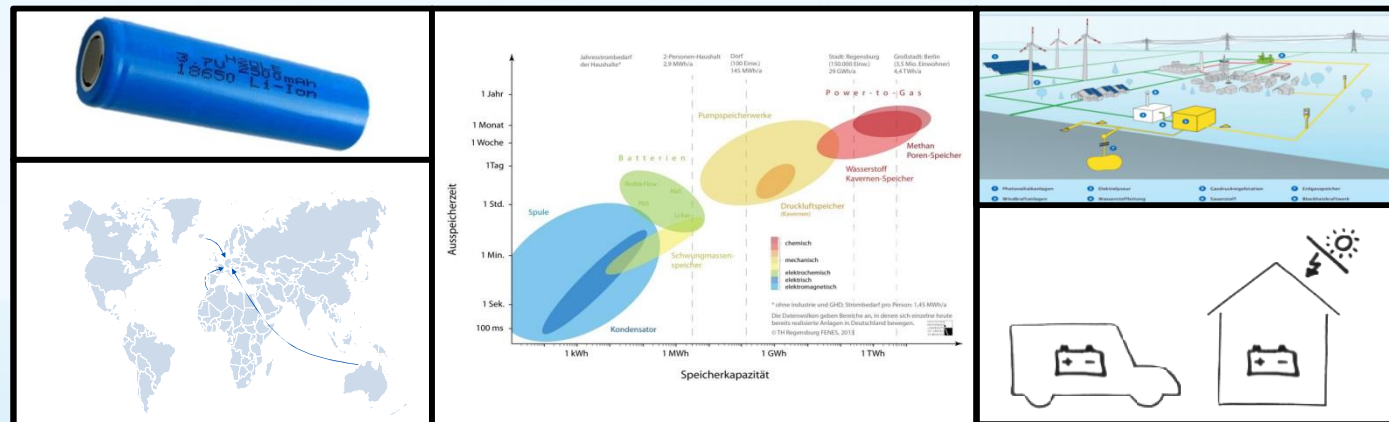


Power-to-Gas – Eine Perspektive für Stromüberschüsse?

VCI/DECHEMA-Workshop „Strombasierter Wasserstoff“
Frankfurt, 14.12.2015



Dr. Jens Kanacher
Konzern Forschung & Entwicklung / Energiesysteme & Speicher

Agenda

1

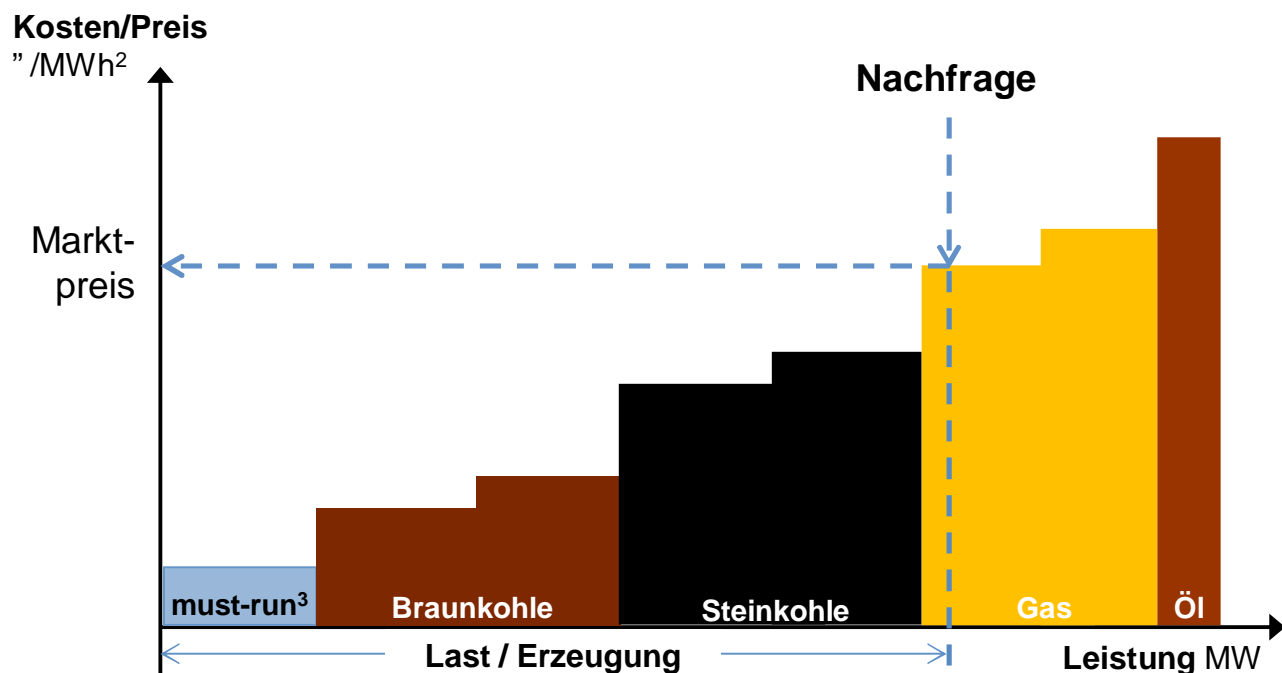
Die Merit Order der Stromerzeugung und die Entstehung von
Überschussstrom

2

Eine Merit Order der Stromverwendung und der Platz für PtG /
PtF darin

Die Merit Order Stromerzeugung stellt die Einsatzreihenfolge des vorhandenen Kraftwerksparks dar

Merit Oder: Enthält kurzfristig variable Kosten vorhandener Erzeugungsanlagen



- “ Merit Order = Angebotskurve im Strommarkt
- “ Wesentliche kurzfristig variable Kosten: Brennstoffe und CO₂
- “ zur Illustration hier ohne Wind und PV

Unternehmerisches Handeln verändert die Zusammensetzung des Kraftwerksparks über die Zeit

