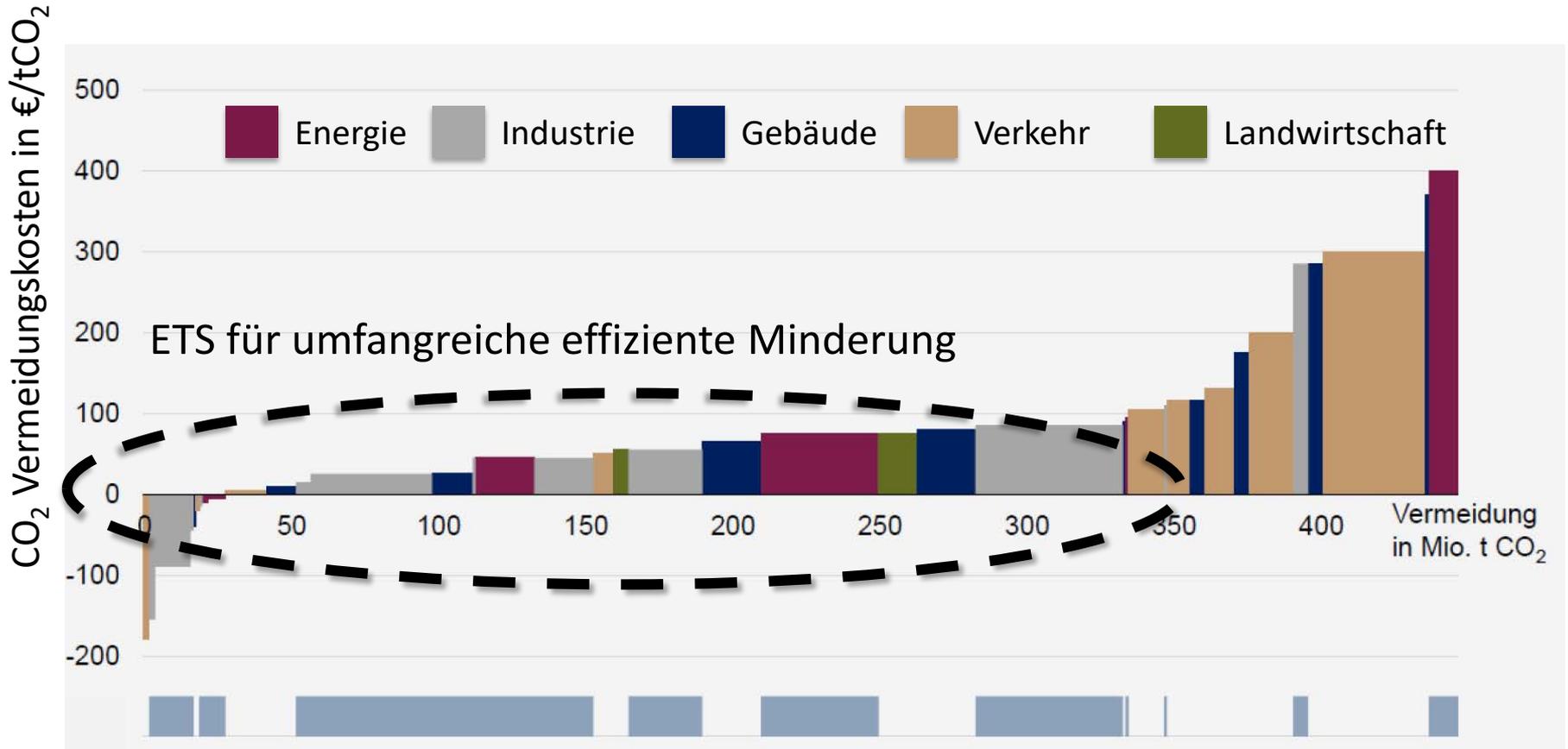
Quelle: BMU (2021)

