



Wirtschaftlichkeit einer klimaneutralen Zukunft

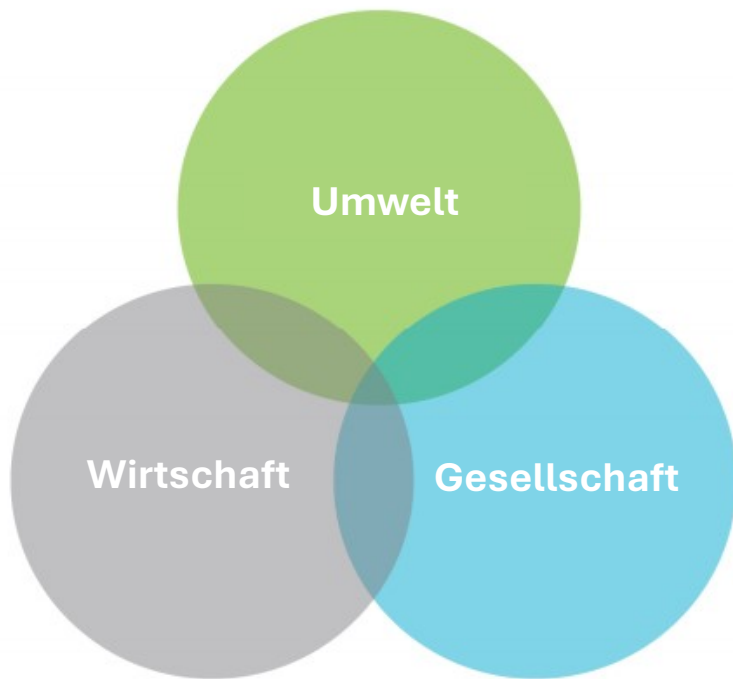
WKO Steiermark – Nachhaltigkeitstag 2026

24. Juni, 2026 - Graz

Univ.Prof. Dipl.Ing. Karl Rose

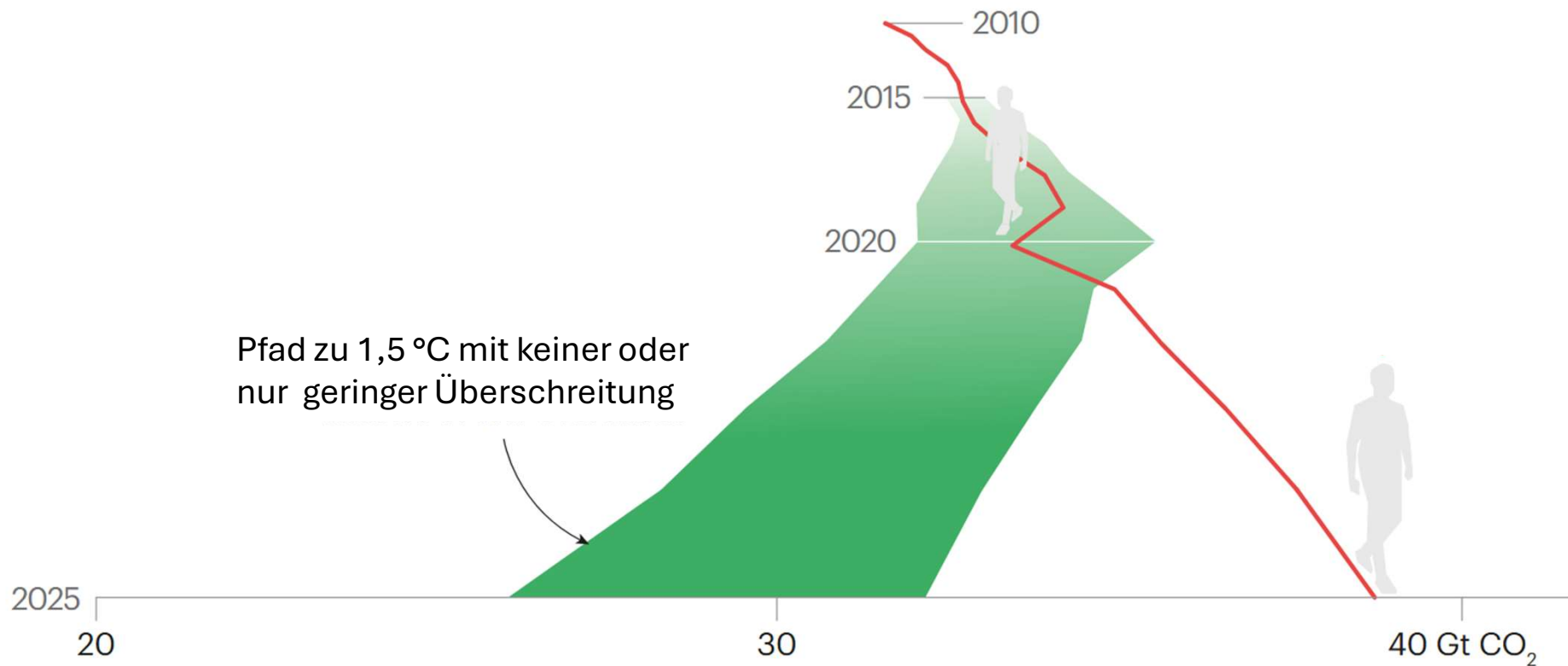


Dimensionen der Nachhaltigkeit – eine historische Perspektive



- 1972 Der Begriff „Nachhaltigkeit“ taucht erstmals in dem Artikel „A Blueprint for Survival“ der Zeitschrift „The Ecologist“ auf
- 1972 Stockholmer Konferenz der Vereinten Nationen
- 1994 Der Begriff „Triple Bottom Line“ wird geprägt
- 1997 Kyoto Protokoll beschlossen
- 2000 Earth Charter verbreitert den Begriff
- 2005 Weltgipfel für soziale Entwicklung ergibt die drei Säulen oder Dimensionen der Nachhaltigkeit
- 2015 COP-21 und Übereinkommen von Paris
- 2019 Am 11.Dezember beschließt EU den „Green Deal“
- 2026 Annahme EU Gesetz Kreislaufwirtschaft

Trotz aller Fortschritte in den letzten Jahren, hat die Welt den sicheren Pfad zum 1,5°C Ziel verlassen



Quelle: IEA World Energy Outlook 2025

Was hat zu dieser Entwicklung beigetragen?

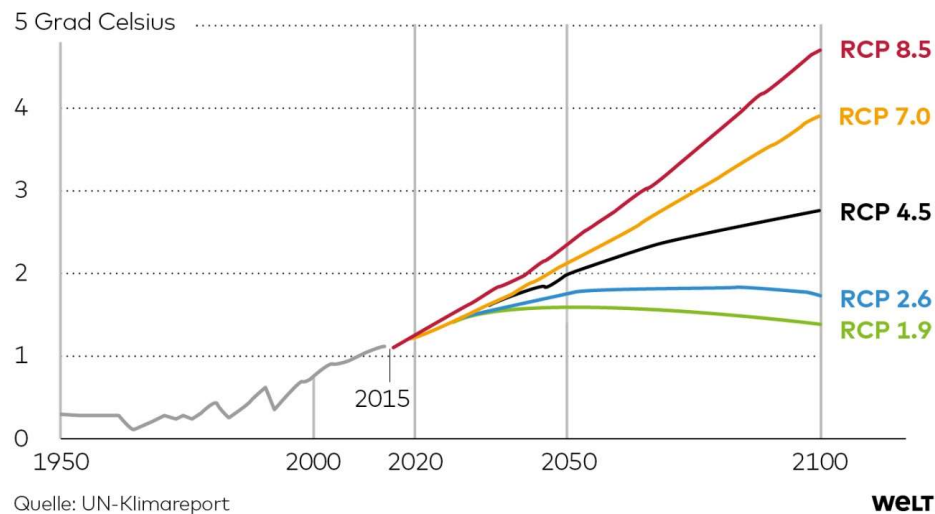
Die Hauptgründe für dieses Verfehlen lassen sich in politische, wirtschaftliche und strukturelle Faktoren unterteilen

- **Struktureller "Lock-in":** Unsere globale Wirtschaft und Infrastruktur (Verkehr, Energieversorgung, Städtebau) sind historisch tief auf fossile Brennstoffe ausgelegt. Der Umbau dieser riesigen Systeme erfordert viel Zeit und immense Investitionen.
- **Wachsende globale Nachfrage:** Trotz des Ausbaus erneuerbarer Energien steigt der weltweite Energiebedarf parallel weiter an, sodass fossile Energieträger oft nicht ersetzt, sondern nur ergänzt wurden.
- **Fehlender politischer Wille:** Viele Regierungen scheuen die ökonomischen und sozialen Konflikte, die mit einem radikalen und sofortigen Ausstieg aus fossilen Energien einhergehen.
- **Herausforderungen der internationalen Zusammenarbeit:** Klimapolitik ist an das Einstimmigkeitsprinzip bei UN-Konferenzen gebunden. Die Lastenverteilung zwischen Industriestaaten und Schwellen- sowie Entwicklungsländern führt zu andauernden Verhandlungskonflikten.
- **Wirtschaftliche Interessen:** Teils aus Notwendigkeit und Mangel an wirtschaftlich gangbaren Alternativen, teils aus Kostengründen und Profitstreben, wurde und wird noch immer in fossile Energien investiert.
- **Anhaltend hohe Emissionen:** Der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen ist nicht wie nötig drastisch gesunken, sondern blieb auf hohem Niveau. Der globale Energiehunger wird weiterhin maßgeblich durch fossile Energieträger (Kohle, Öl, Gas) gedeckt.

