www.oeko.de

Öko-Institut

Aktueller Stand und Perspektiven der Energiewende in Deutschland.

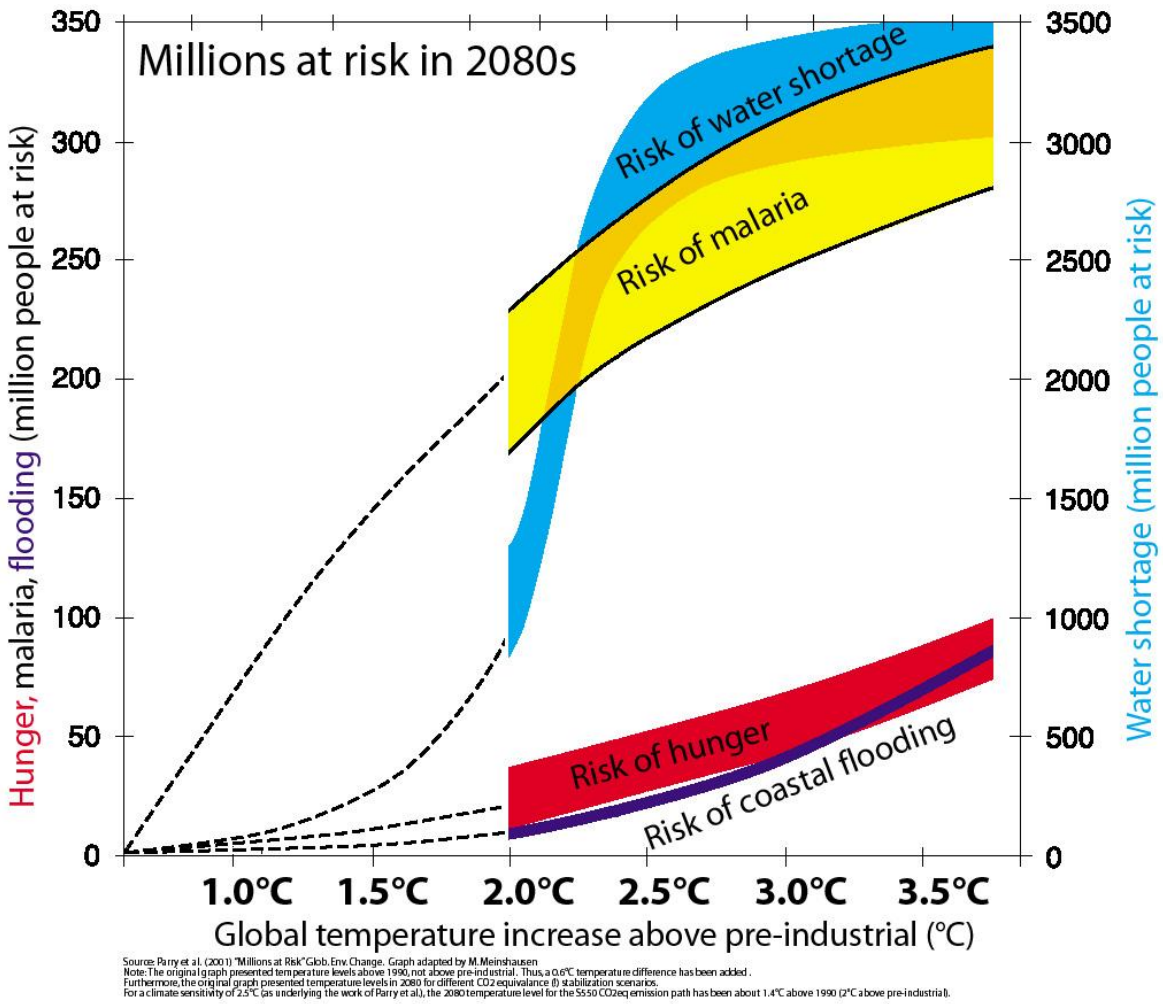
Klimaschutzstiftung Jena-Thüringen | Landesenergieagentur ThEGA Fachtagung

» Energieberatung im Wandel: Neue Anforderungen für Gebäude, Kommunen und Energieversorgung «

Dr. Felix Chr. Matthes

Jena, 16. September 2026

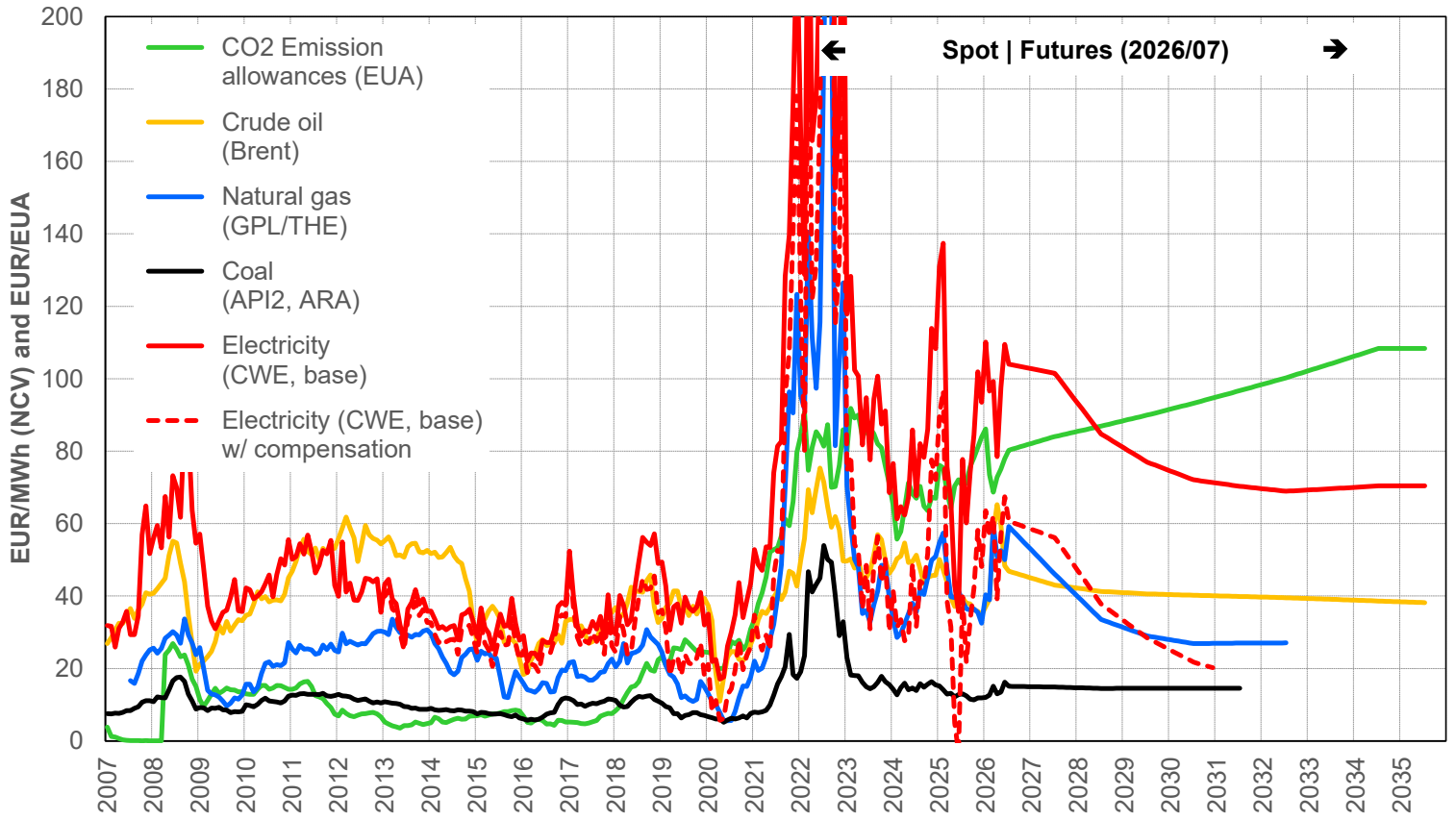
Die Energiewende zur Klimaneutralität – warum wir das alles (auch als Vorreiter) schon allein mit Blick auf die globalen Klimaveränderungen tun sollten bzw. müssen



- Ambitionierter Klimaschutz zur Verhinderung gefährlicher Klimaveränderungen ist ein zentraler (wenn auch nicht der einzige) Treiber der Energiewende.
- Ambitionierter Klimaschutz verhindert auch die mit gefährlichen Klimaveränderungen einhergehenden Kosten, die keineswegs nur weit entfernte Weltregionen betreffen. In einer auch weiterhin globalisierten Welt werden aber auch Kosten in weiter entfernten Regionen eher früher als später auf uns ausstrahlen.
- Ambitionierter Klimaschutz erfordert einen politisch getriebenen, massiven Strukturwandel auf sehr unterschiedlichen Ebenen
- Ambitionierter Klimaschutz erfordert globale Veränderungen, Länder wie Deutschland können eine sehr wichtige Rolle für die Diffusion von Technologien, Strategien, Politiken und Narrativen spielen – und das ist auch mit Chancen verbunden

Die Schockwellen der Kriege in der Ukraine und im Iran laufen allenfalls langsam aus und die neue Ära der Geopolitik schafft einen neuen Referenzrahmen

