

Occasional Paper 18

Ökonomische Aspekte der Energiewende

Synthesepapier zu einer Veranstaltungsreihe der OeNB

Andreas Breitenfellner, Robert Holzmann

Ökonomische Aspekte der Energiewende

Synthesepapier zu einer Veranstaltungsreihe der OeNB

Um die komplexen Herausforderungen des Klimawandels zu verstehen, reicht naturwissenschaftliches Wissen allein nicht aus: Ökonomische Analysen sind entscheidend, um Ursachen, Wirkungen und Lösungsansätze zu bewerten. In diesem Occasional Paper werden die Ergebnisse einer zehnteiligen Veranstaltungsreihe der Oesterreichischen Nationalbank (Mitte 2024 bis Mitte 2025) zusammengefasst, in der die wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Dimensionen der Energiewende beleuchtet wurden. Die Diskussionen reichten von der Realisierbarkeit von Klimaneutralitätsszenarien und der geopolitischen Rolle Chinas über die Kosten des CO₂-Ausstoßes und die Wirksamkeit von Bepreisungsinstrumenten bis hin zur Förderung grüner Innovationen. Weitere Schwerpunkte waren die Regulierung von Energiemärkten, internationale Kooperation durch Klimaklubs, die Mobilisierung privater Mittel via Green Finance sowie die geldpolitischen Implikationen von Klimarisiken. Intensiv erörtert wurden auch die Inflationsdynamik im Kontext der Energiewende – Greenflation, Fossilflation und Climateflation – sowie die kontroverse Frage einer „grünen Geldpolitik“.

Autoren

Andreas Breitenfellner, Oesterreichische Nationalbank, International Economics, andreas.breitenfellner@oenb.at

Robert Holzmann, Wirtschaftswissenschaftler, Vizepräsident der Emerald Horizon AG und ehemaliger Gouverneur der Oesterreichischen Nationalbank, Holzmann@emerald-horizon.com



OeNB als Zentrum aktueller Diskussionen rund um die „Energiewende“

Die Veranstaltungsreihe der OeNB setzt eine erste Runde an Diskussionen fort, in denen hervorgehoben wurde, dass bei der Energiewende fossile Energien weitgehend durch elektrische Lösungen und innovative Technologien ersetzt werden sollten.



Abstimmung von Klima- und Wirtschaftspolitik essenziell wichtig

Die zentrale Schlussfolgerung lautet: Klima- und Wirtschaftspolitik müssen eng abgestimmt werden, um Investitionen zu mobilisieren, Preissignale effizient zu gestalten und Risiken für die Finanz- und Preisstabilität zu mindern.



Schnelle Transformation und ökonomische Resilienz durch koordinierte Strategie

Auch die gegenwärtige Energiekrise lehrt: Nur eine koordinierte Strategie aus Marktmechanismen, Regulierung und internationaler Kooperation kann die Transformation beschleunigen und gleichzeitig ökonomische Resilienz sichern.

1 Einleitung

Die aktuelle Energiekrise macht auf dramatische Weise deutlich, dass die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen nicht nur klimatische, sondern auch wirtschaftliche und sicherheitsrelevante Risiken birgt. Um die komplexen Zusammenhänge von Klimawandel und Energiewende zu verstehen, ist ein interdisziplinärer Ansatz erforderlich. Zwar sind naturwissenschaftliche Erkenntnisse grundlegend, doch für die Analyse von Ursachen, Folgen und Lösungsansätzen sind ökonomische Zusammenhänge unverzichtbar. Dieses Occasional Paper widmet sich vor allem letzterem Aspekt. Es fasst die Ergebnisse einer Veranstaltungsreihe der Oesterreichischen Nationalbank (Mitte 2024 bis Mitte 2025) zusammen.¹ Im Fokus stehen dabei die wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Aspekte der Energiewende als zentrales Handlungsfeld der Klimawende. Folgende Themen standen in zehn Diskussionsrunden mit namhaften Fachleuten im Blickfeld:

- **Wie realistisch sind Szenarien zur Klimaneutralität?** Mit Keywan Riahi (International Institute for Applied Systems Analysis), Karl Steininger (Wegener Center für Klima und Globalen Wandel) und Thomas Kienberger (Montanuniversität Leoben) – 7.6.24 ([YouTube](#))
- **Wie abhängig ist die Klimawende von China?** Mit Gabriel Felbermayer (Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, WIFO), Marion Jansen (OECD) und Lia Musitz (Arbeiterkammer) – 10.7.24 ([YouTube](#))
- **Was kostet CO₂? Schadens- versus Vermeidungskosten.** Mit Gernot Wagner (Columbia Business School), Kerstin Plank (Institut für Höhere Studien) und Johannes Holler (Büro des Fiskalrates) – 5.9.24 ([YouTube](#))
- **CO₂-Bepreisung – ein Allheilmittel? Emissionshandel und CO₂-Steuer.** Mit Michael Getzner (TU Wien), Daniela Kletzan-Slamanig (WIFO) und Michael Pahle (PIK) – 4.10.24 ([YouTube](#))
- **Wie grüne Innovation fördern?** Mit Monika Köppl-Turyna (EcoAustria), Martin Wörter (ETH Zürich) und Georg Zachmann (Bruegel) 13.12.24 ([YouTube](#))
- **Energiemarktregulierung – Motor oder Bremser der Klimawende?** Mit Tara Ester (AIT), Johannes Mayer (E-Control) und Karsten Neuhoff (DIW) – 20.1.25 ([YouTube](#))
- **Klimaklub: Globaler CO₂-Preis durch Kooperation?** Mit Axel Ockenfels (Universität Köln), Martin Kocher (Universität Wien) – 13.3.25 ([YouTube](#))
- **Kann Green Finance die Welt retten?** Mit Torsten Ehlers (Bank für Internationalen Zahlungsausgleich), Natalie Glas (Umweltbundesamt Österreich), Michael Halling (Universität Luxembourg) und Markus Stix (Österreichische Bundesfinanzierungsagentur) – 14.5.25 ([YouTube](#))
- **Greenflation, Fossilflation, Climateflation – Was treibt die Preise wirklich?** Mit Sebastian Koch (IHS), Eliza Lis (Europäische Zentralbank) und Fabio Rumler (OeNB) – 7.7.25 ([YouTube](#))
- **Grüne Geldpolitik: Mythos oder valide Strategie?** Mit Danae Kyriakopoulou (Bank of England), Timothy Lane (Bank of Canada), Maria Sole Pagliari (De Nederlandsche Bank) und Martin Reiner, (Národná banka Slovenska) – 7.7.25 ([YouTube](#))

¹ Alle Veranstaltungen dieser Reihe können auf dem YouTube-Kanal der OeNB nachgesehen werden: <https://www.youtube.com/@oenb/search?query=Energiewende>

Die Veranstaltungsreihe baut auf eine erste Runde an Diskussionen auf, die erörterte, welche Technologien der Energiewende ökonomisch sinnvoll sind (Breitenfellner, 2024a; 2024b). Obwohl Einigkeit darüber besteht, dass eine Abkehr von fossilen Treibstoffen notwendig ist, herrscht häufig Uneinigkeit über die konkreten Wege zu diesem Ziel: Sollte man bewährte erneuerbare Energiequellen (Wind, Sonne) ausbauen oder auf disruptive Innovationen setzen?

Ist Erdgas als Brückentechnologie sinnvoll oder besser durch Wärmepumpen ersetzen? Wie lassen sich E-Fuels oder Wasserstoff im Verkehr nutzen, ohne E-Autos zu verdrängen? Welche Rolle können neue Ansätze der Kernenergie (z. B. Thorium) oder die erhoffte Fusionsenergie in der Energiewende spielen; was sind die Realisationschancen und Risiken? Diese erste Veranstaltungsreihe hob hervor, dass fossile Energien weitgehend durch elektrische Lösungen ersetzt werden sollen, ohne dabei innovative Technologien zu vernachlässigen. Es braucht also ein „sowohl als auch“, je nach Energiebedarf. Breitenfellner (2024a) forderte einen ganzheitlichen, technologieoffenen Ansatz, kombiniert mit einem glaubwürdigen CO₂-Preis und ergänzender Regulierung, um Marktplayer auf verlässliche Pfade zu führen. Gleichzeitig seien effektive internationale Kooperationen notwendig, um Wettbewerbsverzerrungen durch Carbon Leakage zu verhindern – etwa durch CO₂-Grenzausgleich. Eine starke Planungssicherheit, die globale Abstimmung und eine transparente Innovationsoffensive werden als zentral erachtet, um eine wirtschaftsverträgliche, ressourceneffiziente und global integrierte Energiewende zu erreichen.

Einige werden nun fragen, warum sich eine Notenbank mit diesen Themen beschäftigt. Die Antwort ist simpel: Eine ungeordnete Energie- und Klimawende kann die Inflation hochtreiben und die Finanzmärkte destabilisieren. Die Preis- und Finanzmarktstabilität zu wahren, ist schließlich das gesetzliche Kernmandat der OeNB. In diesem Sinne war es nur allzu logisch, die Diskussionsreihe mit dem Schwerpunkt „Kosten- und Nutzenabschätzung“ fortzusetzen.

Im nächsten Abschnitt resümieren wir in gebotener Kürze alle zehn Events. Im abschließenden Abschnitt versuchen wir die einzelnen Diskussionsrunden einzuordnen und für die gesamte Reihe Schlussfolgerungen zu ziehen.²

2 Chronologisch geordnete Zusammenfassungen der Veranstaltungen

In diesem Abschnitt werden die Diskussionsergebnisse der zehn Einzelveranstaltungen präsentiert. Alle Veranstaltungen wurden von **Robert Holzmann**, dem zu dieser Zeit amtierenden Gouverneur der Oesterreichischen Nationalbank, eingeleitet. Dabei betonte er die geldpolitische Relevanz der Klima- und Energiewende für Zentralbanken angesichts ihrer Implikationen auf die Preis- und Finanzmarktstabilität. Im Anschluss hielten die Gastvortragenden jeweils Präsentationen, auf die zunächst eine Diskussionsrunde auf dem Podium folgte, bevor Fragen aus dem Publikum beantwortet wurden. Die Diskussionen moderierte **Andreas Breitenfellner**.

² Die Zusammenfassungen der Events wurden mithilfe künstlicher Intelligenz (Copilot) erstellt.

2.1 Der Sinn von Klima-Szenarien in der Energiewende

Am 7. Juni 2024 diskutierten Keywan **Riahi** (Programmdirektor des International Institute for Applied Systems Analysis) Karl **Steininger** (Direktor des Wegener Center für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz) und Thomas **Kienberger** (Institutsleiter der Montanuniversität Leoben) über die Funktion von Szenarien für die langfristige Planung der Energie- und Klimawende.

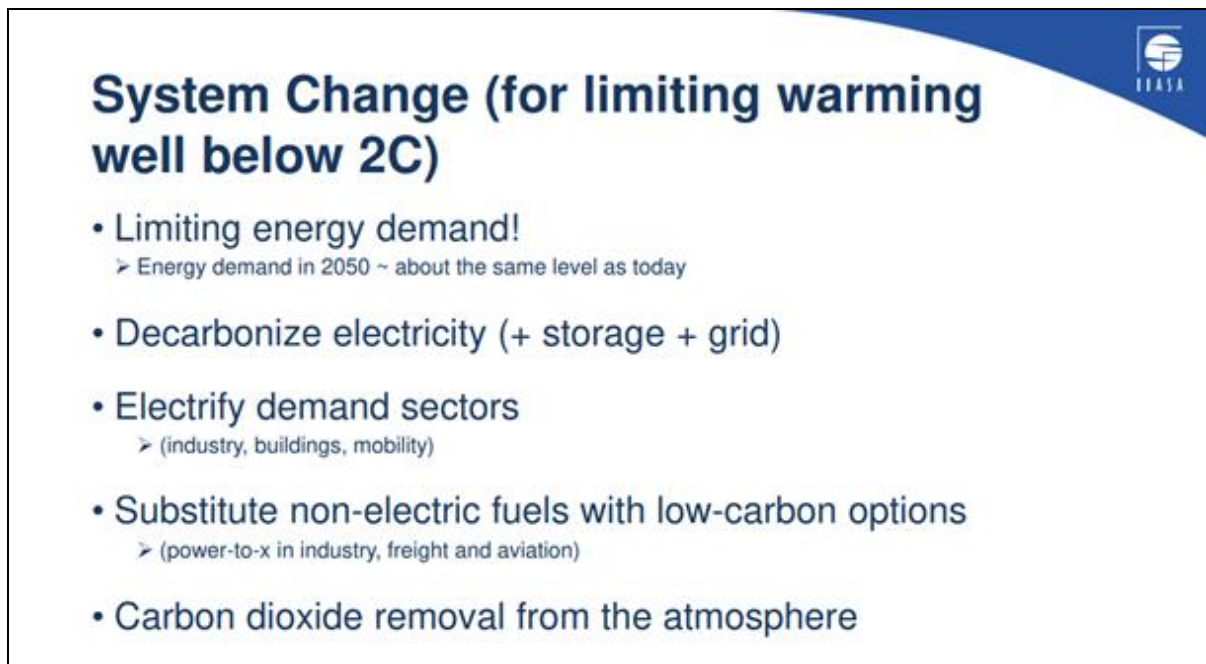
Holzmann betonte einleitend, dass ehrgeizige Klimaziele in EU-Dokumenten und Regierungsprogrammen zwar klar formuliert seien, der Weg dorthin aber keineswegs linear verlaufe. In einer komplexen und unsicheren Welt brauche es daher Klimaszenarien als „Landkarten“ **möglicher Entwicklungspfade**, die Annahmen transparent, Optionen vergleichbar und Risiken benennbar machen. Für Zentralbanken und die Finanzaufsicht hätten solche Szenarien unmittelbaren Nutzen: Sie sind die Grundlage für Stresstests, für die Beurteilung von Übergangs- und physischen Klimarisiken im Finanzsystem und für die Einschätzung der Finanzierungserfordernisse der Transformation. Die OeNB suche deshalb den **Dialog** zwischen Klimawissenschaft, Wirtschaft und Politik, um eine reibungslose und kosteneffiziente Dekarbonisierung zu unterstützen und dabei volkswirtschaftliche Stabilität wie auch Finanzmarktstabilität im Blick zu behalten. Holzmann verortet das Thema zwischen Technologie, Ökonomie und Geopolitik, betont die Notwendigkeit belastbarer, regelmäßig aktualisierter Szenarien – und übergibt an die Fachvortragenden des Abends.

Der Weltklimarat IPCC betreibe keine eigene Forschung, sondern bündele die weltweite Evidenz, so **Riahi**. Diese Prozessqualität sei wesentlich, weil Klimapfade politisch umkämpft seien und Szenarien deshalb maximale **Transparenz** und Nachvollziehbarkeit erforderten. Methodisch stütze man sich auf **Integrated Assessment Models (IAMs)**, die Energiesysteme, Makroökonomie, Landnutzung und den Kohlenstoffkreislauf, um Antworten auf drei Kernfragen zu ermöglichen:

- Was sind die **Kosten** der Vermeidung unter unterschiedlichen Annahmen?
- Welche **Sektoren** müssen wann und wie stark transformieren?
- Welche **Temperaturergebnisse** sind mit politischen Zusagen plausibel erreichbar?

Riahi machte deutlich, dass Szenarien **keine Prognosen** seien, sondern „Was-wäre-wenn“-Analysen, die **Vergleiche** zwischen Politikmaßnahmen und Investitionen ermöglichen. Über Modelle hinweg robust seien folgende Punkte: Erstens müsse der Stromsektor schnell dekarbonisiert werden; zweitens sei die Elektrifizierung der Nachfrage der zentrale Effizienz-Hebel; drittens seien für schwer elektrifizierbare Anwendungen strombasierte Kraftstoffe und grüner Wasserstoff nötig; viertens brauche es ergänzend negative Emissionen, um unvermeidbare Rest-Emissionen unter strengen Nachhaltigkeitskriterien auszugleichen. Schließlich zeigt Riahi, dass politische Zusagen der Staaten die Spanne künftiger Erwärmung bereits nach unten verschoben hätten. Die Kluft zwischen Zielen und implementierten Maßnahmen sei jedoch weiterhin groß. Szenarien würden helfen, diese **Lücke** zu quantifizieren und **sektorale Prioritäten** abzuleiten.

Abbildung 1: Schlüsselmaßnahmen zur Klimawende (Folie Riahi)

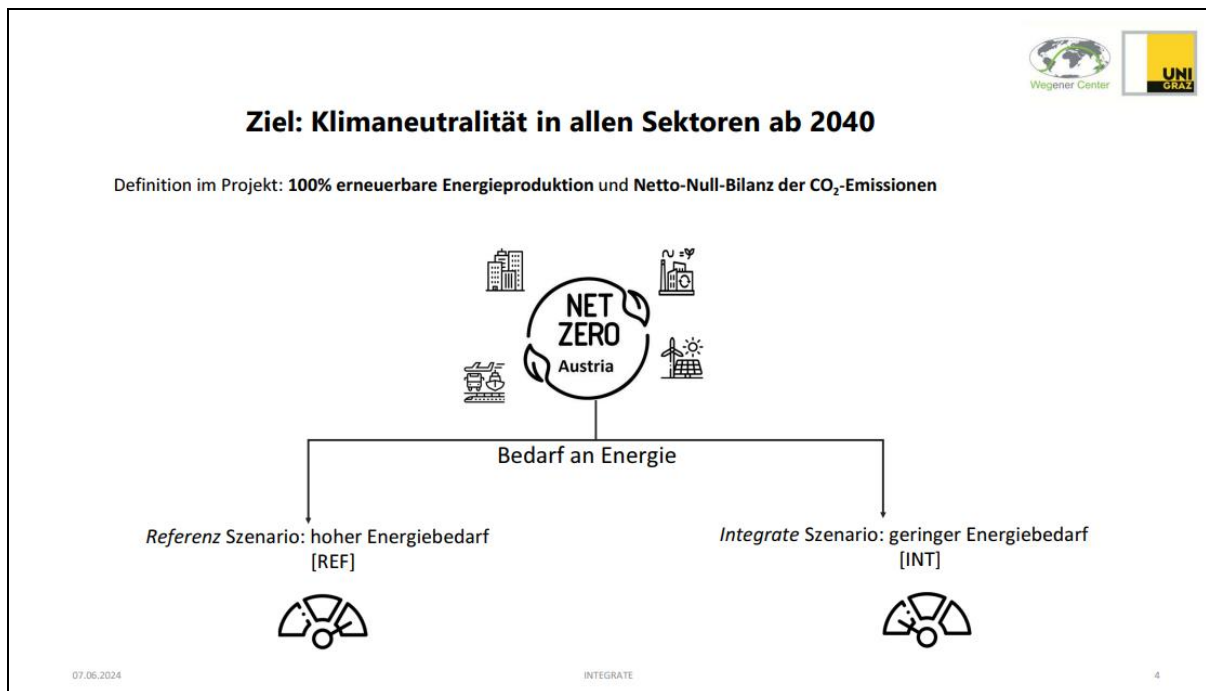


System Change (for limiting warming well below 2C)

- Limiting energy demand!
➢ Energy demand in 2050 ~ about the same level as today
- Decarbonize electricity (+ storage + grid)
- Electrify demand sectors
➢ (industry, buildings, mobility)
- Substitute non-electric fuels with low-carbon options
➢ (power-to-x in industry, freight and aviation)
- Carbon dioxide removal from the atmosphere

Steininger stellte zwei archetypische Netto-Null-Pfade gegenüber: einen mit hohem Energiebedarf (moderate Sanierungsraten, steigende Verkehrsleistung, primär technologische Substitution) und einen mit niedrigem Energiebedarf (umfassende Gebäudesanierung, veränderte Raum- und Mobilitätsmuster, Kreislaufwirtschaft und Recycling). Beide Pfade erfordern einen starken **Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung**; der Niedrig-Energie-Pfad reduziert jedoch den **Endenergiebedarf** um rund ein Fünftel, was die **Importabhängigkeit** mindert und die volkswirtschaftliche Wertschöpfung erhöht. Elektrizität wird zum dominierenden Energieträger; zugleich steigt der Bedarf an synthetischen Gasen wie grünem Wasserstoff, für jene Anwendungen, die sich nicht direkt elektrifizieren lassen. Aufgrund erwarteter Engpässe bis Mitte der 2030er-Jahre (begrenzte inländische H₂-Erzeugung, notwendiger Netzausbau, europäische Verfügbarkeiten) plädiert Steininger für strategische **Infrastrukturplanung**. Dazu zählen der Ausbau der Strom-, Wasserstoffnetze und saisonalen Speicher sowie eine enge Verzahnung mit Industrie-„Abnehmern“. Makroökonomisch zeigen die Modellierungen, dass eine ambitionierte Energiereduktion unter dem Strich **Wohlfahrtsgewinne** bringe, wenn Investitionen und regulatorische Beschleunigung gelingen, und Verteilungswirkungen sozial abgefedert werden. Politisch sei Kohärenz entscheidend, sodass die CO₂-Bepreisung, gezielte Förderung, klare Standards und Planungs-/Genehmigungsreformen ineinandergreifen.

Abbildung 2: Darstellung zweier Szenarien zu Österreichs Klimawende (Folie Steininger)

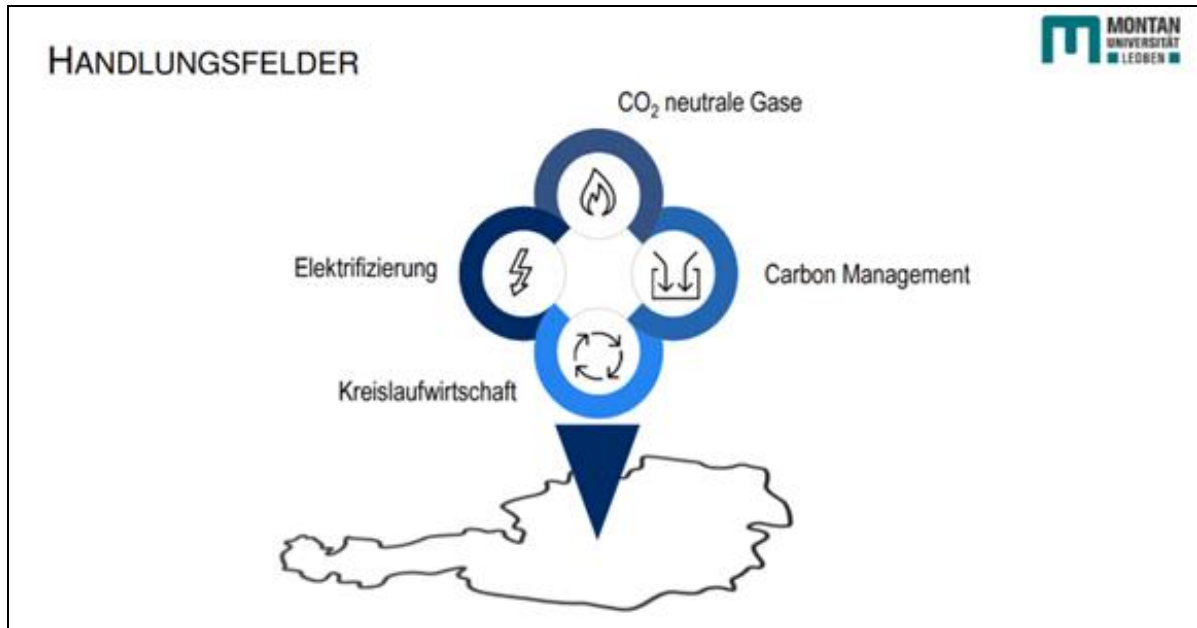


Kienberger beleuchtete die Lage der energieintensiven Grundstoffindustrien und beschreibt vier Handlungsfelder: **Elektrifizierung** in Hoch- und Niedertemperatur-Anwendungen sei der kurzfristig wirksamste Pfad, vorausgesetzt Netz- und Anschlussleistungen werden zügig ausgebaut. Wo Elektrifizierung an physikalische oder prozesstechnische Grenzen stößt, benötige es **erneuerbare Gase**. Dazu käme **Carbon-Management** für energie- und prozessbedingte Emissionen.³

Zeitlich betrachtet ließe sich hierbei folgender Ablauf skizzieren: Elektrifizierung sofort skalieren, Wasserstoff ab den 2030er-Jahren großflächig integrieren, Carbon-Management gestuft folgen lassen – flankiert von H₂-Pipelines, CO₂-Transport/-Speicherlösungen und flexiblen Stromnetzen. Parallel müsse **Kreislaufwirtschaft** („mehr Sekundär- statt Primärmaterial“) zum systemischen Standard werden; das erfordere Design-for-Recycling, Qualitätsstandards und Datenpässe, damit Materialien effizient rückgeführt werden können. Kienberger betonte, dass Szenarien dabei Investitionsfenster und Infrastruktur-Zeitachsen präzisieren und so die Standortentscheidungen der Industrie erleichtern. Hierbei sei wichtig zu beachten, dass Szenarien **Instrumente**, und keine endgültigen Antworten seien. Entscheidend sei, Sensitivitäten offen zu legen (zu H₂-Preisen, Netzausbau-Geschwindigkeiten oder Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe) und die Modelle regelmäßig upzudaten (Änderung von Kosten, Technologien oder politischen Rahmenbedingungen). Außerdem seien Finanzmarkt-Werkzeuge (NGFS-kompatible Stresstests, Szenario-Ableitungen für Kredit- und Marktpreisrisiken) nur so gut wie die zugrunde liegenden Annahmen. Hier wird die OeNB als **Katalysator** zwischen Wissenschaft, Politik und Finanzwirtschaft wahrgenommen.

