

Contents

1 Climate Assessment Europe 2026	4
2 0. Revision und Erweiterungen	4
3 1. Executive Assessment	5
3.1 1.1 Verhältnis zu den Klimaprojektionen	6
3.2 1.2 Gesamtbewertung	6
4 2. Begriffe und methodische Trennung	7
4.1 2.1 Wetterextrem $\neq$ Klimazustand	7
4.2 2.2 Dürretypen	7
4.3 2.3 Pegelstand $\neq$ Abfluss $\neq$ Fahrrinnentiefe	8
5 3. Beobachtungen 2025-2026	8
5.1 3.1 Temperatur: Juni 2026	8
5.2 3.2 Hydrologische Vorbelastung 2025	8
5.3 3.3 Frühjahr und Juli 2026	8
6 4. Mitteleuropa-Dashboard: Deutschland, Österreich, Tschechien, Polen	9
6.1 4.1 Deutschland	9
6.1.1 Juli 2026	9
6.1.2 Bundeswasserstraßen, 9.-13. August 2026	9
6.1.3 Kontextwerte	9
6.2 4.2 Österreich	9
6.3 4.3 Tschechien	10
6.3.1 Juli 2026	10
6.3.2 Woche 3.-9. August 2026	10
6.3.3 Bedeutung	11
6.4 4.4 Polen	11
6.4.1 Schifffahrt auf der Wisła	11
7 5. Schifffahrt: vom hydrologischen zum logistischen Ereignis	11
7.1 5.1 Rhein als kritischer Engpass	11
7.1.1 Ökonomische Nichtlinearität	12
7.2 5.2 Industrielle Folgen	12
8 6. Sonntagsfahrverbot: Status und Emissionsinterpretation	12
8.1 6.1 Status 12.-13. August 2026	12
8.2 6.2 Ist die Lockerung eine neue Emissionsquelle?	13
9 7. Quantifizierung der Emissionswirkung des Modal Shift	13
9.1 7.1 Gleiche Transportarbeit: 1 Mio. Tonnenkilometer	13
9.2 7.2 Wichtige Gegenintuition: Luftschadstoffe	15
108. Systemische Rückkopplung und Kaskade	15
119. Physikalische Wasserbilanz	16
1210. Warum die hydrologische Komponente relevanter ist als ein Temperaturrekord	16
1311. Trinkwasserknappheit: aktuelle Einordnung	17
1412. Aridifizierung und Desertifizierung	17
14.112.1 Begriffe	17
1513. Projektionen: WMO, UNEP, IPCC	17
15.113.1 WMO 2026-2030	17
15.213.2 UNEP: politischer Emissionspfad	18
15.313.3 IPCC AR6 / Europa	18
15.3.12026 vs. Projektion	18

1614. Hydrologische Projektionen speziell für Rhein, Elbe und Donau	19
16.0.1 Methodischer Hinweis BfG	19
1715. Historische Temperatur- und Niederschlagsdaten D/A/CZ/PL ab 2000	19
17.115.1 Korrektur gegenüber Version 1	19
17.1.1 Kanonische Beobachtungsquelle	20
17.1.2 Sekundäre Validierung	20
17.215.2 Verbindliches Datenschema	20
17.315.3 Drei notwendige Darstellungen	20
17.3.1A. Vollständige Monatszeitreihe	20
17.3.2B. Gemittelter monatlicher Jahresgang	20
17.3.3C. Jahresindikatoren	20
17.415.4 Flächengewichtung	21
17.515.5 Warum Temperatur + Niederschlag allein nicht reichen	21
1816. Klimabedingte Mortalität vs. Verkehr und Terrorismus	21
18.116.1 Europäische Hitzemortalität	21
18.216.2 Deutschland 2026 — Zwischenstand	21
18.316.3 Straßenverkehr	22
18.416.4 Terrorismus	22
18.516.5 Größenordnungsvergleich 2024	22
1917. Fiskalische Policy Coherence: Klimaschutzförderung vs. fossile Unterstützung	22
19.117.1 Warum keine einfache „Klimageld minus Fossilgeld“-Zahl genügt	23
19.217.2 Drei Datenebenen	24
19.2.1 Ebene A — lange State-Aid-Reihe 2000–2024	24
19.2.2 Ebene B — harmonisierte Energiesubventionen ab 2015	24
19.2.3 Ebene C — nationale Rechnungs-/Transferdaten als Cross-Check	24
19.317.3 Aktuelle belastbare Ankerwerte	25
19.417.4 Fossil ist nicht gleich Carbon Lock-in	26
19.4.1A. fossil_continuation	26
19.4.2B. fossil_crisis_temporary	26
19.4.3C. fossil_exit_transition	26
19.517.5 Automotive: Klassifikation nach Zweck statt Firmenname	27
19.617.6 Climate Policy Coherence Index — materialisierte Fassung	27
19.6.117.6.1 Warum zwei CPCI-Varianten nötig sind	27
19.717.7 Tatsächliche CPCI-EI-Zeitreihe 2015–2024	28
19.7.1 Interpretation	28
19.817.8 Belastbarer 2024-Vierländervergleich	29
19.8.1 Warum das Ranking je nach Scope wechseln kann	29
19.917.9 CPCI-REEF/FF-Zeitreihe und 2024-Sensitivität	30
19.1017.10 Zeitraum 2000–2014: bewusst kein erfundener CPCI	30
19.10.17.10.1 Zusätzliche Größen	31
19.10.27.10.2 Kopplung an reale Emissionen	31
19.117.11 Aussagegrenze	32
19.1217.12 Die offene fiskalisch-ethische Frage	32
19.12.17.12.1 Der Zielkonflikt ist nicht einfach „Klima versus Arbeitsplätze“	32
19.12.27.12.2 Opportunitätskosten öffentlicher Mittel	33
19.12.37.12.3 Lock-in als fiskalische Pfadabhängigkeit	34
19.12.47.12.4 Verteilungsfrage	35
19.12.57.12.5 Intergenerationelle Dimension	35
19.12.67.12.6 Verursacherprinzip und Allgemeinheitsfinanzierung	36
19.12.77.12.7 Transformationsgerechtigkeit als mögliche dritte Perspektive	36
19.12.87.12.8 CPCI als Diagnose, nicht als moralischer Punktestand	37
19.12.97.12.9 Die bewusst offene Frage	37
19.1317.13 Klimazonen, aride Regime und ihre Verschiebung	37
19.13.17.13.1 Warum das relevant ist	38
19.13.27.13.2 Materialisierbarer methodischer Pfad	38
19.13.37.13.3 Proxy-Validierung	39
19.1417.14 Rückläufiger Schneefall, Schneespeicherdefizit und Tauwasser	39
19.14.17.14.1 Hydrologische Logik	40
19.14.27.14.2 Europaweite Evidenz	40

19.14.37.14.3 Einordnung für Mitteleuropa	40
19.157.15 Revisionsstatus und Vollständigkeitslogik	41
19.167.16 Climate-Zone-Shift-Layer v1.0 — reproduzierbare Spezifikation	41
19.16.17.16.1 Zwei parallele direkte Klassifikationen	41
19.16.27.16.2 Zeitmodell: keine „jährlichen Klimazonen“	43
19.16.37.16.3 Direkte Metriken	43
19.16.47.16.4 Räumliche Gewichtung	44
19.16.57.16.5 PET-Konvention und Datenhygiene	44
19.16.67.16.6 Proxy-Validierung statt Zirkelschluss	45
19.16.77.16.7 Site-Visualisierung	45
19.16.87.16.8 Was bereits belastbar materialisiert ist — und was noch nicht	45
19.177.17 UNEP 2026: vom 1,5-°C-Vermeidungsziel zum Overshoot-Management	46
19.17.17.17.1 Größenordnung des verbleibenden Pfades	46
19.17.27.17.2 Warum Dauer ebenso wichtig ist wie Peak	47
19.17.37.17.3 Konsequenz für Mitigation und Adaptation	47
19.17.47.17.4 Net-zero wird zum Zwischenziel	48
19.17.57.17.5 Irreversibilität trotz späterer Rückkehr	48
19.17.67.17.6 Konsequenz für den CPCI und die fiskalische Frage	48
19.17.77.17.7 Delta gegenüber V6.1	49
2018. Unser Begriff des „klimatischen Ereignishorizonts“	49
20.118.1 Was die Dürre 2026 an dieser These verändert	49
20.218.2 UNEP-Overshoot-Befund und Ereignishorizont	50
2119. Haben wir einen Kipppunkt erreicht?	50
21.119.1 Kein belegter singulärer globaler Kipppunkt	50
21.219.2 Aber: steigende Wahrscheinlichkeit regionaler Schwellen	50
2220. Systemmodell: Ereignishorizont statt „Klimaklippe“	51
2321. Daten- und Diagrammarchitektur für die Site	51
23.121.1 Diagramm A — Monatsmitteltemperatur D/A/CZ/PL	51
23.221.2 Diagramm B — Temperaturanomalie	51
23.321.3 Diagramm C — Monatsniederschlag	52
23.421.4 Diagramm D — Dürreindikatoren	52
23.521.5 Diagramm E — Flussniedrigwasser	52
23.621.6 Diagramm F — Logistik	52
23.721.7 Diagramm G — Emissionen je tkm	52
23.821.8 Diagramm H — Mortalität	52
23.921.9 Diagramm I — globale Erwärmung und Projektionskorridore	52
23.101.10 Diagramm J — Climate vs. Fossil Support	53
23.111.11 Diagramm K — kumulierte Förderimpulse	53
23.121.12 Diagramm L — CPCI	53
23.131.13 Diagramm M — Policy Coherence vs. reale Emissionen	53
23.141.14 Diagramm N — Overshoot, Peak und Decline	53
2422. Datenmodell	53
24.122.1 climate_monthly.csv	53
24.222.2 hydrology.csv	54
24.322.3 drought_status.csv	54
24.422.4 transport_impact.csv	54
24.522.5 mortality.csv	54
24.622.6 projections.csv	54
24.722.7 policy_support.csv	54
24.822.8 policy_annual_aggregate.csv	54
24.922.9 policy_source_manifest.csv	54
2523. Qualitätsregeln	55
2624. Quellenregister	55
26.1 Klima / Dürre / Hydrologie	55
26.2 Bundeswasserstraßen / Schifffahrt	56
26.3 Verkehrsemissionen	56

26.4 Hydrologische Klimaprojektionen	56
26.5 Globale Klimaprojektionen	56
26.6 Historische Datenbasis	57
26.7 Gesundheit / Mortalität	57
26.8 Verkehrstote / Terrorismus	57
26.9 Aridität / Böden	57
26.10 Fiskalpolitik / Klima- und Fossilsubventionen	58
27 25. Quellenhierarchie	60
28 26. Asset-Manifest	60
28.1 Klima/Hydrologie — bestehende Assets	60
28.2 CPCI / Policy Coherence — Version 4	60
28.3 Normative / konzeptionelle Assets — Version 5	61
28.4 Klimazonen / Schnee / Revision — Version 6	61
28.5 Climate-Zone-Shift-Layer — Version 6.1	61
28.6 UNEP Overshoot — Version 6.2	62
29 27. Schlussassessment — hydrologischer Stand 13. August, Policy-Revision 19. August, UNEP-Overshoot-Update 2. September 2026	62
29.1 UNEP-Update vom 2. September 2026	62
29.2 Ereignishorizont	63

1 Climate Assessment Europe 2026

Version: 6.2 — UNEP Overshoot-Befund vom 2. September 2026 integriert

Datenstand: Klimaphysik/Hydrologie 13. August 2026; Fiskal-/Subventionsdaten geprüft bis 19. August 2026; UNEP-Overshoot-Assessment 2. September 2026

Schwerpunkt: Europa mit operativem Fokus auf Deutschland, Österreich, Tschechien und Polen

Beobachtungszeitraum: historische Reihen ab 2000; aktuelle Ereignisdaten 2025–2026

Referenzklima für regionale Anomalien: 1991–2020, sofern nicht anders angegeben

Vorindustrielle Referenz für globale Erwärmung: 1850–1900

Ziel: belastbare, zitierfähige und maschinenlesbar erweiterbare Grundlage für eine persönliche Informations-Site.

Kernaussage, hydrologischer Stand 13.08.2026: Die Dürre 2026 in Mitteleuropa hat sich von einer meteorologischen und agrarischen Belastung zu einem **hydrologisch-logistischen Compound Event** entwickelt. Rhein, Elbe und Donau weisen extreme Niedrigwasserstände auf; in Tschechien sind Oberflächenwasser, Grundwasser und Quellschüttungen außergewöhnlich niedrig, in Polen bestehen großflächige hydrologische Dürrewarnungen. Die Folgen reichen inzwischen in Schifffahrt, Industrie, Energieversorgung und Straßengüterverkehr. Diese Entwicklung ist außergewöhnlich, aber grundsätzlich mit den Projektionen für ein wärmeres Europa vereinbar. Sie ist **kein Beleg für einen einzelnen globalen Klimakipppunkt**, stärkt aber die These, dass Europa bereits in einer Phase strukturell gekoppelter Klimarisiken angekommen ist.

2 0. Revision und Erweiterungen

Die ursprüngliche Fassung vom 8. August 2026 wurde iterativ auf Grundlage neuer Daten und zusätzlicher Analyseebenen erweitert. Wesentliche Änderungen:

1. **Aktuelle Dürrelage Mitteleuropa:** EDO/Copernicus, ČHMÚ, IMGW, ELWIS/WSV und viadonau ergänzt.
2. **Rhein, Elbe, Donau:** aktuelle Pegel und kurzfristige Trends aufgenommen; Pegelstand, Abfluss, Fahrrinntiefe und Tiefgang methodisch sauber getrennt.
3. **Binnenschifffahrt:** konkrete Folgen für Ladekapazität, Buchbarkeit, Industrie und Lieferketten ergänzt.
4. **Modal Shift:** Verlagerung von Binnenschiff auf Straße/Schiene einschließlich quantifizierter Treibhausgaswirkung ergänzt.

5. **Sonntagsfahrverbot:** aus einer politischen Debatte wurden teilweise konkrete, länderspezifische Ausnahmen; der Status ist jetzt dokumentiert.
6. **Emissionsbewertung präzisiert:** Nicht die Aufhebung des Sonntagsfahrverbots selbst ist die relevante zusätzliche Emissionsquelle, sondern zusätzliche bzw. verlagerte **Lkw-Tonnenkilometer, geringere Auslastung und Leerfahrten.**
7. **Hydrologische Projektionen:** BfG/DAS-Basisdienst ergänzt. Häufigere und längere Niedrigwasserereignisse sind ausdrücklich Teil der projizierten Entwicklung.
8. **WMO aktualisiert:** Für den Mittelwert 2026–2030 besteht inzwischen eine **75%-Wahrscheinlichkeit**, dass er oberhalb von 1,5 °C gegenüber 1850–1900 liegt.
9. **Hitzemortalität 2026:** aktueller deutscher RKI-Zwischenstand ergänzt.
10. **Datenarchitektur ab 2000 korrigiert:** Für eine laufend aktualisierte Site soll ERA5/ERA5-Land direkt die kanonische Reihe liefern; CCKP bleibt komfortabler Spiegel bzw. Validierungsquelle.
11. **Grafiken und Rohdaten:** Pegeltrend, Güterverkehrsemissionen, Modal-Shift-Szenario, Mortalitätsvergleich und Systemskizze wurden als separate Assets erzeugt.
12. **Policy Coherence:** staatliche Klimaschutz-/Umweltförderung und fossile bzw. carbon-lock-in-wirksame Unterstützung werden als konträre fiskalische Signale getrennt erfasst.
13. **Langfristvergleich ab 2000:** EU State Aid Scoreboard wird als lange, harmonisierte Beihilfenreihe verwendet; für fossile Steuervergünstigungen und direkte Transfers werden ergänzend DG ENER/EEA und OECD geführt.
14. **CPCI-Prototyp:** ein Climate Policy Coherence Index wird als transparenter, scope-spezifischer Index definiert; ein einzelner Index darf niemals Daten aus methodisch inkompatiblen Quellen vermischen.
15. **CPCI materialisiert:** tatsächliche, reproduzierbare Vier-Länder-Reihen 2015–2024 wurden aus der DG-ENER-Primärdatenbank berechnet; 2000–2014 bleibt CPCI bewusst NA statt durch inkompatible Datenfamilien interpoliert zu werden.
16. **CPCI validiert:** die 2024-Berechnung reproduziert die publizierten gerundeten EHES-Länderanteile und die fossilen Fördergrößenordnungen für Deutschland und Polen.
17. **Normative Ebene ergänzt:** CPCI wird ausdrücklich als Diagnoseinstrument statt als moralischer Punktestand eingeordnet; kurzfristige Stabilisierung, Lock-in, Opportunitätskosten, Verteilung und intergenerationelle Gerechtigkeit werden getrennt analysiert.
18. **Offene Schlussfrage:** Das Assessment gibt keine politische oder moralische Antwort vor, sondern lässt die Abwägung zwischen Status-quo-Stabilisierung, Transformation und langfristiger Resilienz bewusst beim Leser.
19. **Klimazonenlogik ergänzt:** V6 ergänzt eine explizite Sektion zur heuristischen Verschiebung bioklimatischer bzw. arider Regime, inklusive methodischem Pfad zur späteren materialisierten Zonenklassifikation und unabhängigen Proxy-Signalen.
20. **Schneespeicherdefizit ergänzt:** Rückläufiger Schneefall, geringere Schneemasse und reduzierte Tauwasserbeiträge werden als langfristiger Verstärker sommerlicher Dürre und hydrologischer Defizite integriert.
21. **Revisionsdisziplin expliziert:** Was nicht belastbar genug materialisiert werden kann, wird als bewusst deferierte Ausbaustufe markiert statt stillschweigend ausgelassen oder illustrativ erfunden.
22. **UNEP-Overshoot-Befund integriert:** Das Überschreiten von 1,5 °C wird unter heutigen Politiken und plausiblen Nahfristpfaden nun als weitgehend unvermeidbar bewertet; V6.2 integriert Peak-, Dauer-, Adaptations- und Net-negative-Konsequenzen in Ereignishorizont und Policy-Coherence.

3 1. Executive Assessment

Europa erlebt 2026 eine außergewöhnliche Kombination aus hoher Temperatur, ungünstiger Niederschlagsverteilung, hoher atmosphärischer Verdunstungsnachfrage, sinkender Bodenfeuchte, niedrigen Flussabflüssen, sinkenden Grundwasserständen, Vegetationsstress, Einschränkungen der Binnenschifffahrt und Folgewirkungen auf Industrie, Energie und Logistik.

Die neuen August-Daten verändern die Grundbewertung der ersten Fassung **nicht**, verschärfen aber den Befund der systemischen Kopplung.

Copernicus meldet für Juli 2026 in großen Teilen West- und Mitteleuropas trockener als normale Verhältnisse. In Teilen Deutschlands und Österreichs gehörte die monatliche mittlere oberflächennahe

Bodenfeuchte zu den **niedrigsten Werten seit mindestens 1979** in ERA5-Land. Das European Drought Observatory beschreibt die Dürre Ende Juli in West-, Mittel- und Teilen Osteuropas weiterhin als kritisch. [S02][S04]

Damit ist die Lage nicht mehr nur als Wetteranomalie zu beschreiben:

Hitze + Niederschlagsdefizit

↓

Verdunstungsnachfrage ↑

↓

Bodenfeuchte ↓

↓

Grundwasser / Basisabfluss ↓

↓

Flusspegel und verfügbare Fahrrinnentiefe ↓

↓

Binnenschifffahrt verliert Nutzlast/Kapazität

↓

Industrie + Energie + Logistik werden betroffen

↓

Ersatzverkehr Straße/Schiene + zusätzliche Kosten/Emissionen

3.1 1.1 Verhältnis zu den Klimaprojektionen

Der Befund bleibt:

2026 ist extrem, aber bislang kein belastbarer Exzess außerhalb des IPCC-/CMIP-Projektionsraums.

Vielmehr realisiert sich regional bereits ein Teil dessen, was bei fortschreitender Erwärmung erwartet wird:

- intensivere und häufigere Hitzewellen,
- höhere Verdunstungsverluste,
- sinkende sommerliche Bodenfeuchte,
- häufigere/längere Niedrigwasserperioden,
- gekoppelte bzw. kaskadierende Risiken,
- steigende Anpassungs- und Resilienzkosten.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde beschreibt für Deutschland explizit eine künftige saisonale und räumliche Umverteilung der Abflüsse sowie **häufigere und längere Niedrigwasserereignisse** bei gleichzeitig zunehmendem Hochwasserrisiko. [S19]

3.2 1.2 Gesamtbewertung

Aussage	Bewertung	Konfidenz
2026 ist stark durch den anthropogenen Klimawandel verstärkt	sehr hoch	>95 %
Hitze-/Dürrekombination passt grundsätzlich zu AR6/CMIP6	hoch	~90 %
Mitteleuropa erlebt 2026 eine schwere hydrologische Dürre	sehr hoch	>95 %
Logistikfolgen sind ein reales Compound-/Cascade-Risk-Signal	sehr hoch	>95 %
Europäische Aridifizierung nimmt langfristig zu	hoch	~90 %

Aussage	Bewertung	Konfidenz
Regionale Desertifizierungsrisiken nehmen besonders in Süd-/Südosteuropa zu	hoch	~80 %
August-2026-Pegel beweisen einen neuen permanenten hydrologischen Klimazustand	nein	<30 %
Ein singulärer globaler Klimakipppunkt ist bereits eindeutig überschritten	nicht belegbar	<30 %
Einzelne ökologische/kryosphärische irreversible Schwellen sind bereits überschritten	wahrscheinlich	70–90 %
Europa befindet sich in einer Zone deutlich steigender Compound- und Tipping-Risiken	sehr wahrscheinlich	~90 %
Der hier definierte „klimatische Ereignishorizont“ ist bereits überschritten	wahrscheinlich	~85 %

4 2. Begriffe und methodische Trennung

4.1 2.1 Wetterextrem ≠ Klimazustand

Ein einzelner Sommer kann ein Extrem sein, ohne dass das Klimasystem „gekippt“ ist. Ein robustes Klimasignal entsteht aus Änderungen von:

- Mittelwert,
- Varianz,
- Extremwertverteilung,
- Häufigkeit,
- Dauer,
- räumlicher Gleichzeitigkeit,
- Wiederkehrintervall.

Besonders relevant ist 2026 die **räumliche und sektorale Gleichzeitigkeit**.

4.2 2.2 Dürretypen

Typ	Hauptindikator	Relevanz
meteorologische Dürre	Niederschlagsdefizit, SPI	Beginn der Wasserknappheit
klimatische Dürre	Niederschlag minus Verdunstungsnachfrage, SPEI	Temperaturverstärkung
agrарische Dürre	Bodenfeuchte	Landwirtschaft/Vegetation
hydrologische Dürre	Abfluss, See-/Reservoirstand	Flüsse, Schifffahrt, Wasserkraft
Grundwasserdürre	Grundwasserstand/Quellschüttung	langfristige Wasserversorgung
sozioökonomische Dürre	Nachfrage > verfügbare Ressource	Versorgung/Preise/Industrie

2026 sind in Teilen Mitteleuropas **mehrere Stufen gleichzeitig aktiv**.

4.3 2.3 Pegelstand ≠ Abfluss ≠ Fahrrinnentiefe

Für die Auswertung der Binnenschifffahrt müssen vier Größen strikt getrennt werden:

1. **Pegelstand:** Höhe der Wasseroberfläche relativ zum lokalen Pegelnullpunkt.
2. **Abfluss Q :** Wasservolumen pro Zeit, meist m^3/s .
3. **Fahrrinnentiefe:** tatsächlich in der definierten Fahrrinne verfügbare Wassertiefe.
4. **zulässiger/ökonomischer Tiefgang:** schiffs- und streckenabhängige betriebliche Größe.

Deshalb bedeuten beispielsweise **11 cm am Pegel Kaub nicht „11 cm tiefer Rhein“**. Pegel verschiedener Messstellen sind aufgrund unterschiedlicher Pegelnullpunkte ebenfalls **nicht direkt miteinander vergleichbar**.

