

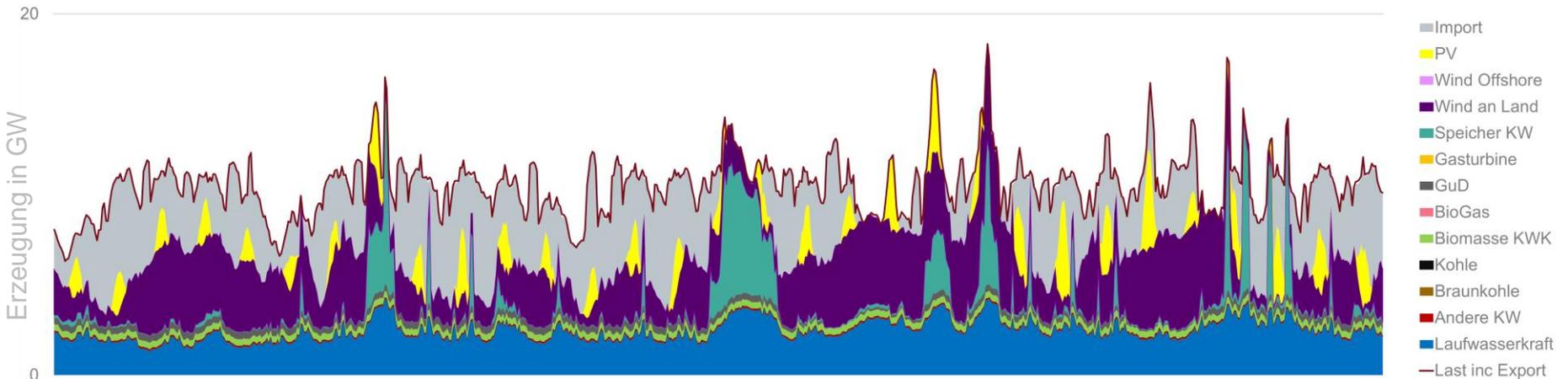
VERSORGUNGSSICHERHEIT UND FLEXIBILITÄT BEI 100% ERNEUERBAREM STROM IN ÖSTERREICH

Werner FRIEDL, Gerhard TOTSCHNIG, Demet SUNA, Gustav RESCH,
Franziska SCHÖNIGER, Christian MESSNER, Aghaie HAMID

13.2.2019



AGENDA



Flexibilitätsoptionen ←

Flexibilitätsbedarf /-deckung ←

Zusammenfassung ←

AUSGANGSLAGE & ZIEL

#mission2030



**Bilanztechnisch 100% Strom aus EE bis
zum Jahr 2030**

fluktuierende EE (Solar, Wind)



Bedarf an Flexibilität



Ziel:

Darstellung des Flexibilitätsbedarfs in Österreich im Zeitraum 2020 bis 2050 in einem ausgewogenen Szenario, in dem alle jeweilig verfügbaren Technologien gleichwertig betrachtet werden.

ZENTRALE FRAGESTELLUNGEN

Wie entwickelt sich die Stromnachfrage in Österreich bis 2050 unter Berücksichtigung neuer Technologien (WP, Elektroautos, etc.) ?

Welche Technologien stehen zur Deckung des stromseitigen Flexibilitätsbedarfs heute und in der Zukunft zu welchen Kosten und für welche Einsatzgebiete zur Verfügung ?

Welcher stromseitige Flexibilitätsbedarf ist künftig zu erwarten aufgrund der Umsetzung einer (bilanztechnisch) 100% erneuerbaren Stromversorgung bis zum Jahr 2030 ?

Welche Technologien erscheinen hier unter Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit für die jeweiligen Einsatzgebiete von besonderer Relevanz ?

Wie sieht auf Basis einer modellhaften detaillierten Analyse des österreichischen Stromsystems aus Systemsicht kostenoptimaler TechnologiemiX aus ?

Wie robust erscheint das entwickelte Szenario unter Berücksichtigung allfälliger Sensitivitäten und Extrema ?

ARBEITSSCHRITTE

1

Stromnachfrageszenarien für Österreich

- Studienvergleich
- Analyse relevanter Aspekte (insbesondere Sektorkopplung)
- Entwicklung eines Kernszenarios (als Input für Modellierung)

2

Techno-ökonomische Klassifizierung von Flexibilitätsoptionen

- Speichertechnologien
- Weitere Flexibilitätsoptionen
- Techno-ökonomische Klassifizierung (Einsatzmöglichkeiten und Umfang) und (Vor)Bewertung (als Input für Modellierung)

3

Modellbasierte Strommarktanalyse zur Bestimmung des Flexibilitätsbedarfs und der Flexibilitätsdeckung

- Szenariendefinition
 - Szenarienmodellierung
 - Modellimplementierung
 - Analyse und Ergebnisvalidierung
- (Flexibilitätsoptionen, weitere Annahmen)

4

Synthese und Empfehlungen

- Ergebnisaufbereitung, Dokumentation und Präsentation
- Synthese und Empfehlungen

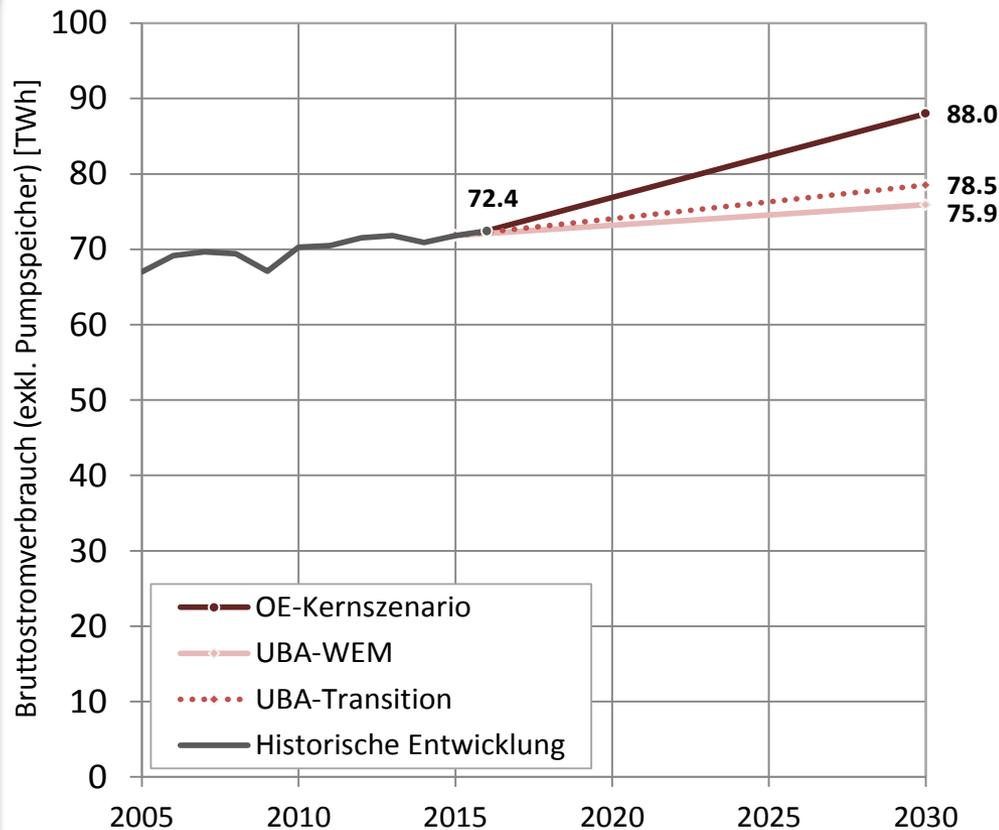
1

Stromnachfrageszenarien*

*** und Zielvorgaben für Erneuerbare
Energien gemäß Mission#2030**

STROMNACHFRAGE

SZENARIEN ZUR ENTWICKLUNG BIS 2030



- **88 TWh Bruttostrombedarf exkl. Pumpstrom(erzeugung) im Jahr 2030 als Basis** (gemäß OE Kernszenario).
- OE Kernszenario: mittlere jährliche Wachstumsrate von 1,4% p.a.