³ Unter Carbon-Management (Kohlenstoffmanagement) versteht man die systematische Erfassung, Steuerung und Reduktion von Treibhausgasemissionen in Unternehmen, Organisationen oder ganzen Volkswirtschaften.

Abbildung 3: Handlungsfelder in der Klimawende (Folie Kienberger)



Im Anschluss an die drei Fachvorträge beleuchtete eine lebhaft **Diskussion** zentrale Herausforderungen und Perspektiven der Energiewende in Österreich und Europa.

- Die Experten des Panels betonten die Bedeutung der **Industrie** für Österreichs Wirtschaft und die Notwendigkeit, Primärproduktion nicht vorschnell auszulagern. **Kreislaufwirtschaft** wurde als Schlüssel zur Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs hervorgehoben, wobei Produktdesign und Recyclingfähigkeit eine zentrale Rolle spielen.
- Während **Technologieoffenheit** in der frühen Innovationsphase wichtig ist, wurde betont, dass klare politische und infrastrukturelle **Entscheidungen** notwendig sind, um Investitionen zu ermöglichen und Planungssicherheit zu schaffen.
- Die Diskussion reflektierte, dass **globale Lösungen** für den Klimawandel essenziell sind, gleichzeitig aber auch **regionale Wertschöpfung** und technologische Führerschaft in Europa notwendig bleiben, um Wohlstand und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.
- Maßnahmen, die in allen Szenarien sinnvoll sind – etwa der Ausbau von Stromnetzen und Speichertechnologien – wurden als „**No-Regret**“ bezeichnet. Sie sind unabhängig vom genauen Szenario wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft.
- Es wurde diskutiert, ob sich Europa langfristig selbst mit Wasserstoff versorgen kann. Während einige Studien **Autarkie** bejahen, sehen andere weiterhin Bedarf an **Importen** aus Drittstaaten – insbesondere für Hochtemperaturprozesse in der Industrie.
- Die Rolle der **Kernenergie** wurde kritisch hinterfragt – sowohl aus ökonomischer als auch systemischer Sicht.
- **Kipppunkte** im Klimasystem wurden als schwer modellierbar, aber potenziell entscheidend für Szenarien anerkannt.
- Keywan Riahi verteidigte die Relevanz und **wissenschaftliche Integrität** der IPCC-Berichtszusammenfassungen und betonte, dass sie konservativ formuliert und konsensbasiert sind – trotz gelegentlicher Kritik einzelner Forscher:innen.

2.2 Die Abhängigkeit der Klimawende Europas von China

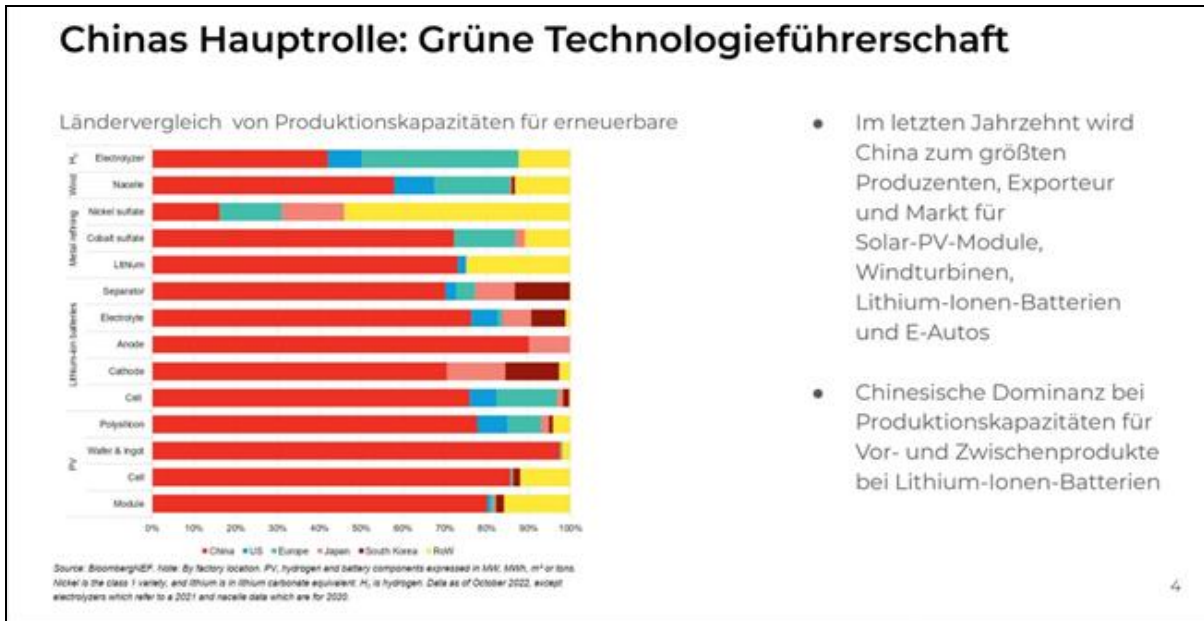
Am 10. Juli 2024 diskutierten Lia **Musitz** (Doktorandin der Goethe-Universität Frankfurt), Gabriel **Felbermayr** (Direktor des Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung) und Marion **Jansen** (Direktorin der OECD-Direktion Handel und Landwirtschaft) über Europas Abhängigkeit von China im Kontext der grünen Transformation und deren wirtschaftliche, geopolitische und handelspolitische Folgen.

Laut **Holzmann** stellt die Abhängigkeit der Klimawende von China zugleich Chance und Risiko dar. Einerseits verbilligt Chinas rasant skalierte Produktion von Solarmodulen, Batterien und E-Autos die Dekarbonisierung in Europa; andererseits entstehen neue strategische **Verwundbarkeiten** – von Lieferketten- und Technologiedominanzen bis zu geopolitischen Hebeln. Im Mittelpunkt stehen damit vier Spannungsfelder: die Diskrepanz zwischen ehrgeizigen **EU-Zielen** und realen Umsetzungspfaden; die industrielle **Wettbewerbsfähigkeit** Europas unter dem Druck chinesischer Kostenvorteile; die **Handelspolitik** zwischen Kooperation und Schutzinstrumenten; sowie die Frage der **Finanzierung** enormer Investitionen und weiterer Transformationskosten. Holzmann positionierte die OeNB als Brückenbauerin zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Finanzsektor: Szenarien, Daten und internationale Regeln sollen in ein konsistentes, finanzierbares Transformationsnarrativ übersetzt werden, das sowohl Kosten-Nutzen-Abwägungen als auch die Anforderung nach Resilienz adressiert.

Musitz zeichnete Chinas grüne Wende als strategisch orchestrierten, mehrphasigen Prozess. Auslöser waren bereits in den 1980er-/90er-Jahren wachsende Importabhängigkeiten bei Energieträgern, die wirtschaftliche und soziale Kosten massiver Luftverschmutzung sowie der Wunsch nach technologischer Autonomie. Daraus entwickelte Peking eine Doppelstrategie aus **regulatorischem Druck** (Effizienz- und Emissionsstandards, Zulassungsregeln) und **fördernder Industriepolitik** (F&E-Programme, Demonstrationsstädte, Skalierungsanreize). Besonders anschaulich sei das im E-Auto-Cluster: Frühe Subventionen senkten Markteintritts- und Lernkosten, während großflächige Pilotregionen Infrastruktur (Ladernetze) und lokalisierte Lieferketten (Kathoden/Anoden, Elektrolyte, Batteriezellen, Power-Electronics) aufbauten. In einer zweiten Phase verschob sich der Fokus von der Förderung zur **Kommerzialisierung** – mit Zielvorgaben für Reichweite, Effizienz und Garantiezeiten, verschärften Benzinverbrauchs-Standards sowie wachsenden Anforderungen an Recyclingfähigkeit.

In der dritten Phase erfolgte der schrittweise **Rückzug** direkter Kaufprämien, flankiert von Marktöffnung und internationalem Wettbewerb, der schwächere Anbieter aus dem Markt drängte und Preiskämpfe forcierte. Ergebnis sei ein industrielles Ökosystem, das entlang der gesamten Batterie- und E-Auto-Wertschöpfungskette skaliert und Kostendegressionen möglich macht, die weltweit die **Anschaffungsschwellen** für grüne Technologien senken. Gleichzeitig erzeuge diese Tiefe an Vor- und Zwischenleistungen Abhängigkeiten, etwa bei Lithium-Ionen-Materialien oder Leistungselektronik, die Europa in seiner Industrie- und Handelspolitik strategisch adressieren muss.

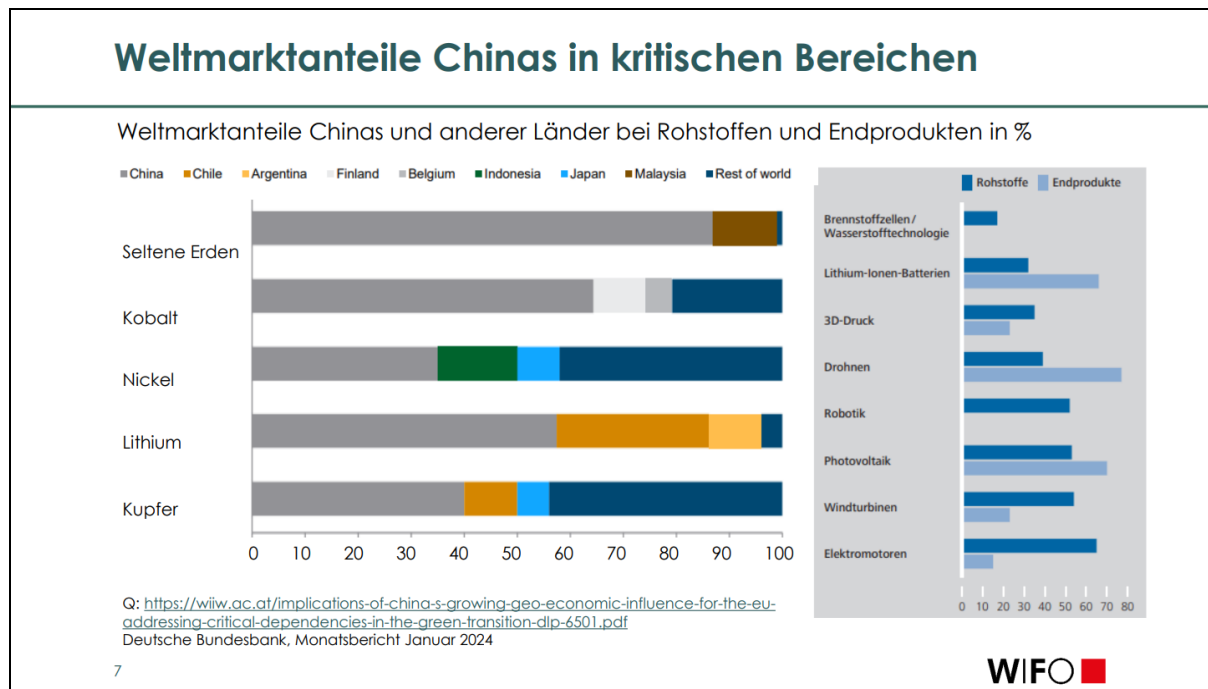
Abbildung 4: Grüne Technologieführerschaft als Chinas Hauptrolle (Folien Musitz)



- Im letzten Jahrzehnt wird China zum größten Produzenten, Exporteur und Markt für Solar-PV-Module, Windturbinen, Lithium-Ionen-Batterien und E-Autos
- Chinesische Dominanz bei Produktionskapazitäten für Vor- und Zwischenprodukte bei Lithium-Ionen-Batterien

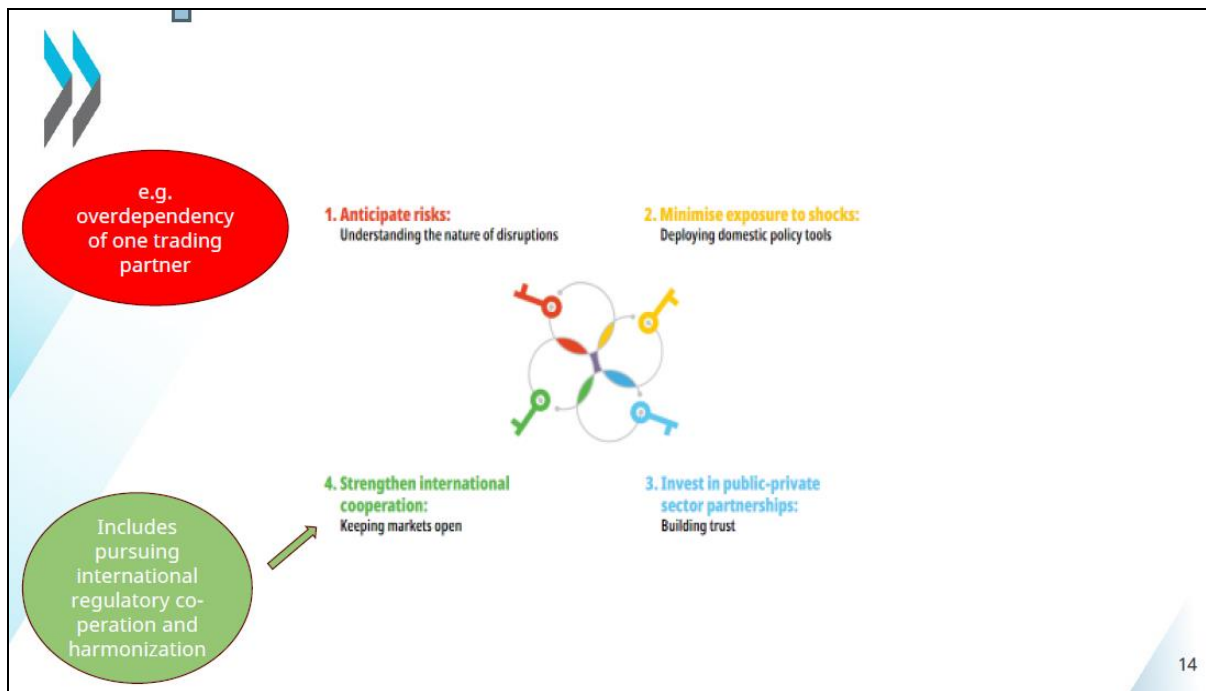
Felbermayr setzte die Abhängigkeitsdebatte in einen breiteren außenwirtschaftlichen Kontext. Erstens sei China für die EU zwar ein sehr wichtiger, aber nicht der einzige oder dominante Handelspartner. Vor allem im Dienstleistungs- und Primäreinkommensbereich würden die **USA** und **europäische Nachbarn** zentral bleiben. Zweitens seien **Importkonzentrationen** bei bestimmten Vorleistungen und Rohstoffen (z. B. raffinierte Lithium-Chemikalien, Graphit, seltene Erden) sowie bei einigen Endprodukten wie PV-Modulen und E-Autos kritisch. Drittens könnten **Subventionen** aus globaler Klimasicht doppeldeutig sein. Sie würden die Diffusion grüner Technologien beschleunigen, aber Wettbewerbe verzerren und Überkapazitäten schaffen, die sich in Exportwellen auf offene Märkte entladen. Für die EU ergibt sich daraus ein **Instrumentenmix**: WTO-konforme Ausgleichszölle gegen nachweislich verzerrende Subventionen; offene Märkte dort, wo Wettbewerb funktioniert, und Verbraucher:innen profitieren; sowie gezielte Standort-, Netz- und Innovationspolitik, um europäische Stärken (Maschinenbau, Systemintegration, Software, Dienstleistungen) auszubauen. Felbermayr warnte vor **pauschalem Protektionismus** und plädiert stattdessen für „offene strategische Autonomie“: Europa solle parallele Lieferketten diversifizieren, eigene Kapazitäten an neuralgischen Stellen aufbauen und Standards setzen, ohne die **Kooperationskanäle** zu China und anderen Partnern zu kappen. Besonders heikel sei die Automobilbranche: Provisorische Anti-Subventionsmaßnahmen gegenüber Importen aus China adressieren Wettbewerbsverzerrungen, müssten aber mit einer konsistenten Zoll- und Industriepolitik verknüpft werden, die grüne Fahrzeuge – unabhängig vom Ursprungsland – marktoffen, aber fair in den Binnenmarkt integriert.

Abbildung 5: Vergleich Weltmarktanteile verschiedener Länder (Folien Felbermayr)



Jansen blickte vom **multilateralen Handelssystem** auf Europas Abhängigkeiten. Die WTO-Regeln seien prinzipiell geeignet, handelsverzerrende Subventionen zu adressieren, praktisch stoße man aber auf zwei neue Komplexitätsebenen. Erstens würden im Zuge der Klimapolitik Umweltmaßnahmen mit **Handelwirkung** (z. B. Lieferketten-Sorgfalt, Entwaldungs-Regime, CO₂-Fußabdruck-Nachweise) entstehen, die sich nicht an der Grenze „ablesen“ lassen und deren Kompatibilität zwischen Rechtsräumen (Daten, Zertifizierung, Anerkennung) noch unzureichend ist. Zweitens braucht **Resilienzpolitik**, also das Abfedern von Schocks und Überabhängigkeiten, mehr internationale Kooperation: Gemeinsame Standards, Normen und Datenmodelle würden es Unternehmen erleichtern, Compliance-Kosten zu senken. Zugleich könnten dadurch Staaten schneller zwischen Lieferanten wechseln, ohne Nachhaltigkeitsziele zu unterlaufen. Jansen plädierte dafür, Handels- und Umweltressorts gemeinsam an technischen Normen zu arbeiten (z. B. Methodik zur Emissions-Bilanzierung von Produkten, Materialpässe für Batterien, Mindeststandards für Recyclingfähigkeit). Europa bringe hier traditionell hohe **Standardisierungskompetenz** mit und könne – im Schulterschluss mit gleichgesinnten Partnern – Marktgrößenvorteile (Standard-Setting Power) nutzen, um faire Wettbewerbsbedingungen und Nachhaltigkeitspflichten global zu verankern. Zugleich müsse man **Überkapazitäten** und deren Exportwirkungen klar benennen und adressieren – regelbasiert und berechenbar, um Eskalationsspiralen zu vermeiden.

Abbildung 6: Stärkung der Resilienz von Lieferketten: OECD-Toolkit (Folie Jansen)



Die Erkenntnisse der anschließenden Diskussion waren folgende:

- **Chinas Doppelrolle:** China ist gleichzeitig größter Emittent von Treibhausgasen und führender Produzent grüner Technologien (Solar- und Windenergie, Batterien, E-Autos). Diese Ambivalenz prägt die globale Energiewende.
- **Paradoxe Situation für Europa:** Die Dekarbonisierung wird durch chinesische Kostendegression günstiger, macht Europa aber abhängig von chinesischen Vorprodukten, Rohstoffen und Technologien.
- **Kritische Abhängigkeiten:** Besonders stark ist die Importabhängigkeit bei Lithium-Ionen-Batterien, Photovoltaikmodulen, seltenen Erden und Komponenten für Elektromobilität.
- **Geopolitische Risiken:** Einseitige Lieferketten bergen Erpressbarkeit und wirtschaftliche Risiken – vergleichbar mit der früheren Abhängigkeit von fossilen Energieträgern.
- **Handelspolitische Optionen:** Diskutiert wurden WTO-konforme Ausgleichszölle gegen Subventionen, aber auch die Gefahr von Eskalation und die Notwendigkeit, Kooperation mit China nicht zu kappen.
- **Strategische Autonomie:** Europa muss eigene Produktionskapazitäten für Schlüsseltechnologien aufbauen, Lieferketten diversifizieren und Recycling forcieren, um Resilienz zu erhöhen.
- **Industriepolitische Hebel:** Neben CO₂-Bepreisung sind gezielte Investitionsförderungen, Standardisierung und europäische Koordination entscheidend, um Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.
- **Kooperation statt Isolation:** Trotz Risiken bleibt China ein unverzichtbarer Partner für globale Klimaziele; der Fokus sollte auf „De-risking“ statt „De-coupling“ liegen.
- **Finanzierungsdimension:** Die Transformation erfordert enorme Investitionen in Netze, Speicher und grüne Industrie – Kapitalmärkte und öffentliche Mittel müssen mobilisiert werden.

Identifizierte Problemfelder und abgeleitete Handlungsanweisungen:

Der Schwerpunkt der Debatte liegt auch auf der Gegensätzlichkeit von „**De-risking**“ und „**De-coupling**“. Während De-risking lediglich einseitige Abhängigkeiten reduziert, verkennt De-coupling die Vorteile gegenseitiger Abhängigkeiten. Priorität habe vor allem das **Management von Risiken**: Abhängigkeiten kartieren, „Single Points of Failure“ reduzieren, Substitutions- und Back-up-Quellen aufbauen, Recycling und Kreislaufwirtschaft forcieren und europäische Kapitalmärkte für großskalige Infrastruktur- und Investitionsvorhaben aktivieren. Am Beispiel Wasserstoff werde deutlich, dass die EU mittelfristig sowohl eigene Produktion als auch **Importpartnerschaften** (Pipelines/Korridore, Derivate) brauche. Realistische Szenarien sollten die zeitliche Knappheit in den 2030er-Jahren sowie Netzintegration, Speicher und Endnutzernerstellung einkalkulieren.

In der Kfz-Frage werden Preissignale und faire Wettbewerbsbedingungen betont: Schutzinstrumente könnten Überförderung ausgleichen, würden aber nicht die Notwendigkeit ersetzen, europäische Stärken (Ingenieurskunst, Software, Systemintegration, Qualität, Marken) und Skalierung (Genehmigungen, Netze, Lieferketten) entschlossen zu adressieren. Schließlich rückt die **soziale Dimension** in den Blick: Ohne Just-Transition-Elemente wie zielgenaue Entlastungen, Qualifizierung und regionale Wertschöpfung, drohe politischer Gegenwind, der die Transformationsgeschwindigkeit ausbremst. Hier helfen Szenarien und Kosten-Wirkungs-Analysen, um Treffsicherheit und Akzeptanz zu erhöhen.

Europas Klimawende braucht China wegen **Skaleneffekten, Lernkurven** und der notwendigen globalen **Emissionsminderung**. Gleichzeitig muss Europa mit Blick auf kritische Technologien, Materialien und Industrien **Resilienz** verstärken. Der Weg führt nicht über Abschottung, sondern über einen balancierten Mix aus Kooperation, klaren Regeln und gezielten, investitionsfreundlichen Standortstrategien. Zentral seien drei Handlungsachsen:

Strategische Offenheit mit regelbasierten **Schutzinstrumenten** gilt es dort zu stärken, wo Wettbewerbsverzerrungen offenkundig sind. **Standard- und Datenführerschaft** in Umwelt- und Produktnormen sind zu fördern, um Fairness und Nachhaltigkeit global zu verankern. Im Kontext der Finanzierung und Skalierung sind Netze, Speicher, Produktion und Qualifizierung so zu **koordinieren**, dass privates Kapital zu vertretbaren Risiken in die reale Transformation fließen kann.