5 3. Beobachtungen 2025-2026

5.1 3.1 Temperatur: Juni 2026

Copernicus C3S / ECMWF meldet für Juni 2026: [S01]

Kennzahl	Wert
Europa, mittlere Landtemperatur Juni 2026	19,14 °C
Abweichung Europa ggü. 1991–2020	+1,78 °C
Rang seit 1979	2. wärmster Juni
Westliches Europa, Anomalie	+3,06 °C
Westliches Europa, Monatsmittel	20,74 °C
Westliches Europa, Rang	wärmster Juni seit 1979

5.2 3.2 Hydrologische Vorbelastung 2025

Der gemeinsame WMO/Copernicus-Bericht *European State of the Climate 2025* meldet: [S05]

- **70 %** der europäischen Flüsse hatten 2025 einen unterdurchschnittlichen Jahresabfluss.
- Flussabflüsse lagen in Europa in **11 Monaten des Jahres** unter dem langjährigen Mittel.
- europäische Gletscher verloren in allen Regionen Masse,
- Schneebedeckung lag im März 2025 **31 % unter dem Durchschnitt**,
- rund **1.034.550 ha** verbrannten durch Waldbrände,
- **86 %** der europäischen Region waren mindestens einer starken marinen Hitzewelle ausgesetzt.

Für 2026 ist diese Vorgeschichte relevant, weil Boden-, Fluss- und Grundwassersysteme ein **mehrmonatiges bis mehrjähriges Gedächtnis** besitzen.

5.3 3.3 Frühjahr und Juli 2026

Copernicus meldete bereits für das Frühjahr 2026 außergewöhnliche Trockenheit. Österreich verzeichnete den **trockensten Frühling seit Beginn der nationalen Messreihe 1857**, Tschechien den **trockensten Frühling seit Beginn der nationalen Reihe 1961**. [S03]

Im Juli 2026 setzte sich die Trockenheit in großen Teilen West- und Mitteleuropas fort. In Teilen Deutschlands und Österreichs war die mittlere oberflächennahe Bodenfeuchte eines Juli so niedrig wie **seit mindestens 1979 nicht**. [S02]

6 4. Mitteleuropa-Dashboard: Deutschland, Österreich, Tschechien, Polen

6.1 4.1 Deutschland

6.1.1 Juli 2026

Copernicus meldet in Teilen Deutschlands ausgeprägt trockene Bedingungen und regional die niedrigste Juli-Bodenfeuchte seit mindestens 1979 im ERA5-Land-Datensatz. [S02]

6.1.2 Bundeswasserstraßen, 9.-13. August 2026

Fluss / Pegel	09.08.	10.08.	11.08.	12.08.	13.08.	Bezugszeit
Rhein – Kaub	23 cm	17 cm	15 cm	12 cm	11 cm	05:00
Elbe – Magdeburg-Strombrücke	41 cm	40 cm	37 cm	37 cm	37 cm	06:00
Donau – Pfelling	214 cm	209 cm	206 cm	205 cm	198 cm	05:00
Donau – Hofkirchen	151 cm	153 cm	146 cm	143 cm	140 cm	05:00

Quellen: ELWIS/WSV. [S10][S11][S12]

Status: Live-/Betriebsdaten; aktuelle 2026-Werte sind als ungeprüft/provisorisch zu behandeln.

6.1.3 Kontextwerte

- Kaub: ELWIS führt als historischen NNW **25 cm am 22.10.2018**. Der Live-Wert vom 13.08.2026 liegt nominell darunter; eine endgültige hydrologische Rekordfeststellung darf jedoch nicht allein aus dem Rohpegel abgeleitet werden. [S10]
- Pfelling: RNW (*Regulierungsniederwasserstand*) **290 cm**; 13.08.2026 **198 cm**. [S12]
- Hofkirchen: RNW **207 cm**; 13.08.2026 **140 cm**. [S12]
- Magdeburg-Strombrücke: Live-Wert am 13.08. **37 cm**. Auch hier sollte ein historischer Rekord erst nach fachbehördlicher Prüfung als bestätigt gelten. [S11]

Die Grafik verwendet einen Index mit 09.08. = 100. Sie zeigt **nur die kurzfristige Veränderung**, nicht die absolute Vergleichbarkeit der Pegelstände.

6.2 4.2 Österreich

Österreich hatte 2026 laut Copernicus/GeoSphere den **trockensten Frühling der nationalen Messreihe seit 1857**. [S03]

Im Juli gehörten Teile Österreichs zu den Gebieten, in denen die oberflächennahe Bodenfeuchte auf dem niedrigsten Juli-Niveau seit mindestens 1979 lag. [S02]

Für die österreichische Donau meldete viadonau im August mehrere aktive Schifffahrtsnachrichten ausdrücklich wegen **Niedrigwasser**, darunter Abschnitte mit der Aufforderung, Sog und Wellenschlag zu vermeiden. [S13]

Das ist keine vollständige Sperre der Donau, aber ein operationales Signal:

hydrologische Dürre



reduzierte Tiefen- und Sicherheitsreserven



betriebliche Einschränkungen

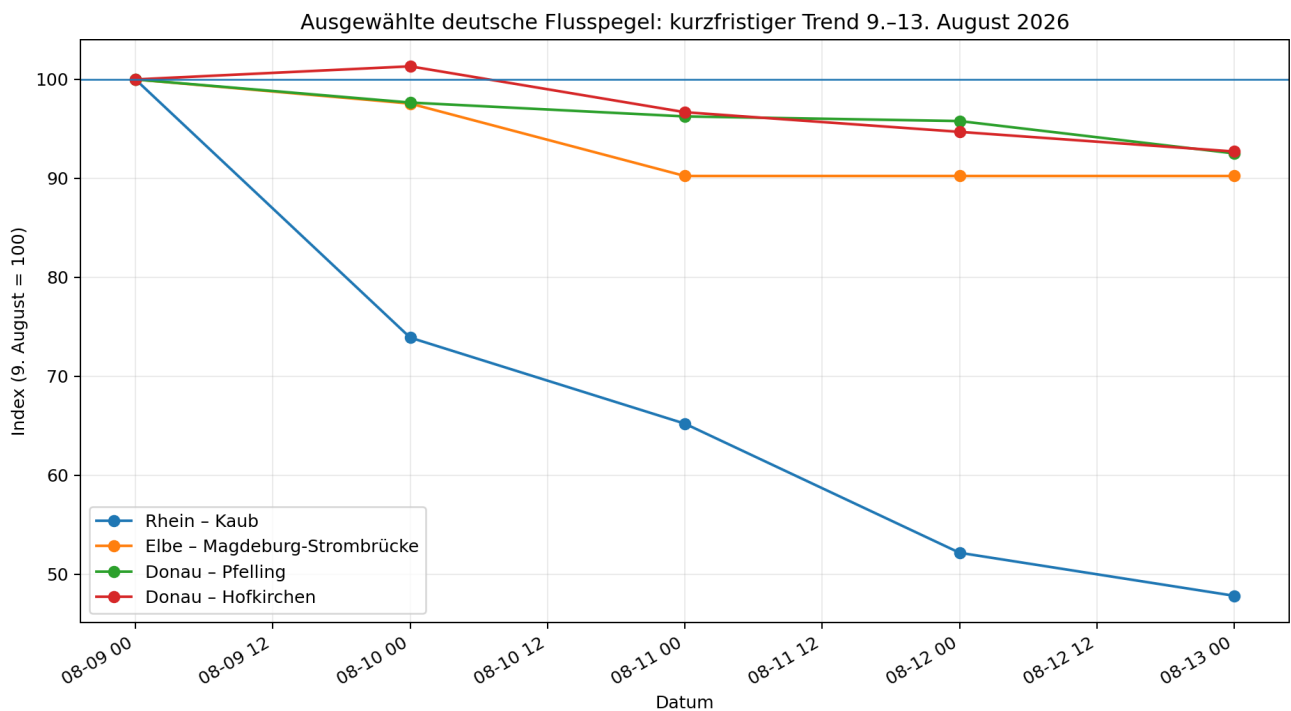


Figure 1: Kurzfristiger Pegeltrend

↓
höhere Empfindlichkeit gegenüber weiterer Absenkung

6.3 4.3 Tschechien

Tschechien hatte 2026 den **trockensten Frühling seit Beginn der nationalen Reihe 1961**. [S03]

6.3.1 Juli 2026

ČHMÚ meldete: [S06]

- in nahezu allen Hauptflussgebieten unter- bis stark unterdurchschnittliche Abflüsse,
- mittlere Monatsabflüsse der meisten beobachteten Flüsse nur **8-70 %** des langjährigen Juli-Referenzwertes,
- besonders geringe Wasserführung in Einzugsgebieten von Vltava und Morava bis Dyje,
- stark steigende Zahl von Pegeln mit hydrologischer Dürre,
- flaches Grundwasser und Quellschüttungen **außergewöhnlich unterdurchschnittlich**,
- **trockenster Juli seit 1981** im betreffenden Grundwasserindikator,
- vierter Monat in Folge mit dem schlechtesten Monatszustand seit Beginn der entsprechenden Bewertungsreihe 1991.

6.3.2 Woche 3.-9. August 2026

ČHMÚ meldete: [S07]

Indikator	Wert
Niederschlag Tschechien	6 mm
Anteil am Periodennormal	27 %
Böhmen	6 mm / 30 % des Normals
Mähren	4 mm / 21 % des Normals

Indikator	Wert
typische Flussabflüsse	10-50 % der langfristigen Referenz
operative Pegel mit hydrologischer Dürre	ca. 50 %
flaches Grundwasser	außergewöhnlich unterdurchschnittlich
Quellschüttungen	außergewöhnlich unterdurchschnittlich

ČHMÚ erwartete bis 16. August überwiegend stagnierende oder weiter langsam fallende Fluss- und Grundwasserstände. [S07]

6.3.3 Bedeutung

Tschechien ist 2026 besonders aussagekräftig, weil meteorologische, Fluss- und Grundwasserdürre **gleichzeitig** ausgeprägt sind. Lokaler Starkregen kann den Oberflächenabfluss kurzfristig erhöhen, tiefe Speicher aber nicht unmittelbar regenerieren.

6.4 4.4 Polen

Polen war bereits im Frühjahr und Sommer in den EDO-Alert-Gebieten vertreten. [S04]

Der staatliche polnische hydrometeorologische Lagebericht vom **12.08.2026** listet **85 aktive hydrologische Dürrewarn-Einträge/-gebiete** auf. Neue Warnungen kamen noch am 11. August unter anderem an Abschnitten von Wisła, Odra, Kłodnica/Bierawka, Bystrzyca und im oberen Bóbr-Einzugsgebiet hinzu. [S08]

Gemeldet wurden unter anderem:

- mittlere Odra: niedrige bis mittlere Wasserstände in kanalisierten Abschnitten, **niedrige** im frei fließenden Abschnitt,
- untere Odra: überwiegend **niedrige** Wasserstände,
- Wisła in mehreren Bereichen: niedrige Wasserstände. [S08]

6.4.1 Schifffahrt auf der Wisła

Ein aktueller Navigationsbericht nennt für Wisła-km 680–830 ausdrücklich Niedrigwasserprobleme. Auf einzelnen Riff-/Untiefenabschnitten wurden minimale Tiefen im markierten Fahrweg von **bis zu 15 cm** angegeben. [S09]

Dieser Wert ist **nicht** mit Kaub vergleichbar: Es handelt sich um lokale Fahrwassertiefe, nicht um einen Pegelstand.

7 5. Schifffahrt: vom hydrologischen zum logistischen Ereignis

7.1 5.1 Rhein als kritischer Engpass

Am 11. August berichtete Reuters unter Berufung auf WSV und Marktteilnehmer: [S14]

- kommerzielle Fahrten durch den Engpass Kaub waren weitgehend zum Erliegen gekommen,
- auf betroffenen Rheinabschnitten konnten Schiffe teilweise nur noch ungefähr **20 % ihrer üblichen Ladung** aufnehmen,
- große Frachtmengen wurden auf Straße und Schiene verlagert,
- mehrere deutsche Länder lockerten deshalb temporär Lkw-Fahrverbote.

7.1.1 Ökonomische Nichtlinearität

Die Transportleistung eines Binnenschiffs sinkt bei fallendem Wasserstand nicht linear mit wenigen Zentimetern Pegelverlust.

Vereinfacht:

$$\text{Nutzlast} = f(\text{Tiefgang})$$

und

Tiefgang $\rightarrow$ verfügbare Fahrrinnentiefe

Wird der ökonomisch nutzbare Tiefgang unterschritten, muss Ladung reduziert oder auf mehrere Fahrzeuge/Verkehrsträger verteilt werden. Dadurch steigt

$$\frac{\text{Kosten}}{\text{Tonnenkilometer}}$$

stark an, noch bevor eine formale Sperre erfolgt.

Der relevante Schwellenwert ist daher häufig **ökonomisch-operativ**, nicht rechtlich.

7.2 5.2 Industrielle Folgen

Reuters dokumentierte am 11./12. August bereits konkrete Folgen: [S15]

- **Covestro:** Force majeure für bestimmte Polyether-Polyole am Standort Dormagen; Straßen- und Schienenalternativen konnten fehlende Transportkapazität nicht vollständig kompensieren.
- **Evonik:** Beeinträchtigungen am Standort Marl.
- **Uniper / EnBW:** niedrigere Leistung deutscher Wasserkraftanlagen.
- **Salzgitter:** Kohletransport von Rotterdam in Richtung Stahlstandorte teilweise auf die Bahn verlagert.
- **RWZ:** normalerweise mehr als 50.000 t aus Worms/Andernach im Juli/August; im berichteten Zeitraum 2026 weniger als 10 % dieser Vergleichsmenge über den Wasserweg, mit Umstieg auf teurere Lkw-Transporte.
- Bauwirtschaft: Branchenangabe, dass für bestimmte Massengüter **bis zu 150 Lkw nötig sein können, um ein Binnenschiff zu ersetzen**.

Der letzte Wert ist eine **illustrative Branchen-Größenordnung**, kein universeller Umrechnungsfaktor.

8 6. Sonntagsfahrverbot: Status und Emissionsinterpretation

8.1 6.1 Status 12.-13. August 2026

Die Debatte hat sich teilweise in konkrete Regelungen übersetzt. Am 12. August wurde berichtet: [S16]

- Hessen, Hamburg und Schleswig-Holstein setzten Sonn- und Feiertagsfahrverbote temporär bis Ende August aus,
- Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Saarland hatten bereits zuvor gelockert,
- Baden-Württemberg, Bayern und Mecklenburg-Vorpommern planten entsprechende Schritte,
- Sachsen lehnte eine generelle Lockerung ab und verwies auf Einzelausnahmen.

Es handelt sich **nicht** um einen einheitlichen bundesweiten Wegfall des Sonntagsfahrverbots, sondern um ein föderales Mosaik temporärer Ausnahmen, teilweise ausdrücklich für Ersatzverkehre infolge des Niedrigwassers.

8.2 6.2 Ist die Lockerung eine neue Emissionsquelle?

Nur mittelbar.

Die Aufhebung eines zeitlichen Fahrverbots erzeugt nicht automatisch zusätzliche CO₂-Emissionen. Wird dieselbe Lkw-Fahrt lediglich von Montag auf Sonntag verschoben, bleibt die Transportarbeit annähernd gleich.

Der relevante Mechanismus ist:

Niedrigwasser

↓

Binnenschiff-Nutzlast / Verfügbarkeit ↓

↓

Transportarbeit wird auf Lkw verlagert

↓

Lkw-Tonnenkilometer ↑

+

ggf. zusätzliche Leer-/Positionierungsfahrten

↓

Treibhausgasemissionen ↑

Die Lockerung des Fahrverbots **ermöglicht bzw. beschleunigt** diesen Modal Shift und erhöht die zeitlich verfügbare Straßenkapazität.

9 7. Quantifizierung der Emissionswirkung des Modal Shift

Das Umweltbundesamt gibt für Deutschland 2024 folgende durchschnittliche Emissionsfaktoren an. Die Treibhausgaswerte umfassen CO₂, CH₄ und N₂O als CO₂-Äquivalente sowie Emissionen der Energiebereitstellung/-umwandlung. [S17][S18]

Verkehrsträger	Treibhausgase	NO _x	Partikel
Güterbahn	14 g CO₂e/tkm	0,027 g/tkm	0,001 g/tkm
Binnenschiff	32 g CO₂e/tkm	0,352 g/tkm	0,009 g/tkm
Last-/Sattelzug	101 g CO₂e/tkm	0,113 g/tkm	0,007 g/tkm
Lkw gesamt	118 g CO₂e/tkm	0,162 g/tkm	0,009 g/tkm

9.1 7.1 Gleiche Transportarbeit: 1 Mio. Tonnenkilometer

Modus	Emission
Güterbahn	14 t CO₂e
Binnenschiff	32 t CO₂e
Last-/Sattelzug	101 t CO₂e
Lkw gesamt	118 t CO₂e

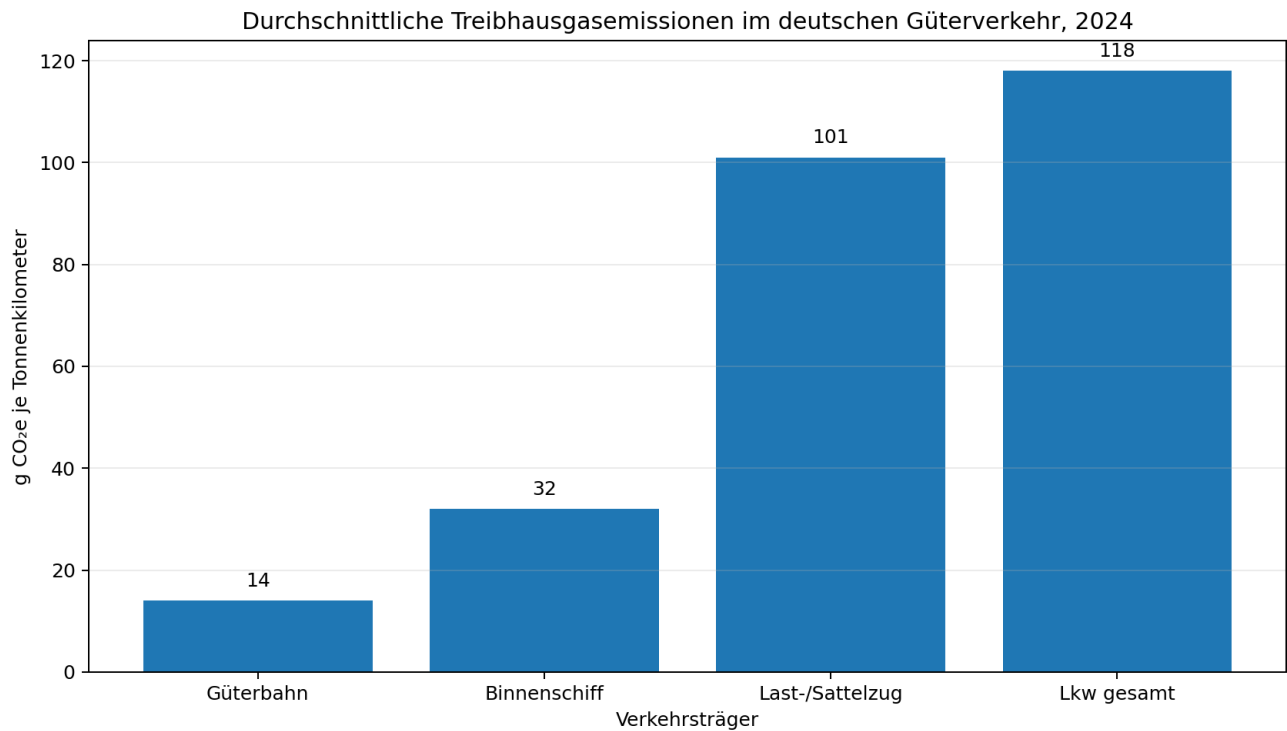
Binnenschiff → Last-/Sattelzug:

$$101 - 32 = 69 \text{ t CO}_2\text{e je Mio. tkm}$$

und

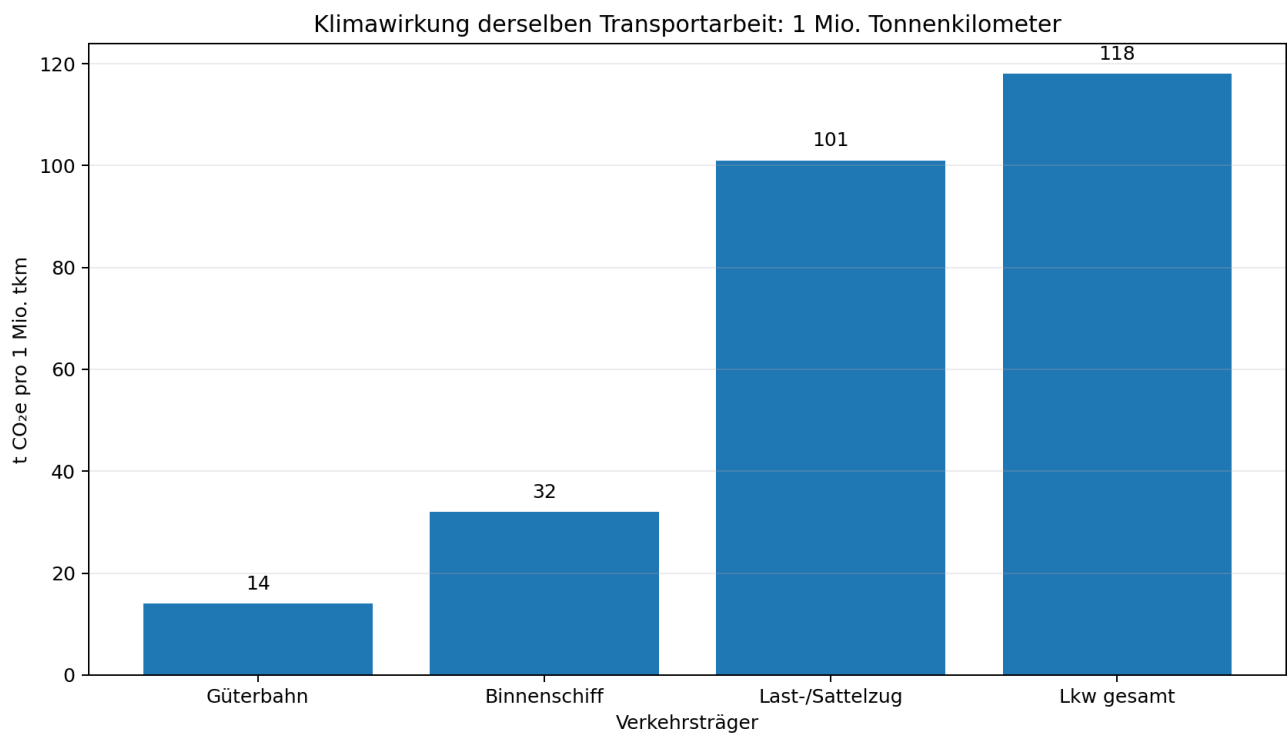
$$\frac{101}{32} \approx 3,16$$

Die gleiche Transportarbeit verursacht damit im Durchschnitt rund **3,16-mal so viele Treibhausgasemissionen**, entsprechend etwa **+216 %** gegenüber dem Binnenschiff.



Quelle: Umweltbundesamt, TREMOD 6.71B (10/2025), Bezugsjahr 2024; inkl. Energiebereitstellung/-umwandlung.

Figure 2: Güterverkehr Emissionen



Aus UBA/TREMOD-Emissionsfaktoren 2024 abgeleitet. Binnenschiff → Last-/Sattelzug: +69 t CO₂e je 1 Mio. tkm (+216 %).