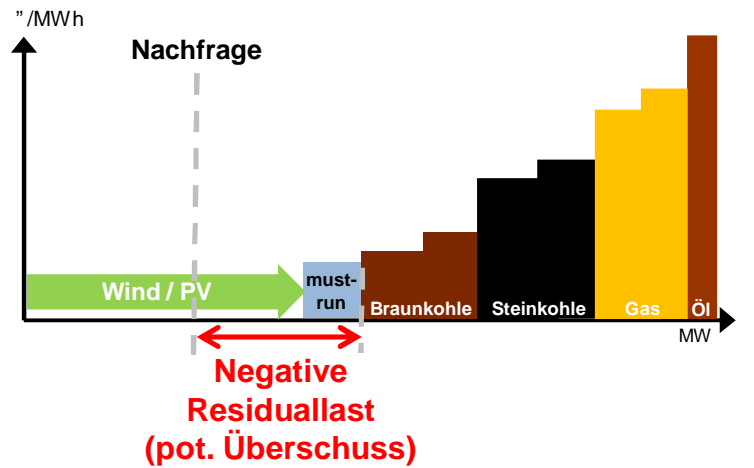
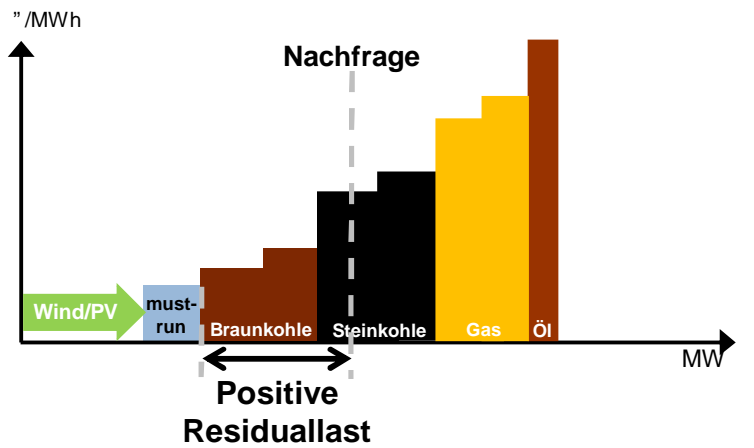
¹ Merit = Wert, Order = Reihenfolge;

² MWh = Megawattstunde;

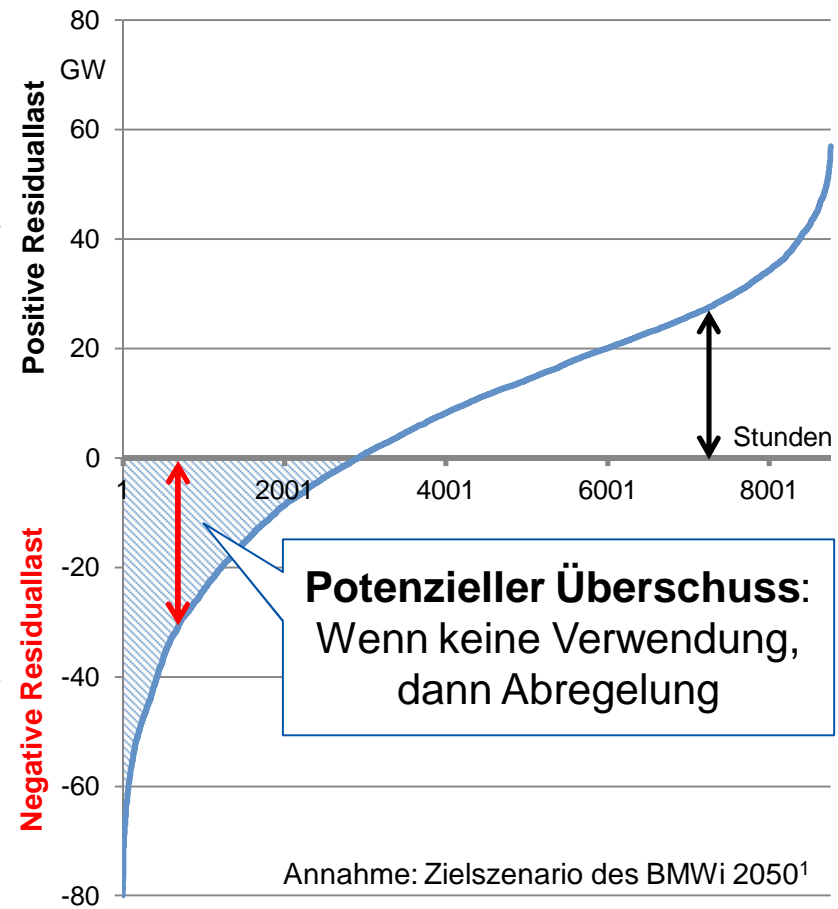
³ must-run enthält verschiedenartige Erzeugung (z.B. Laufwasser)