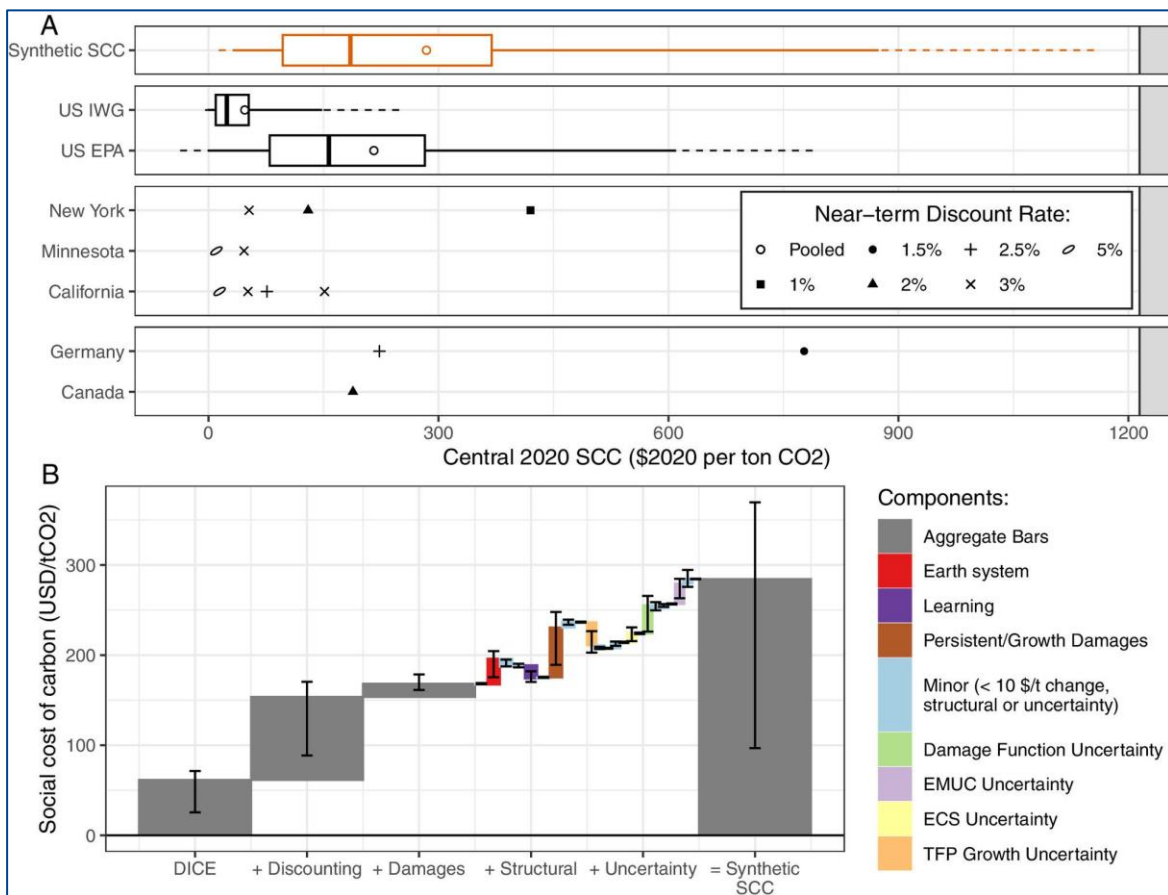
2.3 Der Preis von CO₂

Am 5.9.2024 diskutierten Gernot **Wagner** (Senior Lecturer der Columbia Business School), Kerstin **Plank** (wissenschaftliche Mitarbeiterin des Instituts für Höhere Studien) und Johannes **Holler** (Senior Economist des Büros des Fiskalrates) über die Frage, wie sich der „richtige“ Preis für CO₂ bestimmen lässt und welche ökonomischen, sozialen und politischen Folgen sich daraus ergeben.

Holzmann eröffnete den Dialog mit der Feststellung, dass der Klimawandel aus ökonomischer Sicht ein klassisches **Marktversagen** sei. Für den Ausstoß von Treibhausgasen existiere kein Preis, der die tatsächlichen gesellschaftlichen Kosten widerspiegele. Daraus folge der **Bedarf an regulierten Preisen**, etwa über CO₂-Steuern, Emissionshandel oder zumindest interne Schattenpreise, damit Produktion und Konsum die Klimaschäden berücksichtigen und Investitionen planbar werden. Demnach gelte es den idealen Preis pro Tonne CO₂, bemessen an Schadenskosten oder an Vermeidungskosten, und dessen Bedeutung für Wirtschaft, Haushalte und Finanzstabilität zu ermitteln. Holzmann betonte außerdem, dass eine wirtschaftsverträgliche Klimapolitik schließlich auch **Voraussetzung für Preis- und Finanzmarktstabilität**, dem Kernmandat einer Zentralbank sei.

Wagner verortete die Schadenskosten (social cost of carbon, SCC) als theoretisch „richtigen“ Preisanker. Er bezifferte, wie viel zusätzlicher gesamtgesellschaftlicher Schaden durch eine weitere Tonne CO₂, diskontiert über Generationen, mit hohen Unsicherheiten über Klimaempfindlichkeit, Schadensfunktionen, Anpassungskapazitäten und Wachstumsdynamiken, entstehe. Genau diese **Unsicherheiten** erklären das **breite Spektrum** publizierter SCC-Schätzungen. Daher sei es besser, ganze Intervalle statt punktgenaue Schätzungen zu nennen. Kritik an SCC-Ansätzen, etwa die nur unvollständig mögliche Monetarisierung von Biodiversitätsverlusten, Gesundheitsschäden oder Kipprisiken, und die Sensitivität gegenüber der gesellschaftlichen Diskontrate, ist ernst zu nehmen. Dennoch bilde diese Ansätze eine transparente Brücke zwischen Klimawissenschaft und ökonomischer Analyse. Für die Politikpraxis gelte, die Nutzung von **SCC als Leitgröße** mit robusten **Sicherheitszuschlägen** für „tail risks“ zu kombinieren. Zudem brauche es regelmäßige **Aktualisierungen**, sobald Evidenz zu Klimawirkungen, Anpassungskosten oder technologischen Pfaden offensichtlich wird.

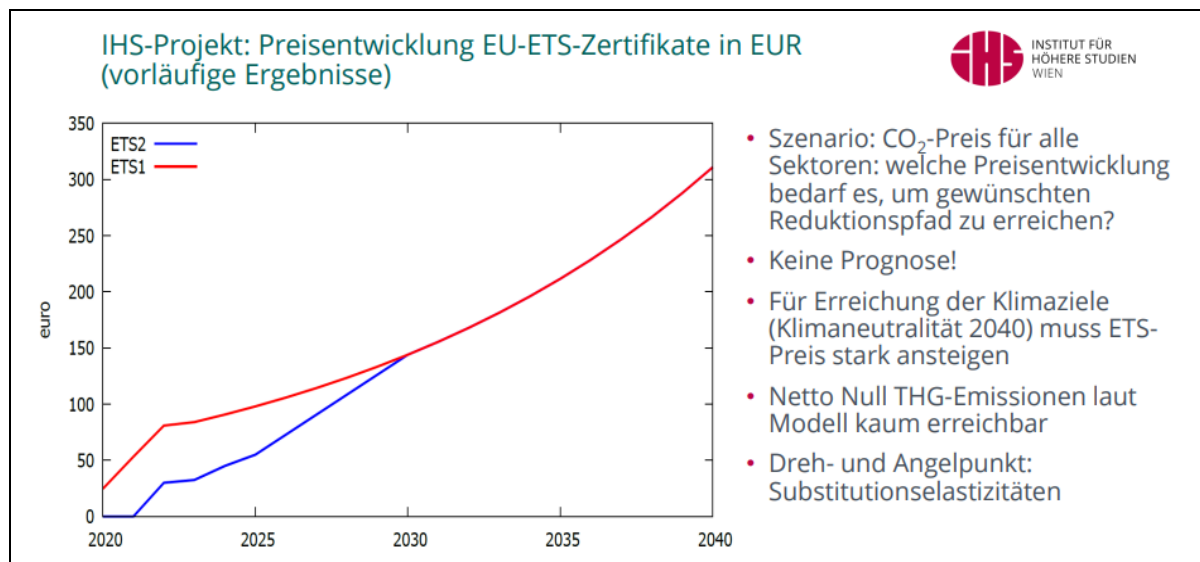
Abbildung 7: Bandbreite der CO₂-Schadenskosten (SCC) (Folie Wagner)



Plank gab einen systematischen Überblick über die beiden zentralen Ansätze zur Bestimmung eines CO₂-Preises – **Schadenskosten** und **Vermeidungskosten** – und erläuterte deren jeweilige Stärken, Grenzen und wirtschaftspolitische Relevanz. Statt den Schaden zu bepreisen, sollte hinterfragt werden, welcher Preis notwendig ist, um eine politisch definierte Emissionsminderung kosteneffizient zu erreichen. Praktisch hieße das, den CO₂-Preis am **marginalen Vermeidungskostenpfad** auszurichten und diesen mit flankierenden Maßnahmen wie Standards, Förderung und Infrastrukturpolitik zu kombinieren.

Das hätte den Vorteil politisch leichter **umsetzbar** zu sein und **Zielgrößen** – z. B. den Fit-for-55-Pfad der EU für 2030 – besser steuern zu können. Der Nachteil liege in der „technokratischen“ Festlegung eines optimalen Zielniveaus, da nicht eindeutig bestimmt werden kann, wo sich dieses genau befindet. Beide Ansätze, also Schadenskosten und Vermeidungskosten, seien keine Gegensätze, sondern komplementäre Informationsquellen: SCC signalisiere die Größenordnung gesellschaftlicher Schäden und die Vermeidungskostenkurve zeige, wo heute und morgen die billigsten Tonnen CO₂ abgebaut werden könnten. Für Sektoren außerhalb des aktuellen **Emissionshandelssystem** der EU (ETS) werde dieser beidseitige Zugang mit dem neu geplanten, zusätzlichen ETS II ab 2027 besonders sichtbar.⁴ Dort würden **Engpässe** in Gebäuden und Verkehr über die kurzfristige Höhe des Preises und die Notwendigkeit sozialer Ausgleichsmechanismen entscheiden. Planbare **Preiskorridore**, rechtzeitiges **Ausbauen** der Wohn- und Wärmesektor sowie gezielte **Entlastung** (Klimabonus, Pendel- oder Heizkostenausgleich) seien zentrale Voraussetzungen, damit Preissignale wirken, ohne Akzeptanz zu gefährden. Gegen Ende analysierte Plank die Preisentwicklung der EU-ETS-Zertifikate, um zu beurteilen, welche Preisentwicklung den gewünschten Reduktionspfad ermöglichen würde, und ermittelte damit die Notwendigkeit eines starken Preisanstiegs.

Abbildung 8: Preisentwicklung EU-Emissionshandelszertifikate (Folie Plank)



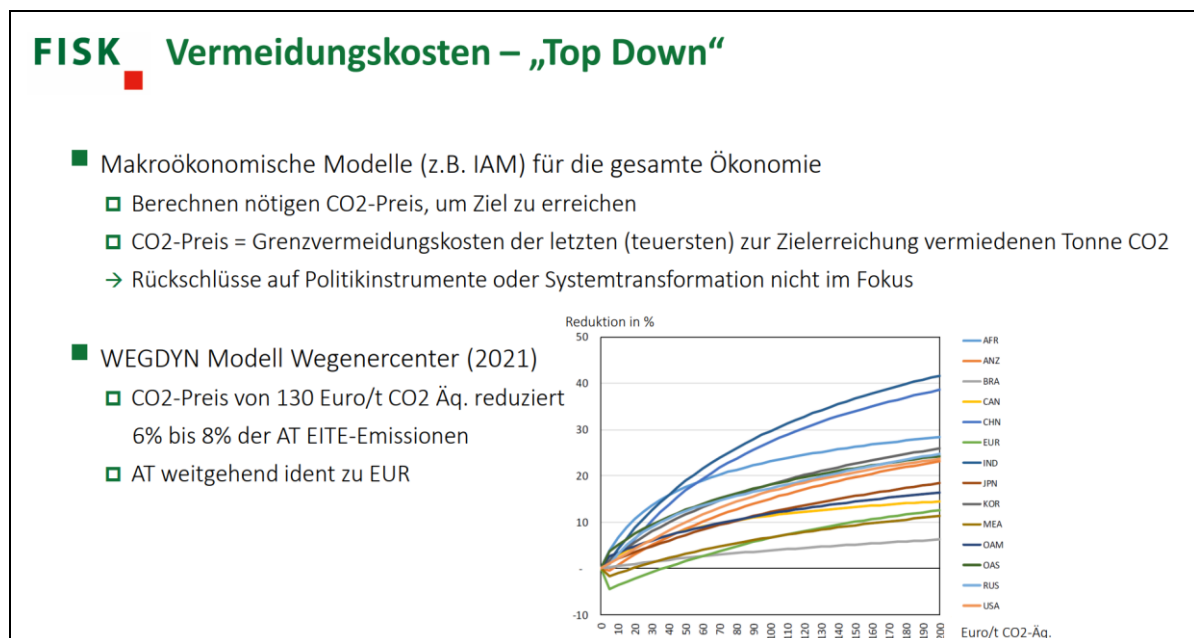
Laut **Holler** können Schadens- und Vermeidungskosten in einer Kosten-Nutzen-Analyse kombiniert werden, um „optimale“ Emissionsziele zu ermitteln. Im Fall von verpflichtend vorgegebenen Emissionszielen reduziert sich die Analyse dabei auf die Vermeidungskosten. Diese können in **Top-down-** oder **Bottom-up-**Analysen ermittelt werden.⁵ Die daraus gewonnene Information ermöglicht die Erstellung eines optimalen Policy-Mixes und kann zur Ableitung eines Best Practice Ansatzes benutzt werden. Die Vermeidungskosten der letzten zur Erreichung des CO₂-Ziels nötigen Maßnahme bestimmt die Grenzvermeidungskosten. Würden diese GKV als CO₂-Preis angesetzt, so ergäbe sich auch ohne implementiertes Emissionsziel exakt dieselbe Emissionseinsparung. Dennoch sei zu beachten, dass die Ableitung eines optimalen CO₂-Preises aus den GVK problematisch sein kann.

⁴ Mittlerweile wurde der Einführungszeitpunkt auf das Jahr 2028 verschoben.

⁵ Bei Top-down-Analysen werden makroökonomische Modelle verwendet, um Grenzvermeidungskosten in Form von CO₂-Preisen zur Erreichung vorgegebener Emissionsziele zu berechnen, während bei Bottom-up-Analysen Grenzvermeidungskosten aus verfügbaren Technologien bzw. Politikinstrumenten abgeleitet werden.

Vermeidungskostenkurven sind für Einzelmaßnahmen zu analysieren, deren Kosten und Nutzen nicht unabhängig voneinander bestimmt werden können (z. B. Wärmedämmung und Tausch des Heizsystems). Aufgrund von Lerneffekten sinken zudem Vermeidungskosten von Einzelmaßnahmen über die Zeit, was eine Reihung der Maßnahmen bezüglich ihrer Vermeidungskosten erschwert. Ein steigender CO₂-Preis erzeuge zunächst **Mehreinnahmen**, die **intelligent eingesetzt** werden müssten. Ein Teil könnte dem Rückverteilungs- und Härtefallausgleich für Haushalte mit geringerem Einkommen, ein weiterer Teil der Stabilisierung der Investitionspfade (Netze, Speicher, Gebäudesanierung, Forschung), und ein dritter Teil zur Stärkung der Standortqualität z. B. durch Senkung verzerrender Abgaben (z. B. Lohnnebenkosten) dienen. **Wettbewerbsnachteile** energieintensiver Branchen ließen sich über **kostenwirksame Entlastungen** im Übergang, Strompreiskomponenten für die Industrie und handelspolitische Instrumente wie CO₂-Grenzausgleich (CBAM) dämpfen, ohne das Preissignal an der Quelle auszuhebeln. Nach Holler versprechen gut designte CO₂-Preissysteme **Lenkung statt Dauerfinanzierung**, da das Preisvolumen mit fortschreitender Dekarbonisierung sinkt, während der Bedarf an zielgenauer Förderung (z. B. für Erstinvestitionen in H₂-Prozesse oder CCS in Zement) temporär steigt. Das fiskalische Ziel sei ein schlanker, berechenbarer Rahmen der privaten Investitionen – **crowd-in statt crowd-out**. Die Kerndimension des Themas ließe sich wie folgt **zusammenfassen**: Erstens gehe es um **Effizienz**: den Euro je vermiedener Tonne dort einzusetzen, wo er am meisten bewirkt; zweitens um **Gerechtigkeit**: die Lasten fair zu verteilen und Haushalte wie KMU mitzunehmen; und drittens um **Planbarkeit**: Preissignale, die ausreichend stark, aber nicht erratisch sind. Vor diesem Hintergrund sei die Gegenüberstellung von Schadenskosten und Vermeidungskosten kein Entweder-oder, sondern ein **Sowohl-als-auch**. Die Schadenskosten würden die **Größenordnung** und **Dringlichkeit** verankern und die Vermeidungskosten würden die konkrete **Umsetzung** im Instrumentenmix orchestrieren.

Abbildung 9: Makroökonomisch abgeleitete Vermeidungskosten (Folie Holler)



Im Längsschnitt der anschließenden **Diskussion** werden folgende Erkenntnisse deutlich.

- **Zwei Wege zur „richtigen“ CO₂-Höhe:** Der optimale Preis lässt sich entweder über **Schadenskosten** (Social Cost of Carbon) oder über **Vermeidungskosten** (Preis, der die Zielerreichung kosteneffizient macht) herleiten; in der Praxis ergänzen sich beide Ansätze als Orientierungsrahmen für Politikziele und Instrumentenmix.
- **Steuer vs. Emissionshandel – weniger Gegensatz als gedacht:** Eine **CO₂-Steuer** bietet **Preissicherheit**, ein **ETS** liefert **Mengensicherheit**; bei passendem Design (z. B. **Preisflure/-deckel** im ETS) ähneln sich Wirkung und Investitionssignale. **Hybride Systeme** werden deshalb als besonders glaubwürdig und investitionsfreundlich bewertet.
- **Glaubwürdige Pfade sind entscheidend:** Für Investitionen in Netze, Effizienz und Prozesse zählen **planbare Preis- oder Cap-Pfade** über mehrere Jahre (z. B. Mindestpreise bzw. Preiskorridore, klarer Cap-Senkungspfad); „Stop-and-Go“ unterminiert die Kapitalmobilisierung.
- **ETS II rückt Gebäude & Verkehr in den Markt:** Ab **2027** werden diese Sektoren EU-weit bepreist; ohne begleitende Effizienz- und Infrastrukturmaßnahmen drohen kurzfristige **Preisspitzen**, weshalb **Sozialausgleich** und **flankierende Politik** (Sanierung, ÖV, Lade- & Wärmenetze) zentral sind.
- **Soziale Dimension & Akzeptanz:** CO₂-Preise wirken in der ersten Runde tendenziell regressiv; **Rückverteilung** (z. B. Pro-Kopf-Dividende, zielgenaue Transfers) und **Entlastung verzerrender Abgaben** machen das System tragfähig, ohne die Lenkungswirkung zu verwässern.
- **Wettbewerbsfähigkeit & Leakage adressieren:** Übergangsweise **Beihilfen** im EU-Rahmen, **strompreiskompensierende Komponenten** sowie **CBAM** (CO₂-Grenzausgleich) können Wettbewerbsnachteile dämpfen – mit **Sunset-Klauseln**, damit Pfadabhängigkeiten vermieden werden.
- **Einnahmen zweckmäßig nutzen:** CO₂-Preiserlöse sind **Lenkungsmittel**; sie sollten v. a. für **Rückverteilung, Senkung verzerrender Steuern/Abgaben** und **Anschubfinanzierung** kritischer Infrastruktur (Netze, Speicher, Wärme) eingesetzt werden – nicht für Dauerförderungen (und schon gar nicht für Budgetfinanzierung).
- **Makroeffekte insgesamt handhabbar – aber heterogen:** Modellierungen zeigen begrenzte gesamtwirtschaftliche Effekte eines ambitionierten, EU-weit koordinierten CO₂-Preises; die **Verteilung über Länder** variiert je nach Energiemix, weshalb Koordination und Ausgleichsmechanismen wichtig sind.
- **Politikmix statt Monoinstrument:** Bepreisung wirkt am besten im **Paket** mit Standards, Förderung und Planungsbeschleunigung; so sinkt der notwendige CO₂-Preis zur Zielerreichung, und Akzeptanz wie Investitionsdynamik steigen.
- **Europäische Koordination stärkt Wirkung & Glaubwürdigkeit:** Mindestpreise, verknüpfte ETS-Regime und abgestimmte Ausschreibungen reduzieren Unterbietungswettbewerb, stabilisieren Erwartungen und beschleunigen private Investitionen in die Transformation.

Der OeNB-Dialog soll helfen, einen tragfähigen gesellschaftlichen Kompromiss zu finden, der Klimaschutz, Wettbewerbsfähigkeit und soziale Fairness zusammendenkt.

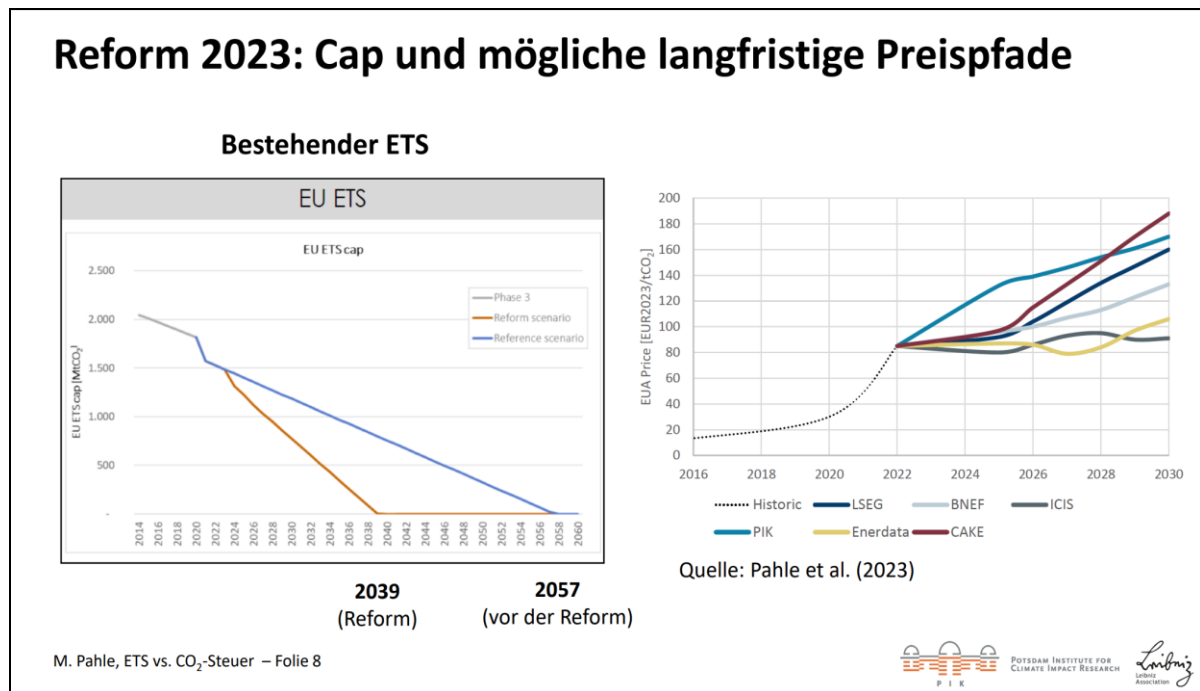
2.4 Emissionshandel und CO₂-Steuer

Am 4. Oktober 2024 diskutierten Michael **Getzner**, Professor der TU Wien, Daniela **Kletzan-Slamanig**, Senior Economist der WIFO, und Michael **Pahle**, Leiter der Arbeitsgruppe „Klima- und Energiepolitik“ beim Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), darüber, wie CO₂-Steuern bzw. Emissionshandel gestaltet sein müssen, um Klimaziele effizient, planbar und gesellschaftlich tragfähig zu erreichen.

Laut **Holzmann** stellt der Klimawandel ein klassisches **Marktversagen** dar: Für Treibhausgasemissionen existiert **ohne Staatseingriffe kein Preis**, der die gesellschaftlichen Kosten widerspiegelt. Insofern seien Politikinstrumente zur CO₂-Bepreisung, ob als Steuer, als Emissionshandel (ETS) oder als Kombination, mehr als technokratische Optionen: Sie seien der **Hebel**, um Investitionen, Produktion und Konsum verlässlich in Richtung Dekarbonisierung zu lenken. Für eine Zentralbank sei das nicht randständig, sondern unmittelbar mandatsrelevant: Eine wirtschaftsverträgliche Klimapolitik wirkt dämpfend auf **Übergangsrisiken**, stabilisiert **Preiserwartungen** und reduziert die Wahrscheinlichkeit plötzlicher **Preisschocks** am Energie- und Finanzmarkt. Somit fördert sie Preis- und Finanzmarktstabilität. Es stellt sich die Frage: Welche Form der CO₂-Bepreisung – Steuer, ETS oder Hybrid – bringt Effizienz, Planbarkeit und gesellschaftliche Tragfähigkeit am besten zusammen?