Was bedeutet die Umsetzung des EU Green Deal



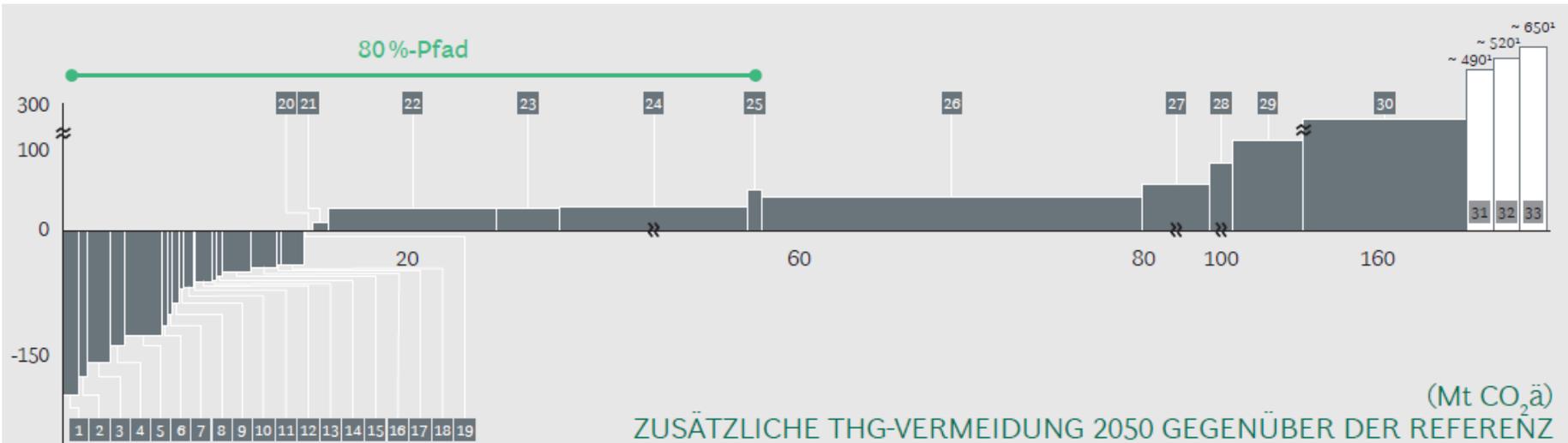
Quelle: LIMES-EU, Pietzker et al. (2021)

CO₂-Bepreisung als Leitinstrument



Quelle: BDEW (2019) basierend auf BDI (2018)