Potenzielle Stromüberschüsse entstehen in Situationen negativer Residuallast

Residuallastsituationen

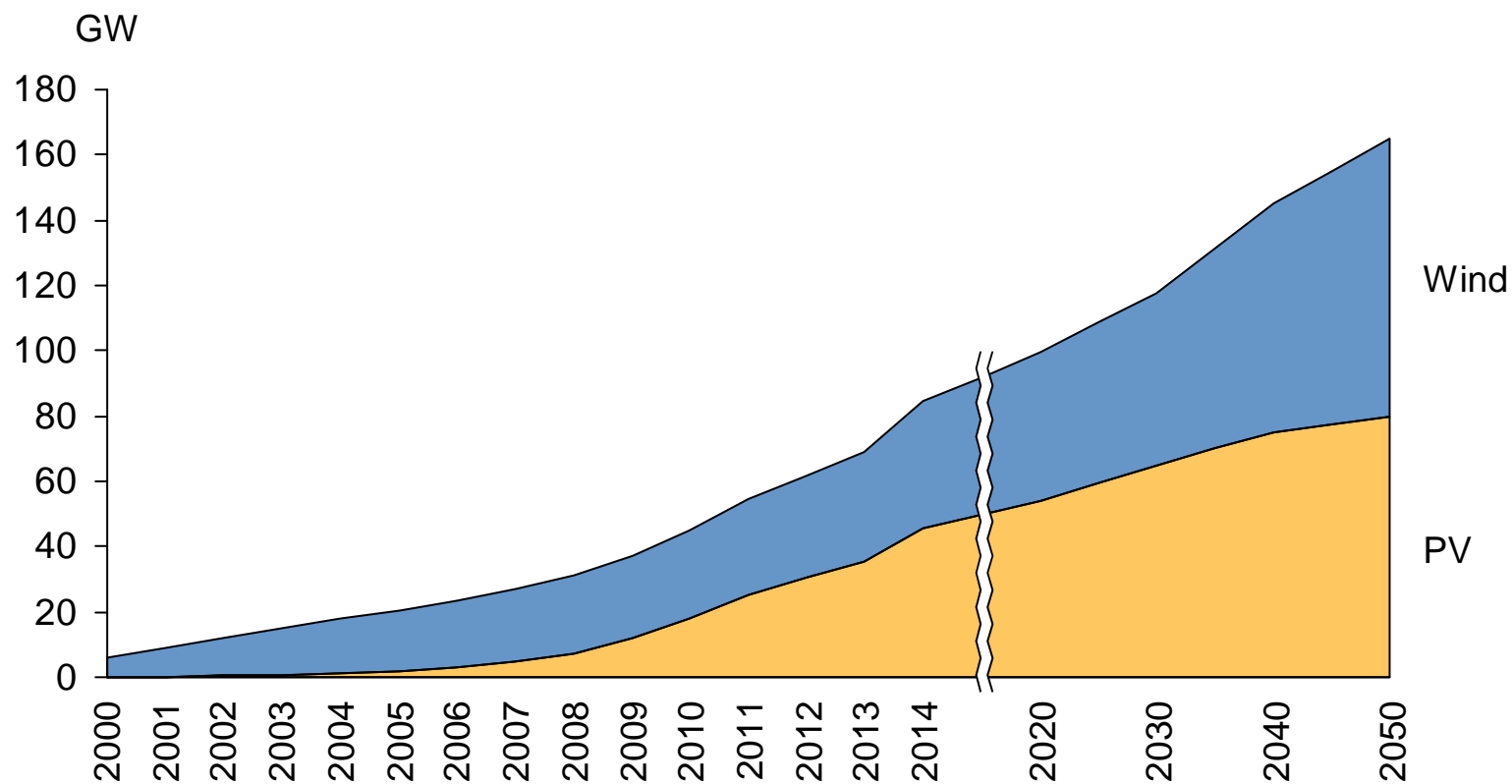


Geordnete Residuallast in GW



Ungesteuerte Stromeinspeisung steht vor einem deutlichen Wachstum

Ausbaupfade für Windenergie und Photovoltaik

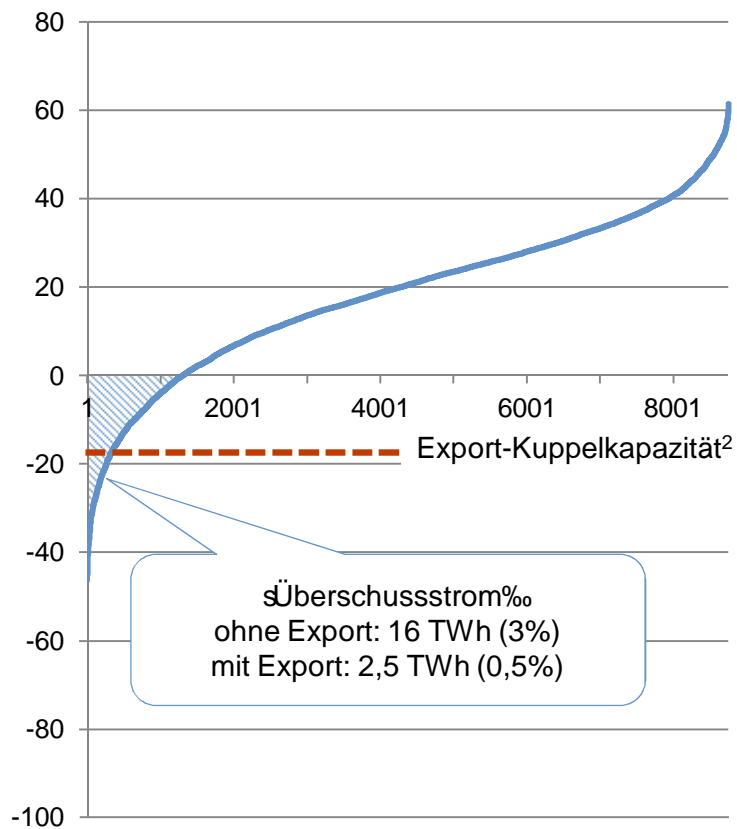


Quelle: BMWi Referenzprognose, 2014

Auf nationaler Ebene wird Überschussstrom voraussichtlich erst langfristig ein wesentliches Thema

