

Projekt „Low Carbon Leakage“: Makroökonomische Modellierung von Energiewende-Technologien

Einfluss verschiedener Szenarien auf gesamtwirtschaftliche und sektorale Indikatoren unter Berücksichtigung der MLP-Analyse

Christian Lutz, Maximilian Banning, Lisa Becker, Katharina Hembach-Stunden



Zu welchen Produktionseffekten führen die Ausbaupfade in ausgewählten Ländern?



Welche Rolle spielt der internationale Handel dabei?



Wie wirken sich Verzögerungen in einzelnen Ländern aus?

1. Methodik
2. Szenario-Ergebnisse

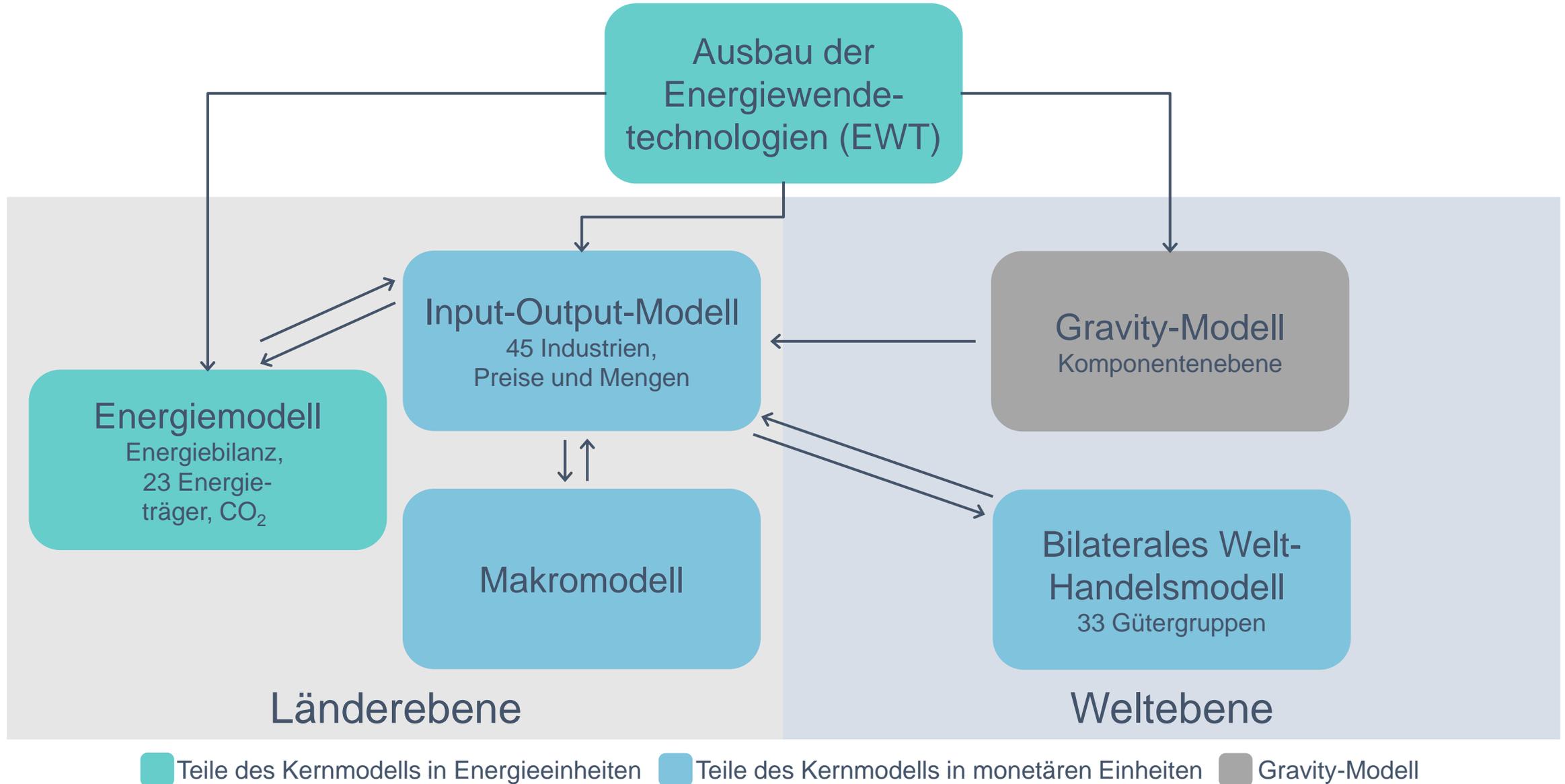
GINFORS-E

- ▶ Global **I**nterindustry **F**ORecasting **S**ystem with **E**nergy
- ▶ Globales makroökonomisches Modell, das Produktion, internationalen Handel, Energieverbrauch und Emissionen konsistent kombiniert
- ▶ Input-Output-Tabellen der OECD von 1995 bis 2018 für
 - ⇒ 66 Länder (und eine Region “Rest der Welt”) und
 - ⇒ 45 Wirtschaftszweige
- ▶ Energiebilanzen und CO₂-Daten der IEA
- ▶ Bilaterale Handelsanteile werden für 33 Gütergruppen und 154 Länder modelliert

Gravity-Modell

- ▶ Schätzung der Handelsanteile für die Energiewendetechnologien
- ▶ Einbindung der Ergebnisse aus dem Gravity-Modell in GINFORS-E

Methodik: Modellzusammenhänge in GINFORS-E



Methodik: Gravity-Modell



Schätzung des Handels der EWT
→ Entwicklung eines zweistufigen Gravity-Modells



Erklärende Variablen: z. B. Entfernung, Handelsabkommen, Infrastrukturqualität, Preise, BIP, technologiespezifische Variablen,...