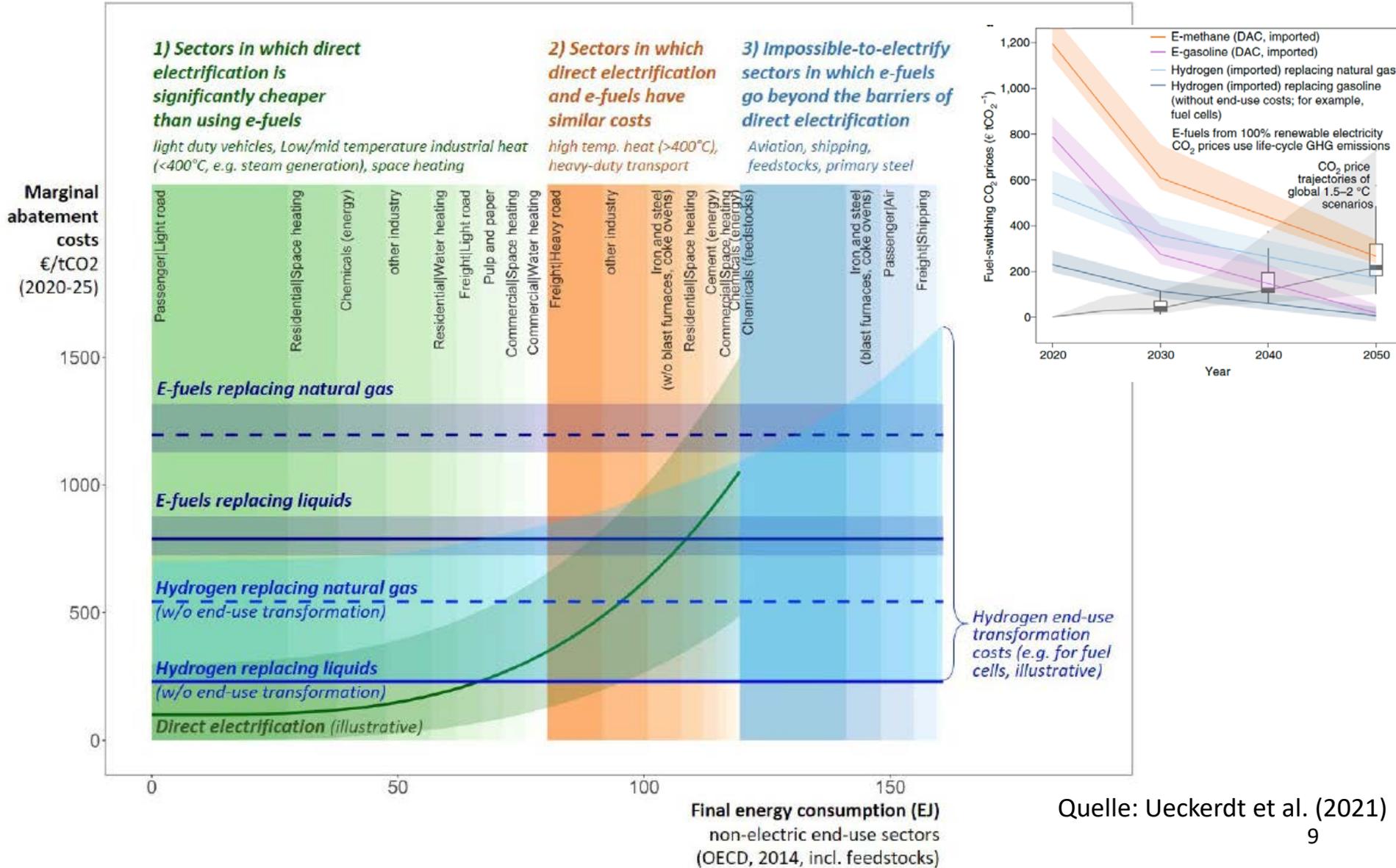
Maßnahmen mit Vermeidungskosten bis 280 €/t CO_{2ä}



- 1 Bedarfsgerechte Dimensionierung von Antrieben und Energiemonitoring
- 2 Einsparung von mechanischer Energie durch Digitalisierung
- 3 Energieeffizienz bei Druckluftherzeugung und -anwendungen
- 4 Energieeffizienz bei Pumpen
- 5 Energieeffizienz bei Antrieben durch IE3-/IE4-Motoren und Frequenzumrichter
- 6 Energieeffizienz bei Ventilatoren
- 7 Energieeffizienz bei Kälteanlagen
- 8 Energieeffizienz bei Raumlufttechnik
- 9 Energieeffizienz bei IKT
- 10 Energieeffizienz bei Beleuchtung
- 11 Energieeffizienz bei Kompressoren
- 12 Einsparung von Prozesswärme durch Digitalisierung
- 13 Umstellung von Chlorelektrolyseverfahren
- 14 Energieeffizienz bei Dampferzeugung
- 15 Effizientere Ofentechnik und Wärmerückgewinnung²
- 16 Ausbau der Solarthermie zur Wärmebereitstellung
- 17 Anlagenmodernisierung bei der Ammoniakherstellung