Zielszenario des BMWi 2025¹

Geordnete Residuallast in GW

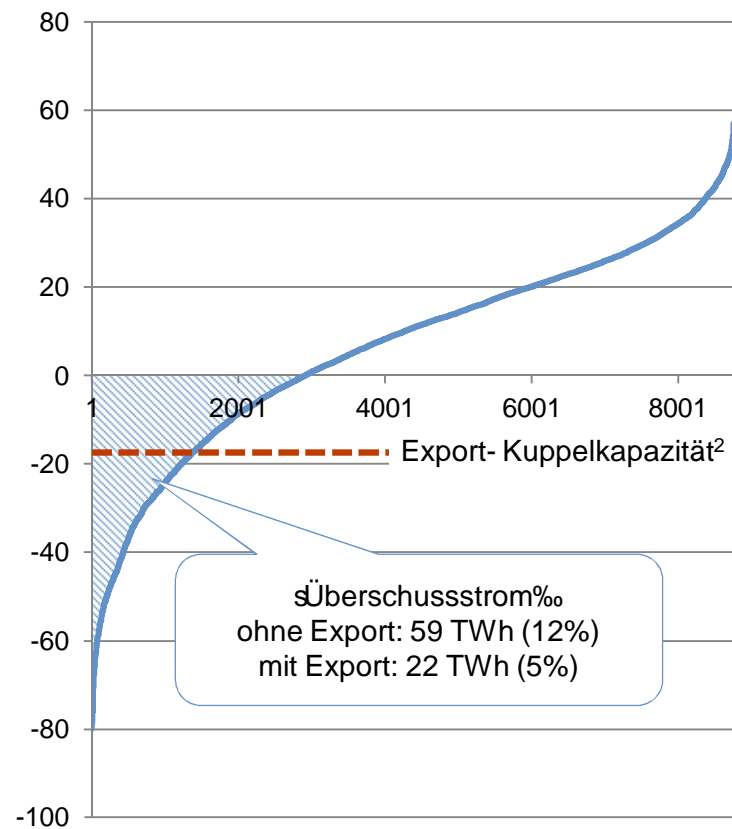


¹ Ohne Außenhandel, ohne Speicher

² Heute rd. 18 GW Kuppelstellen

Zielszenario des BMWi 2050¹

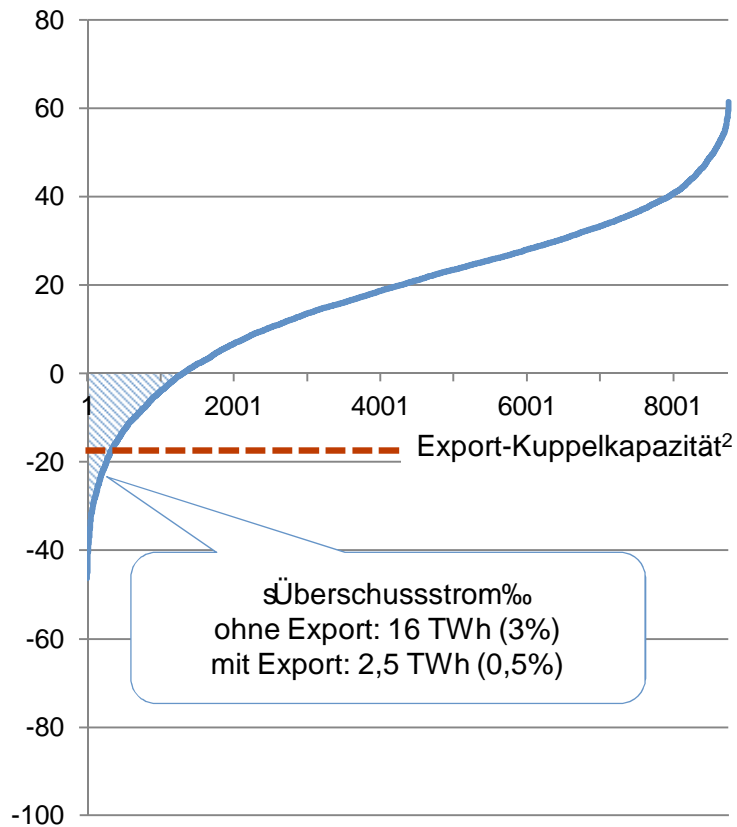
Geordnete Residuallast in GW



Auf nationaler Ebene wird Überschussstrom voraussichtlich erst langfristig ein wesentliches Thema