Wobei Klimaforscher das dramatischste Szenario abgeschafft haben – die Situation bleibt aber ernst und Handlungsbedarf ist deutlich

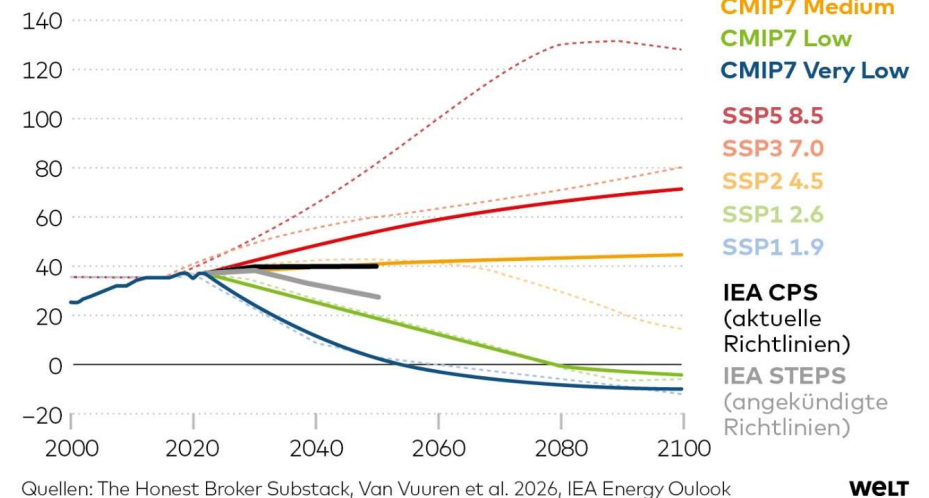
Globale Erderwärmung

Diese RCP-Szenarien zeigen die Entwicklung der CO₂-Menge und die Folgen



CO₂-Emissionsszenarien durch fossile Brennstoffe

in Milliarden Tonnen pro Jahr



In Österreich steigen die Temperaturen deutlich schneller als im globalen Durchschnitt und erfordern entschlossenes Handeln

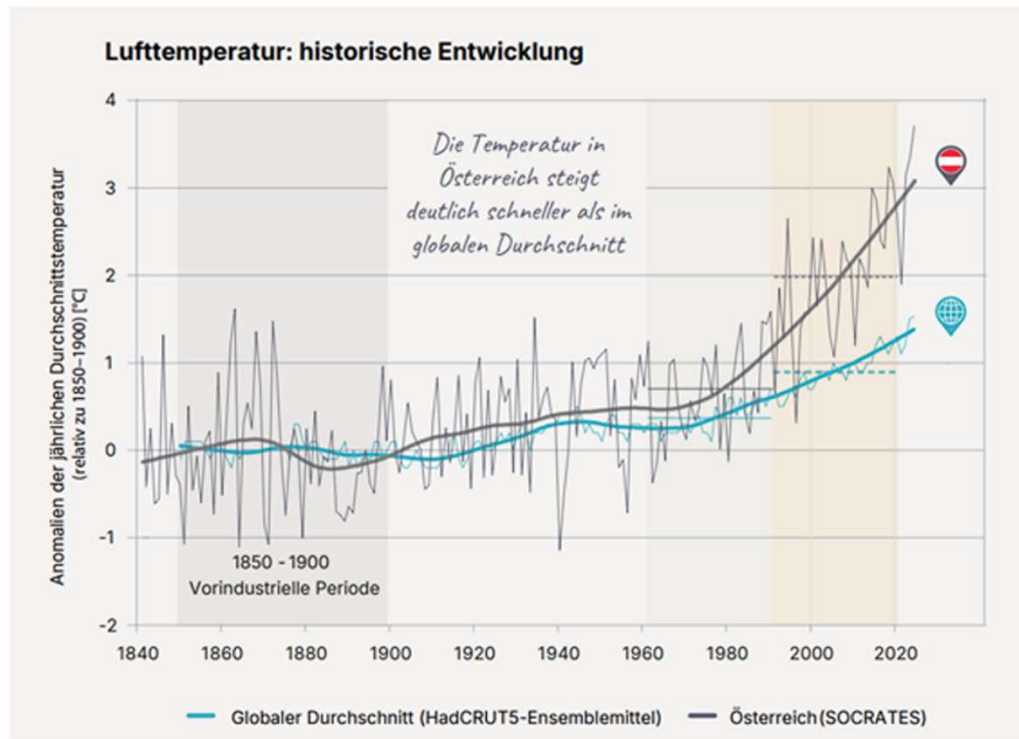
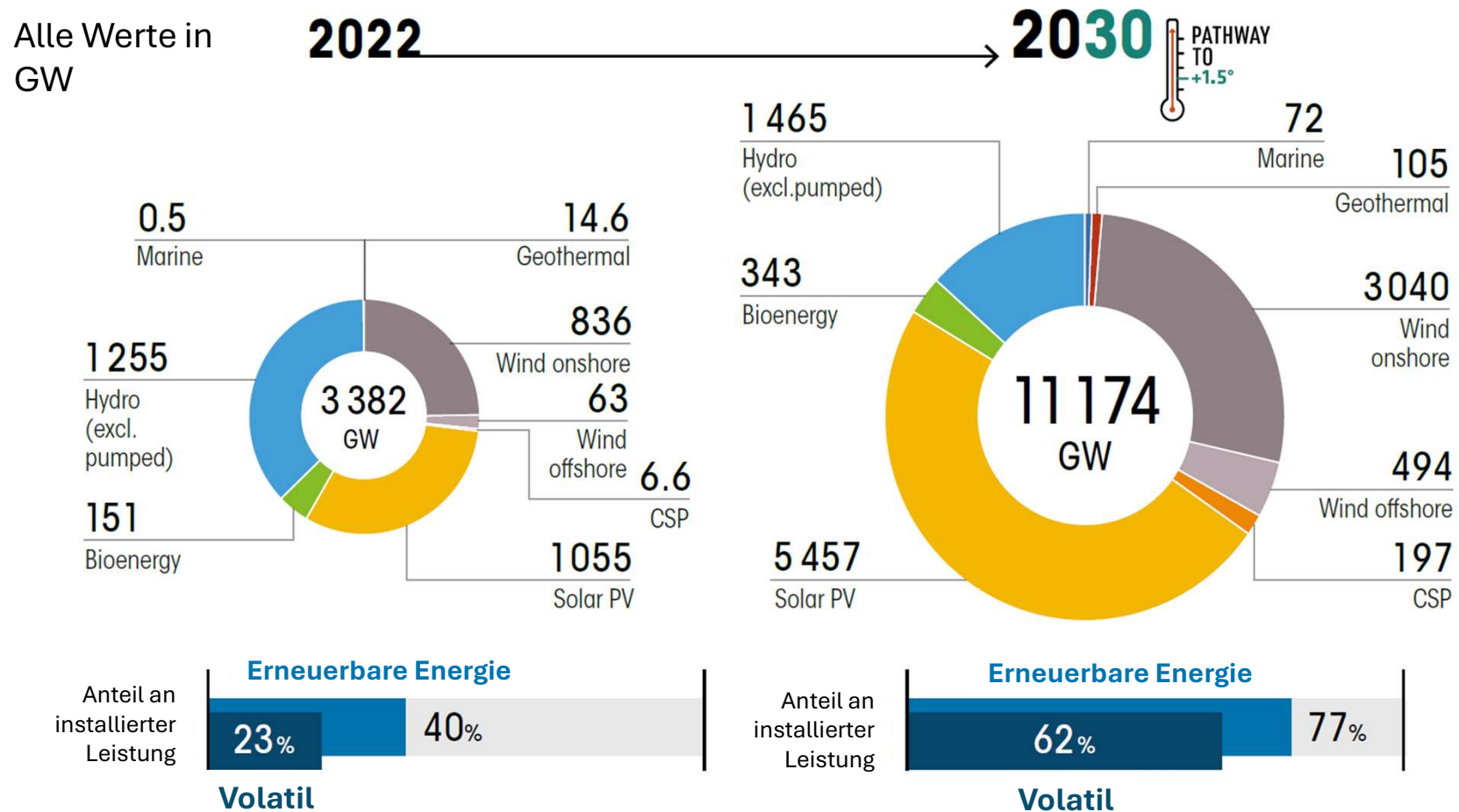


Abbildung SPM.2 | Anomalien der mittleren jährlichen Lufttemperatur vom vorindustriellen Niveau. Zeitreihen der Anomalien der jährlichen mittleren Lufttemperatur vom vorindustriellen Mittel für den globalen Mittelwert (Morice et al., 2021) und Österreich (Auer et al., 2007; Chimani et al., 2024) für den Zeitraum 1841–2024. Dicke Linien sind mit einem 42-jährigen LOESS-Filter geglättet. Horizontale Linien zeigen die Mittelwerte der 30-jährigen Klimanormalperioden (1961–1990, durchgezogen; 1991–2020, gestrichelt). Dünne Linien zeigen die einzelnen Jahreswerte. Hinweis: Die globalen Datensätze beginnen erst ab 1850.

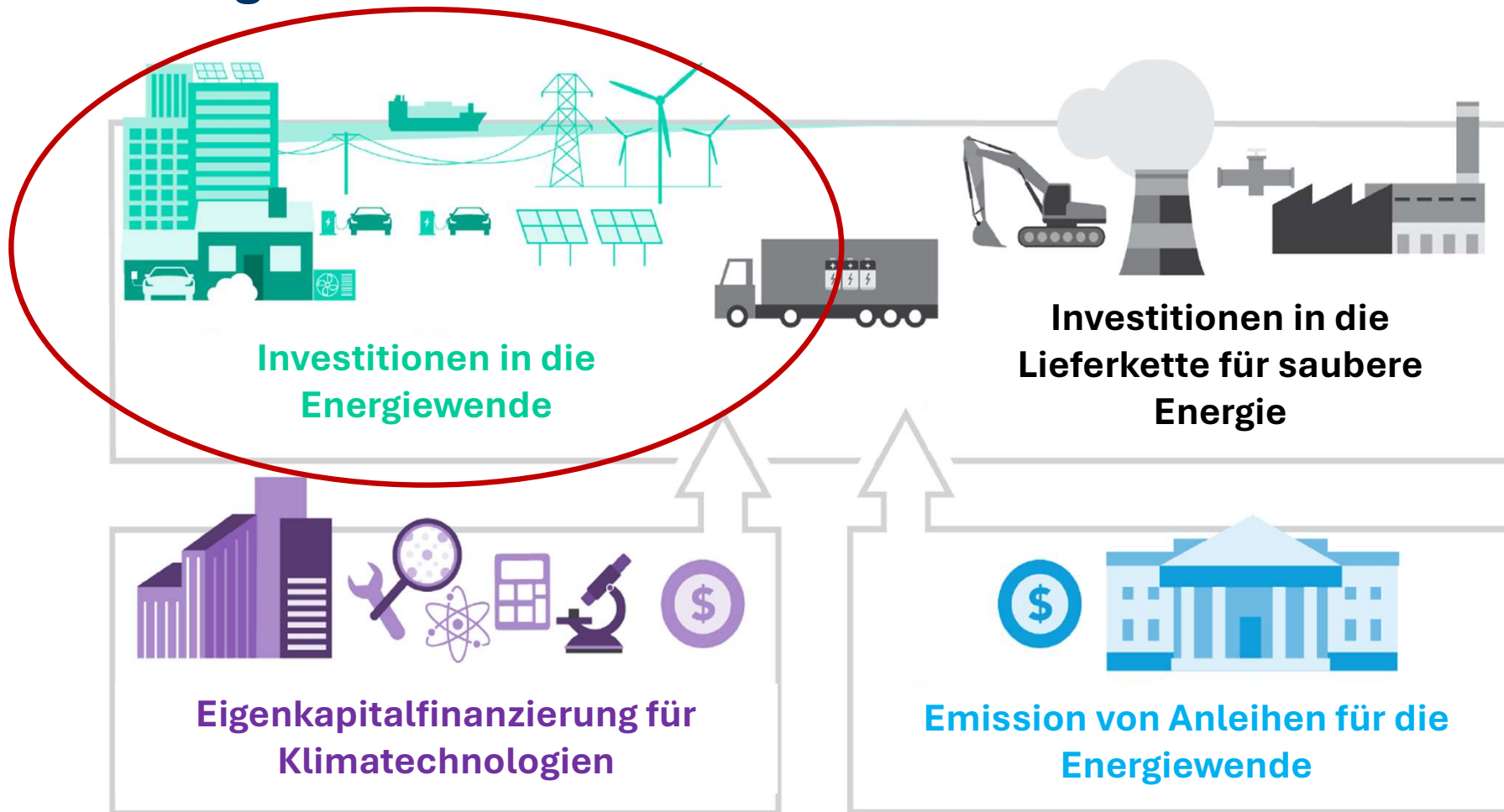


Eine Verdreifachung der Kapazitäten in Erneuerbarer Energie wurde global bereits in 2023 beschlossen