Figure 3: Modal Shift: 1 Mio. tkm

9.2 7.2 Wichtige Gegenintuition: Luftschadstoffe

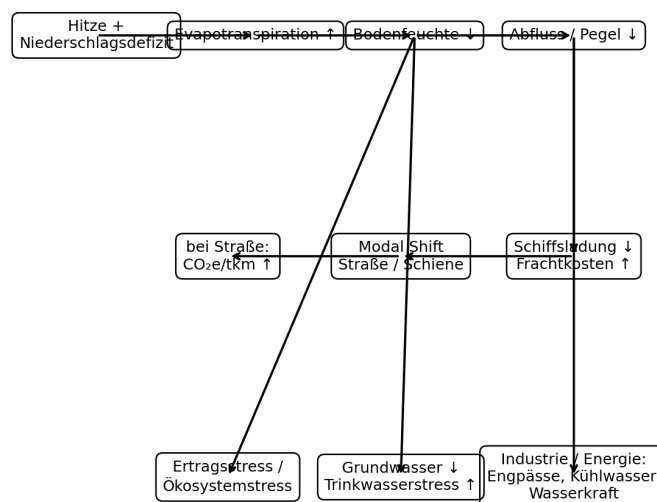
Die Aussage „Straßenverkehr emittiert immer mehr von allem“ wäre falsch.

Nach UBA/TREMOT liegt beim **NOx-Ausstoß pro tkm** das durchschnittliche Binnenschiff 2024 sogar über Last-/Sattelzügen. Bei Partikeln liegen die Größen näher beieinander. [S18]

Daraus folgt:

- **Klimagasbilanz:** Schiff → Lkw klar nachteilig.
- **NOx:** nicht automatisch nachteilig; Flottenstruktur/Motorstandard entscheidend.
- **Partikel:** deutlich weniger eindeutiger Unterschied.
- **Lärm, Stau, Straßenverschleiß, Unfallrisiko:** zusätzliche externe Effekte, hier noch nicht quantifiziert.

10 8. Systemische Rückkopplung und Kaskade



erzeugt gekoppelte hydrologische, logistische, energetische und ökologische Risiken. Die zusätzlichen Verkehrsemissionen sind eine reale, aber gegenüber der primären Klimaforcing-Ursache

Figure 4: Dürre-Logistik-Kaskade

Die 2026 beobachtete Kette lässt sich als kleine positive Rückkopplung formulieren:

Erwärmung → Dürre/Niedrigwasser → Binnenschifffahrt ↓ → Straßengüterverkehr ↑ → Emissionen ↑

Diese Rückkopplung ist **real**, global aber quantitativ klein gegenüber Energieerzeugung, Industrie und dem gesamten Verkehrssystem.

Ihre analytische Bedeutung liegt an anderer Stelle:

Klimafolgen beginnen, Teile der bisher emissionsärmeren Infrastruktur zeitweise weniger zuverlässig zu machen und erzwingen emissionsintensivere Ersatzsysteme.

Das ist ein Beispiel für **Resilienzverlust und kaskadierende Anpassungskosten**, nicht für einen eigenständigen planetaren Kipppunkt.

11 9. Physikalische Wasserbilanz

Die vereinfachte Wasserbilanz lautet:

$$P - ET - R - \Delta S = 0$$

mit:

- P — Niederschlag,
- ET — Evapotranspiration,
- R — Abfluss,
- S — Speicher in Boden, Grundwasser, Schnee und Oberflächengewässern.

Für Mitteleuropa ist die steigende Verdunstungsnachfrage zentral:

Temperatur ↑

↓

Verdunstungsnachfrage ↑

↓

Bodenfeuchte ↓

↓

Verdunstungskühlung ↓

↓

sensible Erwärmung ↑

↓

Bodenfeuchte weiter ↓

Parallel:

Bodenfeuchte / Grundwasser ↓

↓

Basisabfluss der Flüsse ↓

↓

Niedrigwasser persistiert

Ein Gewitter kann den lokalen Pegel kurzfristig erhöhen, ohne eine tiefe Grundwasserdürre zu beenden.

12 10. Warum die hydrologische Komponente relevanter ist als ein Temperaturrekord

Ein Temperaturrekord ist kurzlebig. Ein hydrologisches Defizit besitzt **Gedächtnis**.

System	typische Reaktions-/Gedächtniszeit
Oberboden	Tage bis Wochen
tiefer Boden	Wochen bis Monate
kleine Flüsse	Stunden bis Wochen
große Flusssysteme	Tage bis Monate
flaches Grundwasser	Monate
tiefes Grundwasser	Monate bis Jahre
Gletscher/Eisspeicher	Jahre bis Jahrhunderte

Die Kombination aus trockenem Frühjahr, heißem Sommer und niedrigem Grundwasser ist deshalb systemisch relevanter als ein isolierter heißer Monat.

13 11. Trinkwasserknappheit: aktuelle Einordnung

Hydrologische Dürre ist nicht automatisch Trinkwasserkrise.

Deutschland, Österreich, Tschechien und Polen erleben Stand 13. August 2026 keine einheitliche nationale Trinkwasserversorgungskrise.

Relevant sind jedoch Vorstufen:

- sinkende Grundwasserstände,
- geringere Quellschüttungen,
- höhere Entnahmekonkurrenz,
- lokale Wasserrestriktionen,
- geringere Verdünnung von Stoffeinträgen in Flüssen,
- höhere Wassertemperaturen,
- höhere Spitzenlast des Verbrauchs.

Besonders deutlich ist die Grundwasserdürre derzeit in Tschechien. [S06][S07]

Die BfG weist zusätzlich darauf hin, dass sinkende Abflüsse bei ansonsten gleicher Stofffracht zu **höheren Stoffkonzentrationen** führen können, weil die Verdünnungswirkung abnimmt. [S19]

14 12. Aridifizierung und Desertifizierung

14.1 12.1 Begriffe

Aridifizierung: langfristige Verschiebung der Wasserbilanz in Richtung trockenerer Bedingungen.

Desertifizierung: Landdegradation in ariden, semi-ariden und trocken-subhumiden Gebieten infolge klimatischer und anthropogener Faktoren.

Europa wird nicht pauschal „zur Sahara“.

Die relevante Entwicklung ist:

Ariditätszonen verschieben sich

+

Bodenqualität nimmt regional ab

+

Dürreextreme werden häufiger/intensiver

↓

ökologische und landwirtschaftliche Belastungsgrenzen verschieben sich räumlich

Die EEA projiziert steigende Aridität in Europa, besonders **nördlich heutiger Ariditätshotspots**. Für Mitteleuropa werden kleinere, für Südeuropa größere Zunahmen langer Trockenphasen erwartet. [S31]

Zusätzlich zeigen laut EEA:

- **62 %** der europäischen Böden Zeichen von Degradation,
- **89 %** der landwirtschaftlichen Böden kritische Verluste mindestens einer Bodenfunktion,
- **24 %** der europäischen Böden nicht nachhaltige Erosionsraten. [S32]

Degradierte Böden speichern weniger Wasser, erodieren schneller und besitzen geringere Vegetationsresilienz; damit können sie Dürrefolgen verstärken.

15 13. Projektionen: WMO, UNEP, IPCC

15.1 13.1 WMO 2026-2030

Die WMO prognostiziert für einzelne globale Jahresmittel 2026-2030 ungefähr:

+1,3 bis +1,9 °C

gegenüber 1850–1900. [S20]

Indikator	Wahrscheinlichkeit
mindestens ein Jahr 2026–2030 >1,5 °C	91 %
mindestens ein Jahr 2026–2030 wärmer als 2024	86 %
Fünffahresmittel 2026–2030 >1,5 °C	75 %
einzelnes Jahr >2 °C in diesem Fünffjahresfenster	<1 %

Wichtig:

1,5°C in einem Einzeljahr $\neq$ 1,5°C langfristige Paris-Erwärmung

Die beiden Größen nähern sich aber an, weil auch der mehrjährige Mittelwert steigt.

15.2 13.2 UNEP: politischer Emissionspfad

Der UNEP *Emissions Gap Report 2025* schätzt: [S21]

Pfad	Erwärmung bis 2100
vollständige Umsetzung aktueller NDCs	2,3–2,5 °C
aktuell implementierte Politik	~2,8 °C
Paris-Ziel	1,5 °C

Der relevante Vergleich lautet damit nicht „2026 vs. Endzustand“, sondern:

heutige Welt ~ nahe 1,5-°C-Schwelle

↓

aktuelle Politik ~ 2,8 °C bis 2100

Zwischen diesen Zuständen liegt nicht „noch einmal dasselbe“, sondern zunehmende Häufigkeit, Dauer und Kopplung von Risiken.

15.3 13.3 IPCC AR6 / Europa

Der letzte vollständig abgeschlossene große IPCC-Bewertungsbericht bleibt AR6. Für Europa projiziert AR6 mit steigender globaler Erwärmung robust: [S22][S23]

- häufigere/intensivere Hitzewellen,
- steigende Hitzemortalität,
- stärkere agrarische und hydrologische Dürre, besonders in Südeuropa,
- sinkende sommerliche Bodenfeuchte,
- zunehmende Wasserknappheit,
- höheres Waldbrandrisiko,
- häufigere Compound Events,
- steigende Anpassungsgrenzen.

15.3.1 2026 vs. Projektion

2026-Beobachtung	Verhältnis zur Projektion
extreme Hitze	erwartet
trockener Frühling	kompatibel
extrem niedrige Bodenfeuchte	erwartet als zunehmendes Extrem
Grundwasserdürre CZ	kompatibel, hydrologisch ernst
Rhein-/Elbe-/Donau-Niedrigwasser	erwartete Risikoklasse

2026-Beobachtung	Verhältnis zur Projektion
Einschränkungen der Binnenschifffahrt	explizit plausibler Klimafolgenpfad
Modal Shift auf Lkw	sekundäre sozioökonomische Folge
temporäre Änderung von Verkehrsregeln	Anpassungsreaktion
schnelle gesamteuropäische Desertifizierung	nicht belegt
globaler Klimakollaps	nicht belegt

Bewertung: 2026 liegt eher am problematischen oberen Rand einer erwartbaren Verteilung als außerhalb der Projektionen.

16 14. Hydrologische Projektionen speziell für Rhein, Elbe und Donau

Das BfG-WS-Klimaportal ist für dieses Assessment besonders relevant, weil es Klimaprojektionen in hydrologische Wirkungsmodelle übersetzt. [S19]

Erwartet werden:

- saisonale und räumliche Umverteilung der Abflüsse,
- häufigere und längere Niedrigwasserereignisse,
- gleichzeitig steigende Hochwasserrisiken.

Das ist kein Widerspruch:

Ein wärmeres Klima kann gleichzeitig **mehr Starkregen/Hochwasser** und **mehr Dürre/Niedrigwasser** erzeugen, weil Intensität, Saisonalität und Speicherwirkung wichtiger sind als die Jahresniederschlagssumme allein.

16.0.1 Methodischer Hinweis BfG

Die aktuell veröffentlichten hydrologischen Langfristprojektionen des BfG-DAS-Basisdienstes beruhen noch auf einer **CMIP5/RCP-basierten Modellkette** mit regionalisierten Simulationen und LARSIM-ME. [S19]

Für die globale Klimaeinordnung dieses Dokuments bleibt **IPCC AR6/CMIP6/SSP** maßgeblich.

Diese Ebenen dürfen nicht stillschweigend vermischt werden:

AR6 / CMIP6 / SSP

= aktuelle globale Klimaprojektionsfamilie

BfG / LARSIM-ME / teilweise CMIP5-RCP

= hydrologische Wirkungsmodellierung für deutsche Flussgebiete

17 15. Historische Temperatur- und Niederschlagsdaten D/A/CZ/PL ab 2000

17.1 15.1 Korrektur gegenüber Version 1

Version 1 definierte ein Datenschema, materialisierte aber die vollständige Länder-Monatsreihe noch nicht. Für die spätere Site ist es methodisch besser, die Werte **nicht manuell im Markdown zu duplizieren**, sondern reproduzierbar als separate Datenschicht zu erzeugen.

17.1.1 Kanonische Beobachtungsquelle

ERA5-Land monatlich über Copernicus Climate Data Store.

ERA5-Land bietet eine konsistente 0,1°-Rasterreihe ab 1950; die monatlichen Mittel werden mit typischer Verzögerung von etwa 2–3 Monaten aktualisiert. [S24]

Für aktuellere Temperatur-/Niederschlagsmonate kann ergänzend ERA5 monthly means verwendet werden, das typischerweise schneller aktualisiert wird; die Site sollte den Datenstatus ERA5T/provisional sichtbar führen, bis die finale Reanalyse vorliegt. [S24]

17.1.2 Sekundäre Validierung

- World Bank Climate Change Knowledge Portal (CCKP),
- CRU TS,
- DWD,
- GeoSphere Austria,
- ČHMÚ,
- IMGW.

17.2 15.2 Verbindliches Datenschema

country, iso3, year, month, tas_c, pr_mm,
tas_anomaly_1991_2020_c, pr_anomaly_1991_2020_pct,
soil_moisture_anomaly, spei_3, spei_12, source, status

Zeitraum:

2000-01 → letzter verfügbarer Monat

Für Januar 2000 bis Dezember 2025 ergibt dies:

$$26 \text{ Jahre} \times 12 \text{ Monate} \times 4 \text{ Länder} = 1.248 \text{ Länder-Monatszeilen}$$

2026 wird separat mit Status provisional ergänzt.

17.3 15.3 Drei notwendige Darstellungen

17.3.1 A. Vollständige Monatszeitreihe

- Temperaturmittel °C,
- Niederschlag mm/Monat,
- Anomalien zur Referenz 1991–2020.

17.3.2 B. Gemittelter monatlicher Jahresgang

Für jedes Land und jeden Monat:

$$\bar{x}_{Monat} = \frac{1}{N} \sum_{y=1}^N x_{y, Monat}$$

Damit entstehen die von der Site benötigten **jährlich gemittelten monatlichen Niederschlags- und Temperaturprofile** für D/A/CZ/PL.

17.3.3 C. Jahresindikatoren

- Jahresmitteltemperatur,
- Jahresniederschlag,
- Anzahl Hitzetage,
- Tropennächte,
- SPEI-3/SPEI-12,
- Bodenfeuchte,

- Abflussindikatoren.

17.4 15.4 Flächengewichtung

Länderwerte sollen flächengewichtet aus Rasterdaten berechnet werden:

$$\bar{x}_{c,m} = \frac{\sum_i x_{i,m} A_i w_i}{\sum_i A_i w_i}$$

mit:

- $x_{i,m}$: Rasterwert,
- A_i : Zellfläche bzw. cos-Latitude-Gewichtung,
- w_i : Anteil der Rasterzelle im Länderpolygon.

Für Niederschlag sind Akkumulation und Einheiten korrekt in **mm/Monat** umzurechnen.

17.5 15.5 Warum Temperatur + Niederschlag allein nicht reichen

Für die Frage nach Dürre, Desertifizierung und Wasserknappheit sind zusätzlich nötig:

- SPEI,
- oberflächennahe und tiefe Bodenfeuchte,
- Abfluss,
- Grundwasser/Quellschüttung,
- Schneewasseräquivalent,
- ggf. potenzielle Evapotranspiration.

18 16. Klimabedingte Mortalität vs. Verkehr und Terrorismus

18.1 16.1 Europäische Hitzemortalität

Peer-reviewte europäische Studien schätzen in einer methodisch vergleichbaren Größenordnung: [S26][S27]

Jahr	hitzebedingte Todesfälle	Abdeckung
2022	~ 67.900	32 europäische Länder
2023	~ 50.800	32 Länder
2024	~ 62.800	32 Länder

Es handelt sich um modellierte **attributive Mortalität**, nicht um eine direkte Totenscheinzählung.

18.2 16.2 Deutschland 2026 — Zwischenstand

Das RKI schätzt bis einschließlich **KW 31/2026** deutschlandweit: [S25]

12.500 [11.200; 13.600]

hitzebedingte Sterbefälle.

Das ist ein laufender Zwischenstand und kein Endwert für Sommer oder Jahr 2026.

18.3 16.3 Straßenverkehr

Eurostat meldet für 2024: [S28]

19.934

Verkehrstote in der EU.

Für 2025 schätzt die Europäische Kommission vorläufig etwa: [S29]

19.400

EU-Verkehrstote.

18.4 16.4 Terrorismus

Europol TE-SAT 2026 dokumentiert für 2025: [S30]

- 45 gemeldete terroristische Angriffe,
- davon 22 vollendet,
- **6 direkte Todesopfer** in der EU.

Für 2024 dokumentierte TE-SAT 2025 **5 Todesopfer**.

18.5 16.5 Größenordnungsvergleich 2024

Für 2024:

- Hitze: **62.775** geschätzte Todesfälle in 32 europäischen Ländern,
- Straßenverkehr: **19.934** Todesfälle EU-27,
- Terrorismus: **5** direkte Todesfälle EU-27.

Damit:

$$\frac{62.775}{19.934} \approx 3,15$$

Die geschätzte Hitzemortalität lag in dieser europäischen Studie ungefähr beim **3,1-Fachen** der EU-Verkehrstoten.

Gegenüber den direkten EU-Terrorismustoten:

$$\frac{62.775}{5} = 12.555$$

Methodische Einschränkung: Bezugsräume und Erfassungsmethoden sind nicht harmonisiert. Der Vergleich ist eine **Größenordnungsanalyse**, kein epidemiologisch identischer Risikoquotient.

19 17. Fiskalische Policy Coherence: Klimaschutzförderung vs. fossile Unterstützung

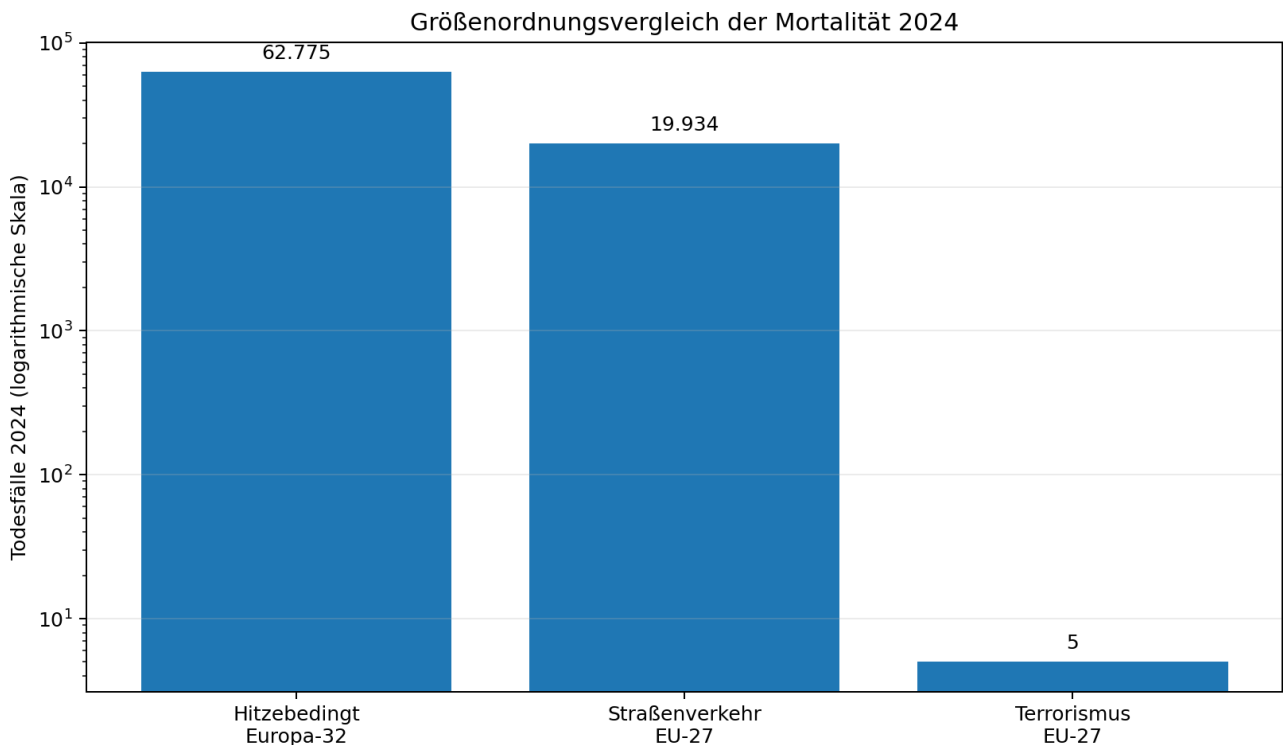
Die fiskalische Politik kann gleichzeitig zwei gegensätzliche Signale senden:

öffentliche Klimaschutz-/Transformationsförderung

↓

öffentliche Förderung fossiler Produktion oder Nutzung

Beide Größen sind politisch relevant, aber **nicht automatisch statistische Spiegelbilder**. Ein belastbarer Vergleich muss deshalb zunächst den statistischen Scope harmonisieren und erst anschließend einen Index berechnen.



Nicht harmonisierte Bezugsräume/Methoden: Hitze = modellierte Attribution (32 europäische Länder); Straßenverkehr/Terrorismus = registrierte direkte Todesfälle

Figure 5: Mortalitätsvergleich 2024

19.1 17.1 Warum keine einfache „Klimageld minus Fossilgeld“-Zahl genügt

Unter „Klimaschutzinvestitionen“ können je nach Quelle sehr unterschiedliche Dinge fallen:

- direkte staatliche Investitionen,
- Investitionszuschüsse,
- Umwelt- und Energiebeihilfen,
- erneuerbare Energien,
- Energieeffizienz,
- Netze und Speicher,
- industrielle Dekarbonisierung,
- emissionsarme Mobilität,
- Klimaforschung,
- teilweise auch Anpassungsmaßnahmen.

Unter „fossiler Förderung“ fallen dagegen unter anderem:

- direkte Transfers,
- Steuervergünstigungen bzw. entgangene Steuereinnahmen,
- Preisstützung,
- verbilligte Kredite/Garantien,
- Förderung von Kohle-, Öl- und Gasproduktion,
- Förderung fossiler Strom-/Wärmeerzeugung,
- verbrauchsbezogene Energiehilfen,
- verkehrsbezogene Steuerprivilegien.

Das EU State Aid Scoreboard erfasst selektive staatliche Beihilfen, **nicht** jedoch alle allgemeinen Steuermaßnahmen, De-minimis-Hilfen oder sämtliche sektoralen Transfers. Die OECD-Fossil-Fuel-Support-Reihe schließt dagegen direkte Transfers und Steuervergünstigungen ein. [S33][S36]

Daraus folgt:

Ein CPCI darf nur aus Größen berechnet werden, die aus demselben statistischen Universum stammen.

19.2 17.2 Drei Datenebenen

19.2.1 Ebene A — lange State-Aid-Reihe 2000-2024

Die Europäische Kommission stellt im State Aid Scoreboard eine harmonisierte Reihe **von 2000 bis 2024** bereit. Frühere Jahre werden nachträglich aktualisiert; die Kommission stellt zudem konstante Preisreihen zur Verfügung. [S33]

Für dieses Assessment dient sie als lange Vergleichsebene:

Klimaseite:

- Environmental protection and energy savings,
- später CEEAG-/Net-zero-/Dekarbonisierungsmaßnahmen,
- soweit eindeutig klassifizierbar: erneuerbare Energien, Effizienz und emissionsmindernde Industrieinvestitionen.

Fossil-/Lock-in-Seite:

- Kohleproduktion und kohlebezogene Betriebsbeihilfen,
- explizit fossil gebundene Erzeugungsbeihilfen,
- carbon-lock-in-wirksame Industrie-/Verkehrsbeihilfen, soweit der Verwendungszweck eindeutig ist.

Die fossile Seite ist hier ein **Lower Bound**, weil allgemeine Steuervergünstigungen außerhalb des State-Aid-Begriffs fehlen.