Zielszenario des BMWi 2025¹

Geordnete Residuallast in GW

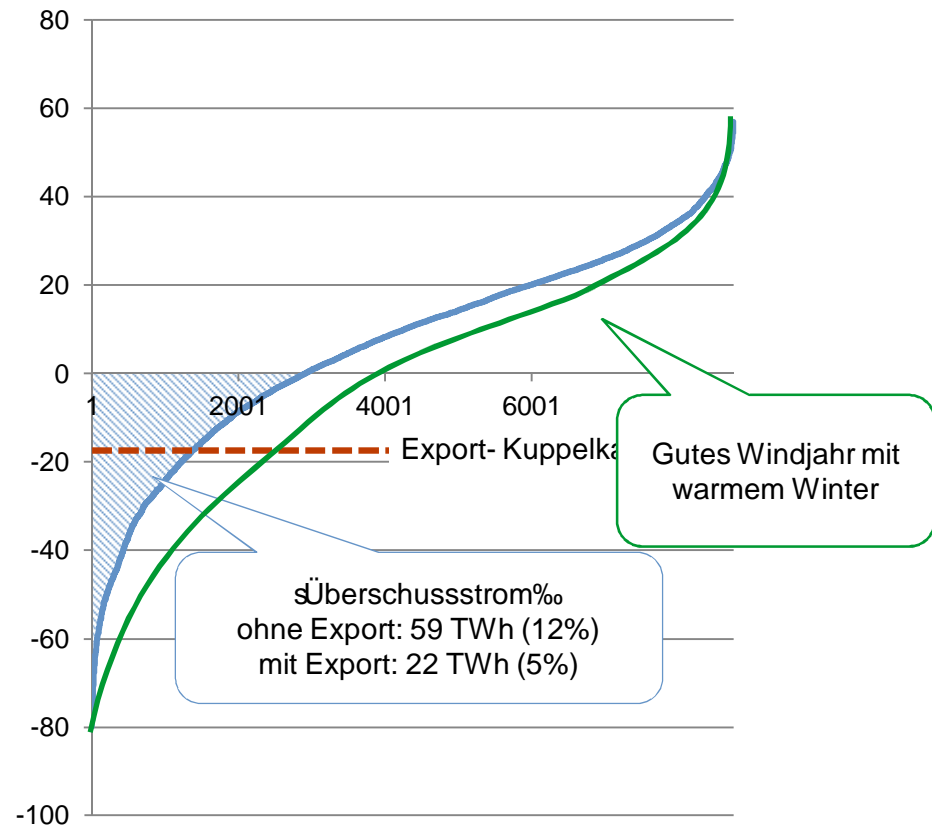


¹ Ohne Außenhandel, ohne Speicher

² Heute rd. 18 GW Kuppelstellen

Zielszenario des BMWi 2050¹

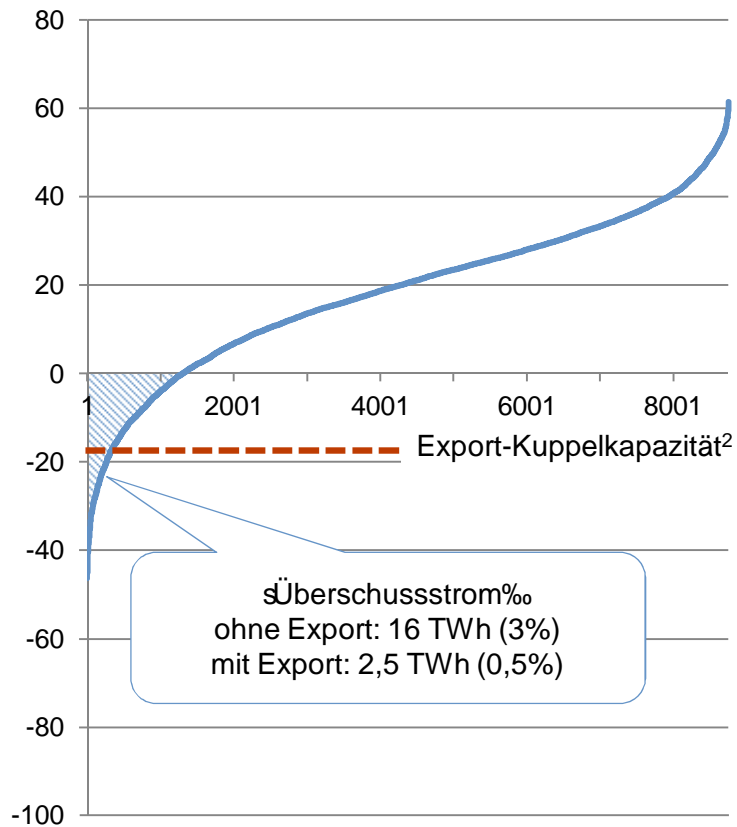
Geordnete Residuallast in GW



Auf nationaler Ebene wird Überschussstrom voraussichtlich erst langfristig ein wesentliches Thema

Zielszenario des BMWi 2025¹

Geordnete Residuallast in GW

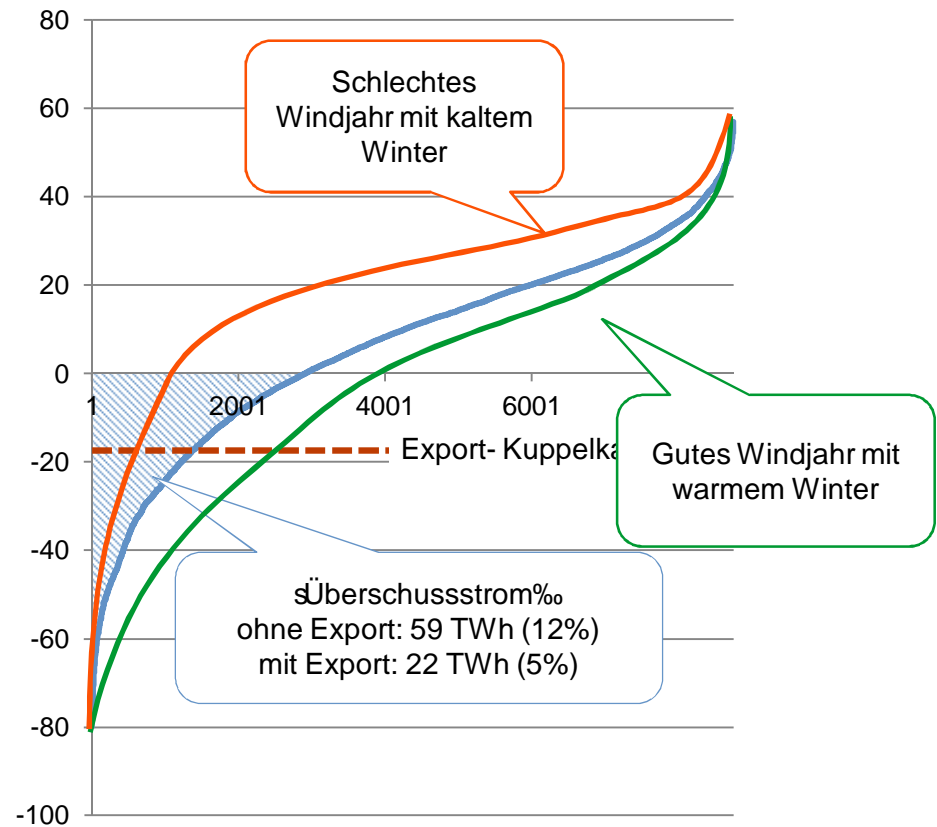


¹ Ohne Außenhandel, ohne Speicher

² Heute rd. 18 GW Kuppelstellen

Zielszenario des BMWi 2050¹

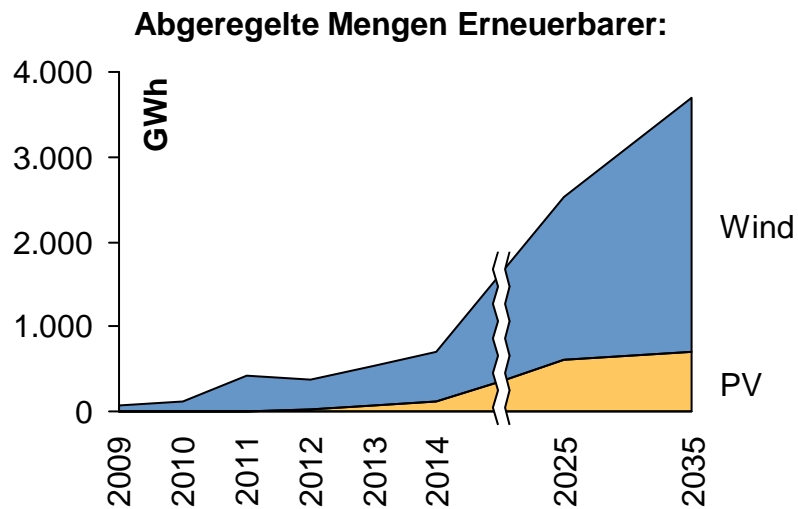
Geordnete Residuallast in GW



Regional und lokal ist Überschussstrom bereits heute ein Thema

Regional

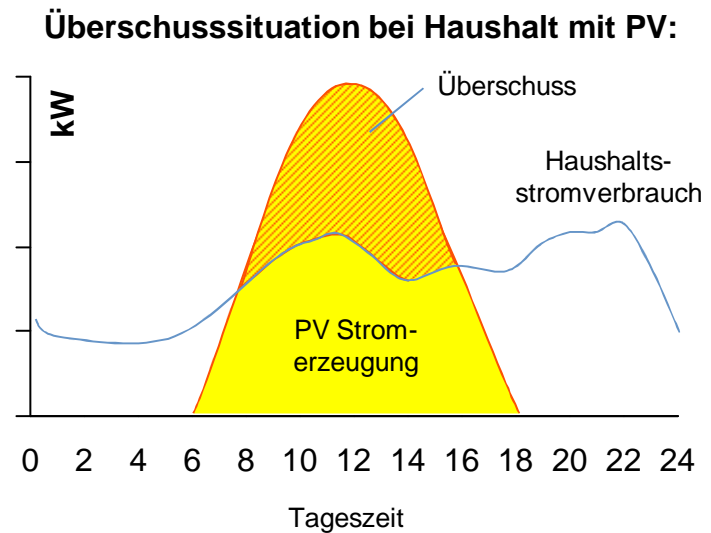
Überschüssiger Strom wird abgeregelt:
Netzengpässe lassen keine kurzfristige Alternative