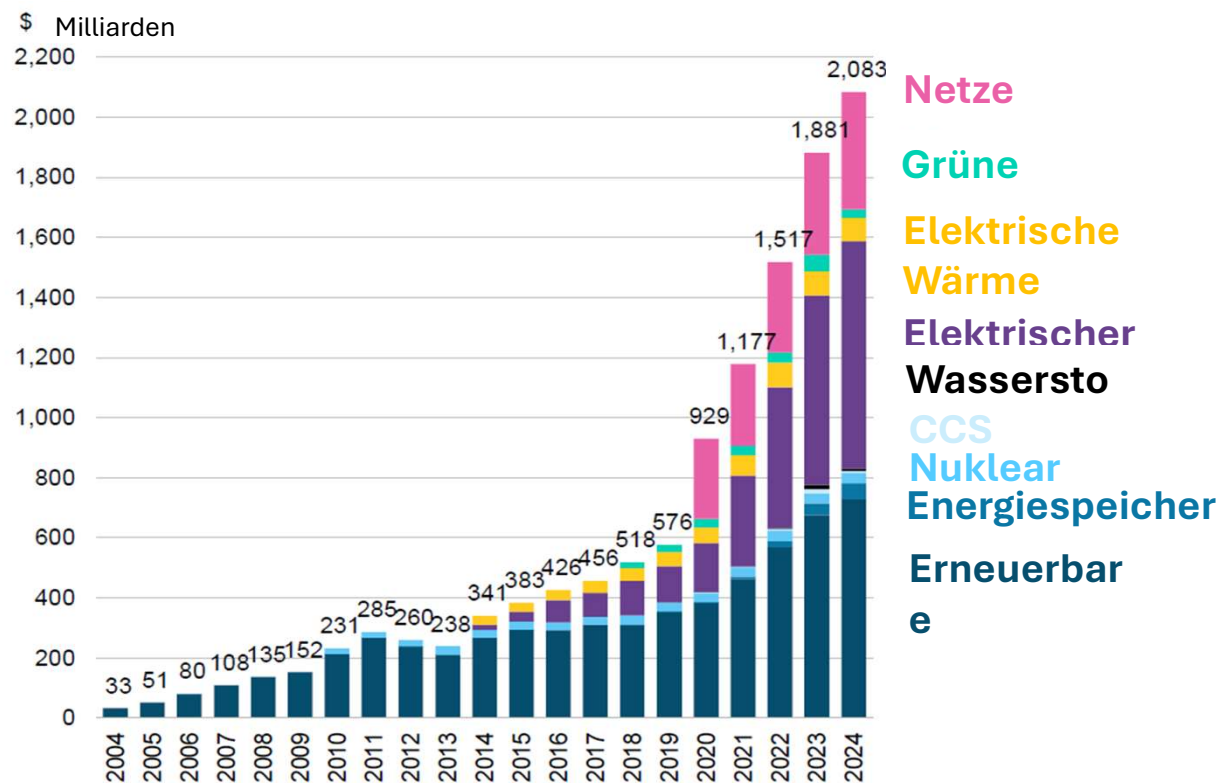
Quelle: COP28 Präsidium, IRENA, Global Renewables Alliance (GRA), 2023

Um diese Ziele zu erreichen, muss noch sehr viel (mehr) Kapital in die Energiewende investiert werden



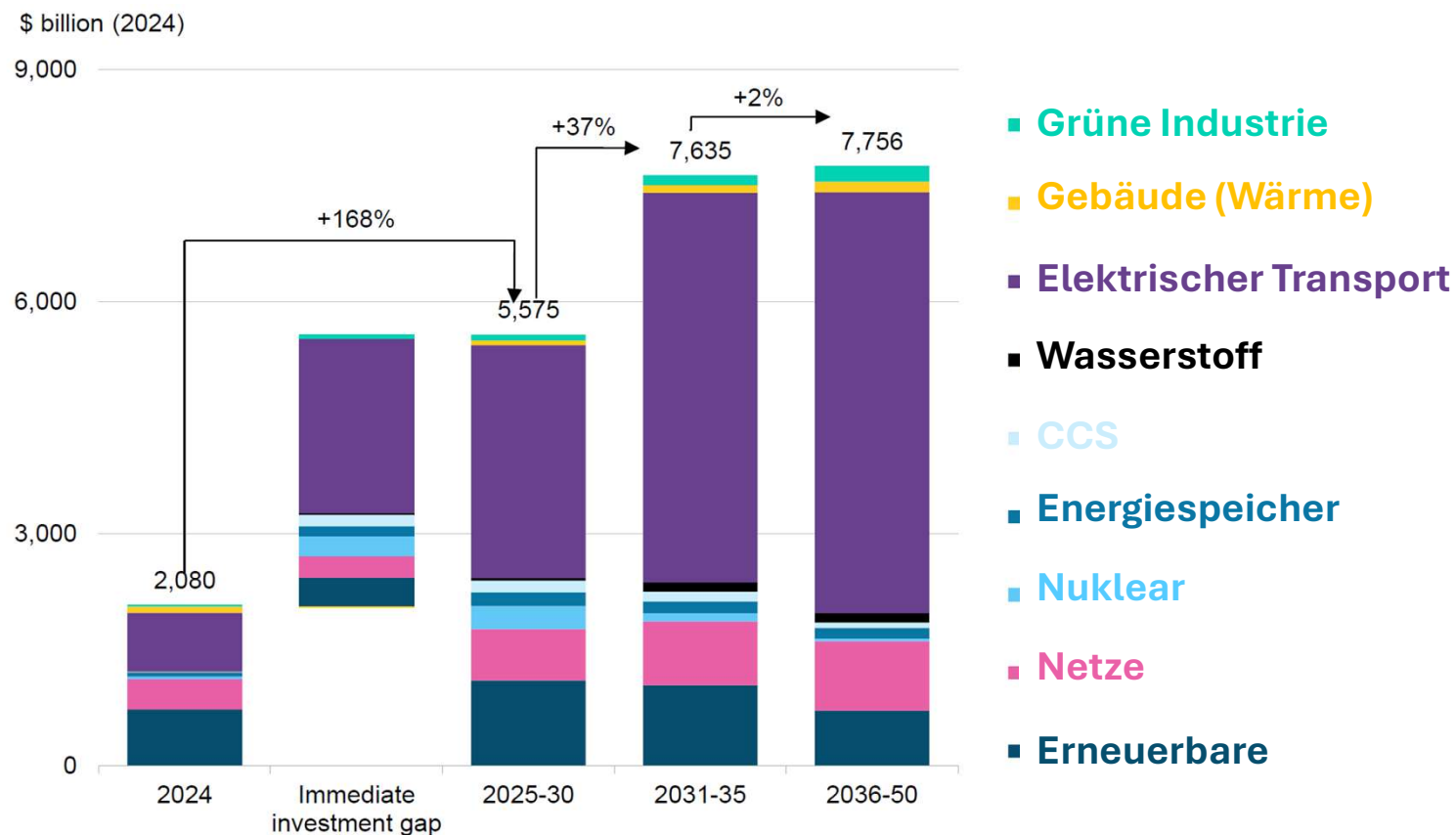
Quelle: BloombergNEF, Energy Transition Investment Trends 2025

Die globalen Investitionen in die verschiedenen Bereiche einer nachhaltigen Energieversorgung überschritten 2024 erstmals die Marke von 2 Billionen US-Dollar



Source: BloombergNEF, Energy Transition Investment Trends 2025

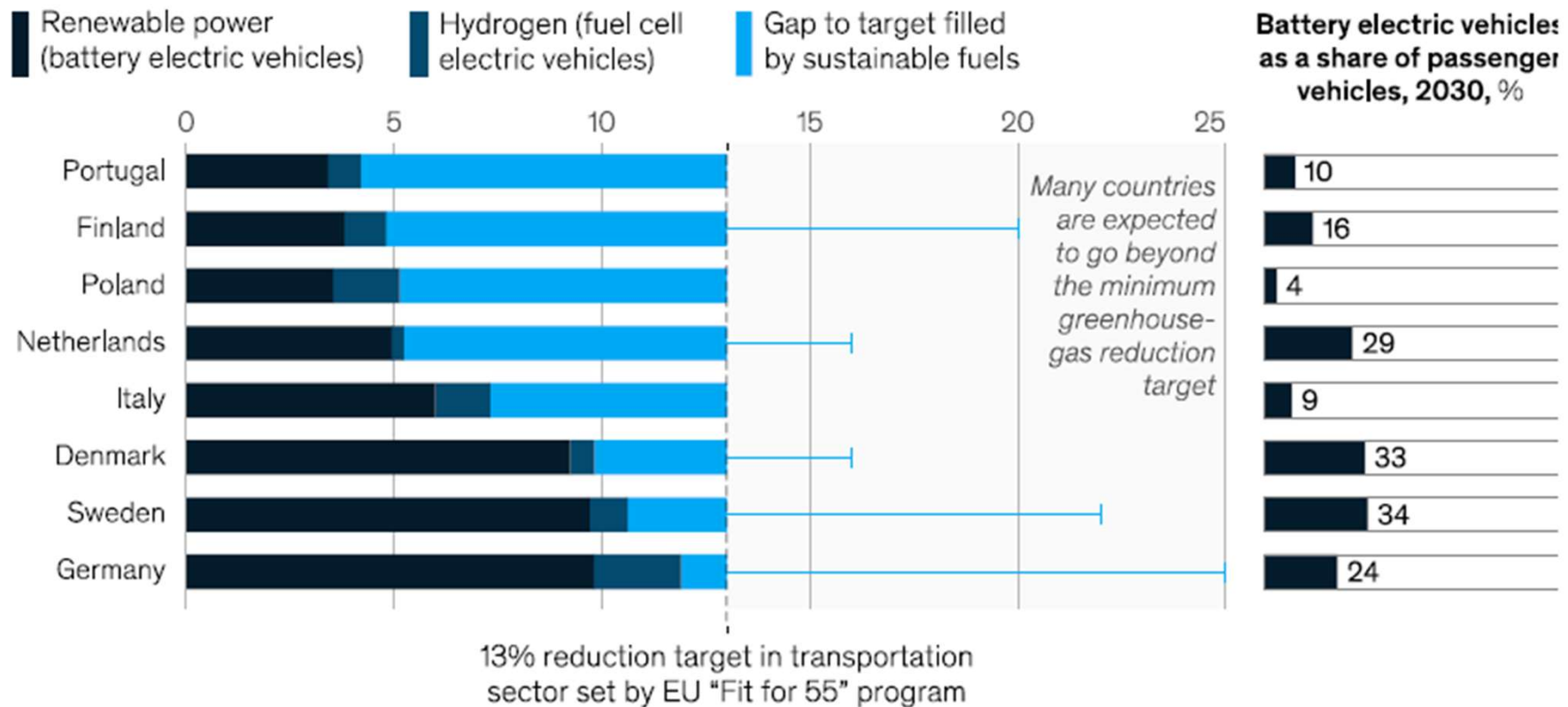
Auffallend sind die Dimensionen der nötigen Investitionen in den elektrifizierten Transport im Vergleich zu anderen Bereichen