19.2.2 Ebene B — harmonisierte Energiesubventionen ab 2015

Die EEA/DG-ENER-Reihe erfasst fossile Energiesubventionen ab 2015 nach einer gemeinsamen Methodik. Die EU-Werte lagen 2015–2021 relativ stabil bei rund 57–62 Mrd. EUR (in realen Preisen), stiegen während der Energiepreiskrise stark an und lagen 2023 bei 111 Mrd. EUR. Für 2024 meldete die Kommission noch **97 Mrd. EUR** fossile Subventionen. [S34][S35]

Diese Ebene ist die **bevorzugte Basis für den direkten Energie-CPCI**, weil erneuerbare Energien, Energieeffizienz und fossile Energieträger innerhalb derselben Energiesubventionssystematik klassifiziert werden können.

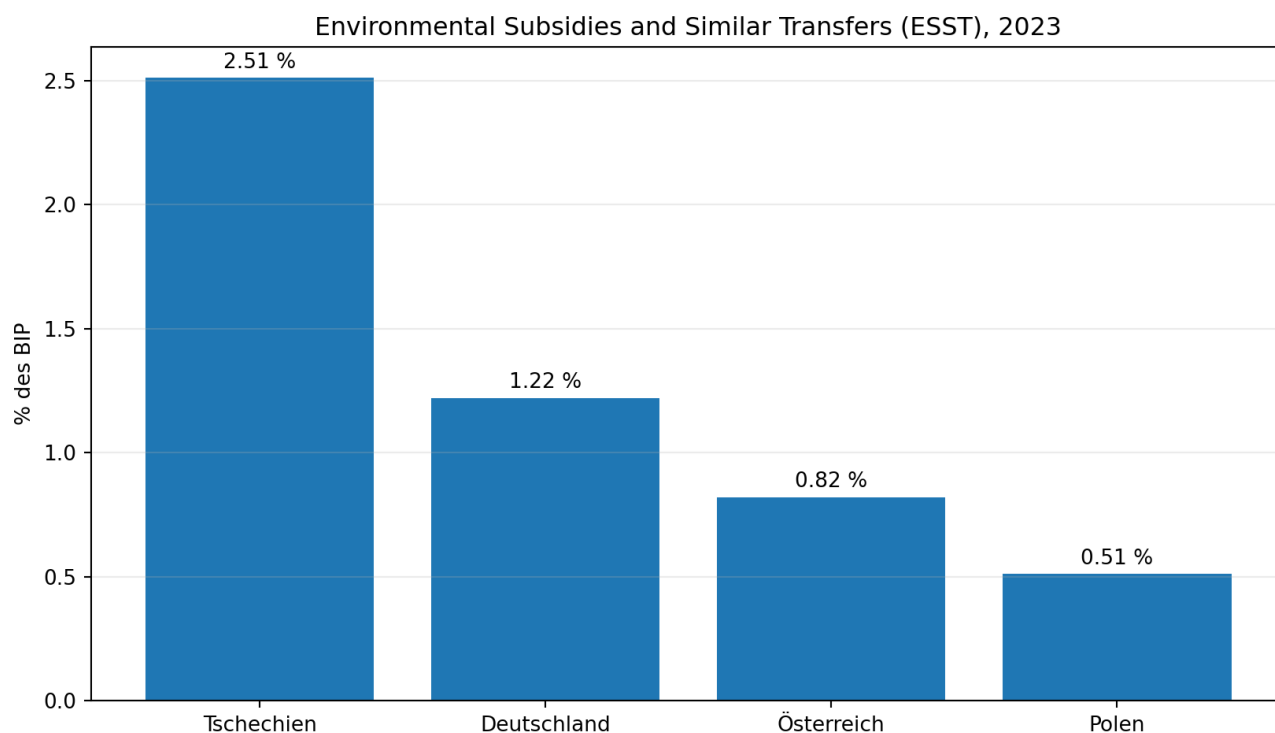
19.2.3 Ebene C — nationale Rechnungs-/Transferdaten als Cross-Check

Eurostat veröffentlicht inzwischen Environmental Subsidies and Similar Transfers (ESST). 2023 betrugen diese Transfers: [S37]

Staat	ESST 2023 in % des BIP
Tschechien	2,51 %
Deutschland	1,22 %
Österreich	0,82 %
Polen	0,51 %

ESST ist **breiter als Klimaschutz**: enthalten sind auch Wasser, Abfall, Ressourcenmanagement und andere Umweltzwecke. Die Reihe wird deshalb als unabhängiger fiskalischer Kontrollindikator geführt, nicht direkt als CPCI-Zähler.

Eurostat weist für historische Environmental Protection Expenditure Accounts darauf hin, dass viele nationale Reihen bis 1995 bzw. 2000 zurückreichen. Diese EPEA-Reihen können die langfristige öffentliche und gesamtwirtschaftliche Umweltschutzausgabe kontextualisieren, sind aber ebenfalls nicht identisch mit Klimaschutzsubventionen. [S38]



Quelle: Eurostat ESST. Breiter als Klimaschutz; nur Cross-Check, kein CPCI-Zähler.

Figure 6: Umweltbezogene Transfers 2023

19.3 17.3 Aktuelle belastbare Ankerwerte

Die folgenden Werte dienen **nicht als fertige Vier-Länder-Rangliste**, sondern als Kalibrierung der Größenordnungen und zur Prüfung der Datenpipeline:

Staat / Gebiet	Jahr	Kennzahl	Wert	Methodischer Hinweis
EU-27	2024	State Aid: environmental protection & energy savings	68,82 Mrd. EUR	selektive Beihilfen; nicht sämtliche Klimaausgaben [S39]
EU-27	2024	fossile Subventionen	97 Mrd. EUR	DG ENER; anderer statistischer Scope als State Aid [S35]
Deutschland	2023	fossile Subventionen	41 Mrd. EUR	EEA/DG ENER [S34]
Polen	2023	fossile Subventionen	16 Mrd. EUR	EEA/DG ENER; mindestens ~1,5 % des BIP [S34]
Österreich	2023	fossile Subventionen	<0,2 % des BIP	EEA; 2023 teilweise provisorisch [S34]

Staat / Gebiet	Jahr	Kennzahl	Wert	Methodischer Hinweis
Österreich	2024	OECD fossil-fuel support	~0,5 % des BIP	andere Definition und anderes Jahr; u. a. Verkehrs-/Steuerkomponenten [S40]
Tschechien	2022	government support to fossil fuels	22,57 Mrd. CZK / 0,33 % BIP	OECD; etwa die Hälfte energiekrisebedingt [S41]

Gerade Österreich zeigt, warum unterschiedliche Quellen nicht ohne Scope-Tags zusammengezogen werden dürfen: EEA und OECD können wegen Definition, Instrumentabdeckung und Referenzjahr deutlich verschiedene Größen ausweisen.

19.4 17.4 Fossil ist nicht gleich Carbon Lock-in

Eine belastbare Auswertung braucht mindestens drei fossile Kategorien:

19.4.1 A. fossil_continuation

Unterstützung, die Produktion oder Verbrauch fossiler Energie strukturell verbilligt oder verlängert:

- Energiesteuervergünstigungen,
- Diesel-/Kraftstoffprivilegien,
- Produktionsbeihilfen,
- fossil gebundene Kapazitätszahlungen,
- dauerhafte Preisstützung,
- fossile Infrastruktur mit langer Lebensdauer.

19.4.2 B. fossil_crisis_temporary

Zeitlich begrenzte Preis- oder Einkommenshilfen aufgrund außergewöhnlicher Energiepreise.

Diese werden im **Brutto-Fossilvolumen** ausgewiesen, aber separat markiert. Die 2022/23-Spitze darf nicht als strukturelles Normalniveau interpretiert werden. [S34]

19.4.3 C. fossil_exit_transition

Zahlungen für:

- Minenschließung,
- Stilllegung von Kraftwerken,
- Rekultivierung,
- soziale Abfederung des Ausstiegs,
- Beendigung langfristiger fossiler Verträge.

Diese Zahlungen können in Fossilsubventionsinventaren erscheinen, erzeugen aber nicht zwangsläufig zusätzlichen Carbon Lock-in. Bei Polen weist die OECD beispielsweise auf erhebliche Zahlungen für Stilllegung von Kohleminen bzw. Beendigung alter Stromabnahmeverträge hin. [S42]

Für das Assessment werden daher **Brutto-Fossilförderung** und **strukturelle Carbon-Lock-in-Förderung** getrennt berechnet.

19.5 17.5 Automotive: Klassifikation nach Zweck statt Firmenname

Eine staatliche Förderung an Volkswagen, BMW, Škoda, Magna oder einen Zulieferer ist nicht automatisch eine fossile Subvention.

Klassifikation:

Förderzweck	Zuordnung
Batterieproduktion, EV-Produktion, Ladeinfrastruktur	climate_mitigation / transition
Dekarbonisierung von Produktionswärme/-prozessen	climate_mitigation
allgemeine Liquiditätshilfe ohne technologiebezogene Bindung	ambiguous, nicht im CPCI
Förderung expliziter ICE-/fossiler Produktionskapazität	carbon_lockin
steuerliche Begünstigung fossiler Firmenwagen/Kraftstoffe	fossil_continuation
allgemeine Straßeninfrastruktur	grundsätzlich nicht als fossile Subvention zählen, sofern keine spezifische fossile Förderung vorliegt

Damit wird verhindert, dass industrielle Transformationsförderung fälschlich als fossile Förderung erscheint.

19.6 17.6 Climate Policy Coherence Index — materialisierte Fassung

Die frühere Fassung definierte den CPCI, enthielt aber noch keine tatsächlich berechnete Vier-Länder-Reihe. Diese Lücke ist mit Version 4 geschlossen.

Die Berechnung basiert primär auf der **öffentlichen DG-ENER-Energiesubventionsdatenbank 2025** zur Studie *Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union — 2025 edition*. Die Studie deckt EU-Mitgliedstaaten von 2015 bis 2023 und, soweit Daten verfügbar sind, 2024 ab und entwickelt zusätzlich eine Methodik zur Klassifikation der Umweltwirkung von Energiesubventionen. [S44][S45]

Die Quellbeträge sind in der verwendeten Datenbank in **konstanten EUR 2024, Millionen** ausgewiesen. Das Original-Workbook wird nicht in diesem Bundle dupliziert; für Reproduzierbarkeit wird sein SHA-256-Hash dokumentiert:

8a0c5f2afe3e9bb77f4eb96037ce8767ba3b919279d818cdf9459a8e86d9c0c1

19.6.1 17.6.1 Warum zwei CPCI-Varianten nötig sind

Eine einzige Kennzahl würde zwei verschiedene Fragen vermischen. Deshalb werden zwei tatsächlich berechnete Indizes parallel veröffentlicht.

19.6.1.1 A. CPCI_EI — Environmental-Impact Coherence

$$CPCI_{EI} = \frac{N - H}{N + H}$$

mit:

- *N*: Energiesubventionen, die nach DG-ENER/EHES als **nicht umweltschädlich** klassifiziert sind,
- *H*: Energiesubventionen, die als **umweltschädlich** klassifiziert sind.

Für EHES = Partial wird der Betrag entsprechend der fossilen Quote des Bruttoinlandsenergieverbrauchs des jeweiligen Mitgliedstaats aufgeteilt. Für 2024 wird mangels 2024-Energiemix im Quelldatensatz der letzte verfügbare Mix 2023 verwendet. [S44][S45]

Dieser Index nutzt den **vollständigen klassifizierten Energiesubventionsscope**, ist aber breiter als reine Klimaschutzinvestition. „Nicht umweltschädlich“ kann beispielsweise auch nukleare oder andere nicht direkt als Klimainvestition zu interpretierende Förderungen enthalten.

19.6.1.2 B. CPCI_REEF_FF — konservativer Klima-vs.-Fossil-Index

$$CPCI_{REEF/FF} = \frac{C_{min} - F}{C_{min} + F}$$

mit:

C_{min} = Erneuerbare + nicht-fossile Energieeffizienzförderung

und

F = explizit fossil klassifizierte Energiesubventionen.

C_{min} ist absichtlich ein **Lower Bound** der klimakompatiblen Förderung. Netze, Speicher, bestimmte Wasserstoffmaßnahmen oder industrielle Dekarbonisierung werden nicht automatisch hinzugerechnet, wenn sie nicht eindeutig in diese konservative Definition fallen.

Damit entsteht keine Scheingenauigkeit: CPCI_EI beantwortet die breitere Frage nach der Umweltwirkung des gesamten Förderuniversums; CPCI_REEF_FF die engere Frage, wie sich klar erkennbare Förderung von Erneuerbaren/Effizienz gegenüber klar fossiler Förderung verhält.

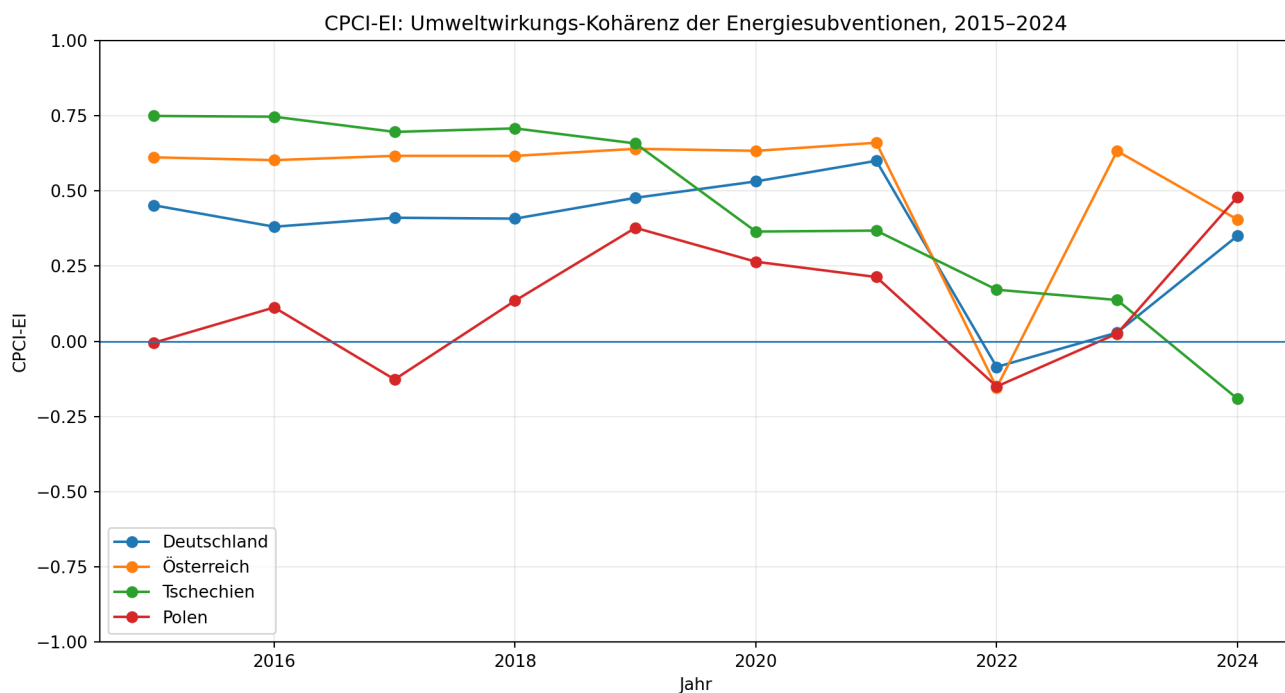
19.7 17.7 Tatsächliche CPCI-EI-Zeitreihe 2015-2024

Jahr	Deutschland	Österreich	Tschechien	Polen
2015	+0.452	+0.612	+0.749	-0.005
2016	+0.381	+0.602	+0.747	+0.113
2017	+0.411	+0.617	+0.696	-0.127
2018	+0.408	+0.616	+0.708	+0.135
2019	+0.477	+0.640	+0.658	+0.377
2020	+0.532	+0.633	+0.365	+0.265
2021	+0.600	+0.660	+0.368	+0.214
2022	-0.085	-0.154	+0.172	-0.150
2023	+0.029	+0.633	+0.137	+0.026
2024	+0.351	+0.405	-0.191	+0.480

19.7.1 Interpretation

- **Deutschland:** Der Index verbessert sich von +0,452 (2015) bis +0,600 (2021), kippt in der Energiekrise 2022 leicht negativ (−0,085), liegt 2023 nahe null und erholt sich 2024 auf **+0,351**.
- **Österreich:** Bis 2021 durchgehend deutlich positiv; 2022 führt die Energiekrisenförderung zu **−0,154**, danach Rückkehr in den positiven Bereich.
- **Tschechien:** 2015–2019 deutlich positiv, danach sukzessive Verschlechterung; 2024 liegt CPCI_EI mit **−0,191** erstmals in dieser Reihe klar auf der umweltschädlich dominierten Seite.
- **Polen:** stark schwankender Verlauf; negative Werte 2015, 2017 und 2022, 2024 dagegen **+0,480** im breiten EI-Scope.

Die Ausschläge 2022/23 sind ausdrücklich nicht als reine langfristige Strukturpolitik zu lesen: Energiekrisenmaßnahmen vergrößern die Bruttosubventionen massiv. Die Zeitreihe macht diese politische Reaktion sichtbar, ersetzt aber keine separate strukturelle Lock-in-Klassifikation. [S44]



DG ENER 2025 inventory; konstante EUR 2024. 2024 = bestätigte Beträge. CPCI-EI ist breiter als reine Klimaschutzförderung.

Figure 7: CPCI-EI 2015-2024

19.8 17.8 Belastbarer 2024-Vierländervergleich

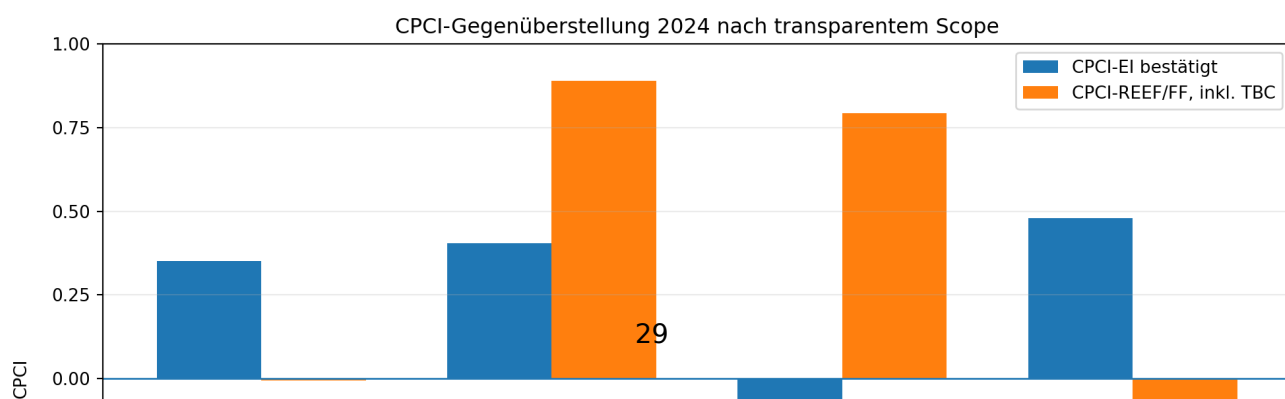
Staat	CPCI-EI bestätigt	schädlicher Anteil	nicht-schädlich, Mrd. €2024	schädlich, Mrd. €2024	CPCI-REEF/FF 2024*	C _{min} , Mrd. €2024*	FFS, Mrd. €2024*
Deutschland	+0.351	32.5 %	88.243	42.403	-0.005	43.097	43.554
Österreich	+0.405	29.8 %	6.930	2.937	+0.889	3.839	0.227
Tschechien	-0.191	59.6 %	2.334	3.437	+0.794	2.912	0.335
Polen	+0.480	26.0 %	11.148	3.915	-0.186	5.326	7.765

* CPCI_REEF/FF, C_{min} und FFS verwenden für 2024 zusätzlich eine **TBC-Sensitivität**: Bei im Quellinventar als noch zu bestätigend markierten Maßnahmen wird der 2023-Betrag als 2024-Schätzwert fortgeschrieben. Diese Rekonstruktion reproduziert für Deutschland und Polen die im Bericht gerundeten fossilen Fördervolumina von ungefähr **44 Mrd. EUR** bzw. **7,8 Mrd. EUR**. [S44][S45]

Die bestätigten 2024-EHES-Anteile sind zugleich ein starker Validierungstest der Pipeline:

Deutschland	32,46 %	schädlich	→ Bericht rund 32 %
Österreich	29,76 %	schädlich	→ Bericht rund 30 %
Tschechien	59,56 %	schädlich	→ Bericht rund 60 %
Polen	25,99 %	schädlich	→ Bericht rund 26 %

Damit ist die Berechnung nicht nur intern konsistent, sondern reproduziert die publizierten Länderanteile der Primärstudie.



- CPCI_REEF_FF vergleicht nur den engeren Block Erneuerbare + nicht-fossile Effizienz mit expliziter Fossilförderung.

Deshalb müssen auf der Site **Rohbeträge und Scope immer zusammen mit dem Index** sichtbar bleiben.

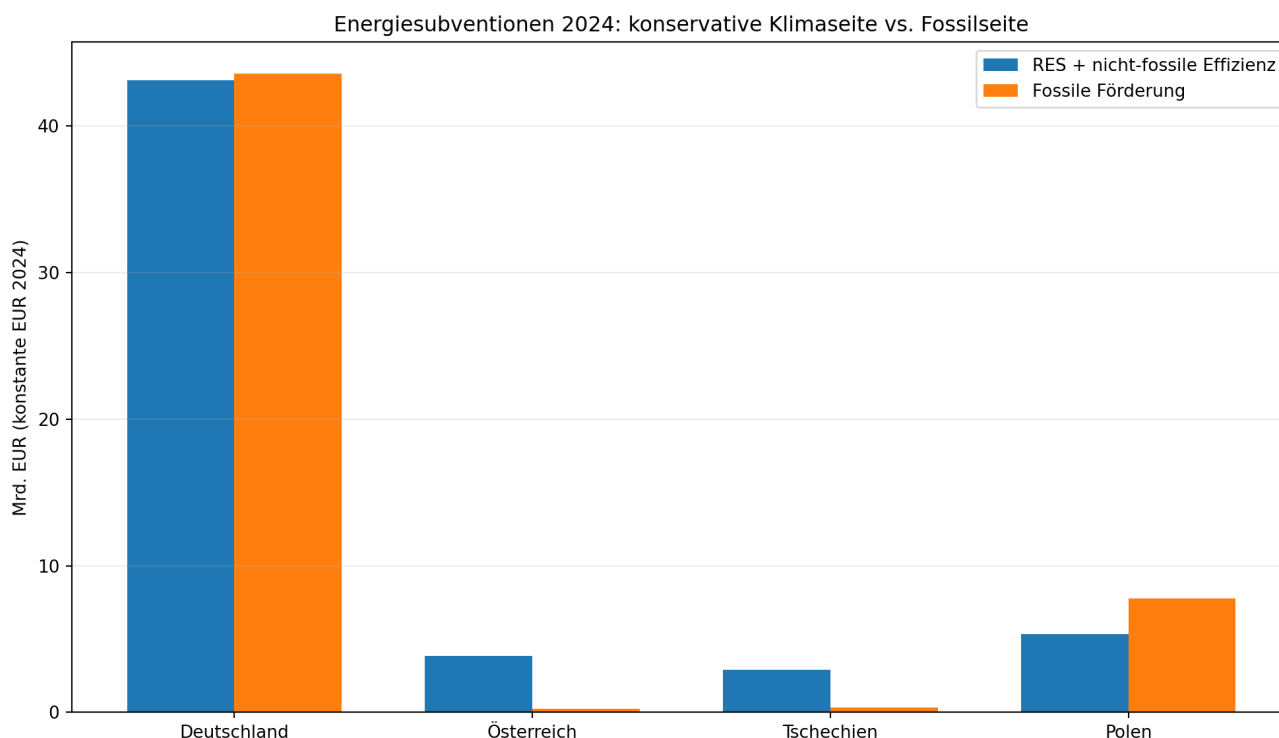


Figure 9: Klimaminimum vs. Fossil 2024

19.9 17.9 CPCI-REEF/FF-Zeitreihe und 2024-Sensitivität

Die vollständigen Jahreswerte liegen in:

climate_cpci_assets_v4/cpci_reef_ff_timeseries_2015_2024.csv

climate_cpci_assets_v4/cpci_reef_ff_timeseries_2015_2024.json

Für 2015–2023 werden die im Inventar ausgewiesenen Jahresbeträge verwendet. Für 2024 enthält der Datensatz **beide Ebenen**:

1. confirmed — ausschließlich bestätigte 2024-Beträge,
2. with_2024_tbc_estimate — Sensitivitätswert mit Fortschreibung 2023 für TBC-Maßnahmen.