Quellen: Bundeskartellamt bis 2014, NEP 2015

Lokal (bei Prosumer)

Überschüssiger Strom wird eingespeist:
Verwendung von Überschüssen aus ökonomischen Gründen (Anreiz für Eigenverbrauch)



Zwischenfazit

Überschussstrom

- “ National auf absehbare Zeit klein und abhängig von Aktivitäten auf kleineren Skalen
 - “ Überschüsse bestehen regional bereits heute . zukünftige Entwicklung stark abhängig von der Umsetzung des geplanten Netzausbaus
 - “ Lokale Überschüsse bestehen bei Prosumern, sind i.d.R. aber auf wenige hundert Stunden beschränkt und stark abhängig vom regulatorischen Rahmen
→ Verwendung wenn ökonomisch sinnvoll
-

Agenda

1

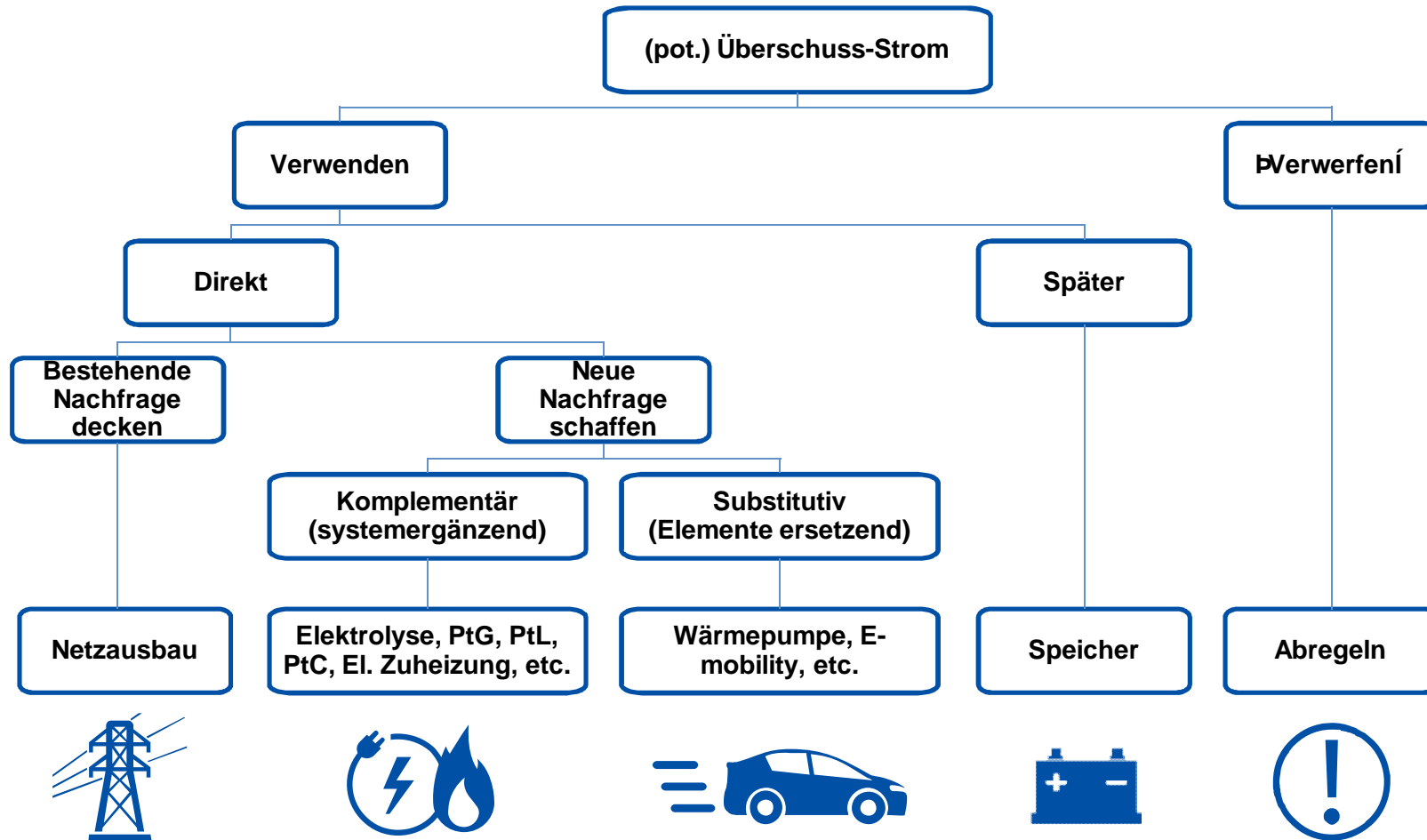
Die Merit Order der Stromerzeugung und die Entstehung von
Überschussstrom

2

Eine Merit Order der Stromverwendung und der Platz für PtG /
PtF darin



Verwendungsmöglichkeiten für (Überschuss-) Strom

Optionen zum Umgang mit Überschussstrom



Verwendungsmöglichkeiten unterscheiden sich grundsätzlich in Ihrem Verhalten

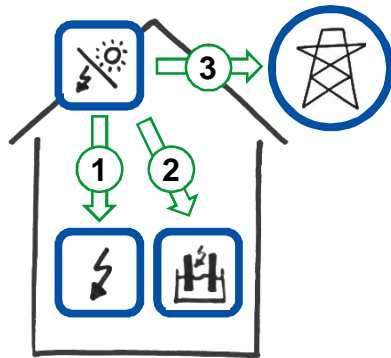
Komplementäre vs. substitutive Verwendungsmöglichkeiten