SEKTORALE DEKOMPOSITION

2030

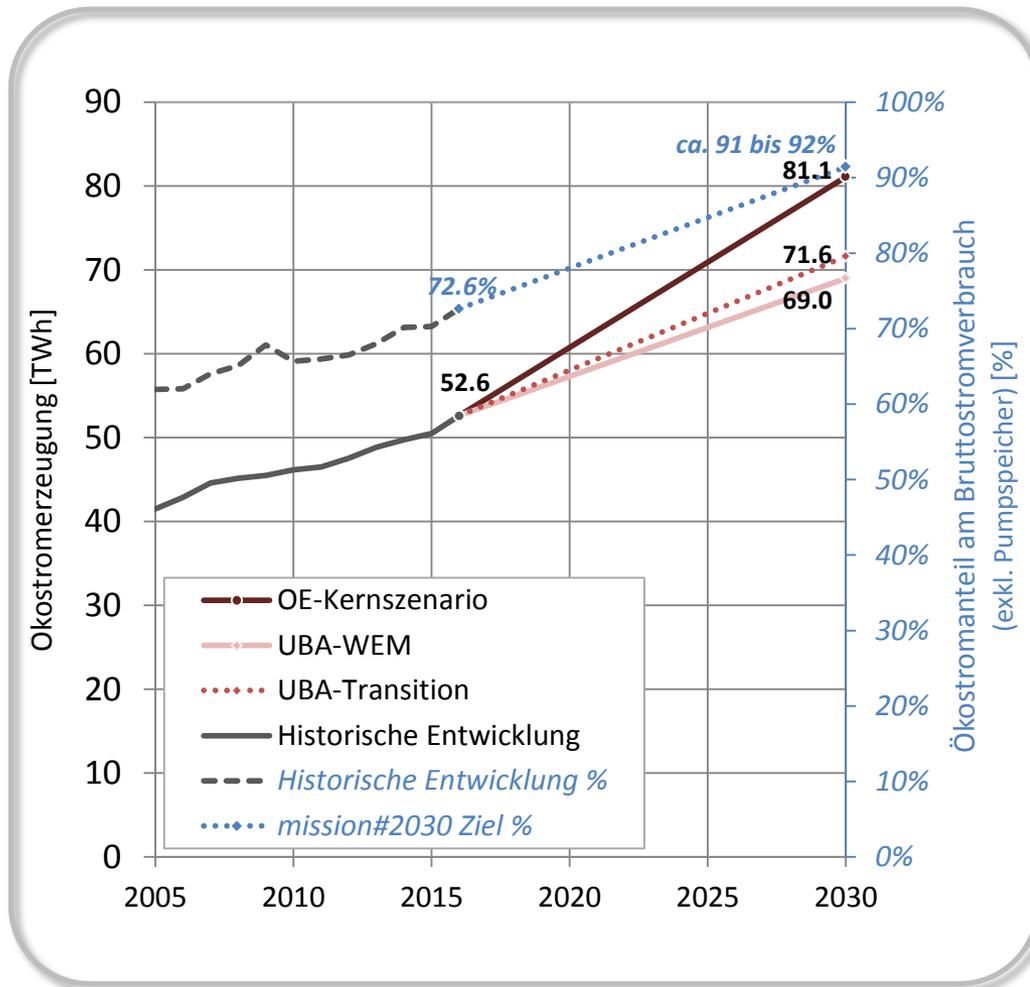
2050

Kernannahmen (in GWh)	OE Kern	UBA WEM	UBA Transition	OE Kern	UBA WEM	UBA Transition
(A) Stromnachfrage (Gesamtstromverbrauch (inkl. Verluste durch Pumpspeicher))	88.000	75.916	78.522	115.806	88.612	115.806
(B) Verbrauch Energiesektor	8.939	6.738	7.061	11.763	7.048	10.440
wovon: Pumpspeicherverluste	2.000			2.632		
wovon: Regel- u. Ausgleichsenergie zur Netzstabilisierung	500			500		
(C) Netzverluste	4.248	3.841	3.712	5.590	4.563	4.465
(D) Elektrischer Endverbrauch	74.813	65.337	65.111	98.452	77.001	79.471
wovon: Verkehr	10.516	6.805	10.516	23.873	18.029	23.873
wovon: e-Mobilität	7.349			20.678		
wovon: Haushalte	18.030	17.518	16.571	18.189	17.568	15.858
wovon: Dienstleistungen	15.749	12.365	11.193	15.887	13.847	11.043
wovon: Landwirtschaft	1.214	830,8	1.035	1.239	421,9	1.250
wovon: Industrie	29.304	27.819	25.796	31.648	27.135	27.448
Umwandlungseinsatz	0	0	2.638	7.616	0	21.430

Hinweis: Der Umwandlungseinsatz ist im OE-Kernszenario unter dem elektrischen Endverbrauch (D) bilanziert, in den UBA Szenarien dagegen unter dem Gesamtstromverbrauch (A)

- OE-Kernszenario: Wachstumsraten auf sektoraler Ebene im Einklang mit der Historie (6-Jahresmittel):
 - Haushalte: +0,1%
 - Landwirtschaft: +0,2%
 - Industrie: stärkeres Wachstum als im historischen Mittel angenommen +0,8% (statt -0,1%) → Verbrauchssteigerung durch neue Verbräuche erwartet
 - Dienstleistungen: niedrigeres Wachstum als das historische Mittel +0,1% (statt +2,7%)

ZIELKONFORME EE-ERZEUGUNG (MISSION#2030)