Großhandelspreise für Energieträger und Emissionsberechtigungen

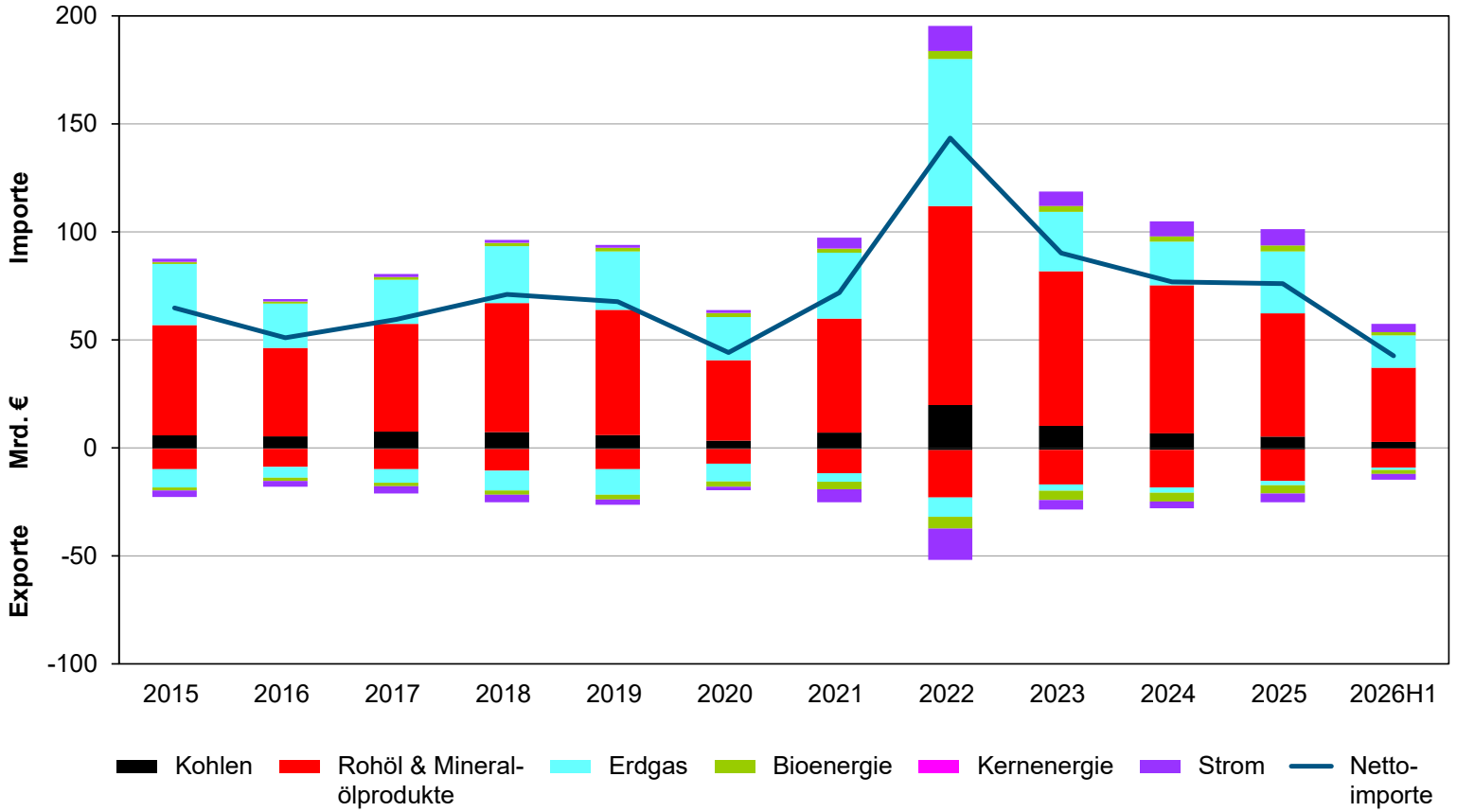


Quellen: EEX, ICE, EIA, Öko-Institut

- Für alle Energie-Commodities bilden die Energiepreiskrisen 2022/2023 und 2025/2026 transformative Einschnitte:
  - Unsicherheiten/Herausforderungen bzgl. Preisniveaus & Volatilität
- Die Zukunftsaussichten für die verschiedenen Commodities sind strukturell sehr unterschiedlich (CO_2-Zertifikate steigend, fossile Energieträger volatil, Strom teilweise sinkend)
- Konsequenzen: Groß-Themen der kommenden 5 bis 10 Jahre
  - Merkantilistisch geprägte Geopolitik als neuer Referenz- und Wettbewerbsrahmen
  - Weichenstellungen für erfolgreiche Klimapolitik
  - ohne Weichenstellungen einer souveränitätsorientierten Industriepoltik: Todeszone der deutschen Industrie in den 2020er Jahren

Hohe und volatile Energiepreise in den internationalen Energiemärkten
Monetäre Dimension für die deutsche Volkswirtschaft

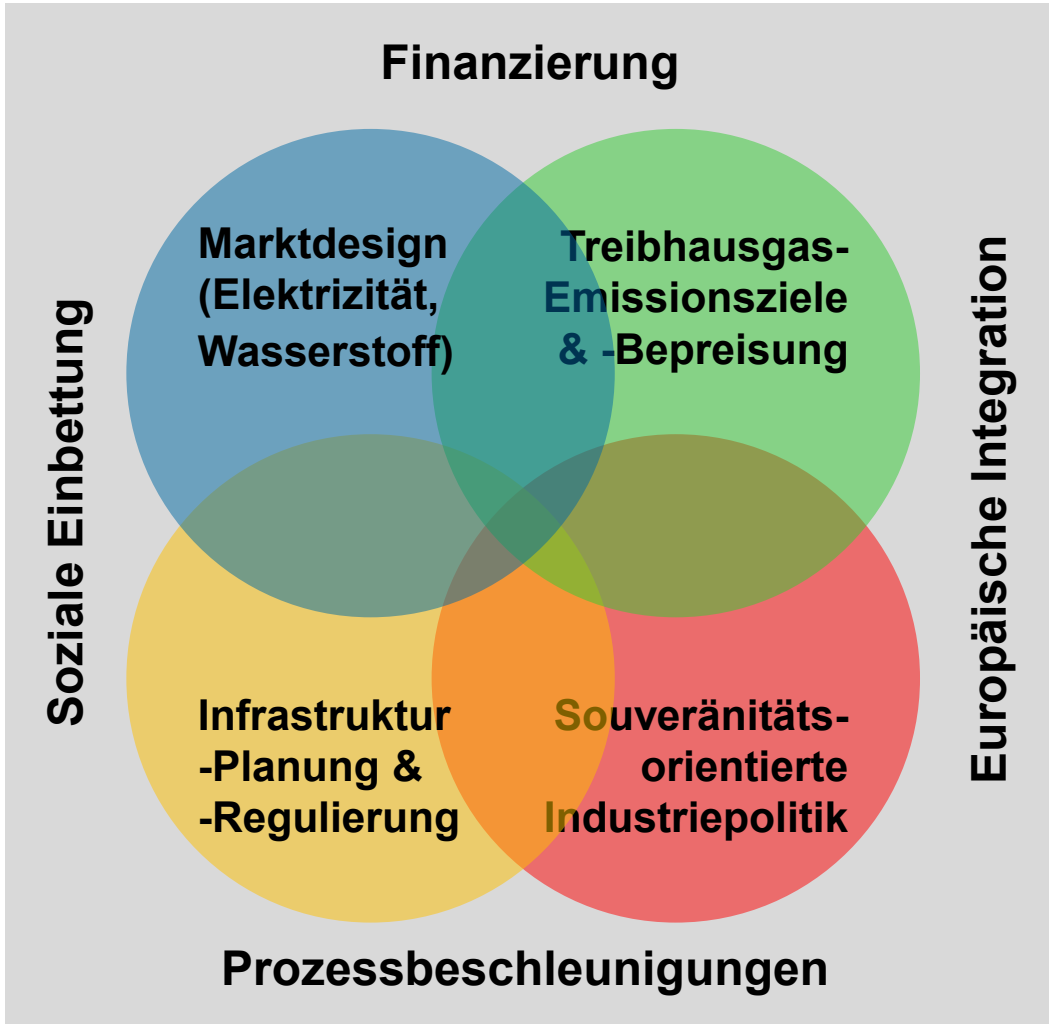
Monetärer Wert der Energieein- und -ausfuhren Deutschlands, 2015-2026



Quellen: Statistisches Bundesamt, Öko-Institut

- **Deutschland ist stark von Energieträgerimporten abhängig**
  - vor allem bei fossilen Brennstoffen
  - andere Energieträger spielen aus der monetären Perspektive kaum eine Rolle
  - Deutschland ist auch ein Exporteur (verarbeiteter) Energieprodukte
- **Die Energie-Außenhandelsrechnung entwickelt sich zu einem herausfordernden (Wirtschafts-) Faktor**
  - Volatilität der Energiepreise und der Außenhandelsrechnung ist seit 2022 (sehr) groß
  - Netto-Rechnung des Energieaußenhandels hat sich nach 2022 auf einem erkennbar höheren Niveau eingependelt
- **Diese Situation kann und muss sich ändern: durch die Ablösung fossiler Brennstoffe**

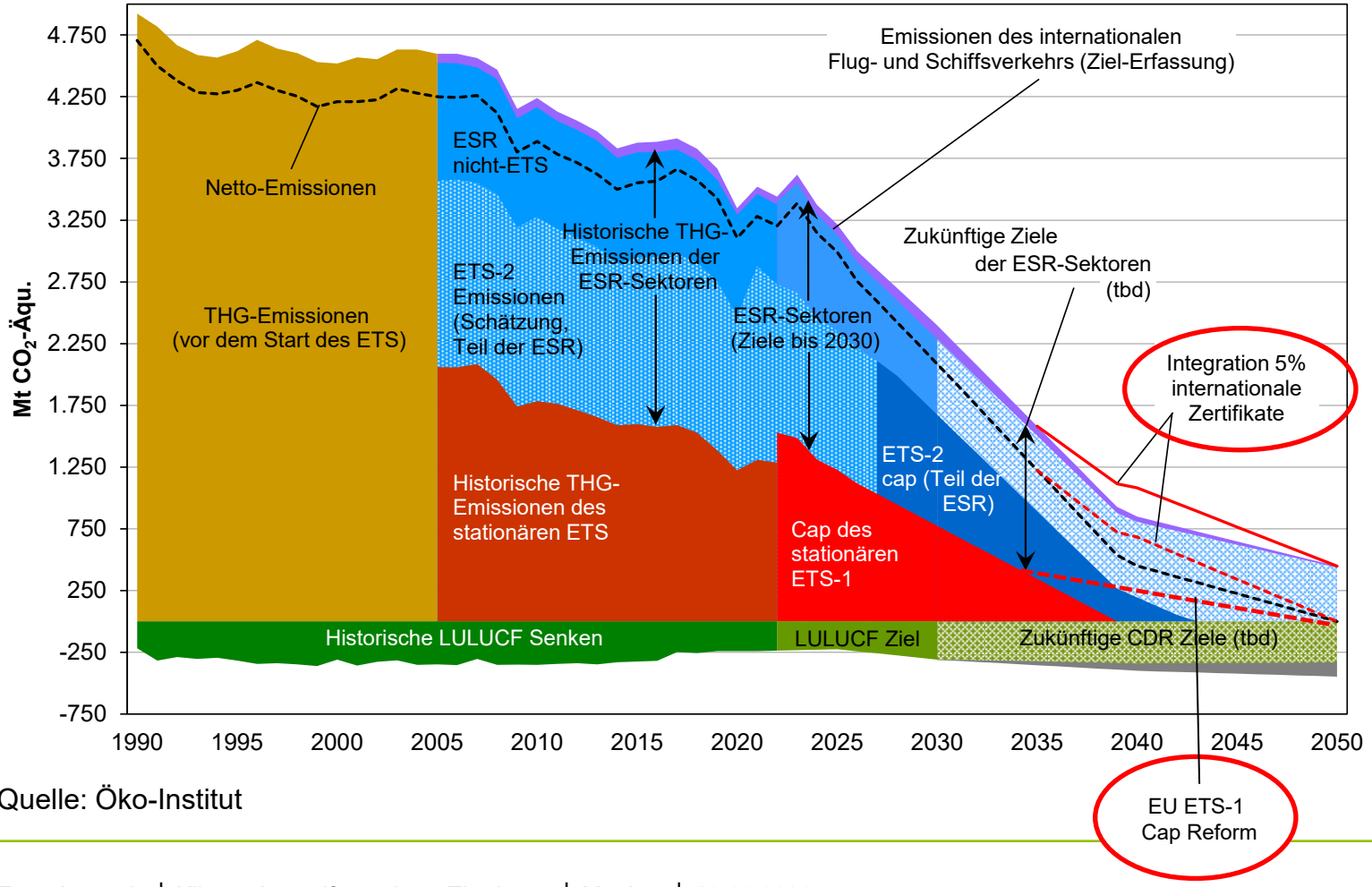
Der Marktrahmen für die Energiewende muss zunehmend europäisiert werden
Ein ganzheitlicher Fokus auf (alte und neue) Regelungsbereiche ist und wird nötig



- Treibhausgas-Emissionsminderung
  - Klimaneutralitätsziele und –pfade
  - Policy-Mix und die Rolle der Emissions-Bepreisung
- Marktdesign
  - für Elektrizität, Gas sowie Wasserstoff und CO_2
  - europäische Integration und Versorgungssicherheit
- Infrastruktur (unter Unsicherheit)
  - Zielnetz-Planungen (für Übertragungs- und Verteilnetze)
  - integrierte Konzeption von Strom- und Wasserstoffnetzen
  - kommunale Wärmeplanung
- Industriepolitik
  - Sicherung der europäischen Wertschöpfungsketten
  - Energiekosten und smarte Industriestromkostenlösungen
- Staatliche und private Finanzierungsmöglichkeiten
- Prozessbeschleunigungen in allen Bereichen
- Soziale Einbettung
- Europäische Integration

Klimaneutralitätsarchitektur- und instrumente in Deutschland und Europa
EU ETS-1 ist nicht nur ein Bepreisungsinstrument sondern zentraler Teil der Architektur