Source: BloombergNEF, Energy Transition Investment Trends 2025

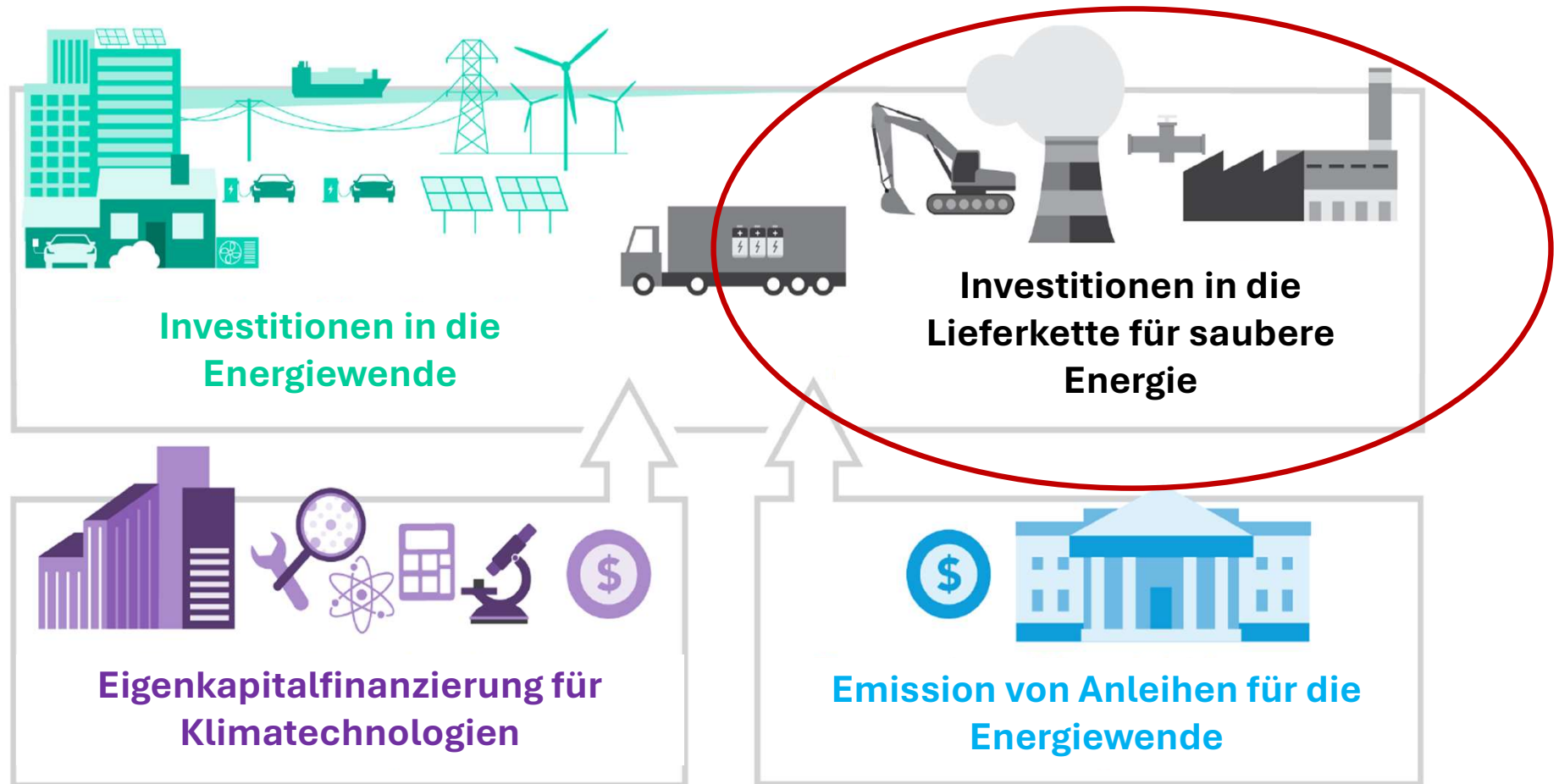
Die „Fit for 55“ Dekarbonisierungsziele im Transportsektor benötigen auch Investitionen in nachhaltige Treibstoffe

Contribution to transport greenhouse-gas intensity reduction in 2030,¹ percentage points



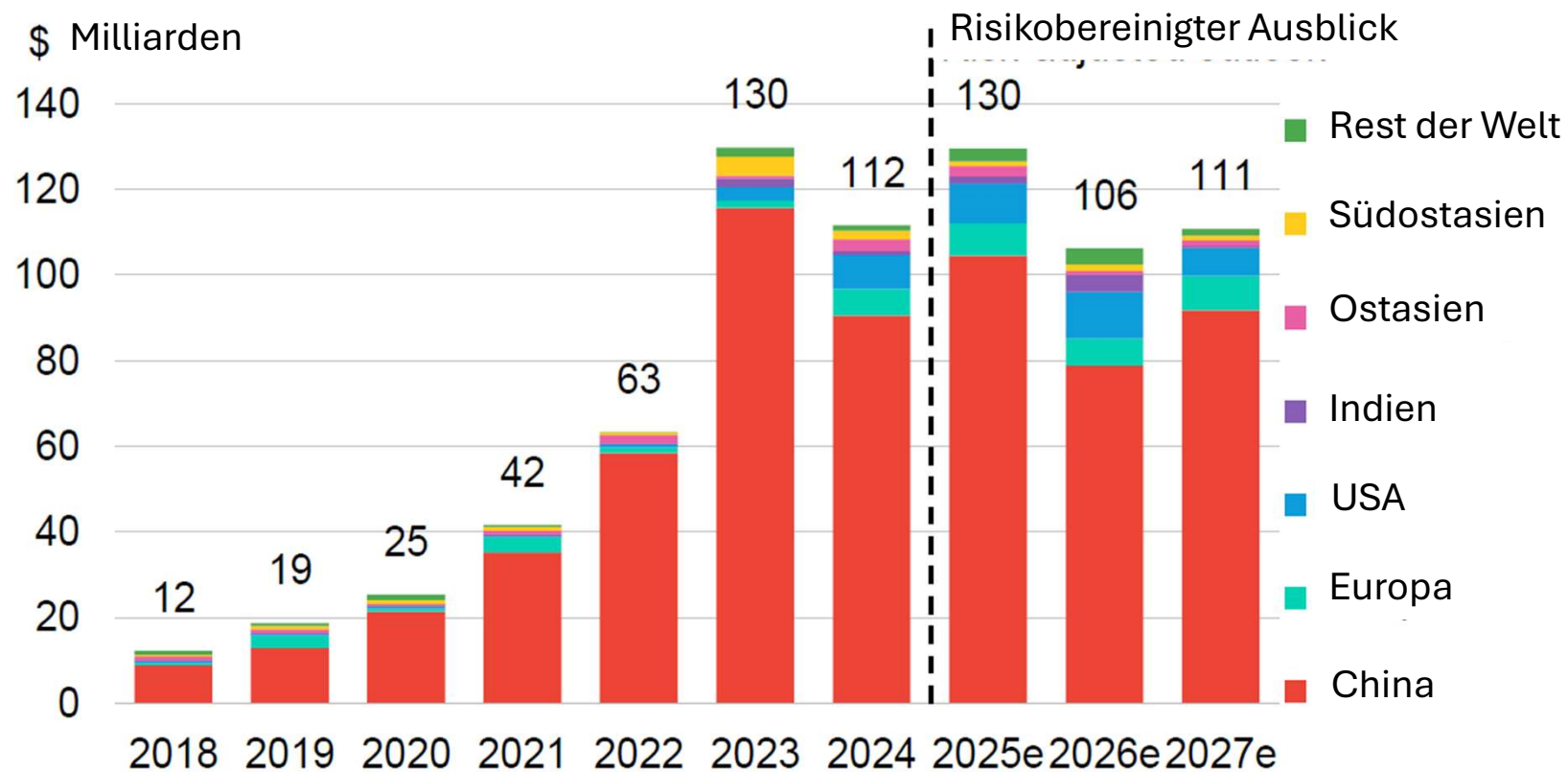
Quelle: McKinsey Energy Insights Global Energy Perspective 2022

Ebenso essentiell für die Nachhaltigkeit sind Investitionen in die Lieferkette für saubere Energien



Quelle: BloombergNEF, Energy Transition Investment Trends 2025

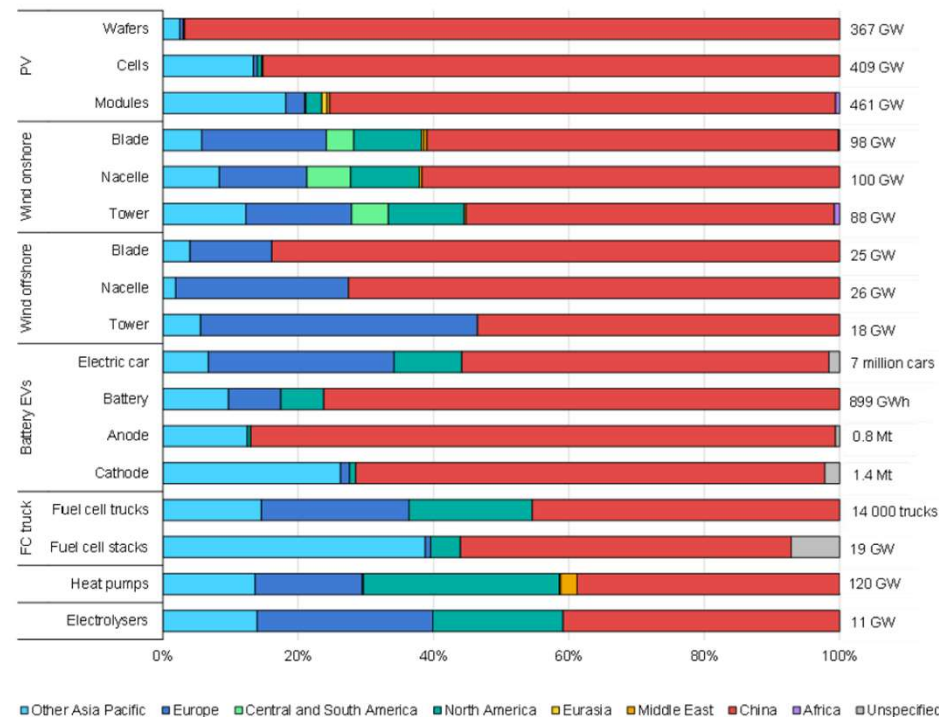
Investitionen in die Lieferkette finden hauptsächlich in China statt



Quelle: BloombergNEF, Energy Transition Investment Trends 2025

Warum eigentlich?

