Studienpräsentation

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Aspekte einer Power-to-X Roadmap – Technologien, Märkte und erforderliche Rahmenbedingungen

Philipp Nießen, Energie- und Klimapolitik,
Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
Wien, WEC Austria – Generalversammlung
21. November 2018

Power-to-X wird ein Schlüsselthema für die Energiewende - national wie international

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Hintergrund der Studie	• Das globale Energiesystem muss sich in den nächsten Jahrzehnten grundlegend auf klimaneutrale Energiequellen umstellen, um die langfristigen Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen.
	• Der Übergang zur Klimaneutralität basiert auf einer Reihe von Schlüsselelementen, wie zum Beispiel
	  • Steigerung der Effizienz von Energieanwendungen,
	  • Förderung der Versorgung mit erneuerbaren Energiequellen (RES) und
	  • Einsatz anderer Formen klimaneutraler Technologien, wie Kernkraft oder CO2-Abscheidung und -Speicherung (CCS).

Fokus der Studie	• Wir konzentrieren uns auf synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff aus erneuerbarer Energie (Power-to-X oder PtX), analysieren...
	  • ...die mögliche zukünftige Rolle von PtX in der globalen Energiewende
	  • ...potenzielle PtX-Exportländer (Fallstudien)
	  • ...die Grundpfeiler einer möglichen Roadmap zu einem zukünftigen globalen PtX-Markt.

Ansatz	• Meta-Analyse von aktuellen Studien • Drei Workshops mit Netzwerk des WEC Deutschland • Interviews mit PtX- und Länderexperten

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

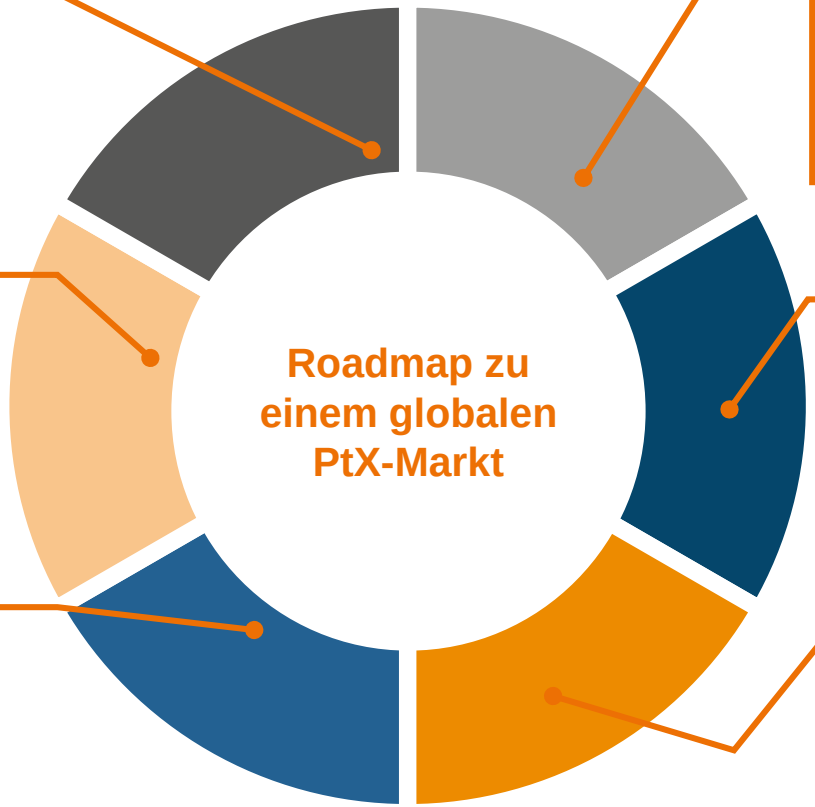
Die Roadmap zu einer globalen PtX-Industrie basiert auf den Anforderungen und Möglichkeiten der globalen Energiewende

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

1 PtX ist ein elementarer Bestandteil der Energiewende

2 Importe von grünen synthetischen Kraftstoffen und die Entwicklung eines globalen PtX-Marktes unterstützen die Energiewende.

3 Ein globaler Markt für PtX kann sehr groß sein - was zu erheblichen Investitionen führt.



4 Es gibt eine große Anzahl von PtX-Produzentenländern - jedes mit individuellen Motiven & Anreizen.

5 Die Roadmap zu einem globalen PtX-Markt basiert auf 3 Säulen:

- Technologien
- Nachfrage/Märkte
- Angebot/Investitionen

6 Timing und komplexe Interdependenzen erfordern einen koordinierten Ansatz zur Entwicklung eines internationalen PtX-Marktes.

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Der zukünftige globale PtX-Markt wird auf eine signifikante Größe steigen

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Entspricht Elektrolyseur Kapazität von 3,000-6,000 GW

	Low Case	Referenz Case	High case
PtX Markt	Ca. 10,000 TWh	Ca. 20,000 TWh	Ca. 41,000 TWh

PtX final Nachfrageanteil

PKW | LKW | Marine | Luftfahrt | Bahn | HH | GHD | Industrie | Other

Szenarien auf Basis der angenommenen Marktanteile

Low Case | Referenz Case | High Case

Einteilung in Sektoren

Einteilung in geographies

Endenergiebedarf nach Sektoren & Regionen *(WEO, IEA)*

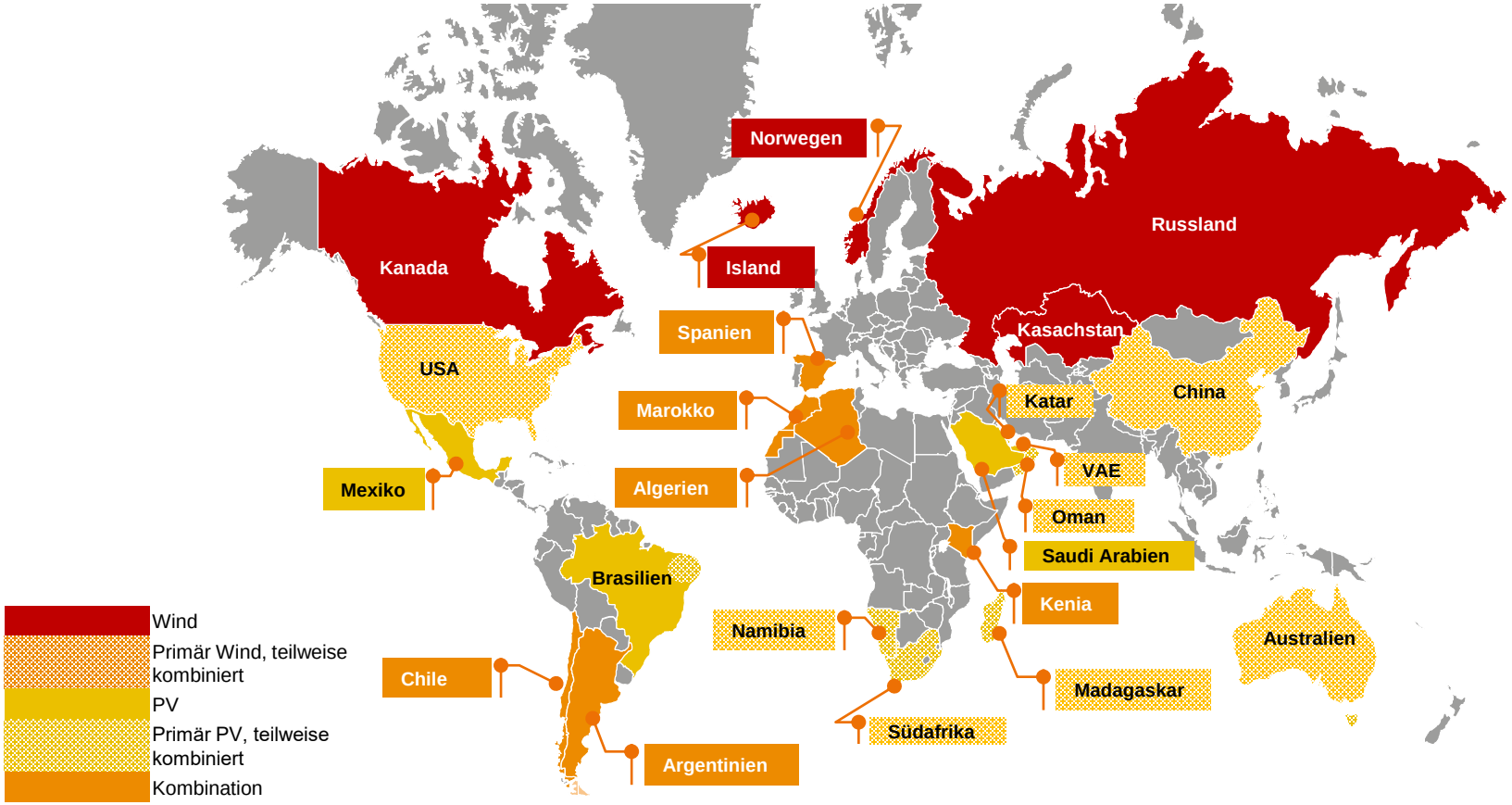
Quelle: Frontier Economics based on IEA, World Energy Outlook 2016, New Policies Scenario