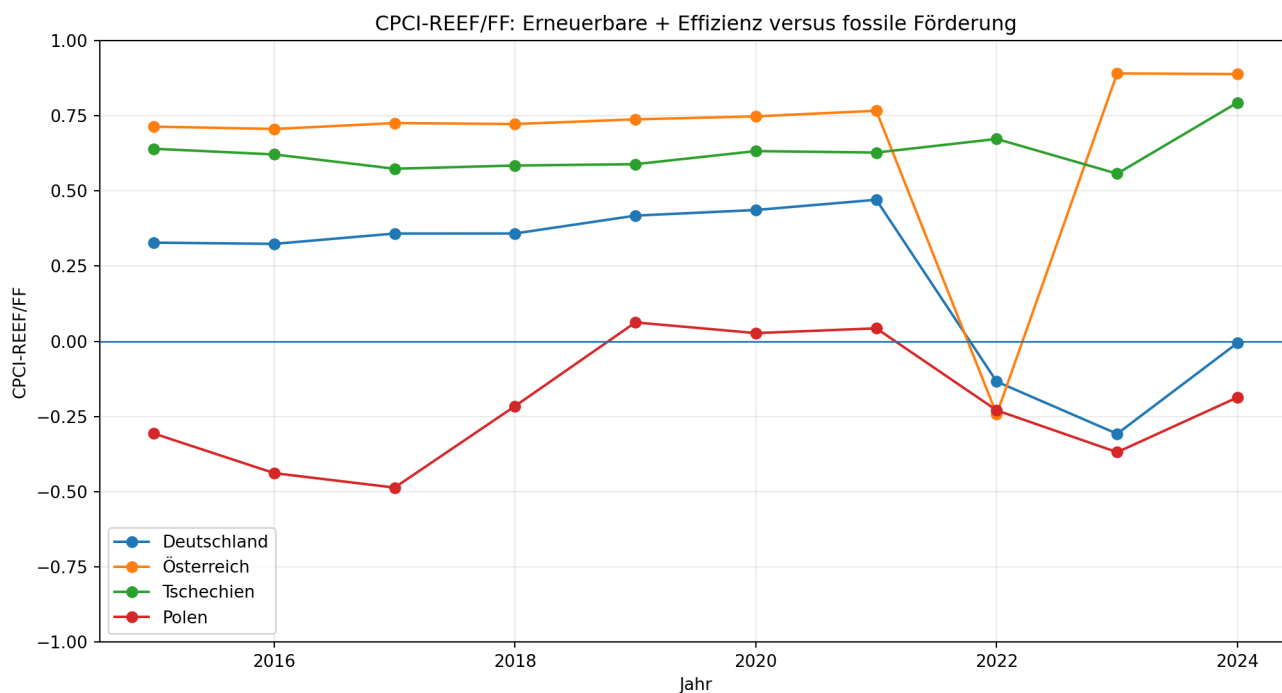
Die Site sollte 2024 deshalb visuell als **provisorisch/sensitivitätsbehaftet** markieren.

19.10 17.10 Zeitraum 2000–2014: bewusst kein erfundener CPCI

Die Nutzeranforderung bleibt eine Betrachtung ab 2000. Für einen **methodisch gleichen** CPCI ist dies mit der aktuellen DG-ENER-Datenbasis jedoch nicht möglich: Die harmonisierte Energiesubventionsinventur beginnt 2015. [S44]

Das State Aid Scoreboard stellt zwar eine offizielle Zeitreihe **2000–2024** bereit, deckt aber nicht dasselbe Förderuniversum ab. Insbesondere allgemeine Maßnahmen und Teile von Steuervergünstigungen fallen nicht unter den beihilferechtlichen State-Aid-Scope. Die Kommission weist ausdrücklich auf diese Abgrenzung hin. [S33]

Daher gilt:



Konservativer Scope: RES + nicht-fossile Energieeffizienz vs. fossile Förderung. 2024 inkl. separat ausgewiesener TBC-Sensitivität.

Figure 10: CPCI-REEF/FF 2015–2024

2000–2014:

State Aid / Umweltbeihilfen = als Langfristkontext verwendbar
 vollständige fossile Gegenreihe = nicht gleichartig verfügbar
 CPCI = NA

2015–2024:

DG ENER Energy Subsidy Inventory
 C und F aus derselben statistischen Grundgesamtheit
 CPCI = belastbar berechenbar

Diese Coverage ist maschinenlesbar dokumentiert:

climate_cpci_assets_v4/cpci_coverage_2000_2024.csv

Es werden keine Werte interpoliert und kein State-Aid-Lower-Bound mit der DG-ENER-Reihe zu einer scheinbar durchgehenden CPCI-Linie verklebt.

19.10.1 17.10.1 Zusätzliche Größen

Der Index darf die Rohdaten nicht verdecken. Deshalb werden neben CPCI künftig weiterhin veröffentlicht:

$$C_{EUR}, F_{EUR}, F/C$$

sowie – sobald BIP- und Bevölkerungsreihen vollständig harmonisiert sind:

$$C/GDP, F/GDP, C/Population, F/Population.$$

Für den Langfristkontext ab 2000 bleibt das State Aid Scoreboard eine eigene, getrennte Ebene. Es ist **kein Bestandteil** des aktuell materialisierten CPCI.

19.10.2 17.10.2 Kopplung an reale Emissionen

In einer späteren Ausbaustufe wird die Förderstruktur mit realen Resultaten gespiegelt:

CPCI / Förderstruktur
↓
Energie- und Kapitalstock
↓
Emissionsintensität
↓
territoriale GHG-Emissionen

Eine Korrelation ist kein Kausalitätsnachweis, ermöglicht aber einen Plausibilitätscheck, ob fiskalische Anreize und reale Dekarbonisierung langfristig dieselbe Richtung zeigen.

19.11 17.11 Aussagegrenze

Der CPCI misst **fiskalische Kohärenz innerhalb eines definierten Förderuniversums**, nicht die Gesamtheit der Klimapolitik.

Er erfasst beispielsweise nicht vollständig:

- CO₂-Bepreisung,
- Regulierung und Verbote,
- Emissionsstandards,
- Genehmigungsrecht,
- private Investitionen,
- Strommarktpreise,
- externe Kosten fossiler Energien,
- internationale Klima- und Handelswirkungen.

Der Index beantwortet deshalb die enge, aber relevante Frage:

In welche Richtung lenkt der Staat seine finanziellen Förderimpulse - und wie stark widersprechen sich diese Impulse innerhalb desselben Haushalts- und Beihilfesystems?

19.12 17.12 Die offene fiskalisch-ethische Frage

Der CPCI ist zunächst ein **empirisches Transparenzinstrument**. Er zeigt, in welchem Umfang öffentliche Mittel innerhalb eines definierten statistischen Förderuniversums gleichzeitig in klimakompatible und fossilrelevante Strukturen fließen.

Er beantwortet ausdrücklich **nicht**, welche Förderentscheidung moralisch oder politisch „richtig“ ist.

Gerade daraus ergibt sich jedoch eine weiterführende normative Frage:

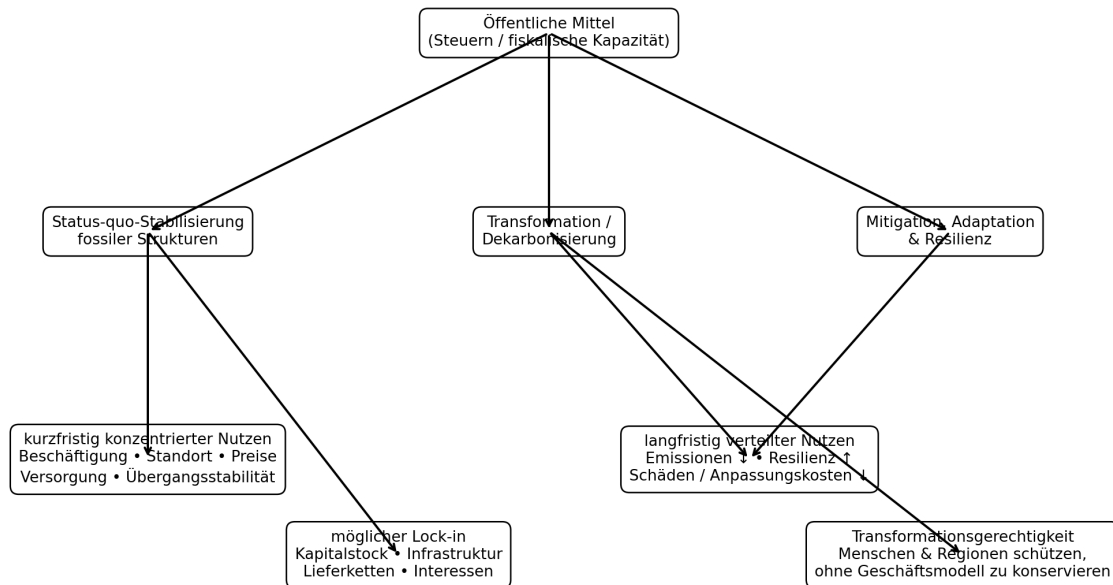
Soll knappe fiskalische Kapazität primär dazu verwendet werden, bestehende emissionsintensive Strukturen und ihre kurzfristigen ökonomischen Vorteile zu stabilisieren - oder dazu, deren Transformation zu finanzieren, Klimaschäden zu begrenzen und langfristige Resilienz aufzubauen?

Diese Frage ist nicht allein naturwissenschaftlich oder ökonometrisch lösbar. Sie enthält Wertentscheidungen darüber,

- wie Gegenwart und Zukunft gewichtet werden,
- wie Risiken zwischen Generationen verteilt werden,
- welche Gruppen kurzfristige Vorteile erhalten,
- wer langfristige externe Kosten trägt,
- und welche Aufgaben öffentliche Mittel erfüllen sollen.

19.12.1 17.12.1 Der Zielkonflikt ist nicht einfach „Klima versus Arbeitsplätze“

Eine verkürzte Darstellung wäre:



Konzeptionelle Skizze. Sie bewertet keine Option normativ, sondern macht den intertemporalen und distributiven Zielkonflikt öffentlicher Mittel sichtbar.

Figure 11: Öffentliche Mittel und Klimapolitik

Klimaschutz
versus
Arbeitsplätze

Das greift zu kurz.

Fossilrelevante Subventionen können kurzfristig reale gesellschaftliche Funktionen erfüllen:

- Beschäftigung sichern,
- regionale Wertschöpfung stabilisieren,
- industrielle Produktionskapazität erhalten,
- Energie- und Transportkosten begrenzen,
- Versorgungssicherheit stützen,
- soziale Härten in Transformationsphasen abfedern,
- abrupte regionale Strukturbrüche verhindern.

Der eigentliche Konflikt liegt daher eher zwischen:

kurzfristig konzentriertem Nutzen

und

langfristig verteiltem Nutzen bzw. vermiedenen Schäden.

Klimaschutz- und Transformationsinvestitionen wirken häufig zeitlich verzögert und verteilen ihren Nutzen über größere Bevölkerungsgruppen und längere Zeiträume. Genau deshalb sind sie politisch weniger unmittelbar sichtbar als die Rettung eines einzelnen Standorts, Unternehmens oder Beschäftigungsclusters.

19.12.2 17.12.2 Opportunitätskosten öffentlicher Mittel

Jede Subvention besitzt eine fiskalische Alternative.

Die relevante Frage lautet daher nicht nur:

Hat diese Förderung einen Nutzen?

sondern:

Ist ihr gesellschaftlicher Nutzen höher als der Nutzen der besten realistischen Alternative?

Ein Euro, der zur Stabilisierung einer fossilen Produktions-, Verbrauchs- oder Absatzstruktur eingesetzt wird, steht gleichzeitig nicht zur Verfügung für beispielsweise:

- Dekarbonisierung desselben Industriezweigs,
- Netze und Speicher,
- Energieeffizienz,
- Gebäudesanierung,
- Bahn- und ÖPNV-Infrastruktur,
- Renaturierung und Landschaftsretention,
- Hochwasser- und Dürreanpassung,
- Trinkwassersicherung,
- Forschung und technische Transformation,
- Qualifizierung und Umschulung,
- regionale Strukturpolitik,
- soziale Kompensation der Transformation.

Damit wird die Förderentscheidung zu einer Frage der **Allokation knapper gesellschaftlicher Ressourcen**.

19.12.3 17.12.3 Lock-in als fiskalische Pfadabhängigkeit

Eine fossile Förderung kann kurzfristig rational sein und dennoch langfristig einen zusätzlichen Lock-in erzeugen.

Schematisch:

Subvention

↓

wirtschaftliche Lebensdauer einer fossilen Struktur ↑

↓

Kapitalstock / Infrastruktur / Lieferkette bleibt bestehen

↓

Beschäftigung und regionale Wertschöpfung bleiben daran gekoppelt

↓

politische und soziale Ausstiegskosten ↑

↓

erneuter Förderbedarf wird wahrscheinlicher

Damit kann sich ein selbstverstärkender politisch-ökonomischer Pfad bilden:

Förderung → Abhängigkeit → höhere Wechselkosten → weitere Förderung.

Nicht jede fossile Förderung erzeugt zwangsläufig diesen Effekt. Temporäre Krisenhilfen, gezielte Stilllegungsbeihilfen oder sozialpolitische Übergangshilfen können gerade dem geordneten Ausstieg dienen.

Für das Assessment ist deshalb entscheidend, Förderung nach ihrer Funktion zu unterscheiden:

temporary_crisis
social_protection
closure_remediation
transition
structural_lock_in
consumption_support
production_support

19.12.4 17.12.4 Verteilungsfrage

Die Nutzen- und Schadensseite ist asymmetrisch verteilt.

Fossile Strukturförderung kann Nutzen stark konzentrieren:

- einzelne Unternehmen,
- Branchen,
- Beschäftigtengruppen,
- Regionen,
- Energieverbrauchergruppen.

Klimaschäden sind dagegen häufig:

- räumlich breiter verteilt,
- zeitlich verzögert,
- generationsübergreifend,
- kumulativ,
- nur teilweise eindeutig einzelnen Emittenten zurechenbar.

Das erzeugt eine klassische politische Asymmetrie:

konzentrierter unmittelbarer Nutzen > politische Sichtbarkeit

während

diffuse langfristige Kosten < unmittelbare politische Sichtbarkeit.

Der CPCI kann diese Verteilungsfrage nicht beantworten, aber sichtbar machen, in welche Richtung öffentliche Finanzströme wirken.

19.12.5 17.12.5 Intergenerationelle Dimension

Klimapolitik ist zwangsläufig intertemporal.

Eine Gesellschaft entscheidet heute über Infrastruktur und Kapitalstock, deren Emissionen und Folgekosten über Jahrzehnte wirken können.

Damit entsteht eine normative Frage:

Wie stark dürfen gegenwärtige ökonomische Vorteile gegenüber Risiken und Kosten zukünftiger Generationen gewichtet werden?

Diese Frage kann weder ein Klimamodell noch der CPCI beantworten.

Naturwissenschaft kann abschätzen:

- Erwärmung,
- Risikowahrscheinlichkeiten,
- erwartete Schäden,
- Unsicherheitsbereiche.

Ökonomik kann untersuchen:

- Diskontraten,
- Opportunitätskosten,
- Strukturwandel,
- Verteilungswirkungen.

Die Gewichtung zwischen heutigen und zukünftigen Interessen bleibt jedoch letztlich eine gesellschaftliche Wertentscheidung.

19.12.6 17.12.6 Verursacherprinzip und Allgemeinheitsfinanzierung

Eine weitere offene Frage entsteht dort, wo öffentliche Mittel eine emissionsintensive Struktur stützen, während deren externe Kosten teilweise von der Allgemeinheit getragen werden.

Schematisch:

private / sektorale Wertschöpfung
+
öffentliche Subvention
↓
emissionsintensive Aktivität
↓
externe Klima- und Folgekosten
↓
breitere gesellschaftliche Last

Daraus ergibt sich die Frage:

In welchem Umfang soll die Allgemeinheit die ökonomische Lebensdauer einer Struktur finanzieren, deren nicht vollständig internalisierte Externalitäten ebenfalls von der Allgemeinheit getragen werden?

Auch diese Frage lässt sich nicht allein aus dem Fördervolumen beantworten. Sie verlangt eine normative Entscheidung über die Reichweite von Verursacher-, Solidaritäts- und Allgemeinheitsprinzip.

19.12.7 17.12.7 Transformationsgerechtigkeit als mögliche dritte Perspektive

Der Zielkonflikt muss nicht ausschließlich zwischen

fossile Struktur erhalten

und

Struktur sofort aufgeben

liegen.

Eine dritte Perspektive lautet:

Menschen, Regionen und produktive Kapazitäten schützen, ohne das emissionsintensive Geschäftsmodell da
--

Öffentliche Mittel könnten beispielsweise verwendet werden, um:

- Beschäftigte abzusichern,
- Qualifikation zu finanzieren,
- Produktionsstandorte umzurüsten,
- neue Wertschöpfungsketten aufzubauen,
- soziale Kosten des Übergangs zu kompensieren,
- regionale Abhängigkeiten zu reduzieren.

Damit verschiebt sich die politische Frage von:

Welche bestehende Struktur soll erhalten werden?

zu:

Welche gesellschaftliche Funktion soll erhalten werden, und muss dafür tatsächlich das bisherige fossile Geschäftsmodell erhalten bleiben?

Diese Unterscheidung ist für das Assessment zentral.

19.12.8 17.12.8 CPCI als Diagnose, nicht als moralischer Punktestand

Ein hoher positiver CPCI bedeutet nicht automatisch:

gute Klimapolitik

und ein negativer CPCI bedeutet nicht automatisch:

moralisch falsche Politik

Der Index zeigt lediglich:

Richtung und Kohärenz finanzieller Förderimpulse.

Für eine normative Bewertung wären zusätzlich mindestens nötig:

- Zweck der jeweiligen Maßnahme,
- erwartete Laufzeit,
- vermiedene soziale Schäden,
- Alternativoptionen,
- Transformationswirkung,
- Emissionswirkung,
- Verteilungswirkung,
- Lock-in-Risiko,
- regionale Abhängigkeiten,
- langfristige Opportunitätskosten.

Der CPCI ist daher am stärksten, wenn er eine **Frage öffnet**, statt sie scheinbar zu beantworten.

19.12.9 17.12.9 Die bewusst offene Frage

Das Assessment endet an dieser Stelle nicht mit einer normativen Vorgabe.

Es stellt stattdessen die beobachtbare Inkohärenz zur Diskussion:

Staaten formulieren Dekarbonisierungsziele, investieren öffentliche Mittel in Klimaschutz, Transformation und Anpassung und unterstützen gleichzeitig in unterschiedlichem Umfang fossilrelevante Produktion, Verbrauch oder Infrastruktur.

Daraus folgt die offene Frage:

Soll öffentliche fiskalische Kapazität stärker zur Stabilisierung des gegenwärtigen Systems verwendet werden - oder stärker dazu, den Übergang zu einem emissionsärmeren, klimaresilienteren System zu finanzieren?

Und unmittelbar anschließend:

Wie viel kurzfristige wirtschaftliche Stabilität ist eine Gesellschaft bereit gegen langfristige klimaökologische Risiken, Anpassungskosten und intergenerationelle Belastungen zu tauschen?

Diese Fragen bleiben **bewusst unbeantwortet**.

Das Assessment soll die empirischen Voraussetzungen liefern, Zielkonflikte sichtbar machen und ihre Größenordnung quantifizieren.

Die normative Antwort muss jeder Leser selbst geben.

19.13 17.13 Klimazonen, aride Regime und ihre Verschiebung

Eine zusätzliche, bisher noch nicht explizit ausgeführte Perspektive ist die Frage, wie sich **Klimazonen bzw. bioklimatische Regime räumlich verschieben**. Im Alltagsbild lässt sich dies naiv als ein teilweises „Vordringen wärmerer bzw. trockenerer Regime vom Äquator in N/S-Richtung“ beschreiben. Analytisch ist die Realität komplexer:

- Verschiebungen erfolgen **nicht** streng zonal und gleichförmig,

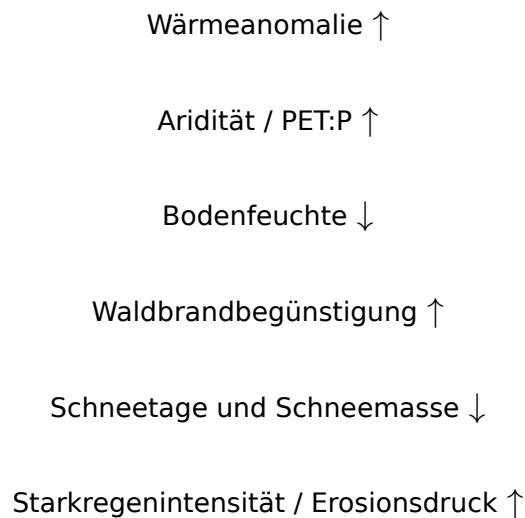
- sie werden von Orographie, Küsteneffekten, Zirkulation, Landnutzung und Binnenlage moduliert,
- neben der **polewärtigen** Verlagerung treten auch **höhenwärts** gerichtete Verschiebungen auf,
- aride Signale können regional stärker zunehmen als eine reine Mitteltemperaturbetrachtung vermuten lässt.

Für das Assessment ist die präzise Formulierung daher:

V6 interpretiert die gegenwärtigen Beobachtungen als konsistent mit einer polewärtigen und höhenwärts gerichteten Verschiebung bioklimatischer sowie arider Regime, ohne bereits eine vollständig materialisierte, jährliche Europa-Zonenkartierung zu behaupten.

19.13.1 17.13.1 Warum das relevant ist

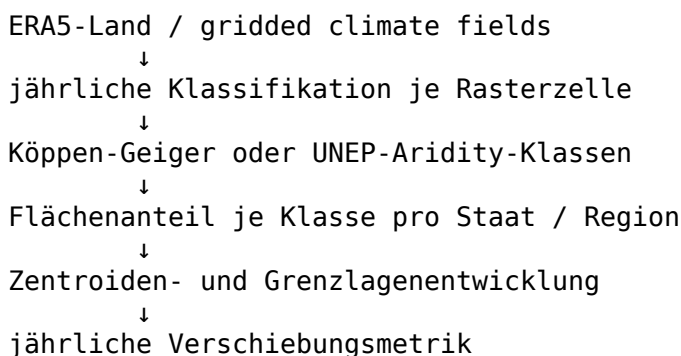
Die Frage nach Zonenverschiebungen verbindet Klimaantriebe mit beobachtbaren lokalen Folgen. Eine abstrakte Verschiebung eines ariden oder semiariden Regimes wird empirisch glaubwürdig, wenn sie sich parallel in unabhängigen Signalen niederschlägt:



Gerade diese **Kombination** ist für Mitteleuropa in den jüngeren Jahren zunehmend sichtbar und macht die Zonenfrage analytisch nützlich.