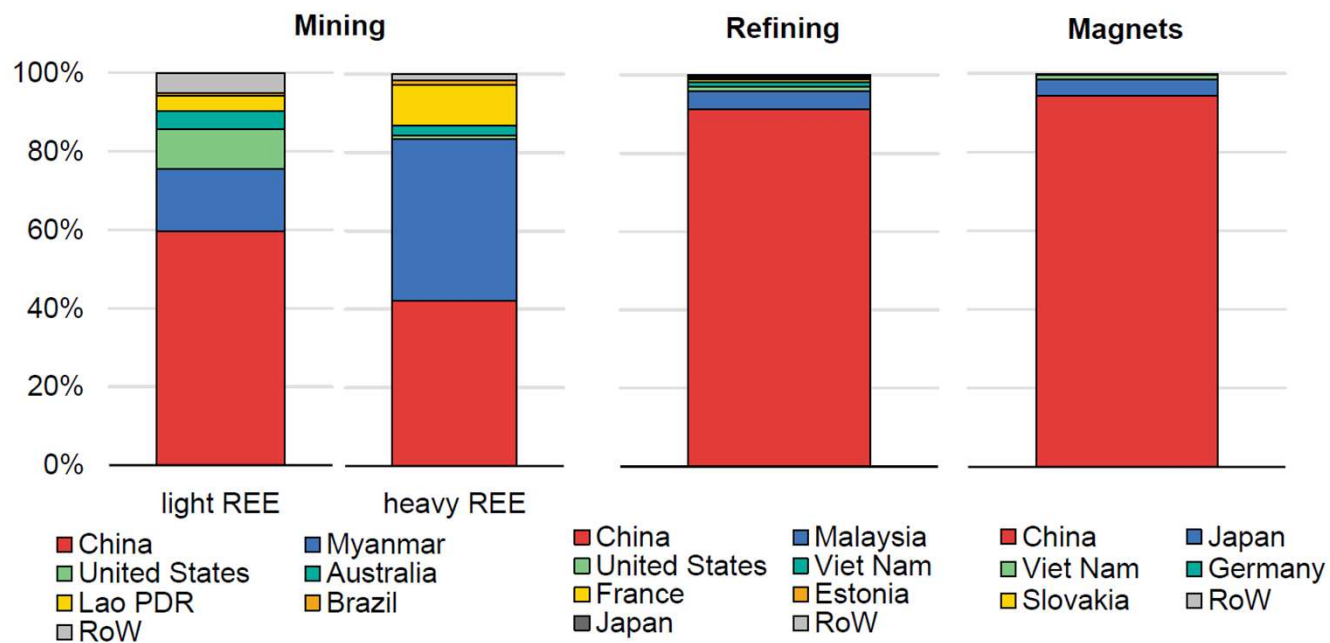
Produktionskapazitäten für ausgewählte Massenfertigung sauberer Energietechnologien



IEA. CC BY 4.0.

Die Entwicklungspfade für die Sicherstellung der kritischen Rohstoffe der Energietransformation sind in massiver Weise NICHT NACHHALTIG, sondern geopolitisch äußerst prekär.

Anteil der weltweiten Versorgung mit Seltenen Erden für Magneten und Magnetherstellung



IEA. CC BY 4.0.

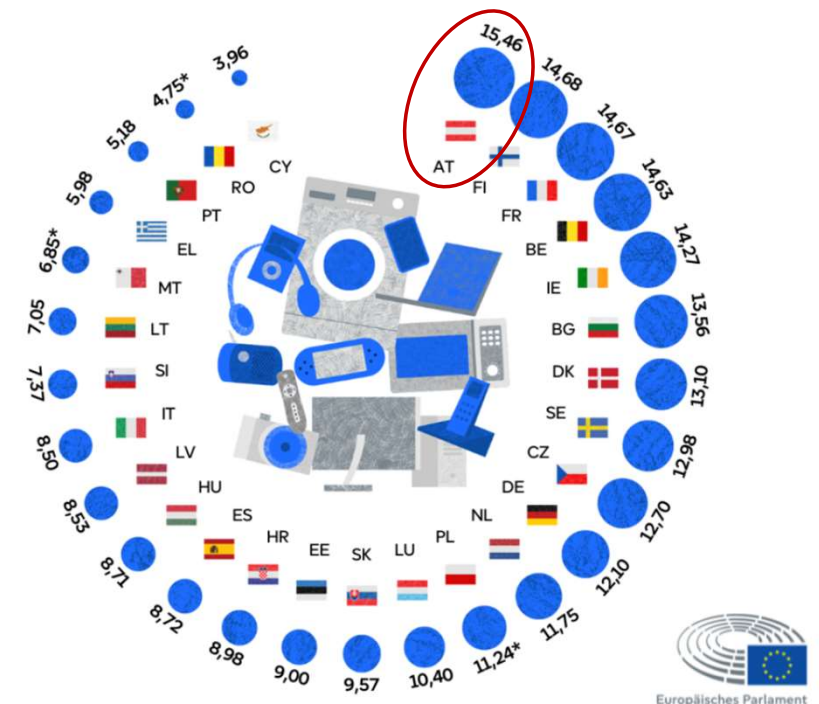
Notes: REE= rare earth element. RoW = rest of world. The figures are for magnet rare earths (neodymium, praseodymium, dysprosium, terbium) only.

Eine Antwort auf die nachhaltige Sicherstellung von Rohstoffen für Europa MUSS die Kreislaufwirtschaft sein



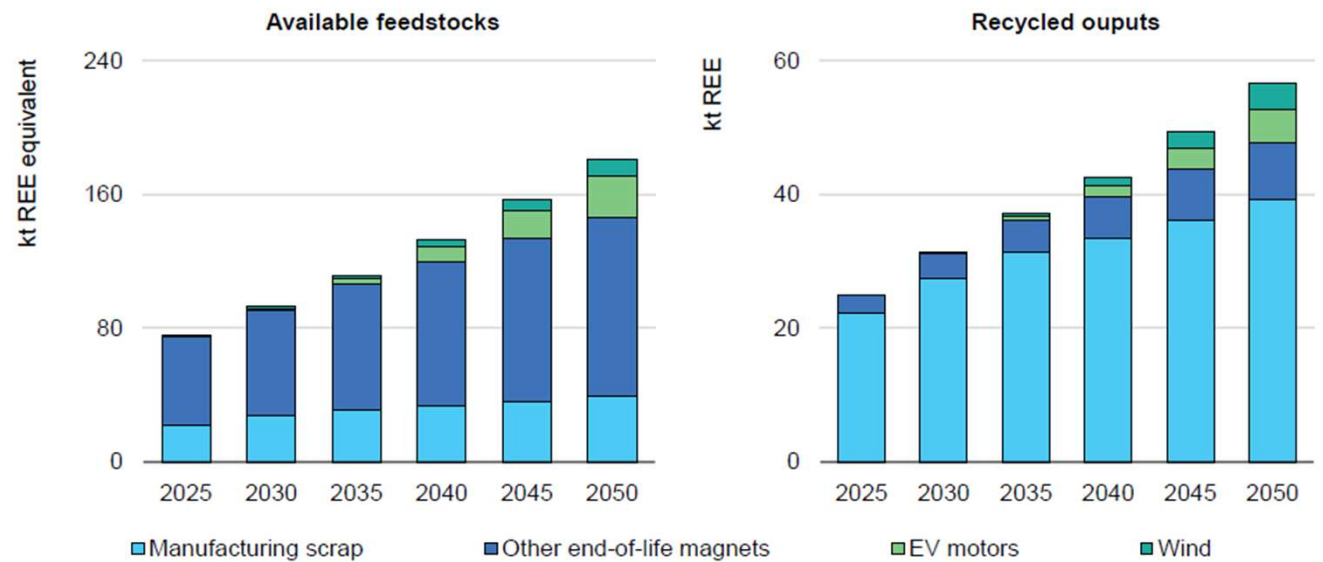
Quelle: <https://www.umwelt-journal.at>, 23.06.2026 16:32

Entsorgte Elektro- und Elektronikgeräte, in kg pro Einwohner



Quelle: Eurostat (2021) [env_waseleees] | * Malta, Polen und Rumänien: Daten aus 2020

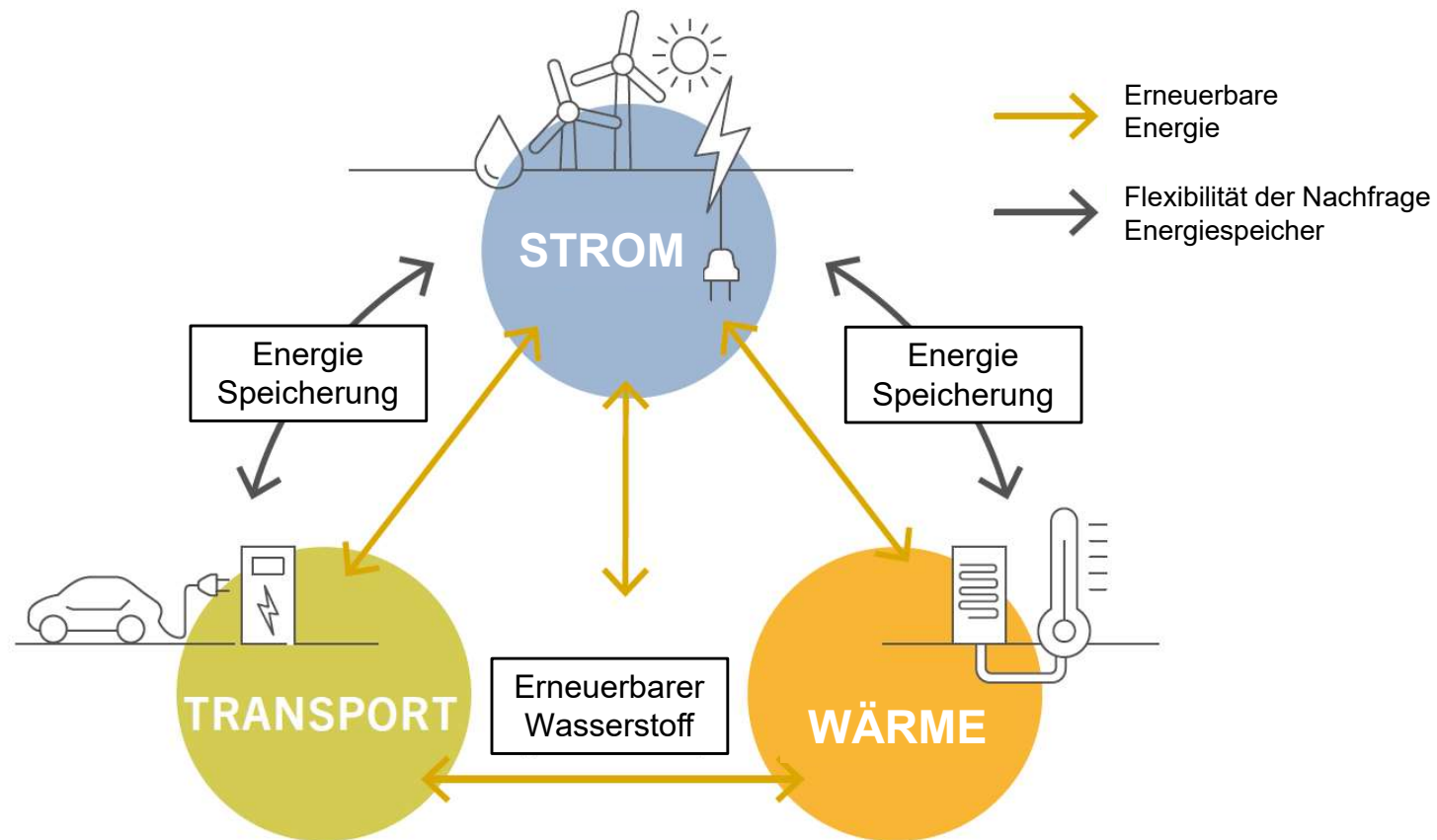
Weltweites Angebot an ausgedienten Rohstoffen und an Recyclingmaterialien für magnetische seltene Erden