Architektur, Mengengerüste und Mengensteuerungsinstrumente der EU-Klimapolitik

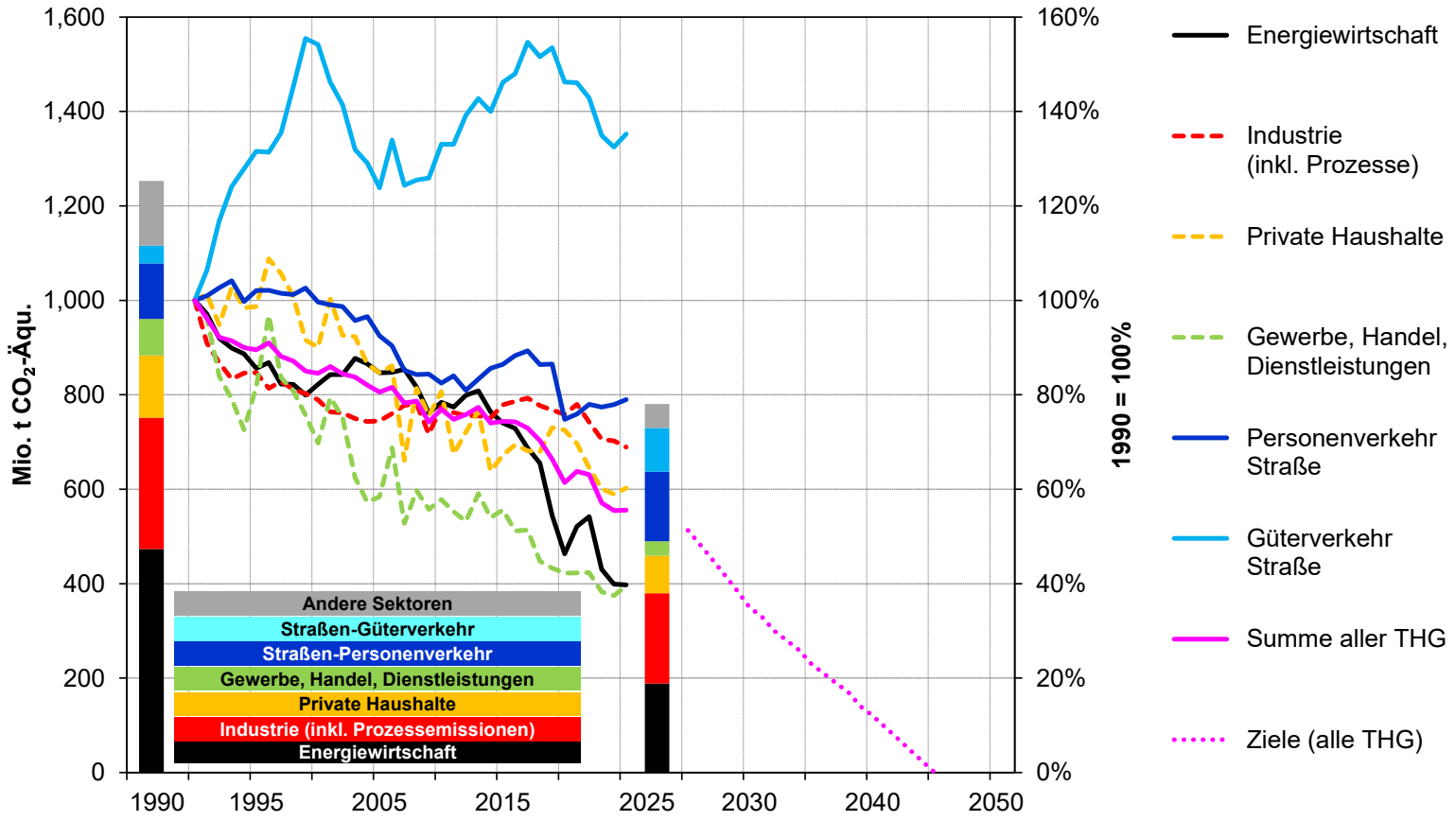


Quelle: Öko-Institut

- Übergeordneten Klimaneutralitätsziele Deutschland und EU-27 mit
  - 2045 für Deutschland
  - 2050 für die EU-27
- Aktueller (Rechts-) Stand EU-ETS
  - 2038 letztmalige Ausgabe von CO_2-Zertifikaten im EU ETS-1
  - im (neuen) ETS-2 (Verkehr, Gebäude) letztmalige Ausgabe von Zertifikaten in 2042
- Aktuelle (EU-) Diskussionen/Trends
  - EU ETS-1-Reform: Streckung der Cap bis Mitte/Ende der 2040er und Anpassung der Gratiszuteilung wahrscheinlich, wichtig für die Architektur der EU-Klimapolitik
  - EU ETS-2 mit Einführungs- und Ausgestaltungsunsicherheiten, aber ohne Architektureffekte

Klimaschutzpolitik in Deutschland
Trajektorien der Treibhausgasemissionen und Emissionsminderungsziele

Treibhausgasemissionen und -Ziele für Deutschland 1990-2025/2045

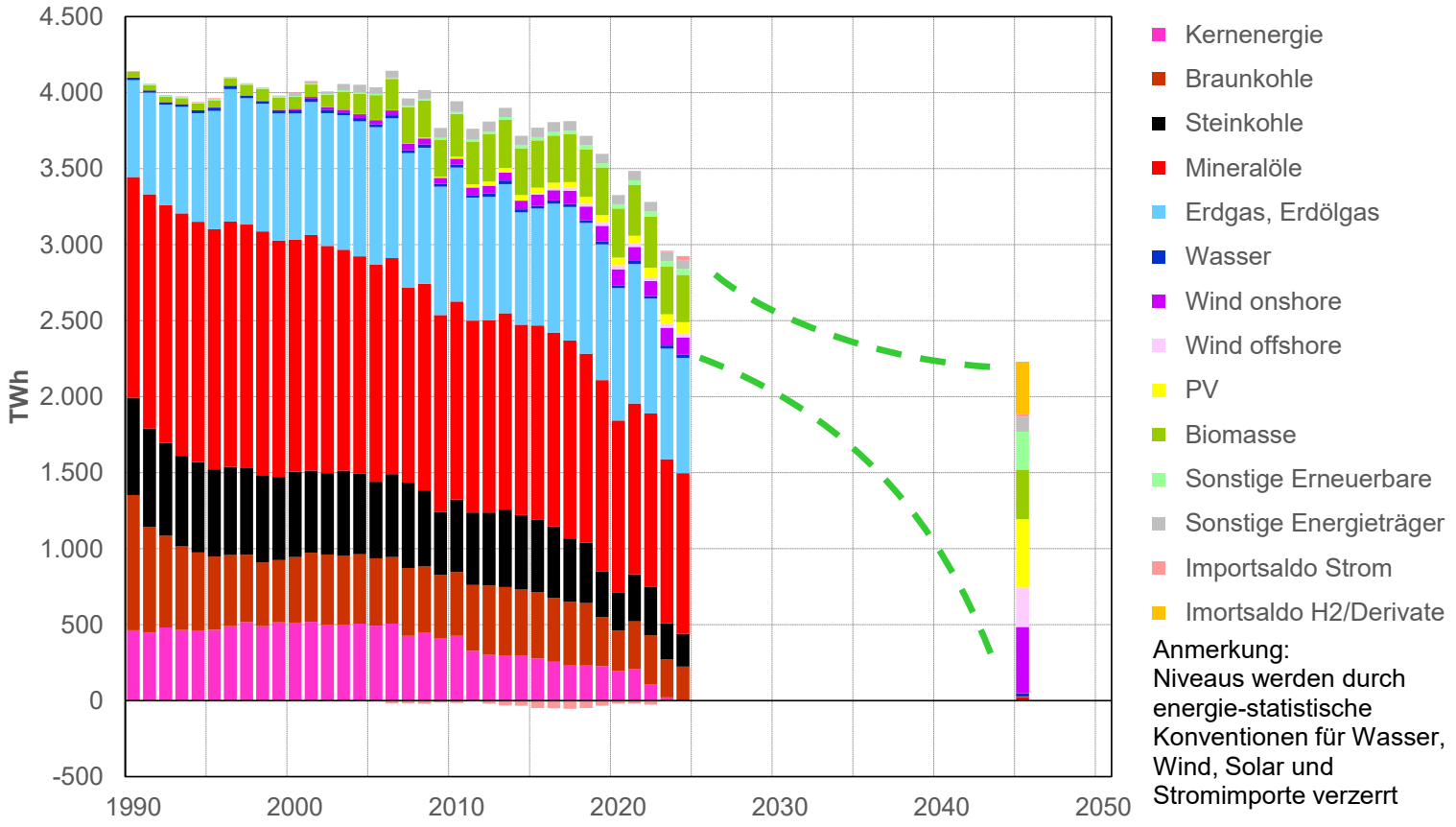


Quellen: Umweltbundesamt, Öko-Institut

- **Die Treibhausgasemissionen Deutschlands sind in den letzten Jahren stets deutlich gesunken**
  - mit einem deutlichen Beitrag (ca. 10 Prozentpunkte) der Sondereffekte im Kontext der deutschen Vereinigung in den 1990er Jahren
  - seit 2015 mit einem deutlichen Schwerpunkt in der Energiewirtschaft, v.a. in der Stromerzeugung (als größter Emissionssektor ab 2024 durch Industrie abgelöst)
  - seit 2020 auch geprägt durch die Konjunktursituation in der Industrie
  - private Haushalte und GHD (Gebäude) auf Senkungspfad – aber deutlich zu langsam
  - Verkehr in keiner Weise auf dem Zielerreichungspfad (auch und besonders mit Blick auf den Straßen-Güterverkehr)

Die quantitativen Grundstrukturen des neuen deutschen Energiesystems bilden eine wichtige Orientierung: Das 10-33-17-Grundgerüst als robustes Zielsystem

Primärenergie-Strukturen in Deutschland 1990-2045



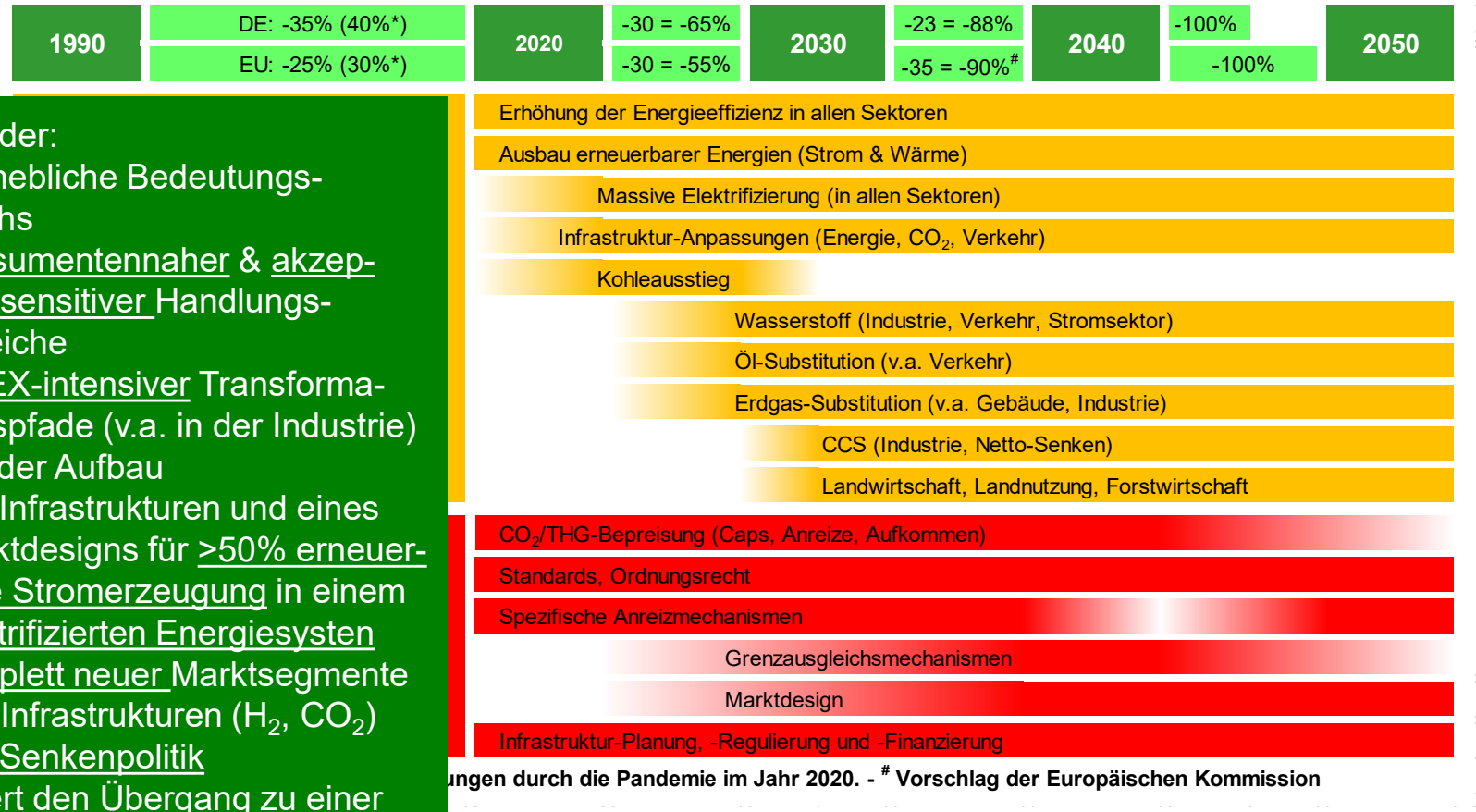
Anmerkung:
Niveaus werden durch energie-statistische Konventionen für Wasser, Wind, Solar und Stromimporte verzerrt