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Potenzielle PtX-Produzentenländer benötigen eine Kombination verschiedener Faktoren

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

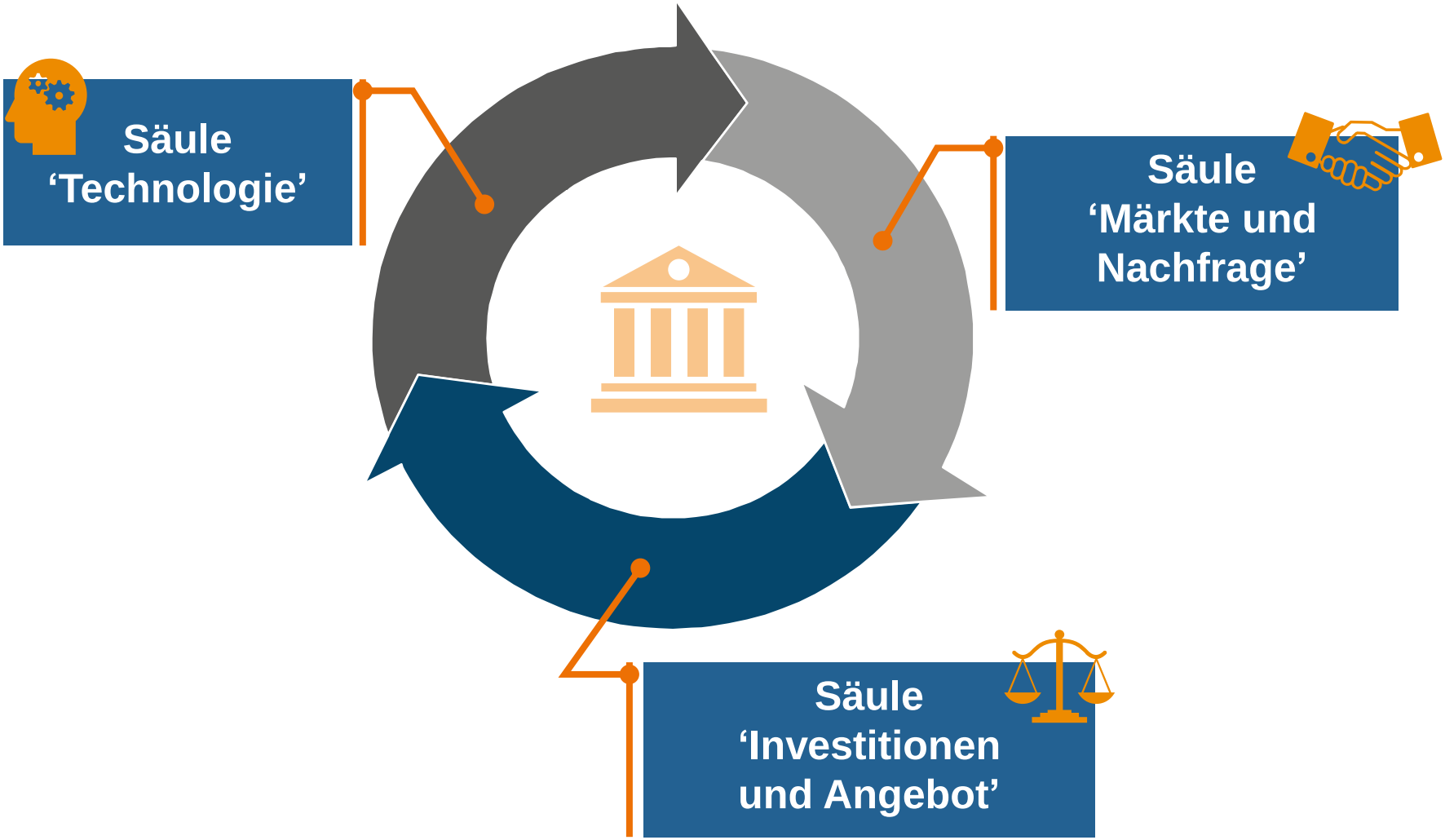
Verschiedene Länder weisen ein starkes Potenzial für die PtX-Produktion/Exporte auf....



© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Eine PtX-Roadmap zu einem internationalen Markt erfordert einen nachhaltigen Rahmen

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND



© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Säule "Technologien":
Die Entwicklung einer PtX-Industrie erfordert technologischen Fortschritt

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

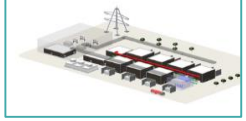
0,1 MW → 1 MW → 10 MW → 100 MW → 1000 MW

2011
Silyzer 100
Laborgröße

2015
Silyzer 200
Kommerzielles Produkt
1.25 MW

2018
Silyzer 300
Kommerzielles Produkt
17.5 MW

2023+
Nächste Generation
In Entwicklung



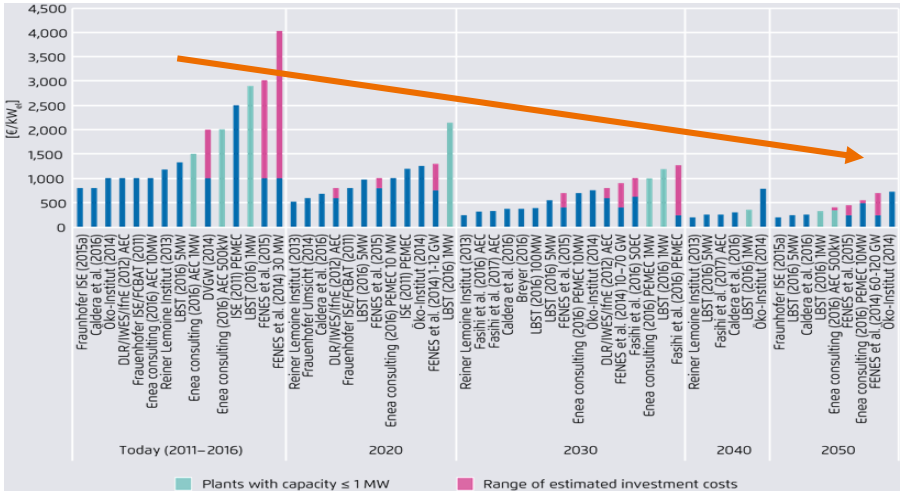
2030+
Erste Untersuchungen
in Zusammenarbeit
mit der chemischen Industrie

Quelle: Siemens

Haupttreiber für Kosteneinsparungen.....

- **Skalierung der Anlagengrößen**
- **Standardisierung von Komponenten / Modulen und von Prozessen zum Bau von Anlagen**

... führen zu Investitionskostensenkungen beim Bau von Elektrolyseuren.



