

Universität Bremen – Akademie für Weiterbildung

**Mit einer nachhaltigen Wirtschaft gegen die Klimakrise:
Wie geht es weiter mit der sozial-ökologischen Transformation?**

Freitag, den 6. 03. 2026
im Kleinen Hörsaal
von 10:00 (s.t.) bis 11:30 Uhr

Prof. Dr. Rudolf Hickel
Institut Arbeit und Wirtschaft (IAW)



Ökologische
Transformation – sozial
abfedern (Klimageld)

Die Mega-
Herausforderung:
Die Klimakrise:
Treibhausgase
(CO₂)

Paradigmenwechsel in Richtung
fossiles Wirtschaftssystem
(Bundeswirtschaftsministerin):
Verzögerungen, Rücknahmen
von Maßnahmen, Ausstieg?
Grund: Kostet Wirtschaftskraft!
EU: Verbrenner-Aus-Termin?
: ETS verschoben auf 2028

Ja, sektorale Fortschritte beim
ökologischen Umbau (Verkehr,
Energie, Abfall etc.)

Aber, reichen nicht aus:
Weit weg vom 1,5 Grad-Ziel
Erderwärmung viel zu hoch

Kosten der Hinnahme der
Klimakrise: Destruktion/ brutale
Enteignung durch
Naturkatastrophen

Was tun? Aktuelle Maßnahmen in der
Langfristperspektive:

- * Sektorenprogramme
- * Klimafonds + Sondervermögen
500 Mrd. € (kreditfinanziert, intergenerativ)
- * Abbau von schädlichen Subventionen
- * Zertifikate für Treibhausgase (EU)
- * Neue Geschäftsmodelle zur „schöpfe-
rischen Zerstörung“: Unternehmen und
Staatsförderung
- * Soziale Abfederung der Umbaukosten

Das Transformationsbeispiel: Vom fossilen zum
grünen Stahl

Ein Blick per Karikatur auf die sich abzeichnende Ausbremsung der ökologischen Transformation durch die Bundesministerin für Wirtschaft und Energie!

im: Weser-Kurier vom 4. März 2026

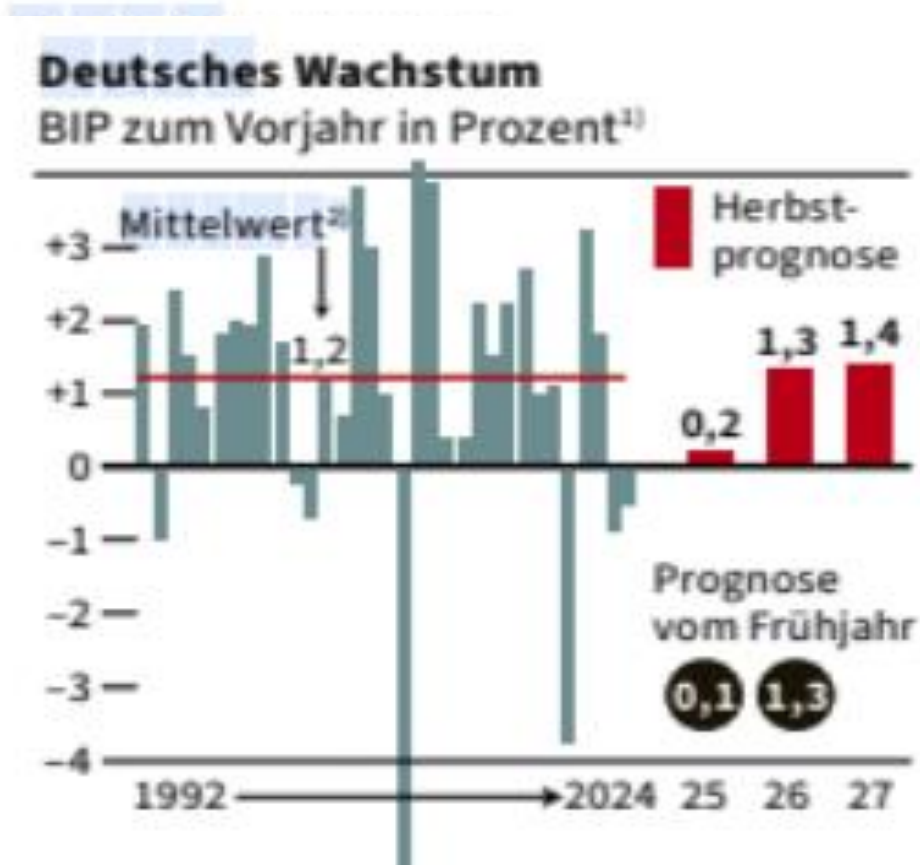
STANDPUNKTE

4



Zusammenhang Staat und Gesamtwirtschaft: Ökonomische Mehrfachkrise – Krise des Steuerstaates

Ein sich selbsttragender Aufschwung trotz finanzpolitischer Impulse
nicht erkennbar. Stagnative Grundtendenz + Normalisierung der Inflation
+ steigende Arbeitslosigkeit (trotz Fachkräftemangel)



Die 4– D-Krise

Destruktion steht für geopolitische und machts-
strategische Verschiebungen (Trump-MA mit Zerschlagung
der regelbasierten Weltwirtschaft + Putinismus als neuer geopoliti-
scher Imperialismus)

Digitalisierung steht technischer Revolutionierung vor
allem jetzt auch durch KI

Demografischer Wandel mit Auswirkungen auf Wirtschaft und
Sozialordnung

Überlagert von der Dekarbonisierung: gegen die
ökologische Krise und Deindustrialisierung im bisherigen Bereich
der fossilen Produktionsweise

Die Folgen: Geschäftsmodell Exportorientierung mit
industrietechnologischer Vorrangstellung schrumpft !

Vor allem ökologischer Umbau verlangt eine längerfristige
Investitionsplanung in der finanziellen Kooperation mit
dem Staat (Märkte und Staat)! Beispiel:
GreenSteel-PROZESS DER SCHÖPFERISCHEN ZERSTÖRUNG

Unmissverständliche Klarstellung gegen Bagatellisierungen / Fake News

Die Klimakrise zwingt zum Fundamentalumbau der gesamten Wirtschaft:

Die Mega-Herausforderung: Die zerstörerische Kraft der weltweiten Klimakrise

Die Wirkungskette: Treibhausgase ➡ Erderwärmung ➡ Klimaschädigung mit Kippeffekten
➡ Umbau der Wirtschaft mit dem Ziel der Dekarbonisierung

Treibhausgase: Zusammengefasst in **CO₂-Äquivalenten**;

Kyotoprotokoll nennt 6 Treibhausgase: u.a. Kohlendioxid, Methan, Lachgas (N₂O), die fluorierten Treibhausgase (F-Gase)

Ursachen der Treibhausgase:

Anthropogene (durch die Art der Wirtschafts- und Lebensweise) gegenüber natürlichen Ursachen!

Für anthropogene Treibhauseffekte entscheidend Konzentrationen der strahlungswirksamen Spurengase.

Seit Beginn der Industrialisierung beträchtlich angestiegen. Umweltkiller Nummer eins Kohlendioxid infolge der Verbrennung fossiler Energieträger / Brennstoffe.

Erderwärmung: Der Erderwärmung schreitet, wenn nichts geschieht, bis über 3 Grad Celsius an.

Ziel: Erderwärmung mit um die 1,5 Grad (gegenüber dem Wert vor der Industrialisierung, startet ca. 1850):

Ende 2015 Pariser Abkommen : Ziel Erderwärmung unter 2 Grad, jedoch möglichst auf 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau (startet ca. 1850) reduzieren!

Ökologische Kippeffekte(„tipping points“): **disruptive** Dynamik, kein Raum für **inkrementelle** Veränderung: Bestandteile des Erdsystems von überregionaler Größe bedroht.
Am Ende disruptive, irreversible Ereignisse als Folge der globalen Erwärmung.

Beispiele: Abschmelzen der Eisschilder (etwa Antarktis).

Ein Beispiel einer sich selbst verstärkenden Klimakrise ist der auftauende **Permafrost**: Methan und Kohlendioxid gelangen in die Luft. Die Treibhausgase erwärmen die Atmosphäre, die Erde heizt sich auf, das Eis schmilzt – und der Klimawandel verstärkt sich selbst.

Zunehmende Dürren, Waldbrände, Taifune und Überschwemmungen als Folge der Erderwärmung sowie Vernichtung vor allem von Tierherden, Waldbeständen und Ernteerträgen.
Flucht der Menschen aus den ökologischen Krisenländern (Umwelt-Flüchtlinge)

„**Planetare Grenzen**“ (planetary boundaries): Etwa das Klimaziel unter 2 Grad Celsius!
Wurde ursprünglich von einer 28-köpfigen Gruppe von [Erdsystem-](#) und [Umweltwissenschaftlern](#) unter Leitung von [Johan Rockström](#) (Stockholm Resilience Centre) entwickelt und 2009 erstmals veröffentlicht.

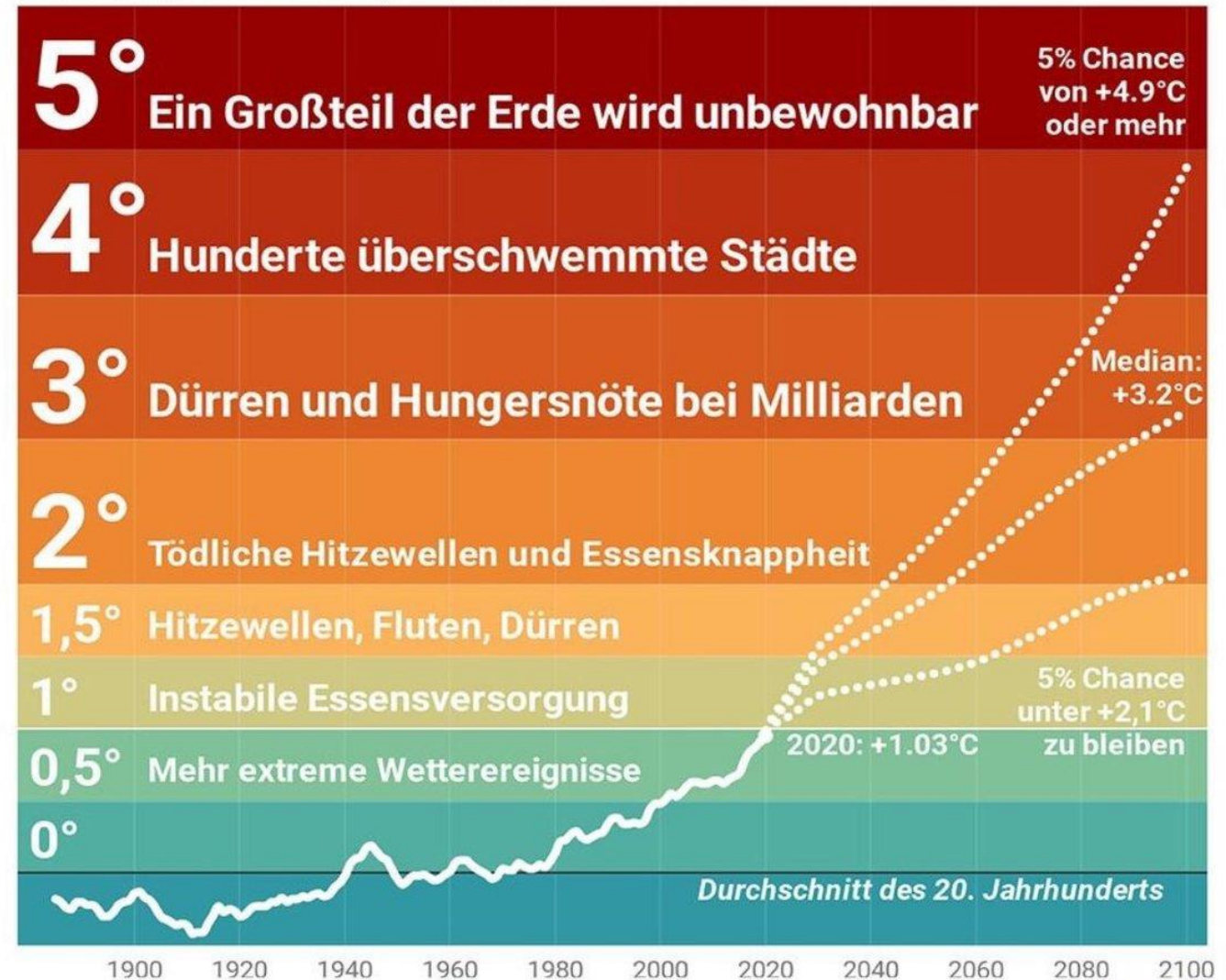
Intergenerative Wirkung:

Wer heute 25 Jahre alt ist, leidet im Alter von 75 Jahren unter der Erderwärmung auf über 2,5 Grad

Und zwar durch extreme Wetterlagen, Fluten, Dürren, tödlichen Hitzewellen und Essensknappheit sind die Folge

Wie heiß darf es werden?

Globale Temperaturabweichung in Celsius



Ziel: Erderwärmung mit um die 1,5 Grad (gegenüber dem Wert vor der Industrialisierung, startet ca. 1850):

* Ende 2015 **Pariser Abkommen** : Ziel Erderwärmung unter 2 Grad, jedoch möglichst auf 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau reduzieren, d.h. spätestens in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts: Treibhausgase-Neutralität

***Zur Erinnerung:** Wirtschaftswissenschaftliche Vorarbeit zur Ableitung des klimapolitisch kritischen Wertes des **2 Grad-Ziels**

durch **W. D. Nordhaus** (1975, 1977 und 1979 mit dem hochkomplexen „Integrated Assessment Modell (IAM)“, 1979 ergänzt um DICE (Dynamic Integrated Climate- Economy)

Jüngste Hiobsbotschaft: Selbst 2 Grad Klimaziel nicht mehr erreichbar (eher 3 Grad)!

Erstmals Ziel unter 2 Grad: **Planetare Grenzen**“ (planetary boundaries): Etwa das Klimaziel unter 2 Grad Celsius!

Wurde ursprünglich von einer 28-köpfigen Gruppe von [Erdsystem-](#) und [Umweltwissenschaftlern](#) unter Leitung von [Johan Rockström](#) (Stockholm Resilience Centre) entwickelt und 2009 erstmals veröffentlicht.

Zur Orientierung: Eine Tonne CO₂ entspricht 400 Liter oder 2,5 Fass Erdöl, oder 380 Liter leichtem Heizöl
- 360 kg Steinkohle - 560 Kubikmeter Erdgas.

Ein Einfamilienhaus mit Ölheizung verursacht demzufolge pro Jahr im Durchschnitt rund 5 Tonnen **CO₂**.

nachfolgend Zielpfade: Deutschland / EU / Bremen

Die Menschheitsaufgabe Reduzierung der Erderwärmung durch den Abbau des CO₂-Äq“-Ausstoßes

Die bittere Wahrheit: Gegenüber der Grafik wird die stärkere Zielüberschreitung wahrscheinlicher:

- * **USA-Trump:** „CO₂ nicht gesundheitsschädlich“
-Ausstieg aus den internationalen Vereinbarungen
- * **EU:** Verwässerung der Klimamaßnahmen (Verbrenner, Zertifikate)
- * **Deutschland:** Maßnahmen zum Klimaziel ausgebremst – stärkere Kohleinsatz, Voltaire, Offshore-Windenergie

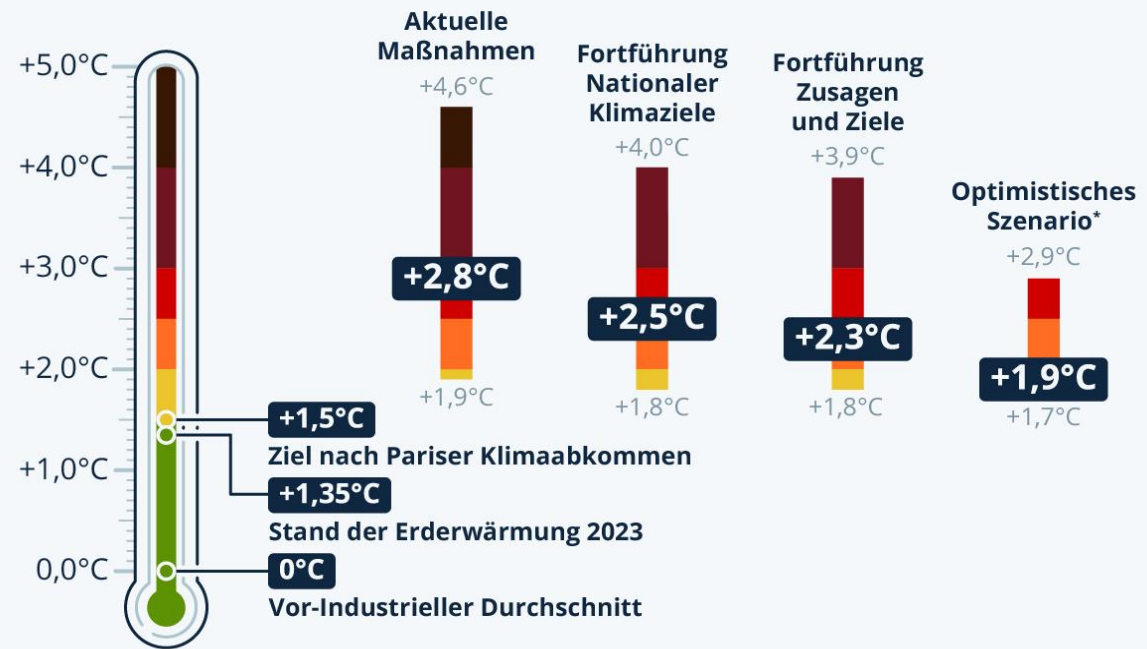
Legende: CO₂-Äquivalente: gewichtet die Treibhausgase (CO₂ Äq)

Im Kyoto-Protokolls stehen folgende Treibhausgase, die nach Treibhausintensität gewichtet zusammengefasst werden:
Kohlenstoffdioxid (CO₂), **Methan** (CH₄) und **Lachgas** (N₂O) sowie die **fluorierten Treibhausgase** (F-Gase): **wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe** (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), und **Schwefelhexafluorid** (SF₆).

Seit 2015 wird **Stickstofftrifluorid** (NF₃) zusätzlich einbezogen.

1,5°-Ziel wird unwahrscheinlicher

Prognose zum Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2100 in °C (Stand: Sep 2025)*



Zahlen in grau bilden den Fehlerbereich ab

* Inkl. Net-Zero-Ziele

Quelle: UN Emissions Gap Report 2025



Daraus abgeleitet: Etappen zum Ziel Klimaneutralität

Deutschland: Zieländerung nach Urteil Bundesverfassungsgericht vom 24.3. 2021

(Revision des Klimaschutzgesetzes vom 2. 12. 2019)

Zitat: „Danach darf nicht einer Generation zugestanden werden, unter vergleichsweise milder Reduktionslast große Teile des CO₂-Budgets zu verbrauchen, wenn damit zugleich den nachfolgenden Generationen eine radikale Reduktionslast überlassen und deren Leben umfassenden Freiheitseinbußen ausgesetzt würde.“

Deutschland soll früher klimaneutral werden

- Treibhausgasemissionen
 - Bis 2030: 65 % weniger CO₂ (bislang 55 %)
 - Bis 2040: 88 % weniger CO₂
 - 2045: Klimaneutralität (bislang 2050)
- Zulässige jährliche CO₂-Emissionsmengen für einzelne Sektoren wie Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr oder Gebäudebereich werden abgesenkt.



Klimaziele EU 2050

Mit dem Europäischen Green Deal 27 EU-Mitgliedstaaten bis **2050** klimaneutral!

Erster Schritt Treibhausgasemissionen bis **2030 um mindestens 55 %** gegenüber von 1990

REVISION (November 2025): Bleibt Zwischenziel ab 2040 90%, jedoch Anrechnung bis zu 5 Prozentpunkten von im Ausland gekauften Emissionszertifikaten;

EU-Eigenziel nur noch 85%!

Klimaziel Hamburg: Durch Volksentscheid im Okt. 2025 Klimaneutralität korrigiert von 2045 auf 2040

Klimaziele Bremen: Vorschläge zu Zielen und Zielerreichung in einer Enquetekommission erarbeitet.

2038: Klimaneutralität, d. h. 95 % Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990.

2030: 60 % Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990.

2033: 85 % Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990.