- 18 Gebäudeautomation und Energieeffizienz bei Heizsystemen
- 19 Anlagenmodernisierung bei der Methanolherstellung
- 20 Lachgasabscheidung bei der Salpeter- und Adipinsäureproduktion
- 21 Anlagenmodernisierung bei Steam-Crackern
- 22 Substitution von HFKWs/FKW, u. a. bei Kühlung und Klimatisierung
- 23 Stahl: Energieeffizienz bei der Hochofen-Konverter-Route, Prozessoptimierung Lichtbogenofen
- 24 Substitution von Erdgas durch Biomasse in Nieder- und Mitteltemperaturwärme (< 500 °C)
- 25 Neue bzw. modernere Öfen und Mahlanlagen bei Zement- und Kalkproduktion
- 26 „Oxyfuel“-CCS bei der Zementproduktion
- 27 „Post-Combustion“-CCS bei Raffinerien und Gichtgasverstromung
- 28 „Post-Combustion“-CCS bei der Stahlproduktion
- 29 „Post-Combustion“-CCS bei der Ammoniakproduktion
- 30 Substitution Erdgas durch Biogas und Power-to-Gas in Hochtemperaturwärme (> 500 °C)
- 31 Wasserstoffbasierte Direktreduktion bei der Stahlherstellung
- 32 CCU bei der Stahlproduktion
- 33 Wasserstoffbasierte Ammoniaksynthese

E-Fuels Vermeidungskosten



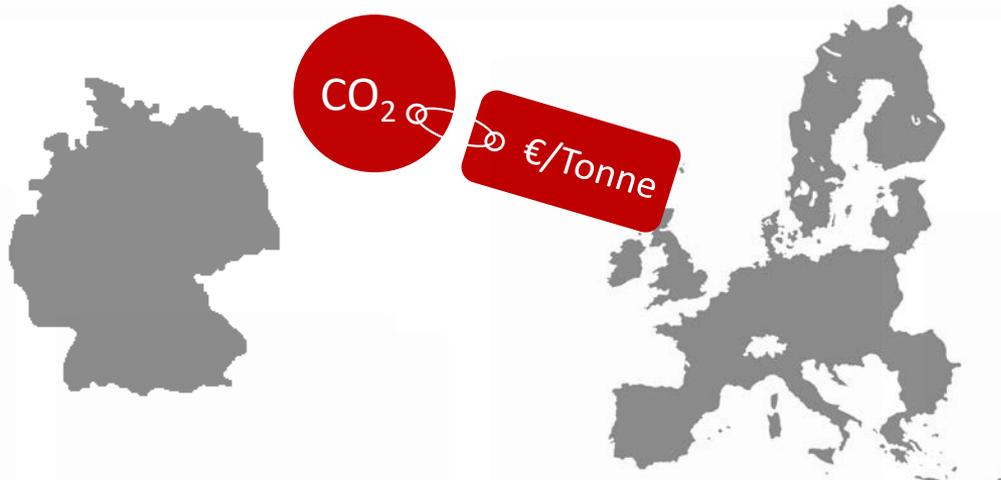
Netto-Null-Energiewende (IEA, 2020)

1. Bestehende Anlagen in der Stromerzeugung (Kohle) und Industrie adressieren
2. Förderung von Innovationen im Bereich der sauberen Energie durch Stärkung der Märkte und F&E
 - Elektrifizierung
 - Kohlenstoffabscheidung, -nutzung und -speicherung
 - Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe
 - Bioenergie
3. Entwicklung und Verbesserung der Infrastruktur, die den Einsatz von Technologien ermöglicht
4. Internationale Zusammenarbeit forcieren

CO₂-basierte Energiepreisreformen konsequenter angehen und richtig gestalten

Deutsches Preissystem für Energie reformieren.

- CO₂-Preisfad sichern und verschärfen.
- Entfallen der Umlagen auf Strom und teilweise Kompensation durch die Einnahmen aus CO₂-Preisen
- Stromsteuer auf den Mindestsatz der EU-Energiesteuerrichtlinie reduzieren.



Europäisches Klimaschutz-Instrumentarium reformieren und ausweiten.

