

# InnoFuels: Analyse der standortoptimierten Aufstellung der Wertschöpfungskette zur Gewinnung von synthetischem Kerosin

Vorstellung erster Ergebnisse beim gemeinsamen Lunch Talk von Azare und InnoFuels

Katharina Göckeler, Peter Kasten, Christoph Heinemann, Roman Mendelewitsch | Zoom, den 26.05.2026

## Hintergrund und Ziele



Der **Flugverkehr** hat das Vor-Corona-Niveau erreicht mit weiter **steigender Tendenz**. Kerosin basiert **fast ausschließlich auf fossilen Quellen** mit **hohen Importabhängigkeiten**.



**Klimaschutzstrategien** im Luftverkehr setzen auf **erneuerbare Flugtreibstoffe**. Die EU schreibt dafür **steigende Quoten** vor, darunter eine **Subquote für E-Kerosin** mit durchschnittlich 1,2% in 2030/2031, 5% ab 2035 und 10% ab 2040 (ReFuelEU aviation).

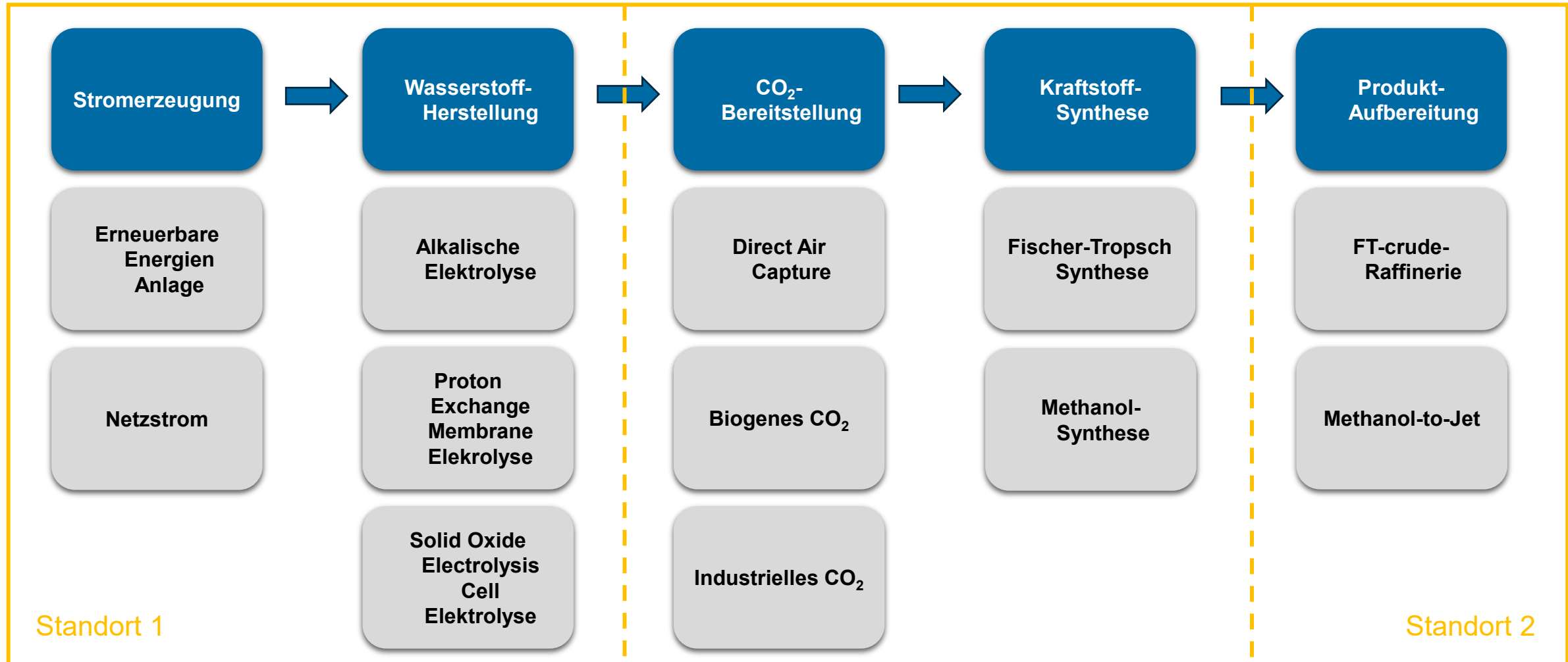


**Derzeit fehlen** ausreichende **Produktionskapazitäten** für E-Kerosin und **angekündigte Projekte scheitern** zum Teil an der Finanzierung. Voraussichtlich werden bereits 2030 Importe zur Erfüllung der Quoten notwendig.





**Ziel der Analyse** ist die Identifikation **kostengünstiger Produktionsstandorte**, plausibler **Import- und Produktionspfade** sowie potenzieller **lokaler Wertschöpfungsschritte** in Europa entlang der E-Kerosin-Wertschöpfungskette