Zwischenbericht 2023 (vorgelegt Januar 2026: für 2023): 2023 gegenüber 1990 – 33,4% ; Ziel ist -35% (unterschritten um 1,6:

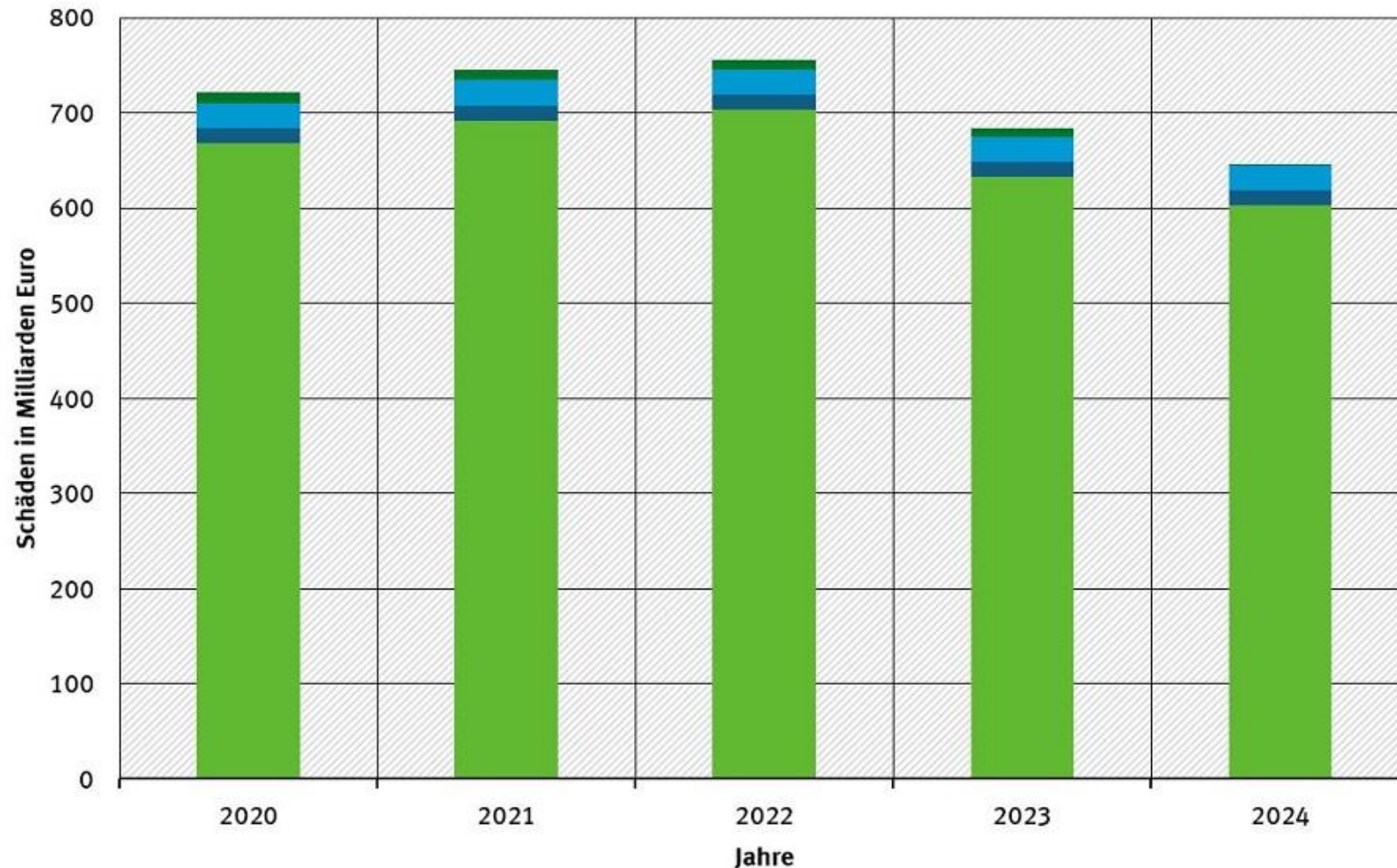
Senkung vor allem durch Abschaltung Steinkohleblock am Standort Hafen; und im Umwandlungsbereich

Zielerfüllungsdefizit durch Entscheidung von ArcelorMittal (erzeugt ca. 50% Treibhausgase, knapp 5 Mio. Tonnen CO₂ pro Jahr; Verzicht auf ökologischen Umbau (grüner Wasserstoff für DRI)

Die ökologische Elend-Formel: Steigender CO₂-Ausstoß = steigende Umweltkosten!

Die Rettung: Kosten der heute unterlassenen Maßnahmen gegen Klimakrise höher (teils irreparabel) als Kosten einer wirksamen sozial-ökologischen Transformation!

Globale Schäden durch deutsche Treibhausgasemissionen, in Milliarden Euro



Nach neuem UBA-Handbuch vom 24.2.2026:

Reale Schäden – an Gesundheit, Wohlstand, Infrastruktur und wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit im Jahr 2024 bei ca. 647 Mrd. €!

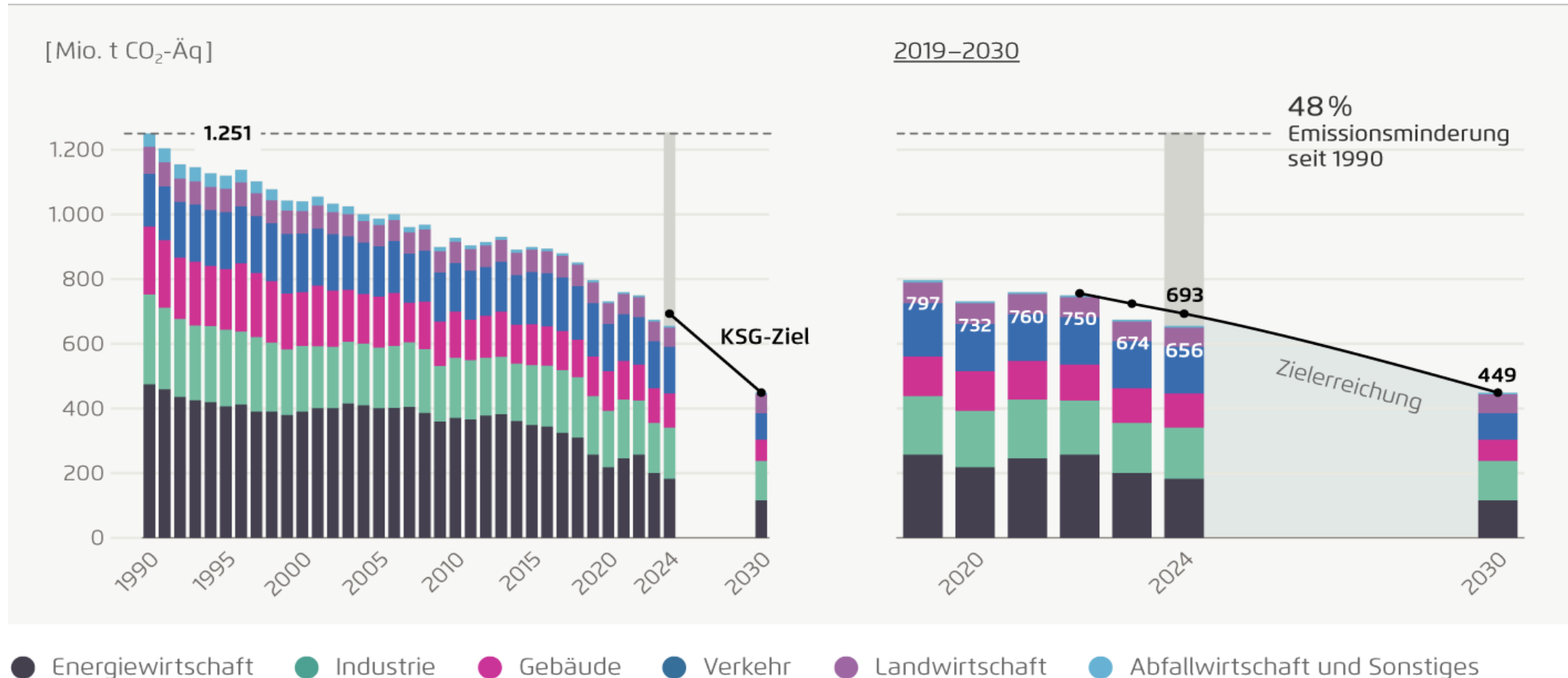
Nur durch ambitionierten Klimaschutz können die 647 Mrd. € vermieden werden.

Vermeidung der Krisenkosten:
steigert Wohlstand und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit!
Fördert die technologische Innovation

Was ist bisher geschafft worden: Vieles, aber es reicht nicht!

Entwicklung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren, 1990–2024

→ Abb. 1_2



Agora Energiewende (2024) nach UBA (2024a) • 2024: Schätzung von Agora Energiewende basierend auf AGEb (2024a). Zielpfad abgeleitet aus Klimaschutzgesetz. Exklusive Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft.

Deutschlands Treibhausgasemissionen sanken 2024 gegenüber dem Vorjahr um 18 Mio. t auf 656 Mio. t CO₂-Äq – ein Minus von rund 3 Prozent.

Entwicklung der deutschen Treibhausgasemissionen seit 1990 und Vergleich mit den 2024 Sektorzielen des KSG

[Mio. t CO₂-Äq]



- Gegenüber 1990 sind die Emissionen um insgesamt 48 Prozent zurückgegangen.
- Über 80 Prozent der Minderungen stammen aus der Energiewirtschaft.
- Das deutsche 2024-Klimaziel nach neuem *Klimaschutzgesetz* (KSG) wird um rund 36 Mio. t CO₂-Äq übererfüllt.
- Aber: Die Vorgaben nach der *EU-Effort-Sharing-Regulation* werden nicht eingehalten, da die Emissionen bei Gebäuden und Verkehr weiterhin stagnieren.

Treibhausgas-Emissionen

Anteil der Sektoren 2024 in Deutschland in Prozent

Gebäude

15,5 %

0,8 %

Abfallwirtschaft und Sonstiges

9,6 %

Landwirtschaft

22,0 %

Verkehr

28,5 %

Energie-wirtschaft

Gesamt

649

Mio. t CO₂

23,6 %

Industrie

2024 von 649 Mio. t Treibhausgasen.
51 Mio. t Stahlindustrie (über 7 %)
33% der gesamten Industrie (153 Mio. t)!

In Bremen nahezu 50% durch Stahlwerk Arcelor Mittal!

Erfolge und Misserfolge der Politik zur Erreichung der Klimaziele

Klimaziel für 2025 wurde zwar erreicht, jedoch sank der Ausstoß deutlich langsamer (um 1,5 %) als zuvor.

· **Prognose bis 2030:** Deutschland könnte sein Klimaziel 2030 nach Entwurf des Klimaschutzprogramms 2026 des Umweltministeriums verfehlen.

Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2030 bei **63 Prozent gegenüber Zielgröße von 65 Prozent** verglichen mit dem Jahr 1990. Dieses Ziel sei zwar nach wie vor "grundsätzlich erreichbar", heißt es in dem Bericht.

Stärkste Zielverfehlung Verkehr

Defizitsektor: Verkehrssektor verfehlt die Klimaziele bis 2030 deutlich. "Im Verkehr beträgt die Überschreitung 169 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente", heißt es im Entwurf. Mobilitätswende zu langsam; insbesondere der Ausstieg aus den Verbrennermotoren.

Defizitsektor: Der Sektor Gebäude erreicht die Ziele nicht. Hier beläuft sich die Überschreitung auf rund 110 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Durch geplante Regelung zu den Heizungsanlagen nimmt Zielverfehlung zu!

Erfolgreich ist die Energiewirtschaft; erzielt eine Übererfüllung von über 250 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten im Zeitraum 2021 bis 2030.

Auch die Sektoren **Industrie, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft** schaffen eine Zielübererfüllung.

Erfolgsfaktoren: Der Ausbau erneuerbarer Energien (über 50 % Anteil am Stromverbrauch) kompensiert Defizite in anderen Sektoren.

Fortsetzung der Politik zur ökologischen Zielerreichung alternativlos!

Deutschland mit 1,5 % Anteil am weltweiten CO2-Ausstoß (579 Mio. Tonnen) auf Platz 10

Falsche Schlussfolgerung: Klimaschutz lohnt sich nicht wegen des vergleichsweisen kleinen Beitrags zur Klimakrise.