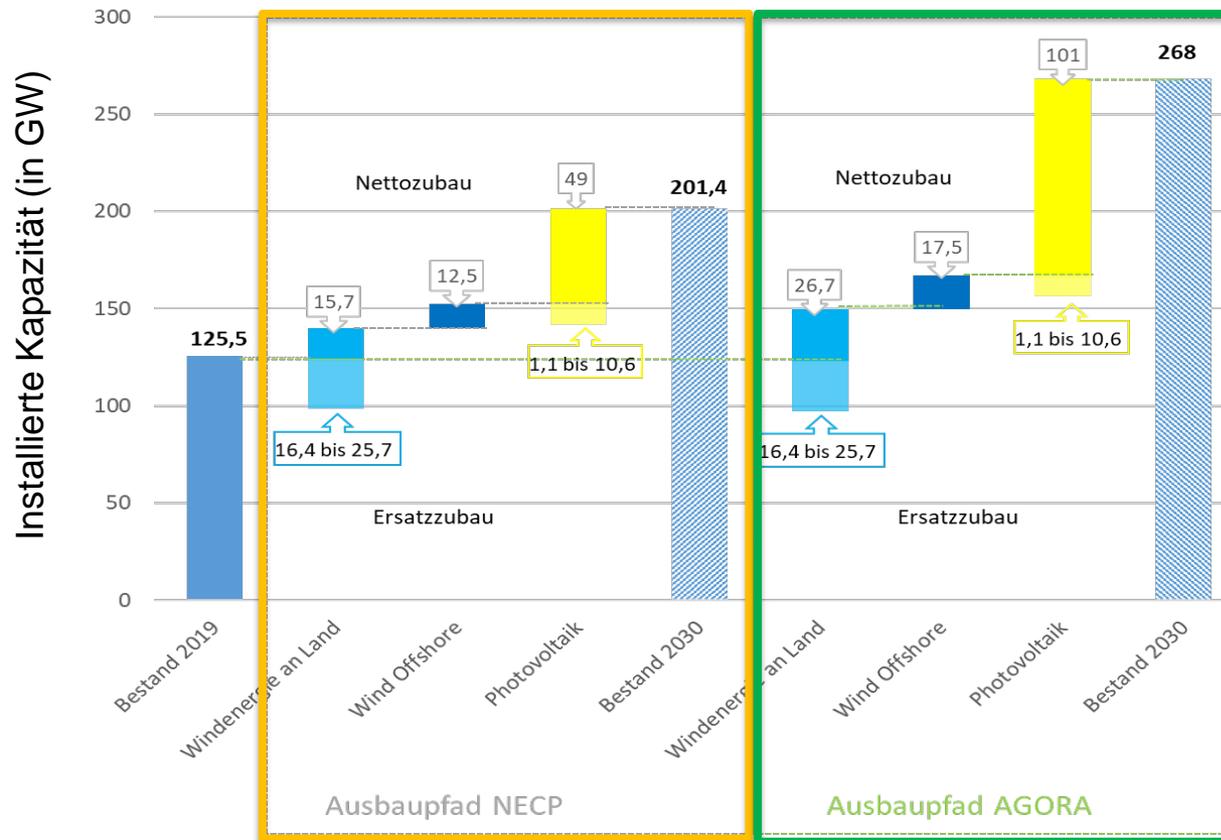
- Energiesteuerrichtlinie
- Europäischer Emissionshandel
- Border Carbon Adjustments

Energiepreisreformen richtig gestalten und kommunizieren.

- Verteilungswirkungen beachten.
- Einnahmen zielgerichtet und transparent verwenden.
- Reformen überzeugend kommunizieren.