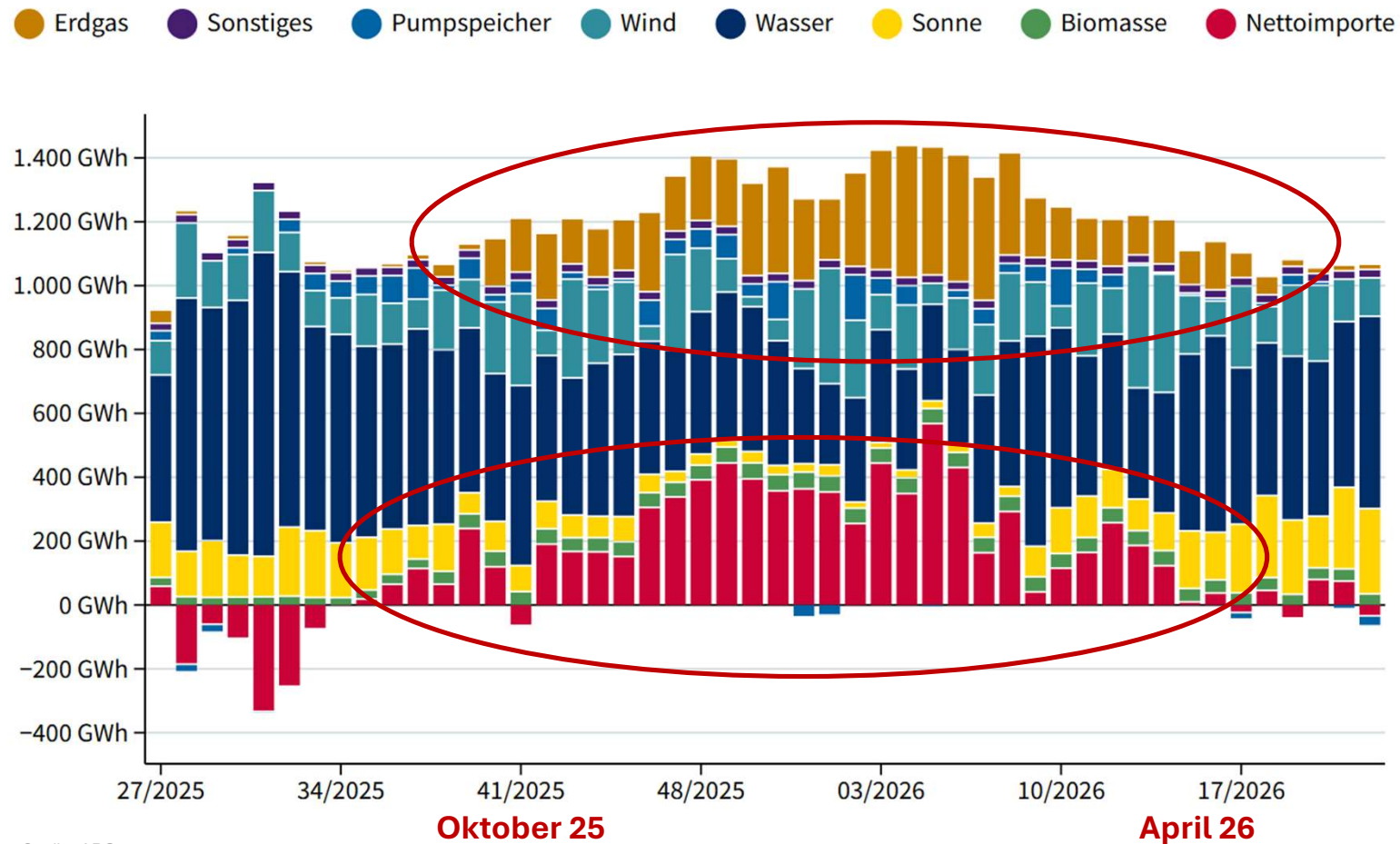
IEA. CC BY 4.0.

Note: The figures are for magnet REE only (neodymium, praseodymium, terbium and dysprosium).

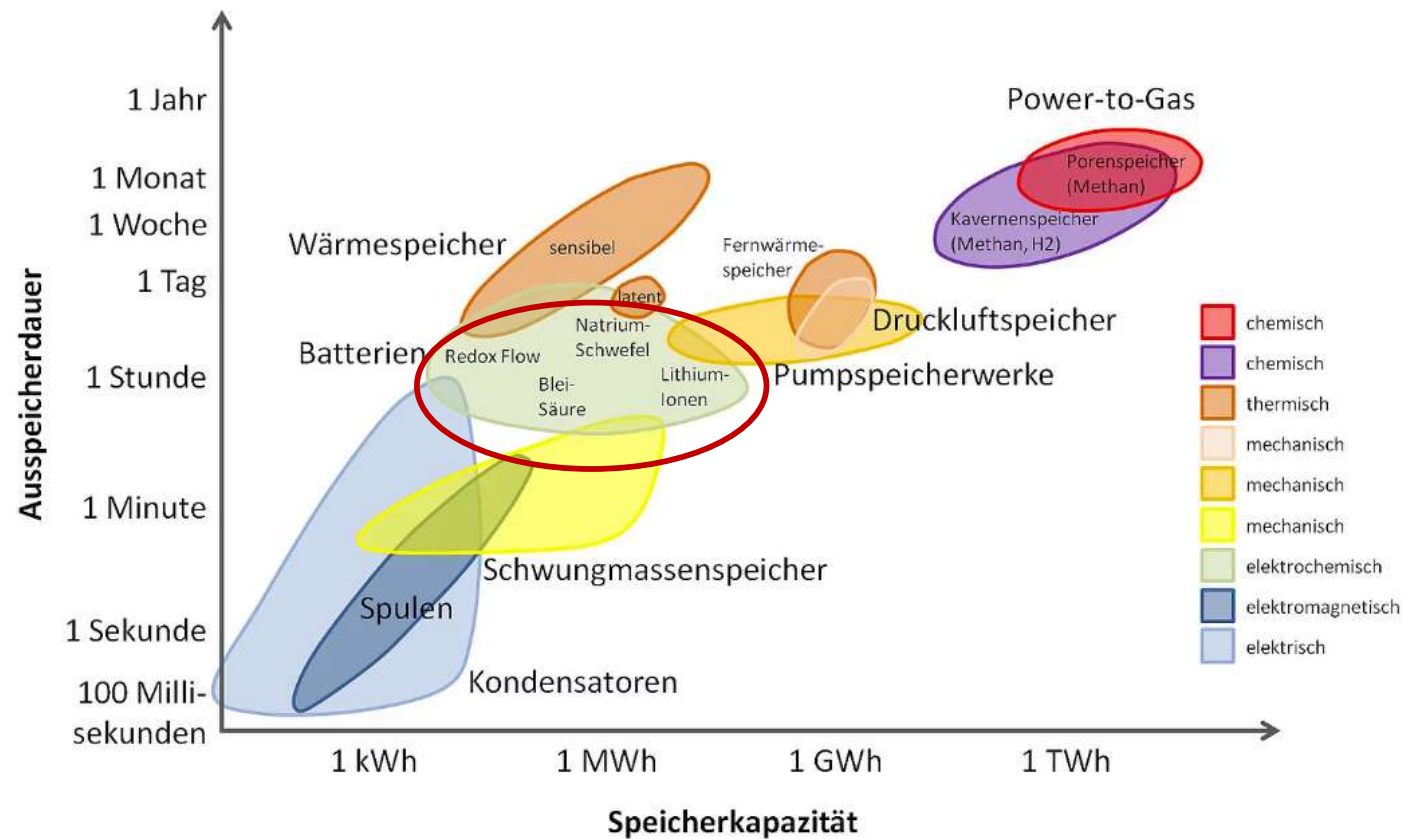
Zum Erfolg der Energiewende brauchen wir dringend eine Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr mit H₂ und Speichern als Grundlage



Stromversorgung der letzten 12 Monate in Österreich



Speichertechnologien werden in Zukunft eine extrem wichtige Rolle spielen



Quelle: Energie-Experten.org basierend auf Sterner & Stadler (2019) Handbook of Energy Storage

Netze – das fehlende Bindeglied

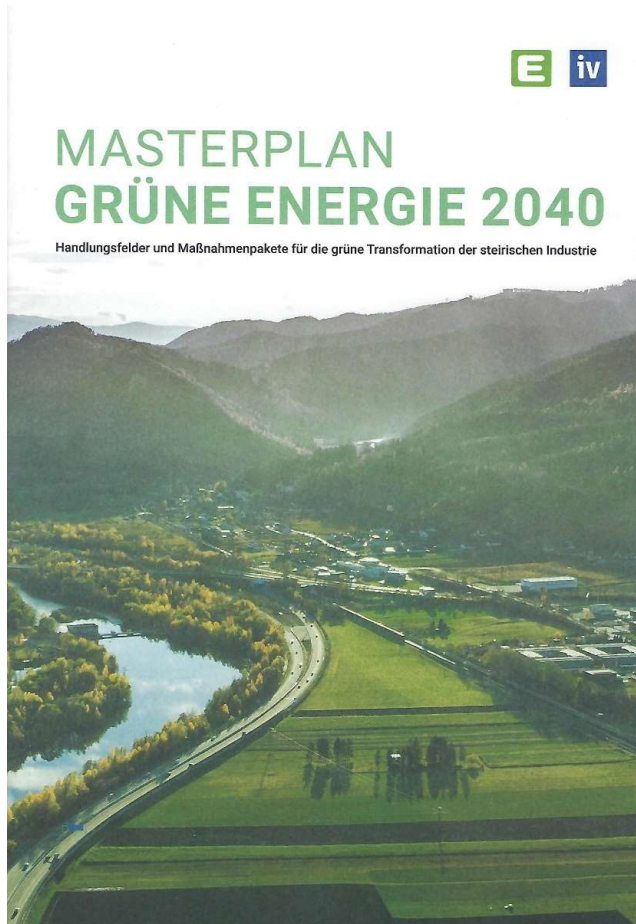


Michael Strugl
ist CEO der Verbund AG
und Präsident von Österreichs Energie

Foto: Christian Jungwirth

- Die Netze wurden gebaut für den Transport vom Erzeuger zum Verbraucher.
- Sie waren nicht dafür ausgelegt, aus dezentraler Erzeugung (private PV) rückzuspeisen.
- Ein „Ausbau auf Vorrat“ war regulatorisch nicht möglich, weil niemand das bezahlen wollte.
- Deshalb ist jetzt ein integrierter Plan wichtig, wo Netz, Speicher und Erzeugung aufeinander abgestimmt ausgebaut werden.
- Und wir können die Netze nicht auf nur wenige Stunden Spitzenlast auslegen, das ist volkswirtschaftlich ineffizient.