66 Länder



Veröffentlichung der Methode und Ergebnisse in einem separaten Paper



58 Komponenten auf 6-Steller-Ebene (HS07-Klassifikation)

Beispiel für PV-Wafer:

„Elemente, chemisch, und chemische Verbindungen, zur Verwendung in der Elektronik dotiert, in Scheiben, Plättchen oder ähnl. Formen bzw. in Form von Zylindern, Stäben usw. oder in Scheiben, Plättchen oder in ähnl. Formen geschnitten, auch poliert oder mit einer einheitlichen epitaxialen Schicht versehen (ausg. weiterbearbeitet, z.B. durch selektive Diffusion)“

1. Stufe

Schätzung Handelsstrom:

$$\ln(\text{Handelsstrom}_{ij}) = \alpha_1 * \ln(x_{ij}) + \dots + \sum \rho_i * FE_i + \sum \sigma_j * FE_j$$

2. Stufe

Schätzung Exporter-FE:

$$\rho_i = \beta_1 * \ln(y_i) + \dots$$

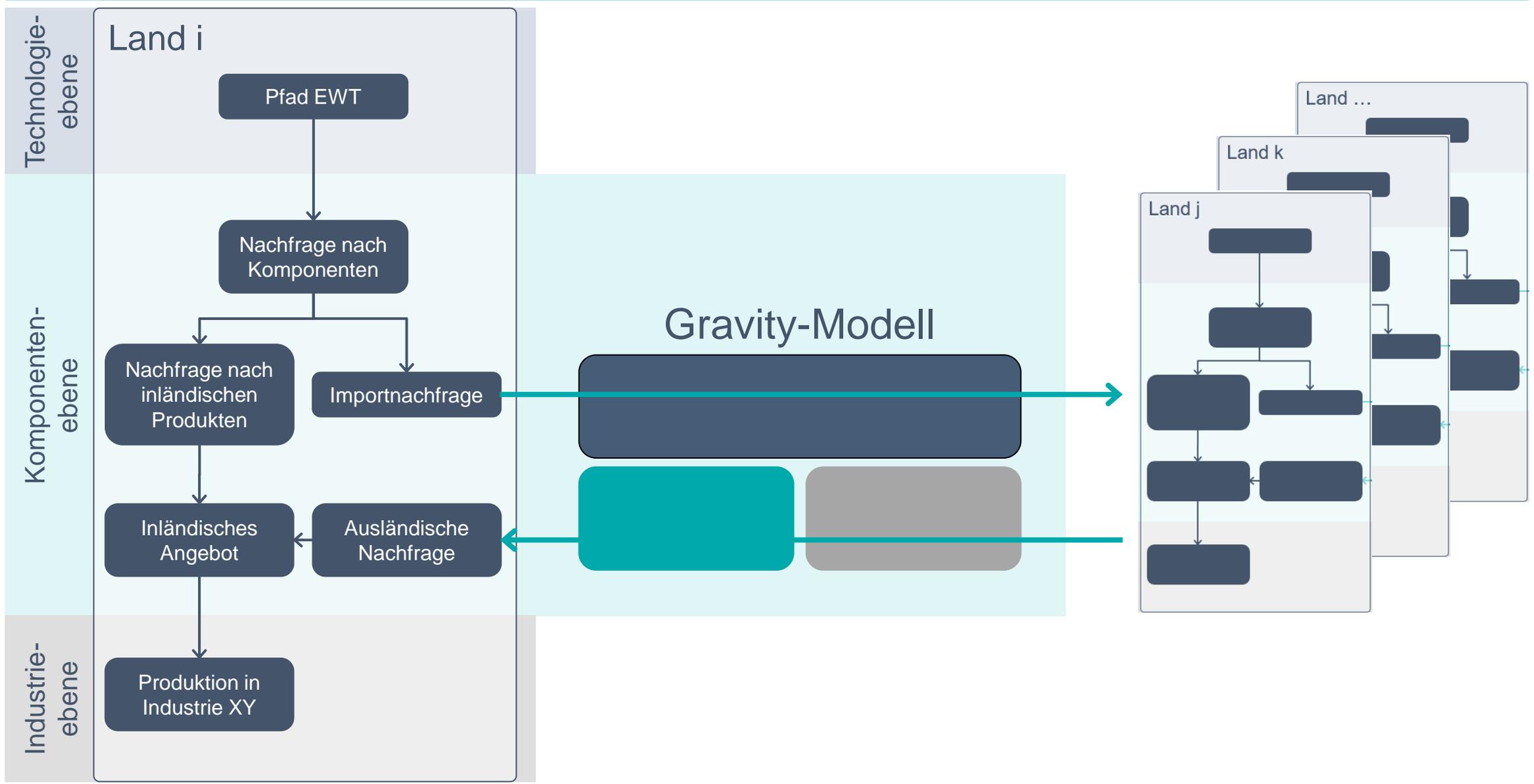
→ Erklärung der Push-Faktoren

Schätzung Importer-FE:

$$\sigma_j = \gamma_1 * \ln(z_j) + \dots$$

→ Erklärung der Pull-Faktoren

Methodik: Modellierung der Impulse durch die EWT



Methodik: Szenarien

			Basis-Szenario	MLP-Szenario
	Zeithorizont		2040	
	Kostenfaktoren		Installations- bzw. Produktionskosten aus dem World Energy Outlook (WEO, IEA 2023)	
	Energiewende- technologien	Fokusländer	Basis-Pfade vom IZES	MLP-Pfade vom IZES: Verzögerter Ausbau der erneuerbaren Energien bzw. langsamere Marktdurchdringung mit E-Autos
		Andere Länder	Pfade werden so angepasst, dass die Ziele aus dem Announced-Pledges-Szenario des WEO getroffen werden	Blieben wie im Basis-Szenario

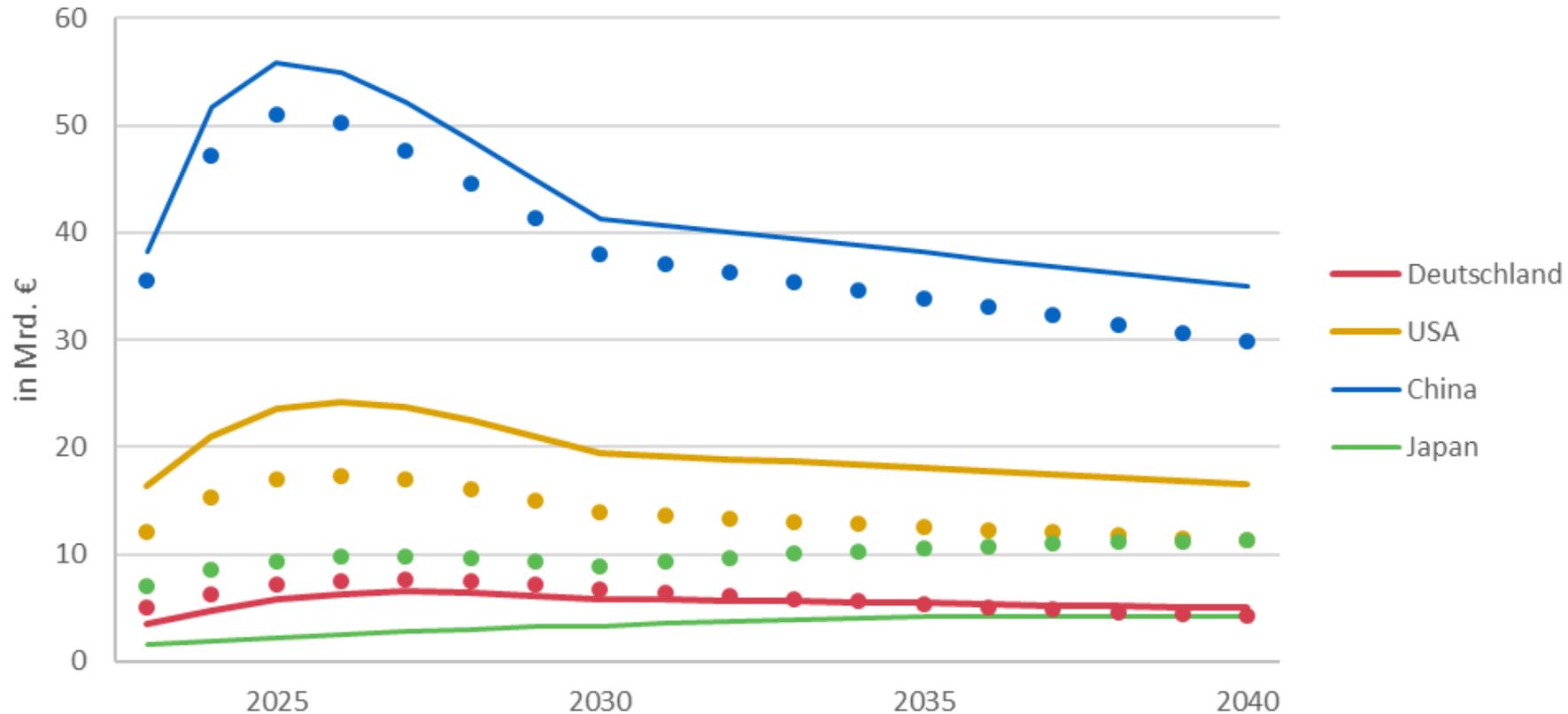
1. Methodik
2. Szenario-Ergebnisse

Basis-Szenario: Ökonomischer Impuls durch EWT (PV)

- ▶ Plateaus bei den Neuinstallationen und sinkende Investitionskosten (€/MW) ergeben eine zurückgehende Nachfrage nach Komponenten für PV-Anlage im Zeitverlauf
- ▶ Die USA und auch China fragen dauerhaft mehr nach als sie produzieren, u.A. südostasiatische Länder sind Nettoexporteure