Dagegen: Deutschland steht als hoch relevantes Industrieland in der Verantwortung im weltweiten Kampf gegen die Klimakrise:

- * Vorbildfunktion für die nachhaltige Transformation in der Welt (Verantwortungsethik).
- * Starke ökonomische Basis erleichtert die Transformation.
- * Basis für nachhaltige Wertschöpfung ausbauen.
- * Entwicklung und Nutzung der umfassenden Innovationskraft für neue ökologisch nachhaltige Produkte/ Produktionssysteme vor allem auch für den Export!

DIE ZEHN LÄNDER MIT DEM HÖCHSTEN CO2-AUSSTOSS WELTWEIT

2024

Rang	Land	CO2-Ausstoß in Gt	Globaler Anteil in Prozent
1	China	13,12	33,1
2	USA	4,63	11,7
3	Indien	3,15	8
4	Russland	2,01	5,1
5	Japan	0,97	2,5
6	Iran	0,83	2,1
7	Indonesien	0,81	2,1
8	Saudi Arabien	0,65	1,7
9	Südkorea	0,59	1,5
10	Deutschland	0,58	1,5

CO2-Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft werden nicht berücksichtigt.
Quelle: [EDGAR](#)



Vor der Analyse der Maßnahmen gegen die Klimakrise

Blick auf die Systemfrage: Ist der Kapitalismus ökologisch am Ende?

Wachstumskapitalismus / ökologischer Schrumpfkapitalismus / Zum ökologisch-sozial nachhaltigen Entwicklungstyp

1. Konzepte zur nachhaltigen Wohlfahrt: Revision bzw. Ergänzung des ökologisch ignoranten Bruttoinlandsprodukts (was misst das BIP?): William Nordhaus / James Tobin / Amartya Sen etc.)
2. Nullwachstum / Postwachstum / De-Growth- Konzepte: weniger ökologischer Umbau als generelles Schrumpfen (Veränderung des Lebensstils)?
3. Systemfrage: Ist der Kapitalismus ohne Wachstum möglich? (T. Jackson: Prosperity without Growth? (Umwelt – Krisentreiber der real existierenden Sozialismen)

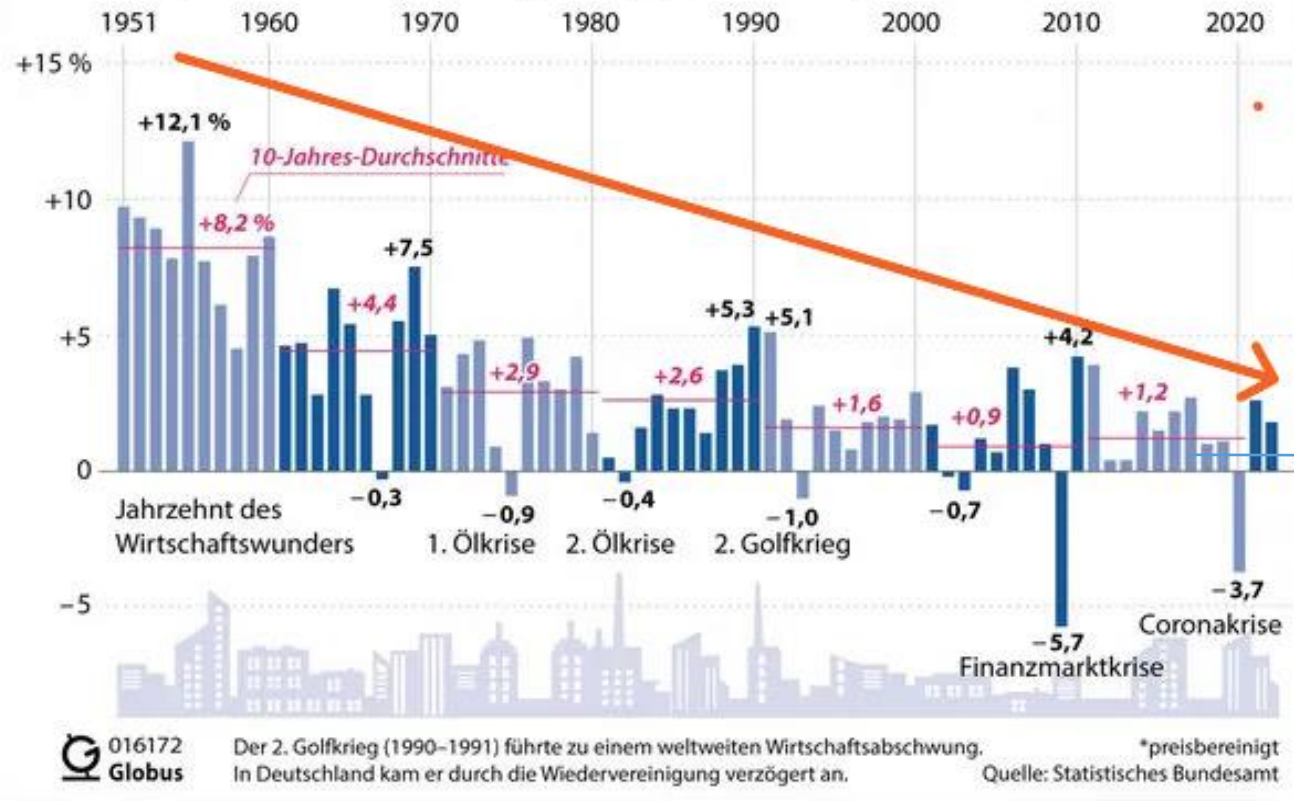
Antwort: Keine Vorgabe von Wachstumszielen: stetiges WiWa, Null- oder Minuswachstum, sondern Konzept der sozial-ökonomischen Transformation (dabei schrumpfen einzelne Branchen, andere Branchen wachsen wie Stahl und Beton für den Netzausbau):

Streit um Deindustrialisierung: Fossile Deindustrialisierung schafft dekarbonisierte und damit nachhaltige Industrie)

Die ökologische, aber auch ökonomische Herausforderung

Deutschlands Wirtschaftswachstum

Veränderung des Bruttoinlandsprodukts* jeweils gegenüber dem Vorjahr in Prozent



Ökologisch-strukturell erzwungen: Abschied von der „Illusion immerwährender Prosperität“

Schwur auf einen langanhaltenden Aufschwung nach dem Muster 1950er Jahre ist eine Illusion.

Es geht um einen nachhaltigen Entwicklungstyp auf der Basis ökologischer Transformation

Ein Schub durch die ökologische Transformation: „Schöpferische Zerstörung“ (J. A. Schumpeter)

Ukraine/Energiekrise

-0,5	0,2 ^P	0,9 ^P
2024	2025	2026

Neues Exportmodell:

Stärkung der Exportwirtschaft mit nachhaltigen Produkten (Anlagenbau, Innovationen)

Herausforderungen an eine ökologisch gewollte Wirtschaft und Gesellschaft:

empirisch fundierte Analysen zur sozial-ökologischen Transformation

Sozial und ökologisch, weil der durch die ökologische Zielrealisierung ausgelöste grundlegende Umbau zu sozialen Verwerfungen führt, deren Verarbeitung in ein Gesamtkonzept aufgenommen werden muss.

Cluster zur Mega-Aufgabe sozial-ökologischer Umbau

Erste Orientierung: Reduktionsziele der Bundesregierung /EU

- **Energiewirtschaft:** Ausstieg aus der Kohleindustrie, Ausbau erneuerbarer Energien
- **Industrie:** CO₂- Verpreisung, Verbote, Umstellung auf Wasserstoff (Green Steel)
- **Gebäude:** CO₂-Verpreisung, energetische Gebäude (Sanierung, Neubau); Heizungssysteme („Gebäudemodernisierungsgesetz“)
- **Verkehr:** CO₂-Verpreisung + neue Mobilität, Elektroautomobile, Stärkung ÖPNV, Tempolimit 130 km/h: Autobahnen
- **Landwirtschaft:** nachhaltige Landwirtschaft, Tierwohl
- **Abfall:** Wiederverwendung, Recycling, Vermeidung (Circular Economy)
- **Landnutzung,** Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, Bewässerung ehemaliger Torfabbauflächen

Sektor- und schwerpunktübergreifende Projekte:

- Ausbau **grüner Wasserstoff** (Produktion, Verteilung über Infrastruktur Netze)
- Querschnittsprojekt Energieeinsparung + Energieeffizienz (Faktor 4)
- Wälder + Rodung der Tropenwälder
- Verschmutzung von Seen + Flüssen
- Versiegelung von Böden
- Plastikmüll: Plastikproduktion weltweit 2017 348 Mio. Tonnen; 2016 in Deutschland 2016 5,1 Mio. Tonnen entsorgter Kunststoffmüll mit (38,6% recycelt, 60,6% verbrannt, 0,8 % deponiert)

* Artensterben (Beispiel Bienensterben): Sicherung der Biodiversität

Ein erster Überblick über die Eingriffs- /Steuerungsebenen (angewendet in den Clustern)

Instrumentenmix

- * **Verhaltensveränderungen auch durch moralische Appelle** („Moral suasion“) an die ökologische Vernunft (Mülltrennung, Strom sparen)
- * **Ge- und Verbote**: Tempolimit auf der Autobahn und den anderen Straßen;
- * **Umweltabgabe, Zertifikate**: Nutzung des Preissystems (Internalisierung ökologischer Kosten)
- * Abbau von **staatlichen Subventionen**, die die Umwelt belasten (Kerosin, Dienstwagen etc.; ca. 65 Mrd. € in 2024)
- * **Finanzpolitik: Ökologisches Zukunftsinvestitionsprogramm** (Aus- und Umbau der Infrastruktur)

Beispiel für ein gelungenes Produktionsverbot: Zerstörung der Ozonschicht durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) derart vorangeschritten, dass keine Anpassungszeit mehr gegeben ist. International wurde durch 196 Länder und die EU 1987 mit dem Montreal-Abkommen ein Verbot der Fluorchlorkohlenwasserstoffe) durchgesetzt und weiterentwickelt (seit 1.8.1991 in Deutschland FCKW-Halon-Verbots-Verordnung, ab dem 1. Dezember 2006 durch Chemikalien-Ozonschichtverordnung abgelöst).

Komplette Ausstiegsszenarien:

- Der Ausstiegsplan aus **Atomenergie** in Deutschland wird abgewickelt.
- Schließung der **Steinkohlezechen** (2016 verursachten diese noch 10 Prozent der deutschen Treibhausgase).
- Ausstieg aus der **Braunkohle**, der bis 2038 abzuschließen ist.