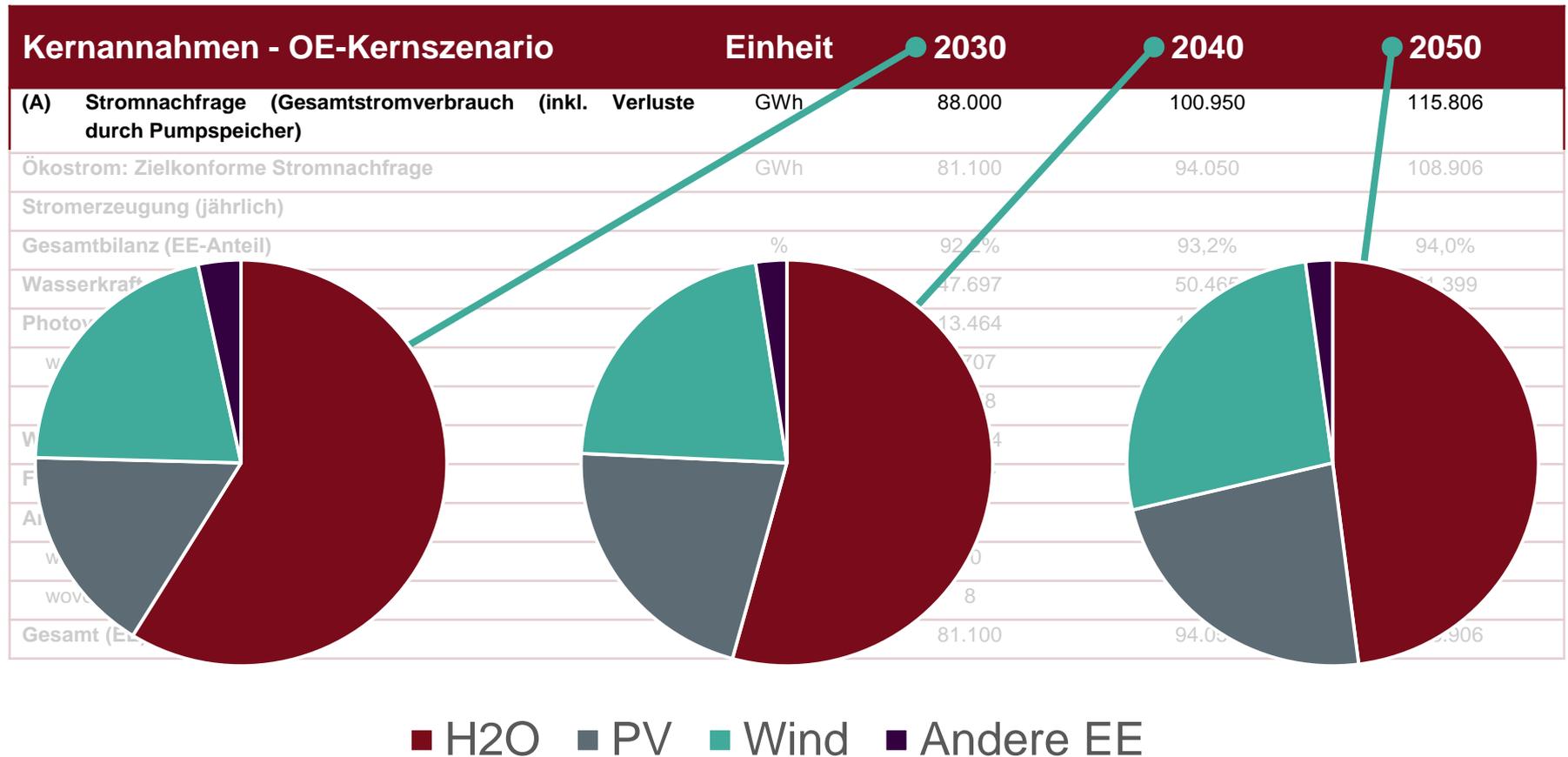


Abschätzung der zielkonformen EE-Erzeugung 2030

- die vordefinierten Einschränkungen für das Ökostromziel einer bilanztechnischen EE-Vollversorgung sind zu berücksichtigen (d.h. Regel- und Ausgleichsenergie zur Stabilisierung des Netzbetriebs sowie Industrie-Eigenproduktion)
- Die Abschätzung erfolgte auf Basis der OE Kurzstudie „100% erneuerbarer Strom laut #mission2030“ (Österreichische Energieagentur, 2018)

→ Demgemäß führen die obig angeführten Einschränkungen zu einer **Verminderung der Stromverbrauchs-Bemessungsgrundlage um rund 6,9 TWh.**

ZIELKONFORME EE-ERZEUGUNG (BEI HOHER STROMNACHFRAGE)



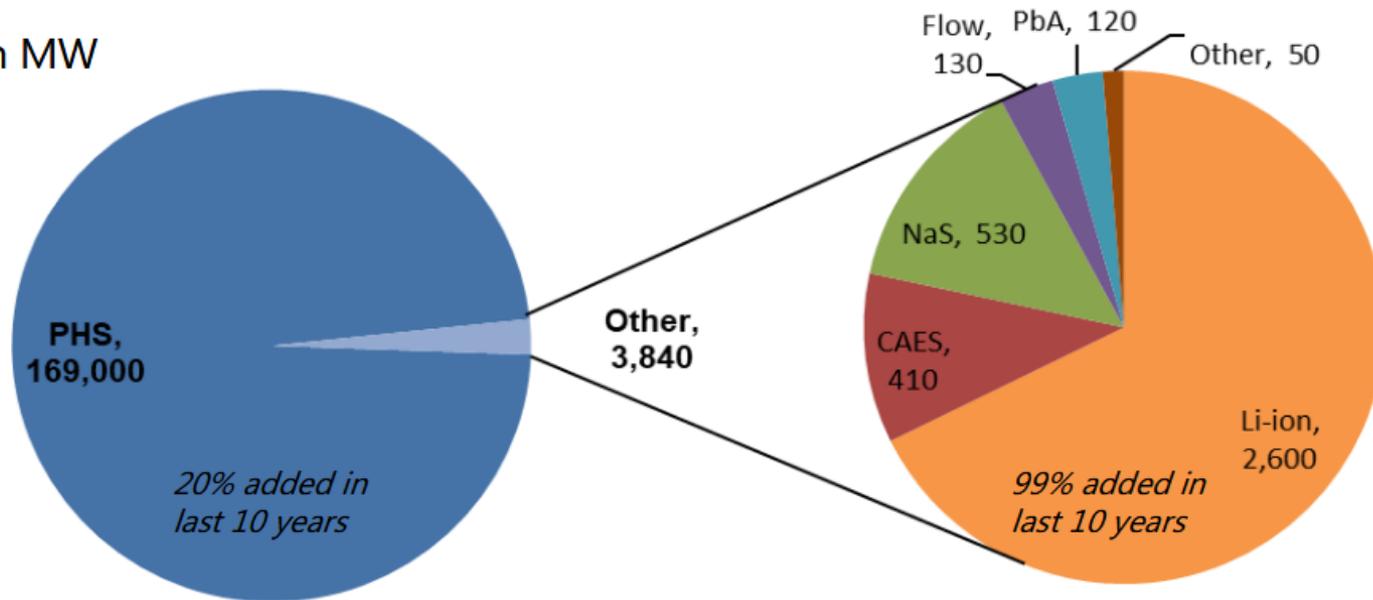
2

Flexibilitätsoptionen

SPEICHERTECHNOLOGIEN

WELTWEITE KAPAZITÄTEN

All data in MW



PHS – Pumped Hydro Storage
Li-ion – Lithium-ion Battery
CAES – Compressed Air Energy Storage

NaS – Sodium-sulphur Battery
Flow – Flow Battery
PbA – Lead-acid Battery

Quelle: Oliver Schmidt – Future cost of electricity storage and competitiveness, 28.06.2018, EU4Energy Policy Forum