# E-Kerosin Wertschöpfungsketten und Varianten



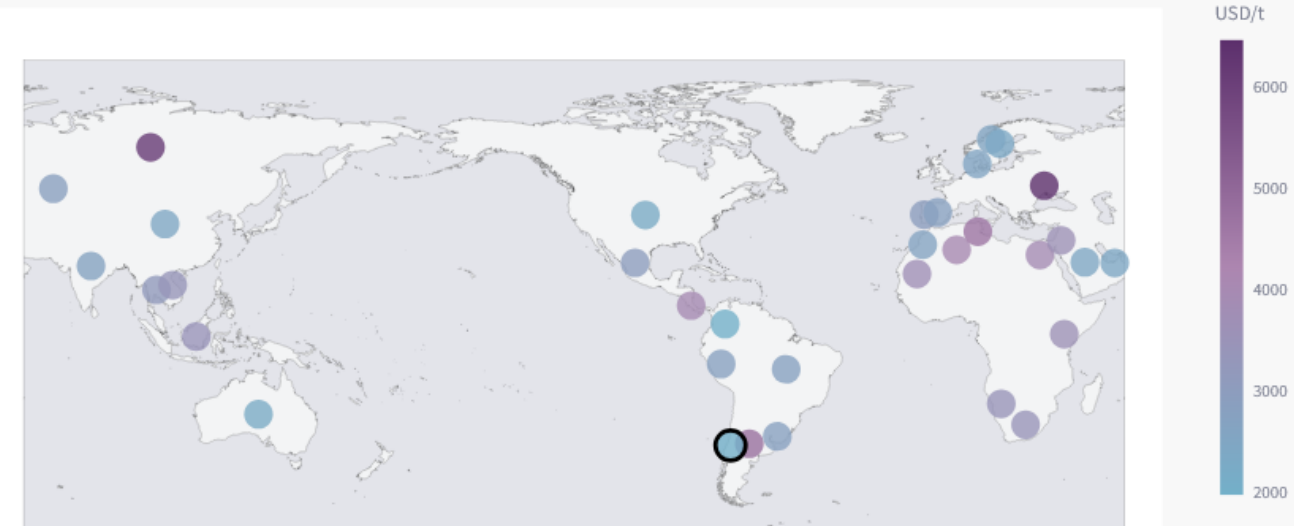
# PtX Business Opportunity Analyser

-  Info
-  Costs
- Market Scanning
- Deep-Dive Countries
- Optimization
- Input Data
- Country Fact Sheets
- Certification Schemes
- Sustainability
- Literature

[Help](#) 


## Cost of exporting FT e-fuels (AEL) to Germany



This map shows delivered costs for the selected product and demand country, for different source regions. Move your mouse over a marker for additional information.







Online-Tool als Datengrundlage für die Analyse mit Aktualisierungen für die Prozesse zur Kraftstoffsynthese, Produktaufbereitung und CO<sub>2</sub>-Bereitstellung.



Die Daten können der [Dokumentation](#) entnommen werden.


**Main settings** 


Supply country / region:  Chile 



Demand country:  Germany 

Product:  Electrolyzer type: 


FT e-fu...  AEL 


Renewable electricity source (only for selected supply region, other regions use  Wind-PV hybrid):

Wind-PV-Hybrid 

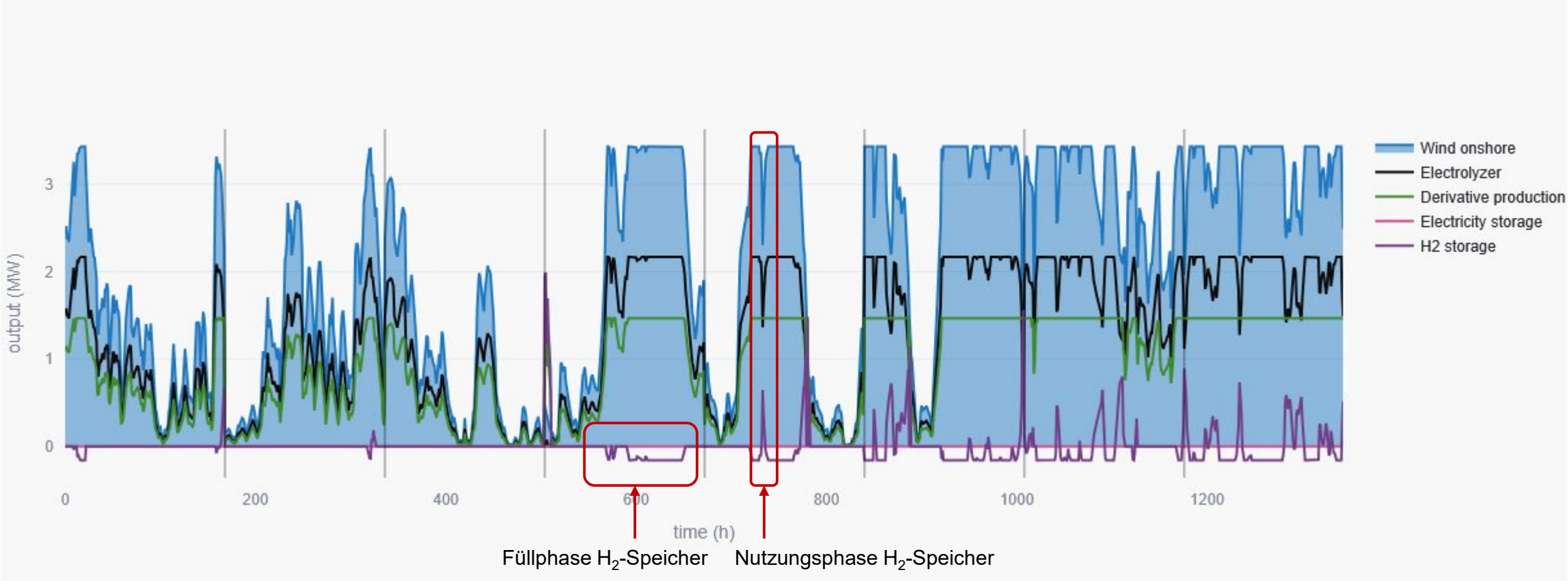
Data year:  Cost assumptions: 