	 Komplementär (systemergänzend)	 Substitutiv (Elemente ersetzend)
Menge an Stromaufnahme	Variabel . preisabhängig! Stromaufnahme wenn Preis kleiner als Nutzen; maximal bis zur Deckung des Bedarfs (wenn begrenzt)	Fest! Bedarfsdeckung
Zeitpunkt der Stromaufnahme	Variabel . preisabhängig! Abhängig von Speicherfähigkeit des Produkts und Bedarfsprofil	Variabel . preisabhängig! Abhängig von Speicherfähigkeit des Produkts und Bedarfsprofil

Vergleichs-
technologien
für PtG

Die Wirtschaftlichkeit komplementärer Verwendungsoptionen ergibt sich auf der Basis dreier Kenngrößen

Beispiel: Heizstab



- 1 Natürlicher Eigenverbrauch
- 2 Zusatzverbrauch Heizstab
- 3 PV Überschuss

Kenngrößen für Wirtschaftlichkeit

Abhängig von verwendeter Technologie:

1. **Zusatznutzen** von verwendetem Überschussstrom basiert auf Produktwert, Umwandlungseffizienz und der Nutzungsalternative
(im Beispiel: Heizstab verdrängt alternative Heizmethode, z.B. Gas; Effizienz nahe 100%; Strom erhält aber keine Einspeisevergütung mehr)
2. **Investitions-** und vom Einsatz unabhängige **Betriebskosten**
(im Beispiel: Invest- und Wartungskosten PtH-Anlage)

Unabhängig von verwendeter Technologie:

3. **Häufigkeit** der ÜSS-Situation
(im Beispiel: PV-Profil vs. Verbrauchsprofil)

Entscheidungen über Investitionen in Verwendungsoptionen ergeben eine Merit Order der Stromnutzung

Wie genau die Merit Order der Stromverwendung zusammengesetzt sein wird, ist schwer zu sagen

Beispielhafter Vergleich der Wirtschaftlichkeit: E-Mobility und Wärmepumpe

Situation 1:

Gaspreis 8 ct/kWh; Strompreis 30 ct/kWh;
Renditeerwartung 4%

Wärme: Zusatzkosten (WP ggü Gastherme) 1000 " ;
Lebensdauer WP 20a; Zusatz-Opex WP 0 " /a; Leistung 4 kW;
JAZ 3,5; Wärmebedarf 20.000 kWh/a;
Effizienz Gastherme 95%

Mobilität: Zusatzkosten (EV ggü Gasfzg.) 5000 " ; Lebensdauer EV 10 a; Zusatz-Opex EV 0 " /a; Ladeleistung 10 kW;
Verbrauch 20 kWh/100km; Laufleistung 15 tkm; Verbrauch Gasfzg 50 kWh/100km

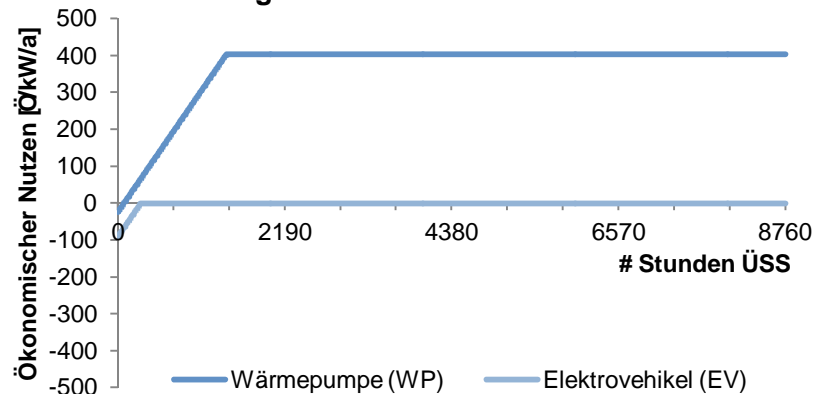
Situation 2:

Gaspreis 4 ct/kWh; Strompreis 15 ct/kWh;
Renditeerwartung 6%

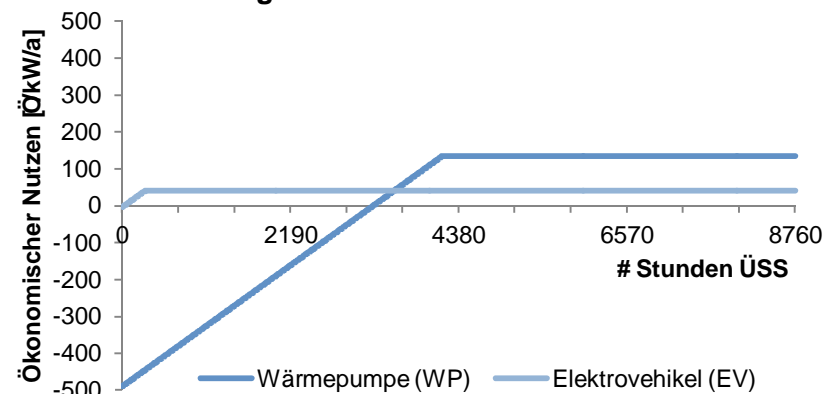
Wärme: Zusatzkosten (WP ggü Gastherme) 7000 " ;
Lebensdauer WP 15a; Zusatz-Opex WP 700 " /a; Leistung 2 kW;
JAZ 3; Wärmebedarf 25.000 kWh/a;
Effizienz Gastherme 95%

Mobilität: Zusatzkosten (EV ggü Gasfzg.) 1500 " ; Lebensdauer EV 15 a; Zusatz-Opex EV 150 " /a; Ladeleistung 15 kW;
Verbrauch 15 kWh/100km; Laufleistung 30 tkm; Verbrauch Gasfzg 65 kWh/100km

Vergleich Wirtschaftlichkeit



Vergleich Wirtschaftlichkeit



Vereinfachende Annahme: Überschussstrom zu Kosten von 0 " /kWh

Å aber Erfolgshebel für verschiedene Technologien können abgeleitet werden

	Umwandlungsschritte	Wirkungsgrad	Invest (EUR/kW)	Ansatzpunkte für Weiterentwicklung
Power-to-Gas	1 Fluktuierende Erzeugung	~ 60 %	> 1.000	<ul style="list-style-type: none"> > Investitionskosten senken => F&E > Energiebezugskosten senken + Auslastung optimieren => Betriebsort passend wählen > Umwandlungseffizienz erhöhen => F&E > Produktnutzen erhöhen => z.B. Produktdefinition und Lobby für Gas aus (erneuerbarem) Strom
	2 Elektrolyse			
	3 Methanisierung			
	4 Erzeugtes Methan			
Power-to-Heat	1 Fluktuierende Erzeugung	~ 93 %	< 50	<ul style="list-style-type: none"> > An vorhandenen Wärmebedarfen orientieren => Betriebsort passend wählen > Energiebezugskosten senken => Betriebsort passend wählen > Produktnutzen erhöhen => z.B. Produktdefinition und Lobby für Wärme aus (erneuerbarem) Strom
	2 Stromnetz			
	3 Hybrides Heizsystem erzeugt Wärme			
	4 Eingespartes Methan			