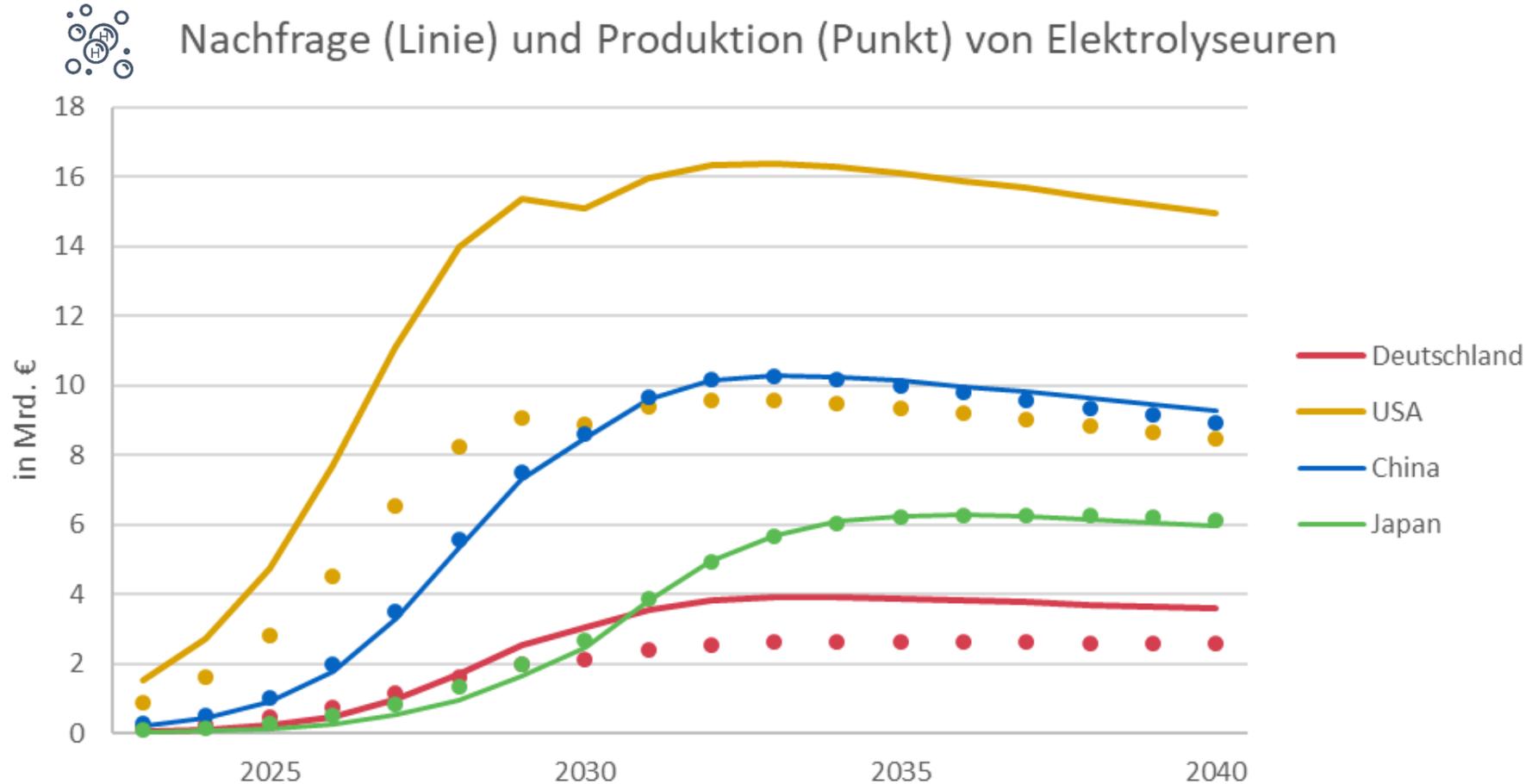


Nachfrage (Linie) und Produktion (Punkt) von PV-Komponenten



Basis-Szenario: Ökonomischer Impuls durch EWT (Elektrolyseure)