Die Mega-Entdeckung: Ökologische Rettung des Kapitalismus mit seinem eigenen Instrument des Preissystems: Antwort auf die Umweltkrise infolge der Externalisierung ökologischer Kosten durch deren einzelwirtschaftliche Internalisierung

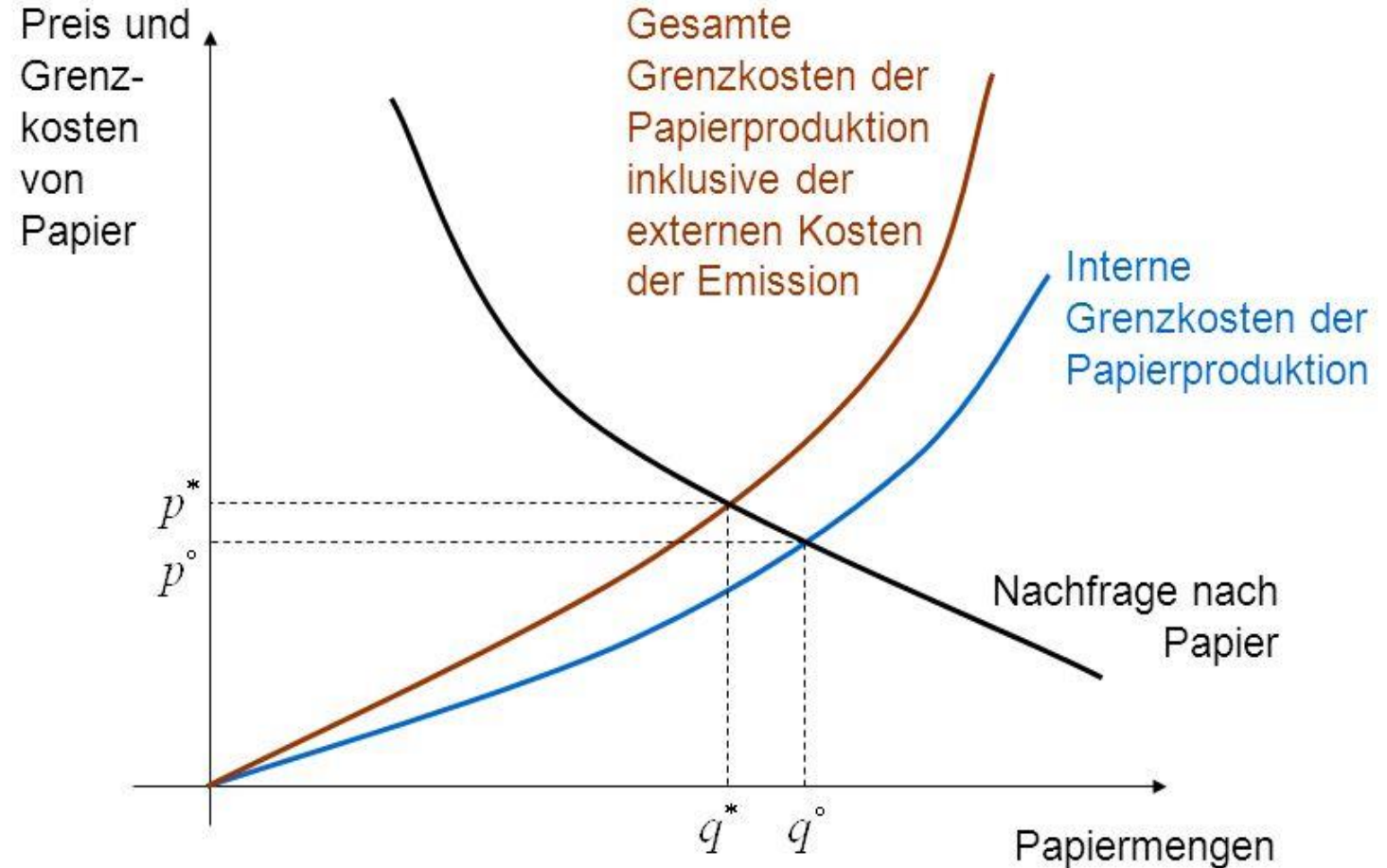
- * Einzelwirtschaftlich fundierte Märkte sind bezüglich ihrer ökologischen Wirkungen *indifferent / blind!* »Der Sozialismus ging daran zu Grunde, dass er es nicht zuließ, dass die Preise die ökonomische Wahrheit sagen. Der Kapitalismus könnte daran zu Grunde gehen, dass er nicht dafür sorgt, dass die Preise die ökologische Wahrheit sagen.« (Ernst Ulrich v. Weizsäcker)
- * Gewinn- und Nutzenoptimierung unter Ausschluss der erzeugten **externalisierten Effekte**: Nutzung der Umwelt als „Gratisproduktivkraft“ (K. Marx), „Umwelt zum Nulltarif“
- * Erwartbare **Rückwirkungen** durch erzeugte ökologische Schäden auf die einzelwirtschaftlichen Akteure (Umweltkosten und -regulierungen) nicht im Preisbildungsprozess berücksichtigt.
- * **Rationalitätsfalle**: einzelwirtschaftliche Rationalität gegen gesamtwirtschaftliche Rationalität
- * **Ökologische Wahrheit** dem Preissystem durch politisch verordnete Abgaben einpflanzen
- * **Internalisierung** gegen bisherige Externalisierung

Marktversagen

Der am Markt gebildete Preis ist gegenüber den erzeugten und **externalisierten** Umweltkosten durch die privatwirtschaftliche Produktion blind!

Internalisierung der externen Effekte

Externe Effekte



Blick auf die Praxis: Deutschland mit CO₂-Abgabe+ EU-Zertifikatshandel

In Deutschland gelten für die CO₂-Preisauflagen zwei Modelle

1. Nationales System (nEHS, Emissionshandelssystem): seit 2021 Brennstoffe (Heizöl, Erd- und Flüssiggas, Benzin, Diesel, Kohle): ab 2023 Braunkohlewerke, ab 2024 Abfall) Erhebung: Up-Stream Ansatz (diejenigen, die Brennstoffe in Handel bringen)

2. EU- ETS 1: Börsengehandelte Zertifikate für: Energie und energieintensive Industrieanlagen, innereuropäischer Luftverkehr + Seeverkehr

zu 1. nationales Recht (nEHS): Preis pro Tonne CO₂ politisch fixiert!

Po Tonne CO₂ ab 2021 mit 25 €; schrittweise auf 55 € seit 2025, ab 2026 Preiskorridor 55-65 €;
2028 (verschoben von 2027) Überführung ins EU-Recht: ETS 2!
Erhebung der CO₂-Abgabe setzt an der Erzeugung von CO₂ (anlagenbezogen) an.

Die Einnahmen aus dieser CO₂-Abgabe fließen in den „Klima-Transformationsfonds“ (im Prinzip ökologische Zweckbindung): 2024: 13 Mrd. € / 2025: 16 Mrd. € (+23 % infolge der erhöhten CO₂ Preise).

Soziale Belastungsunterschiede: CO₂- Preisauflage wird auf die Endpreise für Brennstoffe überwältzt.
Regelung ab 1.1.2023 nach Kohlendioxidaufteilungsgesetz aufgeteilt zwischen Mietern und Vermietern (zuvor nur Mieter)

Gegensteuern mit Klimageld für Einkommensschwache!

Zu 2:EU- ETS 1: Börsengehandelte Zertifikate für: Energie und energieintensive Industrieanlagen, innereuropäischer Luftverkehr + Seeverkehr

Der **EU**-Emissionshandel (**European Union Emissions Trading System; EU ETS 1+2**)

1. Seit 2005: **Unternehmen der Stromerzeugung + CO₂-lastige Industrieanlagen wie Stahl-, Glas-, Keramik und Papier-Zellulose (ab 2013 Chemie); innereuropäischer Luftverkehr (Start/Landung in der EU) + Seeverkehr – Zertifikatspflichtig ist CO₂-erzeugendes Unternehmen (Downstream Ansatz)**

2. **Cap and Trade**: Gesamtmenge (Cap) wird festgesetzt. Diese wird von Jahr zu Jahr gesenkt (2005-2020 Phase III pro Jahr minus 1,7%; 2021 – 2030 Phase IV minus 2,1% pro Jahr.

Der **zulässige CO₂-Ausstoß** hängt von der zum Börsenpreis erworbenen Anzahl an Zertifikaten ab.

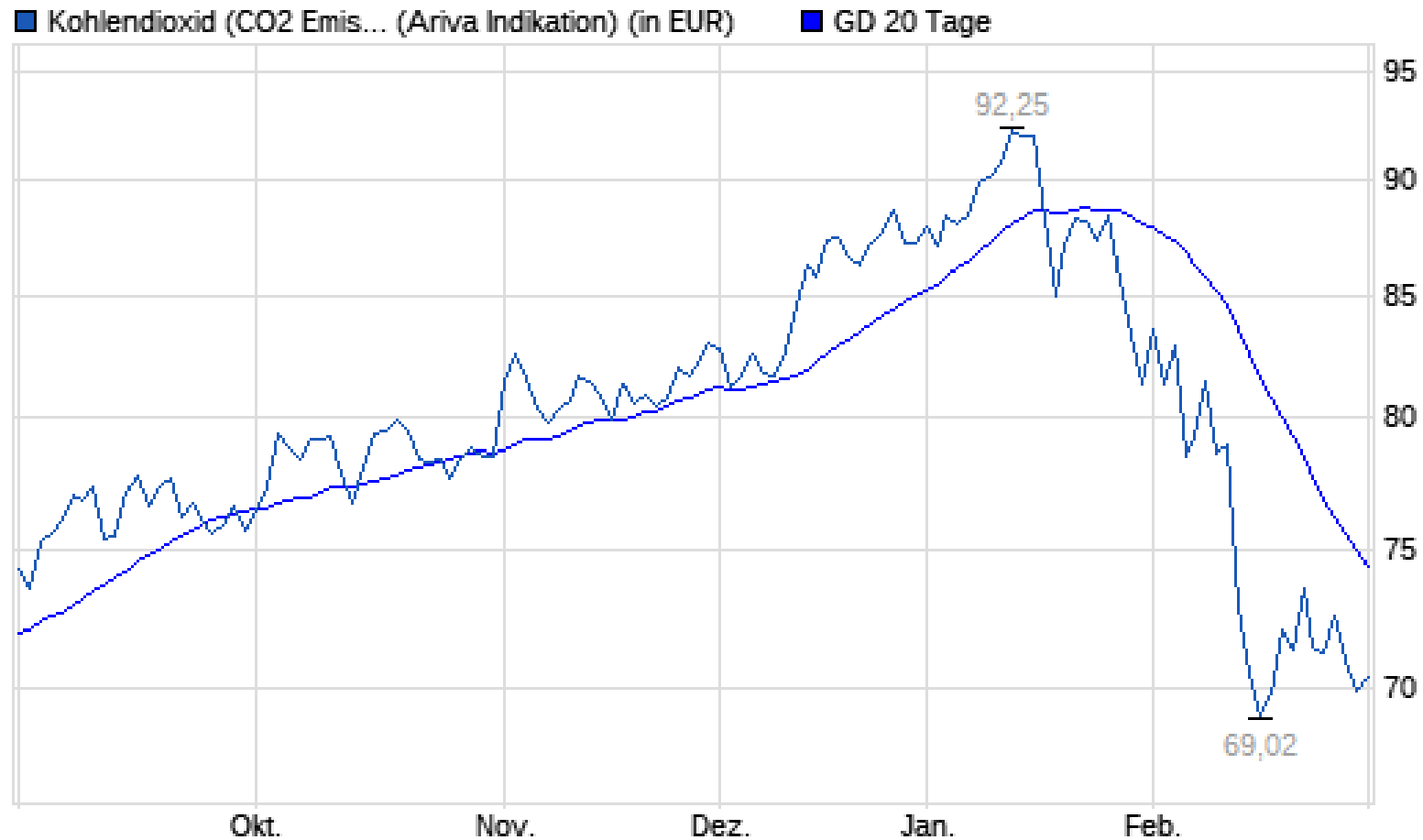
- Jahresdurchschnittlicher Marktpreis **2025 ca.74 €**(Leipziger Börse: „European Energy Exchange“ im Auftrag des UBA)
- Preis auf der Basis der durch CO₂ erzeugten Umweltkosten: laut UBA 2024 bei **300 €/Tonne CO₂** (bei 1% Zeitpräferenzrate; Höhergewichtung der Wohlfahrt heutiger Generation).