2030  2040  high  medium  low

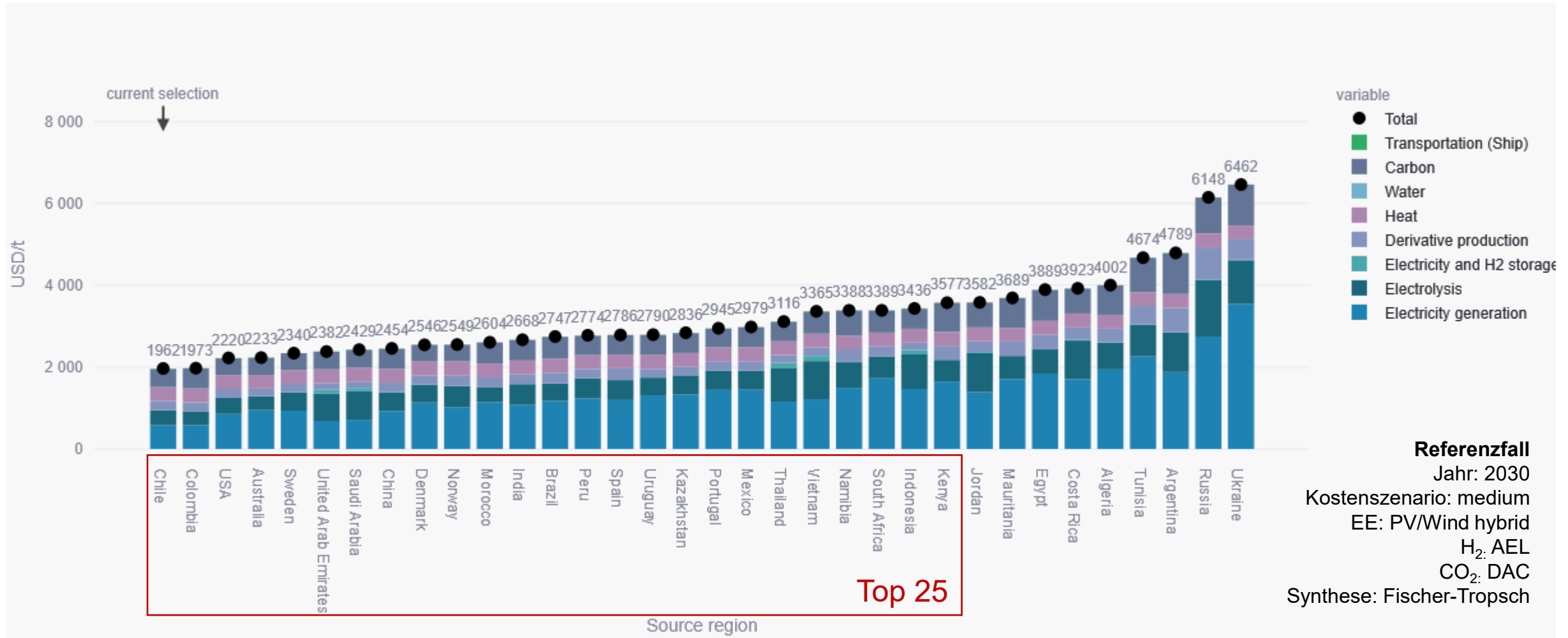
**Additional settings** 

Edit input data 

# PtX BOA Tool optimiert für ausgewählte Länder die Anlagenauslastung und Speicherbedarfe



# Länderauswahl nach Top-Standorten im PtX BOA Tool



# Diverse Länderauswahl zur Herstellung von E-Kerosin

**Zielland: Deutschland**



**Frankreich**

- + Low-carb. Stromnetz
- + Direkte Landverbindung & Planung H<sub>2</sub>-Pipeline
- + CO<sub>2</sub> Alternativen: Marktanteil Biogas: 7%, Zement-/Kalkindustrie

**Dänemark**

- + Günstige Standorte Wind
- + Stromnetz bald >90% EE
- + Direkte Landverbindung
- + Marktanteil Biogas: 3% (kaum Zement-/Kalkind.)

**Norwegen**

- + Günstige Standorte Wind
- + Stromnetz >90% EE
- + Geringe Transportdistanz

**Spanien**

- + Günstige Standorte Wind/PV
- + Indirekte Landverbindung
- o Zement-/Kalkindustrie

**Portugal**

- + Günstige Standorte Wind/PV
- + Strom >90% EE in 2030
- + Indirekte Landverbindung

**USA**

- + Günstige Standorte Wind/PV
- + CO<sub>2</sub> Alternativen: Marktanteil Biogas/ Bioethanol: 17%/50%, starke Zement-/Kalkindustrie
- Große Transportdistanz

**Chile**

- + Günstige Standorte Wind
- Kaum Süßwasser
- Große Transportdistanz

**Namibia**

- + Günstige Standorte Wind/PV
- + Strateg. Partnerschaft H<sub>2</sub>
- Große Transportdistanz
- Kaum Süßwasser
- Hoher WACC, ggf. Sonderwirtschaftszone

**Vereinigte Arab. Emirate**

- + Günstige Standorte PV
- + Mittlere Transportdistanz
- Kaum Süßwasser
- Kaum Bio-CO<sub>2</sub>, aber Zementindustrie

**Indien**

- + Günstige Standorte Wind/PV
- + Strateg. Partnerschaft u.a. H<sub>2</sub>
- + CO<sub>2</sub> Alternativen: Markt. Bioethanol: 4%, starke Zement-/Kalkindustrie
- Große Transportdistanz