Quellen: AG Energiebilanzen, Öko-Institut

- **Langfristige Zielstruktur im Grundsatz: 10-33-17**
  - **1.0**00 TWh Strom
  - **3**00 TWh Biomasse
  - **3**00 TWh H_2-/Derivatimporte
  - **1**00 TWh H_2-Erzeugung
  - **7**0 Mio. t CO_2-Speicherung
- **Erhebliche Schwankungen und Unsicherheiten im Zeitverlauf**
  - makroökonomische und geopolitischeTrends
  - industrie(-politische) Trends
  - klimapolitische Stringenz
- **Richtungs- aber nicht trajektorien-sicher**
  - Anteil leitungsgebundener Optionen steigt massiv an
  - starke Implikationen für die (Vor-) Finanzierung von Infrastrukturen

Öko-Institut

Energie-, klima-, industrie- und landwirtschaftspolitische Strategien werden nur erfolgreich sein können, wenn sie die neue Phase der Energiewende antizipieren



Quelle: Öko-Institut

Reminder:
der erhebliche Bedeutungszuwachs
- konsumentennaher & akzeptanzsensitiver Handlungsbereiche
- OPEX-intensiver Transformationspfade (v.a. in der Industrie)

sowie der Aufbau
- von Infrastrukturen und eines Marktdesigns für >50% erneuerbare Stromerzeugung in einem elektrifizierten Energiesysten
- komplett neuer Marktsegmente und Infrastrukturen (H_2, CO_2)
- von Senkenpolitik

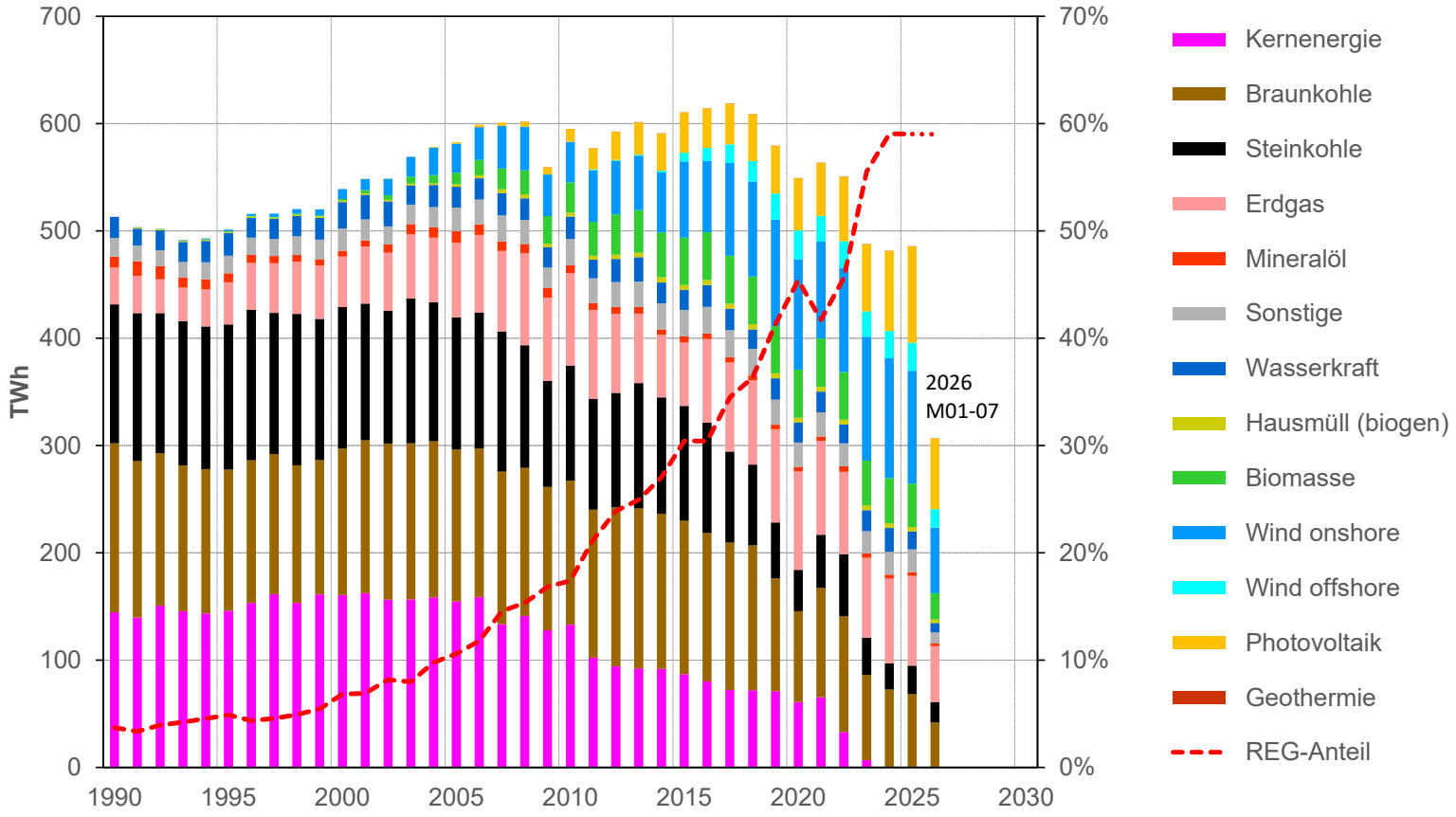
markiert den Übergang zu einer neuen Phase der Energiewende zur Klimaneutralität!

Sechs zentrale Strategieelemente für eine erfolgreiche Transforma-tion zur Klimaneutralität

- Den Weg für die transformativen Optionen öffnen
- Den Ausstieg aus den nicht nachhaltigen Optionen aktiv gestalten
- Die notwendigen Infrastrukturanpassungen (Aus-/Um-/ Rück-bau) mit ausreichenden Vorlauf-zeiten initiieren
- Den Hochlauf der erforderlichen Wertschöpfungsketten rechtzeitig flankieren
- Innovationen zeitgerecht ver-fügbar machen und das Innovationsdilemma vermeiden
- (Internationale) Lern- und Diffusionsprozesse berücksichtigen

Das deutsche Stromsystem. Einstiege und Ausstiege mit hohem Tempo Strom-Infrastrukturen und deren Kosten als neue Zentralarena der Energiepolitik

Stromerzeugungsstrukturen in Deutschland 1990-2026

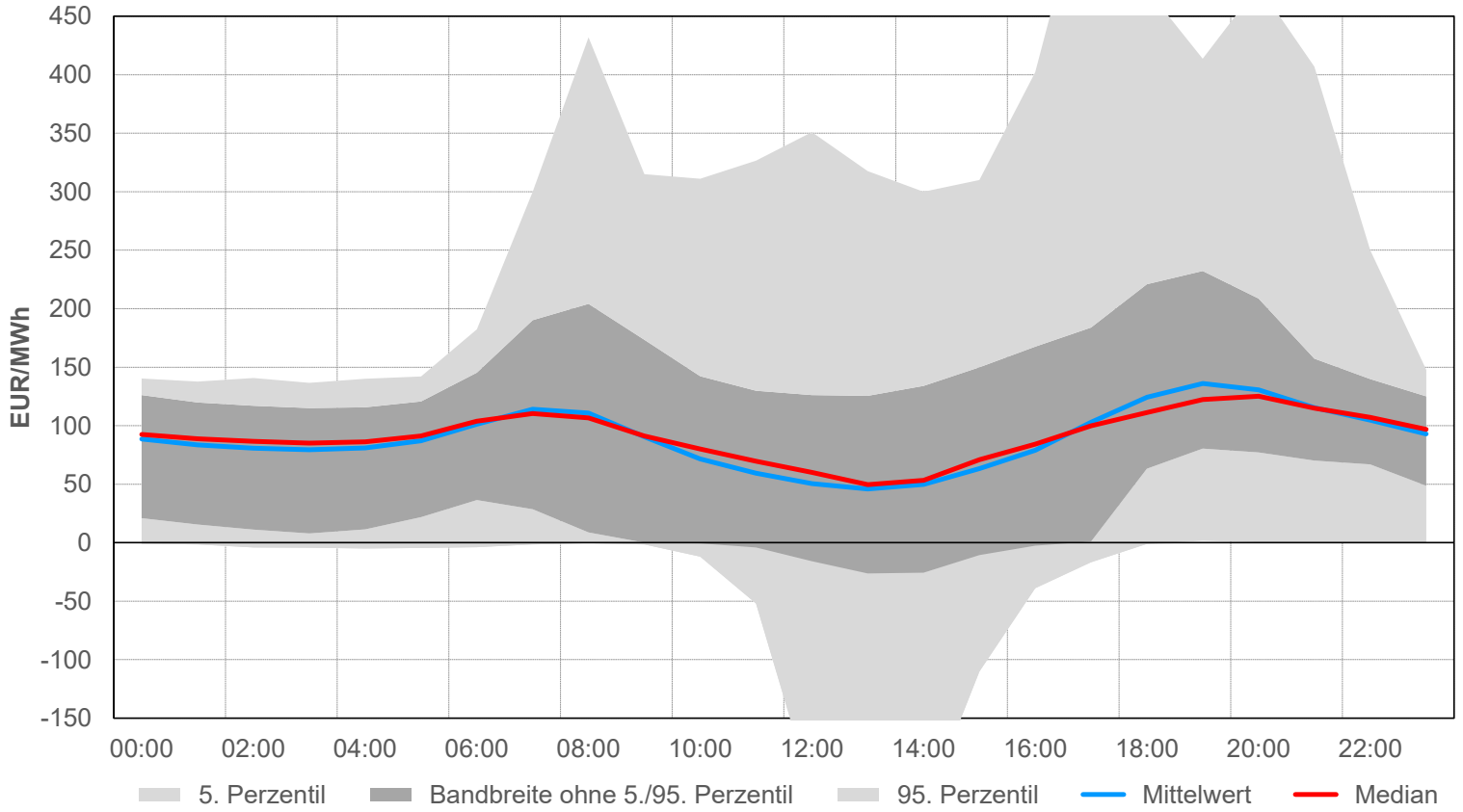


Quellen: AG Energiebilanzen, Öko-Institut

- **Gravierender Strukturwandel im deutschen Stromsystem**
  - massiver Hochlauf der Erneuerbaren ab 2000
  - Atomausstieg in Wellen 2000/2002, 2010/2011, 2022/2023
  - hinter den Erwartungen zurück-bleibende CO_2-Emissions-minderungen bis 2015
  - aktive Kohle-Ausstiegspolitik ab 2015
  - (CO_2-) marktgetriebene Beschleunigung des Kohle-ausstiegs im Zulauf auf 2030
- **Deutliche Änderungen regionaler und technologischer Erzeugungs-muster mit Konsequenzen für Infrastruktur – und Marktdesign**
- **Deutliche Veränderungen für Kosten-strukturen im Großhandelsmarkt**