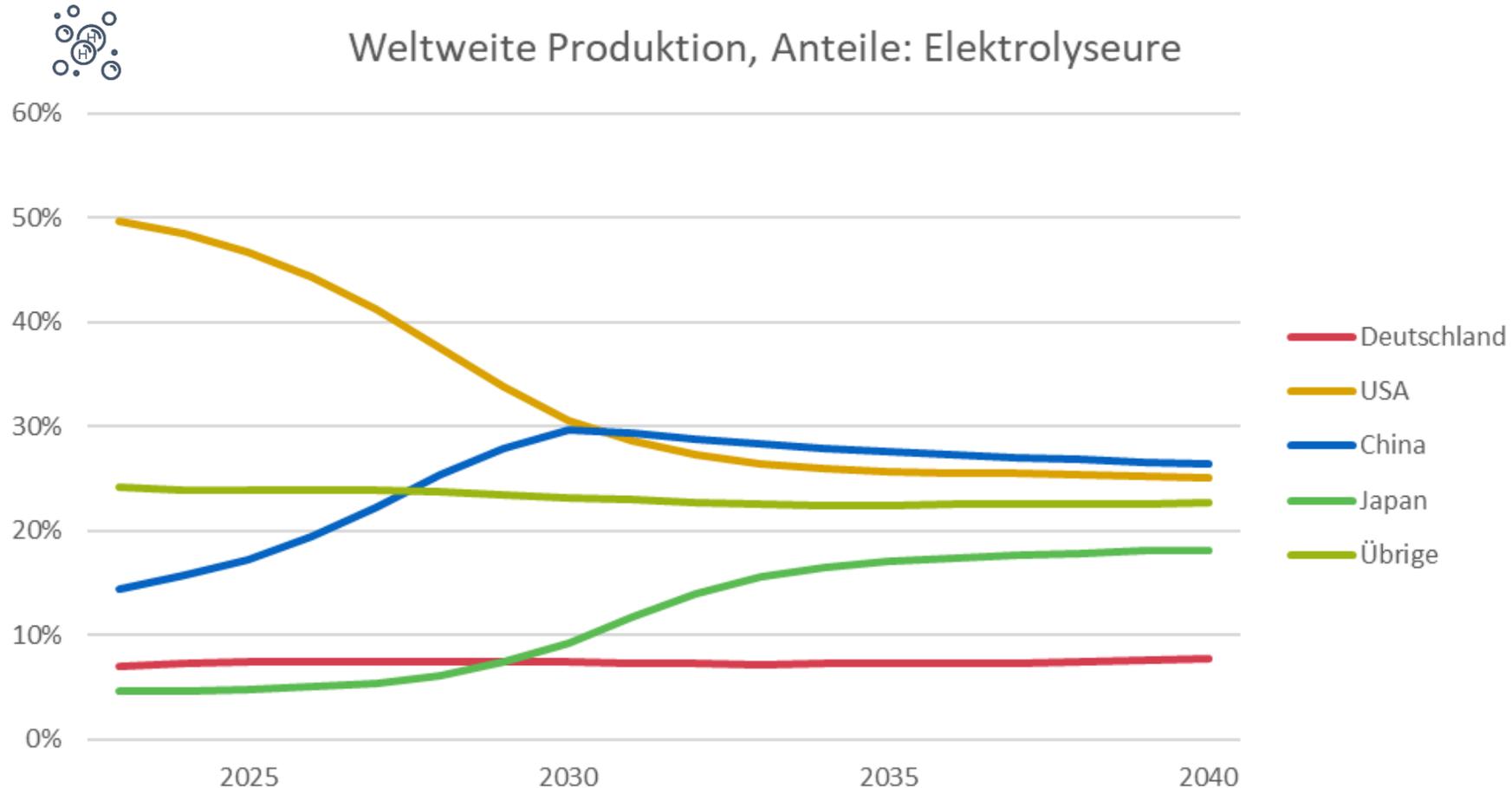
- ▶ Im Fall von Elektrolyseuren ist der Unterschied mit Blick auf die USA noch deutlicher



Basis-Szenario: Weltmarktanteile

- ▶ Neben den Aktivitätsniveaus der einzelnen Länder beeinflussen insbesondere Änderungen der Relativpreise die Handelsströme zwischen den Ländern