Quelle: Agora Verkehrswende, Agora Energiewende and Frontier Economics (2018)

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Säule "Märkte und Nachfrage": Regulierung und politische Erleichterung sind notwendig, um PtX-Märkte und Nachfrage zu schaffen

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

F&E und Demonstrations-phase

Marktbildung & Entwicklungs-phase

Wettbewerbs-phase

F&E Unterstützung

- Unterstützung der Technologieentwicklung
- z.B. Direktsubventionen, Pilotunterstützung
- "Bereinigung" des bestehenden Rechtsrahmens zur Beseitigung von Hindernissen für FuE-Investitionen, z.B. Befreiung von spezifischen Steuern / Abgaben

Unterstützung des Marktwachstums durch gezielte politische Maßnahmen

- Aufbau wachsender Nischenmärkte (Nischen), z.B. durch
  - Anrechnung von PtX aus RES-E auf erneuerbare Ziele
  - Anrechnung von PtX aus RES-E auf CO2-Reduktionsziele
  - Quoten / Verpflichtungen für bestimmte Märkte, z.B. Wärme / Transport
- Branchenspezifische Anpassung der finanziellen Anreize für die Nutzung von PtX-Produkten (z.B. bei Steuern/Abgaben)

Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit durch technologieneutrale Ansätze

- Freigabe der PtX-Technologie im Wettbewerb zu anderen CO2-Vermeidungstechnologien in verschiedenen Sektoren.
- z.B. durch sektorübergreifendes globales CO2 ETS / Kohlenstoffsteuer

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Säule ’Investitionen und Angebot’: Politiker können dazu beitragen, Risiken für Investoren zu reduzieren

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Platzieren Sie PtX auf der **internationalen Klimapolitik und der erneuerbaren Agenda**

Finanzinstrumente zur Minderung der Auswirkungen von Länderrisiken auf die Anleger

Förderung **bilateraler Kooperationen und Kooperationen** wie Energiepartnerschaften

Unterstützung von Investitionen durch **multilaterale Energieverträge und -vereinbarungen**

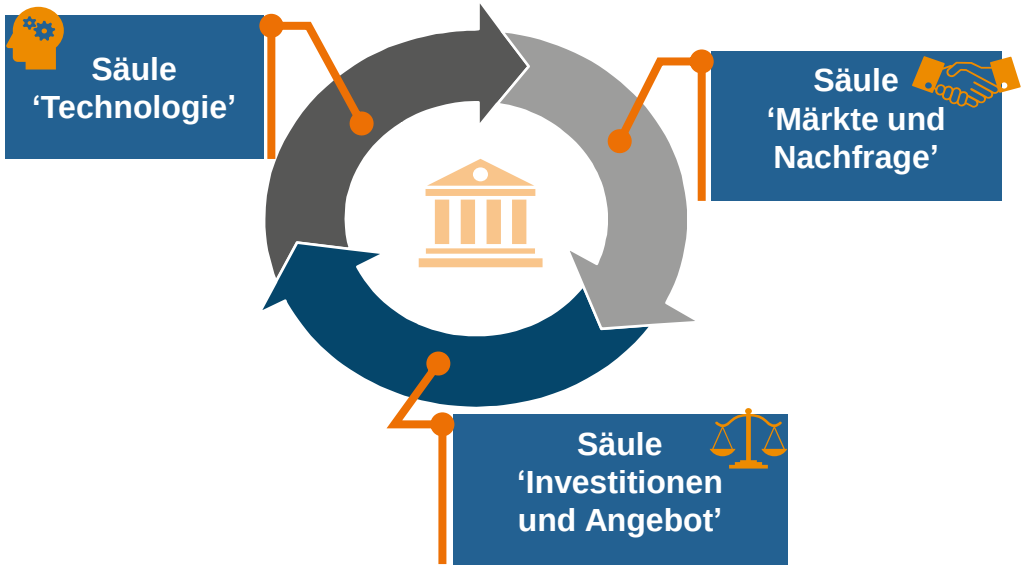
Festlegung von **Kriterien für die Nachhaltigkeitsbewertung**

Aufbau eines **grünen Zertifizierungssystems**

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Für die Entwicklung eines globalen PtX-Marktes ist ein koordinierter Ansatz erforderlich - politisches Handeln ist ab heute erforderlich

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND



1	2	3	4	5	6	7
Setzen Sie PtX auf die internationale Agenda der Klimapolitik.	Internationale Produktion und Handel von PtX als Chance erkennen.	Weiterentwicklung von F&E, Pilotprojekten und Demonstrationsanlagen in größerem Umfang.	Schaffung gleicher Wettbewerbsbedingungen für PtX.	Erfassen Sie den grünen Wert von PtX.	Erleichterung internationaler Kooperationen und Unterstützung von Investitionen.	Steigerung der Akzeptanz der internationalen PtX-Produktion und des Handels

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Fragen und Anregungen

Dowload der Studie hier:

https://www.weltenergierat.de/ptxstudie/

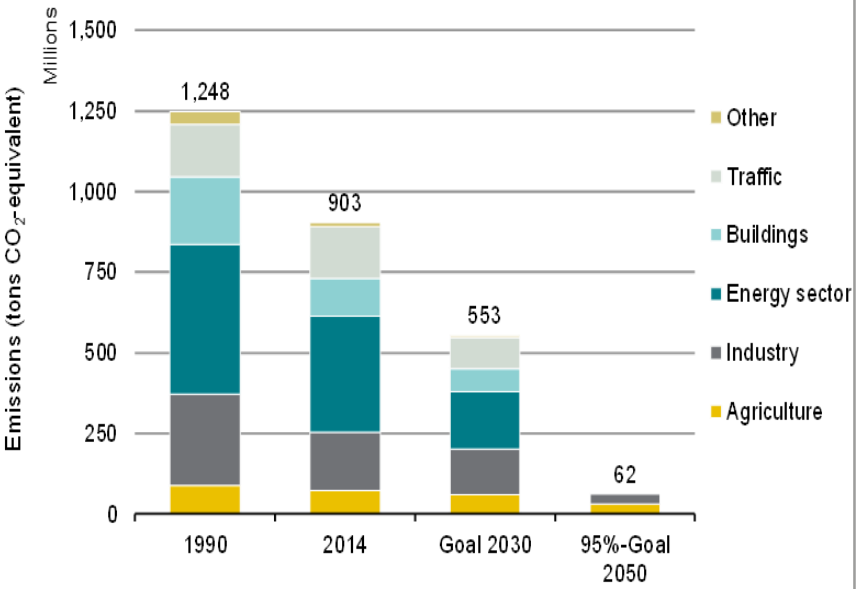
Weltenergierat – Deutschland e.V.
Gertraudenstraße 20
10178 Berlin
Tel: 030-2061 6750
Fax: 030-2028 2462
E-Mail: info@weltenergierat.de

1

PtX wird ein Schlüsselelement für den Übergang zu klimaneutralen Energiesystemen sein

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

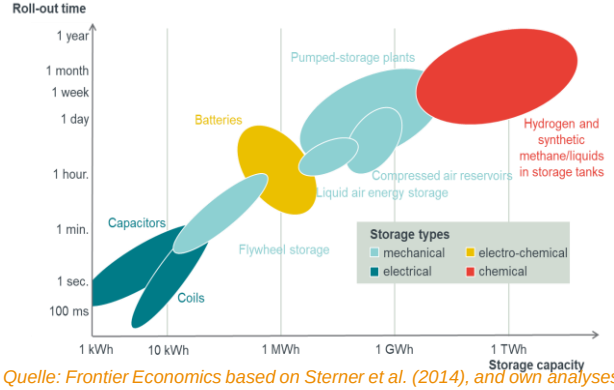
Ehrgeizige Klimaziele erfordern eine Defossilisierung in allen Bereichen.



Quelle: Frontier Economics (historical values based on information from the Federal Environmental Agency: National greenhouse gas inventory 2017, final status 04/2017).

PtX bietet wesentliche Vorteile für den Übergang zu einem klimaneutralen Energiesystem.

- Einige Sektoren benötigen zwangsläufig grüne synthetische Kraftstoffe zur Dekarbonisierung
- Ein ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierendes Stromsystem wird eine massive Energiespeicherung erfordern - dazu werden chemische Kraftstoffe benötigt.



Quelle: Frontier Economics based on Sterner et al. (2014), and own analyses

- Nutzung vorhandener Infrastruktur und Anwendungen - mit positiven Auswirkungen auf die
  - Systemkosten
  - Akzeptanz
  - Beschleunigung der Geschwindigkeit der Energieumwandlung

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

2

Ein globaler Markt für PtX ist sinnvoll - aufgrund der Verfügbarkeit von Standorten für RES-E und der Kostenoptimierung

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Kosten für synthetische Kraftstoffe / Methan

Note: Prices of natural gas and premium petrol are based on average values from scenarios by the World Bank and the IEA. Other cost reductions for PtG / PtL may result from advancements in PV, from battery storage that increases full load hours, and from especially large electrolysis facilities. Cost increases may result from higher cost of capital due to higher country risks.