Pahle erläuterte den Unterschied zwischen ‚Preissteuerung‘ (Steuer) und ‚Mengensteuerung‘ (Emissionshandel). Eine **Steuer** biete **Preissicherheit**: Unternehmen und Haushalte kennen den Pfad je Tonne CO₂ und können Investitionen planen. Ein **ETS** liefere **Mengensicherheit**: Die Emissionsobergrenze sinkt in vorgegebenen Schritten, der Preis bildet sich am Markt. In der Praxis konvergieren die Wirkungen, wenn man ein ETS mit Preiskontrollmechanismen versieht (Mindest-/Höchstpreise, Preiskorridor). Solche **Hybride** stabilisieren Investitionserwartungen, ohne die Mengendisziplin aufzugeben. Eine **EU-Steuer** sei politisch kaum durchsetzbar. Das EU-ETS wurde zum Pfadinstrument und wurde seither mehrfach reformiert. Marktstabilitätsreserve und Cap-Pfad würden strukturelle Überschüsse und stärken die Knappheitssignale adressieren. Zugleich ist mit dem ETS II (ab 2027) für Gebäude und Verkehr ein System in Vorbereitung, das Preisspitzen dämpfen soll, ohne die Lenkung zu neutralisieren. **Glaubwürdigkeit** über Wahlperioden hinaus sei wichtiger als das Etikett des Instruments. Verlässliche Preiskorridore (bei Steuern) oder Cap-Pfade (im ETS) würden Risikoaufschläge senken, Investitionen in neue Prozesse (Elektrifizierung, Effizienz, Speicher) beschleunigen und die Klimapolitik investierbar halten. Ein „reines“ ETS kann wegen Nachfrage- und Erwartungsschocks stark schwankende Preise erzeugen. Banking/Borrowing erhöhe zwar Flexibilität, könnte bei falscher Kalibrierung aber auch Zielknappheit verwässern. Preisflure würden zu schwache Signale in Abschwungphasen verhindern und Preisdeckel extrem hohe Ausreißer dämpfen, zumindest solange sie „weich“ konzipiert sind und nicht dauerhaft binden. Damit wird ersichtlich: **Praktische Hybriddesigns** sind kein politischer Kompromiss zweiter Klasse, sondern oft die effizienteste Antwort auf Investitions- und Akzeptanzerfordernisse. Abschließend spekulierte Pahle über die Voraussetzung, darunter die Festlegung einer Stabilitätsregel und dem Mechanismus zur Einhaltung der Klimaziele, einer potenziellen EU-Klimazentralbank.

Abbildung 10: Emissionshandel: Neues Mengenziel und dementsprechende Preispfade (Folie Pahle)

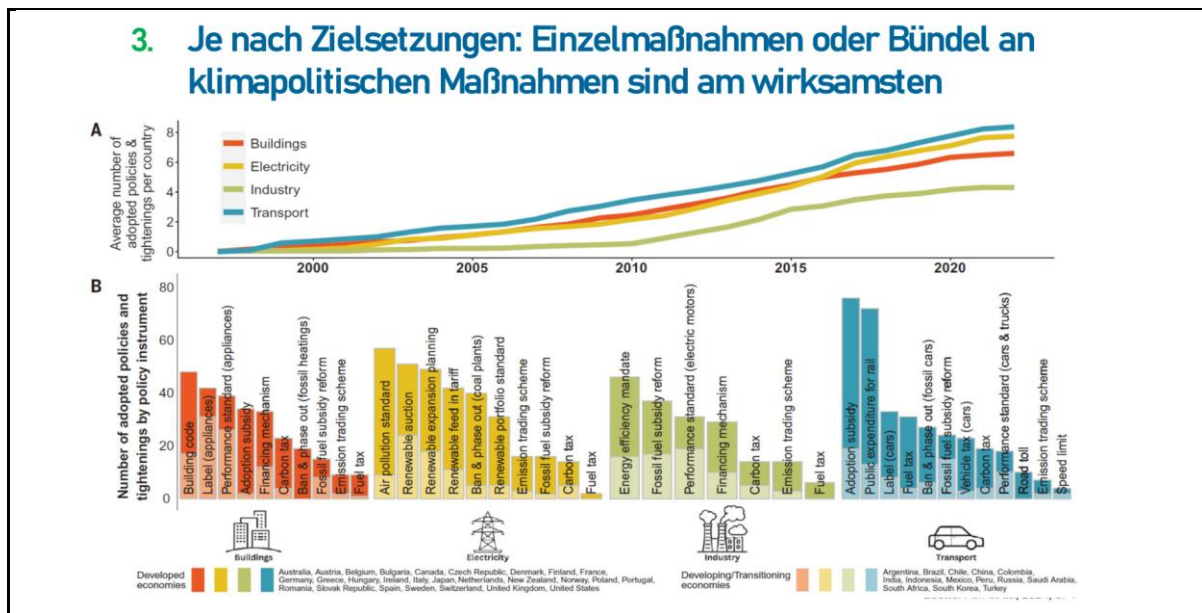


Kletzan-Slamanig teilte die Instrumentendebatte in zwei normativen Kriterien: **Effizienz** (Euro je vermiedener Tonne) und **Fairness** (Verteilung und Akzeptanz). Ein breit anwendbares, möglichst **einheitliches CO₂-Preissignal** sei aus Wohlfahrtsperspektive die kostengünstigste Form der Emissionsminderung. Doch reine Preissignale würden selten ausreichen, denn sie würden ihre Wirkung nur in Kombination mit Standards, Förderung und Infrastruktur entfalten. Das gelte insbesondere für Gebäude und Verkehr, wo **Kapital- und Verhaltenshürden, sowie rechtliche Hürden** groß sind. Hier Sorge der begleitete Markthochlauf wie etwa Sanierungsprogramme, Wärmepumpen-roll-out, ÖV- und Ladeinfrastruktur dafür, dass das System überhaupt preisreaktionsfähig wird. Für den sei ETS II ein vorausschauender Pfad erstrebenswert: technische und soziale Vorleistung, bevor der volle Preisdruck greife. CO₂-Preise sind in Runde eins tendenziell regressiv; die Rückverteilung der Einnahmen (Pro-Kopf-Dividenden, gezielte Transfers, Entlastung verzerrender Abgaben) entscheidet, ob das System in Runde zwei gerecht wirkt und politische Tragfähigkeit gewinnt. Auf Unternehmensebene verschiebe sich der Fokus auf **Wettbewerbsfähigkeit** und **Carbon-Leakage**. Es sollte auf Übergangsbeihilfen im EU-Rahmen, strompreiskompensierenden Komponente für besonders stromintensive Prozesse und den CO₂-Grenzausgleich (CBAM) zurückgegriffen werden, um Wettbewerbsverzerrungen externer Märkte zu dämpfen und gleichzeitig die Lenkungswirkung zu erhalten. Sunset-Klauseln würden Dauerabhängigkeiten verhindern, der Cap/Preis-Pfad bleibt Leitstern. Das übergreifende Fazit ihrer Perspektive lautet, dass CO₂-Bepreisung kein Allheilmittel ist, aber **unverzichtbares Zentrum** einer wirkungsvollen Klimapolitik – vorausgesetzt, sie ist kohärent eingebettet. Diese soll Anreize für technologischen Wandel, Verhaltensänderungen und Effizienzerhöhung schaffen.

Abbildung 11: Praktische Herausforderungen der CO₂-Bepreisung (Folie Kletzan-Slamanig)

Getzner sortierte den Instrumentenvergleich entlang klassischer Kriterien: Preissicherheit vs. Mengensicherheit, Administrierbarkeit, Planbarkeit aus Unternehmens- und Haushaltssicht sowie politische Robustheit. Eine Steuer mache die Kalkulation einfach, was für Langfristinvestitionen wichtig sei, aber regelmäßig angepasst werden müsse, um Klimaziele zu erreichen und relative Preise nachzuschärfen. Ein ETS liefere die harte Mengensteuerung, setze aber auf glaubwürdige Knappheit und könnte ohne Preiskontrollen volatil sein. In der Praxis überzeugen **Mischformen** (ETS mit Preisflur und -deckel), weil sie die Vorteile beider Seiten verknüpfen und gleichzeitig willkürliche Ad-hoc-Eingriffe unattraktiv machen. Zudem sei die **Rolle der Einnahmenverwendung** zu betonen: Weil CO₂-Bepreisung Lenkung bezweckt, müsse der fiskalische Ertrag transparent und zielgerichtet verwendet werden. Genannt wurden insbesondere sozialer Ausgleich, die Entlastung besonders betroffener Haushalte sowie investitionsfördernde Rahmenbedingungen für die Transformation. Eine Festlegung auf konkrete Einzelmaßnahmen stand dabei nicht im Vordergrund. Zusammenfassend stellen sich drei Kriterien heraus, die jedes Bepreisungskonzept erfüllen müsse. Wichtig sei hierbei die **Effizienz**, also dass jeder zusätzliche Euro dort eingesetzt wird, wo die marginalen Vermeidungskosten am niedrigsten sind. Ein einheitliches Preissignal sei darum die Ausgangsbasis, der Politikmix minimiert Neben- und Folgekosten. Hinzu komme die **Gerechtigkeit**. Ohne verlässliche Rückverteilung und Sozialinstrumente erodiere die Akzeptanz, insbesondere beim Start des ETS II in Gebäuden/Verkehr. Schlussendlich sei die **Planbarkeit** von Relevanz. Unternehmen und Haushalte würden verlässliche Erwartungen (Preis- oder Cap-Pfad, Preiskorridore, transparente Schockreaktion) brauchen, damit Investitionen nicht warten, sondern vorgehen. Damit werde das häufig polarisierte „Steuer vs. ETS“ zum Sowohl-als-auch. **Schadenskosten**-Logik (gesellschaftlicher Klimaschaden als Preisanker) und **Vermeidungskosten**-Logik (Preis so hoch, dass Ziele kosteneffizient erreichbar sind) liefern komplementäre Information, die in der praktischen Instrumenten-Orchestrierung zusammengeführt werden müssten.

Abbildung 12: Wirksamkeit von Maßnahmen(bündeln) in der Klimapolitik (Folie Getzner)



Im Zuge der **Diskussion** ergaben sich folgende Punkte:

- **Preis- vs. Mengensicherheit:** Eine **CO₂-Steuer** liefert **Preissicherheit** (klare EUR/t-Signale), ein **ETS** garantiert **Mengensicherheit** (Cap sinkt verlässlich). In der Praxis nähern sich die Wirkungen an, wenn der ETS-Preiskontrollen (Mindest-/Höchstpreis, Korridor) vorsieht. **Hybride Designs** verbinden die Vorteile beider Welten und gelten als besonders investitionsfreundlich.
- **Glaubwürdige Pfade sind entscheidend:** Unabhängig vom Instrument zählen **mehrfährige, verlässliche Preispfade oder Cap-Pfade** (inkl. kommunizierter Korridore und Cap-Senkungen). „Stop-and-Go“ unterminiert Erwartungsbildung, erhöht Risikoaufschläge und bremst Investitionen.
- **ETS II und Preiskontrollen:** Die Debatte beleuchtet auch die **Ausweitung der Bepreisung** auf weitere Sektoren (ETS II) und die Rolle „weicher“ **Preisdeckel** zur Dämpfung extremer Preisspitzen – ohne die Lenkung auszuhebeln. Wichtig bleibt die Kopplung mit flankierenden Strukturmaßnahmen.
- **Sozialverträglichkeit & Akzeptanz:** CO₂-Preise wirken anfänglich tendenziell **regressiv**. **Rückverteilung** (z. B. Pro-Kopf-Dividende/gezielte Transfers) und **Entlastung verzerrender Abgaben** (z. B. Lohnnebenkosten) sind zentral, damit das System tragfähig bleibt, ohne die Lenkungswirkung zu verwässern.
- **Wettbewerbsfähigkeit & Leakage adressieren:** Übergangsweise **Beihilfen** im EU-Rahmen, **strompreiskompensierende Komponenten** und der **CO₂-Grenzausgleich (CBAM)** können Nachteile dämpfen – mit **klaren Sunset-Klauseln**, um Pfadabhängigkeiten zu vermeiden.
- **Einnahmen zielgerichtet verwenden:** CO₂-Preiserlöse sind **Lenkungsmittel**. Prioritäten: **Rückverteilung an Haushalte**, **Senkung verzerrender Steuern/Abgaben** und **Anschubfinanzierung** für kritische Infrastruktur (Netze, Speicher, Wärme/Dekarbonisierung) statt Dauerförderung.

- **Politikmix statt Monoinstrument:** Bepreisung wirkt am besten im **Paket** mit **ordnungsrechtlichen Vorgaben, Förderung (RD&D/Deployment), Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung**. So sinkt der notwendige CO₂-Preis zur Zielerreichung, und Investitionen sowie Akzeptanz steigen.
- **Europäische Koordination erhöht Wirkung: Mindestpreise/Preiskorridore, verknüpfte ETS-Regime** und abgestimmte Ausschreibungen reduzieren Unterbietungswettbewerb, stabilisieren Erwartungen und beschleunigen die Kapitalmobilisierung. Diskutiert wurde auch die Idee institutioneller Hüter **glaubwürdiger CO₂-Pfade**.

2.5 Förderung grüner Innovation

Am 13. Dezember 2024 diskutierten Monika **Köppl-Turyna** (Direktorin der EcoAustria), Martin **Wörter** (Titularprofessor der ETH Zürich) und Georg **Zachmann** (Senior Fellow der Bruegel) darüber, wie CO₂-Preissignale und zielgerichtete Förderinstrumente für Clean-Tech Innovationen zusammenwirken müssen, um die grüne Transformation effizient, skalierbar und wirtschaftsverträglich voranzubringen.

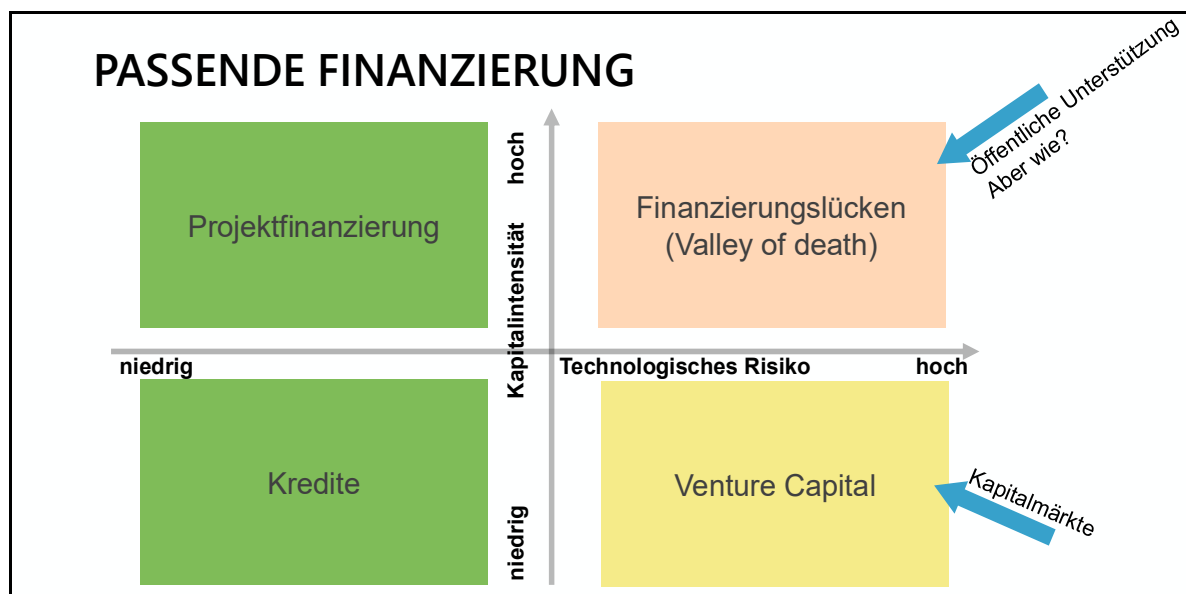
Laut Gouverneur **Holzmann** sei **Innovation** der Schlüssel für eine klimafreundliche Wirtschaft. Zwar seien **Netto-Null-Emissionen** theoretisch mit heutigen Technologien erreichbar, doch die Realität verlange effizientere Lösungen und bahnbrechende Verfahren, inklusive neuer Technologien der Energieerzeugung, um Wirtschaftswachstum und Umweltschutz in Einklang zu bringen. Die Besteuerung von Kohlenstoff sei zwar wichtig, reiche aber nicht aus, weil Umweltinnovationen unter doppelten Externalitäten leiden: Erstens verursachen wirtschaftliche Aktivitäten **negative ökologische Externalitäten**, die der Markt nicht automatisch einpreist. Zweitens würden Innovationen **positive Wissensexternalitäten** erzeugen, deren Nutzen nicht vollständig von den Innovatoren abgeschöpft werden könnten. Um beide Marktversagen zu korrigieren, brauche es gezielte umwelt- und innovationspolitische Instrumente.

Laut **Köppl-Turyna** verfügen Österreich und Europa über ambitionierte Klimaziele, doch die Innovationsdynamik bleibt ungleichmäßig. Hauptgründe seien **strukturelle Hemmnisse**, darunter hohe Anfangsrisiken, regulatorische Unsicherheit, fragmentierte Märkte und nicht zuletzt eine Finanzierungslücke in der besonders kritischen Phase zwischen Prototyp und Markthochlauf. Innovationen im Umweltbereich seien besonders risikobehaftet, weil sie nicht nur technologische, sondern auch **systemische Veränderungen** erfordern. CO₂-Preise würden zwar ein wichtiges Signal setzen, aber nicht allein genügen, um die Richtung der Innovation zu steuern. Sie plädierte für einen Politikmix, der drei Ebenen verbindet: **Preissignale**, vor allem die langfristige Sichtbarkeit der CO₂-Bepreisung, **Förderinstrumente** wie Subventionen, steuerliche Anreize und gezielte Investitionshilfen, sowie **regulatorische Rahmenbedingungen**, darunter Planungssicherheit, beschleunigte Genehmigungen und Standardisierung. Nur in der Kombination würden Investitionsfenster entstehen, die privates Kapital mobilisieren. Im Kontext der Finanzierungsarchitektur zeige die Literatur, dass direkte staatliche Beteiligungen an Wagnisprojekten oft unter Governance-Schwächen leiden. Dahingegen würden **indirekte Finanzierungsmodelle** wie die Mobilisierung privaten Kapitals über Dachfonds wie den EIF (European Investment Fund) robuster abschneiden. Flankierend könne eine Vertiefung der Kapitalmärkte (z. B. durch ein paneuropäisches Langfristpar-Produkt oder eine „Börse für Deep tech“) die Breite und Tiefe des Angebots an Wachstumskapital vergrößern.

Historische Erfahrungen, etwa die Rolle von **Pensionskassen** in der Entstehung einer tragfähigen Venture-Capital-Industrie, würden darauf hindeuten, dass **Regelwerksanpassungen** (Stichwort: prudent-man-rule) überproportionale Wirkung entfalten können, sobald sie institutionellen Anlegern den Marktzugang erleichtern, ohne den Anlegerschutz zu kompromittieren. Besonders gelte es, **Wissensexternalitäten zu internalisieren**.

Patentschutz und steuerliche Forschungsanreize seien klassische Instrumente, aber für grüne Technologien brauche es zusätzlich missionsorientierte Programme, die klare Ziele vorgeben (z. B. Dekarbonisierung der Industrie bis 2040). Hierbei müsse Förderung an **messbare Meilensteine** gekoppelt sein, um Mitnahmeeffekte zu vermeiden. Innovation entstehe laut Köppl-Turyna nicht durch Geld allein, sondern durch verlässliche Rahmenbedingungen, die Risiko senken und Skalierung ermöglichen.

Abbildung 13: Welche Finanzierung passt zu welchem Innovationsrisiko? (Folie Köppl-Turyna)

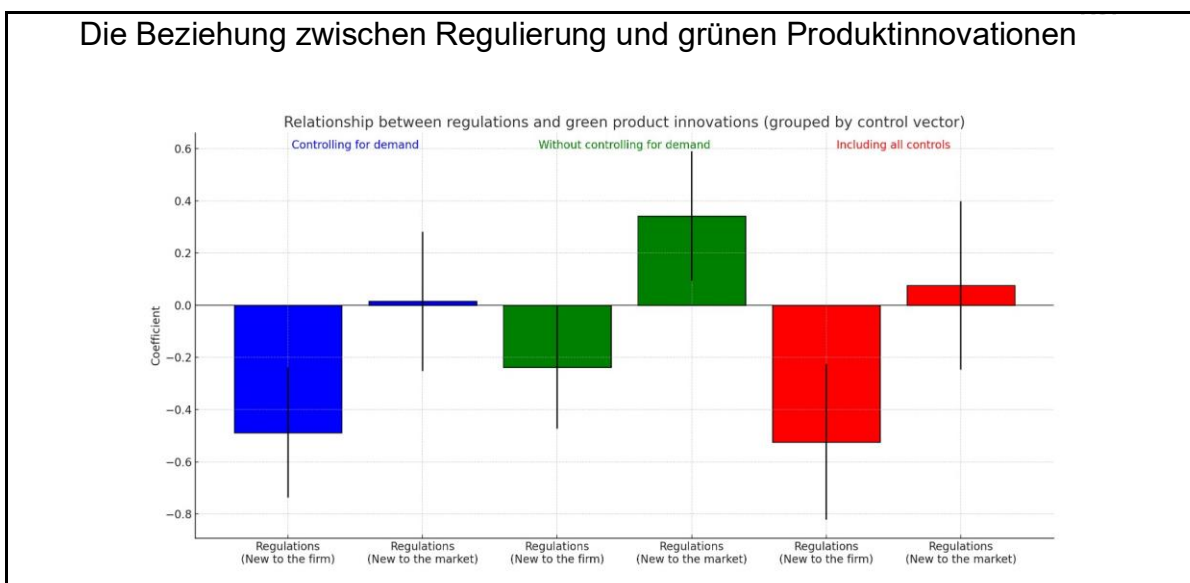


Wörter illustrierte zunächst die **Emissionslücke** („Emissions Gap“) und die daraus folgende Notwendigkeit, an beiden Marktversagen gleichzeitig anzusetzen. Sowohl **angebotsseitig** (Wissensexternalität) mit allgemeinen Innovationsinstrumenten wie Patentschutz, steuerlichen F&E-Gutschriften und öffentlicher Grundlagenforschung als auch **nachfrageseitig** (Umweltexternalität) mit spezifischen Umweltinstrumenten wie CO₂-Preisen oder zielgerichteten Einführungsförderungen für neue Energietechnologien. Empirische Studien würden zeigen, dass kombinierte Politiken durch die Verbindung von „**Push**“ (F&E-Förderung) und „**Pull**“ (Marktanreize durch CO₂-Preise oder Quoten) die Innovationsrate in grünen Technologien signifikant erhöhen. Reine F&E-**Subventionen ohne Nachfrageimpuls** führten oft zu „Lab-Innovationen“, die nicht in den Markt diffundieren. Umgekehrt würden **alleinige Preissignale** zwar Effizienzsteigerungen, aber kaum radikale Innovationen bewirken. Dies illustrieren Daten aus der DACH-Region: Unternehmen, die sowohl von CO₂-Preisen als auch von gezielten Förderprogrammen betroffen waren, wiesen eine deutlich höhere **Innovationsintensität** auf. Diese kann anhand des Umsatzanteils neu geschaffener energieeffizienter Produkte/Dienstleistungen am Gesamtumsatz oder über energieverbrauchsenkende Prozessinnovationen (z. B. in Produktion, IKT, Verkehr, Gebäude- und Haustechnik) geschätzt werden. Diese Indikatoren erlauben es, **Politikwirkungen** differenziert zu analysieren, etwa, welche Instrumente eher radikale Produktinnovationen induzieren (Pull-Signale und missionsorientierte Programme) und welche eher inkrementelle Prozessverbesserungen (Effizienzstandards, steuerliche Anreize).

Insgesamt seien vor allem **Timing** und Sequenz bedeutend. Deployment-Förderungen sollten auf F&E folgen, nicht umgekehrt. Auch sei die Rolle von **geografischen Clustern** hervorzuheben. Patentdaten zeigen, dass Innovationsnetzwerke lokal verdichtet sind – die Nähe zu Forschungseinrichtungen und Zulieferketten beschleunigt den Wissenstransfer. Daraus sei abzuleiten, dass **europäische Lösungen** statt nationaler Alleingänge erstrebenswert sind, um Skaleneffekte zu nutzen und Pfadabhängigkeiten zu überwinden.