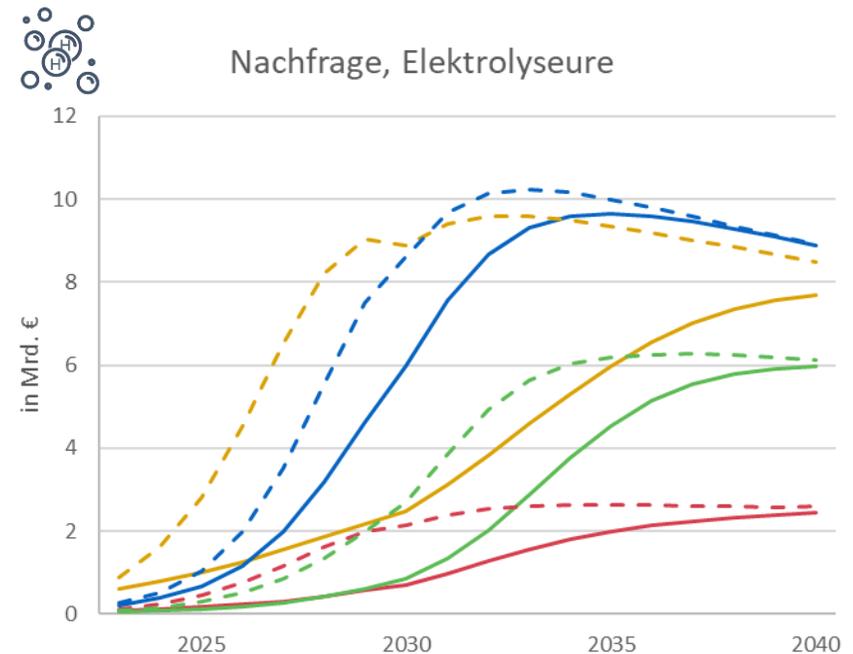
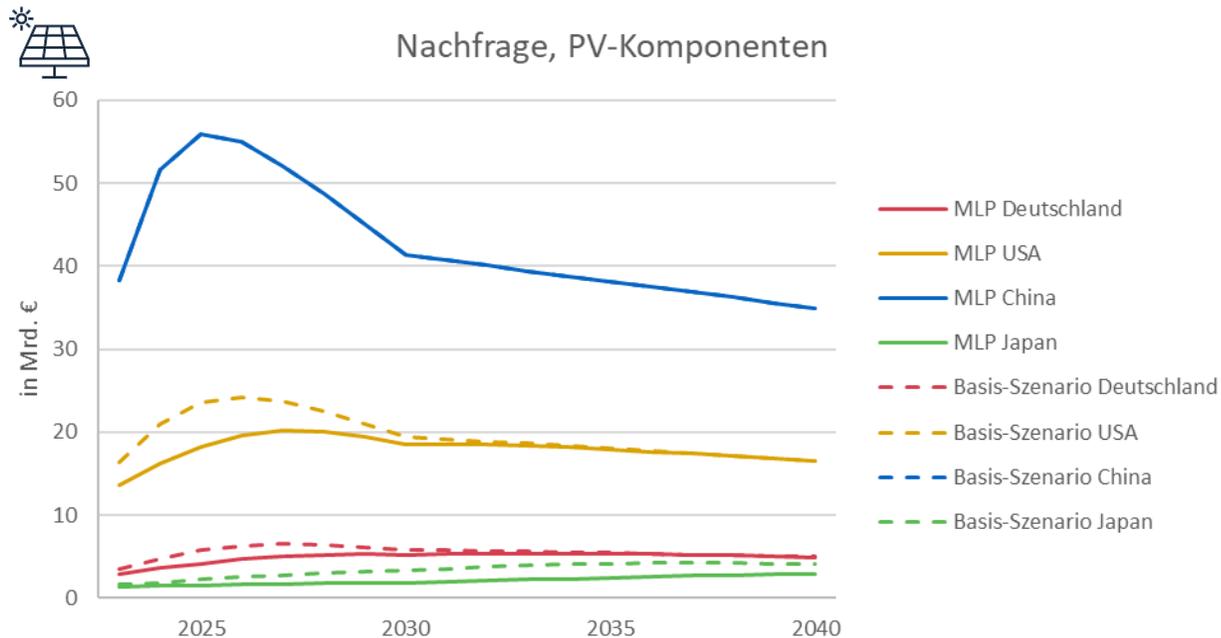
- ▶ Verschiebungen im Bereich der PV-Komponenten halten sich in Grenzen, bei Elektrolyseuren kommt es dagegen zu deutlicheren Veränderungen



MLP-Szenario gegenüber Basis-Szenario

- ▶ Verzögerung führt zu niedrigerer Nachfrage insbesondere in den Jahren bis 2030

- ▶ Für Elektrolyseure ergeben sich deutlichere Unterschiede, insbesondere für die USA