Elektrifizierung des deutschen Energiesystems

- Deutsches Erneuerbaren-Ziel von 65 % bei niedrigem Stromverbrauch 2030 (580TWh) aber: Elektrifizierung mit Wasserstoffstrategie, Industriebedarf, Elektromobilität
- Green Deal: 70 % erneuerbare Zielsetzung für 2030 (2020: ca. 45 %)



Technologien für Klimaneutralität vorantreiben

Energiebedingte CO₂-Minderungen nach Technologiereife

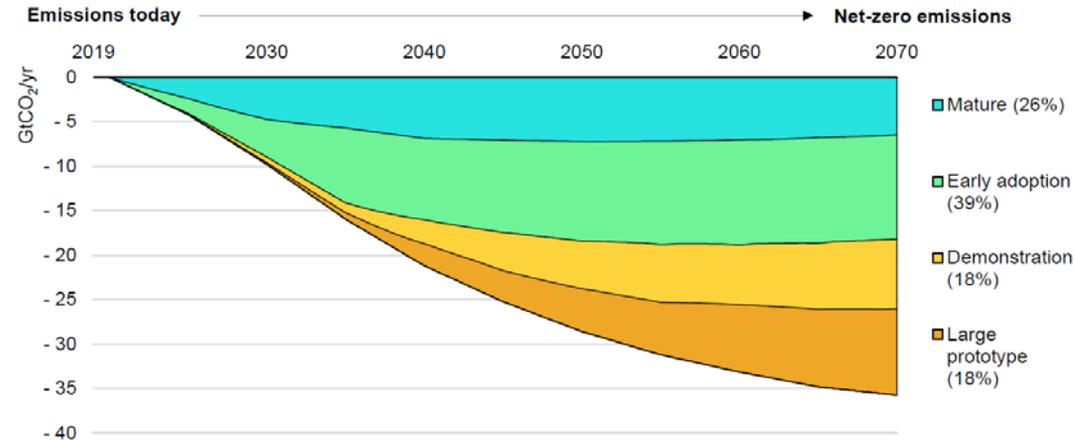
Target areas for policy action for net-zero emissions

International collaboration

- Deal with existing assets
- Strengthen markets for technologies at early stage of adoption
- Develop and upgrade enabling infrastructure
- Support for R&D and demonstration

Most relevant technologies by readiness category

- Mature
- Early adoption
- Early adoption
- Demonstration
- Demonstration
- Prototype



Saubere Energieinnovation benötigt in

- Elektrifizierung
- Kohlenstoffabscheidung, -nutzung und -speicherung
- Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe
- Bioenergie

Source: IEA Energy Technology Perspectives (2020)

Globale CO₂-Bepreisung

- 11 GtCO₂e (20% der globalen THG-Emissionen) unter CO₂-Bepreisung, 96/185 NDCs (50% der Emissionen) haben sich zur Kohlenstoffbepreisung verpflichtet, um nationale Ziele zu erreichen.
- < 5% der globalen Emissionen mit Preisen im Einklang mit Pariser Abkommen (40-80 \$/tCO₂ im Jahr 2020, 50-100 US\$/tCO₂ bis 2030), 50% unter 10 \$/tCO₂



Source: World Bank (2019)

- ETS implemented or scheduled for implementation
- Carbon tax implemented or scheduled for implementation
- ETS or carbon tax under consideration
- ETS and carbon tax implemented or scheduled
- Carbon tax implemented or scheduled, ETS under consideration
- ETS implemented or scheduled, carbon tax under consideration
- ETS and carbon tax implemented or scheduled, ETS or carbon tax under consideration



Source: Cramton, Ockenfels, Stoft (2017)