Die Preisstrukturen des Strommarktes in NWE
Die Situation im Jahr 2025

Tages-Preisstrukturen für alle Tage 2025

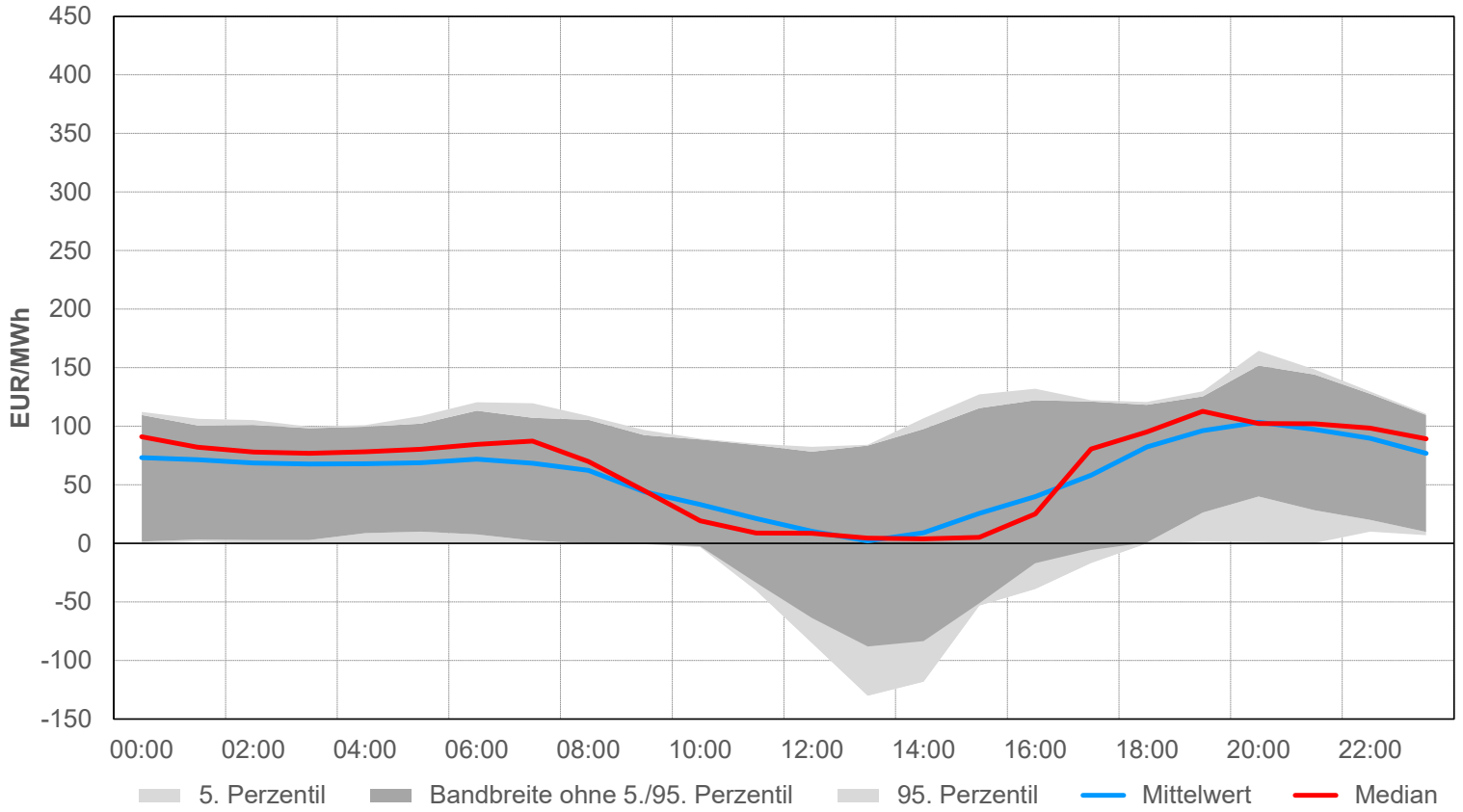


Quelle: EPEX Spot, Öko-Institut

- **Grundmuster**
  - im Mittelwert und Median geringe tageszeitliche Schwankungen
  - Bandbreiten teilweise sehr groß
    - nach unten: vor allem in den Mittagsspitzen
    - nach oben: vor allem in den Morgen- und Abendstunden mit Schwerpunkt in den Abendstunden
  - saisonale Unterschiede (sehr) groß

Die Preisstrukturen des Strommarktes in NWE
Die Situation im Jahr 2025

Tages-Preisstrukturen, Wochenend- und Feiertage von Juni bis September 2025

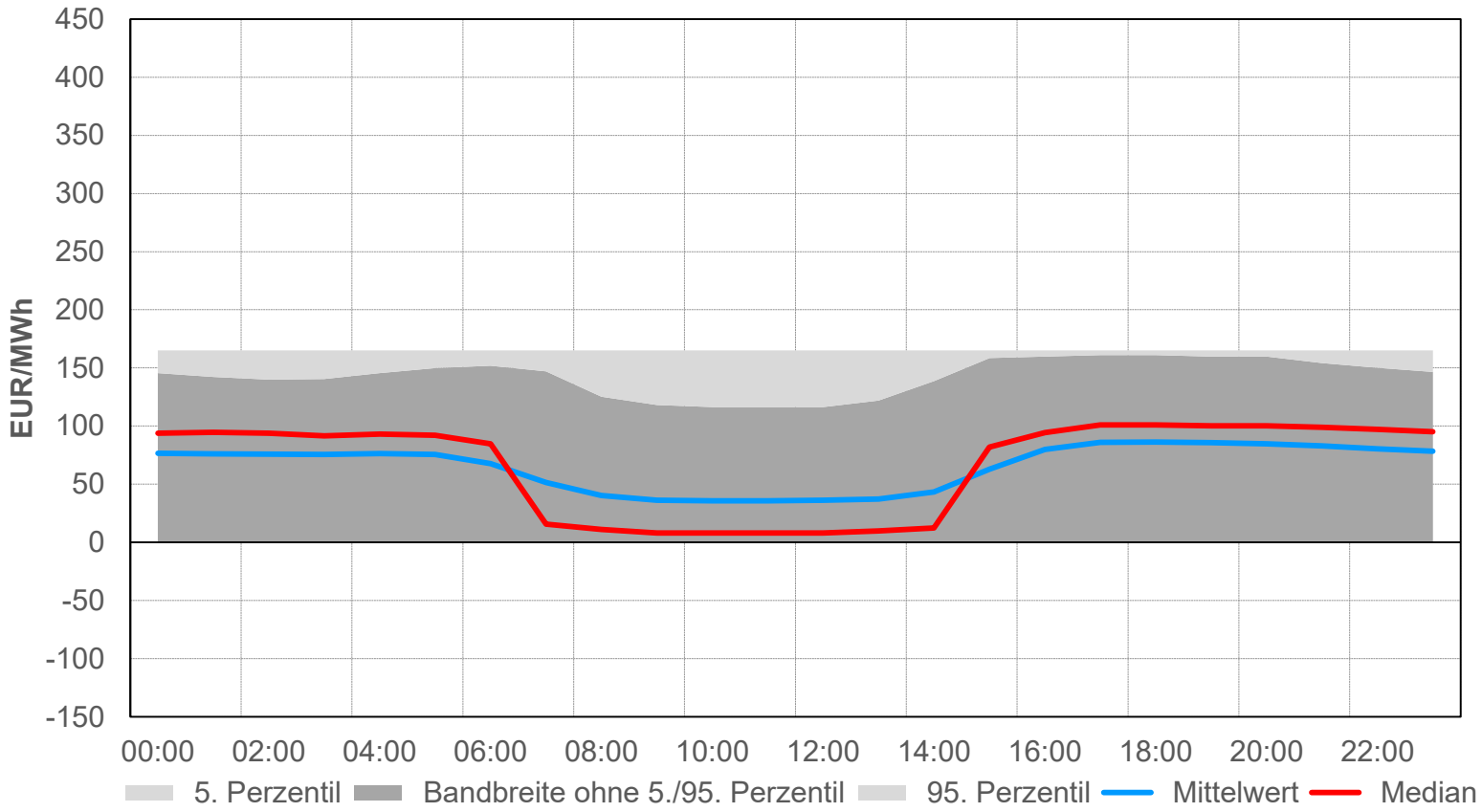


Quelle: EPEX Spot, Öko-Institut

- **Grundmuster**
  - generell niedrige Preisniveaus
  - PV-getriebene Null-/Negativ-Preise von 10 bis 16 Uhr
  - Erdgas-getriebene Preisniveaus für den Rest des Tages

Die Preisstrukturen des Strommarktes in NWE
Die Situation im Jahr 2035

Tages-Preisstrukturen, alle Tage 2035 (Modellierung Projektionsbericht 2026)

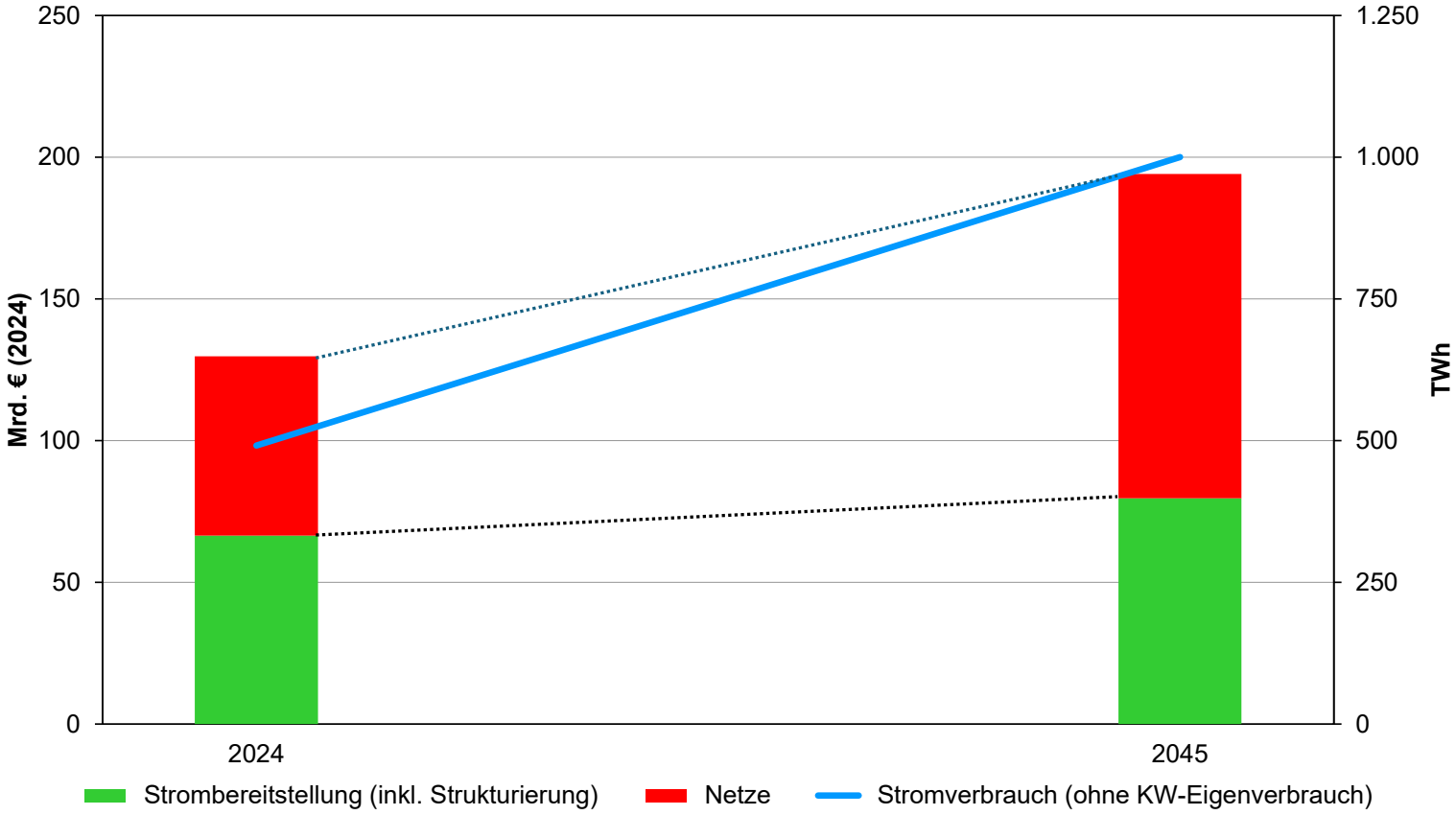


Quelle: Öko-Institut

- **Grundmuster**
  - deutlich gesunkene Mittel-/ Medianwerte
  - ganzjährig ein PV-getriebenes Tagesprofil
  - große Ähnlichkeit zu den derzeitigen Strukturen an Wochenenden im Sommer
  - modellierungsbedingt wenige Extremwerte
  - Refinanzierungskapazität des Strom-Großhandelsmarktes sinkt erkennbar sehr stark ab