3. **Neufassung durch ETS 2** (Integration deutsches n-EHS)

4. **Ende der Zertifikatsversteigerung 2039**, und damit soll CO₂-Emission auf Null reduziert sein.

5. **Gratiszertifikate** (gegen Carbon Leakage): Beenden oder Verlängern?

European Union Emissions Trading System (ETS): Der Preis für Zertifikate pro Tonne CO₂-Äquivalente in Euro



Die Schwerpunkt der sozial-ökologischen Transformation

Modell der schöpferischen Zerstörung: Nicht Deindustrialisierung, sondern Dekarbonisierung: Aufbau einer nachhaltigen auch industriellen Wertschöpfungsbasis

In der Phase der Transformation steigen die Preise. Dagegen wirkt: Je stärker die Transformation den CO₂-Ausstoß reduziert, umso niedriger fallen die Kosten der Klimakrise aus. Die Preise der erneuerbaren Energien (Sonne / Wind / Wasser) sinken gegenüber der Energieerzeugung auf fossiler Basis massiv.

Programm gegen Umweltkrise: Die ansonsten explodierenden gesellschaftlichen Kosten der Klimakrise (durch Hitze, Dürren, Waldbrände, Unwetter, Kippeffekte) werden vermieden.

1. Vorrangiges Steuerungselement CO₂-Bepreisung: Basis Reduzierung des Rechts auf Umweltverschmutzung

* Nationales Emissionshandelssystem (nEHS) für Verkehr und Gebäude: CO₂ Abgabe pro Tonne CO₂, derzeit 55 -65 €

* Europäisches Handelssystem (EU ETS1) (Cap&Trade) derzeit 1 800 Großanlagen; aktueller Börsenpreis knapp unter 80 €.

2. Neues Geschäftsmodell der Unternehmen (auch mit staatlicher Beteiligung) auf der Basis von Mitbestimmung

3. Langer Planungshorizont (über die Legislaturperiode hinaus)

4. Fiskalische Begleitung durch den Staat innerhalb der EU-Vorgaben: Förderung durch die EU etwa per IPCI (Important Project of Common European Interest): Wasserstoffwirtschaft /Stahl

5. Beihilfen zum Industriestrompreis für energieintensive Unternehmen: Einführung einer neuen Beihilfe für Deutschland ab 2026 bis 2030 auf der Basis der EU-Regel „Clean Industrial Deal State Aid Framework“

Geplant: Bei Großverbrauchern Strompreis pro Kilowattstunde ab 5 Cent für 50% des Stromverbrauchs subventionieren.

6. **Steuerung unter dem Wettbewerbsdruck durch Billigimporte:** Das Beispiel CO₂-lastiger Stahl aus dem Ausland

Beispiel Importstahl aus China ist mangels ökologischem Preisaufschlag deutlich billiger.

Schutz gegen Carbon Leakage: Verlagerung von Produktion und Emission ins Ausland

* Bisher **Safeguards** (vor allem gegenüber Konkurrenz aus China), die verlängert und intensiviert werden sollen. Ziel: Kontingente für zollfreie Importe aus China massiv reduzieren / * Zoll für die anderen Einfuhren auf 50%

* **Neues Instrument: CO₂-Grenzausgleichsabgabe** ([Carbon Border Adjustment Mechanism](#), CBAM)

Ziel: für Importe CO₂-Aufschlag zur Angleichung an den Preis in der EU.

Bei der Einfuhr der betroffenen Produktgruppen kaufen EU-Importeure Zertifikate. Sie entsprechend dem CO₂-Preis, der gezahlt worden wäre, wären die Waren nach den EU-Zertifikatsregeln hergestellt worden. Übernommen wird der durchschnittliche Wochenpreis für EU-Emissionszertifikate (EU-ETS). Nach der Übergangsphase ab 2023 erfolgt ab 2026 die volle Anwendung.

Der **CBAM-Preis** (Quasi-Zoll) wird dann auf den durchschnittlichen Auktionspreisen im Europäischen Emissionshandel basieren.

DIE ÖKOLOGISCHE TRANSFORMATION IN DER FINANZPOLITIK

IM ZENTRUM:

1. DAS „SONDERVERMÖGEN INFRASTRUKTUR UND KLIMASCHUTZ (SVIK)“

2 DER „KLIMATRANSFORMATIONSFONDS (KTF)“ finanziert aus Einnahmen der CO2-Zertifikate + 100 Mrd. € aus dem SVIK:

2026: **Ausgaben** 33,1 Mrd. € / **Einnahmen** aus EU-ETS-Emissionshandel 4,3 Mrd. € + CO2-Bepreisung 16,7 Mrd. € + Zuweisung aus SVIK 10 Mrd. € (insgesamt über 10 – 12 Jahre 100 Mrd. €) + Einnahmen aus Rücklagen 2,1 Mrd. €. *Siehe Grafik!*

ZUM SONDERVERMÖGEN INFRASTRUKTUR

Gesamtvolumen 500 Mrd. € über 10 Jahre; davon 100 Mrd. € an KTF sowie 100 Mrd. € an die Länder (Hoffnung auf Weitergabe an die Kommunen (Bremen erhält insgesamt nach Königsteiner Schlüssel 1%; ca. 940 Mio. €, dazu bisher vorgelegt zwei Investitionspakete).

Finanziert über Aufnahme öffentlicher Kredite. Änderung der Schuldenbremse durch Sondervermögen (SVIK) mit 500 Mrd. € im GG. Finanzierungsprinzip: Künftig nutznießende Generationen an der Finanzierung per Kapitaldienst beteiligen! („pay-as-you-use“ R. A. Musgrave)

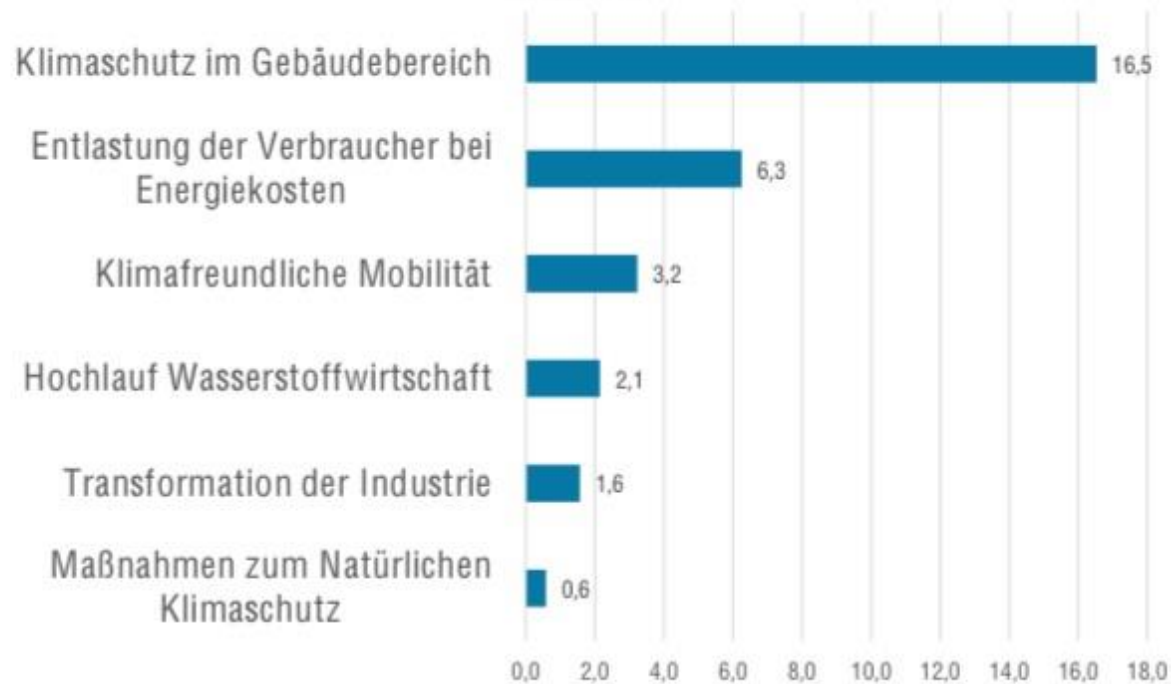
Wichtige Streitpunkte:

1. **Zusätzlichkeit** der öffentlichen Investitionen: keine Verschiebung aus den Kernhaushalten in das SVIK.
Klimaziele verfolgen + Stärkung der nachhaltigen Wirtschaft (Schuldenlasttragfähigkeit).
2. Geplante **Beschleunigung der Genehmigungsverfahren**: Ansprüche an Planungs- und Genehmigungsverfahren reduzieren; Klagerecht von Umweltverbänden einschränken; Beschleunigung des Vergaberechts
Gefahr: Entbürokratisierung führt auch zum Abbau einer ökologisch erforderlichen Regulierung!

Sondervermögen Klima- und Transformationsfonds

wesentliche Programmbereiche

KTF- Schwerpunkte im Wirtschaftsplan 2025
- in Mrd. € -



- Mit dem 2. RegE 2025 wird auch der Wirtschaftsplan für den Klima- und Transformationsfonds (KTF) beschlossen.
- Das Volumen der Programmausgaben liegt bei rd. 36,6 Mrd. €.
- Wesentlicher Schwerpunkt ist der Klimaschutz im Gebäudebereich (rd. 16,5 Mrd. €), gefolgt von der Entlastung der Verbraucher bei Energiekosten (rd. 6,3 Mrd. €).

2026: **Ausgaben** 33,1 Mrd. €

Einnahmen aus EU-ETS-Emissionshandel 4,3 Mrd. € + CO₂-Bepreisung 16,7 Mrd. € + Zuweisung aus SVIK 10 Mrd. € (insgesamt 100 Mrd. €) + Einnahmen aus Rücklage 2,1 Mrd. €.