* Offshore wind power
** PV and PV / wind systems
*** Geothermal / hydropower (total potential limited to 50 terawatt hours)

Note: 10 cents per kilowatt hour is equivalent to around 90 cents per liter of liquid fuel.

Quelle: Frontier Economics in: Agora Verkehrswende und Agora Energiewende (2018)

THESE 1

Erneuerbare Energien müssen importiert werden (nach DE/EU), um der sich beschleunigenden Nachfrage gerecht zu werden.

THESE 2

Zur Erhöhung der Einfuhren von erneuerbarer Energien, sind chemische Energieträger, einschließlich PtX, erforderlich.

THESE 3

Der internationale PtX-Handel wird dazu beitragen, die Kosten des Energiewende zu decken und kann das Importportfolio diversifizieren.

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

...aber potenzielle PtX-Lieferanten variieren in Bezug auf Anreizbedingungen und Anpassungsbereitschaft

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

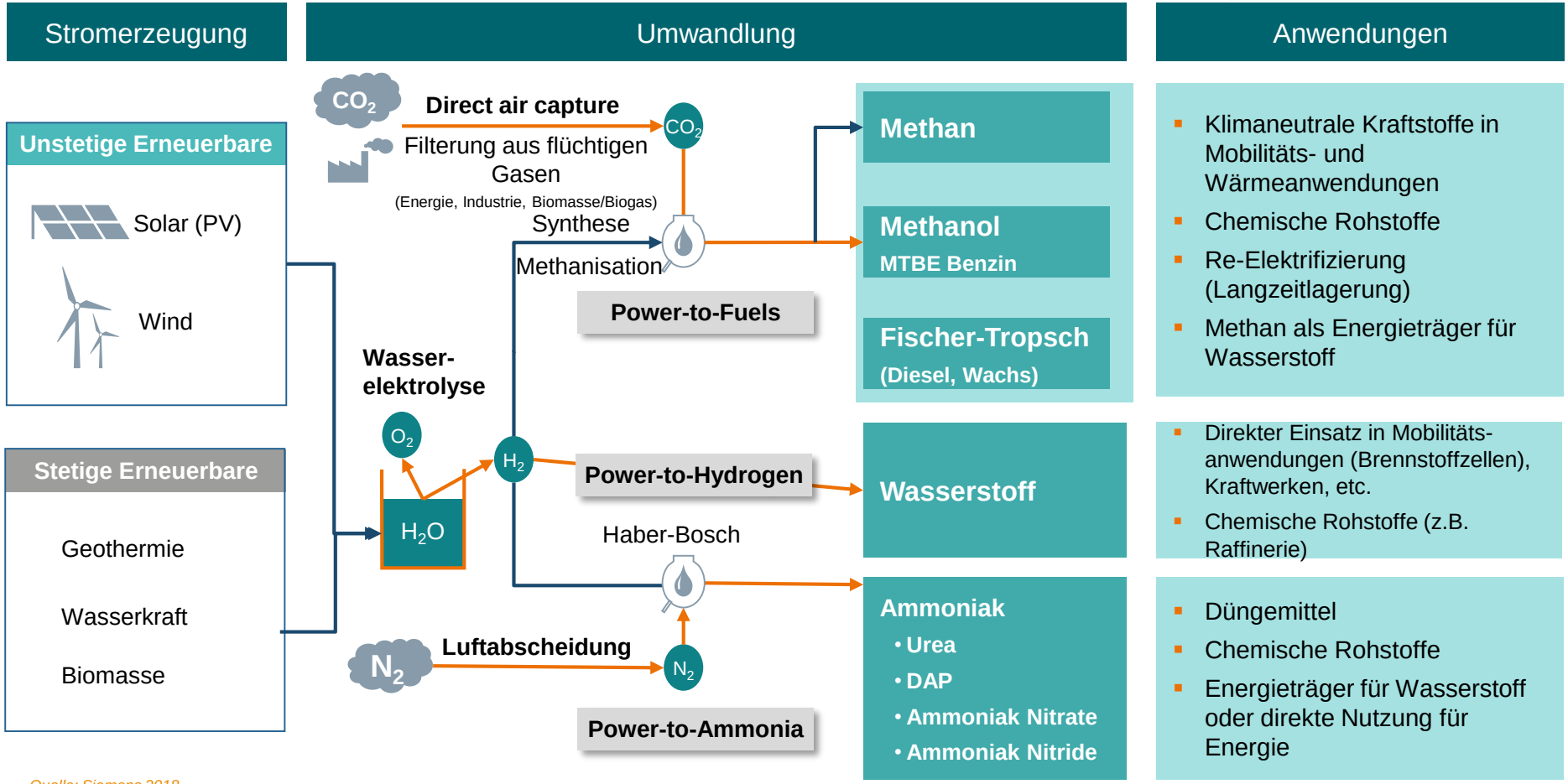
Typ	PtX-Motivation und Einsatzbereitschaft	Beispiel
Frontrunners	• Besonders vorteilhaft in frühen Phasen der Marktdurchdringung	Norwegen
Hidden Champions	• PtX könnte bei entsprechender Unterstützung leicht zu einem ernsthaften Thema werden	Chile
Giants	• Bereitstellung der im reifen Markt geforderten PtX-Größenordnung	Australien
Hyped Potentials	• Potenzial zur Leitung der Technologieentwicklung; kann stark von einer soliden politischen Unterstützung abhängen	Marokko
Converters	• Starke Motivation für die Entwicklung der PtX-Exporttechnologie; kann politische Unterstützung erfordern	Saudi Arabien
Uncertain Candidates	• Kann die Entwicklung der PtX-Technologie vorantreiben, Exportunsicherheit	China

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

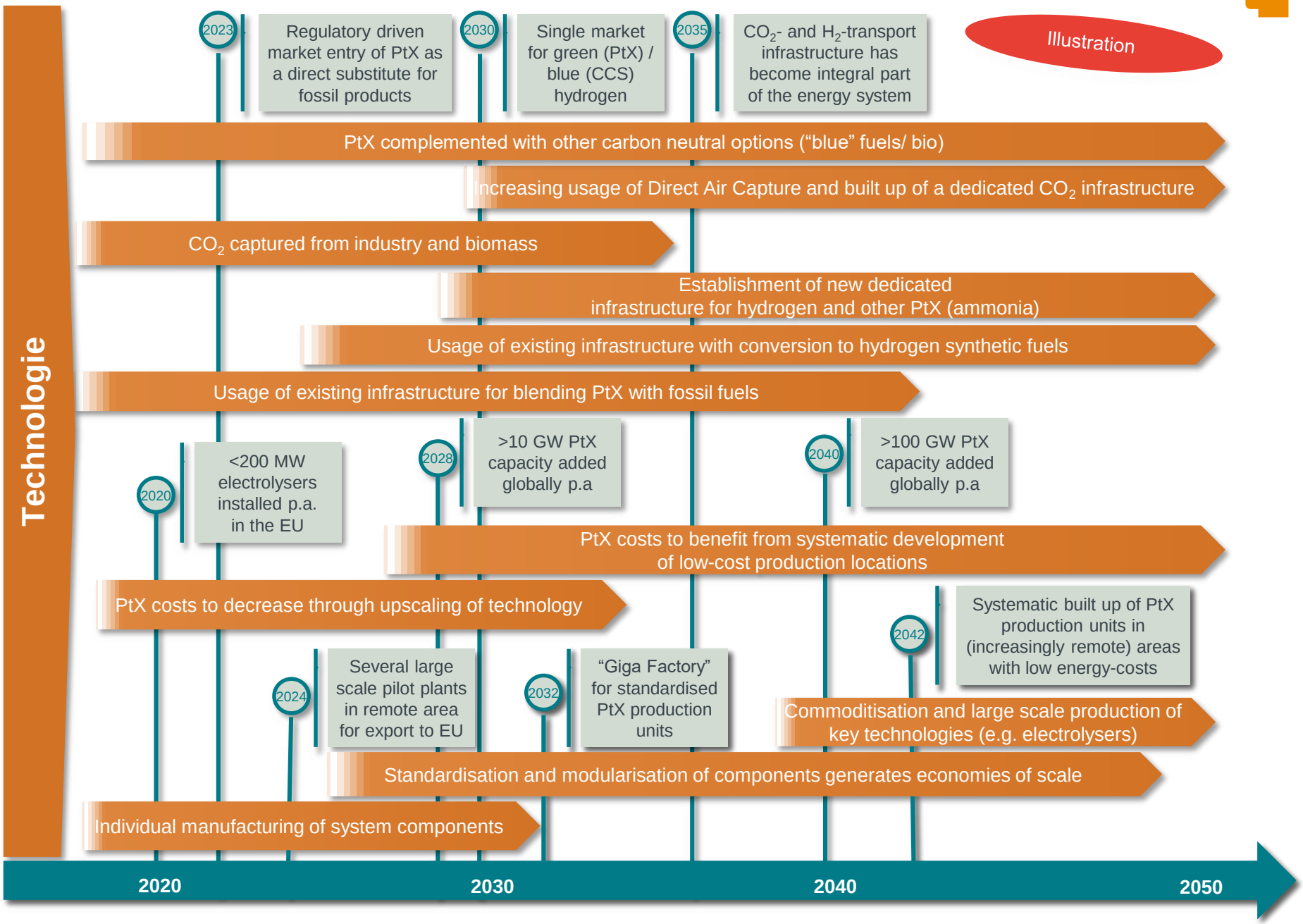
Power-to-X: Umwandlung von erneuerbarem Strom in verschiedene Formen von chemischen Energieträgern