SPEICHERTECHNOLOGIEN

TECHNOLOGIEN IM ÜBERBLICK

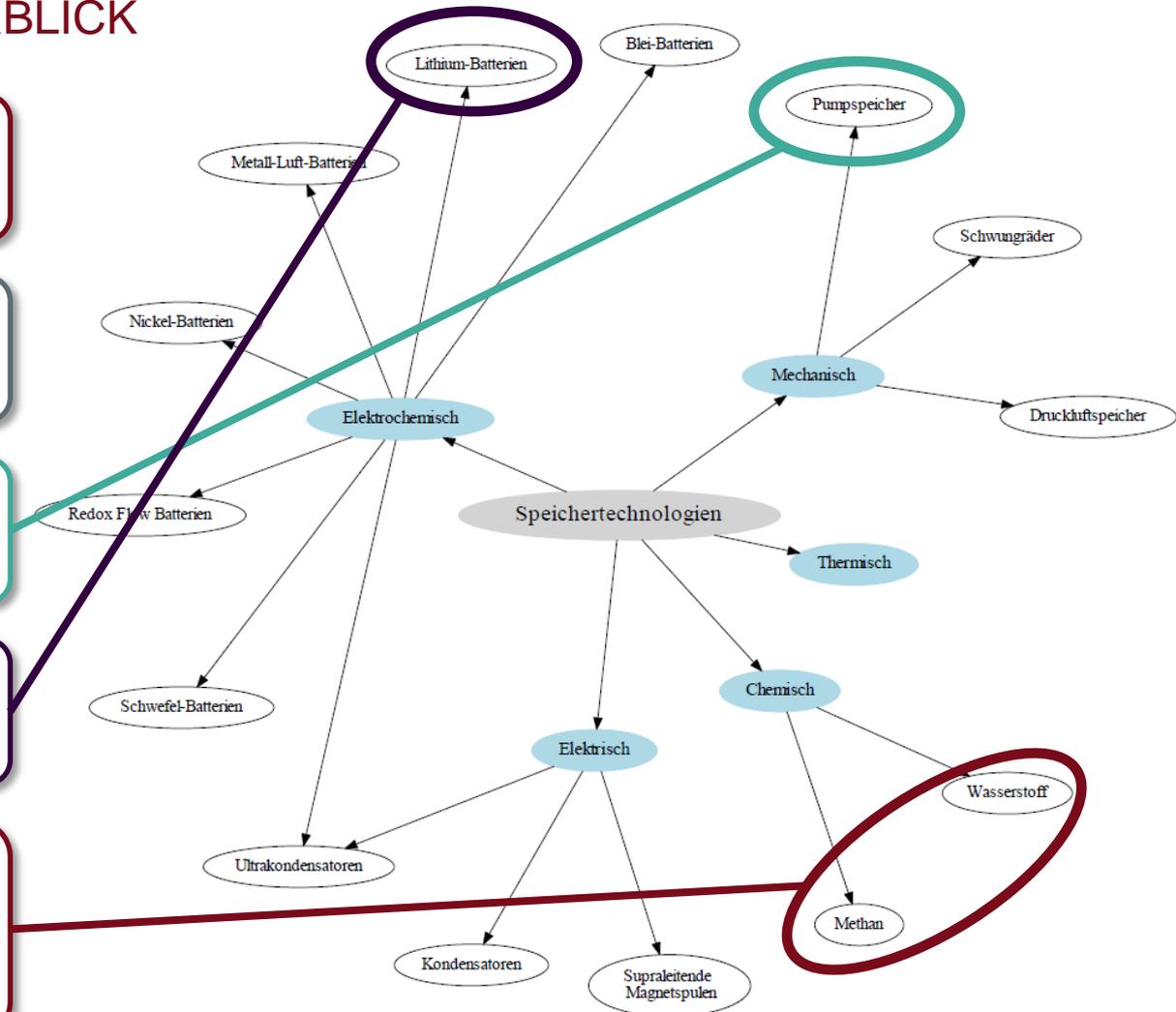
**viele verfügbare
Technologien**

**wenige Technologien
tatsächlich relevant**

**Pumpspeicher die
wesentlichste Technologie**

Li-Ionen stark aufstrebend

**Power-to-Gas zukünftig
relevant aufgrund
verfügbarer
Speicherkapazitäten**



ENERGIESPEICHERTECHNOLOGIEN

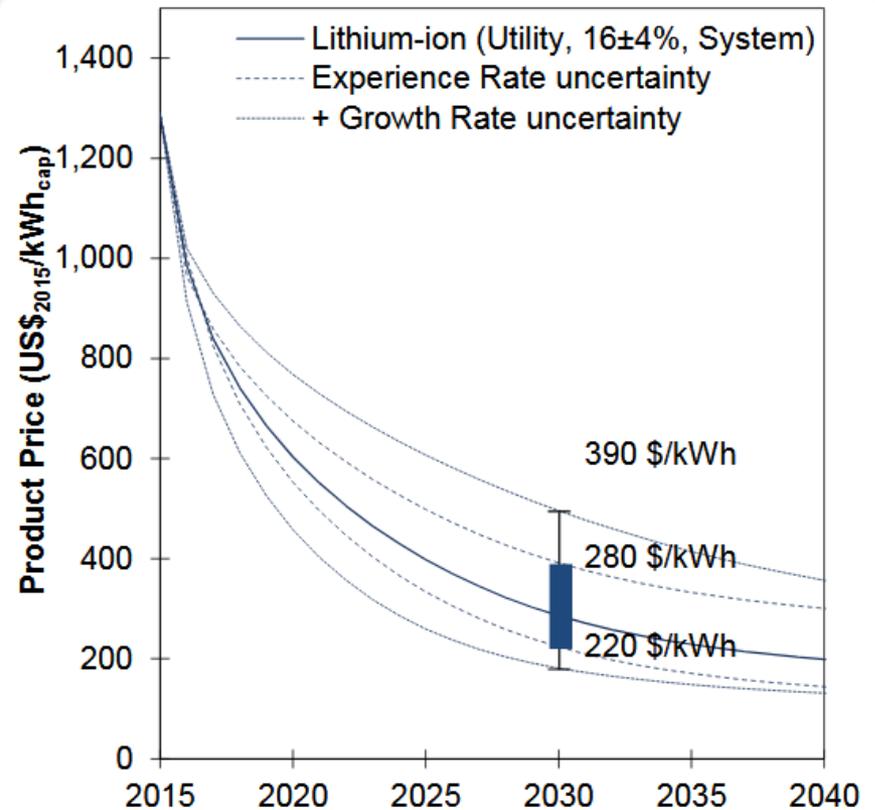
ZUKÜNFTIGE KOSTENENTWICKLUNG

Kostenentwicklung umfasst die Degradation von Preisen des Gesamtsystems bzw. einzelner Komponenten

für Pumpspeicher wird keine zukünftige, technologiegetriebene Kostenreduktion angenommen

für Batteriespeicher und Power-to-Gas-Anlagen wurden entsprechende Kostendegressionen erhoben

zu beachten sind dabei Kostendegressionen auf den einzelnen Ebenen (zB Zelle, Modul, System)



Quelle: Oliver Schmidt – Future cost of electricity storage and competitiveness, 28.06.2018, EU4Energy Policy Forum

WEITERE FLEXIBILITÄTSOPTIONEN

Demand-Response auf Kundenseite mit flexiblen Verbrauchern (Warmwasserboiler, Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge)
– inkl. Erkenntnissen zur künftigen Sektorkopplung

Grenzüberschreitende Netzkapazitäten und damit verbundener Stromtausch/-handel

Flexible Kraftwerke
(konventionell und erneuerbar inkl. KWK)