# Analysierte Varianten der Wertschöpfungskette



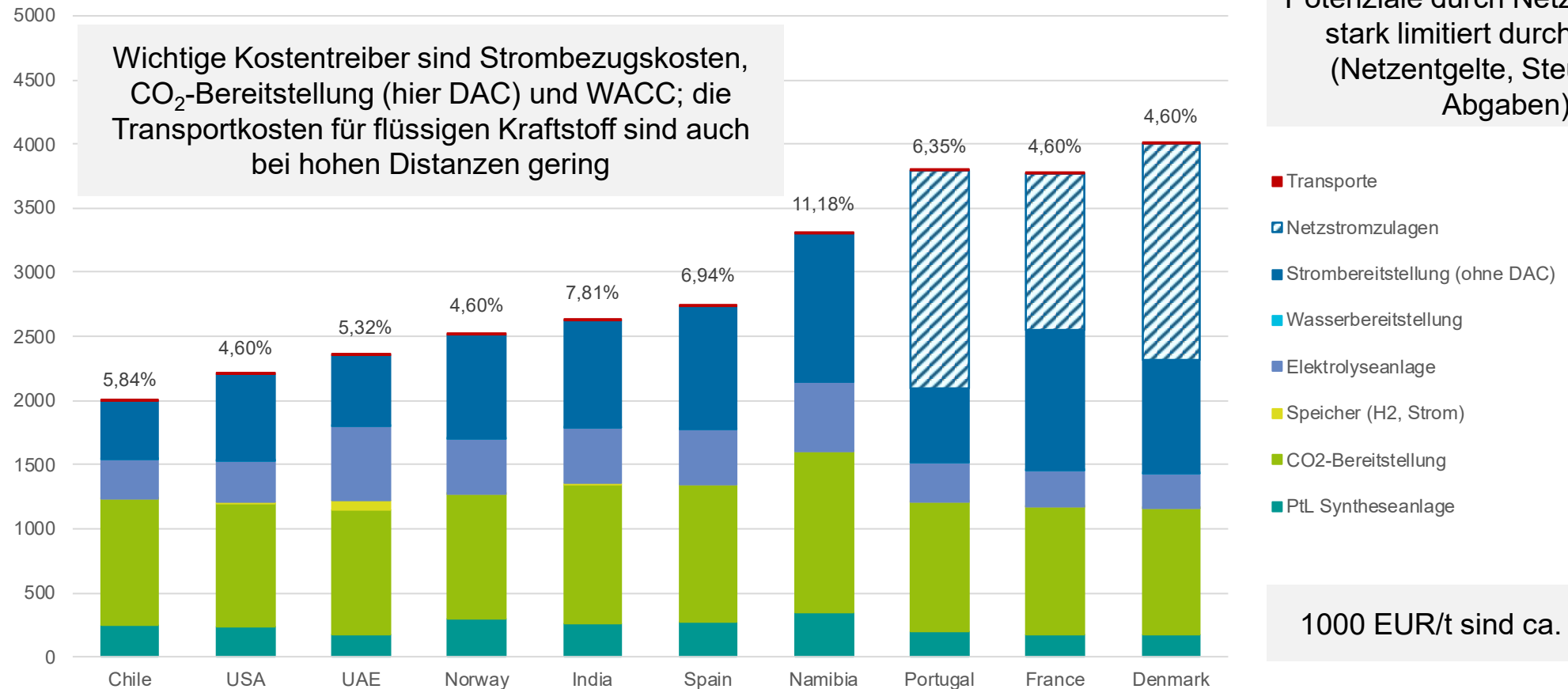
## Übersicht der Varianten:

- Stromnetzbezug für H<sub>2</sub> (Light blue box)
- Kostenszenarien Einzelstufen (Light green box)
- Vergleich CO<sub>2</sub>-Quellen (Yellow box)
- H<sub>2</sub> Export (Blue box)
- Syncrude / Methanol Export (Teal box)

**Kombinationen ergeben in Summe etwa 50 Wertschöpfungsketten**

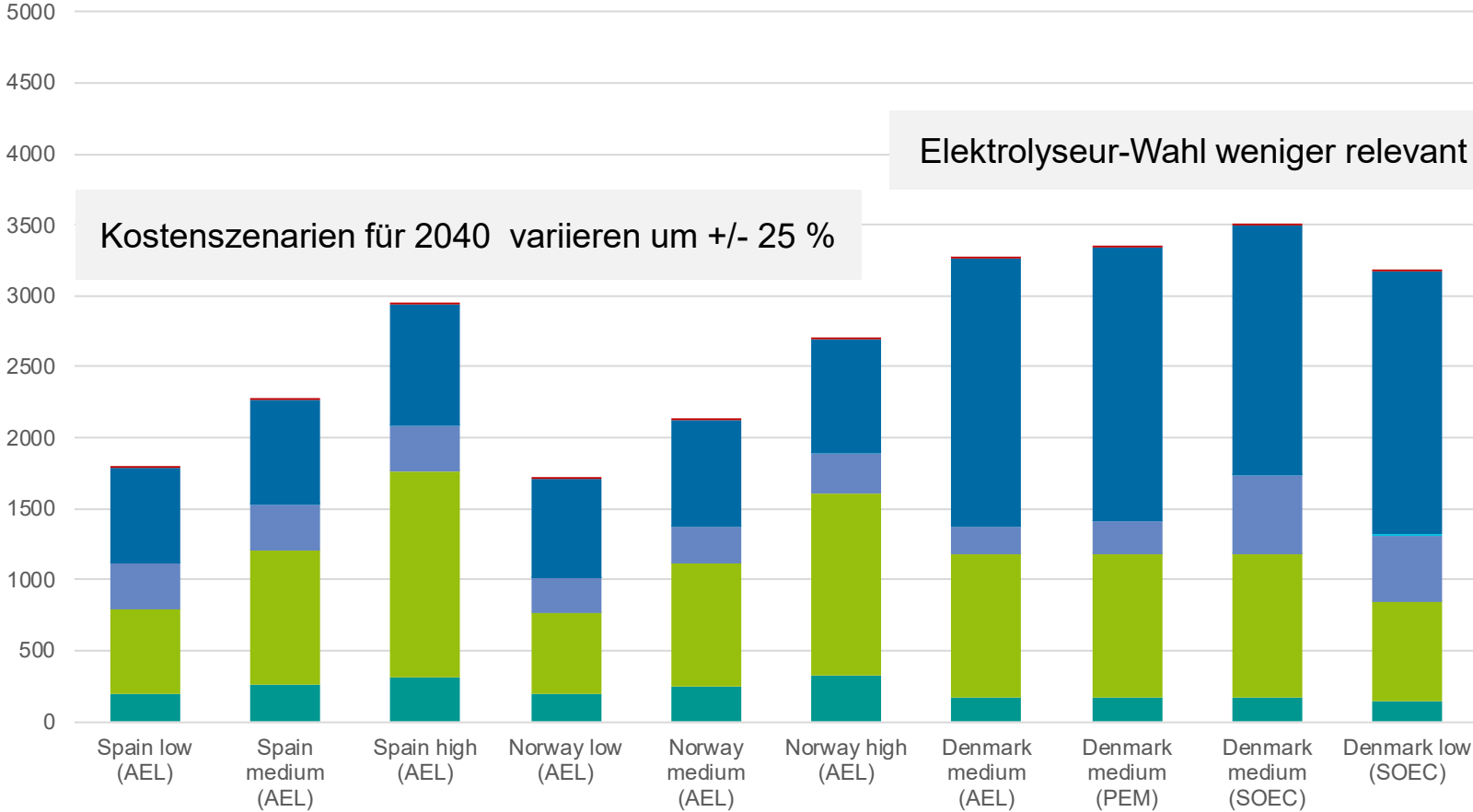
# Große Kostenspanne beim Strombezug im Ländervergleich