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Exkurs



Quelle: Siemens 2018


Technologie
Illustration
2023
Regulatory driven market entry of PtX as a direct substitute for fossil products
2030
Single market for green (PtX) / blue (CCS) hydrogen
2035
CO_2- and H_2-transport infrastructure has become integral part of the energy system
PtX complemented with other carbon neutral options ("blue" fuels/ bio)
Increasing usage of Direct Air Capture and built up of a dedicated CO_2 infrastructure
CO_2 captured from industry and biomass
Establishment of new dedicated infrastructure for hydrogen and other PtX (ammonia)
Usage of existing infrastructure with conversion to hydrogen synthetic fuels
Usage of existing infrastructure for blending PtX with fossil fuels
2020
<200 MW electrolysers installed p.a. in the EU
2028
>10 GW PtX capacity added globally p.a
2040
>100 GW PtX capacity added globally p.a
PtX costs to benefit from systematic development of low-cost production locations
PtX costs to decrease through upscaling of technology
2042
Systematic built up of PtX production units in (increasingly remote) areas with low energy-costs
2024
Several large scale pilot plants in remote area for export to EU
2032
"Giga Factory" for standardised PtX production units
Commoditisation and large scale production of key technologies (e.g. electrolysers)
Standardisation and modularisation of components generates economies of scale
Individual manufacturing of system components
2020
2030
2040
2050