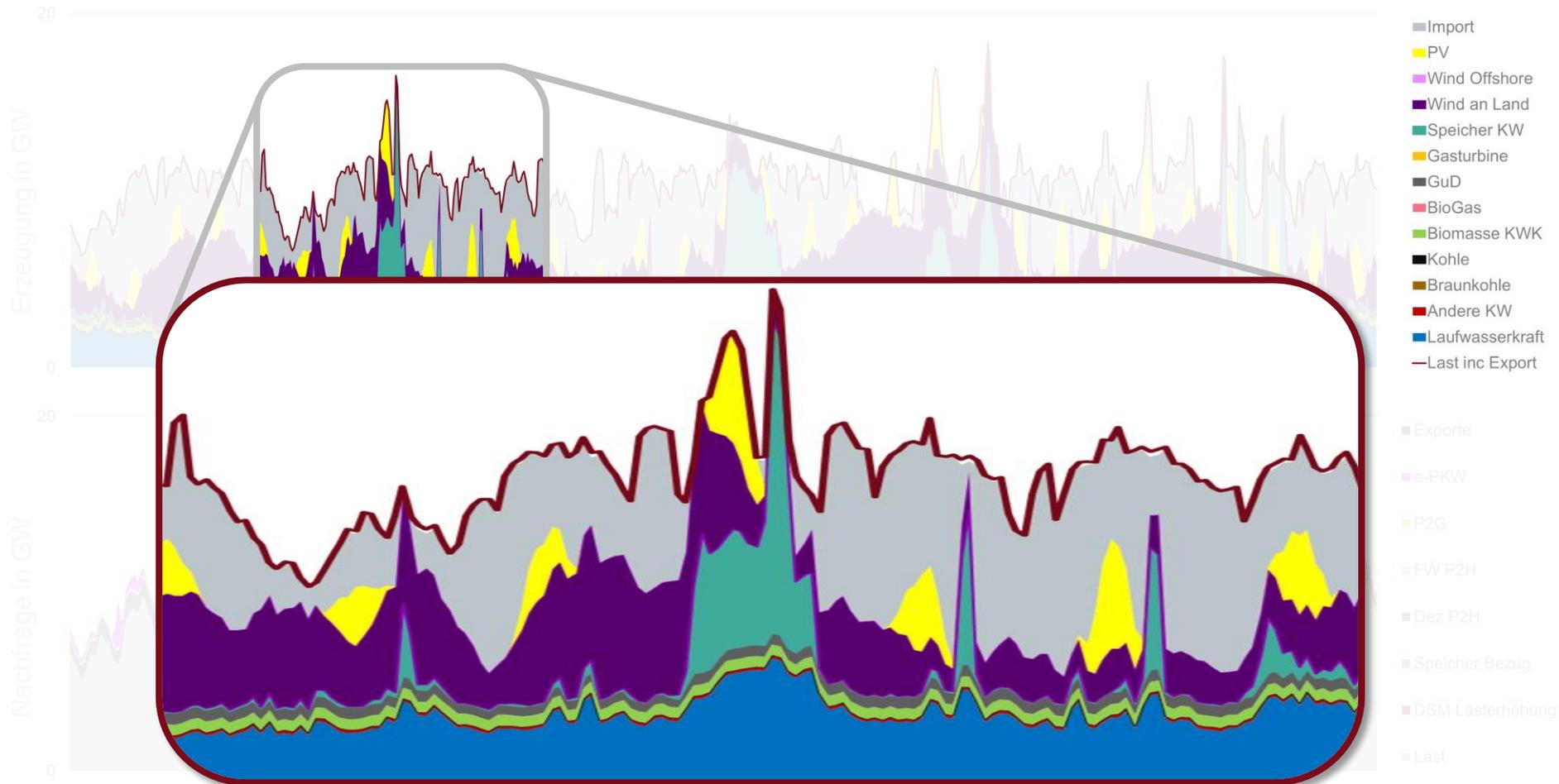
3

Flexibilitätsbedarf /-deckung

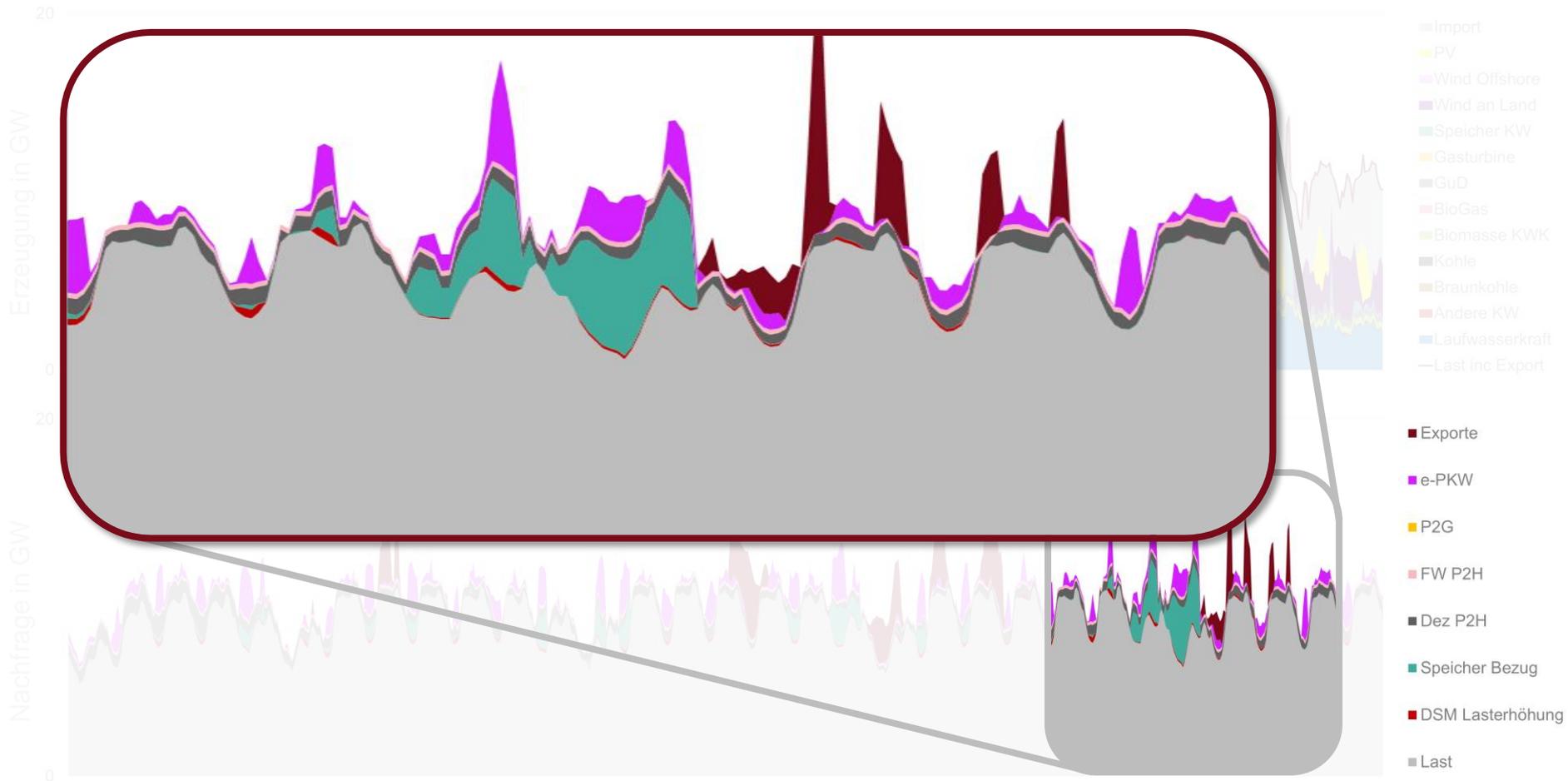
SZENARIENDEFINITION

	Kernszenarios - bei voller bzw. eingeschränkter Flexibilität		Sensitivitäten zu Wettereinflüssen		Sensitivitäten zur Trendentwicklung im Rest Europas	Sensitivitäten zur Stromnachfrage
Szenariobeschreibung	Kernszenario, optimale (volle)	Kernszenario, eingeschränkte	Sensitivität: Extreme Wettereinflüsse: Einfluss Wetterjahre	Sensitivität: Niedrige Pegelstände in Stauseen vor	Sensitivität: Trendentwicklung im Rest Europas bei konservativer Ausbau	Sensitivität: Einfluss niedriger Stromnachfrage (bei
Strom	Kernszenario	Wettereinflüsse	Trendentwicklung in Europa	Stromnachfrage		
AT	(Szenario)	(Szenario)	DE Kern	hoher Kern	EM	(Szenario)
Rest Europas (ENTSO-E Szenario)	DG (Distributed Generation)	DG (Distributed Generation)	DG (Distributed Generation)	DG (Distributed Generation)	ST (Sustainable Transition), konservativer Ausbau EE	DG (Distributed Generation)
Stromerzeugungsentwicklung						
AT	Mission#2030 Ziel	Mission#2030 Ziel	Mission#2030 Ziel	Mission#2030 Ziel	Mission#2030 Ziel	Mission#2030 Ziel