Masterplan Grüne Energie in der Steiermark



MASTERPLAN GRÜNE ENERGIE 2040

*„Gemeinsam die
grüne Transformation
der steirischen Industrie
gestalten und umsetzen.“*

PROJEKT-INITIATOREN



UNTERSTÜTZT VON



FORSCHUNG UND BERATUNG



*Kernergebnisse
und Handlungsfelder
zur Gestaltung und
Umsetzung der grünen
Industrietransformation
in der Steiermark*

HANDLUNGSFELDER

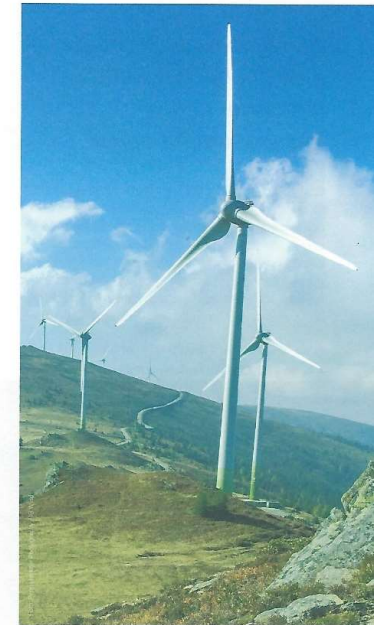
Finanzierung der grünen Transformation sicherstellen

Energienetze ausbauen, ertüchtigen und vernetzen

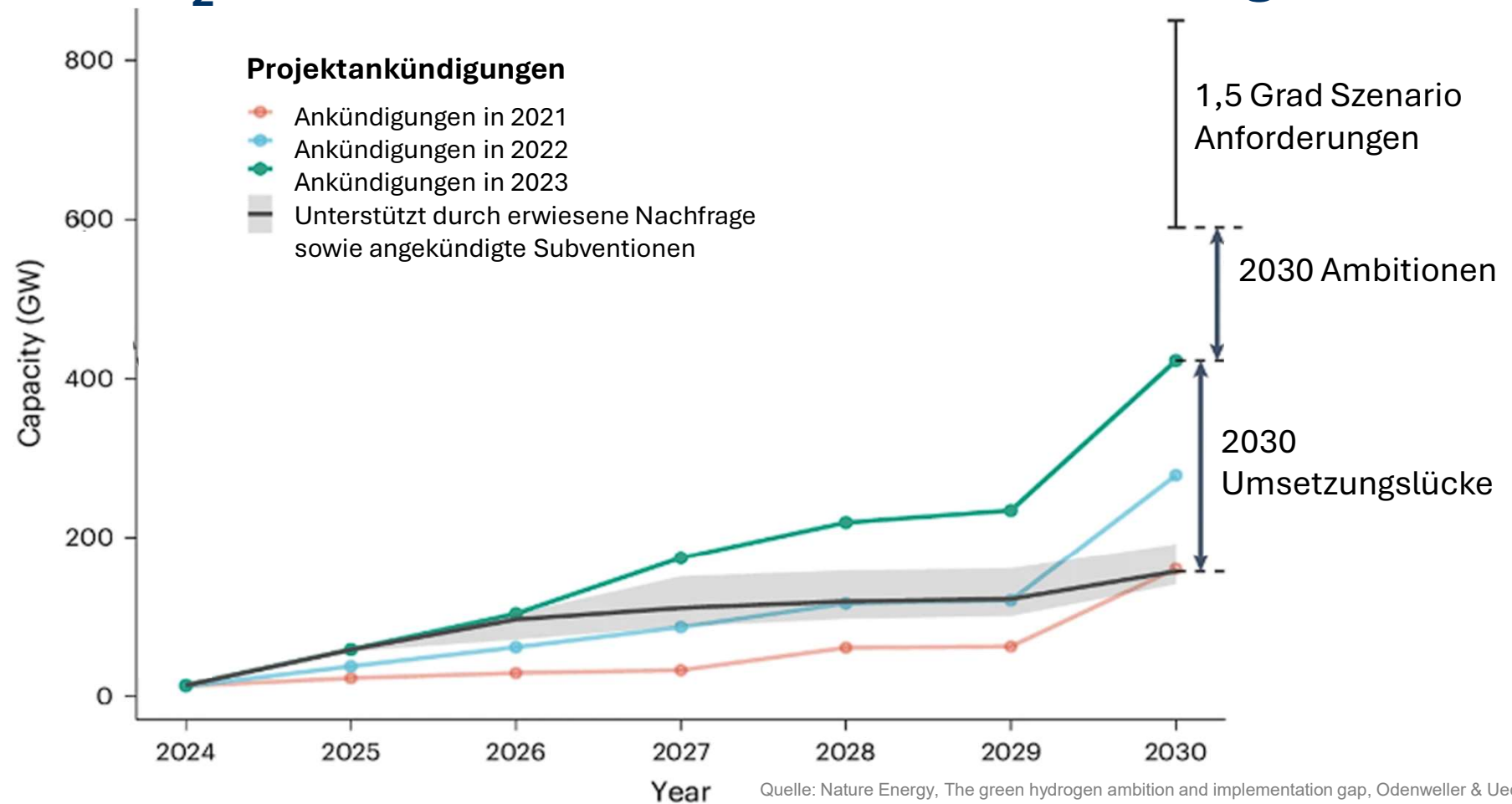
Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen

Verfügbarkeit grüner (klimaneutraler) Gase sicherstellen

Flexibilität der Energiemärkte stärken



Ebenfalls Entscheidend für die Energiewende sind die Ambitionen für grünen H₂ und die sich abzeichnenden Umsetzungslücken



Neue Trends: Industrielle Hochtemperaturwärmepumpen

Abwärme, wie sie zum Beispiel an Druckluftkompressoren, Kältemaschine, Rückkühlanlagen und Industriekaminen anfällt, wird für Industrieprozesse nutzbar gemacht. Der Energieinhalt der Abwärme wird genutzt, um Wärme auf ein noch höheres Temperatur-Niveau zu bringen und sie für industrielle Prozesse bereitzustellen.

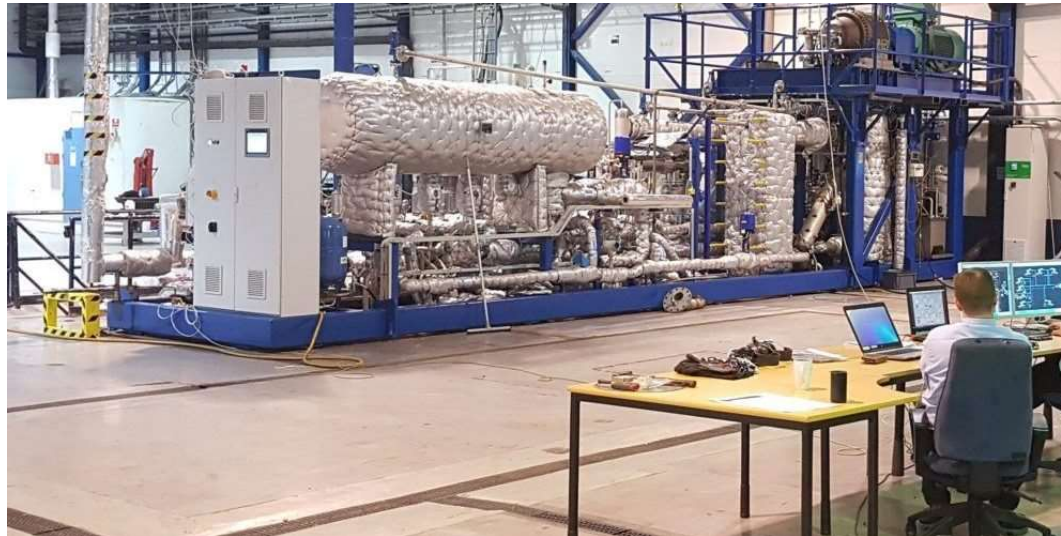


Foto: Sintef

- Verfügen Sie über Kühlsysteme, Kondensatoren oder Abluftanlagen? Überall dort, wo Medien gekühlt oder an die Umgebung abgegeben werden, bleibt Abwärme ungenutzt!
- Haben Sie ableitendes Abwasser, Kondensat oder andere Medien? Oft bleibt die in diesen Prozessen erzeugte Abwärme ungenutzt.