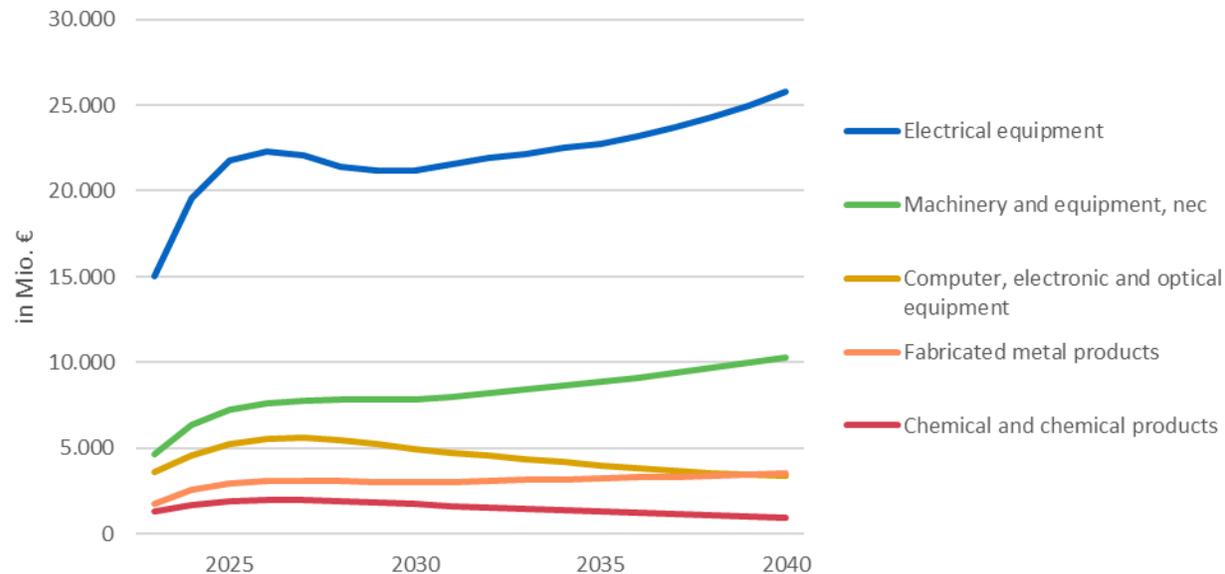


MLP-Szenario gegenüber Basis-Szenario: Sektorale Effekte

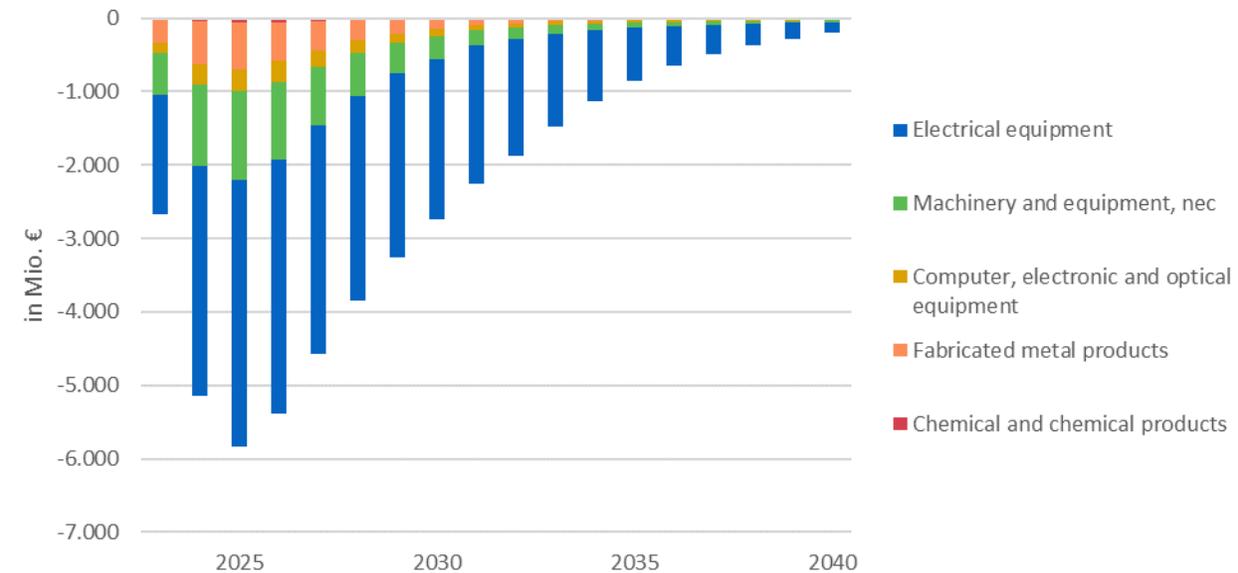
- ▶ Unterschiede sind maßgeblich auf den Zeitraum vor 2030 beschränkt
- ▶ Im Zeitraum nach 2030 gleicht sich der Verlauf des MLP-Szenarios dem Basis-Szenario an
- ▶ Die betrachteten Technologien umfassen neben PV und Elektrolyseuren auch Windenergie und Elektromobilität