Bereitstellungskosten FT-Kerosin 2030 (medium) in EUR/Tonne und WACC in %



# Technologie-Kostenspannen für 2040 verdeutlichen Einsparpotenziale und Unsicherheiten

Bereitstellungskosten FT- Kerosin 2040 in EUR/Tonne



- Transporte
- Strombereitstellung (ohne DAC)
- Wasserbereitstellung
- Elektrolyseanlage
- Speicher (H2, Strom)
- CO2-Bereitstellung
- PtL Syntheseanlage

**Capex in Kostenszenarien:**  
 Elektrolyse:  
 - AEL 860 EUR/kW  
 - PEM 1070 EUR/kW  
 - SOEC: 1900-2650 EUR/kW  
 DAC: 200-500 EUR/t CO<sub>2</sub>  
 Synthese: 1200-1800 EUR/kW

# Analysierte Varianten der Wertschöpfungskette



## Übersicht der Varianten:

- Stromnetzbezug für H<sub>2</sub>
- Kostenszenarien Einzelstufen
- Vergleich CO<sub>2</sub>-Quellen
- H<sub>2</sub> Export
- Syncrude / Methanol Export

**Kombinationen ergeben in Summe etwa 50 Wertschöpfungsketten**

# Annahmen für alternative CO<sub>2</sub>-Bezugsquellen

## Biogenes CO<sub>2</sub>

- Bioethanol: 50 - 100 EUR/t CO<sub>2</sub> (hohe Marktanteile in USA, und geringer in Indien)
- Biomethan: 50 - 250 EUR/t CO<sub>2</sub> (hohe Marktanteile in Deutschland und geringer in Frankreich)
- Preisspannen sehr hoch (abhängig von Anlagengröße, Abscheidetechnik, Kostenallokation, etc.)