Schließlich verweist er auf die Notwendigkeit der glaubwürdigen **Verankerung** von CO₂-Preisen, weil Investoren nur dann in riskante grüne Technologien einsteigen, wenn die Erwartung langfristiger Knappheit stabil ist.

Abbildung 14: Wie Regulierung grüne Innovation beeinflusst (Folie Wörter)



Zachmann argumentierte, dass Europa sich im globalen Innovationswettbewerb nur beweisen kann, wenn es seine **bestehenden Stärken** in der Wertschöpfungsketten nutzt und gleichzeitig **neue Felder** erschließt. Innovation sei nicht ortlos: Sie folge Kapital, Fachkräften, Infrastruktur und Marktgröße. Deshalb brauche es eine europäische Lösung, die nationale Interessen integriert, aber den Binnenmarkt als Hebel nutzt. Dabei ließen sich drei strategische Ansätze skizzieren. Langfristige CO₂-Preissignale als **Commitment** gelte es zu etablieren, um Investitionen in emissionsarme Technologien zu sichern. **Kommerzialisierungsverträge** („Carbon Contracts for Difference“) seien zu fördern, da sie für industrielle Schlüsselprozesse kosteneffizienter sind als klassische Subventionen, weil diese nur die Differenz zwischen Marktpreis und Zielpreis absichern. Da Forschung ohne Markthochlauf folgenlos bleibe und ohne Forschung zu teuren Lock-ins führe, seien **RD&D**⁶ und **Deployment** zu koordinieren. Ausschließlich „mehr Geld“ allein sei laut Zachmann hier nicht die Lösung. Entscheidend sei die **Governance**: klare Ziele, transparente Ausschreibungen, Monitoring und Exit-Strategien. Zu beachten sei die Gefahr von Pfadabhängigkeiten, etwa wenn Länder ihre Industriepolitik an fossilen Stärken ausrichten, statt neue Chancen (z. B. Batterien, Wasserstoff, Wärmepumpen) zu nutzen. Diese **Pfadabhängigkeiten** werden durch Patent- und Handelsdaten und die damit abgebildeten technologische Verwandtschaft („relatedness“) und Agglomerationseffekte ersichtlich.

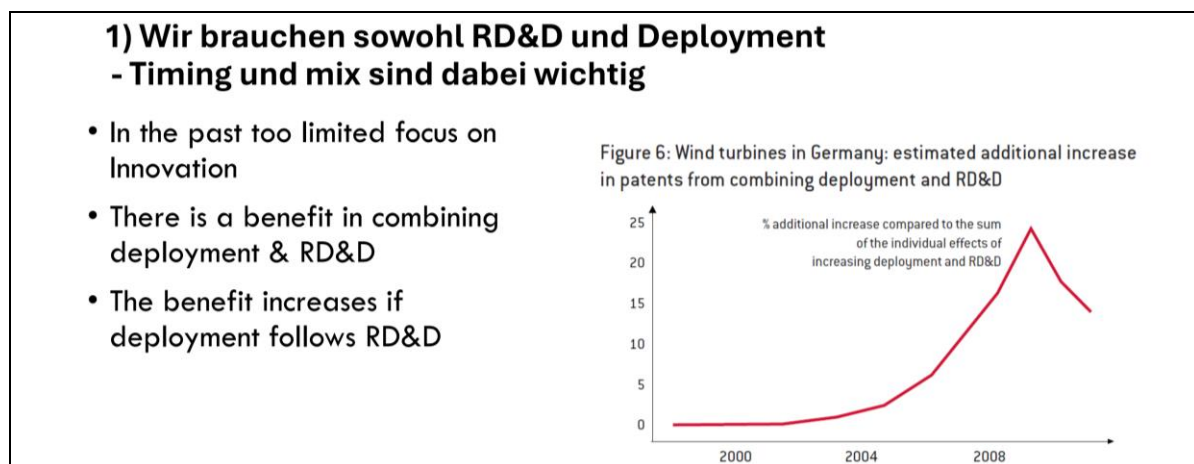
⁶ Research, Development and Demonstration

Die Politik sollte diese vorhandenen Stärken laut Zachmann nutzen (z. B. in Batterien, Elektrofahrzeugen, Isolationstechnologien), ohne neue Felder zu vernachlässigen. Einzelmärkte seien zu klein, um effizienten Wettbewerb und Lernkurven zu treiben. Daher brauche es europäische Lösungen, die Skalierung ermöglichen und Transaktionskosten senken.

Auf der Ebene einzelner Instrumente spricht er sich für **Commercialisation Contracts** (ähnlich den Carbon Contracts for Difference) aus, mit denen die Kostenlücke zwischen konventioneller und klimafreundlicher Produktion temporär überbrückt wird.

Eine Beispielrechnung für einen Stahlprozess illustriert, dass zielgenaue Kommerzialisierungsverträge häufig kosteneffizienter sind als eine breit gestreute Förderung der erneuerbaren Energien. Zugleich würden sie Investitionssignale an genau jene Stellen senden, an denen Emissionsreduktionen am teuersten und riskantesten sind. Die Bedingungen hierbei seien klare Ausschreibungslogik, transparente Benchmarks und eine klare zeitliche Befristung („Sunset-Regeln“). Schließlich plädierte Zachmann **CO2-Commitments** (z. B. Mindestpreise oder Preiskorridore), die Erwartungsbildung stabilisieren und „Stop-and-Go“-Politik verhindern. **Zusammengefasst** ergeben sich drei Prüfsteine, zusammengesetzt aus Effizienz, Mitteleinsatz dort, wo sie den größten Hebel haben, Gerechtigkeit, Wahrung sozialer und regionaler Balance wahren, und Glaubwürdigkeit, langfristige Signale und transparente Governance. Die OeNB sieht ihre Rolle darin, diesen Dialog faktenbasiert zu moderieren und so zur wirtschaftsverträglichen Energiewende beizutragen.

Abbildung 15: Kombination und Timing von RD&D und Deployment (Folie Zachmann)



In der **Diskussion** wurde darüber hinausgehend argumentiert:

- **Steuer vs. Emissionshandel – kein Entweder-oder:** Eine CO₂-Steuer bietet **Preissicherheit**, ein Emissionshandelssystem (ETS) garantiert **Mengensicherheit**. In der Praxis nähern sich beide Instrumente an – insbesondere durch **hybride Systeme** wie ein ETS mit **Preiskorridoren** (Mindest- und Höchstpreis).
- **Hybride Systeme als glaubwürdigste Lösung:** Hybride Modelle kombinieren die Vorteile beider Ansätze und gelten als besonders **investitionsfreundlich**, da sie sowohl **Zielerreichung** als auch **Planbarkeit** ermöglichen.
- **Glaubwürdigkeit ist entscheidend:** Für Investitionen in grüne Technologien sind **verlässliche CO₂-Preispfade** (z. B. durch Mindestpreise oder Cap-Senkungen) wichtiger als das konkrete Instrument. Unsichere oder volatile Preissignale hemmen Investitionen.

- **ETS II bringt neue Herausforderungen:** Mit dem ETS II werden ab 2027 auch **Gebäude und Verkehr** in den Emissionshandel einbezogen. Ohne begleitende Maßnahmen (z. B. Sanierung, ÖV-Ausbau) könnten **Preisspitzen** entstehen, die sozial und politisch schwer vermittelbar sind.
- **Sozialer Ausgleich ist unerlässlich:** CO₂-Bepreisung wirkt in der ersten Runde regressiv. **Rückverteilungsmechanismen** (z. B. Klimabonus, Pro-Kopf-Dividende) und **Entlastung verzerrender Abgaben** (z. B. Lohnnebenkosten) sind notwendig, um Akzeptanz zu sichern.
- **Wettbewerbsfähigkeit und Carbon Leakage:** Übergangsweise **Beihilfen, strompreis-kompensierende Maßnahmen** und der **CO₂-Grenzausgleich (CBAM)** können helfen, Wettbewerbsnachteile energieintensiver Branchen zu begrenzen – allerdings mit klaren **Sunset-Klauseln**.
- **Einnahmenverwendung als Hebel:** Die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung sollten **zielgerichtet** verwendet werden – für **sozialen Ausgleich, Infrastrukturinvestitionen** (Netze, Speicher, Wärme) und **Förderung klimafreundlicher Technologien**.
- **Politikmix statt Monoinstrument:** CO₂-Bepreisung wirkt am besten im Zusammenspiel mehrere Instrumente

2.6 Energiemarktregulierung – Motor oder Bremser der Klimawende?

Am 20. Januar 2025 diskutierten Tara **Esterl** (Austrian Institute of Technology), Karsten **Neuhoff** (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin) und Johannes **Mayer** (E-Control Austria) über Gestaltungsmöglichkeiten der Energiemarktregulierung, um Versorgungssicherheit, leistbare Preise und den Ausbau erneuerbarer Energien in der Klimawende miteinander zu vereinbaren.

In seiner Begrüßung hebt Gouverneur **Holzmann** die Rolle stabiler Energiemärkte für Preis- und Finanzmarktstabilität hervor. Aus Sicht einer Zentralbank ist die Energiewende nicht nur ein Umweltthema, sondern ein makroökonomisches: Energiepreisschocks wirken direkt auf die Inflation, Unternehmensmargen, Investitionstätigkeit und Kreditrisiken. Deshalb plädiert er für einen Dialog, der technologische, regulatorische und finanzielle Aspekte zusammendenkt.

Holzmann skizziert die Zielspannung: Mehr Wettbewerb und marktbasierter Pricing erhöhen zwar Effizienz, können aber Nachfrage stimulieren und in fossilen Segmenten Emissionen treiben; staatliche Eingriffe wiederum können Investitionen in erneuerbare Energien beschleunigen, laufen aber Gefahr, Fehlanreize zu setzen oder Marktkräfte zu verzerren. Die Lehre der Energiekrise sei ein Umschwenken auf langfristige Leistbarkeit, Resilienz und Sicherheit – mit einer kritischen Prüfung kurzfristiger Ad-hoc-Instrumente wie Preisbremsen sowie einer Debatte über das Merit-Order-Prinzip und ergänzende Mechanismen.

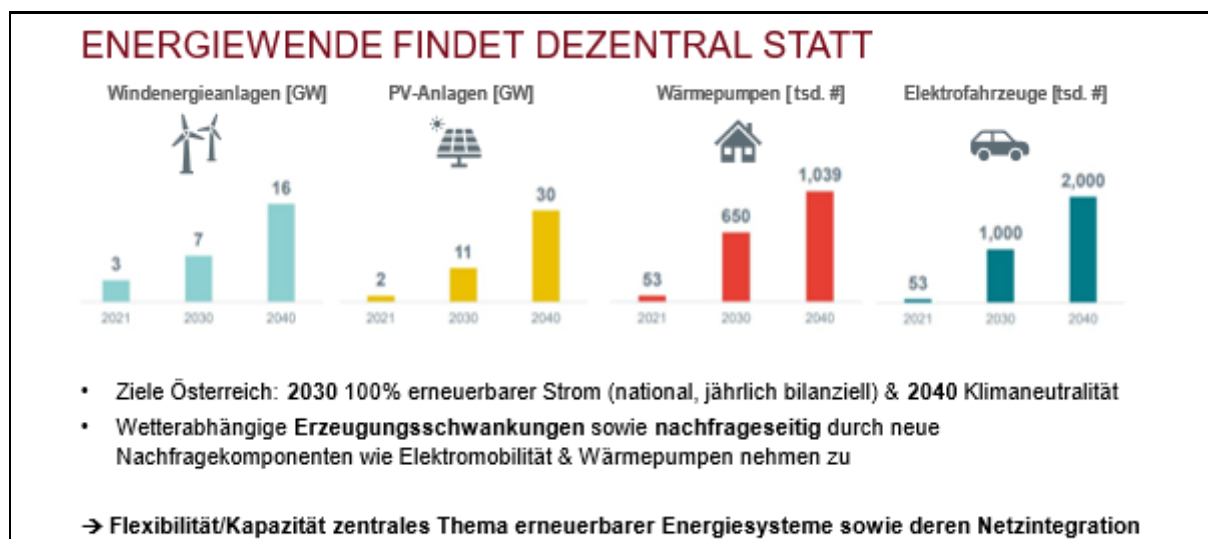
Esterl legt die österreichische Zielarchitektur offen: bilanziell 100 % erneuerbarer Strom bis 2030 und Klimaneutralität bis 2040. Damit steigen die Anforderungen an Systemflexibilität signifikant, denn wetterabhängige Erzeugung schwankt und neue Lastkomponenten wie E-Mobilität und Wärmepumpen erhöhen die Volatilität auf der Nachfrageseite. Esterl strukturiert die Herausforderung entlang dreier Anreizfelder: (1) langfristige/mittelfristige Kapazität, etwa über Kapazitätsmechanismen, die Investitionen in saisonale Speicher und CO₂-neutrale Spitzen-/Residuallast-Erzeugung ermöglichen;

(2) Förderung erneuerbarer Energien über Contracts for Difference (CfDs)⁷ zur Reduktion von Finanzierungs- und Marktrisiken; (3) kurzfristige Flexibilität für den täglichen und wöchentlichen Ausgleich, insbesondere Geschäftsmodelle für (Batterie-)Speicher.

Parallel brauche es einen beschleunigten Ausbau von Übertragungs- und Verteilnetzen, die Teilnahme dezentraler Flexibilität am Redispatch sowie eine koordinierte Steuerung zwischen Netzebenen, einschließlich der Rolle von Energiegemeinschaften.

Für Österreich sei eine Debatte über Kapazitätsmechanismen im Gange; internationale Beispiele zeigen Vor- und Nachteile zwischen Komplexität, Liquidität und Investitionsanreizen. Noch offen ist eine präzise Definition von Versorgungssicherheit für Österreich; Forschungsvorhaben wie TeKaVe sollen Entscheidungsgrundlagen schaffen.

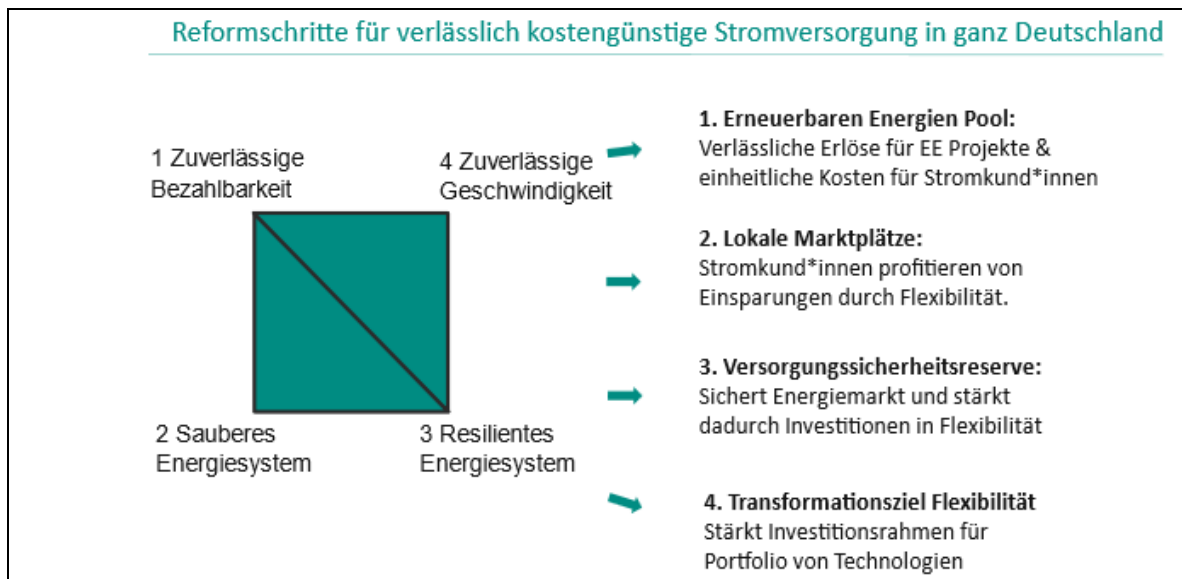
Abbildung 16: Die dezentrale Energiewende und ihre Herausforderungen (Folie Esterl)



Neuhoff verortet die Energiepolitik nach der Krise in einem Dreiklang aus Bezahlbarkeit, Sauberkeit und Geschwindigkeit. Er argumentiert, dass sich ein Strommarktdesign, das primär auf kurzfristigen Grenzpreissignalen beruht, in Phasen hoher Volatilität als ineffizient und für Verbraucher:innen riskant erweist, weil Inframarginal- und Knappheitsrenten die Kosten treiben und die Preisvolatilität zu ungünstigen Finanzierungsbedingungen führt. Sein Reformvorschlag beruht auf drei Pfeilern: (1) Langfristverträge über einen Erneuerbaren-Pool, der Wind- und Solarprojekte bündelt, um Finanzierungskosten, Landrenten und Systemkosten zu senken; (2) Lokale Marktplätze sollen Fehlanreize abbauen, Redispatch-Kosten reduzieren und den Netzbedarf minimieren; (3) Eine Versorgungs-sicherheitsreserve für Extremfälle ersetzt breit gestreute Kapazitätzahlungen, stärkt Preissignale im Normalbetrieb und verbessert die Investitionsrenditen für Flexibilitäten. Zusätzlich zeigt Neuhoff, dass private PPA-Kapazitäten begrenzt sind und Risikoprämien sowohl auf der Erzeuger- als auch auf der Nachfrageseite Stromgestehungskosten um 10–20 % erhöhen können – ein weiteres Argument für öffentliche oder gepoolte Langfristverträge.

⁷ CfDs sind staatlich gestützte Differenzverträge, bei denen ein langfristiger Referenzpreis für Strom festgelegt wird; Abweichungen zwischen Marktpreis und Referenzpreis werden für jede erzeugte MWh finanziell ausgeglichen, sodass Investoren Preisrisiken begrenzen und der Staat bei sehr hohen Preisen einen Teil der Mehrerlöse abschöpft.

Abbildung 17: Bausteine für ein zuverlässiges und bezahlbares Stromsystem (Folie Neuhoff)



Mayer ordnet die jüngste EU-Strommarktreform ein: Das Merit-Order-Prinzip bleibt Fundament der Preisbildung, weil es sicherstellt, dass niedrige Grenzkosten zuerst zur Deckung kommen und so die gesamtwirtschaftlich günstigste Kraftwerksreihenfolge garantiert. Zugleich führt die Reform Mechanismen für Krisenfälle ein: Wird an der Börse ein Preis von über 180 EUR/MWh überschritten und steigen Haushaltsendkundenpreise um mehr als 70 %, kann die EU-Kommission einen Krisenzustand feststellen, in dem Mitgliedstaaten regulatorisch in die Preissetzung eingreifen dürfen. Parallel werden laufende Risikobewertungen großer Versorger etabliert: Wer Endkund:innen Festpreise verspricht, muss entsprechende Beschaffungspositionen hinterlegen, um Margins- und Ausfallrisiken zu begrenzen. Mayer betont zudem, dass CfDs Kernelemente des Umbaus seien: Sie garantieren Mindestpreise, gleichen Unterdeckungen aus und schöpfen Übergewinne ab – damit stabilisieren sie Investitionen in Wind und Solar und senken langfristig Kapitalkosten.

Abbildung 18: Zentrale Thesen zur Zukunft der Strompreise und des Energiesystems (Folie Mayer)

Thesen
Was bewirkt was und was sollten wir wollen?

- ① Das Preisfindungssystem im Strommarkt ändert grundsätzlich nichts am Niveau
- ② Die Kosten des Gesamtsystems werden höher sein als früher (Energie + Netz + staatl. Komponenten)
- ③ Die Krise hat gezeigt, dass wir preislich weiterhin von Brennstoffpreisen abhängig sind, eine Entkopplung hat aber teilweise stattgefunden
 - Ein System mit Biomasseverstromung und grünem Wasserstoff ändert daran nichts
 - Die Preisvarianz wird und soll weiter steigen
- ④ Es wird immer schwieriger stabile Preiszonen aufrecht zu erhalten
- ⑤ Es ist weiterhin notwendig einen großen Kuchen zu backen, über die Verteilung lässt sich diskutieren
 - Die Binnenlage Österreichs wie auch anderer Länder sollte besser gewürdigt werden
 - Preise müssen nicht nur den Kraftwerkseinsatz sondern auch die Nachfrage besser steuern
 - Netztarife müssen die Netzkostenverursachung reflektieren und nicht Systembedingungen, sie werden steigen

Zentrale Aussagen der **Diskussion**

- **Kapazitätsmechanismen**⁸ können Planungssicherheit für Speicher und CO₂ neutrale Residuallast schaffen, sind aber komplex und erfordern ein präzises Design. Internationale Erfahrungen zeigen Spannungsfelder zwischen dezentralen und zentralen Ansätzen; falls Österreich sie einführt, sollte die Ausgestaltung an die nationale Systemstruktur angepasst sein.
- Langfristige Instrumente wie **Erneuerbaren-Pools** und **CfDs** senken Finanzierungs- und Stromkosten, stabilisieren Preise und beschleunigen Investitionen. Pool-Modelle mindern Gegenpartei Risiken besser als Einzelgarantien; entscheidend sind klare Regeln für Risikoteilung, Zuteilung und Wettbewerb.
- **Dezentrale Märkte** vergüten Flexibilität dort, wo sie Netz und Redispatch Kosten vermeidet, und priorisieren den Netzausbau effizienter. Das verbessert die Integration von Speichern, steuerbaren Lasten und „Prosumer“-Ressourcen⁹. Überregionaler Handel bleibt jedoch zentral, um wetterbedingte Schwankungen auszugleichen.
- Der **Netzausbau** – sowohl flächendeckend als auch in Engpasskorridoren – ist Voraussetzung für eine dezentrale, europäisch integrierte Energiewende. Nötig sind Marktregeln, die Flexibilität im Redispatch vergüten, Energiegemeinschaften skalieren und Koordination zwischen Netzebenen durch bessere Prozesse und Datenflüsse erleichtern.
- Normalbetrieb sollte marktbasierend organisiert sein; für Extremfälle ist eine gezielte **Zuverlässigkeitsreserve** effizienter als breite Kapazitätsszahlungen. Sie greift nur in seltenen Stresssituationen ein, ohne Preissignale oder Flexibilitätsanreize zu verzerren.
- Die EU-weite Reform wahrt die **Merit-Order-Regelung**, ergänzt sie aber um Instrumente zur Abfederung von Preisschocks und zur Risikoabsicherung. Sie schafft einen pragmatischen Rahmen, der Marktdisziplin erhält und zugleich Krisenfestigkeit stärkt.
- Optimales Marktdesign muss nationale Besonderheiten berücksichtigen und gleichzeitig die Vorteile des EU-Binnenmarktes nutzen – insbesondere Handel, Risikoausgleich und Effizienz. Enge Abstimmung zwischen Regulierern, Netzbetreibern und EU-Institutionen stabilisiert Investitionsbedingungen und stärkt Energie- und Finanzmarktstabilität.

2.7 Energiewende – Klimaklub: Wie kann globale Kooperation gelingen?

Am 13. März 2025 diskutierten Martin **Kocher** (Universität Wien, seit 1.9.2025 Nachfolger von Gouverneur Holzmann) und Axel **Ockenfels** (Universität zu Köln) darüber, wie Klimaklubs internationale Kooperation stärken, CO₂-Preissignale global verbreiten und Carbon Leakage vermindern können. Ein Klimaklub ist ein Zusammenschluss von Staaten, die sich auf gemeinsame, verbindliche Klimaschutzstandards (z. B. CO₂-Preise) einigen und Anreize oder Handelsvorteile für Mitglieder sowie Nachteile für Nicht-Mitglieder vorsehen.

⁸ Kapazitätsmechanismen vergüten im Strommarkt die Bereitstellung verlässlicher Leistungskapazität, um sicherzustellen, dass auch in seltenen Knappheitssituationen ausreichend Strom verfügbar ist.

⁹ „Prosumer“ kombiniert Konsument:in und Produzent:in.

Holzmann betont die makroökonomische Bedeutung von Klimaklubs. Sie sollen durch klare CO₂-Mindeststandards, zollähnliche Grenzausgleichsmechanismen (CBAM) und kollektive Verpflichtungen Trittbrettfahrverhalten vermeiden und Konsistenz zu EU-Instrumenten (Emissionshandel) herstellen.