Rest Europas (ENTSO-E Szenario)	DG (Distributed Generation), ambitionierter Ausbau EE	DG (Distributed Generation), ambitionierter Ausbau EE	DG (Distributed Generation), ambitionierter Ausbau EE	DG (Distributed Generation), ambitionierter Ausbau EE	ST (Sustainable Transition), konservativer Ausbau EE	DG (Distributed Generation), ambitionierter Ausbau EE
Flexibilitätsoptionen						
Internationaler Stromhandel (NTC Werte im Einklang mit ENTSO-E Szenario)	Ja	Eingeschränkt (50% NTC)	Ja	Ja	Ja	Ja
E-Mobilität (gesteuertes Laden)	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Gesteuertes P2H (Power-to-Heat, d.h. Wärmepumpen)	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
P2G (Power-to-Gas)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Dezentrale Speicher (PV Kleinanlagen)	Ja (Systemkonformer Betrieb)	Eingeschränkt (schnelles Laden mit EigenverbrauchMax)	Ja (Systemkonformer Betrieb)	Ja (Systemkonformer Betrieb)	Ja (Systemkonformer Betrieb)	Ja (Systemkonformer Betrieb)
Pumpspeicherkraftwerke (Ausbau)	Ja	Ja	Ja	ja	Ja	Ja
Flexible konventionelle Kraftwerke	Ja	Ja	Ja	ja	Ja	Ja

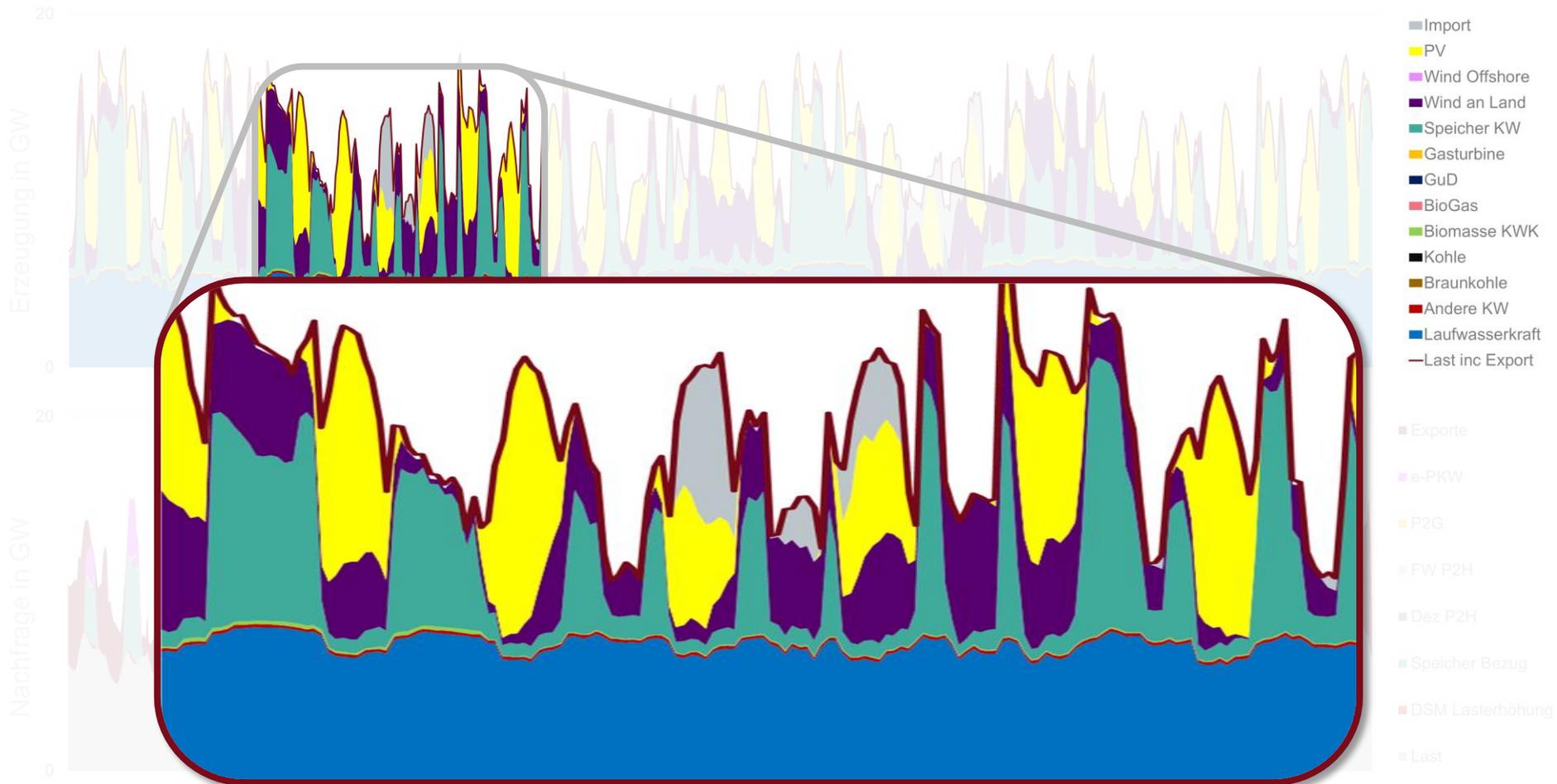
WINTER (JÄNNER 2030)