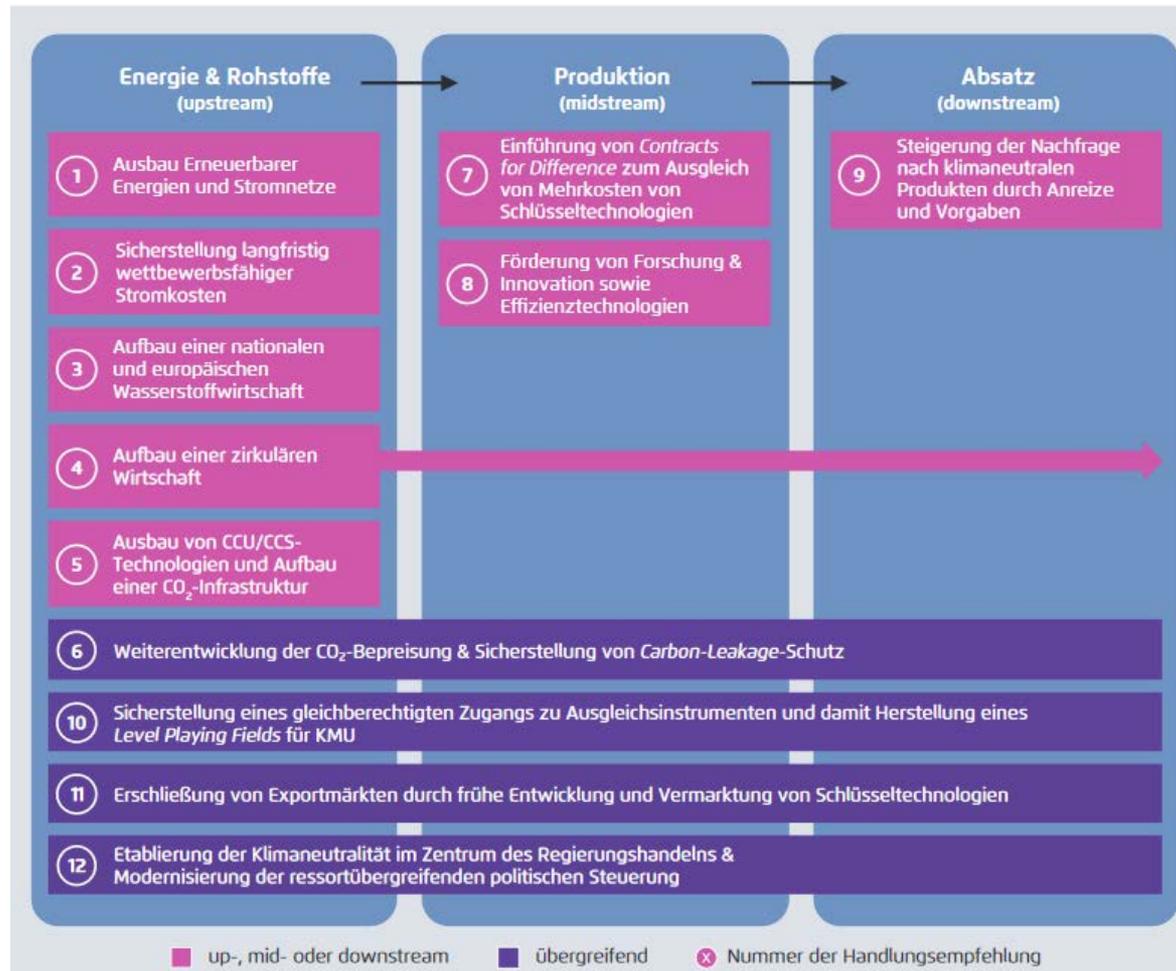
Wettbewerbsfähigkeit und Carbon Leakage

- Grenzausgleich (CBAM) mit symmetrischer Behandlung in- und ausländischer Produkte, indem Importe in den Geltungsbereich einer Klimapolitik einbezogen (oder Exporte davon ausgenommen) werden → bietet externe Durchsetzung für Klima-Club & adressiert Probleme im internationalen Wettbewerb
- unilaterale Politiken, die Bedenken bezüglich Wettbewerbsfähigkeit und Carbon Leakage adressieren:
 - kostenlose Zertifikate (mit Benchmarking/Grandfathering, fix oder outputbasiert)
 - Befreiungen / Rabatte auf andere Steuern / direkte Kompensation (Energiepreisreform, Industriestrompreise)
 - CO₂-Grenzsteuerausgleiche (z.B. Schenker, Koesler, Löschel, 2018)
 - Zölle auf Waren von Nicht-Mitgliedern des Climate Clubs (Nordhaus 2017)
 - konsumbasierte Ansätze (Wiederherstellung von Signalen entlang der Wertschöpfungskette, ergänzend zu Politiken, die weiter vorgelagert wirken) (Neuhoff et al., 2016)
 - sektorale Ansätze (Voigt, Alexeeva, Löschel 2012)
 - komplementäre Politiken (Unterstützung für Emissionsminderung, H2, CfD, F&E)