19.13.2 17.13.2 Materialisierbarer methodischer Pfad

Eine saubere künftige Site-Implementierung sollte die Zonenverschiebung nicht illustrativ, sondern rasterbasiert berechnen:

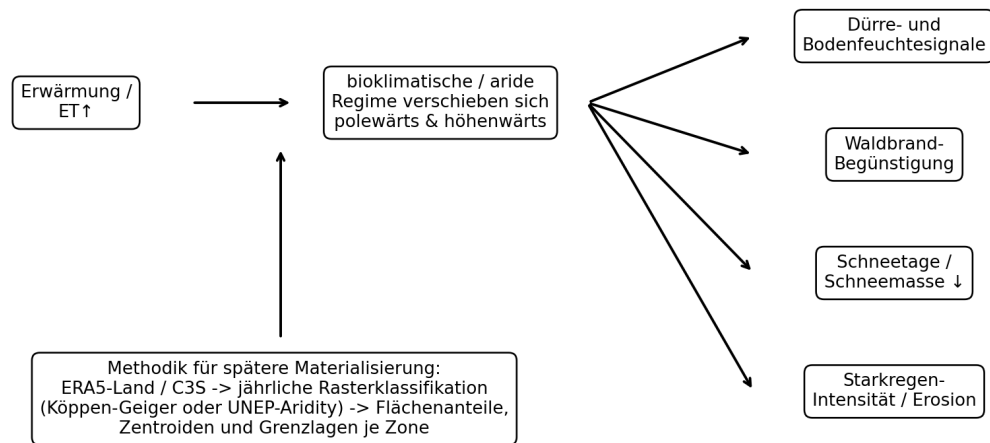


Zwei robuste Optionen:

1. Köppen-Geiger-Ansatz

Vorteil: anschaulich und bekannt.

Nachteil: relativ grob und temperatur-/niederschlagsregelbasiert.



Konzeptionelle Skizze: Eine exakte Zonen-Verschiebung wird in V6 nicht erfunden, sondern als später materialisierbare Rasterklassifikation spezifiziert. Die rechte Seite zeigt empirische Proxy-Signale.

Figure 12: Klimazonen-Framework

2. Aridity-/Water-Balance-Ansatz

Beispielhaft über Trockenheits- bzw. Ariditätsindikatoren.

Vorteil: direkter Bezug zu Wasserstress, Dürre und Vegetationsbedingungen.

Nachteil: kommunikativ weniger intuitiv.

Für V6 wird ausdrücklich **keine** scheinpräzise Europa-Zahl in km pro Dekade oder km² pro Jahr erfunden, solange diese Rasterklassifikation nicht tatsächlich gerechnet wurde.

19.13.3 17.13.3 Proxy-Validierung

Bis zur vollständigen Materialisierung lässt sich die Hypothese einer Regimeverschiebung über unabhängige Proxy-Familien plausibilisieren:

- langfristige Temperatur- und Verdunstungssignale,
- Ariditäts- und Bodenfeuchteindikatoren,
- Rückgang von Schneetagen, Schneemasse und Schneewasseräquivalent,
- Zunahme von Feuerwetterbedingungen bzw. Waldbrandanfälligkeit,
- Intensivierung konzentrierter Niederschläge mit Erosionswirkung,
- Rückgang der Vegetations- und Bodenrückhaltefähigkeit.

Die Site kann dies später als **Climate Zone Drift Proxy Layer** darstellen; ein vorbereitendes Feldschema liegt als Asset vor:

climate_zone_assets_v6/climate_zone_proxy_schema_v6.csv

19.14 17.14 Rückläufiger Schneefall, Schneespeicherdefizit und Tauwasser

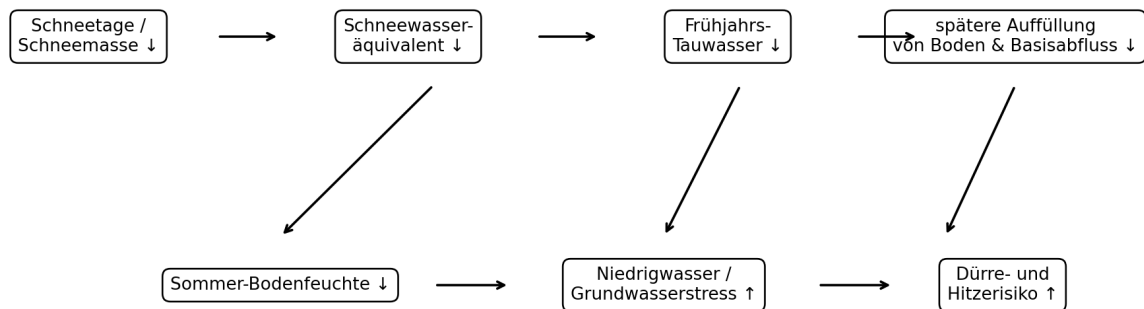
Ein langfristig wichtiger, bislang noch nicht explizit genug gewichteter Faktor ist der Rückgang von Schneefall, Schneetagen und Schneemasse in Europa. Das ist für Dürrefragen relevant, weil Schnee einen **zeitlich verzögerten Wasserspeicher** darstellt. Wasser fällt im Winter, steht aber erst im Frühjahr und Frühsommer als Tauwasser breitflächig zur Verfügung.

19.14.1 17.14.1 Hydrologische Logik

Schneetage / Schneemasse ↓ → Schneewasseräquivalent ↓ → Tauwasserzufuhr im Frühjahr ↓

→ spätere Auffüllung von Bodenfeuchte, Zwischenabfluss und Basisabfluss ↓

→ Sommerliche Dürreanfälligkeit ↑



Langfristiger Effekt: geringerer winterlicher Schneespeicher reduziert die zeitlich verzögerte Wasserverfügbarkeit im Frühjahr und Frühsommer. Das betrifft insbesondere Gebirge und durch Schneeschmelze geprägte Teileinzugsgebiete.

Figure 13: Schneespeicher-Kaskade

Dieser Effekt ist besonders wichtig in:

- Gebirgsräumen,
- schneebeeinflussten Teileinzugsgebieten,
- Oberliegerregionen mit sommerlich wasserarmen Phasen,
- Regionen, in denen Winterregen den hydrologischen Speichercharakter von Schnee nicht vollständig ersetzt.

19.14.2 17.14.2 Europaweite Evidenz

Copernicus/WMO berichteten für 2025 europaweit deutlich unterdurchschnittliche Schneeverhältnisse. Das End-of-season snow cover extent lag um **31 %**, die snow mass um **45 %** unter dem Durchschnitt; beide Werte waren die drittniedrigsten der 42-jährigen Reihe. Zugleich weist die langfristige Entwicklung auf einen Rückgang der Schneebedeckung über die letzten zwei Jahrzehnte hin, besonders markant in den letzten zwölf Jahren. [S46][S47]

Für die Dürrelogik ist das zentral: Nicht jeder fehlende Winter-Niederschlag erscheint sofort als Sommertrockenheit; ein Teil wirkt über den **Verlust des saisonalen Schneespeichers** als verzögerter hydrologischer Effekt.

19.14.3 17.14.3 Einordnung für Mitteleuropa

Mitteleuropa ist nicht in allen Regionen schneesmelzdominiert. Dennoch gilt:

- Weniger Schnee bedeutet häufig **frühere und geringere Speicheraufladung**.
- Der Ersatz von Schneefall durch Winterregen führt nicht automatisch zu gleicher Nutzbarkeit; ein größerer Anteil kann direkt abfließen.

- In Kombination mit Aridifizierung, Bodenversiegelung und Vegetationsstress sinkt die Chance, dass winterlicher Niederschlag als lokal nutzbare Feuchtigkeit in den Sommer getragen wird.

Damit verstärkt das Schneespeicherdefizit das bereits beschriebene Land-Water-Feedback.

19.15 17.15 Revisionsstatus und Vollständigkeitslogik

V6 verfolgt zusätzlich eine methodische Disziplin:

Nichts soll stillschweigend verschwinden. Was nicht enthalten ist, soll entweder bewusst verworfen oder als noch nicht robust genug materialisiert gekennzeichnet werden.

Dazu gilt in dieser Fassung:

- **beibehalten:** Hitze-/Dürreanalyse, Land-Water-Feedback, Ereignishorizont, Mortalität, CPCI, normative Policy-Coherence-Frage.
- **erweitert:** Klimazonen-/Regimeverschiebung; Schnee- und Tauwasserlogik.
- **bewusst noch nicht materialisiert:** eine jährliche, quantitativ ausgewiesene Europa-Klimazonenkarte bzw. Verschiebungskennzahl, solange keine tatsächlich gerechnete Rasterklassifikation vorliegt.
- **nicht verworfen:** Der Grundgedanke einer zonalen Verschiebung bleibt erhalten, wird aber von einer naiven linearen Nord-/Süd-Ausbreitungsmetapher auf eine methodisch sauberere Regimeverschiebung überführt.

Der entsprechende Revisions- und Statusüberblick liegt ebenfalls als Asset vor:

climate_zone_assets_v6/assessment_revision_ledger_v6.csv

19.16 17.16 Climate-Zone-Shift-Layer v1.0 — reproduzierbare Spezifikation

V6.1 materialisiert die in V6 nur konzeptionell beschriebene Klimazonenidee als **implementierungsfähigen Datenlayer**. Dabei wird eine zentrale methodische Trennung vorgenommen:

Klimazonen werden aus langjährigen Klimatologien bestimmt. Einzelne Dürre-, Hitze-, Feuer- oder Starkregenjahre dürfen eine Klimazone nicht unmittelbar umklassifizieren.

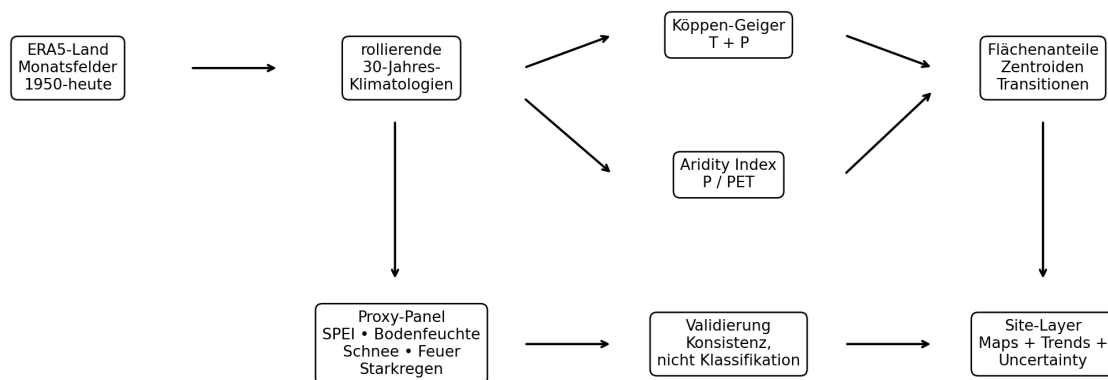
Die lokalen und regionalen Extremindikatoren werden deshalb als **unabhängige Validierungs- und Wirkungsebene** behandelt.

19.16.1 17.16.1 Zwei parallele direkte Klassifikationen

19.16.1.1 A. Köppen-Geiger-Layer Der Köppen-Geiger-Layer klassifiziert jede Rasterzelle anhand der Monatsklimatologie von Temperatur und Niederschlag. Er bildet damit ein bioklimatisches Regime ab und eignet sich besonders, um Veränderungen von temperaten, kalten, ariden oder anderen Klimaklassen räumlich sichtbar zu machen.

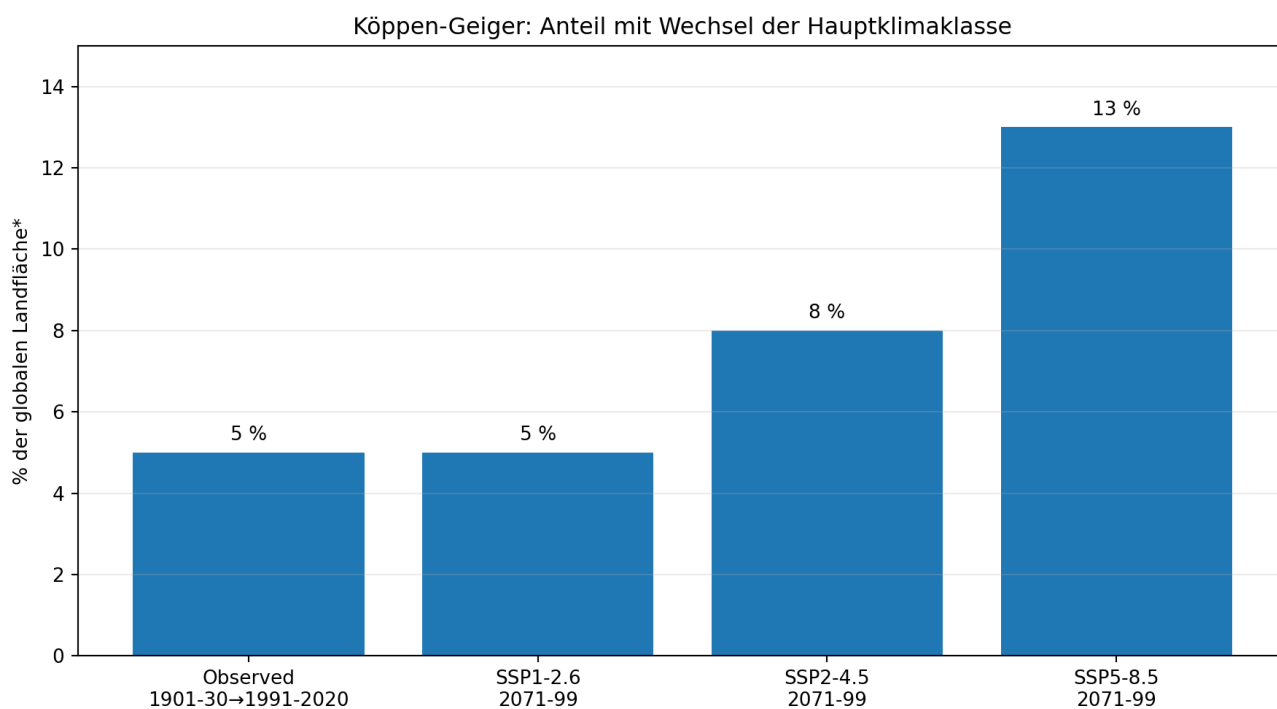
Als externer Referenzdatensatz dient Beck et al. (2023). Die 1-km-Karten umfassen die historischen 30-Jahresperioden **1901-1930, 1931-1960, 1961-1990 und 1991-2020** sowie Zukunftsperioden **2041-2070 und 2071-2099** für mehrere CMIP6-SSP-Szenarien. [S51]

Die Studie schätzt, dass zwischen 1901-1930 und 1991-2020 etwa **5 % der globalen Landfläche außerhalb der Antarktis in eine andere Köppen-Geiger-Hauptklasse wechselten**. Für 2071-2099 gegenüber 1991-2020 werden etwa **5 % unter SSP1-2.6, 8 % unter SSP2-4.5 und 13 % unter SSP5-8.5** projiziert. Diese Werte sind globale Benchmarks und werden ausdrücklich **nicht** als Europa- oder Mitteleuropa-Werte ausgegeben. [S51]



Prinzip: Klimazone = 30-jährige Klimatologie. Extremereignisse bestätigen oder widersprechen der Regimeverschiebung, werden aber nicht zur Definition der Zone benutzt.

Figure 14: Climate-Zone-Shift-Layer Pipeline



*Antarktika ausgeschlossen. Beobachtet: 1901-1930 vs. 1991-2020. Zukunft: 1991-2020 vs. 2071-2099. Quelle: Beck et al., Scientific Data 2023.

Figure 15: Globaler Köppen-Geiger-Benchmark

19.16.1.2 B. Aridity-/Water-Balance-Layer Parallel wird ein direkter Trockenheitslayer berechnet:

$$AI = \frac{P}{PET}$$

mit:

- P : jährlicher Niederschlag,
- PET : jährliche potentielle Evapotranspiration.

Der Index misst damit nicht nur Niederschlag, sondern Niederschlag relativ zum atmosphärischen Wasserbedarf. Nach der verbreiteten UNEP/FAO-Klassifikation gelten beispielhaft folgende Schwellen: [S53][S54]

AI	Klasse
<0,03	hyperarid
0,03-0,20	arid
0,20-0,50	semiarid
0,50-0,65	trocken-subhumid
>0,65	humid

Gerade für unser Assessment ist dieser zweite Layer wichtig, weil eine Region trockener werden kann, **ohne dass ihre Niederschlagsmenge proportional fällt**: Eine steigende potentielle Evapotranspiration kann AI ebenfalls reduzieren.

19.16.2 17.16.2 Zeitmodell: keine „jährlichen Klimazonen“

Für die operative Site wird ERA5-Land als konsistente gridded Basis verwendet. Der Datensatz reicht von 1950 bis nahe an die Gegenwart und stellt auf dem CDS-Gitter von 0,1° unter anderem Temperatur, Niederschlag, potentielle Evaporation, Bodenwasser und Abfluss bereit. [S52]

Die operative Zeitachse lautet:

1951–1980
 1952–1981
 1953–1982
 ...
 1995–2024
 1996–2025

Es handelt sich also um **rollierende 30-Jahres-Klimatologien mit jährlichem Schritt**.

Damit erhält die Site zwar einen jährlichen x-Wert, aber jeder Punkt repräsentiert einen vollständigen Klimazustand von 30 Jahren.

Stand August 2026 ist:

1996–2025 = letztes vollständig geschlossenes 30-Jahresfenster
 1997–2026 = noch NICHT final

Diese Regel verhindert eine Vermischung von laufendem Wetter und Klimaklassifikation.

19.16.3 17.16.3 Direkte Metriken

Für jede Region — Europa sowie DEU/AUT/CZE/POL — werden je Fenster und Klassifikationsmethode mindestens folgende Größen gespeichert:

$$\text{class area share} = \frac{A_{\text{class}}}{A_{\text{region}}}$$

$$\text{transition share} = \frac{A(\text{class}_{t_1} \neq \text{class}_{t_0})}{A_{\text{region}}}$$

$$\text{poleward centroid shift} \approx 111,32 \cdot \Delta\varphi$$

für die Nordhemisphäre mit positivem Vorzeichen nach Norden.

Zusätzlich:

- Flächenanteil jeder Köppen-Geiger-Klasse,
- Anteil trockener AI-Klassen,
- Übergang humid → dryland,
- flächengewichteter Klassen-Zentroid,
- optional höhengewichteter Zentroid und altitudinale Verschiebung,
- mittlerer Aridity Index,
- Änderung des AI gegenüber Referenz,
- Klassifikations-/Grenzunsicherheit.

Die vollständigen Formeln liegen in:

climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_metric_definitions.csv

19.16.4 17.16.4 Räumliche Gewichtung

Rasterzellen dürfen **nicht** einfach gezählt werden.

Die Aggregation muss berücksichtigen:

$$w_i = A_i \cdot f_{i,\text{region}}$$

mit:

- A_i : tatsächliche Fläche der Rasterzelle,
- $f_{i,\text{region}}$: Flächenanteil der Zelle innerhalb des Regionspolygons.

Damit werden insbesondere die geographisch kleineren Zellen höherer Breiten korrekt behandelt.

Für Gebirgsräume sollte zusätzlich ein DEM gekoppelt werden. Eine scheinbare Nordverschiebung kann dort teilweise als **höhenwärtige Verschiebung** auftreten. Deshalb sind für Alpen, Böhmerwald, Sudeten, Karpaten usw. beide Achsen interessant:

$$\Delta\text{latitude}$$

und

$$\Delta\text{elevation}.$$

19.16.5 17.16.5 PET-Konvention und Datenhygiene

ERA5-Land verwendet für Evaporationsflüsse die ECMWF-Konvention, bei der nach unten gerichtete Flüsse positiv sind; Evaporation erscheint daher typischerweise negativ. [S55]

Für den Aridity Index muss PET als **positive atmosphärische Wassermanagement** transformiert werden.

Die Transformationslogik und die monatliche Akkumulationskonvention müssen vor der Berechnung explizit getestet werden. Es wird kein AI aus unbearbeiteten Vorzeichen oder falsch interpretierten Monatsakkumulationen berechnet.

19.16.6 17.16.6 Proxy-Validierung statt Zirkelschluss

Der direkte Zone-Shift-Layer wird **nicht** aus Waldbränden, Dürren oder Extremniederschlägen definiert.

Diese Faktoren prüfen anschließend, ob die Klassifikationsverschiebung im realen System konsistente Folgen zeigt.

Beispiel:

Aridity Index sinkt langfristig

↓

direkter Klimasignal-Layer

unabhängig davon:

SPEI ↓

Bodenfeuchte ↓

Schneemasse ↓

Fire Weather ↑

Rx1day / Starkregenintensität ↑

Vegetationsstress ↑

↓

empirische Konsistenzprüfung

Damit vermeiden wir den methodischen Fehler:

Dürre wird zur Definition von "trockener Zone" benutzt und anschließend als Beweis für dieselbe Zone angeführt.

Die vorbereitete Validierungsstruktur liegt in:

climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_proxy_validation_schema.csv

19.16.7 17.16.7 Site-Visualisierung

V6.1 definiert sechs Kernvisualisierungen:

1. **Stacked Area:** Flächenanteile der Klimaklassen je rollierendem 30-Jahresfenster.
2. **Poleward Shift:** Zentroidverschiebung ausgewählter Klassen in km.
3. **Aridity Drift:** mittlerer AI pro Land und Fenster.
4. **Dryland Share:** Anteil $AI \leq 0,65$.
5. **Proxy Small Multiples:** SPEI, Bodenfeuchte, Schnee, Feuerwetter, Starkregen.
6. **Map Swipe:** Vergleich beispielsweise 1961–1990 gegen 1991–2020.

Die maschinenlesbare Chart-Spezifikation liegt in:

climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_site_chart_specs_v1.json

19.16.8 17.16.8 Was bereits belastbar materialisiert ist — und was noch nicht

Materialisiert:

- wissenschaftliche Perioden- und Szenariologik,
- publizierter globaler Köppen-Geiger-Transition-Benchmark,
- UNEP/FAO-Aridity-Klassen,
- Daten- und Outputschemas,
- Berechnungsmetriken,
- Proxy-Validierungslogik,
- Site-Chart-Spezifikation.

Noch nicht materialisiert:

- tatsächliche rasterbasierte DE/A/CZ/PL-Klassifikationen der rollierenden 30-Jahresfenster,
- nationale km- oder km²-Verschiebungswerte,
- DEM-basierte Höhenverschiebungen.

Diese Werte werden erst veröffentlicht, wenn die vollständigen gridded Quelldaten tatsächlich verarbeitet wurden.

Das ist eine bewusste Grenze gegen **Scheinpräzision**.

19.17 17.17 UNEP 2026: vom 1,5-°C-Vermeidungsziel zum Overshoot-Management

Am **2. September 2026** veröffentlichte das United Nations Environment Programme (UNEP) den Spotlight Report „**Limiting Overshoot - Navigating exceedance of 1.5°C and pathways towards return**“. Der Befund ist für dieses Assessment wesentlich, weil er die globale Zielarchitektur gegenüber den früheren Fassungen präzisiert. [S56][S57]

UNEP formuliert nun ausdrücklich:

Unter gegenwärtigen Politiken und alternativen plausiblen Nahfristpfaden gilt ein Überschreiten von 1,5 °C inzwischen als **weitgehend unvermeidbar**. [S56]

Der verbleibende Handlungsraum verschiebt sich damit von

1,5 °C niemals überschreiten

zu:

Overshoot so niedrig wie möglich halten

↓

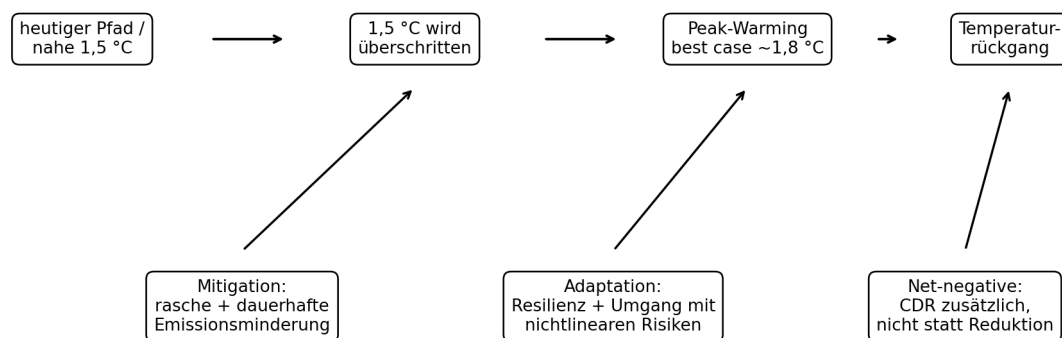
Peak so früh und niedrig wie möglich erreichen

↓

Dauer oberhalb 1,5 °C minimieren

↓

Temperatur anschließend wieder senken



UNEP 2026: Höhe und Dauer des Overshoots bestimmen die zusätzliche Risikoexposition. Je niedriger der Peak und je kürzer der Overshoot, desto geringer das Risiko irreversibler Verluste und Adaptationsgrenzen.