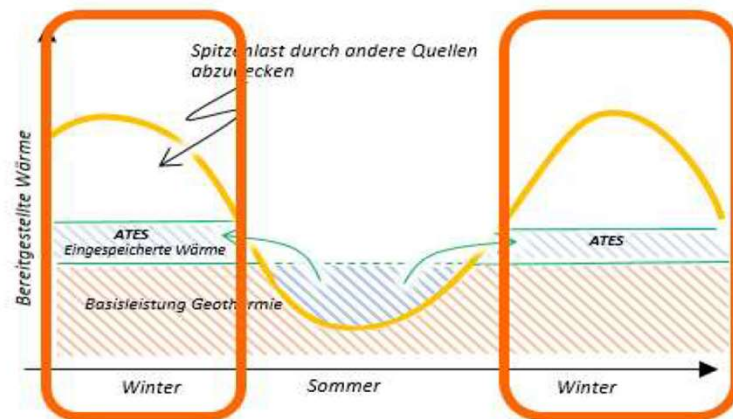
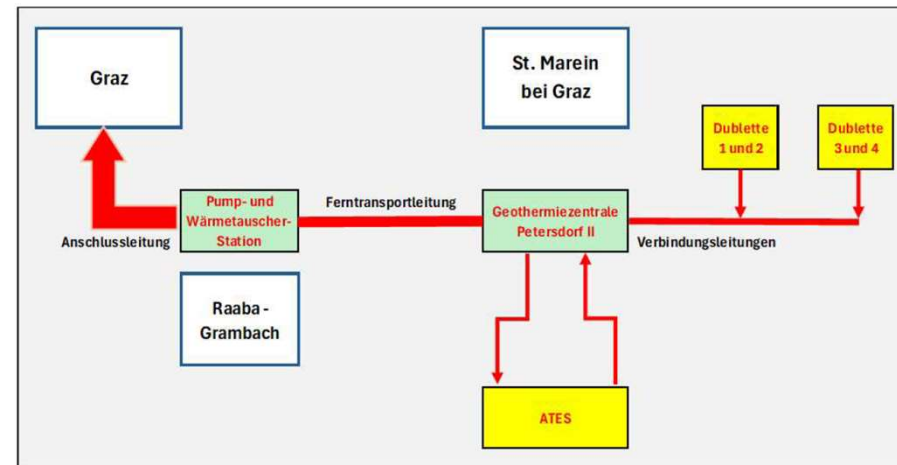
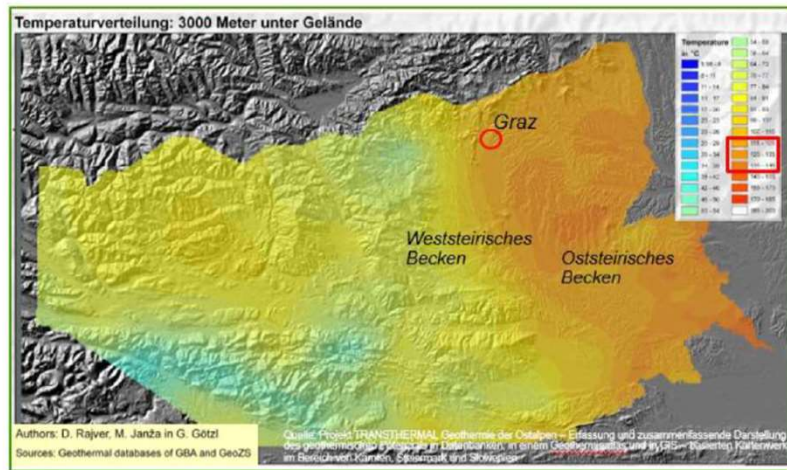
Neue Herzschlagader für die Wiener Fernwärme – Großwärmepumpe Simmering



Quelle: Wien Energie, <https://www.wienenergie.at/blog/staerkste-grosswaermepumpe-mittleuropas-pumplt-in-wien-2/>

Beim Kraftwerk Wien Simmering wird die Abwärme von Kraftwerksanlagen genutzt, um 25.000 Haushalte mit CO₂-freier Fernwärme versorgen zu können

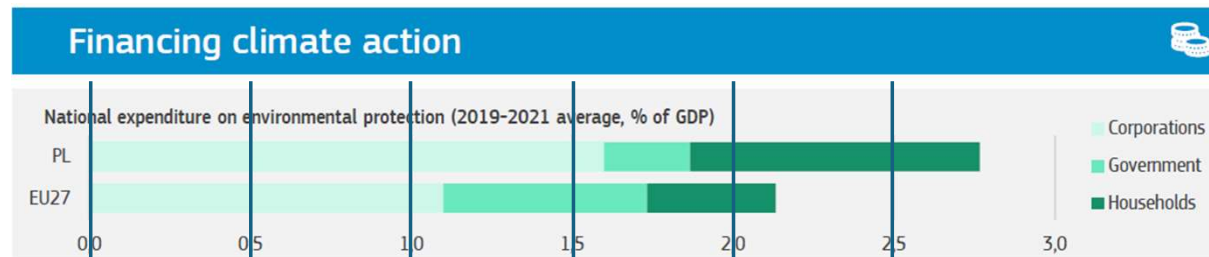
Projekt „Tiefenkraft“ – Potential für Geothermie in der Steiermark



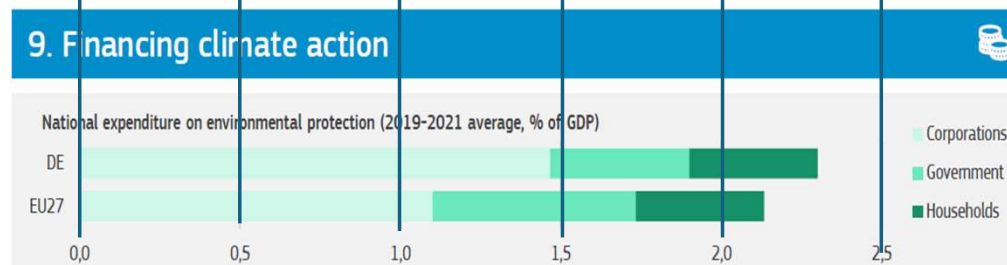
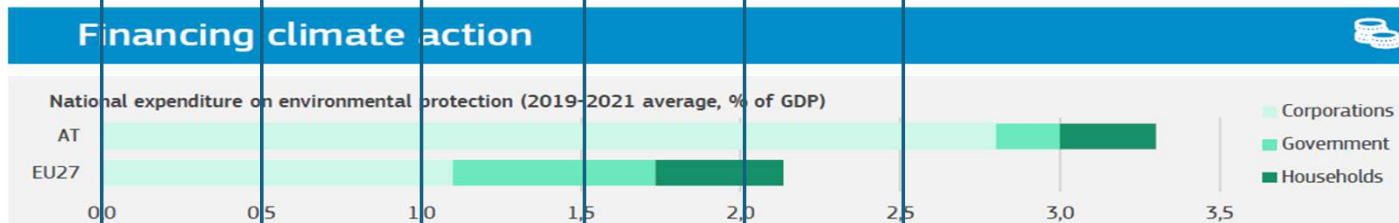
- Investitionsvolumen rund 328 Mill EUR
- Wärmeleistung 150 MW
- Technisch mögliche Wärmemenge von bis zu 670 Gwh/a
- 25km Transportleitung
- Joint Venture, OMV 75% und ESTAG 25%
- Baubeschluss 2028

Quelle: Energie Steiermark, OMV

Finanzierung von Klimaschutzmaßnahmen im EU Vergleich



▲ Source: Eurostat - https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_epneis1__custom_13909199/default/table?lang=en



Quelle: European Commission, Climate Action Progress Reports 2024, own analysis

Zinsfaktoren und ihr Einfluss auf nötige Investitionen in die Nachhaltigkeit

- WACC steht für „*Weighted Average Cost of Capital*“ (gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten)
- Es ist der durchschnittliche Zinssatz, den ein Unternehmen für sein gesamtes eingesetztes Kapital – bestehend aus Eigenkapital und Fremdkapital – an seine Investoren und Gläubiger zahlen muss
- Für Aktiengesellschaften muss die erzielte Rendite höher sein als der WACC
- Sozialer Zinsfaktor (Stern Bericht) 1,4%
- WACC für die Branche der Energieversorger im Strombereich ~ 5-6%
- WACC für die Branche Öl- und Gaskonzerne ~ 9-10%
- Der niedrige soziale Zinsfaktor ist der Hauptgrund dafür, dass massive Sofortinvestitionen erforderlich sind, um die Schäden des Klimawandels abzuwenden
- Bei einem traditionell höheren Zinssatz haben die zukünftigen Kosten von Klimaschäden einen viel geringeren „Barwert“, was ein verzögertes Handeln begünstigt

Das „Trilemma“ der Energieversorgung



Das Trilemma der Energieversorgung beschreibt den Zielkonflikt, drei gleichwertige Anforderungen an die Energieversorgung – **Versorgungssicherheit**, **Bezahlbarkeit** und **Nachhaltigkeit** – parallel zu erfüllen, ohne dass ein Aspekt auf Kosten der anderen dominiert.

Versorgungssicherheit (Energy Security):

Zuverlässige und unterbrechungsfreie Verfügbarkeit von Energie. Umfasst die physische Verfügbarkeit von Ressourcen sowie die technische Netzstabilität (z. B. konstante Netzfrequenz, Ausfallsicherheit bei schwankender Wind- und Solarenergie).

Bezahlbarkeit & Zugänglichkeit (Energy Equity):

Finanzieller Zugang zu Energie für Haushalte und Industrie. Energie muss leistbar bleiben, um Armut zu verhindern und die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit eines Standorts zu sichern.

Ökologische Nachhaltigkeit (Environmental Sustainability):

Reduktion von Treibhausgasemissionen und Umweltauswirkungen. Übergang zu erneuerbaren Energien und Steigerung der Energieeffizienz zur Bekämpfung des Klimawandels.

Die Balance der Zielsetzungen Nachhaltigkeit, Energiesicherheit und Energiegerechtigkeit ist ein sehr kritischer Faktor



COUNTRY			
Denmark	1	3	2
Sweden	1	2	1
Finland	2	1	4
Switzerland	3	15	5
Canada	4	26	19
Austria	5	5	8
France	6	6	7
Germany	7	4	11
Estonia	7	10	10
United Kingdom	8	11	13
Norway	8	7	3

Quelle: World Energy Council, Trilemma Report & Index

Nachhaltige Zukunft – Status Quo und Ausblick

1/2

- Korrekte Zielsetzung ist ausschlaggebend
 - Normative Ziele müssen auf die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung geprüft werden
 - Vorsicht bei der öffentlichen Kommunikation von sehr ambitionierten Zielen
 - Stark ideologisierte Positionen und Emotionen sind sehr oft eine Belastung für eine kosteneffiziente Energiewende (z.B. Elektromobilität)
 - Globale Anstrengungen müssen mindestens verdreifacht werden
 - Fossiles Gas als Stütze der Energiesicherheit muss entweder durch andere Technologien (z.B. Geothermie) oder über Sektorkopplung durch erneuerbare Elektrizität ersetzt werden
- Kosten und Finanzierung der Energiewende
 - Massive Investitionen sind zumindest in den nächsten 10 Jahren noch nötig
 - Die Energiewende ist NICHT billig und braucht im Übergang eigentlich höhere Energiepreise
 - Privates Kapital konnte bis jetzt nicht ausreichend mobilisiert werden
 - Investitionen in Kreislaufwirtschaft und Forschung und Entwicklung sind Chancen und nicht nur Kosten

Nachhaltige Zukunft – Status Quo und Ausblick

2/2

- Die Balance zwischen den Eckpunkten des Trilemmas der Energieversorgung ist einzuhalten
 - Es braucht einen Ausgleich zwischen Nachhaltigkeit, Energiesicherheit und der Bezahlbarkeit der Energiewende (Energiegerechtigkeit)
- Es braucht dringend eine industrielle Standortpolitik
 - Im globalen Wettbewerb läuft Europa Gefahr durch seine hohen Energiekosten an Boden zu verlieren
 - Es wurden große Fehler in der Standortpolitik gemacht, um von niedrigen Kosten zu profitieren
 - Die marktbeherrschende Position Chinas ist ein strategisches Risiko
 - Wesentliche Rohstoffe für die Energiewende müssen mit hohen Kosten importiert werden
 - Es braucht Mut zur Investition und zu öffentlichen Garantien und Haftungen
 - Die Verteilung der Kosten der Energiewende braucht einen nationalen Schulterschluss zwischen den verschiedenen Stakeholdern