Carbon Boarder Adjustments

- Unterschiede bei CO₂-Fußabdrücken und CO₂-Politiken
 - Umfang der einbezogenen Emissionen und Methodik zur Berechnung
 - Höhe der Anpassung, inkl. Ausnahmen/Rabatte für inländische Produzenten
 - Verwendung der eingenommenen Gelder & Zeitrahmen (Inkrafttreten, Auslaufen)
- Auswirkungen von BCA in Ex-ante-Modellen:
 - Leakage-Rate & Produktionsverluste in EITE-Sektoren senken (Böhringer et al., 2019)
 - besser als Steuerbefreiungen & outputbasierte Zuteilung wegen Preisanreizen
 - nachgelagerte Industrien mit höheren Preisen & weniger Produktion (Schenker,Koesler,Löschel 2019)
 - politischer Druck für Regierungen & Anreize für Firmen (Alexeeva, Löschel, Mennel, 2008)
- Umsetzungsvorschläge
 - Vorteile in EITE-Sektoren (Zement, Aluminium, Stahl) und mit BCA auf Importe
→ politische Ökonomie von BCA siehe Beispiel für kostenlose Zuteilung
 - direkte Emissionen aus Produktionsprozess (globale durchschnittliche Emissionsintensität) & indirekte Emissionen Strom & Wärme (regionale Emissionsfaktoren)
 - Anreize für ausländische Produzenten: Nachweis tatsächlicher Emissionen von Produkten unterhalb BMK mit Verifizierung durch Dritte (Anger, Alexeeva, Löschel 2008)

Was die Industrie jetzt von der Politik braucht (Agora, Stiftung 2 Grad, Roland Berger)



Quelle: Agora, Stiftung 2 Grad, Roland Berger

Was bedeuten 180 Euro/tCO₂ für den Industriesektor

- sinnvoller Instrumentenmix zur Transformation Energiewende/Klimaschutz:
 - i) CO₂-Preise zur Minderung von Emissionen aus bestehenden Technologien und Markthochlauf und Innovationen bei weiter fortgeschrittenen Alternativen
 - ii) Förderung von Forschung, Entwicklung und Demonstration: Elektrifizierung, H₂, CCUS, Bioenergie in einem frühen Entwicklungsstadium - als Prototypen, in der Demonstrationsphase oder in früher Markteinführung
 - iii) neue Technologien benötigen aber auch die Entwicklung und den Ausbau einer geeigneten Infrastruktur (Strom, Wasserstoff, CO₂)
- robuster Ansatz zum Schutz vor Carbon Leakage notwendig wegen hoher CO₂-Preise → Hinwirken auf einen weitgehend einheitlichen CO₂-Preis auf internationaler Ebene, zumindest mit wichtigen Partnern (Climate Clubs), so dass keine CBAM erforderlich sind
- ansonsten mehrere Optionen, die geschickt kombiniert werden müssen:
 - Carbon Border Adjustment (gezielt, umsichtig, sukzessive) / Carbon Added Tax wirtschaftlich vergleichbarer Ansatz (+ WTO - explizite Belastung der Bürger)
 - Carbon Contracts for Difference zur Vermeidung von Lock-ins (grüne Investitionen)
 - Kostenlose Zertifikate und staatliche Beihilfen (Energiepreisreformen)
 - sonstiges: z.B. öffentliche Beschaffung für grüne Industrieprodukte etc.

Danke.

Prof. Dr. Andreas Löschel
Lehrstuhl für Mikroökonomik,
insbesondere Energie- und Ressourcenökonomik
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
loeschel@uni-muenster.de

Twitter @andreasloeschel