Zwischenfazit

Verwendungsmöglichkeiten von Strom

- “ Es bestehen vielseitige Verwendungsmöglichkeiten, die andere Anlagen ersetzen oder ergänzen können
- “ Der Einsatz zusätzlicher Stromverwendungsanlagen ist i.d.R. zeitlich variabel und die Einsatzreihenfolge vorhandener Anlagen richtet sich nach dem Nutzen des aufgenommenen Stroms
- “ Die Investitionen in Stromverwendungsanlagen sind schwer prognostizierbar, weil viele Parameter eine Rolle spielen

Power-to-Gas

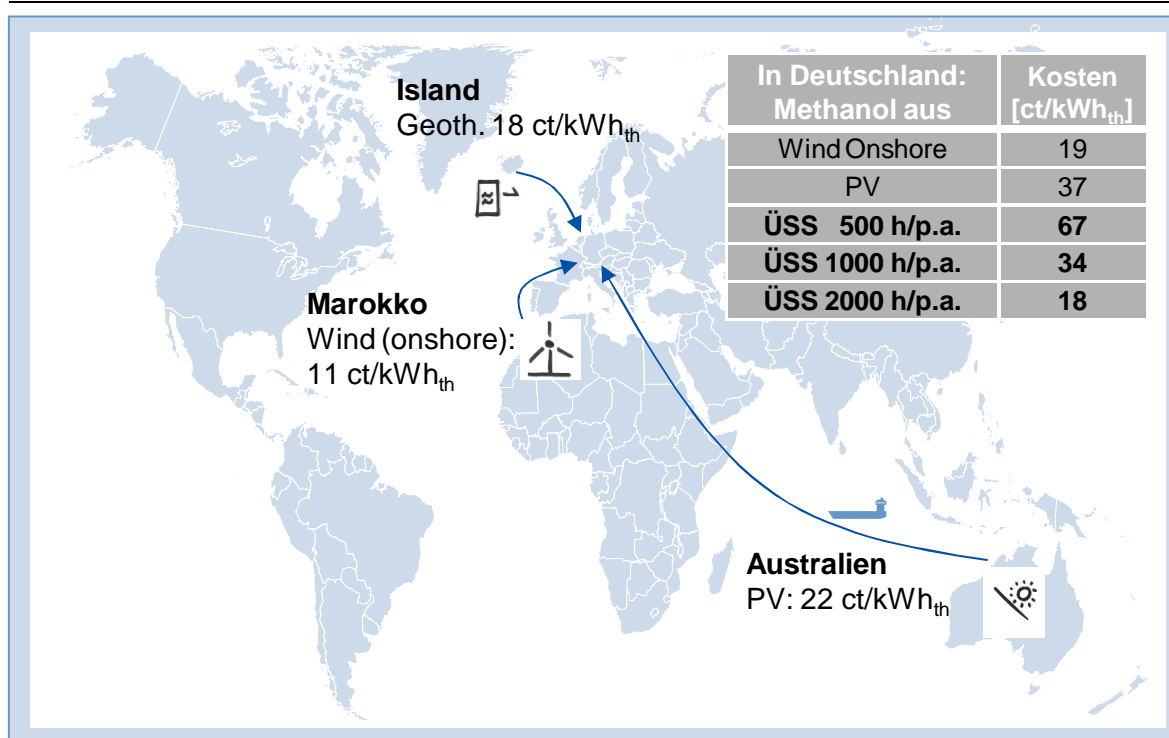
- “ Aus heutiger Sicht bestehen in Deutschland besser angepasste Möglichkeiten für die Stromverwendung als PtG (oder PtL)
- “ Wir haben Hebel für den Erfolg von PtG/PtL identifiziert

→ Welchen Case hat PtG / PtL?

Ausblick: Perspektive für PtG / PtF

Die Deckung eines nationalen Bedarfes nach Langfristspeicher durch Produktion eines ~~100%~~ ¹Grünen Öls ist im Ausland günstiger bereitzustellen als in Deutschland

Beispiel: Kosten² für Methanolproduktion in EE-Sweet Spots



Kommentare

Die Dimensionierung der CAPEX-intensiven PtG / PtL Anlagen hängen sehr von dem nutzbaren Stromprofil ab
→ in der Regel werden Spitzen im Stromprofil verworfen

- ✓ Technologien verfügbar
- ✓ 100% grün
- ✓ Geopolitisch denkbar
- ✓ Vorhandene Infrastruktur

¹ Grünes Öl = CO₂-neutraler Energieträger

² Indikative Kosten auf Basis absehbarer Technologieentwicklungen (3-5 Jahre) und Transportkosten zur Deutschen Grenze (Aus Australien ca. 2 ct/kWh_{th}, Morocco/Iceland ca. 0,5 ct/kWh_{th}), Zinsannahme 5%

Fazit

Stromüberschüsse und Power-to-Gas

- “ Überschussstrom ist in Deutschland noch für einige Dekaden ein weitgehend dezentrales Thema, das in wenigen Stunden mit großen Überschussleistungen relevant wird.
 - “ Neue Verwendungsmöglichkeiten für Strom werden sich entwickeln. Dies wird die Stromnachfrage variabler machen
→ die Preisabhängigkeit der Nachfrage wird steigen
 - “ Power-to-Heat wird wegen des sehr geringen CAPEX aktuell als eine der vielversprechendsten Möglichkeiten zur Verwendung von Überschussstrom gesehen
 - “ Power-to-Gas bzw. Power-to-Liquid dürfte in Deutschland eine Nischenanwendung bleiben. Dies ist der CAPEX-Struktur der Technologie und der Überschussstrom-Charakteristik in D geschuldet
 - “ Perspektiven bestehen für PtG / PtL im internationalen Handel mit Erneuerbaren Energien / Energieträgern
-