Aus Sicht der Zentralbank sind solche Instrumente hilfreich gegen Inflationsrisiken, Investitionsunsicherheiten und Finanzmarkturbulenzen, da sie langfristige Planbarkeit im Übergang zu Netto-Null sichern. Holzmann skizziert die Entwicklung von der ursprünglichen Club-Theorie über die Klimaklub-Idee bis zur politischen Lancierung durch die G7 im Jahr 2022 und die aktuelle Ausgestaltung unter OECD/IEA, die von der Idee noch weit entfernt ist. Der Fokus liege zunächst auf emissionsintensiven Sektoren wie Stahl und Zement, da diese Branchen große Hebel für die globale Emissionsreduktion bieten. Der OECD-Klimaklub entwickle freiwillige Prinzipien für den Umgang mit Carbon Leakage, gemeinsame MRV-Kernelemente (Mess-, Berichts- und Verifizierungsstandards) und Leitlinien für die Weiterentwicklung nationaler Klimabeiträge (NDCs). Ein zentrales Instrument sei die Global Matchmaking Platform (Projektbörse), die Schwellen- und Entwicklungsländer Technologie- und Finanzierungshilfen biete. Abschließend unterstreicht er, dass Klimaklubs nur dann erfolgreich sind, wenn sie inklusiv gestaltet werden und konkrete Vorteile für alle Mitglieder bieten. Dennoch brauche ein funktionierender Klimaklub auch klare Regeln und Sanktionen, um mit handelspolitischen Instrumenten kompatibel zu sein.

Abbildung 19: Vom theoretischen Klimaklub zur politischen Umsetzung (Folie Holzmann)



Details zum Pariser Klimaklub

Derzeit 46 Mitglieder



Organisation

- **Interim-Sekretariat:** OECD und Internationale Energieagentur
- **Zusammenarbeit:** IWF, Weltbank, WTO

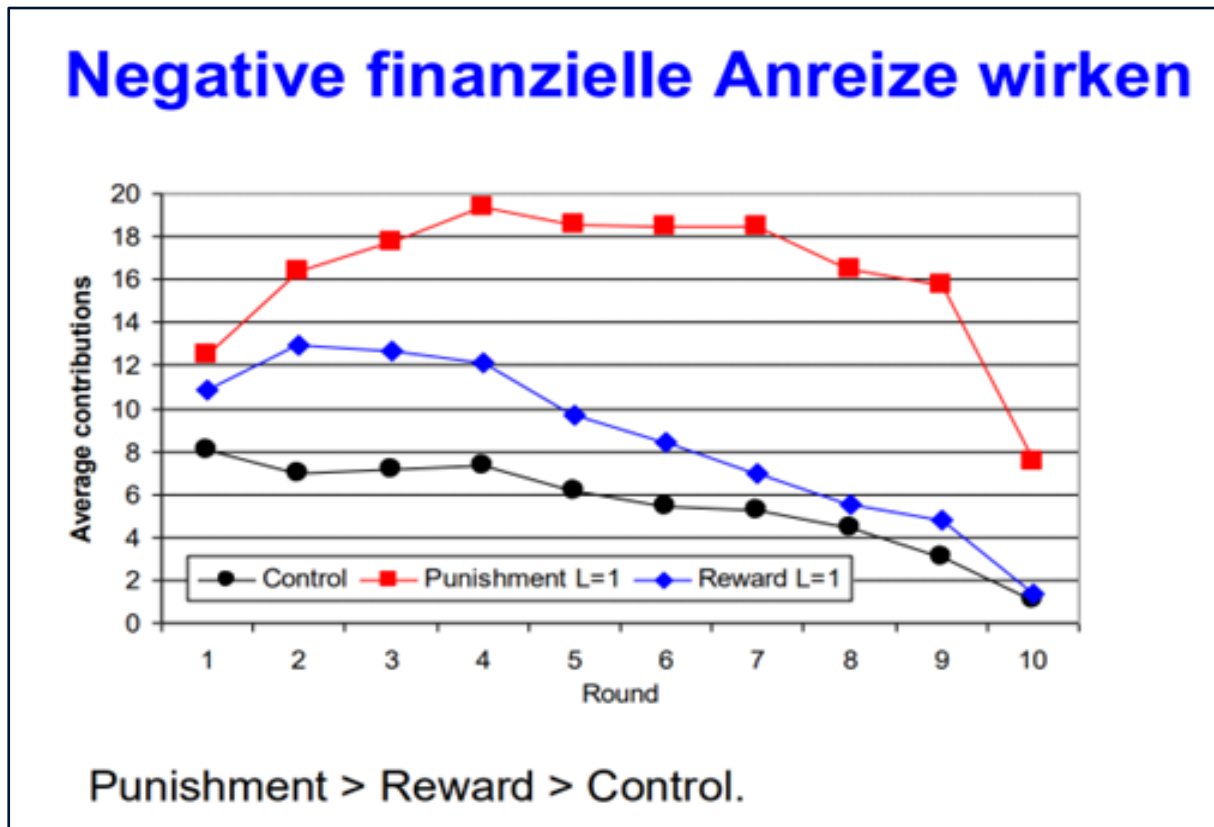
Aktivitäten

1. **Klimaschutz vorantreiben:** Vergleichbare Methoden zur **Emissionsmessung**, Synergien in grünen Wachstumsstrategien
2. **Industrien transformieren:** Unterstützung internationaler Initiativen (z.B. G7-Industrie-Dekarbonisierungsagenda, **Wasserstoff-Aktionspakt**)
3. **Internationale Klimakooperation stärken:** Schließung von **Finanzierungslücken**, **Technologietransfer**

Kocher beleuchtet die politische Ökonomie internationaler Kooperation und die Herausforderungen bei der Umsetzung von Klimaklubs. Er erklärt, dass Klimaklubs ambitionierte Ziele verfolgen müssen, um glaubwürdig zu sein, gleichzeitig aber offen für neue Mitglieder bleiben sollten, insbesondere für Schwellen- und Entwicklungsländer. Kocher hebt die Bedeutung von Governance-Fragen hervor: Messungs-, Berichts- und Verifikationsstandards (MRV) sind entscheidend, um Transparenz und Vertrauen zu schaffen. Ebenso wichtig ist der Schutz vor Carbon Leakage, damit Unternehmen nicht in Länder mit laxeren Klimaregeln abwandern. Er diskutiert die Rolle handelspolitischer Instrumente wie Zölle und die Notwendigkeit, WTO-konforme Lösungen zu finden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Leitmärkten für klimafreundliche Produkte wie grüner Stahl und Zement.

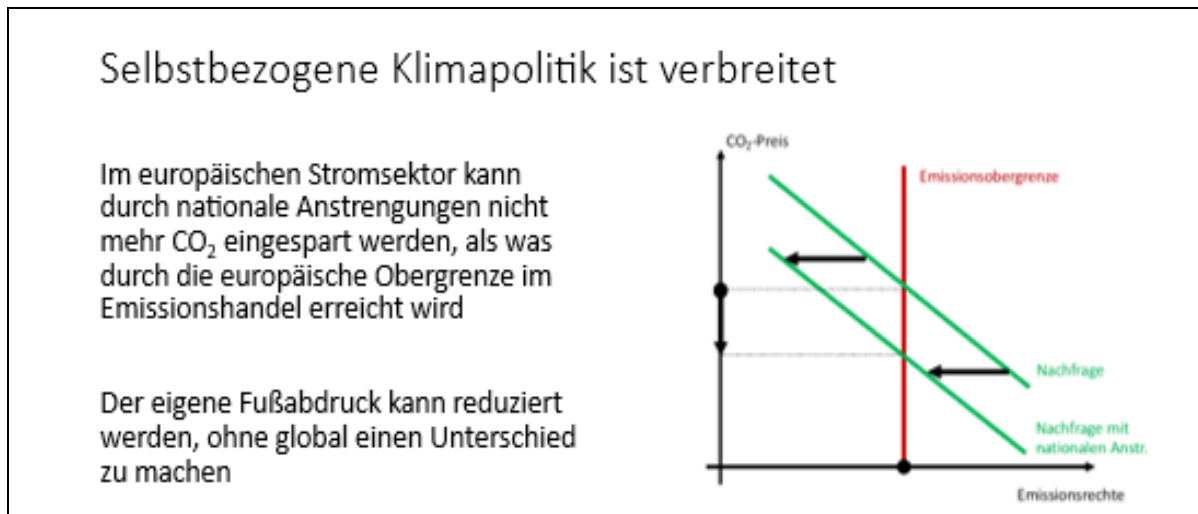
Diese Märkte können als Hebel für die industrielle Dekarbonisierung dienen und Investitionen in saubere Technologien fördern. Kocher betont, dass Klimaklubs nicht nur Umweltpolitik sind, sondern auch Industrie- und Handelspolitik beeinflussen. Sie müssen Anreize für Innovation schaffen und gleichzeitig faire Wettbewerbsbedingungen sicherstellen. Nur durch eine Kombination aus Mindeststandards, klaren Regeln und Unterstützung für ärmere Länder kann ein Klimaklub global wirksam werden.

Abbildung 20: Wirksamkeit von Sanktionen bei unkooperativem Verhalten (Folie Kocher)



Ockenfels betrachtet Klimaklubs aus kooperationswissenschaftlicher und spieltheoretischer Perspektive. Er argumentiert, dass internationale Klimaverhandlungen ohne Reziprozität anfällig für Trittbrettfahrerverhalten sind. Es braucht eine gemeinsame, überprüfbare Verpflichtung, die reziprok durch Belohnungen für Kooperation und Sanktionen bei Nichteinhaltung durchgesetzt wird. Reziprozität ist essenziell, denn sie schützt die Kooperationswilligen vor Trittbrettfahrern und motiviert zugleich die Kooperationsunwilligen, zum gemeinsamen Ziel beizutragen. Ein funktionierender Klimaklub muss daher Anreize für die Teilnahme bieten, wie etwa Zuwendungen aus einem Klimafonds für ärmere Länder oder den Zugang zu bestimmten Märkten oder Technologien, und/oder Sanktionen für Nicht-Mitglieder, etwa in Form des CBAM, vorsehen. Ockenfels betont dabei die Bedeutung eines gemeinsamen CO₂-Mindestpreises. Ein CO₂-Mindestpreis ist im Gegensatz zu jeweiligen nationalen Emissionsobergrenzen vergleichsweise leicht verhandelbar, er ist flexibel in nationale Politik umsetzbar und kann national sozial und international fair gestaltet werden. Wichtig ist laut Ockenfels, den Klimawandel als das zu adressieren, was er ist: eine kollektive Herausforderung, die nur gemeinsam zu meistern ist

Abbildung 21: Nationale Alleingänge in der Klimapolitik mangelhaft wirksam (Folie Ockenfels)



Die abschließende **Diskussion** verdeutlicht mehrere Punkte:

- Gemeinsame MRV-Standards und produktbezogene Emissionslabels sind entscheidend, damit Vergleichbarkeit entsteht und der Handel mit klimafreundlichen Grundstoffen gefördert wird.
- Leitmärkte für Stahl und Zement entfalten eine starke Hebelwirkung, wenn Nachfragezusagen, Zertifizierung und Finanzierung koordiniert werden.
- CBAM und Klimaklubs ergänzen sich gegenseitig, da CBAM handelspolitische Anreize setzt und Klimaklubs Kooperation sowie Standardisierung institutionalisieren.
- Die Einbindung von Entwicklungsländern über Technologietransfer und Finanzierung ist zentral, um Legitimität und globale Wirksamkeit sicherzustellen.
- Planbare Regeln der Klimaklubs mindern Übergangsrisiken und stärken die Finanzmarktstabilität, was auch für Zentralbanken von hoher Relevanz ist.

Die Veranstaltung zeigt, dass Klimaklubs ein pragmatischer Weg sind, globale Kooperation zu stärken. Sie sind Grundlage für eine wirtschaftsverträgliche Energiewende, die Wettbewerbsfähigkeit, Klimaziele und Finanzstabilität verbindet.

2.8 Kann Green Finance die Welt retten?

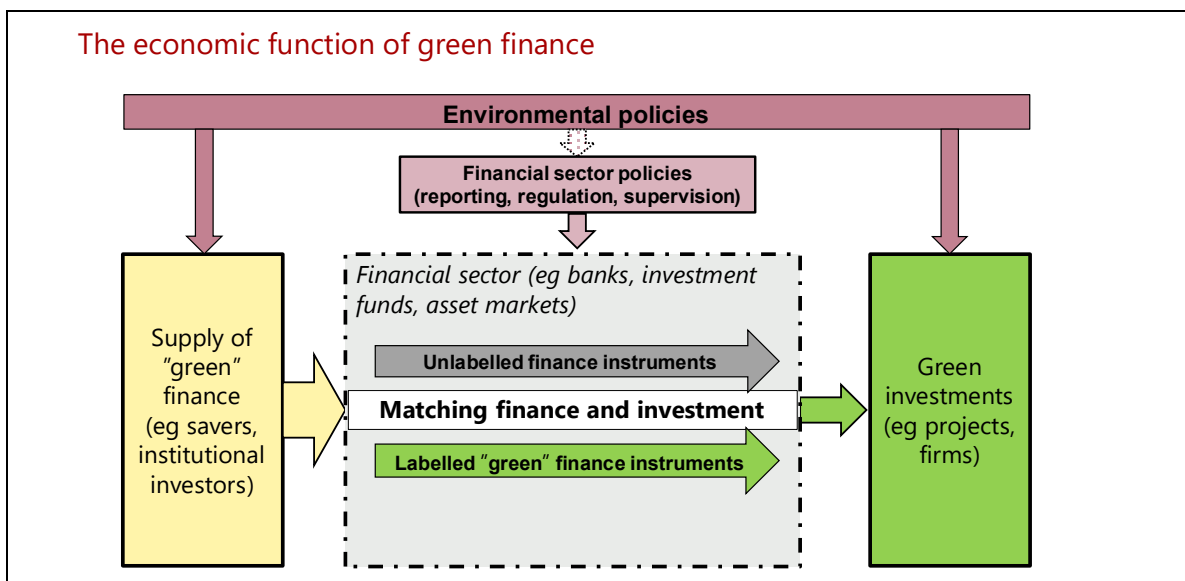
Am 13. Mai 2025 diskutierten Torsten **Ehlers** (Bank für Internationalen Zahlungsausgleich), Natalie **Glas** (Umweltbundesamt Österreich), Michael **Halling** (Universität Luxembourg) und Markus **Stix** (Österreichische Bundesfinanzierungsagentur) darüber, wie Green Finance so gestaltet werden kann, dass es tatsächliche Klimawirkung erzeugt, Kapital in nachhaltige Investitionen lenkt und Finanzsysteme wirksam gegenüber Klimarisiken stärkt.

Gouverneur Holzmann eröffnet die Veranstaltung mit der zentralen Frage, ob Green Finance tatsächlich einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der Klimakrise leisten kann. Er betont die makroökonomische Dimension des Themas: Klimarisiken wirken unmittelbar auf Inflation, Finanzmarktstabilität und Investitionsentscheidungen. Aus Sicht einer Zentralbank ist es daher essenziell, dass nachhaltige Finanzinstrumente nicht nur als Marketinglabel dienen, sondern reale Kapitalströme in emissionsmindernde Projekte lenken.

Holzmann verweist auf die wachsende Bedeutung von grünen Anleihen und nachhaltigen Fonds, warnt jedoch vor Greenwashing und fordert robuste Standards sowie externe Prüfmechanismen. Er unterstreicht, dass Green Finance nur dann wirksam ist, wenn es zusätzliche Investitionen mobilisiert und nicht lediglich bestehende Mittel umetikettiert. Zudem hebt er die Rolle internationaler Kooperation hervor: Einheitliche Taxonomie-Regeln und transparente Berichterstattung sind notwendig, um Vertrauen zu schaffen und Kapital global effizient zu allokalieren. Abschließend stellt Holzmann klar, dass Green Finance kein Allheilmittel, aber ein wichtiger Hebel ist, um die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft zu beschleunigen.

Ehlers erläutert zunächst die **ökonomische Funktion von Green Finance** als Brücke zwischen Kapital und nachhaltigen Investitionen. Dabei unterscheidet er explizit als „Green Finance“ etikettierte Anlageinstrumente von Investments, die nicht also solche gelabelt sind. Er betonte, dass **tatsächliche Wirkung nur entsteht, wenn zusätzliches Kapital mobilisiert wird** und nicht einfach bestehende Assets umetikettiert werden. Green Finance könne die Effizienz und Transparenz am Kapitalmarkt verbessern, aber dies setze voraus, dass Labels **verlässlich, kosteneffizient und zukunftsorientiert** sind. Ehlers verweist auf den Erfolg grüner Anleihen, bei denen ein wachsendes Emissionsvolumen und sinkende CO₂-Intensitäten der Emittenten nachweisbar sind. Er warnt jedoch vor **Greenwashing**, wenn Labels rückwärtsgerichtet seien oder keine **klare Verwendungsnachweisführung** (Use-of-proceeds) vorhanden ist. Abschließend fordert Ehlers regulative Rahmenbedingungen, die Labels mit extern geprüften Standards verknüpfen und einen Anreiz zur **Reduktion tatsächlicher Treibhausgasemissionen** schaffen.

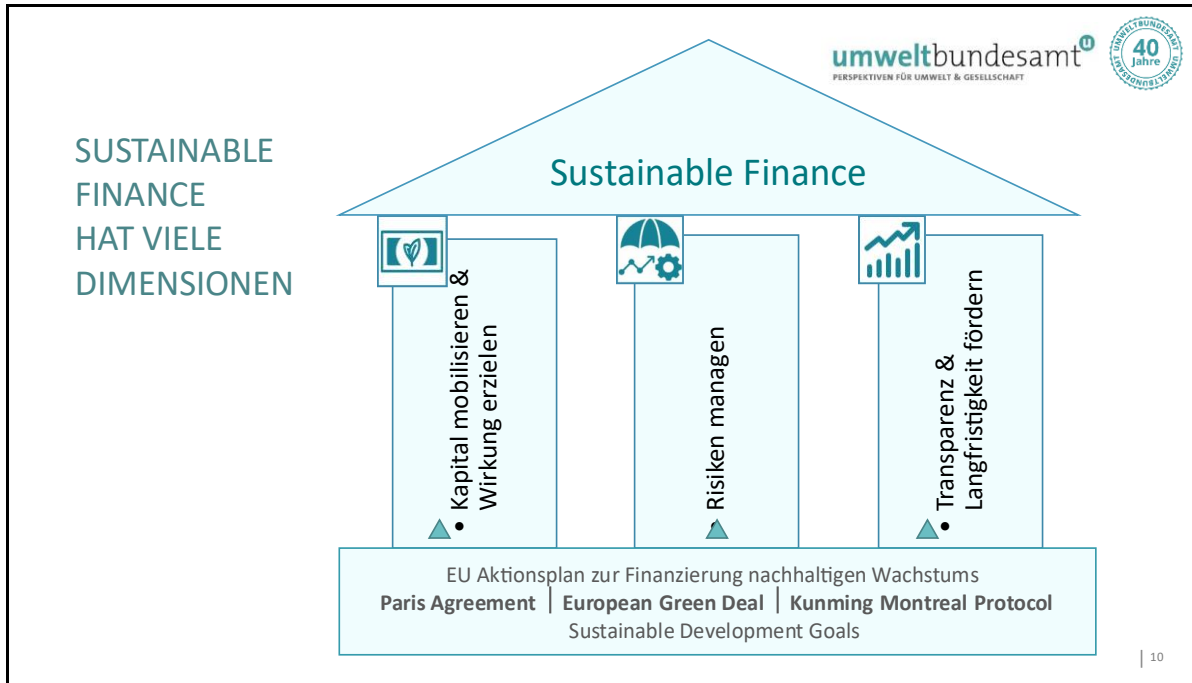
Abbildung 22: Wie Green Finance Kapital und nachhaltige Investitionen verbindet (Folie Ehlers)



Glas stellt das österreichische Engagement in Green Finance vor, das **sowohl Governance, Methodik als auch Wirkungsmessung** systematisch adressiert. Sie erläutert den nationalen Green Investor Report und zeigt, dass Förderinstrumente im Jahr 2022 ca. 4,42 Mio t CO₂ vermieden oder reduziert haben, darunter erneuerbare Energieprojekte und Hochwasserschutzmaßnahmen. Glas betont die Bedeutung einheitlicher, übertragbarer **Leistungs- und Wirkungskennzahlen** je Förderinstrument, um Vergleichbarkeit herzustellen und **Overstatement von Impact** zu vermeiden. Sie weist darauf hin, dass der Erfolg von Green Finance auch auf **standardisierter Wirkungstransparenz**, einer klaren Verbindung zu **EU-Taxonomie-Kriterien** und einer breiten Einbindung von **institutionellen Anlegern** beruht.

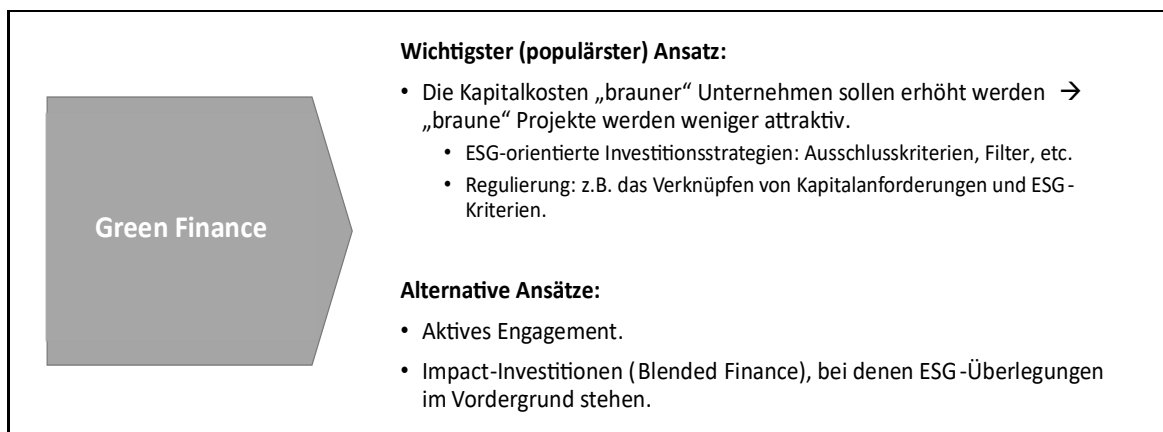
Green Finance sei mehr als ein Label – es müsse durch robuste Regulierung und unabhängige Prüfung garantieren, dass Labels den tatsächlichen Klimabeitrag widerspiegeln.

Abbildung 23: Die verschiedenen Dimensionen von Green Finance (Folie Glas)



Halling präsentiert Forschung zu **Klimarisiken im Finanzsystem** und reflektiert die Frage, ob der Markt diese Risiken preist. Er zeigt, dass Finanzmärkte sowohl physische als auch regulatorische Klimarisiken einpreisen, wobei ein **signifikanter Risikoprämieeffekt** für physische Risiken nachweisbar ist. Halling betont, dass nachhaltige Portfolios – z. B. Long-Positionen in „grünen“ und Short-Positionen in „braunen“ Assets¹⁰ – langfristig out-performen können und damit **Klimarisiken mess- und handelbar** sind. Er empfiehlt, Finanzmarktbewertungen systematisch um Klimafaktoren zu erweitern und grüne Investments als **aktiven Risikopuffer** zu nutzen. Für ihn ist Green Finance nicht nur ethisch geboten, sondern auch wirtschaftlich effizient, weil es **Renditen stabilisieren** und Klimaschocks auf Portfolioebene mindern kann.

Abbildung 24 Ansätze von Green Finance (Folie Halling)



¹⁰ „Braune“ Assets bezeichnet umwelt- bzw. klimaschädlich wirkende Vermögenswerte.

Stix erläutert die Integration grüner Finanzierungen in den **staatlichen Schuldenrahmen**. Er beschreibt das österreichische **Green Bond Framework**, das sich an ICMA-Grundsätzen orientiert und Erlöse strikt für Klimaprojekte verwendet. Das Framework definiert vier Kernkomponenten – Mittelverwendung, Projektbewertung, Erlösmanagement und Reporting – und sorgt dafür, dass **Green Bonds den aktuellen und vergangenen Bundesausgaben entsprechen**. Österreich nimmt somit international eine Vorreiterrolle ein und nutzt grüne Staatsanleihen, um zusätzliches privates Kapital für den Klimaschutz zu mobilisieren. Stix zeigt, wie Green Bonds das Portfolio diversifizieren, den Markt liquider machen und zusätzliche Ressourcen für Dekarbonisierung mobilisieren, während transparente Nachverfolgung und regelmäßiges **grünes Reporting** Vertrauen schaffen.