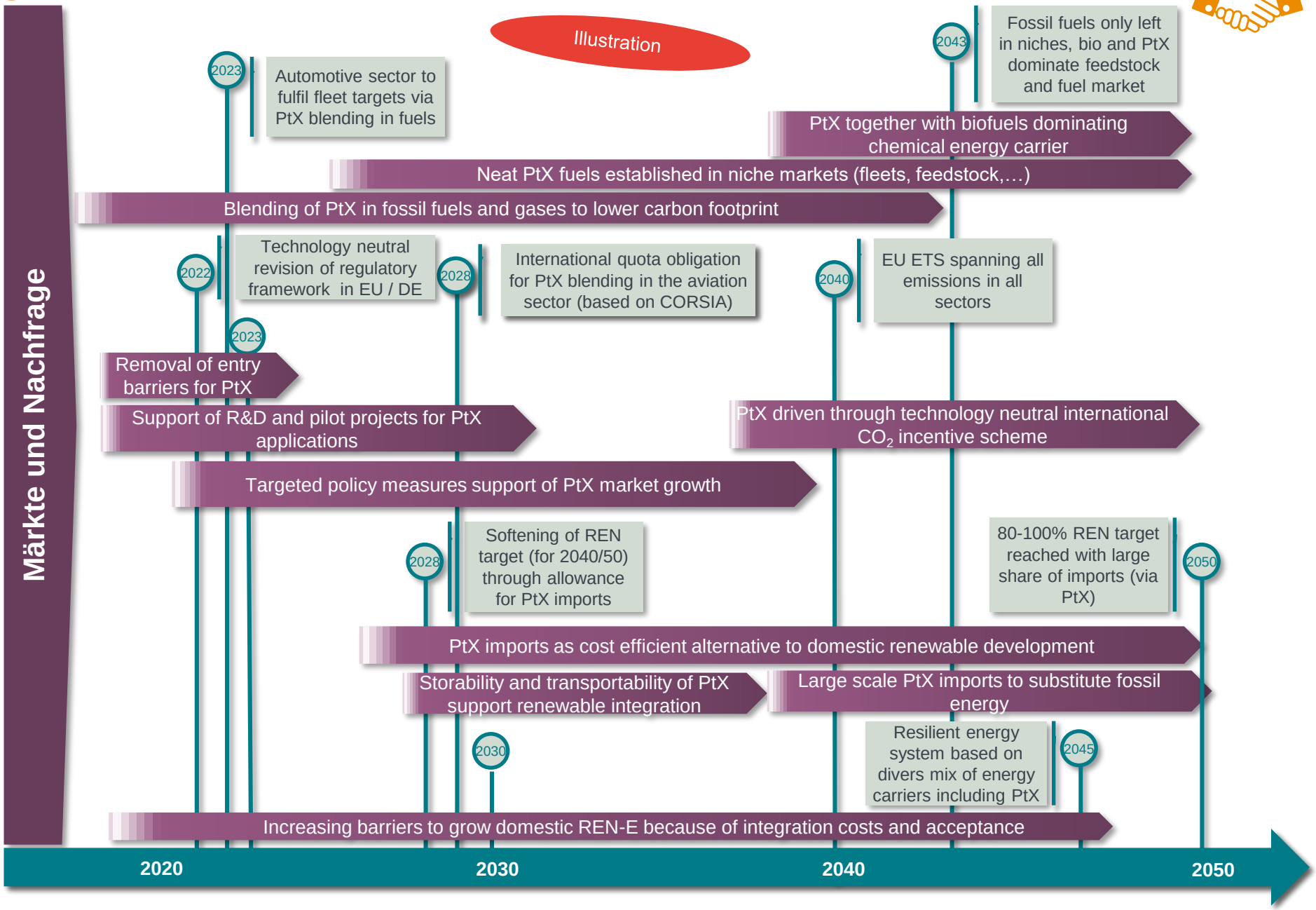
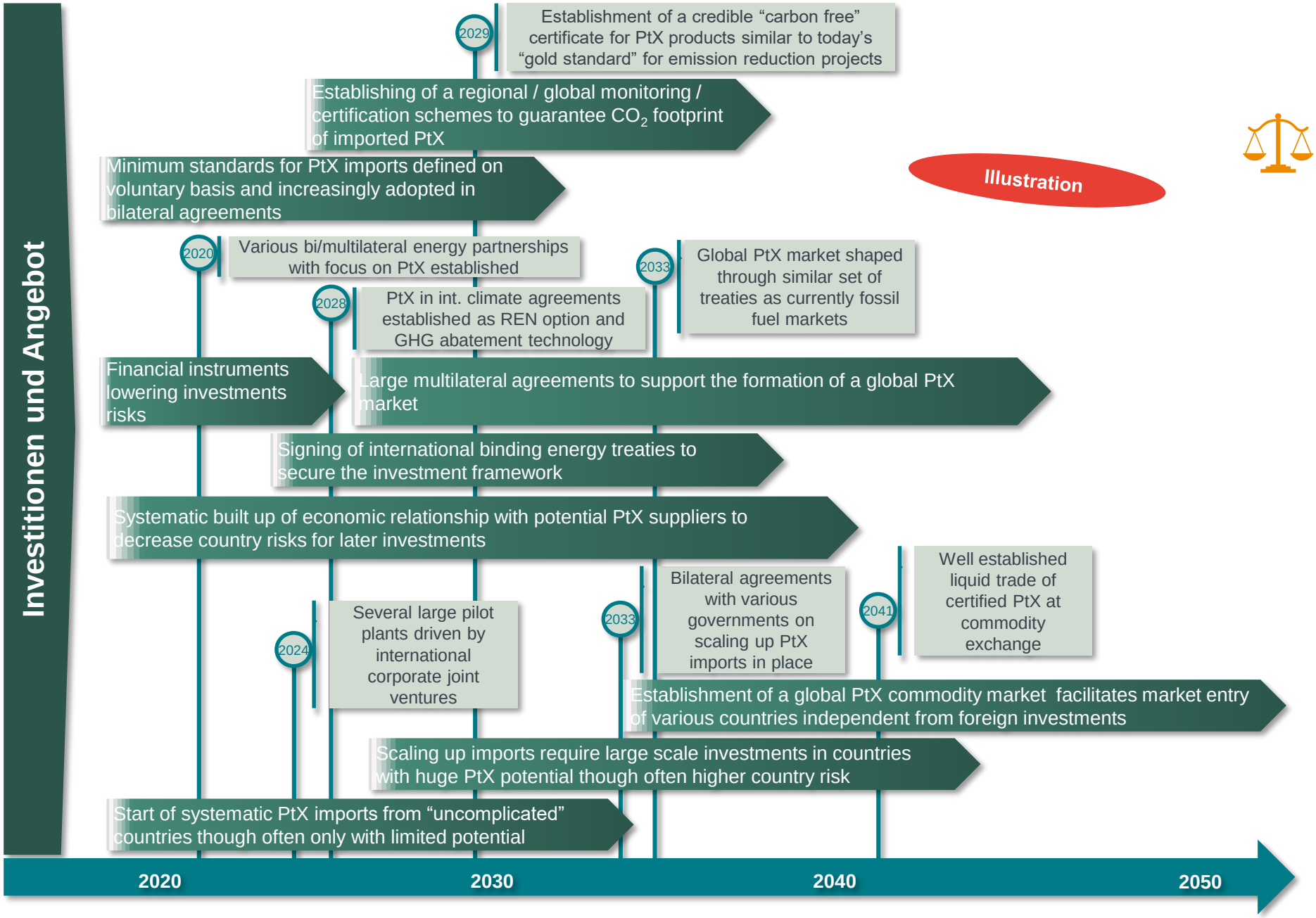
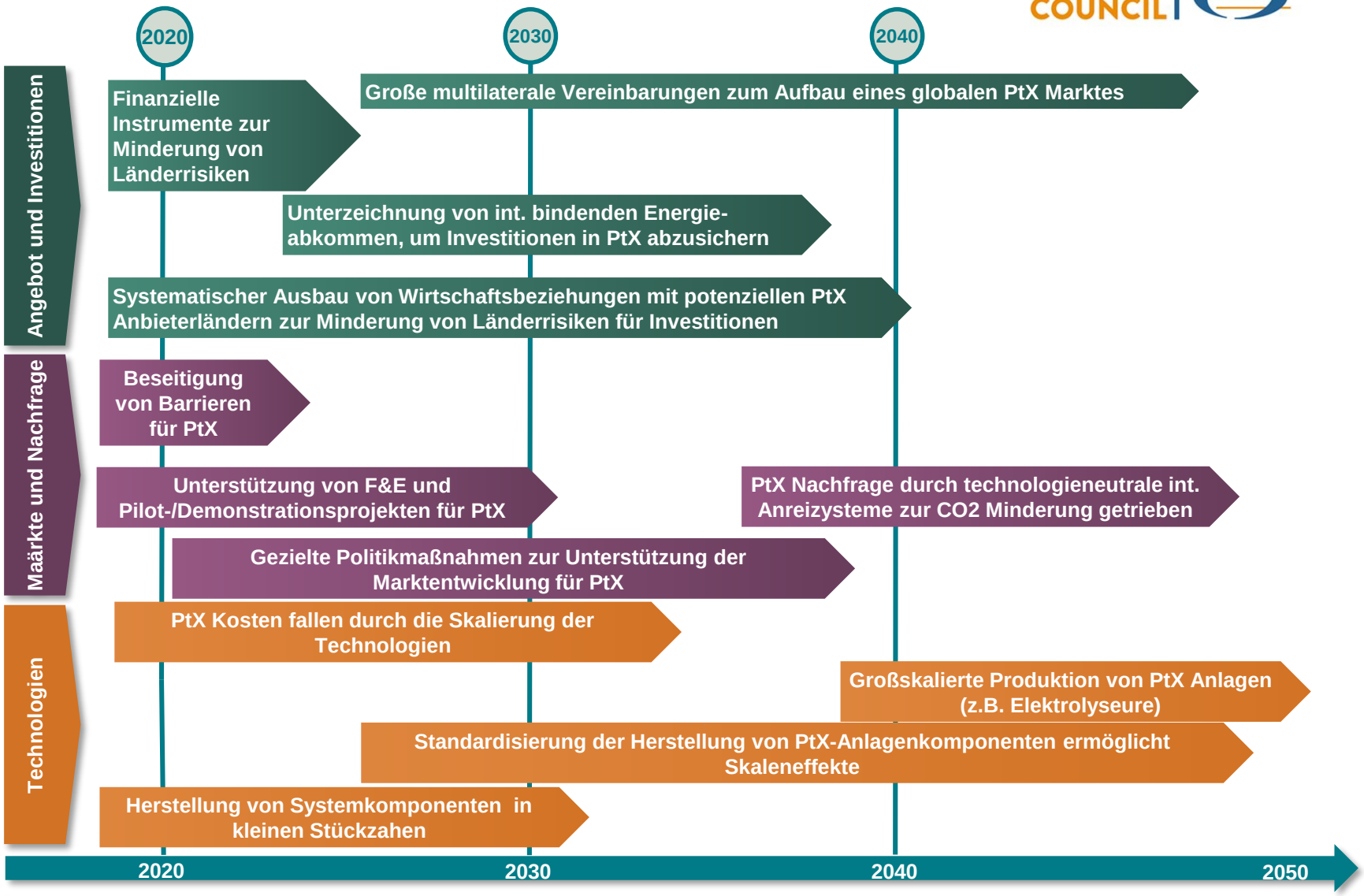


Illustration
Märkte und Nachfrage
2023
Automotive sector to fulfil fleet targets via PtX blending in fuels
2043
Fossil fuels only left in niches, bio and PtX dominate feedstock and fuel market
PtX together with biofuels dominating chemical energy carrier
Neat PtX fuels established in niche markets (fleets, feedstock,…)
Blending of PtX in fossil fuels and gases to lower carbon footprint
2022
Technology neutral revision of regulatory framework in EU / DE
2028
International quota obligation for PtX blending in the aviation sector (based on CORSIA)
2040
EU ETS spanning all emissions in all sectors
2023
Removal of entry barriers for PtX
Support of R&D and pilot projects for PtX applications
PtX driven through technology neutral international CO_2 incentive scheme
Targeted policy measures support of PtX market growth
2028
Softening of REN target (for 2040/50) through allowance for PtX imports
80-100% REN target reached with large share of imports (via PtX)
2050
PtX imports as cost efficient alternative to domestic renewable development
Storability and transportability of PtX support renewable integration
Large scale PtX imports to substitute fossil energy
2030
Resilient energy system based on divers mix of energy carriers including PtX
2045
Increasing barriers to grow domestic REN-E because of integration costs and acceptance
2020
2030
2040
2050


Investitionen und Angebot
2029
Establishment of a credible “carbon free” certificate for PtX products similar to today’s “gold standard” for emission reduction projects
Establishing of a regional / global monitoring / certification schemes to guarantee CO_2 footprint of imported PtX
Minimum standards for PtX imports defined on voluntary basis and increasingly adopted in bilateral agreements
Illustration
2020
Various bi/multilateral energy partnerships with focus on PtX established
2033
Global PtX market shaped through similar set of treaties as currently fossil fuel markets
2028
PtX in int. climate agreements established as REN option and GHG abatement technology
Financial instruments lowering investments risks
Large multilateral agreements to support the formation of a global PtX market
Signing of international binding energy treaties to secure the investment framework
Systematic built up of economic relationship with potential PtX suppliers to decrease country risks for later investments
Well established liquid trade of certified PtX at commodity exchange
Bilateral agreements with various governments on scaling up PtX imports in place
2041
2033
2024
Several large pilot plants driven by international corporate joint ventures
Establishment of a global PtX commodity market facilitates market entry of various countries independent from foreign investments
Scaling up imports require large scale investments in countries with huge PtX potential though often higher country risk
Start of systematic PtX imports from “uncomplicated” countries though often only with limited potential
2020
2030
2040
2050

Die 3 Säulen im Zusammenspiel



© Weltenergierat – Deutschland e. V.