Das deutsche Stromsystem
Deutlich veränderte Kostenstrukturen – Netzkosten und –ausbau als neuer *Hot Spot*

Durchsatz und Gesamtkosten des deutschen Stromsystems (Prinzipdarstellung)

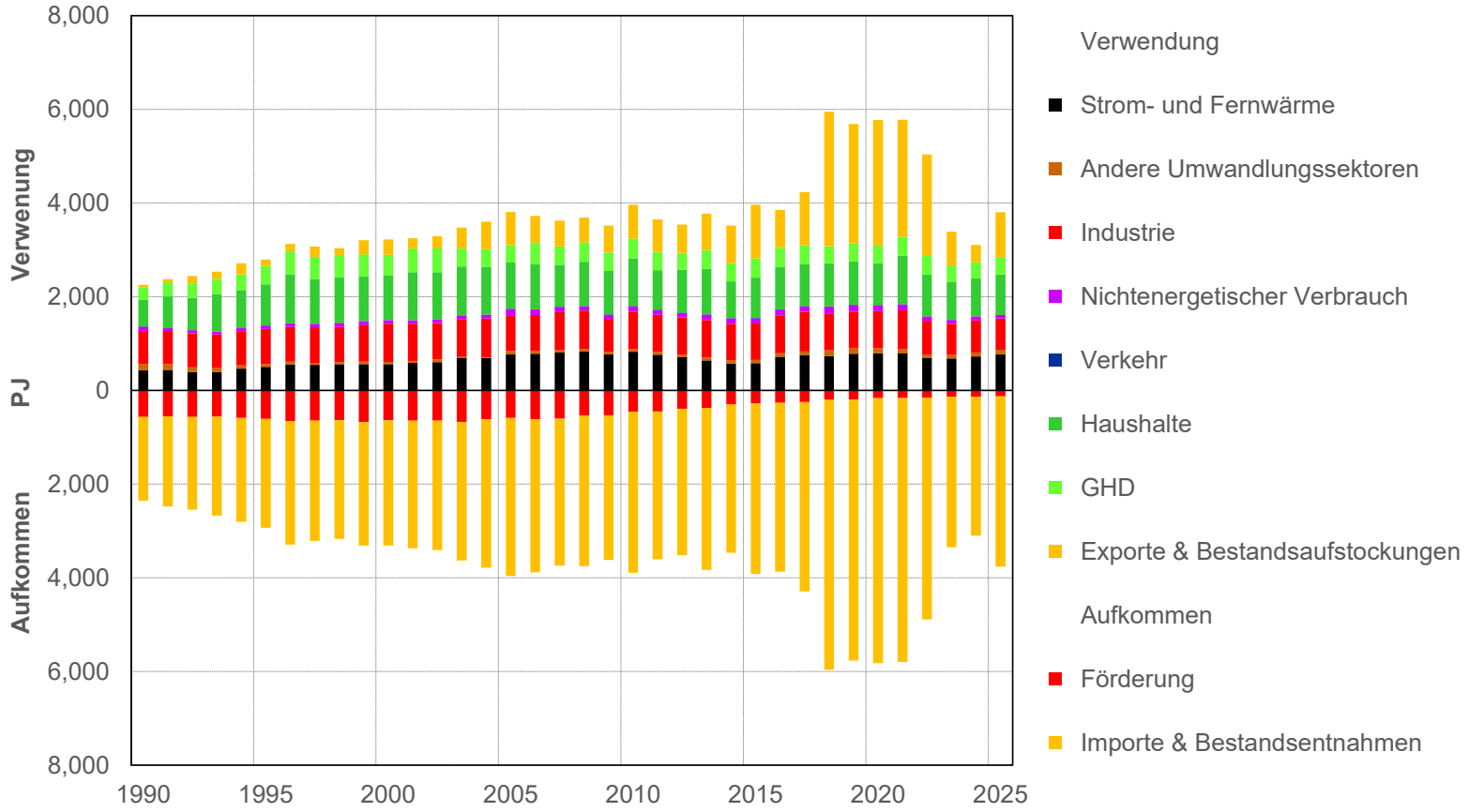


Quelle: Öko-Institut

- **Niveauveränderungen für den Stromsystemdurchsatz im Grundsatz unstrittig**
  - 2024: ca. 500 TWh (ohne Kraftwerkseigenverbrauch)
  - 2030: ca. 600-700 TWh
  - 2045: ca. 1.000 TWh
  - was kommt ggf. später, was kommt zusätzlich, was kommt nicht mehr
- **Kostenstrukturen ändern sich signifikant**
  - derzeit >50% Bereitstellung
  - zukünftig <40% Bereitstellung
  - Netzkosten zukünftig deutlich größter Anteil
  - Durchsatzrisiko ist bei Netzkosten erheblich
- **(Verteil-) Netzausbau als Engpass für Ausbau Erneuerbarer und Batterien sowie der (massiven) Elektrifizierung**

Erdgas im deutschen Energiesystem
Historische Trends

Gesamter Erdgas-Verbrauch für Deutschland



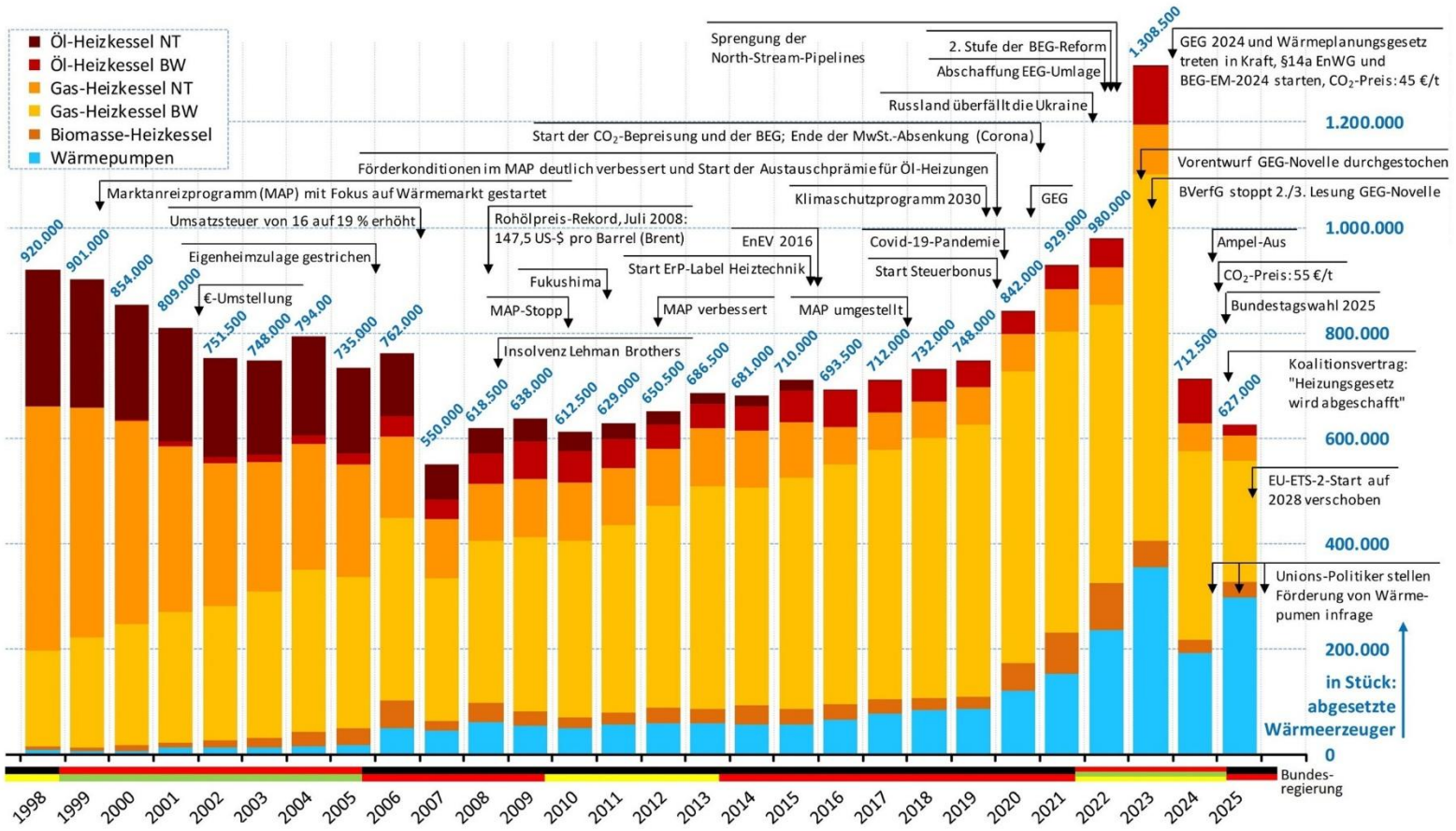
Quellen: AG Energiebilanzen, Öko-Institut

- Deutlicher Strukturwandel im „großen Bild“ der Erdgasversorgung
  - deutliche Verringerung der Erdgas-importe nach Deutschland ab 2023
  - sehr starker Rückgang der Erdgas-transite
  - deutlicher Rückgang des inländischen Erdgasverbrauchs
- Strukturen des Erdgasverbrauchs in Deutschland
  - Energiewirtschaft (v.a. FW) 30%
  - Industrie (inkl. Feedstocks) 28%
  - Gebäude (Haushalte + GHD) 42%
  - d.h. >80% Wärme, >65% Niedertemperaturwärme (direkt & FW)
- Für zukünftige Trends dominieren
  - Strukturwandel der Industrie
  - Ablösung Erdgas im Wärmebereich

Öko-Institut

Technologie- und Energieträgerkonkurrenz im (Niedertemperatur-) Wärmemarkt
Erklärungsfaktoren für Vergangenheitstrends: Stellgrößen für schnellen Strukturwandel