Deutsche Produktion von EWT, Basisszenario



Differenz MLP- gegenüber Basisszenario

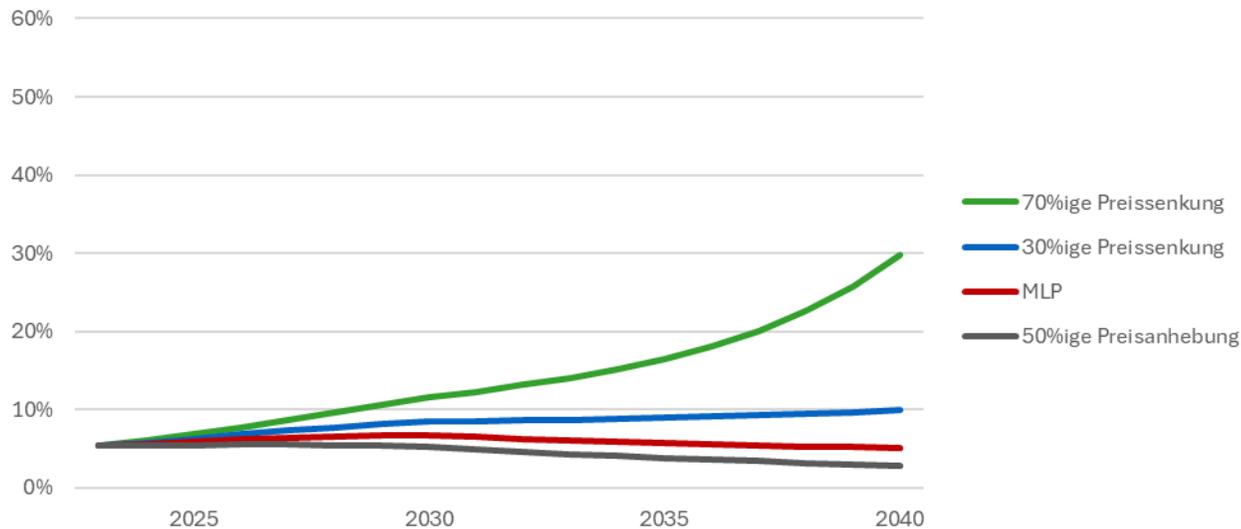


Sensitivitäten – Veränderung deutscher (Output-)Preise – Marktanteile

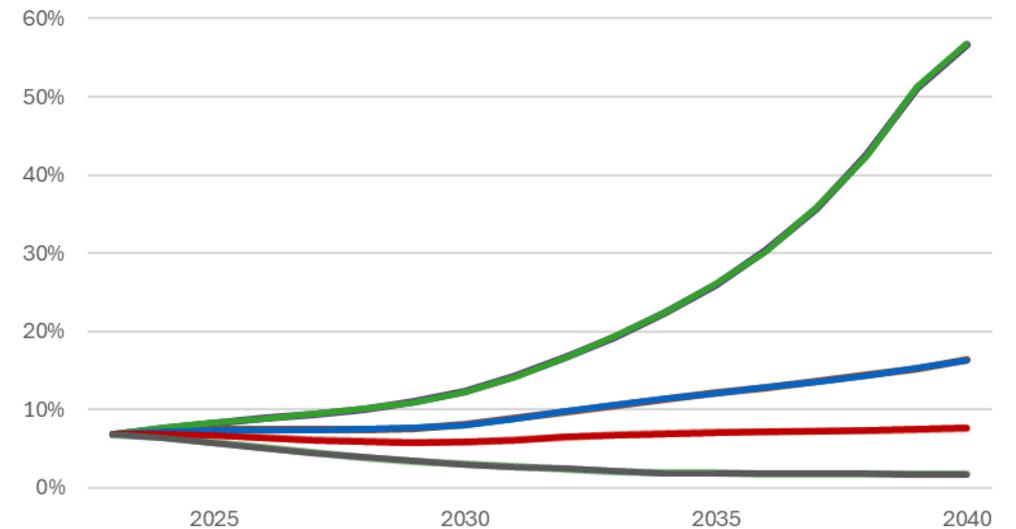
- Für eine deutliche Zunahme von Marktanteilen ist eine deutliche Absenkung der komponentenspezifischen Preise notwendig



Deutscher Anteil an der weltweiten Produktion,
PV-Komponenten



Deutscher Anteil an der weltweiten Produktion,
Elektrolyseure



Diskussion und Fazit - inhaltlich

- ▶ Neuer Ansatz erfasst die ökonomische Dimension von EWT
- ▶ EWT lassen sich sowohl in Handelsströmen als auch Produktionssektoren historisch verorten und mit Blick auf zukünftige Entwicklungen analysieren
- ▶ Bei etablierten Technologien (PV und Wind) ergeben sich im Basis-Szenario nur kleinere Verschiebungen der Welthandelsanteile
 - ⇒ Langfristig notwendige Produktionskapazitäten bald erreicht
- ▶ Bei Elektrolyseuren zeigen sich deutlichere Veränderungen im Laufe der Zeit, ähnlich für E-Mobilität
- ▶ Auswirkungen auf die makroökonomische Ebene sind im Szenarienvergleich begrenzt
 - ⇒ Variationen der exogenen Größen sind auf wenige Technologien/Länder beschränkt
- ▶ Änderungen der Komponenten-spezifischen Preise führen zu Handels- und Produktionseffekten
 - ⇒ Verhältnismäßig starke Absenkung notwendig, die in der Realität nur mit entsprechendem Aufwand (Förderung) oder Technologiesprung zu erzielen wäre

Diskussion und Fazit - methodisch

- ▶ Über technologiespezifische Kosten (Investitionskosten) und ihre Verläufe über die Zeit sind länderspezifische Informationen nicht systematisch erfasst und verfügbar
- ▶ Der Zusammenhang zwischen produziertem Technologie-Output und Kostensenkungen wird nicht explizit modelliert → Wünschenswert wäre die Integration von Lernkurveneffekten
- ▶ Zuordnung von Komponenten zu 6-Steller-Güterpositionen der Außenhandelsstatistik ist von zentraler Bedeutung für die Modellierung der Handelsstruktur, weist allerdings die Dual-Use-Problematik auf
 - ▶ Zudem Nutzung der älteren HS07-Klassifikation zwecks längerer Datenverfügbarkeit, dies erschwert allerdings die Verortung
- ▶ Für EU-Länder liegen Import-Anteile güterscharf (6-Steller-Ebene, Eurostat) vor, während für die nicht-europäischen Länder lediglich die Anteile übergeordneter Wirtschaftszweige herangezogen werden können
- ▶ Preisinformationen sind nur für den Gütern zugeordnete Wirtschaftszweige verfügbar, Indexreihen berücksichtigen zudem keine historischen Niveauunterschiede
- ▶ Für die Modellierung erfolgte ein Angleichen der unterschiedlichen Ebenen heterogener Datensätze

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Christian Lutz

T +49 (0) 541 40933 - 120

E lutz@gws-os.com

Geschäftsleitung, Leitung des Bereichs Energie und Klima



Maximilian Banning

T +49 (0) 541 40933 - 286

E banning@gws-os.com

Wissenschaftlicher Mitarbeiter (Energie und Klima)



Lisa Becker

T +49 (0) 541 40933 – 287

E becker@gws-os.com

Wissenschaftliche Mitarbeiterin (Energie und Klima)



Dr. Katharina Hembach-Stunden

T +49 (0) 541 40933 - 220

E hembach-stunden@gws-os.com

Wissenschaftliche Mitarbeiterin (Energie und Klima)