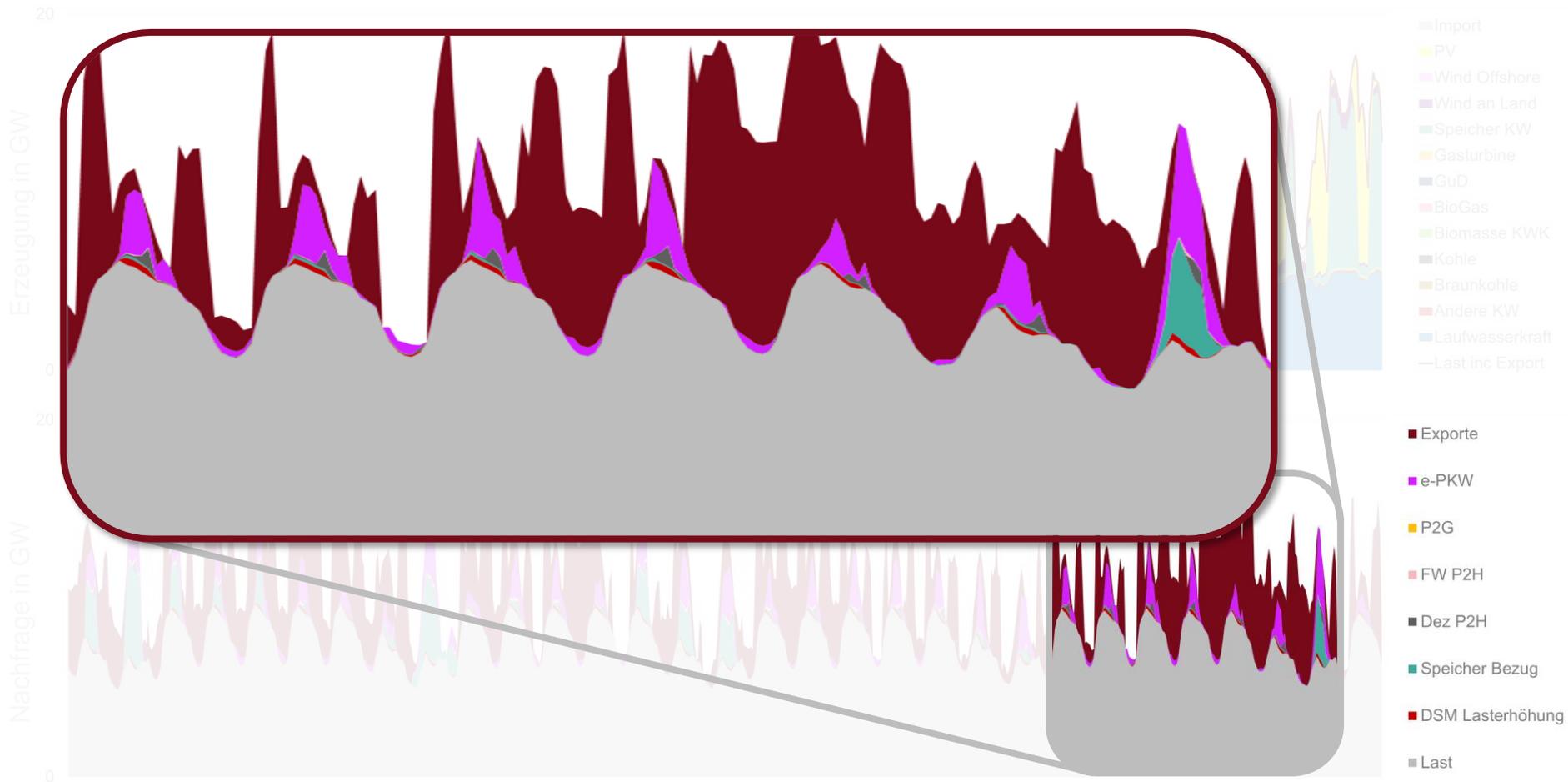
WINTER (JÄNNER 2030)



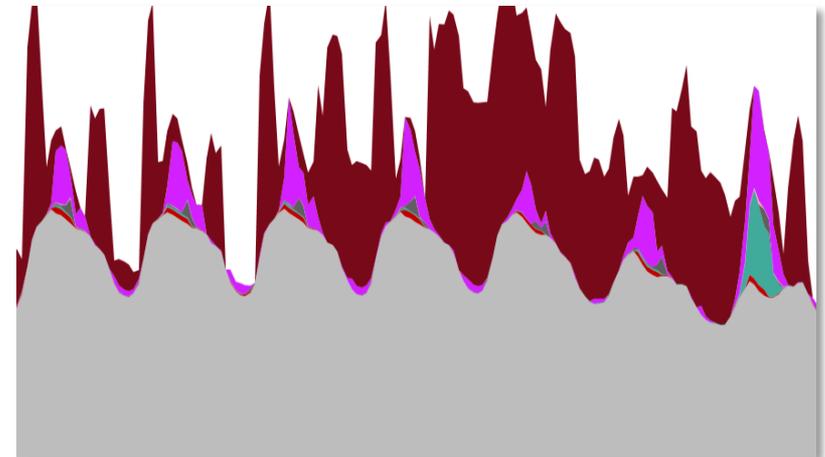
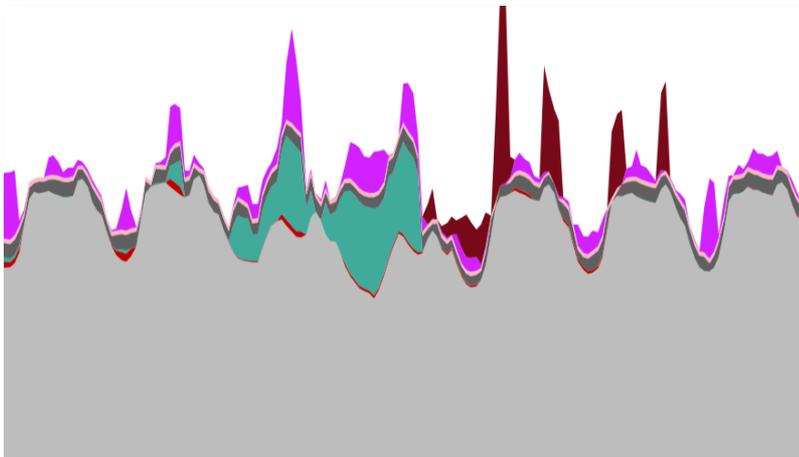
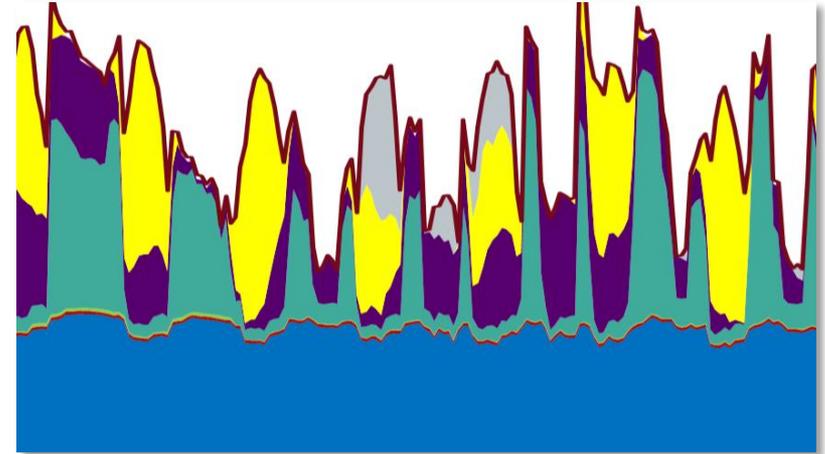
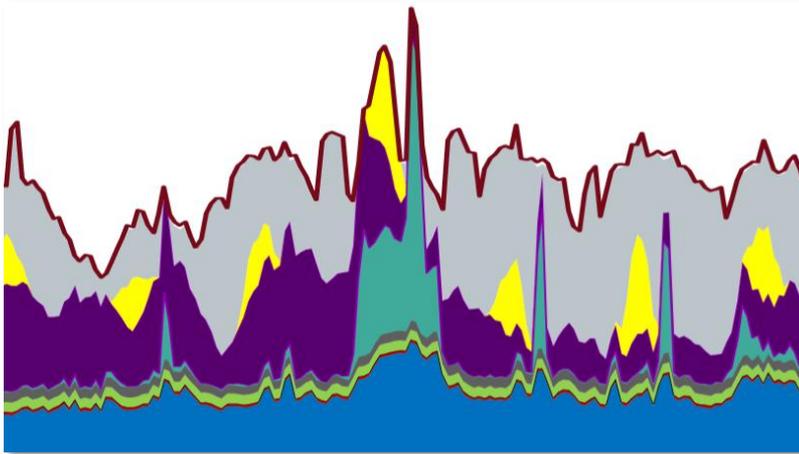
SOMMER (JULI 2030)