Blick in die geplanten Ausgaben aus dem Sondervermögen SVIK

Beabsichtigte Ausgaben aus dem Sondervermögen Infrastruktur und Klimaschutz (SVIK)*	2025	2026	2027	2028	2029
	in Mrd. Euro				
Verkehrsinfrastruktur	11,7	21,3	20,2	20,3	19,8
Krankenhausinfrastruktur	1,5	6,0	3,5	3,5	3,5
Energieinfrastruktur	0,9	2,1	2,8	3,2	3,0
Bildungs- und Betreuungsinfrastruktur	0,0	1,2	1,4	1,4	1,5
Forschung und Entwicklung	0,5	1,0	1,5	2,1	3,4
Digitalisierung	4,0	8,5	8,6	8,6	8,5
Wohnungsbau	0,3	0,5	0,7	1,0	1,2
Bundessäule gesamt	18,9	40,5	38,8	40,1	40,8
Zuweisungen an Länder/ Kommunen	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Zuweisung an KTF	10	10	10	10	10
Ausgaben gesamt	37,2	58,9	57,1	58,4	59,2

Im Diskurs - Fortsetzung

Finanzpolitisches Defizit 1: Keine direkten Finanzmittel an die Kommunen für Infrastrukturinvestitionen (vielmehr abhängig vom jeweiligen Bundesland) – dagegen Einbetten ins Programm der Sanierung der Kommunalfinanzen.

Finanzpolitisches Defizit 2: Keine Maßnahmen zum Abbau ökologisch schädlicher Subventionen des Staates;
Gesamtvolumen laut Umweltbundesamt 65 Mrd. €

(Relevante Beispiele: [Dieselprivileg](#) [Dienstwagenprivileg](#) [Pendlerpauschale](#), [Agrardieselbegünstigung](#) [Mehrwertsteuerbefreiung bei internationalen Flügen](#))

Finanzpolitisches Defizit 3: Komplette ausgeblendet Kosten für soziale Folgen der Transformationspolitik:
Sozialer Ausgleich der Folgen der ökologischen Transformation über Einführung eines ***Klimageldes (Klimabonus)***.
Modellrechnungen zeigen: Klimabonus pro Kopf über 100 € bis 300 € (Österreich von 145 bis 290 Euro – je nach Wohnort).

Sondermaßnahme: Staatlicher Rabatt auf Strompreis für energieintensive Unternehmen:

Einführung einer neuen Beihilfe für Deutschland ab 2026 bis 2030 auf der Basis der EU-Regel „Clean Industrial Deal State Aid Framework“

Geplant: Subventioniert eine Hälfte mit 8 Cent pro kWh, andere Hälfte mit 5 Cent (Durchschnitt 6,5 Cent) gegenüber derzeit 14,7 Cent kWh. Die Hälfte des Rabattes für Investitionen in die Transformation nutzen.

2024: EU Strompreis Industrie bei 12,3 Cent; USA im Durchschnitt 7,5 Cent; China 8 Cent (einige Regionen 7,5 Cent).

Hinweise zum Paradigmenwechsel in der Klimapolitik. Kurzfristige Wettbewerbsvorteile statt Aufbau und Sicherung einer nachhaltigen Langfristökonomie

Trump-Doktrin: Aufhebung der wissenschaftlichen Einschätzung zu den Gefahren von Treibhausgasen Rücknahme der „Gefährdungsfeststellung“ (endangerment finding) – CO₂ „nicht gesundheitsschädlich“ für Umweltschutzbehörde EPA (**Environmental Protection Agency**, unter Obama 2009).

Originalton Trump: „Größte Deregulierungsmaßnahme in der Geschichte der Vereinigten Staaten“.

Ausstieg der USA aus einer weltweiten Regelbindung im Kampf gegen die Klimakrise.

ANTWORT: WELTWEIT REGULIERTE POLITIK GEGEN ERDERWÄRMUNG VERSTÄRKEN, ABER AN DEN USA VORBEI!

EU: Weicht Klimaregeln auf!

- * Revision Klimaziel (November 2025): Ab 2040 Zwischenziel noch 90%; aber Anrechnung bis zu 5 Prozentpunkten von im Ausland gekauften Emissionszertifikaten; **EU-Eigenziel nur noch 85%!**
- * Geplantes Ende der Vergabe von Gratiszertifikaten für bisher 2024 wird verschoben (vor allem Chemische Industrie). Aus für Gratiszertifikate, erst wenn Grenzausgleichsabgabe (CBAM) komplett funktioniert (Katharine Reiche).
- * Versteigerung soll nach derzeitiger Planung 2039 enden, weil CO₂-Ausstoß dann Null'. Vorschlag: Verschiebung nach hinten.
- * EU-Ziel Aus für Verbrennungsmotoren 2035 aufgeweicht. Nur noch 90%-Aus; Kompensation über klimaneutrale Kraftstoffe (Biogas, Biokraftstoffe, E-Fuels (synthetische Kraftstoffe: aus Biomasse; CO₂ abgespalten und gelagert; (CCS = Carbon Capture and Storage)

Radikalvorschlag: EVONIK-Chef Christian Kullmann: Weg mit dem Emissionshandel (zumindest für die Chemie)

ANTWORT: VERZICHT AUF DIE BREMSMAßNAHMEN, UM AUCH DEN DRUCK IN RICHTUNG ÖKOLOGISCHE TRANSFORMATION ZU ERHÖHEN.

TRENDWENDE IN DER KLIMAPOLITIK DER BUNDESREGIERUNG

0. Schimmert durch: Leugnung der Klimakrise; CO2 ist nicht gesundheitsschädlich; nicht anthropogen erzeugt!

1. Kosten einer wirksamen ökologischen Transformation zu hoch (Belastung Wirtschaft und Gesellschaft)

Kostenvergleich: Die Kosten der disruptiven Entwicklung der Klimakrise sind nicht mehr beherrschbar:

Naturkatastrophen (Dürre, Hitze, Flächenbrände, Stürme, Überschwemmungen); wirken wie eine **Enteignung** durch Zerstörung.

Dagegen die Kosten der ökologischen Transformation anfangs groß, sinken aber. Am Ende ist gegenüber der fossilen die ökologische Wirtschaftsweise bei Ausschöpfung regenerativer Energien und Ressourcen preiswerter (erneuerbare Energie zum Nulltarif).

2. Aufschub der Transformation wegen der aktuellen Mehrfachkrise: Die Belastungen der Wirtschaft (Unternehmen und private Haushalte) hoch (etwa Energiepreise) sowie Engpässe Ressourcen / seltene Erden). Ökologischer Umbau zahlt sich aus; aber mit staatlicher Kofinanzierung und Überbrückungshilfen für Unternehmen,

3. Verlust der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft: Preise steigen durch ökologischen Umbau (Beispiel: GreenSteel), sinken allerdings im Zuge des Ausstieges aus fossiler Wirtschaftsweise.

* **Einerseits** Schutz gegenüber klimaschädlichen Importen (fossile Belastung): Grenzausgleichsabgabe

Beispiel **CO2-Grenzausgleichsabgabe** (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM). Auf Importe werden CO2-Zertifikate- vergleichbar der inländischen Produktion - erhoben.

* **Andererseits** nachhaltige Produkte, Produktionsanlagen (technologisch überlegen) als Basis der wachsenden Exportwirtschaft („Exportschlager“). Beispiel: Wasserstoff mit Elektrolyseanlagen, Direktreduktionsanlagen; siehe Beispiel beim Wasserstoff: Nucera-Projekt von Thyssen-Krupp in Schweden.

4. Soziale Belastung durch Überwälzung der Transformationskosten hoch: Über Preissteigerungen durch ökologischen Umbau Einkommensschwache relative stark belastet. Daher dringend erforderlich:

Klimageld! (Beispiel: auf Mieten überwälzte Kosten belasten Einkommensschwache relativ stark.

Klimageld ist Basis der sozialen, demokratischen Akzeptanz!

5. Mangelnde technologische Optionalität (Technologieoffenheit): Optionalität nicht auf technologischen Alternativen unter dem Kriterium ökologische Nachhaltigkeit konzentriert. /// **Kritik:** Offenhalten von Technologien im Prinzip auch für fossilen Ressourceneinsatz.

Schleichender Paradigmenwechsel der Klimapolitik: Bundeswirtschaftsministerin mit Gesetzesvorschlägen auf der Bremse

Die neuen Rechtfertigungen: zu teuer, zu ineffektiv, belastet die Renditen, internationale Konkurrenz
ausgeblendet: Kosten der voranschreitenden Klimakrise
Bremst sozial-ökologische Transformation („schöpferische Zerstörung“)?

- * **Einfluss auf die EU** zur Verlangsamung einer konsequenten Umweltpolitik (siehe Folie zu Katalog bei EU).
- * Massive Entschärfung des ökologischen Umbaus des **Heizungssystems** (siehe gesonderte Folie).
- * Mangelnde **Mobilitätswende** (Verbrenner-Aus, E-Mobilität, Ausbau der Infrastruktur, Batteriebau).
- * **Solarausbau** gerät nach dem geplanten Gesetz ins Stocken: In kapazitätslimitierten Netzgebieten bei notwendiger Drosselung wegen Stromüberschuss nur Netzanschluss für neue Solaranlagen, wenn 10 Jahre Verzicht auf künftige Entschädigung. Diskutiert wird, Einspeisungsentgelte zu reduzieren bzw. auf Null zu setzen.
- * Sorge um Ausbaustopp der **Offshore-Energie**: Brandbrief Bovenschulte/Lies an K. Reiche: Ausbau Windparks Nordsee - kein Stopp wegen teurem Netzausbau mit geschätzt über 40 Mrd. € + mögliche Strafzahlungen, wenn Investoren Projektrealisierung verzögern.
- * Kernnetze für *Wasserstoffnetze* nicht forciert (bisher Ziel 2032: 9 040 km; derzeit ca. 525 km).
- * **Staatliche Kofinanzierung** nach dem Europäischen Programm: „Important Projects of Common European Interest“ (IPCI) offen (Salzgitter Stahl hat zu 1 Mrd. € im Februar 26 noch 322 Mio. € zusätzlich erhalten ^{E...35}
(70% Bund/30% Länder))

Zukunft der Heizungsanlagen in Häusern: Nach dem Bruch der Ampelkoalition der ökologisch faule Kompromiss

1. „Heizungshammer“ weg: ab 2026 nur noch Heizanlagen mit mindestens 65% erneuerbarer Energie (damit „Zwang“ zur Wärmepumpe)
2. Bundesregierung legt **„Gebäudemodernisierungsgesetz (GEG)“** vor:
 - * im Prinzip alle Brennstoffe für Heizung zulässig („technologieoffen“) : Gas, Öl, Dieseleratz, Biomethan (Biomasse u.a. aus Stroh, Raps, Gülle), synthetische Kraftstoffe (grünes Heizöl auf pflanzlicher Basis + Wasserstoff).
 - * Einsatz „grüner“ Brennstoffe: Beimischung beim Erdgas und Öl auf der Basis erneuerbarer Energien (Biomethan: grünes Gas) / bei Öl klimafreundliche Substitute: 2029 10%; bis 2040 Erhöhung in drei noch offenen Stufen).

Die Folgen:

1. Im Prinzip bleibt es beim Heizen bei der **fossilen Abhängigkeit**. Emissionsziele ausgebremst (Synthetische Brennstoffe um Faktor 6 weniger effizient als Wärmeerzeugung aus Wärmepumpen.)
2. **Technologieoffenheit** heißt, auch Technologien, die nicht dem Erreichen des Klimaziels dienen, zulässig. Verletzung des bisherigen Klimaziels vorprogrammiert + Kein Anreiz für CO₂-arme Technologien
3. **Mengen** Priorisierung von knappem Wasserstoff, nicht für grünes Gas verfügbar.
4. **Kosten des ökologischen Umbaus** bleiben bei Vermieter/ Mieter. Beispiel Biogas laut Verifox : Einfamilienhaus mit 20 000 kWh im Jahr durch 10% Biogasanteil jährliche Mehrkosten 492 €.
5. Im Prinzip höhere Preise für Öl und Gas durch steigende **CO₂- Abgabe** (Ausnahmen vorgesehen).