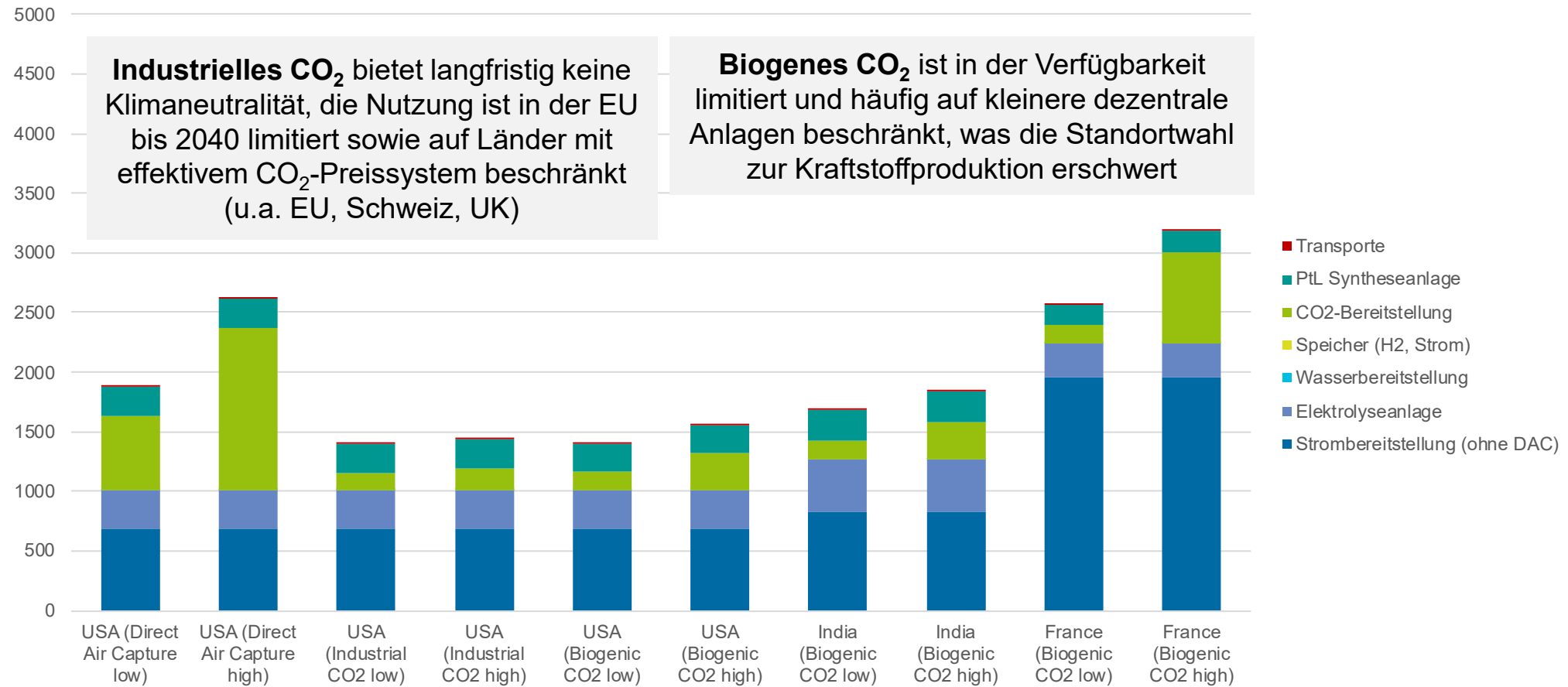
## Industrielles CO<sub>2</sub>

- Zement-/Kalkwerke: 50 - 100 EUR/t CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> aus Grundstoff und Prozess)
- Zementindustrie sehr stark in Indien und USA
- In DE und FR setzt der CO<sub>2</sub>-Preis des EU- ETS das Preissignal durch „konkurrierende“ permanente Speicheroptionen
- Preisspannen reflektieren Unsicherheiten durch Transportaufwände, Aufbereitung etc.

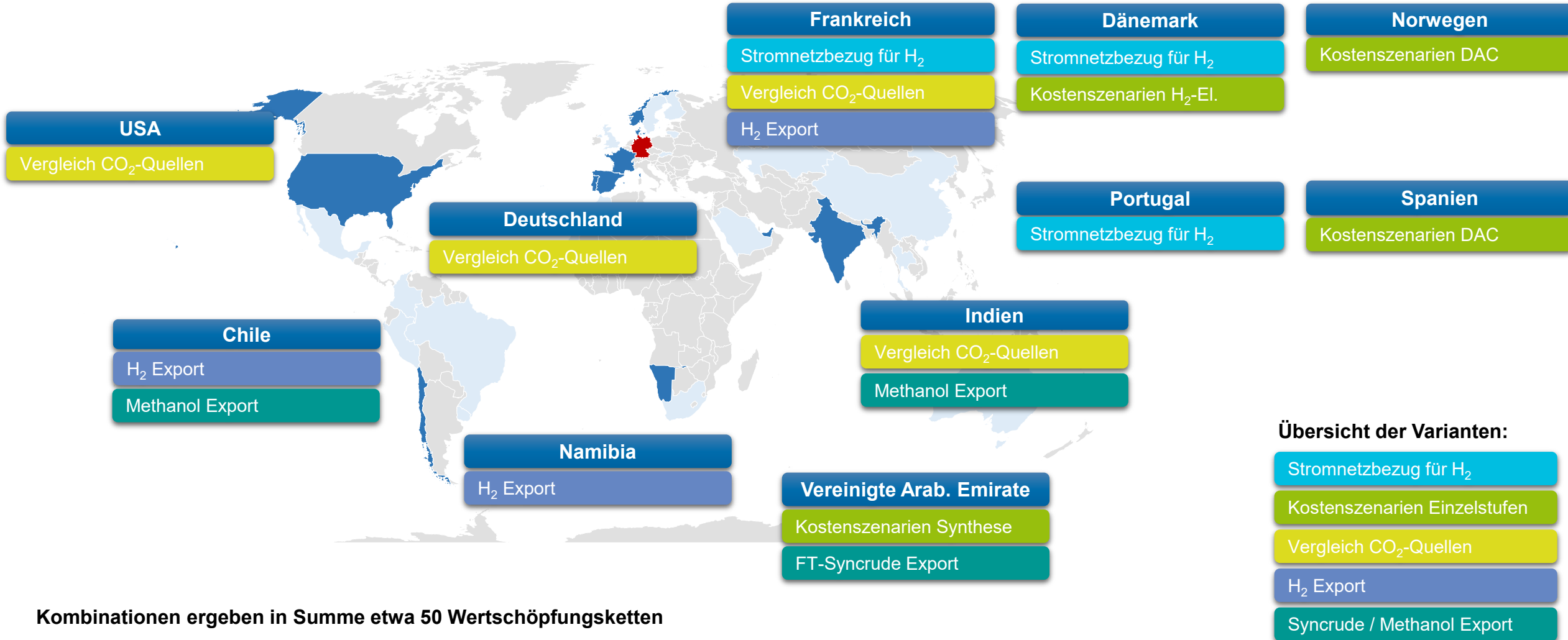
**Direct Air Capture** im Vergleich: 200 - 500 EUR/t CO<sub>2</sub>