17 Studienunterstützer aus unterschiedlichen Branchen

Mitgliedsunternehmen

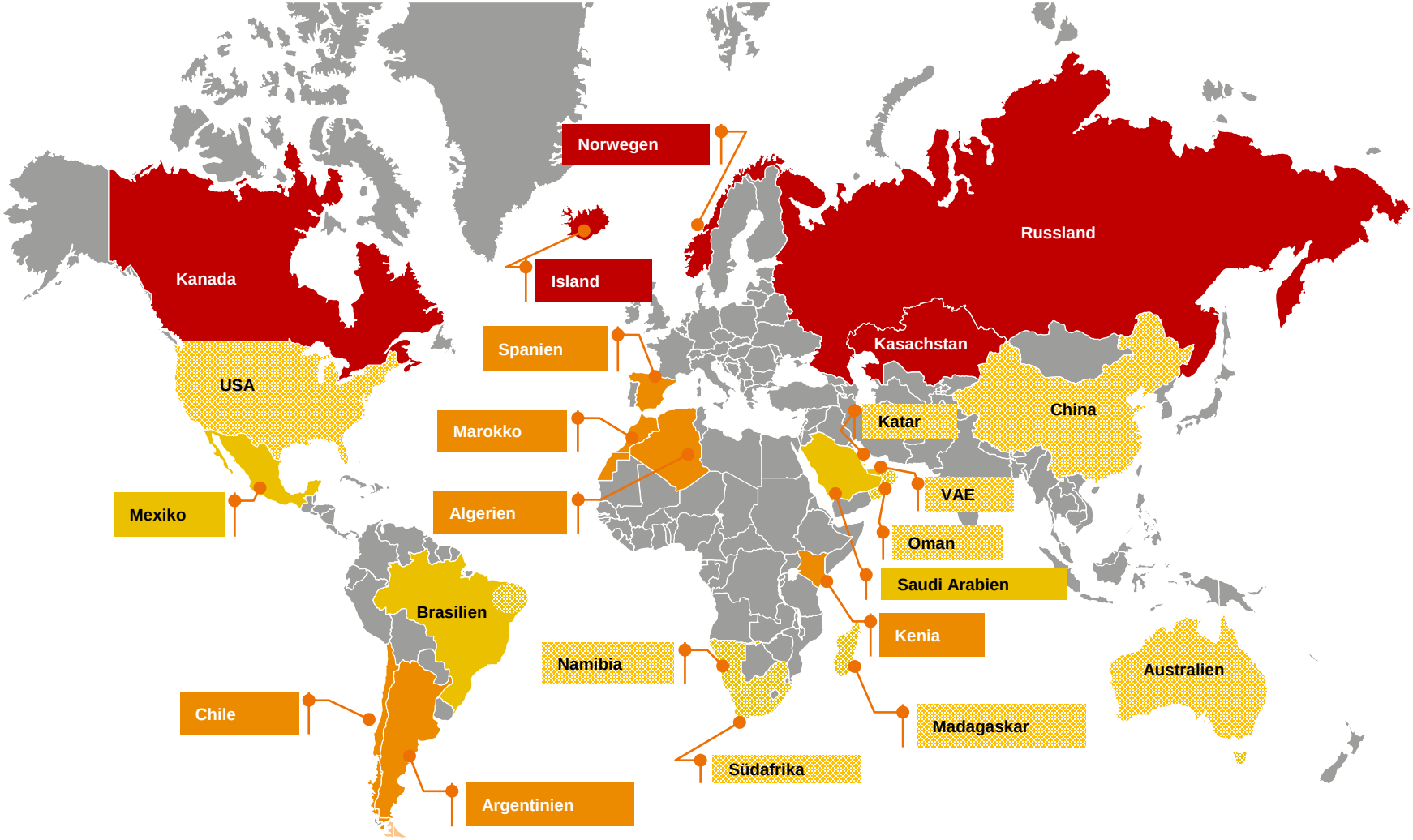
- DVGW
- E.ON SE
- EnBW Energie Baden- Württemberg AG
- Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH
- Robert Bosch GmbH
- RWE AG
- Siemens AG
- VCI Verband der Chemischen Industrie e. V.
- 50Hertz Transmission GmbH

Externe Partner

- Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL)
- Innogy
- IWO Institut für Wärme und Oeltechnik e. V.
- MEW Mittelständische Energiewirtschaft Deutschland e. V.
- Mineralölwirtschaftsverband e. V. (MWV)
- Open Grid Europe GmbH
- UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e. V.
- Volkswagen AG

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Vielfalt und Diversität potenziell PtX produzierender Länder



© Weltenergierat – Deutschland e. V.

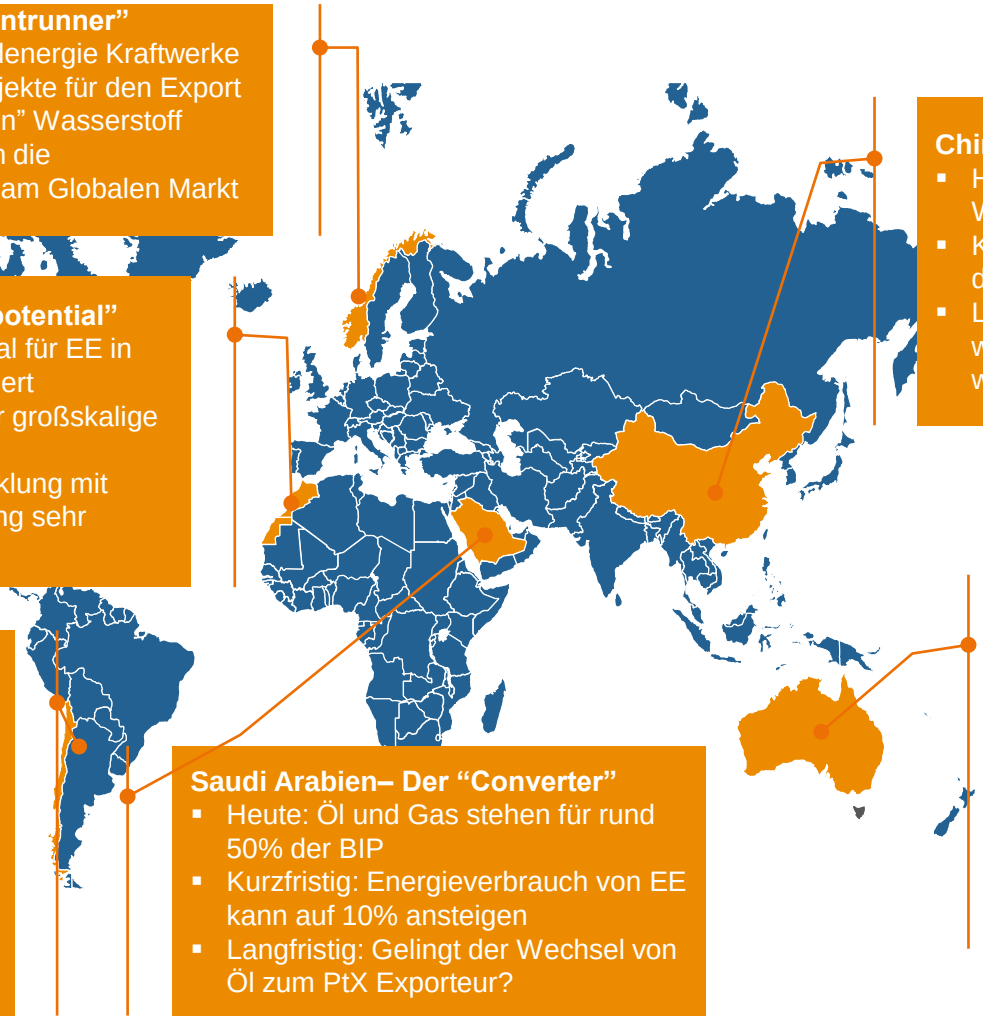
Ausgewählte Länder – Fokus für Fallbeispiele

WORLD ENERGY COUNCIL | WELTENERGIERAT DEUTSCHLAND

Norwegen - Der "Frontrunner"
- Heute: Große Windenergie Kraftwerke
- Kurzfristig: Pilotprojekte für den Export von PtX und "blauen" Wasserstoff
- Langfristig: Werden die Produktionskosten am Globalen Markt mithalten können?