Gesamter Absatz von Heizungsanlagen in Deutschland

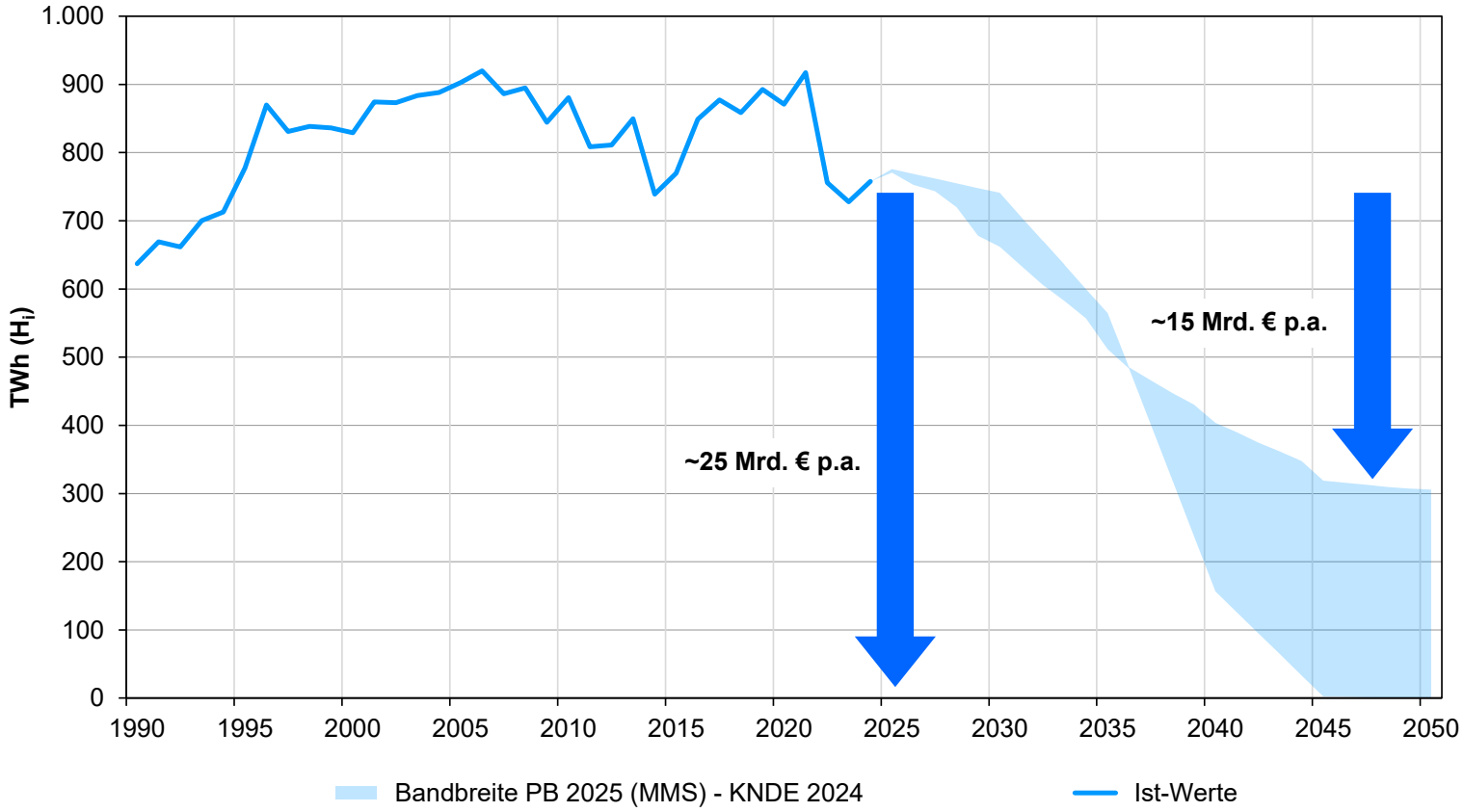


Quelle: https://www.tga-fachplaner.de/

- Wachstumstrend beim Einbau von Erdgasheizungen (Neubau und Bestand) seit 2024 klar gebrochen
- Gesamteinbruch des Heizungsmarktes als Effekt vielfältiger Ursachen
  - Verunsicherungen durch politische Regulatorik und politische Debatten
  - unklare und wechselnde Förder-kulisse
  - unsichere makroökonomische Lage
  - Kostenexplosion im Wohnungsmarkt
- Unverändert unvorteilhafte Rahmen-bedingungen
  - anhaltend ungünstiges Strom- zu Gaspreisverhältnis
  - Marktstruktur und Geschäftsmodelle des Installationsgewerbes
- Neue Rahmenbedingungen
  - Volatilitätserfahrung als New Normal

Zukünftige Perspektiven des Erdgasverbrauchs in Deutschland
In jedem Fall massive Marktschrumpfung – und deutliche Erhöhung der Resilienz

Gesamter Erdgas-Verbrauch für Deutschland

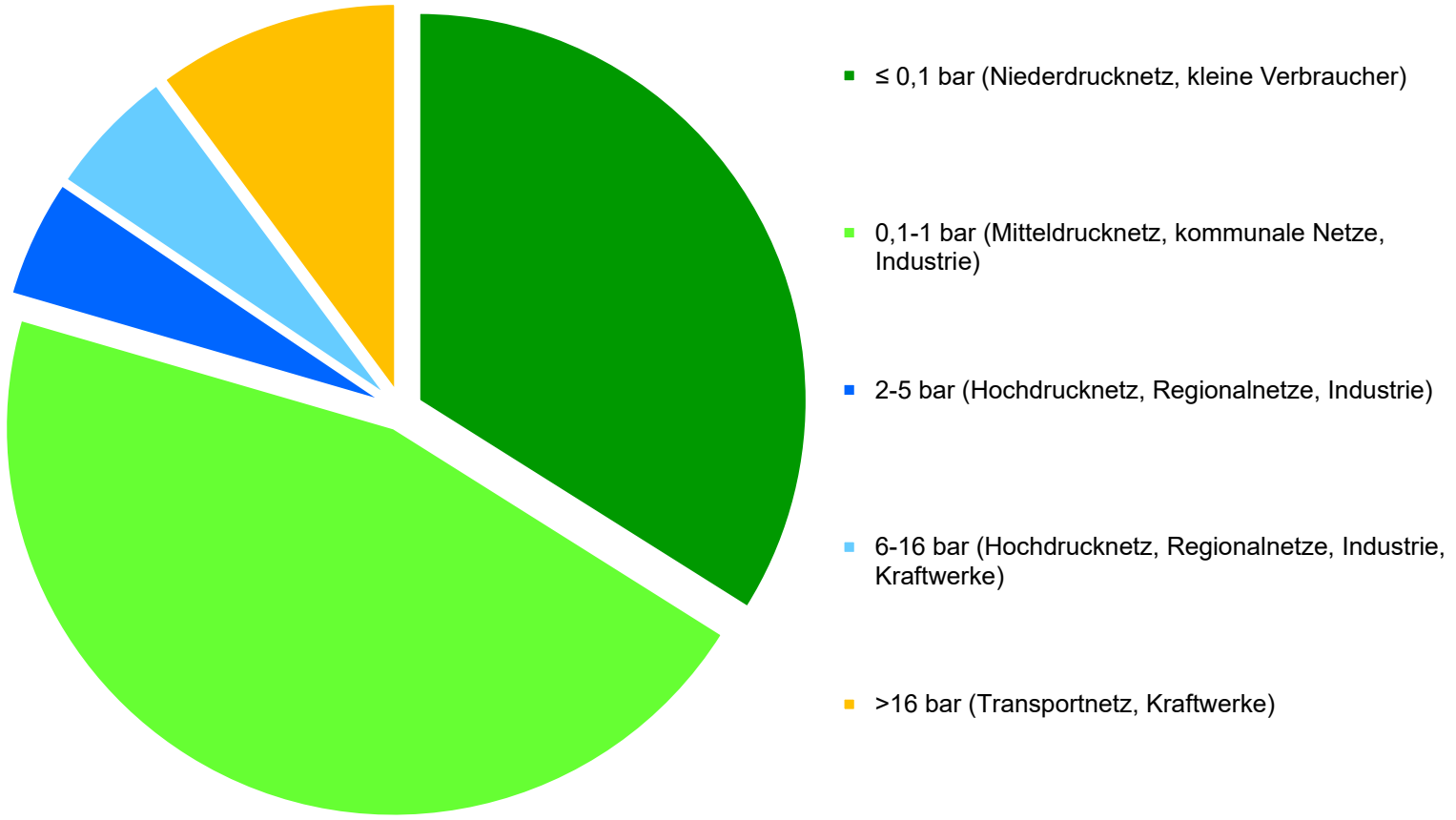


Quellen: Agora (2024), UBA (2025), AG Energiebilanzen, Öko-Institut

- Erfolg von Klimapolitik determiniert zukünftigen Erdgasverbrauch
- Prototypische Bandbreiten
  - Exploratives Szenario: Projektionsbericht 2025 (MMS) (Langfrist-Klimaziel verfehlt)
  - Ziel-Szenario: Klimaneutrales Deutschland 2045
- relativ enger Korridor bis ca. 2035
  - Rückgang auf ca. 500 TWh
  - Dekarbonisierung der Energiewirtschaft und von Teilen der Industrie und der Gebäude
- danach relativ große Bandbreite
  - Rückgang auf ca. 0-300 TWh
  - Erfolg/Misserfolg bei Umsetzung Klimaneutralität für Industrie & (Bestands-)Gebäude (ESR-Kosten!)
  - Instrumentenmix im stetigen Wandel

(Methan-) Gasnetze in der Transformation
Der entscheidende Faktor und die entscheidende Herausforderung (1)

Struktur der Netzlängen nach Druckstufen der Letztverbraucher-Ausspeisung (2024)