# Alternative CO<sub>2</sub>-Quellen senken potenziell Kosten, sind jedoch nur eingeschränkt nutzbar

Bereitstellungskosten FT- Kerosin 2030 in EUR/Tonne

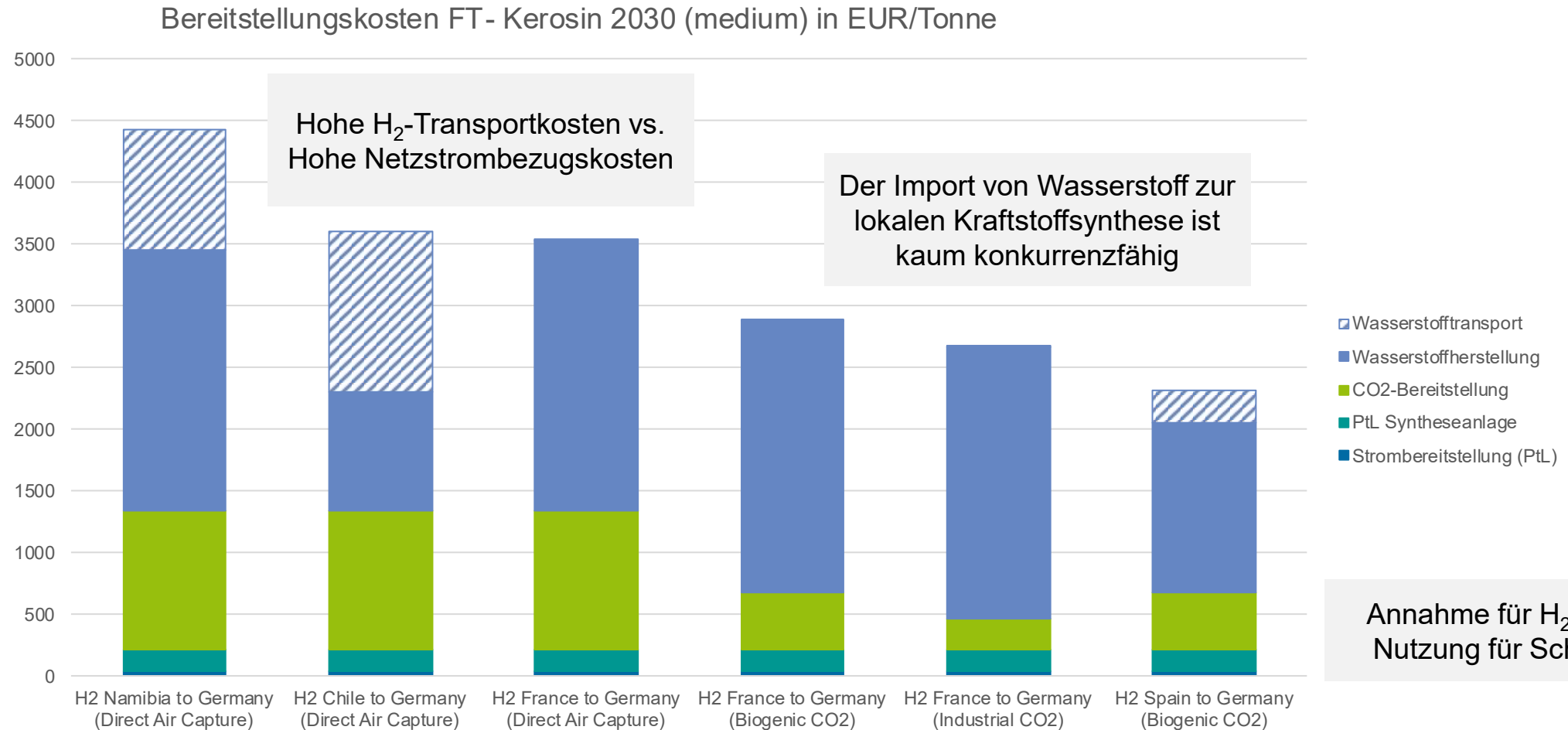


# Analysierte Varianten der Wertschöpfungskette



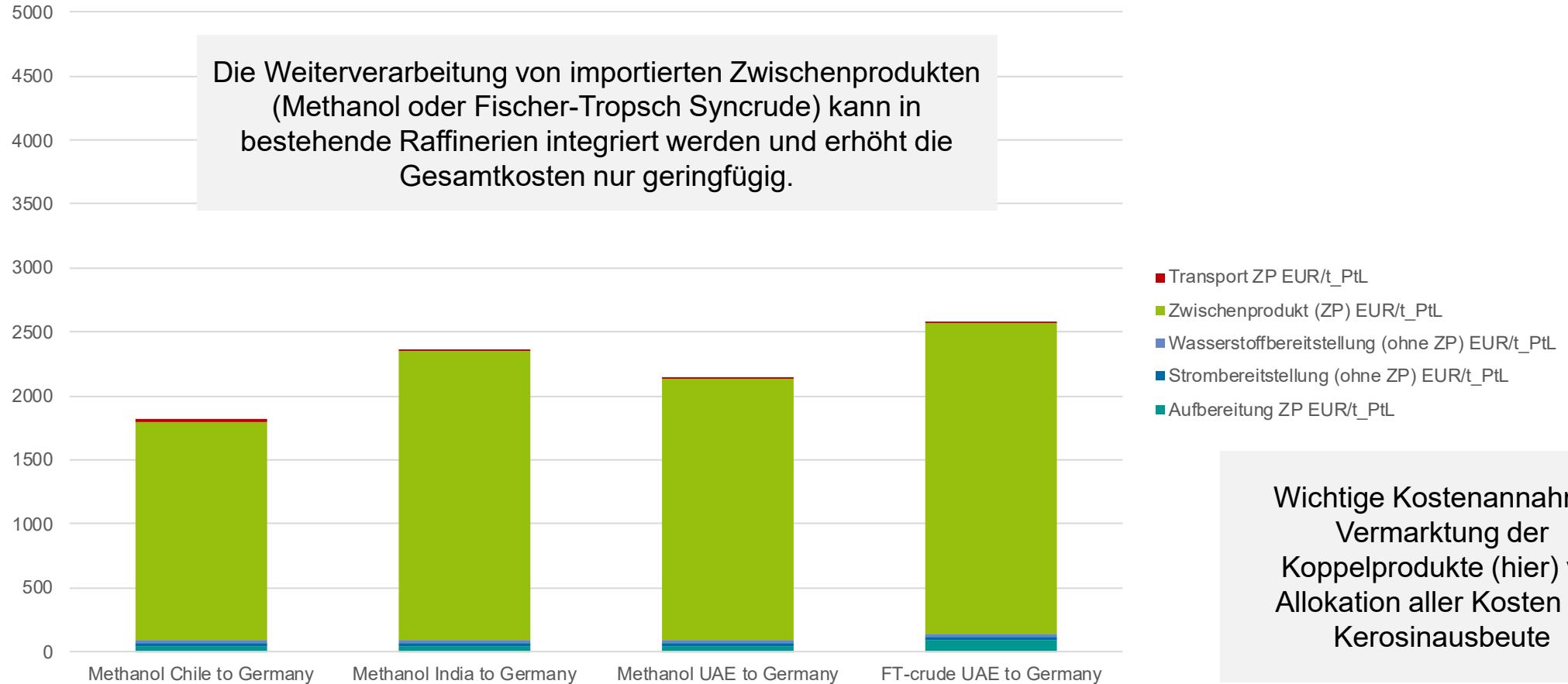
**Kombinationen ergeben in Summe etwa 50 Wertschöpfungsketten**