Fazit: das Ziel der Klimaneutralität wird auch innerhalb der bisher vorgesehenen Stufen nicht mehr erreicht.

Folge der ökologisch undifferenzierten Technologieoffenheit sind steigende Umweltschäden und damit –kosten!

Das Beispiel Stahl: vom grauen zum grünen Stahl

Schöpferische Zerstörung“ bei der Stahlproduktion vom CO₂-intensiven Hochofen zur Direktreduktionsanlage auf Wasserstoffbasis

Stahl der Werkstoff der Zukunft, Basis für industrielle Wertschöpfung, komplett recyclebar , innovationsfähig!

- * Der **Hochofen** übernimmt die Reduktion des Eisenerzes Fe_2O_3 . Durch den Einsatz von Kohlenstoff C wird das Eisen frei und geschmolzen – der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kohlenstoff → es entsteht CO und CO₂/
- * Im **Konverter** wird das Eisen gefrischt (Sauerstoff wird eingebracht, um den restlichen Kohlenstoff zu reduzieren). Da bei diesem „Frischen“ viel Wärme entsteht, muss vorher Schrott eingebracht werden – Kühltischrott.
- * In die **Sekundärmetallurgie** wird flüssiger Stahl weiterverarbeitet–Aufbereitung und Legierung gemäß den Erwartungen der Kunden

2. Ziel der Transformation: Statt Hochofen – Direktreduktionsanlage (ca. 140 m hoch).

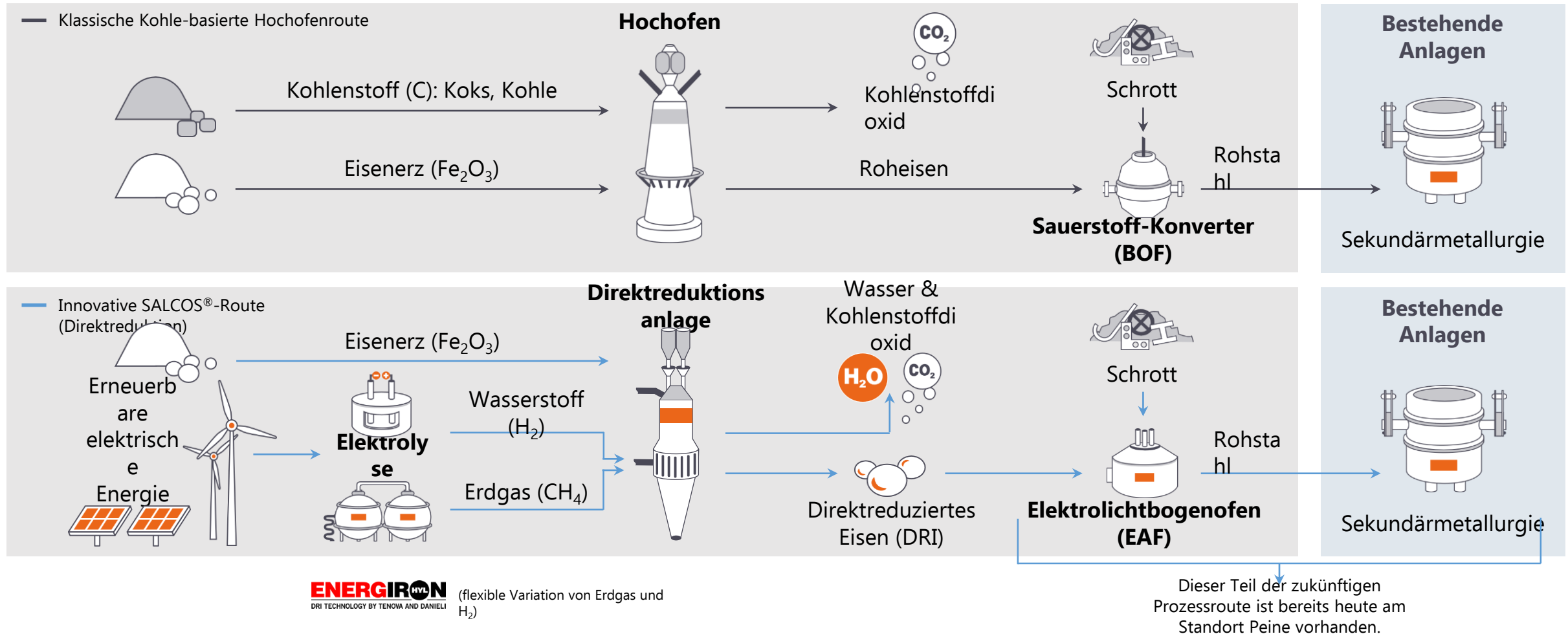
Mit **Wasserstoff** durchströmt entsteht durch die „Direct Reduced Iron“-Anlage Eisenschwamm als Zwischenprodukt. Durch die Verbindung des **Wasserstoffs** mit Sauerstoff fällt H₂O – Wasser – anstelle CO₂ an. Die Pellets werden in der DRI-Anlage „nur“ bei ca. 1000 Grad reduziert – somit unterhalb der Schmelztemperatur im Hochofen. Die Reduktion des Eisenerzes ergibt ein „teigiges“, schwammartig-poriges Produkt (Eisengehalt 92–95 %). Eisenschwamm ist keine durch einen Schmelzprozess entstandene Legierung, also kein flüssiges Roheisen (das im Konverter zu Stahl transformiert werden kann). Als Zwischenprodukt wird es im Elektrolichtbogen zu Roheisen eingeschmolzen.

Wichtig für die relevante Übergangsphase ohne Wasserstoff: Einsatz von Erdgas!

Solange klimaneutraler Wasserstoff längerfristig nicht ausreichend vorhanden ist, kann Erdgas in die Direktreduktion eingesetzt werden. Da Methan als Hauptbestandteil des Erdgases ein wasserstoffreiches Gas ist, werden bereits bis zu zwei Drittel der CO₂-Emissionen gegenüber dem Kohleeinsatz eingespart.

TECHNISCHE UMSETZUNG

Vergleich der konventionellen und der zukünftigen Produktionstechnologie



Stahlabstechen entfällt:

Beim Abstich wird das Stichloch mit einem Meißel aufgestoßen. Roheisen und Schlacke laufen durch eine Rinne und werden voneinander getrennt. Nach dem Abstich wird das Stichloch wieder mit einer feuerfesten Masse verschlossen.

Abstechen des flüssigen Roheisens



Blick in den Hochofen C (Salzgitter AG)



Ein Beispiel: Flachtstahl SZ Aghdas Baufeld Ende 2023 nachdem bereits alle alten Gebäude abgebrochen sind und die Schlackenwirtschaft verlegt wurde.



Direktreduktion-Turm (140 m)



15.09.2025

Das Baufeld September 2025: Veränderung durch den Aufbau der GreenSteel-Anlagen
Direktreduktion-Turm (140 m)



Blick auf ArcelorMittal Bremen: Entscheidungen im Weltkonzern

Beitrag zum CO2 Ausstoß des Landes Bremen: ca. 50 % (von 4,2 Mio. CO2 2018); Statistisches Landesamt Bremen)

Hochofenroute erzeugt allein 2,6 Mio.t CO2

Ziel: Transformation in Richtung „GreenSteel“

Vorschläge der Enquetekommission des Landes Bremen: Ersatz Hochofen 3 durch DRI-EAF-Anlage ab 2026 / Hochofen 2 durch Erweiterung der DRI-EAF-Route spätestens im Jahre 2032 / Infrastruktur zur zügigen Erhöhung des Wasserstoffanteils bei DRI-Anlage, verstärkte Stromnetzanbindung.

Bau eines 12-MW- Elektrolyseur zur Erzeugung von Wasserstoff: Projekt HyBit in Kooperation mit swb mit EWE: gestoppt!

Finanzierungsmittel:

Bund genehmigt 1,3 Mrd. € für Bremen/Eisenhüttenstadt. Land Bremen stellt ca. 250 Mio. € zur Verfügung (auf einem Treuhandkonto geparkt, das aufgelöst werden wird).

EU-Zustimmung nach „Important Projects of Common European Interest“, ICPE

Ziel erfüllen / 1 EAF in Bremen / 2 EAF in Eisenhüttenstadt

ArcelorMittal-Konzern stoppt Transformationspläne im Rahmen der Gesamtkonzernstrategie

* Gesetz wird auf Fortsetzung der bisherigen Produktionslinie / Durch CO2-Ausstoß steigen die Kosten für die Emissionszertifikate, da die Preise nach oben gehen.

*** Green Steel mit Abschied vom integrierten Stahlwerk:**

Kompromiss 1: Zulieferung von Eisenschwamm und Bau eines Elektrolichtbogenofen (EAF)

Kompromiss 2: Zulieferung von grünen Roheisenprodukten (Brammen) zur Weiterverarbeitung (etwa Verzinkung)

Ziel: Zur GreenSteel-Option anschlussfähig bleiben: Bau des Elektrolichtbogenofens dringlich!



Ausblick: Pfad der ökologischen Transformation mit absehbaren Schritten beibehalten

Ziel: neues Geschäftsmodell für nachhaltigen Wohlstand in der Verantwortung künftiger Generationen

1. An den positiven Erfahrungen anknüpfen und weiterentwickeln.
2. Technologieoffen für zielkompatible, also nicht für fossile Technologien: Neue Basis der Exportorientierung.
3. Finanzierbarkeit der Transformation verhindert Opportunitätskosten unterlassenden Handelns.
4. Öffentliche Investitionsoffensive mit Möglichkeit der Kreditfinanzierung („goldene Regel“).
5. Zielgerichtete, funktional begründete Kooperation von Markt und Staat auf der Basis einer starken betrieblichen Mitbestimmung,
6. Beschäftigung im Transformationsprozess (Qualifizierung) sichern.
7. Soziale Absicherung und damit auch Akzeptanz durch Klimageld.

Erinnerung an den Auftrag des Bundesverfassungsgericht: Verhindert werden muss der Verlust der Freiheitsrechte künftiger Generationen durch die ansonsten entfesselten Gewalten der Katastrophen infolge der Klimakrise (durch Dürren, Unwetter, Hitze, Überschwemmungen, Waldbrände und Kippeffekte wie Abschmelzen des Grönländischen Eisschildes; Auftauen des Permafrostes; Veränderung der „El Nino-Southern Oscillation“).

BVerfG: „Danach darf nicht einer Generation zugestanden werden, unter vergleichsweise milder Reduktionslast große Teile des CO₂-Budgets zu verbrauchen, wenn damit zugleich den nachfolgenden Generationen eine radikale Reduktionslast überlassen und deren Leben umfassenden Freiheitseinbußen ausgesetzt würde.“