Marokko – Der "Hyped potential"
- Heute: Starkes Potential für EE in vielen Studien identifiziert
- Kurzfristig: Potential für großskalige Pilotprojekte
- Langfristig: PtX Entwicklung mit politischer Unterstützung sehr wahrscheinlich

Chile – Der "Hidden Champion"
- Heute: Stäkrste Wind & PV-Potenzial weltweit – Solar kann gesamten Strombedarf im Land abdecken
- Kurzfristig: Politische Stabilität kann PtX-Investitionen ermöglichen
- Langfristig: Potenzielle PtX Kapazitäten für die Belieferung von gesättigten Märkten

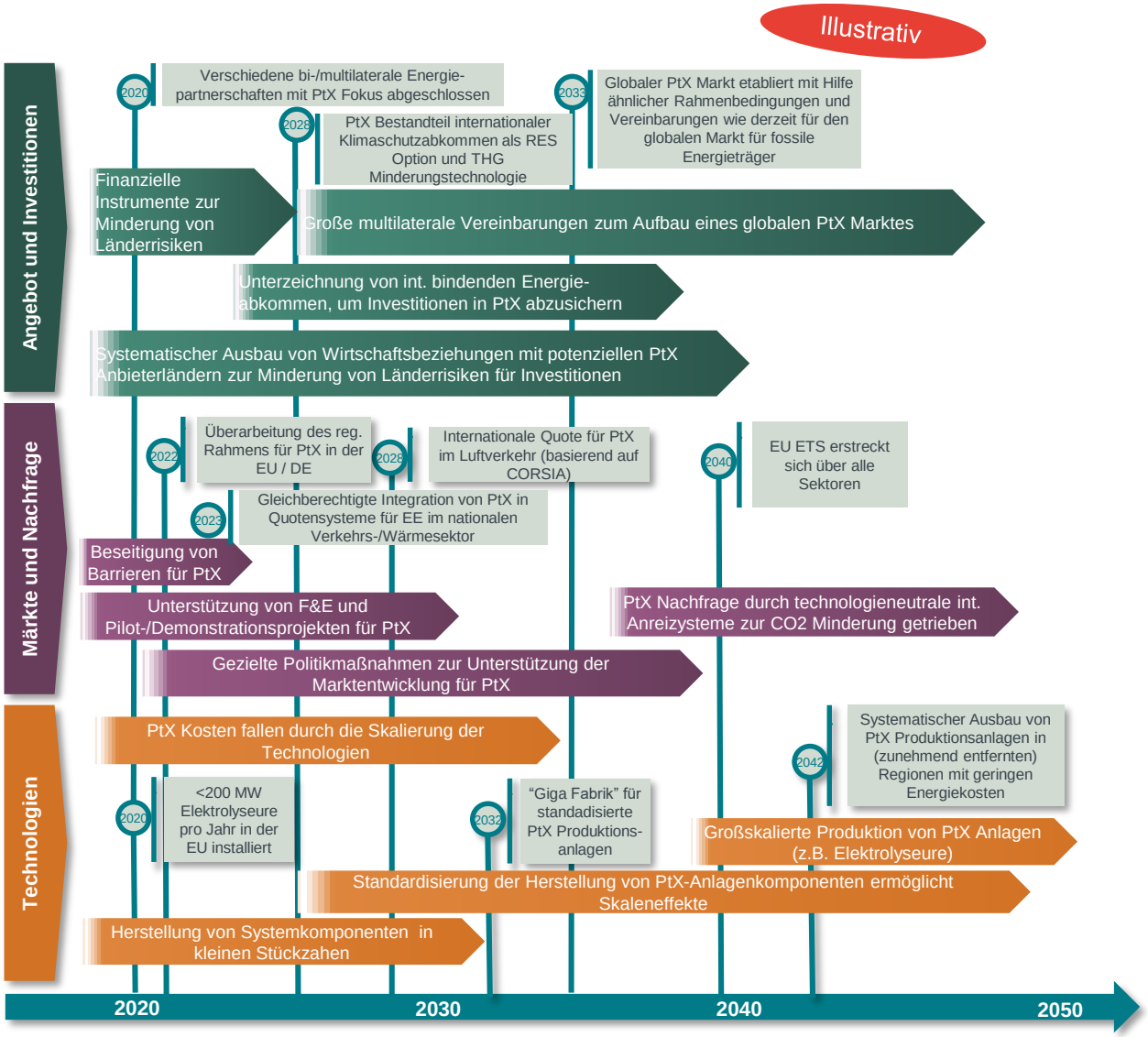


Saudi Arabien– Der "Converter"
- Heute: Öl und Gas stehen für rund 50% der BIP
- Kurzfristig: Energieverbrauch von EE kann auf 10% ansteigen
- Langfristig: Gelingt der Wechsel von Öl zum PtX Exporteur?

China – Der "Uncertain Candidate"
- Heute: 21% der globalen Wasserkraftproduktion
- Kurzfristig: Potenzieller Treiber für die PtX Technologie
- Langfristig: Großes EE Potenzial, welches aber lokal genutzt werden wird

Australien – Der "Giant"
- Heute: Riesiges ungenutzes EE Potenzial
- Kurzfristig: Potenzialler Export von "blauem" H_2
- Langfristig: Gute Voraussetzungen für große PtX Produktionskapazitäten

© Weltenergierat – Deutschland e. V.

Typ	Motivation und Ausgangsposition für PtX	Ausgewählte Beispiel
Frontrunners	• PtX bereits auf dem politischen Radar der Länder (Energie) • Exportpotenzial und PtX-Bereitschaft deutlich erkennbar • Unkomplizierter internationaler Handelspartner • Besonders vorteilhaft in frühen Phasen der Marktdurchdringung	Norwegen
Hidden Champions	• Grundsätzlich unerforschtes RES-Potenzial • Weitgehend ausgereifte, aber oft unterschätzte (energie-)politische Rahmenbedingungen mit ausreichend starken Institutionen. • PtX kann bei entsprechender Unterstützung leicht zu einem ernsthaften Thema werden	Chile
Giants	• Reichlich Ressourcenverfügbarkeit: massive Landflächen gepaart mit oft umfangreicher erneuerbarer Energie • PtX-Bereitschaft nicht unbedingt Voraussetzung, kann Erleichterung erfordern • Bereitstellung der im reifen Markt geforderten PtX-Größenordnung	Australien
Hyped Potentials	• Teil der PtX-Debatte in Europa mit starkem PtX-Potenzial • Energiepartnerschaften mit Europa fördern die politische Unterstützung • Potenzial zur Leitung der Technologieentwicklung; kann stark von einer soliden politischen Unterstützung abhängen	Marokko
Converters	• Globale langfristige Umstellung von fossilen auf grüne Energiequellen • Als langfristige Wachstumsstrategie zur Diversifizierung des Portf. • Starke Motivation für die Entwicklung der PtX-Exporttechnologie; politische Unterstützung & Partnerschaft mit der EU/DE erforderl.	Saudi Arabien
Uncertain Candidates	• Teilweise unerforschte RES-Potenziale, möglicherweise gepaart mit ehrgeizigen nationalen Klimaschutzpolitiken • PtX-Export im Wettbewerb mit dem wachsenden nat. Energiebedarf • Kann die Entwicklung der PtX-Technologie vorantreiben, aber der Export ist unsicher	China

3 Säulen in der Übersicht