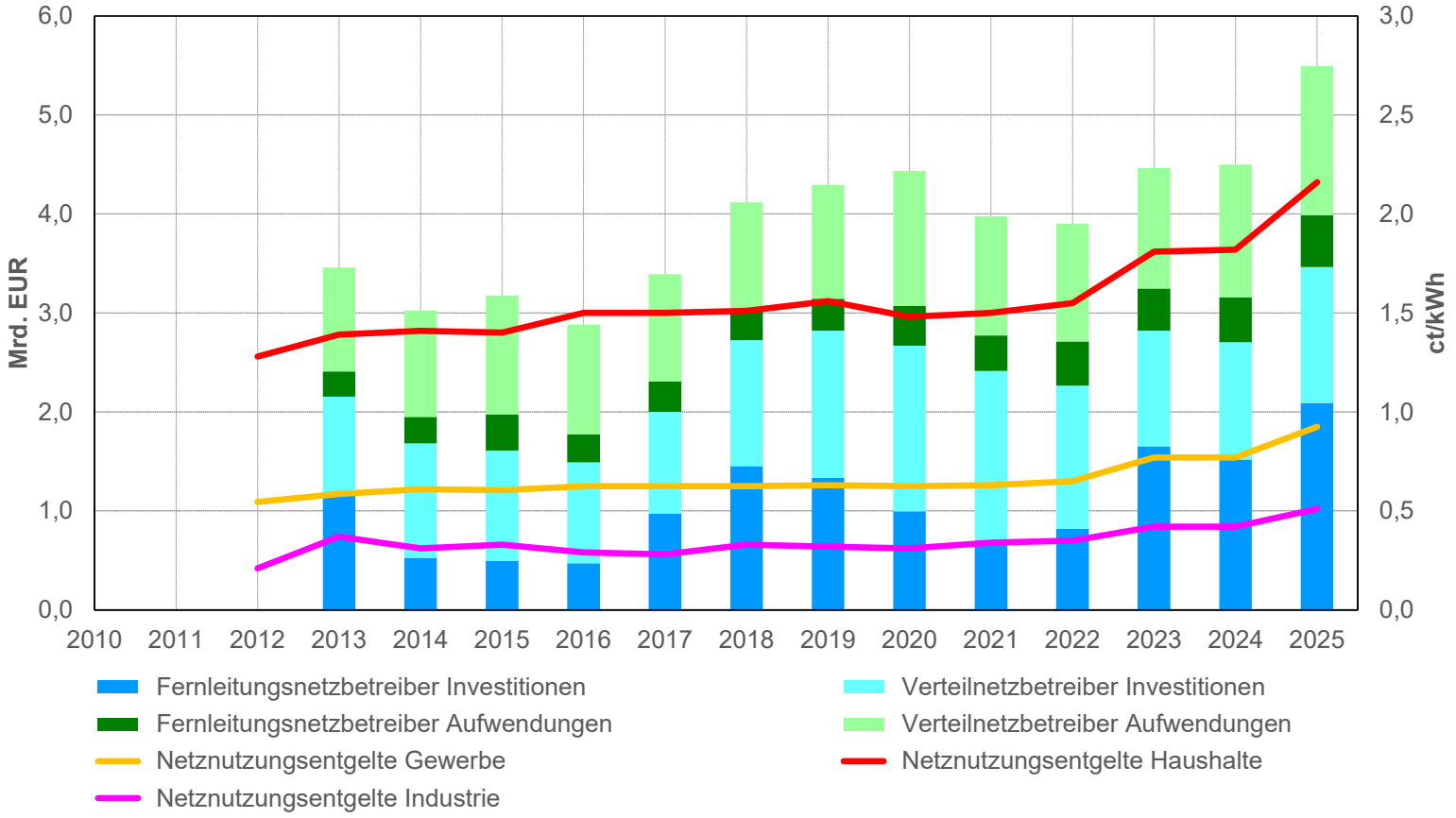


Quellen: BNetzA, Öko-Institut

- Unterschiedliche Netzstufen werden von den neuen Erdgastrends (vor allem Zeitverlauf) unterschiedlich stark betroffen sein
  - sehr große Teile der Nieder- und Mitteldrucknetze werden für den Zeithorizont der nächsten 15-20 Jahre nicht zu halten sein
  - Hochdrucknetze sind vor allem vom Verbrauch in den nachgelagerten Netzstufen sowie der Entwicklung von Industrienachfrage und FW-/Stromerzeugung abhängig, Umnutzungspotenziale sind vorhanden, aber begrenzt
- Unsicherheiten sind und bleiben groß
  - aktives Management der Netzwerk-Stilllegungs- und Umnutzungsprozesse notwendig (Aus- und Umbaunotwendigkeiten der Strom- und FW-Netze als Zusatztreiber)

(Methan-)Gasnetze in der Transformation
Der entscheidende Faktor und die entscheidende Herausforderung (2)

Investitionen in die Gasnetze und Entwicklung der Netznutzungsentgelte



Quellen: BNetzA, Öko-Institut

- Unterschiedliche Trends
  - Investitionen der Fernleitungsnetz-betreiber dominieren seit 2022 durchgängig (vorher nur in wenigen Einzeljahren), v.a. als Folge der Umstrukturierungen der neuen Erdgasimportstrukturen
  - insgesamt deutlich steigende Investitionen (aus sehr unterschiedlichen Gründen)
- Netznutzungsentgelte v.a. für private Haushalte steigen seit 2022 sehr stark
  - durch Investitionsniveaus (die erst mit langer Verzögerung kostenseitig durchschlagen) nicht erklärbar
  - Abschreibungsstrategien als zentraler Erklärungsfaktor
  - Preiserhöhungen allein durch höhere NNE entsprechen etwa einem Preis-äquivalent von 37 €/t CO_2

Strukturelle Veränderungen der Molekülmärkte
Die (potenzielle) Rolle von Wasserstoff

Mindesteinsatzmengen H_2/Derivate & Alternativen zur Erreichung von Klimaneutralität

	Commited	(Climate neutrality) target levels				
	2030	**2035**	**2045**	**2035**	**2045**	
	TWh (NCV)	TWh (NCV) p.a.		Mio. t CO_2 p.a.		
Hydrogen	**3,X**	**80**	**265**	**18**	**55**	
Power & DH	0,X	30	130	6	26	no relocation, partly CCS competition, partly BESS competition
Refineries	1,5	5	0	1	0	no (actual) relocation, decreasing potential
Iron & steel	1,0	10	40	2	8	relocation (green = costs, dirty = problematic), partly CCS competition
Chemical industry	-	5	60	1	12	relocation (green = costs, dirty = problematic), partly CCS competition
Others	0,X	1	5	0	1	
Trucks	0,X	30	30	8	8	no (actual) relocation
Derivates	**1,5**	**60**	**220**	**16**	**59**	
Transport (i.e. avia & navig)	1,5	50	120	13	32	no (actual) relocation
Industry	-	10	100	3	27	relocation (green = costs, dirty = problematic), partly CCS competition
Total		**140**	**485**	**34**	**114**	
For comparison						
1 percentage point emission reduction (1990 DE levels)					**13**	
10% of "DE share" North Sea storage infrastructure					**8**	

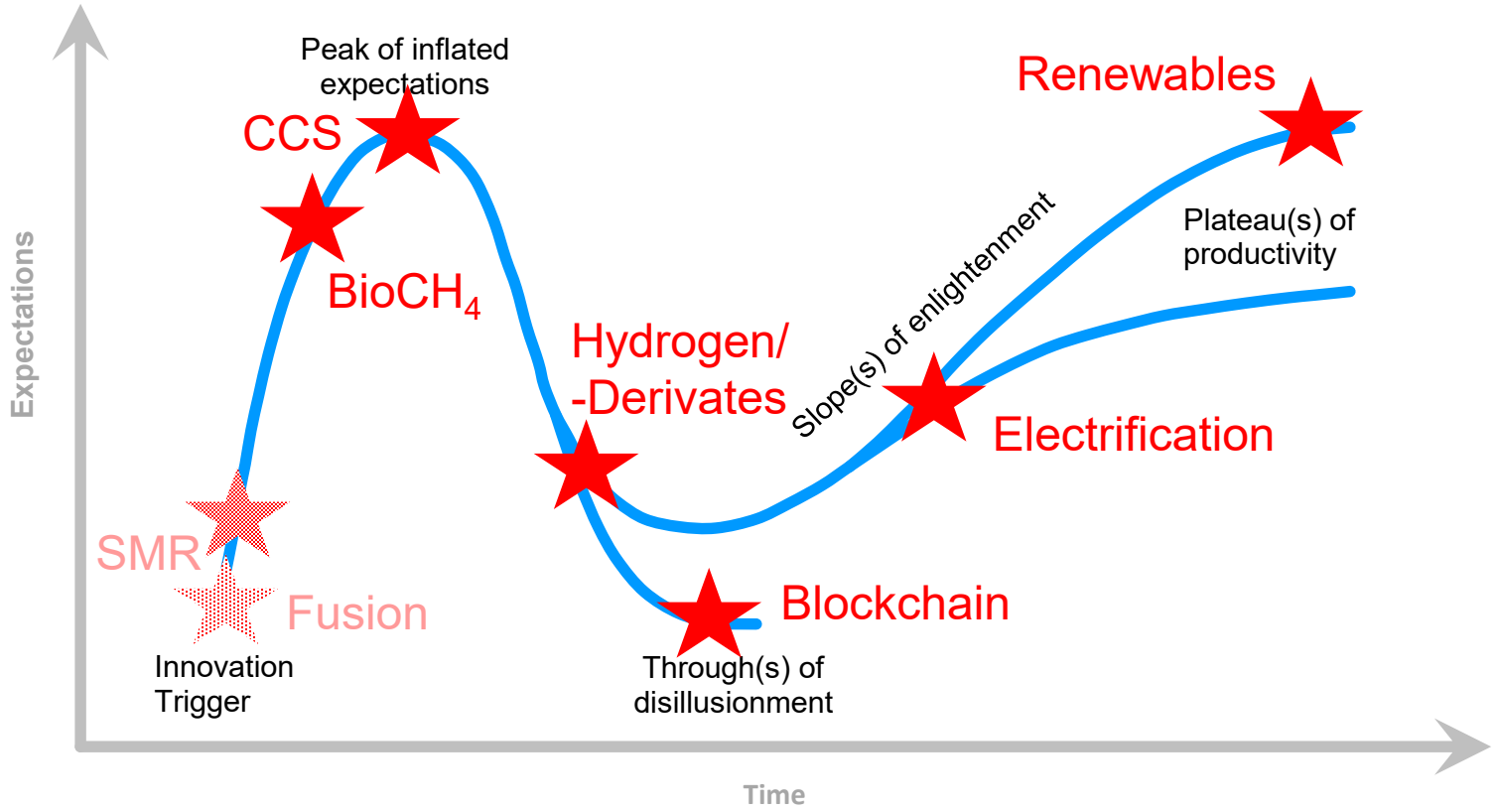
- Ursprüngliche H_2-Ziele für 2030 werden massiv verfehlt
  - Emissionsminderung von >20 Mio. t CO_2 fehlt für 2030
  - viele Gründe, Kostensituation ist entscheidend
- Klimaneutralitätspfad 2035/2045 nicht gesichert
  - 34 bzw. 114 Mio. t CO_2-Emissions-minderung müssten durch H_2 erbracht werden
  - ca. 50:50 H_2 & Derivate
  - im Vergleich zu Erdgas sehr geringe Verbrauchsniveaus (bei optimi-stischen Annahmen für Industrie)
  - grundsätzliche Änderung der Abnehmerstrukturen (überwiegend zentrale und teilweise neue Groß-verbraucher)

Strukturelle Veränderungen des Molekülmärkte
Die (potenzielle) Rolle von Biomethan

- **Ist-Stand und Perspektiven**
  - derzeit ca. 12 TWh Biomethan-Nutzung
  - aktuelles (netto-) Wachstum vor allem getrieben durch den Verkehrssektor (derzeit 4 TWh mit hohen Anreizen der THG-Quote), BHKW-Einsatz deutlich rückläufig (derzeit 6-7 TWh, attraktiv nur durch EEG), Wärmesektor (derzeit 1 TWh) sehr klein, Veränderungen der wirtschaftlichen Anreize haben nur etwa hälftig zu Netto-Wachstum geführt
  - einheimische (Langfrist-) Potenziale auf Basis nachhaltig verfügbarer Biomasse extrem unsicher (50% der aktuellen Produktion auf Basis Mais), einheimisches Aufkommen 20-50 TWh?
  - Biomethan-Importe auf Basis nachhaltig verfügbarer Biomasse extrem spekulativ
  - derzeit allenfalls sicher: kleinere Biomethan-Cluster/-Inseln
- **Völlig unklare Kostensituation bzw. sehr hohe Kosten (Anhaltswert: 50 €/MWh (H_o) = 275 €/t CO_2)**
  - frei gehandelte Mengen (v.a. für THG-Quote) derzeit 75 bis 145 €/MWh (Ho)
  - impliziter Preis für Biomethan-Beimischung von 10% nach Verivox (Stand 2026/04) derzeit bei ca. 170 €/MWh (Ho)

Nachbemerkung: Gesellschaftliche Stimmung und Politik werden auch in der Energie-/ Klimapolitik teilweise von Hype-Zyklen getrieben. Aufgeklärter Umgang damit ist nötig.

Gartner Hype Cycle - erweitert für die Energie- und Klimapolitik



Quelle: Öko-Institut

- (Auch) die nächsten Jahre werden durch eine Abfolge von Hype-Cycle-Durchläufen geprägt sein:
  - Implikation der Klimaneutralitäts-Ziele in einigen Bereichen werden deutlicher und erfordern Neueinordnungen (z.B. CCS)
  - Konsolidierung der Lösungsbeiträge zentraler Energiewende-Säulen auf der Agenda (Erneuerbare, Elektrifizierung)
  - Objektivierung der Erwartungen zu wesentlichen Säulen der Energiewende im Prozess (H_2-/Derivate)
  - neue Hype-Prozesse (Biomethan)
  - Austragung von Verteilungskonflikten über Entwicklungsnarrative
  - Technologieneutralitätsgrenzen über Infrastrukturbindungen/-konkurrenzen

Besten Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Felix Chr. Matthes
Energy & Climate Division
Büro Berlin
Borkumstraße 2
D-13189 Berlin
f.matthes@oeko.de
www.oeko.de
linkedin.com/in/felix-christian-matthes/