# Wasserstofftransport reduziert Kostenvorteile günstiger Standorte



# Lokale Produktaufbereitung erhöht Kosten nur geringfügig

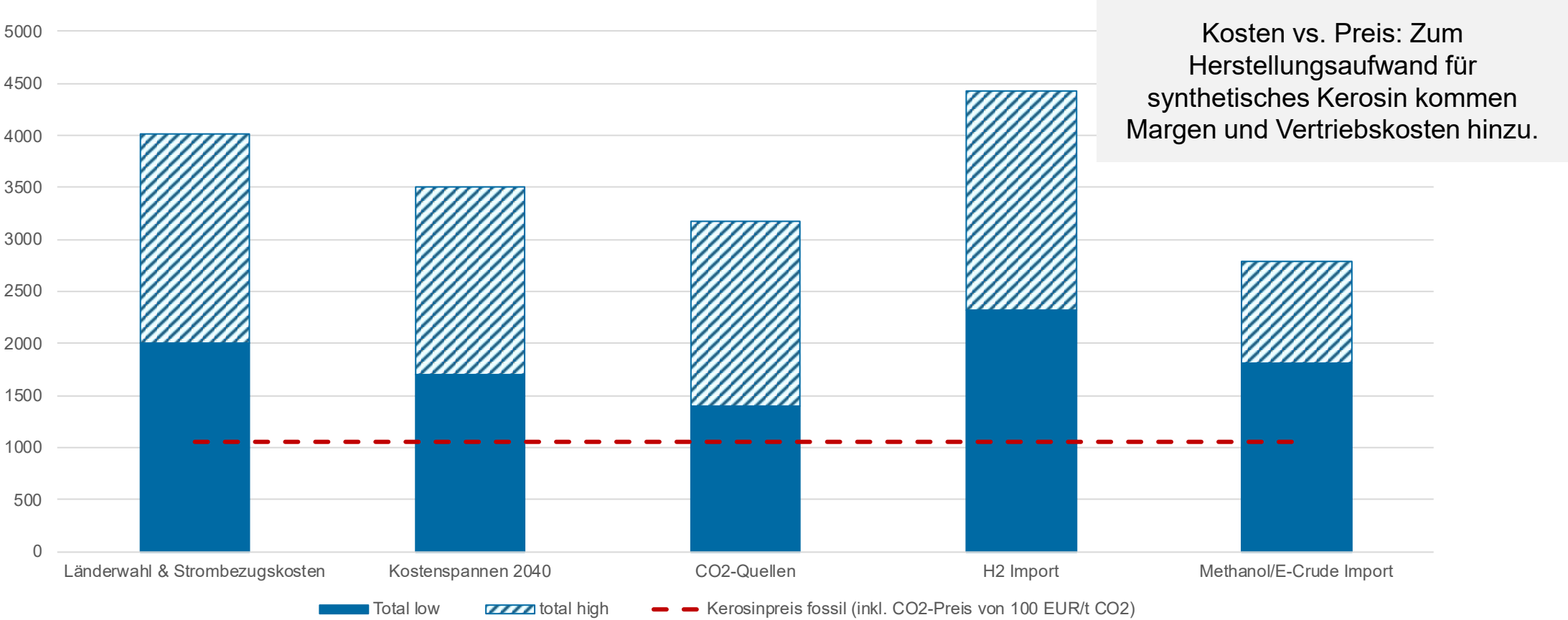
Bereitstellungskosten E- Kerosin 2030 (medium) in EUR/Tonne



**Wichtige Kostenannahme:**  
 Vermarktung der Koppelprodukte (hier) vs. Allokation aller Kosten auf Kerosinausbeute

# Übersicht der Kostenspannen der Herstellungsvarianten im Vergleich zum Marktpreis von fossilem Kerosin

Bereitstellungskosten E- Kerosin in EUR/Tonne



## Fazit

- Die **wesentlichen Kostentreiber** bei der Herstellung von E-Kerosin sind **Strombezugskosten, CO<sub>2</sub>-Quelle sowie Finanzierungskosten** bzw. Zinssätze.
- Die Stromkosten pro Tonne E-Kerosin unterscheiden sich international erheblich; die **kostengünstigsten Produktionsstandorte** liegen überwiegend **außerhalb Europas**.
- Beim **Bezug von Netzstrom** übersteigen die **hohen Netznutzungskosten** häufig die Vorteile einer **besseren Anlagenauslastung**.
- **Kostenprognosen** sind weiterhin mit **hohen Unsicherheiten** behaftet, da zentrale Technologien noch nicht vollständig etabliert bzw. skaliert sind.
- Für eine **lokale Weiterverarbeitung** mit zusätzlicher Wertschöpfung erscheint der **Import von Methanol oder E-Crude** gegenüber Wasserstoff vorteilhafter.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Haben Sie noch Fragen?