Konzeptionelle Darstellung nach UNEP 'Limiting Overshoot' (2 Sep 2026); keine prognostizierte Zeitachse.

Figure 16: UNEP Overshoot-Pfad

19.17.1 17.17.1 Größenordnung des verbleibenden Pfades

Der optimistischste vom Bericht hervorgehobene Pfad erreicht einen Peak von ungefähr:

1,8 °C

über dem vorindustriellen Niveau. Die meisten anderen Szenarien erreichen höhere Spitzen, teils **über 2 °C**. [S57]

Damit ist 1,5 °C in dieser Analyse kein realistischer kurzfristig vermeidbarer Grenzwert mehr, sondern eine Schwelle, deren **Überschreitungshöhe und Überschreitungsdauer** minimiert werden müssen.

19.17.2 17.17.2 Warum Dauer ebenso wichtig ist wie Peak

UNEP betont zwei Dimensionen gleichzeitig:

$$R = f(T_{\text{peak}}, D_{\text{overshoot}})$$

mit:

- T_{peak} : maximale globale Erwärmung,
- $D_{\text{overshoot}}$: Dauer oberhalb von 1,5 °C.

Mit jedem zusätzlichen Bruchteil eines Grades und jedem weiteren Jahr im Overshoot steigen Risiken und Schäden. Zugleich nimmt die Wahrscheinlichkeit zu, **irreversible Schwellen** zu überschreiten. UNEP nennt unter anderem große Eisschilde, den Amazonas und die Atlantische meridionale Umwälzzirkulation als Systeme, deren Destabilisierung bei zunehmender Erwärmung wahrscheinlicher wird. [S57]

Das bedeutet ausdrücklich **nicht**, dass UNEP einen einzelnen globalen Kipppunkt als bereits überschritten erklärt.

Es bedeutet:

Das Risiko irreversibler Systemübergänge wird zunehmend zu einer Funktion der Höhe **und** Dauer des Overshoots.

19.17.3 17.17.3 Konsequenz für Mitigation und Adaptation

Der Bericht verwirft eine Trennung nach dem Muster:

entweder Emissionen reduzieren
oder an Folgen anpassen

und fordert stattdessen:

Mitigation + Adaptation gleichzeitig

Anpassung müsse zunehmend mit nichtlinearen und abrupt auftretenden Risiken umgehen. Gleichzeitig senkt ein niedrigerer Peak die Schwierigkeit und Kosten der Anpassung. [S57]

Das ist für die Wasser-, Boden- und Dürrekomponenten dieses Assessments besonders relevant:

- Landschaftsretention,
- Grundwasserneubildung,
- Schneespeicher,
- urbane Hitzevorsorge,
- resilientere Energie- und Verkehrsnetze

sind damit nicht lediglich Reaktionen auf ein hypothetisches zukünftiges Klima, sondern Bestandteile einer bereits notwendigen Overshoot-Strategie.

19.17.4 17.17.4 Net-zero wird zum Zwischenziel

UNEP formuliert außerdem eine wichtige Zielverschiebung:

Net-zero → Net-negative

Net-zero ist in einem Overshoot-Pfad ein **Meilenstein**, nicht der Endzustand. Um Temperaturen nach dem Peak wieder zu senken, wären langfristig netto-negative Emissionen und damit Carbon Dioxide Removal (CDR) erforderlich. CDR wird ausdrücklich **zusätzlich zu**, nicht anstelle von, dauerhaften Emissionsreduktionen verstanden. [S57]

UNEP warnt zugleich vor einer einfachen technischen Rückholannahme: Eine glaubwürdige Rückkehr unter 1,5 °C setzt einen Peak deutlich unter 2 °C, minimale Restemissionen und robuste Governance von CDR voraus. [S57]

19.17.5 17.17.5 Irreversibilität trotz späterer Rückkehr

Besonders wichtig für unseren Ereignishorizont:

Selbst wenn die globale Temperatur später wieder unter 1,5 °C sinken sollte, werden irreversible Verluste und dauerhaft veränderte Bedingungen verbleiben. [S57]

Eine spätere Temperaturabsenkung bedeutet also nicht:

Systemzustand 2050

↓ Temperatur sinkt

Systemzustand 1900 wiederhergestellt

sondern eher:

Overshoot

↓

irreversible + reversible Veränderungen

↓

Temperatur sinkt

↓

neuer Zustand mit geringerem weiterem Klimadruck,
aber nicht vollständiger Rückkehr zum Ausgangssystem

Damit erhält der Ereignishorizont eine stärkere physische Interpretation: **Pfadabhängigkeit bleibt auch in einem erfolgreichen Peak-and-decline-Szenario bestehen.**

19.17.6 17.17.6 Konsequenz für den CPCI und die fiskalische Frage

Der UNEP-Befund verschärft die analytische Bedeutung unseres Policy-Coherence-Ansatzes.

Wenn Klimarisiko nicht allein von der Endtemperatur, sondern von

T_{peak} und $D_{\text{overshoot}}$

abhängt, dann sind Förderpolitiken relevant, die fossile Kapitalstöcke oder Nachfragepfade verlängern:

fossiler Lock-in

↓

Dekarbonisierung verzögert

↓

Peak möglicherweise höher
und/oder Overshoot länger

↓

zusätzliche Risikoexposition

Dies ist **keine automatische moralische Verurteilung jeder fossilen Subvention**. Übergangshilfen, Versorgungssicherung oder soziale Stabilisierung können reale kurzfristige Funktionen besetzen.

Die offene fiskalische Frage wird jedoch präziser:

Welche öffentliche Ausgabe reduziert die kumulative gesellschaftliche Risikoexposition über den gesamten Overshoot-Pfad – und welche verlängert lediglich einen emissionsintensiven Lock-in?

Damit konvergieren der empirische Overshoot-Befund und die bereits in V5/V6 entwickelte normative Frage, ohne dass aus dem Assessment eine vorgegebene politische Antwort folgt.

19.17.7 17.17.7 Delta gegenüber V6.1

Komponente	V6.1	V6.2
1,5-°C-Schwelle	hohe Überschreitungswahrscheinlichkeit / WMO-Projektionen	Überschreitung unter aktuellen Politiken und plausiblen Nahfristpfaden weitgehend unvermeidbar
Ereignishorizont	als Pfadabhängigkeitsgrenze plausibel erreicht	durch konkrete verlorene Vermeidungsoption für 1,5 °C deutlich gestützt
Kipppunkt	kein singulärer globaler Kipppunkt belegt	unverändert; Risiko irreversibler Schwellen wächst mit Peak und Dauer
Adaptation	notwendige Ergänzung	muss parallel zu Mitigation transformational mitwachsen
Net-zero	zentrale Zielmarke	Meilenstein auf dem Weg zu net-negative
Policy Coherence	Förderströme können Lock-in erzeugen	Lock-in wird zusätzlich über Peak-Höhe und Overshoot-Dauer risikorelevant

Maschinenlesbares Delta:

climate_overshoot_assets_v6_2/unep_overshoot_assessment_delta.csv

20 18. Unser Begriff des „klimatischen Ereignishorizonts“

Der Begriff ist eine analytische Arbeitsdefinition und **kein etablierter IPCC-Fachterminus**.

Klimatischer Ereignishorizont: Zustand, ab dem Systemträgheit, bereits eingetretene irreversible Veränderungen und langfristige Infrastruktur-/Politikpfade dazu führen, dass ein erheblicher Anteil künftiger Klimafolgen bereits angelegt ist, obwohl deren vollständige Wirkung noch in der Zukunft liegt.

Drei Trägheiten überlagern sich:

1. **chemisch-klimatisch:** langlebiges CO₂ und Energieungleichgewicht,
2. **physisch:** Ozeane, Eis, Böden, Grundwasser und Ökosysteme,
3. **gesellschaftlich:** Städte, Landwirtschaft, Energie-, Verkehrs- und Wassersysteme.

20.1 18.1 Was die Dürre 2026 an dieser These verändert

2026 liefert ein zusätzliches Argument:

Klimaextrem

↓

Infrastruktur verliert zeitweise Kapazität

↓

Ersatzsysteme werden aktiviert

↓

Kosten + Emissionen + Verwundbarkeit steigen

Wir sehen also nicht mehr nur:

Klima → Schaden

sondern zunehmend:

Klima

- Schaden
- Anpassung
- Nebenwirkungen
- geringere Systemreserve für das nächste Extrem

Der Ereignishorizont beschreibt damit besser einen **Übergang in ein Regime struktureller Folgekosten und Pfadabhängigkeit** als einen einzelnen physikalischen Kipppunkt.

20.2 18.2 UNEP-Overshoot-Befund und Ereignishorizont

Der UNEP-Bericht vom 2. September 2026 macht aus einem Teil unseres bisher abstrakten Ereignishorizonts eine konkrete, externe Feststellung:

Vermeidungsoption „kein Überschreiten von 1,5 °C“

ist auf dem gegenwärtigen globalen Pfad weitgehend verloren. [S56][S57]

Das ist **nicht** gleichbedeutend mit:

jede zukünftige Entwicklung ist festgelegt.

Im Gegenteil: UNEP betont, dass jeder Bruchteil eines Grades und jedes Jahr Overshoot weiterhin zählt.

Damit lässt sich der Ereignishorizont jetzt präziser zerlegen:

1. **bereits verlorene Optionen:** vollständige Vermeidung eines 1,5-°C-Overshoots auf dem aktuellen Pfad,
2. **noch offene Optionen:** Höhe des Peaks, Dauer des Overshoots, Geschwindigkeit der Emissionsminderung, Anpassungsfähigkeit und spätere Temperaturabsenkung,
3. **möglicherweise irreversible Folgen:** ökologische und physische Veränderungen, die auch nach einer späteren Temperaturabsenkung nicht vollständig rückgängig werden.

Der Ereignishorizont ist damit kein binäres Tor, sondern eine fortschreitende **Kontraktion des verbleibenden Möglichkeitsraums**.

21 19. Haben wir einen Kipppunkt erreicht?

21.1 19.1 Kein belegter singulärer globaler Kipppunkt

Aus der Dürre 2026 kann nicht abgeleitet werden, dass:

- AMOC kollabiert ist,
- Grönland vollständig irreversibel gekippt ist,
- Permafrost eine globale selbsttragende Runaway-Reaktion ausgelöst hat,
- der europäische Wasserkreislauf in einen neuen unveränderlichen Zustand gesprungen ist.

Dafür fehlen belastbare Belege.

21.2 19.2 Aber: steigende Wahrscheinlichkeit regionaler Schwellen

Plausibel und teilweise bereits beobachtbar sind:

- Gletscherschwund,
- Waldökosysteme mit Regenerationsproblemen,

- Bodenfunktionsverlust,
- Grundwassersysteme mit langen Erholungszeiten,
- Gewässerökosysteme unter Temperatur-/Sauerstoffstress,
- wirtschaftliche Schwellen der Binnenschifffahrt.

Diese Systeme können **lokal oder sektoral Schwellen überschreiten**, ohne dass das gesamte Erdsystem einen einzigen globalen Punkt überschreitet.

22 20. Systemmodell: Ereignishorizont statt „Klimaklippe“

Eine bessere mentale Darstellung ist:

relativ stabiles Holozän

↓

anthropogene Verschiebung

↓

steigende Extremwahrscheinlichkeit

↓

Compound Events

↓

regionale ökologische / infrastrukturelle Schwellen

↓

zunehmende Irreversibilität und Anpassungsgrenzen

↓

höheres Risiko planetarer Tipping-Prozesse

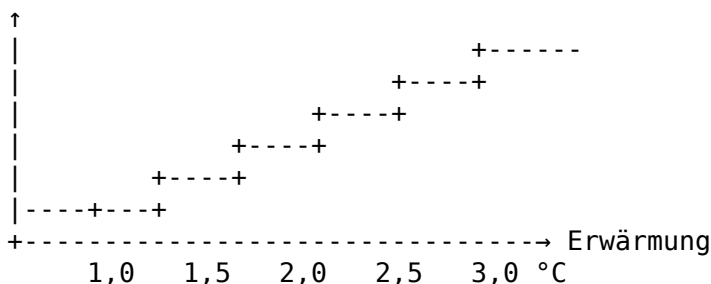
Wir befinden uns nach diesem Assessment **zwischen Compound-Event-Regime und zunehmenden regionalen Schwellen**.

Nicht:

alles normal -----|ein Kipppunkt|----- Welt kollabiert

sondern näherungsweise:

Risiko



Die Gefährdung nimmt kontinuierlich zu, während einzelne Subsysteme diskrete Schwellen besitzen.

23 21. Daten- und Diagrammarchitektur für die Site

23.1 21.1 Diagramm A — Monatsmitteltemperatur D/A/CZ/PL

x = 2000-01 ... aktuell

y = tas_c

series = DEU, AUT, CZE, POL

overlay = 12-Monats-Mittel

23.2 21.2 Diagramm B — Temperaturanomalie

baseline = 1991–2020

23.3 21.3 Diagramm C — Monatsniederschlag

x = Monat
y = mm/Monat
series = DEU, AUT, CZE, POL
overlay = 12-Monats-Rollsumme

23.4 21.4 Diagramm D — Dürreindikatoren

SPEI-3
SPEI-12
Bodenfeuchte-Anomalie
optional: Grundwasserindex

23.5 21.5 Diagramm E — Flussniedrigwasser

Pegel nicht direkt als rohe cm-Werte übereinanderlegen. Besser pro Messstelle:

- absoluter Pegel,
- Abfluss Q,
- historisches Perzentil,
- GIW/RNW/MNW, sofern fachlich passend.

Für mehrere Flüsse kann ein normalisierter Trendindex verwendet werden, mit sichtbarem Hinweis auf die unterschiedlichen lokalen Pegelnullpunkte.

23.6 21.6 Diagramm F — Logistik

Wasserstand / Fahrrinnentiefe
↓
Schiffsnutzlast
↓
Lkw-/Bahn-Ersatzverkehr
↓
Transportkosten + Emissionen

23.7 21.7 Diagramm G — Emissionen je tkm

Bereits als Asset vorhanden.

23.8 21.8 Diagramm H — Mortalität

heat / road / terrorism

Wegen der Größenordnungsdifferenz ist eine logarithmische y-Achse sinnvoll.

23.9 21.9 Diagramm I — globale Erwärmung und Projektionskorridore

historische Beobachtung

+

SSP1-1.9

SSP1-2.6

SSP2-4.5

SSP3-7.0

SSP5-8.5

+

UNEP current-policy marker $\approx 2.8^{\circ}\text{C}$

SSP5-8.5 darf **nicht ohne Erklärung als „Business as usual“** bezeichnet werden; der aktuelle politische Pfad wird besser durch die UNEP-Schätzung eingeordnet.

23.10 21.10 Diagramm J — Climate vs. Fossil Support

x = Jahr 2000–2024

y = reale EUR / % BIP

series = climate_aligned, fossil_gross, fossil_structural

facet = DEU, AUT, CZE, POL

Methodische Brüche (insbesondere 2015 und Krisenjahre 2022/23) müssen als vertikale Marker erscheinen.

23.11 21.11 Diagramm K — kumulierte Förderimpulse

x = Jahr

y = kumulierte reale EUR

series = cumulative_climate, cumulative_fossil

Dies reduziert die Übergewichtung einzelner Krisenjahre.

23.12 21.12 Diagramm L — CPCI

x = Jahr

y = -1 ... +1

series = CPCI_energy_harmonized, CPCI_stateaid_long, CPCI_structural

reference = 0

Unterschiedliche CPCI-Varianten werden **nicht** zu einer einzigen Linie verschmolzen.

23.13 21.13 Diagramm M — Policy Coherence vs. reale Emissionen

left axis / separate panel = CPCI

second panel = GHG index (2000=100)

Keine Dual-Axis-Darstellung ohne klar getrennte Skalen; bevorzugt zwei synchronisierte Panels.

23.14 21.14 Diagramm N — Overshoot, Peak und Decline

Zweck: Den neuen UNEP-Befund als dynamischen Pfad statt als einzelne Temperaturschwelle darstellen.

Darstellung:

- horizontale Referenzlinie bei 1,5 °C,
- Eintritt in den Overshoot,
- Peak-Warming,
- Dauer oberhalb 1,5 °C,
- anschließender Decline,
- separate Markierungen für Net-zero und Net-negative.

Wichtig: Die Grafik ist zunächst konzeptionell. Eine tatsächliche Zeitachse darf nur aus einem explizit gewählten UNEP-/Modellszenario übernommen werden.

Asset:

climate_overshoot_assets_v6_2/unep_overshoot_peak_decline_v6_2.png

24 22. Datenmodell

24.1 22.1 climate_monthly.csv

country,iso3,year,month,tas_c,pr_mm,
tas_anomaly_1991_2020_c,pr_anomaly_1991_2020_pct,
soil_moisture,spei_3,spei_12,source,status

24.2 22.2 hydrology.csv

station_id,river,station,country,datetime,
gauge_cm,discharge_m3s,fairway_depth_cm,
reference_type,reference_value_cm,source,status

24.3 22.3 drought_status.csv

date,region,country,indicator,class,value,unit,
baseline,source,status

24.4 22.4 transport_impact.csv

date,corridor,mode_from,mode_to,
cargo_tonnes,distance_km,tonne_km,
load_factor,estimated_co2e_kg,source,status

24.5 22.5 mortality.csv

year,period,cause,deaths,lower_ci,upper_ci,
region,population_covered,method,source,status

24.6 22.6 projections.csv

scenario,region,period,temp_anomaly_c,
p10,p50,p90,baseline,source

24.7 22.7 policy_support.csv

country,iso3,year,source_family,support_side,category,subcategory,
sector,fuel,instrument,amount_nominal_eur,amount_real_eur_2024,
pct_gdp,eur_per_capita,temporary_crisis,closure_remediation,
carbon_lockin_class,climate_alignment,include_cpci_energy,
include_cpci_stateaid,confidence,source_url,note

24.8 22.8 policy_annual_aggregate.csv

country,iso3,year,scope,
climate_support_real_eur,fossil_gross_real_eur,fossil_structural_real_eur,
climate_pct_gdp,fossil_pct_gdp,
cpci_gross,cpci_structural,fossil_to_climate_ratio,
source_coverage,confidence

24.9 22.9 policy_source_manifest.csv

Maschinenlesbares Register für Datenfamilie, zeitliche Abdeckung, Definition und Verwendungszweck. Der aktuelle Prototyp liegt unter:

climate_assets/policy_source_manifest.csv

Weitere Policy-Assets:

climate_assets/policy_support_schema.csv
climate_assets/policy_support_benchmark_anchors.csv
climate_assets/policy_cpci_methodology.json
climate_assets/environmental_transfers_pct_gdp_2023.csv

25 23. Qualitätsregeln

1. **Baseline immer mitführen.**
 2. **Pegelstand, Abfluss, Fahrrinnentiefe und Tiefgang strikt trennen.**
 3. Live-Pegel 2026 als provisional/unverified markieren.
 4. Länder-/Flusspegel nicht über rohe cm-Werte vergleichen.
 5. Temperatur- und Niederschlagsreihen D/A/CZ/PL aus **derselben Rasterquelle** erzeugen.
 6. 2026-Monatswerte bis zur finalen Reanalyse als vorläufig markieren.
 7. Beobachtung und Projektion in getrennten Datensätzen führen.
 8. CMIP5/RCP und CMIP6/SSP nicht stillschweigend mischen.
 9. Hitzemortalität immer mit Methode und Unsicherheitsintervall ausweisen.
 10. EU-27, Europa-32/35 und WHO-Europe getrennt ausweisen.
 11. Verkehrs-Ausnahmeregelungen mit Gültigkeitszeitraum speichern.
 12. Modal-Shift-Emissionen aus **Tonnenkilometern**, nicht nur Fahrzeugzahlen ableiten.
 13. Nachrichtenagenturen nur für laufende Wirtschafts-/Ereignisfolgen verwenden, wenn Primärquellen nicht dasselbe Detail liefern.
 14. Rekorde erst als „bestätigt“ markieren, wenn der jeweilige Fachdienst sie geprüft hat.
 15. Dürre mindestens aus Niederschlag, Temperatur/ET, Bodenfeuchte und Abfluss gemeinsam bewerten.
 16. EDO- oder Modellindikatoren bei bekannten Daten-/Modellproblemen mit nationalen Messnetzen gegentesten.
 17. Relative Vergleiche von Mortalitätsursachen nur mit sichtbarem Methoden-/Bezugsraum-Caveat darstellen.
-

26 24. Quellenregister

Abrufdatum: hydrologische Quellen überwiegend 13.08.2026; Policy-/Subventionsquellen geprüft am 19.08.2026.