Abbildung 24: Die Kernkomponenten des Green Bond Rahmenwerkes in Österreich (Folie Stix)



Kernaussagen der abschließenden **Diskussion**:

- Die Teilnehmenden waren sich einig, dass **Green Finance nur dann wirksam ist, wenn Labels tatsächlich zusätzlichen Klimabeitrag leisten**, statt nur eine Umverteilung bestehender Kapitalströme zu bewirken.
- Es wurde betont, dass **strikte Governance und verlässliche Wirkungsmessung** erforderlich sind, damit Green Finance langfristig Marktvertrauen stärkt und Greenwashing verhindert.
- Die Diskussion zeigte, dass **präzise Wirkungskennzahlen und unabhängige Verifizierung** zentrale Instrumente sind, um den Nettoeffekt grüner Finanzierungen nachvollziehbar zu gestalten.
- Es wurde darauf verwiesen, dass **Klimarisiken aktiv in Investmententscheidungen eingebaut werden sollten**, weil Finanzmarktakteure sonst Renditen und Stabilität gefährden.
- Es wurde festgestellt, dass **staatliche Green Bonds** sowohl als Modell für private Emittent:innen dienen als auch Kapital für Klimaschutz mobilisieren können, wenn sie transparent strukturiert sind.

- Abschließend wurde hervorgehoben, dass **Green Finance Marktinstrumente, Regulierung und wissenschaftliche Evidenz zusammenbringen muss**, um die Energiewende planbar und finanziell resilient zu gestalten.

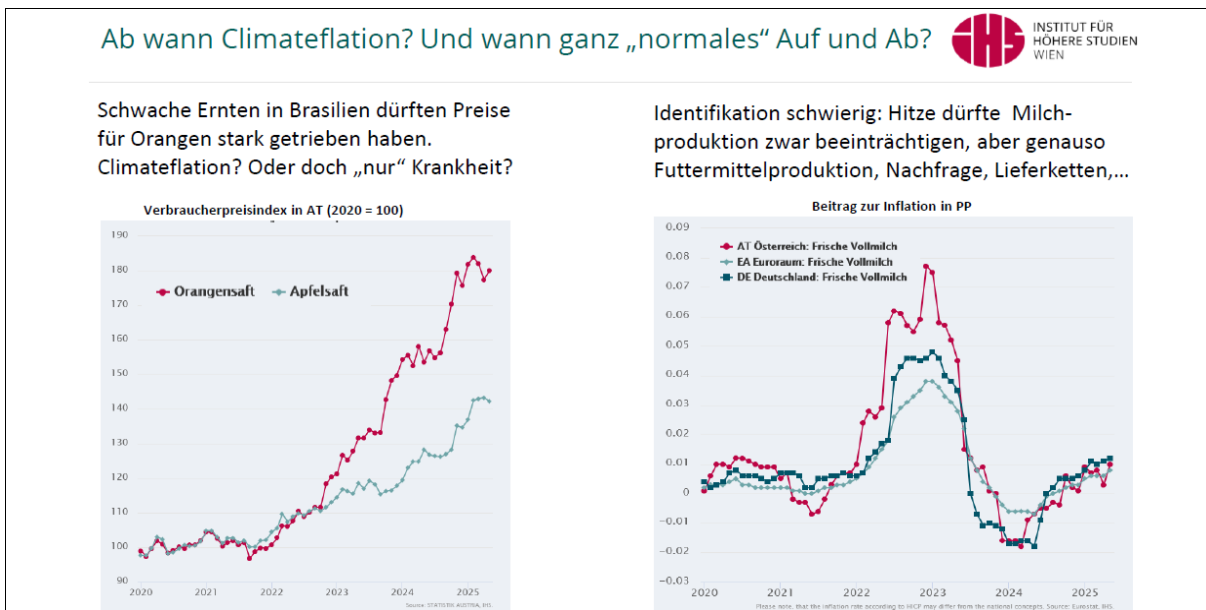
2.9 Greenflation, Fossilflation, Climateflation – Was treibt die Preise wirklich?

Am 7. Juli 2025 diskutierten Sebastian **Koch** (IHS), Eliza **Lis** (Europäische Zentralbank) und Fabio **Rumler** (OeNB), wie Klimapolitik, Energiepreisschocks und klimabedingte Extremereignisse die Inflationsdynamik beeinflussen und welche Konsequenzen sich daraus für die Geldpolitik ergeben.

Robert Holzmann eröffnet die Veranstaltung mit der Frage, wie Klimapolitik und Energiepreisschocks die Inflationsdynamik verändern. Er betont, dass die Begriffe Greenflation, Fossilflation und Climateflation nicht nur Schlagworte sind, sondern unterschiedliche Mechanismen beschreiben: Greenflation steht für Preissteigerungen durch den Übergang zu erneuerbaren Energien und strengere Umweltauflagen, Fossilflation für die Volatilität fossiler Brennstoffpreise und Climateflation für die Kosten klimabedingter Schäden und Anpassungsmaßnahmen. Holzmann unterstreicht die makroökonomische Relevanz dieser Faktoren, da sie sowohl die kurzfristige Preisentwicklung als auch die langfristige Geldpolitik beeinflussen. Er verweist auf die Herausforderung für Zentralbanken, zwischen temporären und strukturellen Effekten zu unterscheiden, um angemessene geldpolitische Entscheidungen zu treffen. Abschließend fordert er eine enge Verzahnung von Klimapolitik, Energiepolitik und geldpolitischer Analyse, um Preisstabilität und Klimaziele miteinander zu vereinbaren.

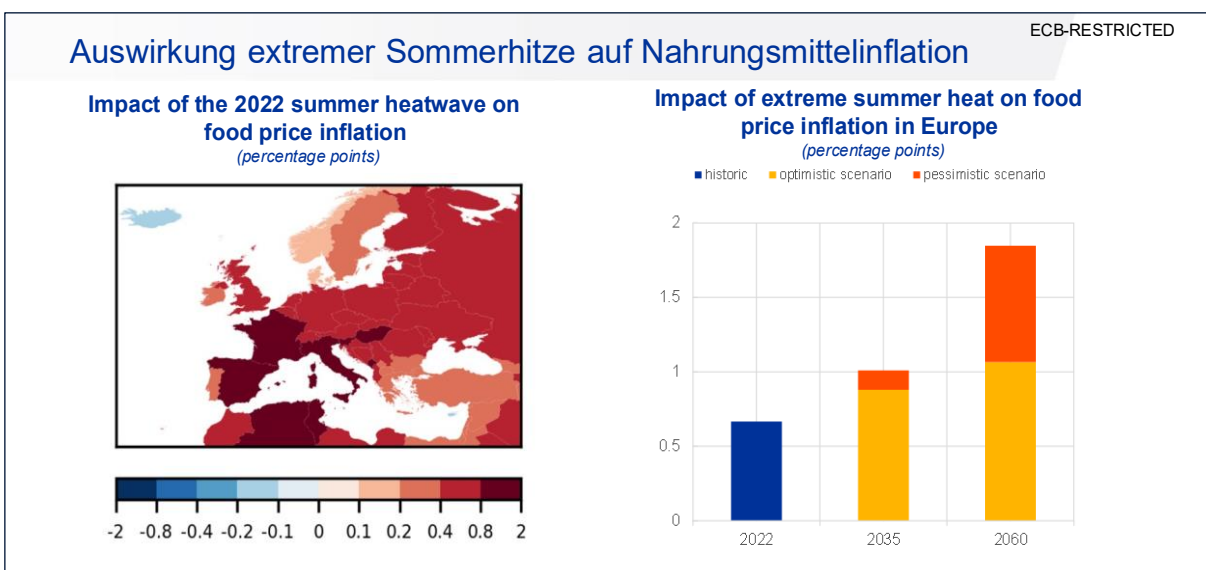
Koch analysiert die Ursachen von Greenflation und Fossilflation aus ökonomischer Sicht. Er erklärt, dass der Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft kurzfristig zu höheren Preisen führen kann, weil Investitionen in erneuerbare Energien, Netzinfrastruktur und CO₂-Bepreisung die Produktionskosten erhöhen. Gleichzeitig wirken sich strengere Umweltauflagen auf energieintensive Industrien aus, was sich in höheren Verbraucherpreisen niederschlägt. Fossilflation entsteht durch die Volatilität fossiler Brennstoffpreise, die geopolitische Risiken und Angebotsengpässe widerspiegeln. Koch betont, dass diese Effekte nicht isoliert betrachtet werden dürfen: Die Wechselwirkungen zwischen Energiepolitik, Klimastrategien und globalen Märkten sind komplex. Er verweist auf empirische Studien, die zeigen, dass die Inflationsimpulse aus Klimapolitik oft temporär sind, während die langfristigen Effekte von Investitionen in grüne Technologien preisdämpfend wirken können. Abschließend plädiert Koch für eine klare Kommunikation der Politik, um Erwartungen zu steuern und die Akzeptanz für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft zu sichern.

Abbildung 25: Treibt Klimawandel Inflation oder Preisvolatilität? (Folie Koch)



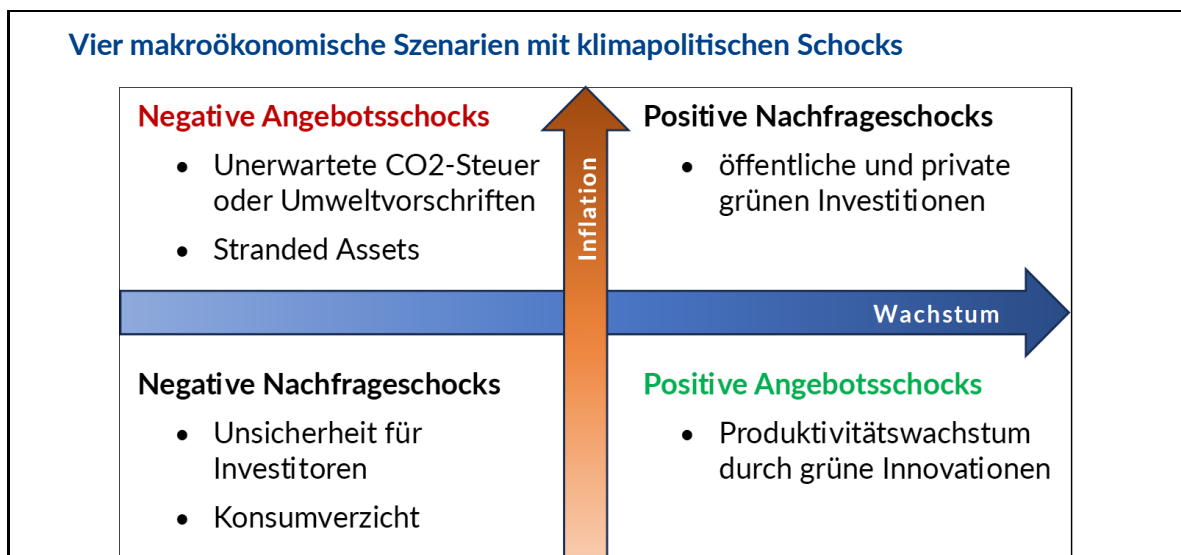
Lis beleuchtet die geldpolitische Perspektive auf Climateflation. Sie erklärt, dass klimabedingte Ereignisse wie Dürren, Überschwemmungen oder Hitzewellen nicht nur die Angebotsseite belasten, sondern auch die Preisstabilität gefährden. Diese Schocks führen zu höheren Lebensmittel- und Energiepreisen und können die Inflationserwartungen verändern. Lis betont, dass Zentralbanken vor der Herausforderung stehen, zwischen vorübergehenden und strukturellen Effekten zu unterscheiden. Sie verweist auf die Notwendigkeit, Klimarisiken in makroökonomische Modelle und Prognosen zu integrieren, um geldpolitische Entscheidungen fundiert zu treffen. Zudem hebt sie die Rolle der Finanzmärkte hervor: Wenn Klimarisiken nicht ausreichend eingepreist werden, entstehen Fehlbewertungen, die die Transmission geldpolitischer Impulse beeinträchtigen. Lis fordert eine stärkere internationale Kooperation, um Datenlücken zu schließen und einheitliche Standards für die Berücksichtigung von Klimarisiken zu schaffen. Abschließend stellt sie klar, dass die Geldpolitik allein natürlich nicht die Klimakrise nicht lösen kann, aber ihre Instrumente an die neuen Realitäten angepasst werden müssen.

Abbildung 26: Temperaturschocks und Inflation: Evidenz aus Europa (Folie Lis)



Rumler konzentriert sich auf die empirische Evidenz für Greenflation und deren Bedeutung für die österreichische Wirtschaft. Er zeigt anhand aktueller Daten, dass die Einführung von CO₂-Bepreisung und strengeren Umweltstandards kurzfristig zu einem moderaten Preisanstieg geführt hat, insbesondere in den Bereichen Energie und Transport. Rumler betont jedoch, dass diese Effekte im Vergleich zu fossilen Preisschocks deutlich geringer ausfallen. Er erläutert, dass Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz mittelfristig preisdämpfend wirken können, indem sie die Abhängigkeit von volatilen fossilen Märkten reduzieren. Zudem hebt er die Bedeutung von Erwartungsmanagement hervor: Wenn Unternehmen und Haushalte den Übergang als planbar und verlässlich wahrnehmen, sinkt die Gefahr von überzogenen Preisanpassungen. Rumler plädiert für eine enge Abstimmung zwischen Klimapolitik und Geldpolitik, um Zielkonflikte zu vermeiden. Abschließend unterstreicht er, dass die Inflationsdynamik im Kontext der Energiewende differenziert betrachtet werden muss, um Fehlinterpretationen und überzogene Reaktionen zu verhindern.

Abbildung 27: Wie Klimapolitik Wirtschaftswachstum und Inflation beeinflusst (Folie Rumler)



Aus der abschließenden **Diskussion** zusammengetragene Punkte:

- **Greenflation** ist ein temporäres Phänomen, das vor allem durch Investitionen und Übergangskosten entsteht, während langfristig preisdämpfende Effekte überwiegen.
- **Fossilflation** bleibt ein zentrales Risiko, da geopolitische Spannungen und Angebotsengpässe fossile Preise stark beeinflussen.
- **Climateflation** kann strukturelle Inflationsimpulse auslösen, wenn klimabedingte Schäden die Produktionskapazitäten dauerhaft beeinträchtigen.
- **Zentralbanken** müssen Klimarisiken in ihre Modelle integrieren, um geldpolitische Entscheidungen an die neuen Realitäten anzupassen.
- **Erwartungsmanagement** ist entscheidend, um die Akzeptanz für Klimapolitik zu sichern und Inflationsängste zu begrenzen.
- **Internationale Kooperation** und Datenharmonisierung sind notwendig, um Klimarisiken konsistent zu bewerten und geldpolitische Strategien abzustimmen.

2.10 Grüne Geldpolitik: Mythos oder valide Strategie?

Am 7. Juli 2025 diskutierten Danae **Kyriakopoulou** (Bank of England), Timothy **Lane** (Bank of Canada), Maria Sole **Pagliari** (De Nederlandsche Bank) und Martin **Reiner** (Národná banka Slovenska) über die Rolle der Geldpolitik im Umgang mit Klimarisiken und darüber, wie weit „grüne“ geldpolitische Maßnahmen gehen dürfen.

Gouverneur **Holzmann** eröffnet die Veranstaltung mit der Frage, ob und wie geldpolitische Instrumente zur Erreichung von Klimazielen beitragen können. Er betont, dass die primäre Aufgabe von Zentralbanken die Preisstabilität bleibt, doch Klimarisiken zunehmend die makroökonomische Landschaft prägen. Holzmann verweist auf die Debatte zwischen Befürworter:innen einer aktiven Rolle der Geldpolitik bei der grünen Transformation und jenen, die vor Mandatsüberschreitungen warnen. Er hebt hervor, dass Klimarisiken sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite beeinflussen und damit die Transmission geldpolitischer Impulse verändern können. Zudem stellt er die Frage, ob Zentralbanken durch ihre Bilanzpolitik – etwa über den Ankauf grüner Anleihen – Marktanreize setzen sollten. Abschließend fordert Holzmann eine faktenbasierte Diskussion über Wirksamkeit, Risiken und Grenzen grüner Geldpolitik, um Preisstabilität und Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen.

Kyriakopoulou argumentierte, dass der Klimawandel und die Bemühungen zu seiner Eindämmung Auswirkungen auf die Wirtschaft und das Finanzsystem haben können und daher im Rahmen des Mandats von Zentralbanken berücksichtigt werden müssen. Sie erläuterte, wie physische Risiken (z. B. Extremwetterereignisse) und Transitionsrisiken (z. B. abrupte Anstiege der CO₂-Preise) die Makroökonomie über für die Geldpolitik relevante Zeithorizonte beeinflussen – sowohl über Angebots- als auch Nachfrageeffekte, über verschiedene Kanäle hinweg und einschließlich internationaler Spillover-Effekte. Zudem können sie erhebliche relative Preisverschiebungen verursachen und den natürlichen Zinssatz beeinflussen. Kyriakopoulou skizzierte die möglichen Implikationen für die Geldpolitik und hob hervor, dass Klimawandel und Transformation Zielkonflikte zwischen Inflation und Output erzeugen, den geldpolitischen Transmissionsmechanismus verändern, die Unsicherheit erhöhen und kommunikative Herausforderungen für Zentralbanken schaffen können. Sie nannte Instrumente, die Zentralbanken nutzen können, etwa die Einbindung klimabezogener Variablen in Nowcasting-Modelle für BIP und Inflation sowie eine systematischere Nutzung von Szenarioanalysen für die Geldpolitik, darunter gegebenenfalls wetter- und energiebezogene Szenarien. Zugleich warnte sie vor überzogenen Erwartungen: Zentralbanken können lediglich den Stand der Wissenschaft und die vorgegebene Regierungspolitik als gegebenen Rahmen berücksichtigen; für Klimaschutzmaßnahmen bleiben die Regierungen verantwortlich.

Abbildung 28: Wesentliche Ergebnisse der NGFS-Analyse zu Klimarisiken (Folie Kyriakopoulou)

Main findings from NGFS work on climate change & macro

- Monetary policy makers are focused on shorter horizons, typically 2-3 years ahead, so focus has turned to what the shorter-term impacts might be and how we model them.
- In addition, central banks also need to understand the impacts on supply & natural interest rate.
- Macroeconomic impacts will vary across economies – and our framework will need to be flexible enough to allow for that.
- The increased frequency and severity of shocks may make the impacts of extreme weather events harder to look through.
 - More frequent shocks may give rise to trade-offs between economic activity and inflation
 - Trade linkages also create a source of indirect exposure for economies via the impacts these events have on their major trading partners.
- Climate policies may give rise to large, prolonged, partly anticipated relative price changes in the economy.
 - Policies may give rise to potential trade-offs in the short-run.
 - Clarity and certainty on these policies affect behaviour → impacts macroeconomic outcomes.
 - Asymmetric policy mixes can give rise to international spillovers and cross-border impacts.

Lane beleuchtet die Perspektive einer rohstofforientierten Volkswirtschaft. Er erklärt, dass Kanada besonders anfällig für Übergangsrissen ist, da fossile Energieträger einen großen Anteil an Exporten ausmachen. Lane betont, dass die Bank of Canada Klimarisiken in ihre geldpolitischen Modelle integriert, um die Auswirkungen auf Inflation und Wachstum besser zu verstehen. Er diskutiert die Rolle grüner Anleihen und nachhaltiger Finanzprodukte, die nicht nur Kapital mobilisieren, sondern auch die Erwartungen der Marktteilnehmer beeinflussen. Lane warnt jedoch vor Zielkonflikten: Eine zu aggressive grüne Geldpolitik könnte die Glaubwürdigkeit der Inflationsbekämpfung untergraben. Er plädiert für einen pragmatischen Ansatz, der Klimarisiken berücksichtigt, ohne das Kernmandat der Preisstabilität zu gefährden. Abschließend fordert Lane eine enge Abstimmung zwischen Geldpolitik, Finanzaufsicht und Klimastrategien, um systemische Risiken zu minimieren.

Abbildung 29: Klimawandel als Herausforderung für Preisstabilität (Folie Lane)

TAKING CLIMATE INTO ACCOUNT IN MAINTAINING PRICE STABILITY IS IMPORTANT AND CHALLENGING

- Challenging to assess (let alone anticipate) how climate change may be affecting potential growth, monetary policy transmission
- Climate change holds potential for large atypical supply shocks: e.g., extreme weather events, disruptive technological changes
 - Experience of COVID-19 illustrates the difficulties central banks face in responding to atypical shocks
- Climate change also influences credit, duration, liquidity, and funding risks associated with central banks' market operations; these risks need to be assessed and managed

Pagliari stellt die Erfahrungen der Niederlande vor, die als Vorreiter in der Integration von Nachhaltigkeit in die Finanzaufsicht gelten. Sie erläutert, wie die De Nederlandsche Bank (DNB) Klimarisiken in ihre Stresstests und Kapitalanforderungen einbezieht und welche Lehren sich daraus für die Geldpolitik ziehen lassen.

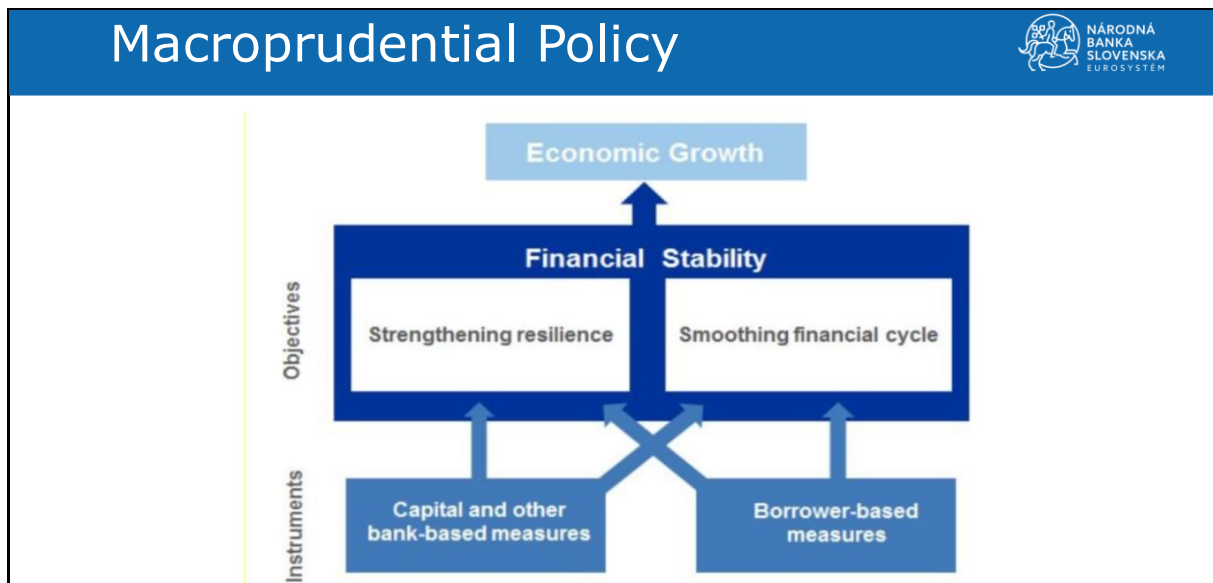
Pagliari argumentiert, dass Zentralbanken über ihre Bilanzpolitik – etwa durch den Ankauf grüner Anleihen – Marktanreize setzen können, ohne das Inflationsziel zu gefährden. Sie verweist auf die EU-Taxonomie als wichtigen Rahmen für die Klassifizierung nachhaltiger Assets und betont die Notwendigkeit klarer Kriterien, um Greenwashing zu vermeiden. Pagliari sieht grüne Geldpolitik nicht als Mandatsüberschreitung, sondern als Anpassung an eine veränderte Risikolandschaft. Abschließend fordert sie eine stärkere Verzahnung von Geldpolitik und makroprudenzieller Regulierung, um die Resilienz des Finanzsystems gegenüber Klimarisiken zu erhöhen.

Abbildung 30: Definition und Ziel grüner Geldpolitik (Folie Pagliari)

The image shows a slide with a blue header and a white body. The header contains the text 'Introduction' and 'What is Green Monetary Policy?'. The body contains two bullet points: 'Definition: the integration of environmental and climate-related considerations into the core functions of central banks and monetary authorities.' and 'Goal: to support the transition to a low-carbon, sustainable economy while maintaining financial and price stability.'

Reiner beleuchtet die Perspektive kleinerer Volkswirtschaften und warnt vor den Risiken einer einseitigen Fokussierung auf grüne Geldpolitik. Er argumentiert, dass Zentralbanken in Ländern mit begrenzten Kapitalmärkten nur begrenzten Einfluss auf die Allokation grüner Investitionen haben. Reiner betont die Bedeutung von Preisstabilität als Kernmandat und warnt vor einer Überlastung der Geldpolitik mit klimapolitischen Zielen. Gleichzeitig erkennt er die Notwendigkeit, Klimarisiken in die makroökonomische Analyse zu integrieren, um Schocks besser zu antizipieren. Er plädiert für eine klare Rollenverteilung: Fiskalpolitik und Regulierung sollen die Hauptlast der Transformation tragen, während Geldpolitik unterstützend wirkt, indem sie Stabilität sichert und Transparenz fördert. Abschließend fordert Reiner eine evidenzbasierte Debatte über die Wirksamkeit grüner geldpolitischer Maßnahmen und deren potenzielle Nebenwirkungen.