26.1 Klima / Dürre / Hydrologie

[S01] Copernicus Climate Change Service / ECMWF

Surface air temperature for June 2026

<https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-june-2026>

[S02] Copernicus Climate Change Service / ECMWF

Precipitation, relative humidity, soil moisture and river flow for July 2026

<https://climate.copernicus.eu/precipitation-relative-humidity-soil-moisture-and-river-flow-july-2026>

[S03] Copernicus Climate Change Service / ECMWF

Precipitation, relative humidity, soil moisture and river flow for May 2026

<https://climate.copernicus.eu/precipitation-relative-humidity-soil-moisture-and-river-flow-may-2026>

[S04] European Commission JRC / European Drought Observatory

Current drought situation in Europe — late July 2026

https://joint-research-centre.ec.europa.eu/european-and-global-drought-observatories/current-drought-situation-europe_en

[S05] WMO / Copernicus

European State of the Climate 2025

<https://wmo.int/resources/publication-series/state-of-climate-europe/european-state-of-climate-2025>

[S06] Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

Počasí, voda a ovzduší v ČR — červenec 2026

<https://www.chmi.cz/-/o-chmu/aktuality/pocasi-voda-a-ovzdusi-v-cr-cervenec-2026>

[S07] Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

Sucho — aktuální hydrometeorologická situace, k 9. 8. 2026

<https://intranet.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Sucho.html>

[S08] IMGW-PIB / Gov.pl

Hydrometeorological situation report, 12 August 2026

<https://www.gov.pl/attachment/782c2258-245f-411b-99f4-b429fd9b0fba>

[S09] Polish Waters / Gov.pl

Navigational situation — Wisła, current low-water information

<https://www.gov.pl/attachment/9916d38c-546c-41e1-bb64-4e7475cba437>

26.2 Bundeswasserstraßen / Schifffahrt

[S10] ELWIS / Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Pegel Kaub, Rhein

<https://www.elwis.de/DE/dynamisch/Wasserstaende/Pegeleinzeln%3AKAUB>

[S11] ELWIS / WSV

Pegel Magdeburg-Strombrücke, Elbe

<https://www.elwis.de/DE/dynamisch/Wasserstaende/Pegeleinzeln%3AMAGDEBURG-STROMBR%C3%9CCKE>

[S12] ELWIS / WSV

Pegelübersicht Donau

<https://www.elwis.de/DE/dynamisch/Wasserstaende/Pegelliste%3Aaws%3ADONAU>

[S13] viadonau / DoRIS

Nachrichten für die Binnenschifffahrt — August 2026

https://www.viadonau.org/fileadmin/doris_iframe/OnePageInfo_de.html

[S14] Reuters, 11.08.2026

Rhine water levels fall to new lows, some ship sailings halted

<https://www.reuters.com/business/environment/rhine-water-levels-fall-new-lows-some-ship-sailings-halted-2026-08-11/>

[S15] Reuters, aktualisiert 12.08.2026

Low Rhine levels disrupting German industry

<https://www.reuters.com/business/low-rhine-levels-begin-disrupt-german-industry-2026-08-11/>

[S16] ARD/tagesschau, 12.08.2026

Weitere Bundesländer lockern Lkw-Fahrverbot

<https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/lkw-fahrverbot-100.html>

26.3 Verkehrsemissionen

[S17] Umweltbundesamt

Emissionsdaten — Güterverkehr, Bezugsjahr 2024

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/emissionsdaten>

[S18] Umweltbundesamt / TREMOD 6.71B

Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr in Deutschland 2024

https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/366/bilder/dateien/vtv_2024_gv_tab_pdf_0.pdf

26.4 Hydrologische Klimaprojektionen

[S19] Bundesanstalt für Gewässerkunde

DAS-Basisdienst Klima und Wasser — WS-Klimaportal

<https://ws-klimaportal.bafg.de/>

26.5 Globale Klimaprojektionen

[S20] World Meteorological Organization

Global Annual to Decadal Climate Update — 2026–2030 key findings

<https://wmo.int/news/media-centre/new-report-suggests-more-global-temperature-records-ahead>

[S21] United Nations Environment Programme

Emissions Gap Report 2025

<https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2025>

[S22] IPCC

AR6 Synthesis Report

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

[S23] IPCC Working Group II

AR6 Chapter 13 — Europe

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-13/>

26.6 Historische Datenbasis

[S24] Copernicus Climate Data Store / World Bank CCKP

ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to present

<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land-monthly-means>

ERA5 monthly averaged data on single levels from 1940 to present

<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels-monthly-means>

World Bank CCKP Download Data

<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/download-data>

26.7 Gesundheit / Mortalität

[S25] Robert Koch-Institut

Wochenbericht zur hitzebedingten Mortalität — Sommer 2026, KW 31

https://www.rki.de/DE/Themen/Gesundheit-und-Gesellschaft/Gesundheitliche-Einflussfaktoren-A-Z/H/Hitze/Bericht_Hitzemortalitaet.html

[S26] Nature Medicine (2025)

Heat-related mortality in Europe during 2024 and health emergency forecasting to reduce preventable deaths

<https://www.nature.com/articles/s41591-025-03954-7>

[S27] Ballester et al., Nature Medicine (2023)

Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022

<https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>

26.8 Verkehrstote / Terrorismus

[S28] Eurostat, 27.04.2026

EU road fatalities decrease by 2.2% in 2024

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20260427-1>

[S29] European Commission DG MOVE, 24.03.2026

EU road deaths drop by 3% in 2025

https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/eu-road-deaths-drop-3-2025-2026-03-24_en

[S30] Europol

European Union Terrorism Situation and Trend Report 2026

<https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/EU-TE-SAT-2026.pdf>

26.9 Aridität / Böden

[S31] European Environment Agency

Wet and dry — aridity

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-changing-climate-hazards-an-index-based-interactive-eea-report/wet-and-dry/wet-and-dry-aridity>

[S32] European Environment Agency

Europe's environment 2025 — Soil resources

<https://www.eea.europa.eu/en/europe-environment-2025/thematic-briefings/biodiversity-and-ecosystems/soil-resources>

26.10 Fiskalpolitik / Klima- und Fossilsubventionen

[S33] European Commission — DG Competition

State Aid Scoreboard / Scoreboard State Aid data (2000–2024)

https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/scoreboard_en

https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/scoreboard/scoreboard-state-aid-data_en

[S34] European Environment Agency

Fossil fuel subsidies in Europe — harmonisierte EU-Reihe 2015–2023, Methodik und Länderanker

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/fossil-fuel-subsidies>

[S35] European Commission — DG Energy, 17.07.2026

Report/Communication on energy subsidies — 2024 fossil subsidies: EUR 97 billion

https://energy.ec.europa.eu/document/download/0ac29166-0bf1-4174-98d9-50606d660025_en?filename=CO

[S36] OECD

Fossil fuel support / Inventory of Support Measures for Fossil Fuels — direkte Transfers und Steuervergünstigungen

<https://www.oecd.org/en/topics/fossil-fuel-support.html>

Country portals:

https://data-explorer.oecd.org/vis?df%5Bid%5D=DSD_FFS%40DF_FFS_DEU

https://data-explorer.oecd.org/vis?df%5Bid%5D=DSD_FFS%40DF_FFS_AUT

https://data-explorer.oecd.org/vis?df%5Bid%5D=DSD_FFS%40DF_FFS_CZE

https://data-explorer.oecd.org/vis?df%5Bid%5D=DSD_FFS%40DF_FFS_POL

[S37] Eurostat, Daten extrahiert März 2026

Environmental subsidies and similar transfers statistics (ESST)

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Environmental_subsidies_and_similar_trans

[S38] Eurostat, 2026

Environmental protection expenditure accounts — handbook / historical EPEA context

<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/24063326/KS-01-26-015-EN-N.pdf>

[S39] European Commission

State aid — 2024 facts: EUR 68.82 billion for environmental protection and energy savings

https://commission.europa.eu/topics/competition/state-aid_en

[S40] OECD Environmental Performance Reviews: Austria 2026

Fossil-fuel support, commuter subsidies and company-car tax treatment; OECD estimate ~0.5 % GDP in 2024

https://www.oecd.org/en/publications/oecd-environmental-performance-reviews-austria-2026_520533a1-en/full-report/assessment-and-recommendations_4427faa1.html

[S41] OECD Economic Surveys: Czechia 2025

2022 government support to fossil fuels: CZK 22.57 billion / 0.33 % GDP

https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-surveys-czechia-2025_7a70af5c-en/full-report/transitioning-to-net-zero_a2c1b156.html

[S42] OECD — Environment at a Glance: Poland

Fossil support structure including coal-mine decommissioning and termination of long-term PPAs

https://www.oecd.org/en/publications/environment-at-a-glance-country-notes_59ce6fe6-en/poland_1125bf16-en.html

[S43] OECD — Environment at a Glance: Germany

Favourable tax treatment of fossil energy consumption in industry, transport and agriculture

https://www.oecd.org/en/publications/environment-at-a-glance-country-notes_59ce6fe6-en/germany_b6b22e-en.html

[S44] European Commission, Directorate-General for Energy — Publications Office of the EU

Study on energy subsidies and other government interventions in the European Union — 2025 edition: final report

Published 2026; DOI **10.2833/2390417**. Covers national EU-27 energy subsidies 2015–2023 and, where available, 2024; includes the environmental-impact classification methodology used here.

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/33559c7c-1843-11f1-8870-01aa75ed71a1/language-en>

[S45] European Commission, DG ENER — public supplementary energy-subsidy inventory

Source workbook: [SHARED EXTERNALLY] DG_ENER_Energy_subsidies_inventory_2025_public_version.xlsm. Amounts used in this assessment are taken from the public 2025 inventory and expressed in constant EUR 2024.

Source-workbook SHA-256: 8a0c5f2afe3e9bb77f4eb96037ce8767ba3b919279d818cdf9459a8e86d9c0c1
The original workbook is not redistributed in the assessment bundle; only derived CPCI tables/figures and provenance metadata are included.

[S46] Copernicus Climate Change Service — ESOTC 2025: Snow

Official ESOTC 2025 thematic page. Reports that Europe's end-of-season snow cover extent and snow mass in 2025 were 31 % and 45 % below average, respectively, both the third lowest in the 42-year record, and notes a long-term decline in snow cover over the last two decades.

<https://climate.copernicus.eu/esotc/2025/snow>

[S47] World Meteorological Organization / Copernicus

European State of the Climate 2025: record heatwaves from the Mediterranean to the Arctic, while glaciers shrink and snow cover disappears

Highlights the 31 % below-average March 2025 snow-covered area in Europe and the coupled heat / cryosphere signal.

<https://wmo.int/news/media-centre/european-state-of-climate-2025-record-heatwaves-from-mediterranean-arctic-while-glaciers-shrink-and>

[S48] European Environment Agency

Drought impact on ecosystems in Europe

Indicator page summarising drought-driven impacts on vegetation productivity and ecosystem stress across Europe.

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/drought-impact-on-ecosystems-in-europe>

[S49] EEA / Climate-ADAPT

Climate-related hazard indices for Europe

Technical reference for aridity and related climate-hazard indicators that can underpin a future zone / regime shift module.

https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/publications/climate-related-hazard-indices-for-europe-etc-cca-technical-paper-1-2020/etc-cca_technical_paper_1_2020_final.pdf

[S50] European Environment Agency

Extreme weather: floods, droughts and heatwaves

Contextual briefing on escalating compound impacts and damages across Europe, useful for linking climatic regime shifts to realised impacts.

<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/extreme-weather-floods-droughts-and-heatwaves>

[S51] Beck, H. E. et al. (2023), Scientific Data

High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections. Historical maps: 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990, 1991–2020; future maps: 2041–2070 and 2071–2099 across seven SSPs. Reports ~5 % observed global major-class transition from 1901–1930 to 1991–2020 and 5/8/13 % projected by 2071–2099 under SSP1-2.6 / SSP2-4.5 / SSP5-8.5.

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02549-6>

Data access: <https://www.gloh2o.org/koppen/>

[S52] Copernicus Climate Change Service / ECMWF

ERA5-Land monthly averaged data from 1950 to present.

Global land reanalysis; native ~9 km, CDS regular 0.1° grid; includes temperature, precipitation, potential evaporation, soil water and runoff variables. DOI: **10.24381/cds.68d2bb30**.

<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land-monthly-means>

[S53] Zomer, R. J., Xu, J. & Trabucco, A. (2022), Scientific Data

Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database.

Defines $AI = P/PET$ and provides high-resolution hydroclimatic reference data based on FAO Penman-Monteith reference evapotranspiration.

<https://doi.org/10.1038/s41597-022-01493-1>

[S54] FAO — Global Dryland Assessment

Defines drylands using the ratio of annual precipitation to potential evapotranspiration and describes the major aridity-zone classes.

<https://www.fao.org/interactive/dryland-assessment/en/>

[S55] ECMWF / Copernicus ERA5(-Land) documentation
Evaporation follows the ECMWF downward-positive flux convention; negative values therefore represent evaporation/upward flux. This sign convention must be handled before PET-based ratios are computed.
<https://confluence.ecmwf.int/pages/viewpage.action?pageId=394988096>

[S56] United Nations Environment Programme (UNEP), 2 September 2026
Limiting Overshoot – Navigating exceedance of 1.5°C and pathways towards return.
UNEP Spotlight Report. States that exceedance of 1.5°C under current policies and alternative near-term trajectories is now widely assessed as unavoidable; analyses peak warming, overshoot duration, adaptation, mitigation and return pathways.
<https://www.unep.org/resources/limiting-overshoot-navigating-exceedance>

[S57] United Nations Environment Programme (UNEP), 2 September 2026
World set to cross 1.5°C global warming, but can still limit, adapt to and return from higher temperatures.
Official press release accompanying *Limiting Overshoot*. Reports an optimistic peak of about 1.8°C, higher peaks in most other scenarios, increasing tipping-point risk with magnitude and duration of overshoot, and frames net-zero as a milestone toward net-negative emissions.
<https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/unep-world-set-cross-15degc-global-warming-can-still-limit-adapt-and>

27 25. Quellenhierarchie

Für die Site gilt:

1. IPCC / WMO / UNEP / WHO
2. Europäische Kommission / Eurostat / EEA / OECD für Fiskal-, Beihilfe- und Energiesubventionen
3. Copernicus / ECMWF / JRC für Klima-/Dürrebeobachtung
4. BfG / WSV / DWD / GeoSphere / ČHMÚ / IMGW / nationale Behörden
5. Peer-reviewte Primärliteratur
6. Nachrichtenagenturen für laufende Wirtschafts-/Ereignisfolgen
7. sonstige Medien nur ergänzend

28 26. Asset-Manifest

28.1 Klima/Hydrologie — bestehende Assets

Datei	Inhalt
climate_assets/river_gauge_trends_aug2026.png	Normalisierter Kurzfristtrend ausgewählter Flusspegel
climate_assets/freight_ghg_emissions_germany_2024.png	Einflussfaktoren Güterverkehr
climate_assets/modal_shift_lm_tkm.png	Emission derselben Transportarbeit
climate_assets/drought_logistics_cascade.png	Systemskizze Dürre → Logistik → Emissionen
climate_assets/mortality_comparison_2024.png	Größenordnungsvergleich Mortalität 2024
climate_assets/current_river_gauges_2026-08-09_13.csv	Rohdaten für Pegelgraph
climate_assets/current_drought_indicators_2026-08-13.csv	Tabelle Dürre-/Hydrologieindikatoren

28.2 CPCI / Policy Coherence — Version 4

Datei	Inhalt
climate_cpai_assets_v4/cpci_ei_timeseries_2015-2024.ecsv	CPCI-EI-Reihe D/A/CZ/PL

Datei	Inhalt
climate_cpci_assets_v4/cpci_ei_timeseries_2000-2024.png	SON-2024-Logo für die Site
climate_cpci_assets_v4/cpci_reef_ff_timeseries_2015-2024.svg	Konzeptionelle Effizienz-vs.-Fossil-CPCI
climate_cpci_assets_v4/cpci_reef_ff_timeseries_2015-2024.json	SON-2024-2024.json
climate_cpci_assets_v4/cpci_2024_comparison.png	kompakter Vier-Länder-Benchmark 2024
climate_cpci_assets_v4/cpci_coverage_2000-2024.png	aktuelle Daten-Coverage; 2000-2014 CPCI = NA
climate_cpci_assets_v4/cpci_ei_2015_2024.png	CPCI-EI-Zeitreihe
/ .svg	
climate_cpci_assets_v4/cpci_reef_ff_2015_2024.png	relative CPCI-Zeitreihe
/ .svg	
climate_cpci_assets_v4/cpci_2024_scope_comparison.png	Vergleich beider CPCI-Scopes 2024
climate_cpci_assets_v4/climate_min_vs_fossil_reef.png	direkte Fülle 2024-2024
climate_cpci_assets_v4/environmental_transformation_2023-2023.png	Eurostat-ESDP-2023-Check
/ .png	
climate_cpci_assets_v4/cpci_sources_methodology.png	500m, Klassifikation, Provenienz, Validierung
climate_cpci_assets_v4/policy_support_schema.png	Feldschema für spätere Policy-Daten
climate_cpci_assets_v4/policy_source_manifest.png	Quellenfamilien und Verwendungsgrenzen
climate_cpci_assets_v4/asset_checksums_sha256-256.png	SHA-256-Prüfsummen der abgeleiteten Assets

28.3 Normative / konzeptionelle Assets — Version 5

Datei	Inhalt
climate_policy_assets_v5/public_funds_climate_decisions.png	Ein Entscheidungsraum öffentlicher Mittel: Status quo, Transformation, Adaptation/Resilienz
climate_policy_assets_v5/public_funds_climate_decisions.png	Kalender-Einblick in das konzeptionelle Grafik

28.4 Klimazonen / Schnee / Revision — Version 6

Datei	Inhalt
climate_zone_assets_v6/climate_zone_shift.png	Konzeptionelle V6-Rahmen: Regimeverschiebung
/ .svg	und Proxy-Signale
climate_zone_assets_v6/snowpack_deficit_cascade.png	Schnee-Defizit → Tauwasser →
/ .svg	sommerliche Dürrekaskade
climate_zone_assets_v6/climate_zone_proxy.png	Feldschema für einen künftigen
	Zonen-/Regime-Proxy-Layer
climate_zone_assets_v6/assessment_revision.png	Revisions- und Vollständigkeitsübersicht der
	V6-Erweiterungen
climate_zone_assets_v6/asset_checksums_sha256-256.png	SHA-256-Prüfsummen der neuen V6-Assets

28.5 Climate-Zone-Shift-Layer — Version 6.1

Datei	Inhalt
climate_zone_assets_v6_1/climate_zone_shifted_layer_v1.png	Spezifikation
climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_layer.png	operative Konfiguration, Datenquellen, Fenster und Regeln
climate_zone_assets_v6_1/koppen_geiger_ref.png	publizierte Referenz- und Benchmark-Globe
	Transition-Benchmarks
climate_zone_assets_v6_1/aridity_index_classes.png	Ariditätsklassenschwellen
climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_metrics.png	direkte Shift-Metriken und Formeln

Datei	Inhalt
climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_output	Zielatlasschema für Rasteraggregate
climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_proxy_validation	unabhängiges schematisches Validierung
climate_zone_assets_v6_1/zone_shift_site_change	geplante Site-Diagramme
climate_zone_assets_v6_1/koppen_geiger_global	publizierter globaler Benchmark.png
	Major-Class-Transition-Benchmark
climate_zone_assets_v6_1/climate_zone_shift	Daten und Validierungspipeline
/ .svg	

28.6 UNEP Overshoot — Version 6.2

Datei	Inhalt
climate_overshoot_assets_v6_2/unep_overshoot	konzeptuelle Overshooting Peak →
/ .svg	Decline-Pfad nach UNEP
climate_overshoot_assets_v6_2/unep_limiting	stark reduzierte Key-Fixierung des 2026-UNEP-Berichts
09-02.json	
climate_overshoot_assets_v6_2/unep_overshoot	explizites V6.1 → V6.2 Bewertungsdelta

29 27. Schlussassessment — hydrologischer Stand 13. August, Policy-Revision 19. August, UNEP-Overshoot-Update 2. September 2026

29.1 UNEP-Update vom 2. September 2026

Der neue UNEP-Befund verschiebt die Bewertung **nicht** zu „globaler Kipppunkt erreicht“.
Er verschiebt sie jedoch deutlich bezüglich des **verbleibenden Möglichkeitsraums**:

1,5-°C-Overshoot auf dem aktuellen Pfad weitgehend unvermeidbar

Die entscheidende Steuergröße ist damit zunehmend:

Peak-Höhe + Overshoot-Dauer

UNEP zufolge ist selbst im optimistischsten betrachteten Pfad ein Peak von ungefähr **1,8 °C** zu erwarten; die meisten anderen Szenarien liegen höher. Gleichzeitig steigt mit jedem zusätzlichen Bruchteil eines Grades und jedem weiteren Jahr im Overshoot die Wahrscheinlichkeit irreversibler Verluste und von Adaptationsgrenzen. [S56][S57]

Dies stärkt unseren Ereignishorizont-Begriff, ohne ihn in einen offiziellen UN-Fachbegriff umzudeuten:

Ein Teil der früher offenen Optionen ist bereits verloren; entscheidende Optionen über Peak, Dauer, Anpassung und spätere Abkühlung bleiben jedoch weiterhin offen.

Daraus folgt keine Resignation, sondern eine schärfere Marginalbetrachtung:

$$\Delta 0,1^{\circ}\text{C} \quad \text{und} \quad \Delta t_{\text{overshoot}}$$

bleiben systemisch relevant.

Die neuen Daten verschieben die Bewertung **nicht** zu „globaler Kipppunkt erreicht“.

Sie verschieben den Befund aber deutlich in Richtung:

klimatisch getriebene Systemkopplung ist bereits operativ sichtbar

Die zentrale Entwicklung 2026 ist:

Zusätzlich betont V6 zwei längerfristige Verstärker, die im früheren Stand noch zu implizit waren:

- die schrittweise **Verschiebung bioklimatischer bzw. arider Regime**, die sich nicht nur in Mittelwerten, sondern in lokalen Proxy-Signalen wie Dürre, Vegetationsstress, Waldbrandanfälligkeit und konzentrierten Extremniederschlägen spiegelt;
- das **Schneespeicherdefizit**, durch das weniger winterliche Feuchtigkeit zeitverzögert als Tauwasser in Boden, Basisabfluss und sommerliche Wasserverfügbarkeit übergeht.

Die zentrale Entwicklung 2026 ist:

1. Ein trockener Frühling reduziert Speicher und Bodenfeuchte.
2. Hitze erhöht Verdunstung und Wasserbedarf.
3. Grund- und Oberflächenwasser reagieren.
4. Flüsse erreichen extreme Niedrigwasserstände.
5. Die Binnenschifffahrt verliert wirtschaftlich nutzbare Kapazität.
6. Industrie und Energieversorgung müssen ausweichen.
7. Fracht wird teilweise auf Bahn und Straße verlagert.
8. Der Straßen-Modal-Shift erhöht die Treibhausgasemission je Tonnenkilometer.
9. Politik lockert temporär Verkehrsregeln, um verlorene Transportkapazität zu kompensieren.
10. Eine Klimafolge erzeugt damit sekundäre ökonomische, infrastrukturelle und emissionsseitige Folgekosten.

Das ist genau die Art von **Compound/Cascading Risk**, die für ein wärmeres Europa erwartet wird.

Die neue fiskalische Analyse ergänzt eine zweite Systemebene: Staaten investieren gleichzeitig in Dekarbonisierung und unterstützen weiterhin fossile Produktion bzw. fossilen Verbrauch. Diese scheinbar konträren Signale sind real, aber nur innerhalb klar harmonisierter statistischer Scopes quantifizierbar. Der CPCI macht diese **Policy Coherence** nun für 2015–2024 empirisch sichtbar, ohne unterschiedliche Förderdefinitionen zu einer Scheingenauigkeit zu verschmelzen. Für 2000–2014 bleibt er bewusst NA; dort wird nur der getrennte State-Aid-Langfristkontext verwendet.

Für die Langfristsperspektive ab 2000 ist daher nicht nur die absolute Höhe einzelner Programme relevant, sondern die **kumulative Richtung staatlicher Finanzimpulse** und ihr Verhältnis zur tatsächlichen Emissionsentwicklung. Ein dauerhaft negativer struktureller CPCI bei gleichzeitig erklärten Klimazielen wäre ein messbarer fiskalischer Zielkonflikt; ein positiver CPCI allein wäre umgekehrt noch kein Nachweis erfolgreicher Emissionsminderung.

Die empirische Feststellung eines solchen Zielkonflikts ist jedoch noch keine normative Entscheidung. Öffentliche Mittel können kurzfristig Beschäftigung, Versorgungssicherheit, regionale Wertschöpfung oder soziale Stabilität schützen und gleichzeitig langfristig fossile Pfadabhängigkeiten verlängern. Umgekehrt können Transformations- und Klimaschutzinvestitionen langfristig gesellschaftliche Schäden vermeiden, während ihre kurzfristigen Verteilungswirkungen erheblich sein können.

Damit entsteht eine zweite, ausdrücklich offene Ebene des Assessments:

Soll öffentliche fiskalische Kapazität primär den Status quo stabilisieren oder den Übergang zu einem klimar

Die Daten können Opportunitätskosten, Lock-in und Zielinkohärenzen sichtbar machen. **Welche Gewichtung Gegenwart, Zukunft, Beschäftigung, regionale Stabilität, Klimarisiko und intergenerationelle Verantwortung erhalten sollen, bleibt eine gesellschaftliche und individuelle Wertentscheidung.**

29.2 Ereignishorizont

Der Begriff bleibt sinnvoll, wenn er nicht als mystischer „Point of no Return“, sondern als **Pfadabhängigkeitsgrenze** verstanden wird:

Wir haben wahrscheinlich den Punkt überschritten, an dem eine Rückkehr zum klimatischen Normalzustand des späten 20. Jahrhunderts allein durch kurzfristige Schwankungen realistisch wäre. Zugleich haben wir **nicht** einen einzigen Punkt überschritten, nach dem jede weitere Entwicklung unveränderlich feststeht. Jeder zusätzliche Bruchteil eines Grades verändert weiterhin Häufigkeit, Dauer und Kopplung zukünftiger Risiken.

Die präziseste Beschreibung des Zustands 2026 lautet daher:

Eintritt in ein strukturelles Compound-Risk-Regime

nicht:

globaler Klimakollaps

und auch nicht mehr:

nur isolierte außergewöhnliche Wetterereignisse