Abbildung 31: Ziele und Instrumente der makroprudenziellen Politik (Folie Reiner)



Zentrale Punkte der abschließenden Diskussion:

- Grüne Geldpolitik kann Klimarisiken adressieren, darf aber das Kernmandat der Preisstabilität nicht gefährden.
- Internationale Kooperation ist entscheidend, um Standards für Offenlegung und Risikomessung zu harmonisieren.
- Bilanzpolitik und Sicherheitenrahmen bieten Ansatzpunkte, um nachhaltige Assets zu fördern, ohne die geldpolitische Neutralität aufzugeben.
- Klimarisiken müssen in makroökonomische Modelle integriert werden, um geldpolitische Entscheidungen zu fundieren.
- Eine enge Verzahnung von Geldpolitik, Finanzaufsicht und Fiskalpolitik ist notwendig, um systemische Risiken zu minimieren.
- Evidenzbasierte Analysen sind unerlässlich, um Wirksamkeit und Nebenwirkungen grüner geldpolitischer Maßnahmen zu bewerten.

3 Einordnung, Schlussfolgerungen und Ausblick

In diesem abschließenden Kapitel suchen wir nach dem **roten Faden**, der die Inhalte der zehn zuvor beschriebenen Veranstaltungen in einen kohärenten Rahmen einordnet. Wie lassen sich Klimaziele, Wettbewerbsfähigkeit sowie Preis- und Finanzstabilität durch optimales Marktdesign, zielgerichtete Regulierung und internationale Kooperation miteinander kombinieren? Um Möglichkeiten einer reibungslosen und kosteneffizienten Dekarbonisierung der Wirtschaft zu erörtern, suchte die Oesterreichische Nationalbank den Dialog mit führenden österreichischen und internationalen Klimaforscher:innen.

1. Die Auftaktdebatte verdeutlichte, warum **Klimaszenarien** trotz aller Unsicherheiten wichtig sind. Sie ermöglichen es, sich verschiedene jahrzehntelang andauernde Entwicklungspfade in Richtung Klimaneutralität vorzustellen und miteinander zu vergleichen. In einem Klimaszenario müssen zahlreiche Bereiche wie Energie, Wirtschaft, Finanzen, Technologie, Politik, Gesellschaft und Ökosysteme über unterschiedliche Zeithorizonte und Logiken hinweg koordiniert werden. Die daraus abgeleiteten und plausibilitätsgeprüften Annahmen fließen in integrierte Modelle von Klima, Wirtschaft und Energiesystem ein. Obwohl den einzelnen Szenarien keine Wahrscheinlichkeiten zugeordnet sind, helfen sie dabei, ein Mindestmaß an Planungssicherheit für Entscheidungsträger:innen in Wirtschaft und Politik zu schaffen.
2. In der zweiten Diskussionsrunde wurde betont, dass die Energiewende stark von **China** abhängig ist. Die global verflochtenen Lieferketten für Rohstoffe, PV-Module, Batterien und andere Schlüsselkomponenten sind stark konzentriert. Daraus folgt die Notwendigkeit, Regionen, Lieferanten und Technologien breiter zu diversifizieren. Ergänzend sollten größere Reservebestände sowie bessere Substitutions- und Recyclingmöglichkeiten aufgebaut werden. Um die Klimaziele zu erreichen, ist eine enge handelspolitische Zusammenarbeit, auch mit China, notwendig. Gleichzeitig müssen strategische Abhängigkeiten offen analysiert und im Notfall schnell skalierbare Alternativen aufgebaut werden. Dies betrifft insbesondere die Versorgung mit kritischen Rohstoffen, Schlüsseltechnologien und Energieträgern.
3. In der Debatte über eine angemessene **CO₂-Preislogik** wurden der Schadenskostenansatz (Social Cost of Carbon, SCC) dem Vermeidungskostenansatz gegenübergestellt. Je besser Klimaschäden bewertet werden können, desto eher lassen sich ambitionierte CO₂-Preise sowie steuerfinanzierte Investitionsförderungen rechtfertigen. Der Vermeidungskostenansatz dient dabei als Kontrollinstrument und unterstützt eine ökonomisch fundierte Auswahl sowie eine zeitlich konsistente Sequenzierung von Technologien entlang der jeweiligen Preis- und Förderpfade. Für eine effiziente Klimapolitik sind transparente Bewertungsrahmen, eine robuste Kommunikation von Unsicherheiten sowie systematische Ex-post-Evaluationen unerlässlich.
4. In der Debatte zur **CO₂-Bepreisung** wurden Emissionshandelssysteme und CO₂-Steuern miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass es weniger um ein „Entweder-oder“ geht, sondern vielmehr darum, die jeweiligen Stärken beider Ansätze zu kombinieren. Zu den entscheidenden Designelementen zählen eine klare Mengensteuerung (Deckelung), Mindestpreise, Rückverteilungsmechanismen, ein Grenzausgleich zum Schutz vor Carbon Leakage, die Integration aller Sektoren in ein einheitliches Preissystem sowie eine zielgerichtete Verwendung der Erlöse, etwa für Strompreisentlastungen, Innovationen oder soziale Ausgleichszahlungen. CO₂-Preise sind zwar notwendig, aber nicht ausreichend.

Um die Klimaziele zu erreichen, müssen sie mit verbindlichen Standards, Infrastrukturausbau, Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie sozialen Ausgleichsmaßnahmen kombiniert werden, ohne dabei die Anreize für klimafreundliches Verhalten zu schwächen.

5. Im Rahmen der Diskussion über Grüne **Innovation** wurde festgehalten, dass Innovationen nicht nur im Labor, sondern auch in Leitmärkten entstehen. Diese sind durch klare Nachfragesignale, Standards und Finanzierungszugang gekennzeichnet. Wichtig dabei ist der Übergang von der Demonstration zur Skalierung und schließlich zur Exportfähigkeit mithilfe von Normen und Zertifizierungsverfahren. Ein gezielter Politikmix aus F&E-Förderung, missionsorientierten Programmen, strategischer Beschaffung und wirksamer Standardsetzung beschleunigt die Diffusion neuer Technologien und senkt die Lernkurvenkosten.
6. Bei den Erörterungen zum klimaoptimierten **Energiemarktdesign** standen Preise, Netze und Versorgungssicherheit im Mittelpunkt. Das Marktdesign muss Volatilität und Sicherheit zugleich managen. Erneuerbaren-Pools senken erstens die Finanzierungskosten und stabilisieren die Endkundenpreise. Langfristige Finanzierungsinstrumente verstärken diese Wirkung, indem sie die Merit-Order strukturell stabilisieren. Zweitens entlohnen lokale Märkte Flexibilität genau dort, wo Netzkosten reduziert werden können. Eine Zuverlässigkeitsreserve („Feuerwehr“) adressiert seltene Extremfälle, ohne die alltäglichen Preissignale zu verzerren. Ein hybrides Marktdesign, das langfristige Verträge, dezentrale Preisbildung und gezielte Reserven kombiniert und durch Netzausbau sowie Redispatch (Netzentlastungsmechanismen) ergänzt wird, schafft die notwendige Balance zwischen Effizienz und Sicherheit.
7. In der Diskussion über internationale **Klimaklubs** wurden Ansätze zur Lösung des klimapolitischen Trittbrettfahrerproblems erörtert. Klimaklubs adressieren das globale Kooperationsproblem durch gemeinsame Mindeststandards, MRV-Konvergenz (Messung, Berichterstattung und Verifizierung) sowie reziproke Anreize und Sanktionen, etwa durch Emissionshandel mit Grenzausgleichsmechanismen (CBAM). Klimaklubs funktionieren dann, wenn sie inklusiv, standardorientiert und entwicklungsfreundlich ausgestaltet sind – beispielsweise durch Matchmaking-Plattformen (Projektbörsen), Technologietransfer und einen verbesserten Finanzierungszugang für Schwellenländer.
8. In der Gesprächsrunde zu **Green Finance** stand die Wirkung statt der Etikettierung im Mittelpunkt. Grüne Finanzprodukte (Bonds, Fonds) können die Transparenz erhöhen und eine zielgerichtete Zuordnung von Kapital zu geeigneten Klimaprojekten ermöglichen. Dies setzt jedoch voraus, dass Labels verlässlich, kostenadäquat und impactorientiert sind. Eine Wirkungsmessung – etwa über Use-of-proceeds-Kriterien, Impact-KPIs und eine unabhängige Verifizierung – hilft dabei, Greenwashing zu verhindern und Kapital in zusätzliche Dekarbonisierungsprojekte zu lenken. Die tatsächliche Wirkung ist jedoch schwer zu bestimmen, da Anreize für gegengerichtete Verhaltensreaktionen anderer Akteure entstehen können. Entscheidend sind eine gute Governance (transparente Taxonomie, Offenlegung, Audit) sowie staatliche Vorreiterrollen, etwa durch Green Sovereign Bonds, um private Mittel ohne Mitnahmeeffekte zu mobilisieren.
9. In der nächsten Diskussionsrunde ging es um die **Inflationsdynamik** im klimaökonomischen Kontext. Zwar dürften die Kosten für den Übergang in eine klimaneutrale Wirtschaft kurzfristig preistreibend wirken („Greenflation“), langfristig sind jedoch deflationäre Effekte durch die Skalierung alternativer Energien plausibel.

Bislang sind jedoch fossile Preisschocks der mit Abstand stärkere Inflationshebel. Die Auswirkungen der inflationstreibenden physischen Klimaschäden („Climateflation“) sind bereits sichtbar und werden mit der Zeit weiter zunehmen. Alle drei Phänomene gehen überwiegend auf angebotsseitige Schocks zurück. Dadurch sieht sich die Geldpolitik dem Dilemma gegenüber, Inflation kurzfristig nur auf Kosten von Wachstum bekämpfen zu können.¹¹ Mittel- und langfristig können jedoch Diversifikation, Effizienzgewinne und erneuerbare Energien die Inflationsvolatilität dämpfen. Durch Erwartungsmanagement, zielgenaue Entlastungen und die Integration klimarelevanter Daten in die geldpolitische Analyse lassen sich Fehlreaktionen reduzieren und die Preisstabilität stärken.

10. In der Abschlussrunde wurden die Grenzen und Möglichkeiten einer „grünen“ **Geldpolitik** skizziert. Zentralbanken müssen Klimarisiken in ihre makroökonomischen Modelle sowie in die Stresstests ihrer Bilanzen integrieren, ohne dabei ihr Kernmandat der Preisstabilität aus den Augen zu verlieren. Wertpapierankaufsprogramme und Sicherheiten-Rahmen bei der Liquiditätsbereitstellung für Banken können Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigen, sofern Marktneutralität, Transparenz und Effizienz gewahrt bleiben. Zudem ist eine Abstimmung mit der Fiskal- und Aufsichtspolitik zentral, denn die Geldpolitik ist zwar kein Allheilmittel, kann aber als Katalysator wirken – sowohl zur Begrenzung klimabedingter Finanzstabilitätsrisiken als auch zur Unterstützung der Finanzierung der klimaneutralen Transformation.

In der Diskussionsreihe wurde insgesamt deutlich, dass eine **kosteneffiziente Klimapolitik** vor allem Planbarkeit, ein gutes Design und eine koordinierte Umsetzung erfordert. Verlässliche Pfade für CO₂-Preise, Netze und Standards senken die Finanzierungskosten und stabilisieren die Erwartungen. Dabei ist weniger das konkrete Instrument entscheidend als die Qualität der Regeln, der Governance, der Mess- und Prüfsysteme sowie der sozialen Flankierung. Leitmärkte, die durch Nachfragezusagen, Produktstandards und grüne Beschaffung gefördert werden, beschleunigen Innovation und Skalierung. Eine Diversifikation bei Rohstoffen, Technologien und Handel stärkt zudem die Resilienz gegenüber geopolitischen und preisbedingten Risiken. Glaubwürdige Green-Finance-Strukturen, die auf klaren Impact-Kennzahlen, Audits und einer konsistenten Taxonomie basieren, mobilisieren Kapital mit möglichst wenig Mitnahmeeffekten. Voraussetzung hierfür ist eine enge Abstimmung zwischen Klima-, Energie-, Wirtschafts- und Finanzpolitik. Insgesamt zeigte die Veranstaltungsreihe, dass die Transformation ökonomisch machbar ist, wenn Märkte und Regulierung ineinandergreifen. Ein optimaler Mix aus CO₂-Bepreisung, modernem Marktdesign, internationaler Koordinierung, transparenten Finanzierungsinstrumenten und stabilitätsorientierter Geldpolitik schafft einen investierbaren Pfad zur Klimaneutralität – mit resilienten Lieferketten, disruptiven Innovationen und wohlstandsverträglichen Ambitionen.

Die **Energiewende** befindet sich in einer **widersprüchlichen Phase**. Technologisch sind die Voraussetzungen für eine weitgehende Dekarbonisierung so gut wie nie zuvor: Solarenergie, Batteriespeicher und elektrische Anwendungen haben enorme Kostenreduktionen und Effizienzgewinne erzielt. Elektrizität erweist sich dabei als überlegene Universaltechnologie – sauber, effizient, lokal emissionsfrei und perspektivisch sehr günstig. Damit wird Elektrifizierung zum zentralen Hebel für Emissionsminderungen in Verkehr, Gebäuden und großen Teilen der Industrie. Synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff dürften eher auf schwer elektrifizierbare Nischen wie Stahl- und Zementindustrie, Luft- und Schifffahrt beschränkt bleiben.

¹¹ Es sei denn, es gelingt, Wirtschaftsakteure und Sozialpartner zu einer mäßigen Preis- oder Lohnentwicklung zu bewegen.

Auch die Bedeutung von Biokraftstoffen und Geothermie sowie verbesserter und neuer Formen von Nuklearenergie wird voraussichtlich zunehmen. Einige jüngste Entwicklungen geben hierbei Anlass zu Optimismus.

Elektrifizierung und Dekarbonisierung können jedoch vorübergehend in **Zielkonflikt** geraten, insbesondere unter den Bedingungen knapper Kassen. Ein perfektionistischer Anspruch an einen vollständig klimaneutralen Strommix, wie ihn etwa Österreich und das Vereinigte Königreich bis 2030 anpeilen, kann den Hochlauf der Dekarbonisierung sogar bremsen. Für die Erreichung der mittel- und langfristigen Ziele ist es oft wirksamer, Elektrifizierung rasch voranzutreiben, auch wenn der Strom noch nicht vollständig emissionsfrei ist. Durch die damit einhergehende Effizienzsteigerung wird der gesamte Energiemix schneller dekarbonisiert.

Ein weiteres Paradox besteht darin, dass erneuerbare Stromerzeugung immer billiger wird, diese Kostenvorteile aber bei den Endkund:innen bislang kaum ankommen. Ursache sind Marktstrukturen, Netzentgelte und Preisbildungsmechanismen, die **Strompreise** weiterhin an fossile Grenzkosten koppeln. Dadurch entsteht der Eindruck, die Energiewende sei teuer, obwohl ihre technologische Basis zunehmend kostengünstig ist. Ohne Reformen im Strommarktdesign und bei damit verbundenen Abgaben droht dieser Widerspruch Akzeptanz, Investitionen und Geschwindigkeit zu untergraben.

Hinzu kommt eine wachsende **weltpolitische Dimension**. Während sich die technologische Dynamik beschleunigt, verlieren internationale Klimaprozesse an Verbindlichkeit. Besonders schädlich wirkt es, wenn große Emittenten, wie die USA, sich aus multilateralen Vereinbarungen wie dem Pariser Klimaschutzübereinkommen zurückziehen. Ein solcher Schritt schwächt nicht nur die unmittelbaren nationalen Anstrengungen, sondern untergräbt Vertrauen, Koordination und gegenseitige Ambitionen weltweit. Er erhöht Investitionsrisiken, fragmentiert Regulierung und erhöht den Eindruck, dass Klimaschutz mit Wettbewerbsfähigkeit in Widerspruch gerät. Tatsächlich verschiebt sich jedoch die industrielle Wertschöpfung in Richtung jener Länder, die langfristige Planungssicherheit bieten. In diesem Umfeld gewinnt Elektrifizierung auch eine geopolitische Bedeutung: Günstiger, sauberer Strom, leistungsfähige Netze sowie innovative dezentrale Produktions- und Speichertechnologien werden zu Standortfaktoren und Fragen strategischer Souveränität.

Darüber hinaus gilt es zu bedenken, dass die niedrig hängenden Früchte der Klima- und Energiewende vielleicht bald geerntet sein werden. Damit aber die heute noch unausgereiften **Technologien** in absehbarer Zukunft marktfähig werden, benötigen wir schon heute entsprechende Förderungen von Forschung und Entwicklung, Erprobung und Demonstration sowie Marktausbau und Skalierung. Schließlich ist die bereits erreichte wirtschaftliche Marktfähigkeit aktueller sauberer Technologien nicht zuletzt auch das Ergebnis jahrzehntelanger staatlicher Unterstützung durch Subventionen oder optimierte Rahmenbedingungen.

Der rapide **Preisverfall** und die hohe Verfügbarkeit von modularen Solar- und Batteriekombinationen verändern die globale Energiegeografie grundlegend. Insbesondere der Zugang zu kostengünstigen, häufig in China produzierten Technologien verstärkt den Wettbewerbsvorteil des globalen Sonnengürtels. In Regionen mit hoher solaren Einstrahlung lassen sich erneuerbare Stromsysteme schneller und strukturell günstiger skalieren, inklusive der Flexibilität, die für eine kontinuierliche Nutzung erforderlich ist. Das gilt in besonderem Maße für die Produktion von grünem Wasserstoff, der große Mengen günstiger, sauberer Elektrizität voraussetzt und damit stark von Standortfaktoren abhängt.

Diese Entwicklung stellt die bisherige Logik industrieller **Standortwahl** infrage. Wenn sauberer Strom und grüner Wasserstoff im Sonnengürtel sowie den Windgürteln des Nordens und Südens dauerhaft günstiger verfügbar sind, spricht ökonomisch vieles dafür, energieintensive und wasserstoffabhängige Produktionsstufen – etwa in der Eisen- und Stahlherstellung – näher an diese Energiequellen zu verlagern. Damit gerät das klassische Modell, energieintensive Grundstoffindustrien in alten Industrieländern zu halten, unter Druck. Die Standortfrage wird zunehmend zu einer Frage von Energieverfügbarkeit und -kosten, weniger von historisch gewachsenen industriellen Strukturen.

Gleichzeitig wird deutlich, dass nicht alle **Abhängigkeiten** gleich zu bewerten sind. Die heutige Abhängigkeit von chinesischen Investitions- und Schlüsseltechnologien wie Solar- und Batterietechnik ist tendenziell temporär: Sie betrifft vor allem die aktuelle Phase des Hochlaufs und kann durch Diversifizierung, eigene Produktionskapazitäten und technologische Lernkurven mittelfristig reduziert werden. Demgegenüber wären Abhängigkeiten von dauerhaft importierter Energie oder energieintensiven Industrievorprodukten aus den globalen Sonnen und Windgürteln strukturell und langfristig angelegt. Damit verschiebt sich das strategische Dilemma erneut: Hohe heimische Investitionen führen nicht zu vollständiger Unabhängigkeit, können jedoch zeitlich begrenzte Technologieabhängigkeiten in Kauf nehmen, um dauerhafte energie- und industriepolitische Abhängigkeiten zu vermeiden. Die Frage lautet daher, wo ein temporärer strategischer Aufpreis sinnvoll ist, um langfristige Verwundbarkeiten zu begrenzen. Durchbrüche bei Fusions- und Kernenergie könnten diese Logik jedoch wieder auf den Kopf stellen.

Zusammenfassend erfordert ein tragfähiger Weg für die Energiewende vor allem **Pragmatismus** in der Umsetzung: **Elektrifizierung** sollte konsequent priorisiert werden, auch wenn der Strommix kurzfristig noch nicht vollständig klimaneutral ist, da die Emissionswirkung über den Lebenszyklus klar positiv bleibt. Gleichzeitig müssen Markt- und Regulierungsreformen umgesetzt werden, damit die sinkenden Kosten erneuerbarer Energien auch bei den Verbraucher:innen und Unternehmen ankommen. Dazu gehören eine Reform der kostengerechten Netzentgelte und die Entkopplung der Strompreise von fossilen Gaspreisspitzen. **Technologieoffenheit** bleibt wichtig, braucht aber klare Leitplanken: Strom als Standardlösung, Wasserstoff und E-Fuels gezielt für schwer elektrifizierbare Sektoren wie Stahl- und Zementindustrie sowie Luft- und Schifffahrt.

Wenn statt Perfektion Pragmatismus eingesetzt und günstige erneuerbare Energie genutzt werden, kann technologischer Vorsprung rasch in reale Emissionsreduktionen, wirtschaftliche **Wettbewerbsfähigkeit** und größere Resilienz umgewandelt werden. Pragmatismus bedeutet auch, nicht vollständige Autarkie anzustreben, sondern temporäre Technologieabhängigkeiten in Kauf zu nehmen, um langfristige energie- und industriepolitische Verwundbarkeiten zu begrenzen. In mittel- und längerfristiger Perspektive muss die Kernfusion nicht immer nur eine „vielversprechende“ Technologie bleiben. Jüngste Entwicklungen geben Anlass zu Optimismus, und der Energiehunger der KI könnte diesen Prozess beschleunigen. Auch bei der Kernspaltung gibt es eine Reihe von Innovationen in anwendungsorientierter Umsetzung, welche diese Technologie kettenreaktionsfrei, uranunabhängig und sehr lokal gestalten könnten. Damit würde sie eine wesentliche Ergänzung zu den wetterabhängigen erneuerbaren Energieformen darstellen. Gerade für Europa, dessen Energieproduktion in hohem Maße auf Importe von Technologie und Rohstoffen angewiesen ist, steckt hier eine große Chance.

Die **Energiewende** ist nicht nur aus klimapolitischer, sondern auch aus wirtschafts- und sicherheitspolitischer Sicht geboten. Sie scheitert nicht an fehlender **Technologie** oder **Finanzierung**, sondern an politischer Inkonsequenz, unzureichender Marktgestaltung und zögerlicher Umsetzung.

Erst verlässliche Rahmenbedingungen schaffen die Planungssicherheit, die marktbasierende Lösungen mit kalkulierbaren Risiken und realistischen Renditen ermöglichen. Dann werden Projekte investierbar und Green Finance kann sich auf seine Kernaufgabe konzentrieren, nämlich Transparenz über Chancen und Risiken bereitzustellen. Dies widerspricht nicht der Aussage von Nicolas Stern, der Klimawandel sei ein **Marktversagen** – im Gegenteil. Für die langfristigen gesellschaftlichen und ökologischen Kosten existiert bislang weder ein Markt noch ein Preis. Erst durch Regulierung und CO₂-Bepreisung werden verursachergerechte Kostenwahrheiten geschaffen und somit überhaupt erst der Markt, der für wirksamen Klimaschutz benötigt wird.

Literaturhinweise

Breitenfellner, A. 2024a. Technologische Aspekte der Energiewende – Synthesepapier zur einer Veranstaltungsreihe der OeNB. Occasional Paper No. 6 <https://www.oenb.at/dam/jcr:83f575b2-071d-4e0d-b66e-21fb05d83497/occasional-paper-no-6.pdf>

Breitenfellner, A. 2024b. Welche Technologien der Energiewende sind ökonomisch sinnvoll? OeNB-Blog. 13.9.2024. <https://www.oenb.at/Presse/oenb-blog/2024/2024-09-13-welche-technologien-der-energie-wende-sind-oekonomisch-sinnvoll-.html>

The Occasional Paper series of the Oesterreichische Nationalbank is designed to disseminate and to provide a platform for discussion of either work of the staff of the OeNB economists or outside contributors on topics which are of special interest to the OeNB.

The opinions are strictly those of the authors and do in no way commit the OeNB. The Occasional Papers are also available on our website (<http://www.oenb.at>).

Publisher and editor	Oesterreichische Nationalbank Otto-Wagner-Platz 3, 1090 Vienna, Austria PO Box 61, 1011 Vienna, Austria www.oenb.at oenb.info@oenb.at Phone (+43-1) 40420-6666
----------------------	---

© Oesterreichische Nationalbank, 2026. All rights reserved.
May be reproduced for noncommercial, educational and scientific purposes with appropriate credit.