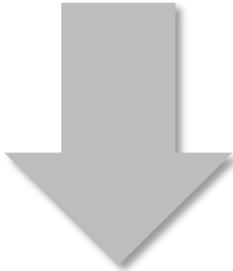
SOMMER (JULI 2030)



WINTER / SOMMER (2030)



FLEXIBILITÄTSBEDARF



Residuallast

=

Last

-

Wind

-

PV

-

Laufwasser

FLEXIBILITÄTSBEDARF DEFINITION

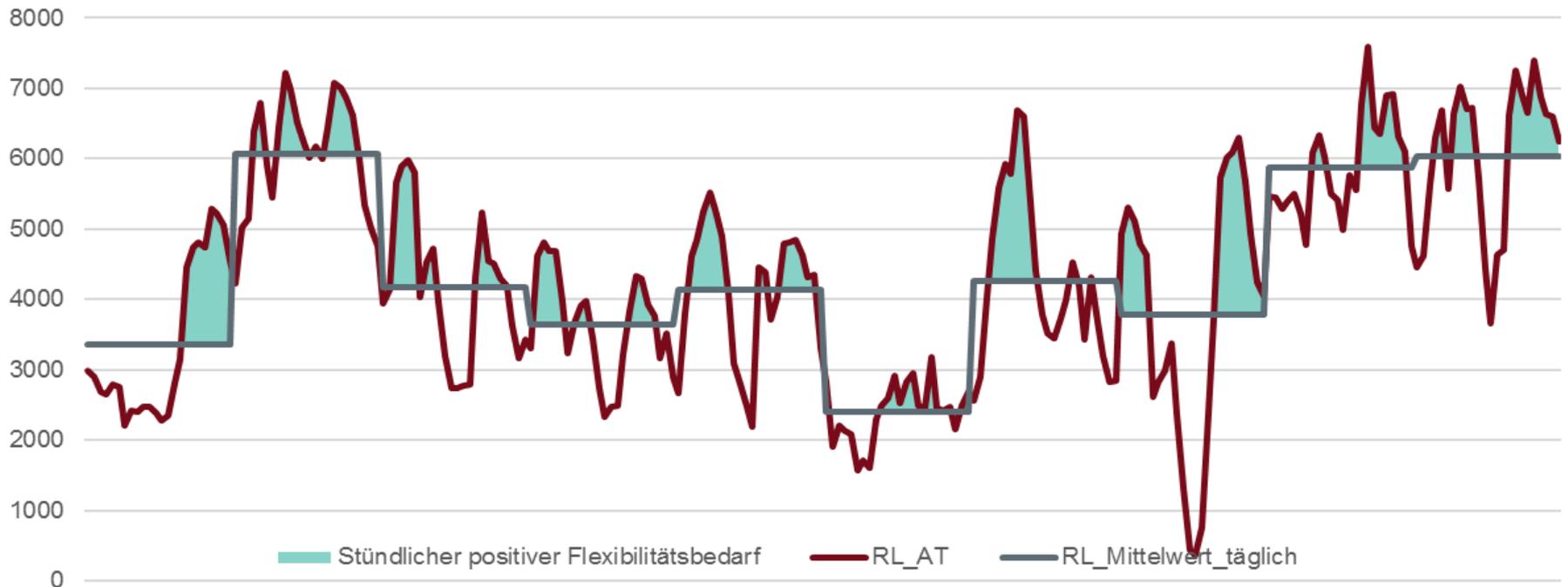
täglich

wöchentlich

monatlich

saisonal

jährlich



FLEXIBILITÄTSBEDARF DEFINITION

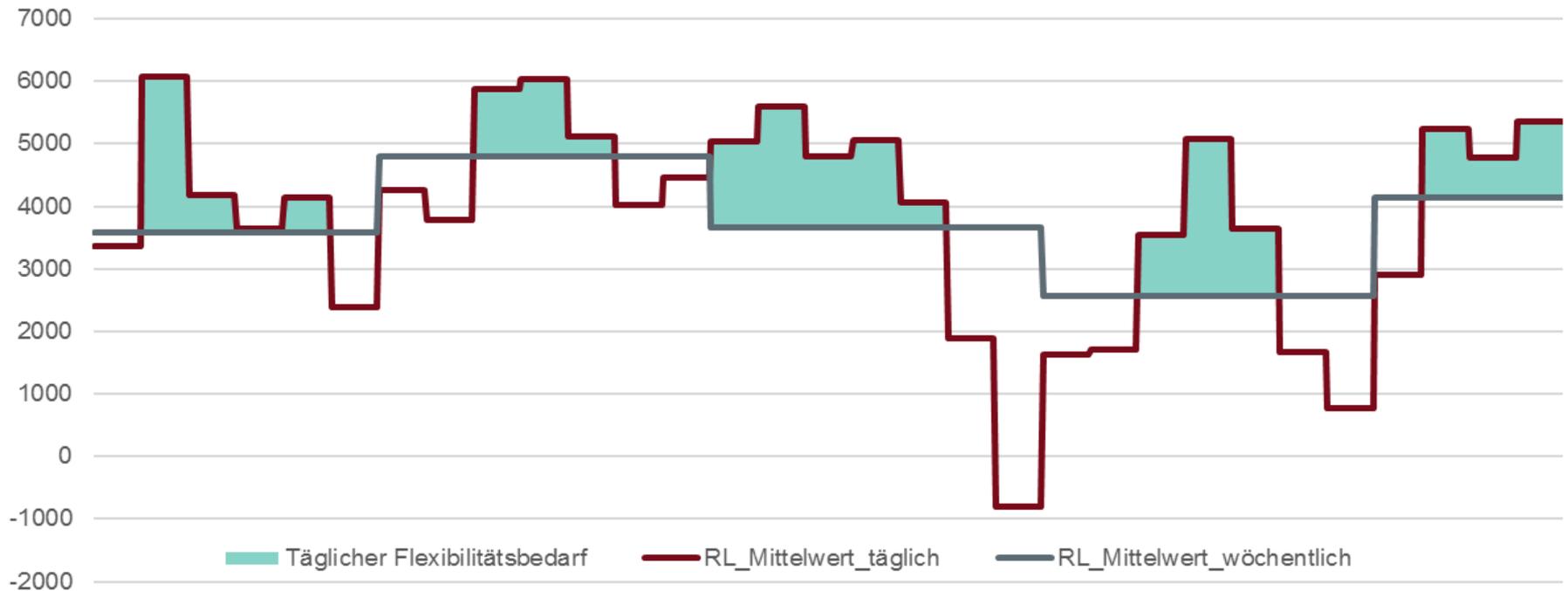
täglich

wöchentlich

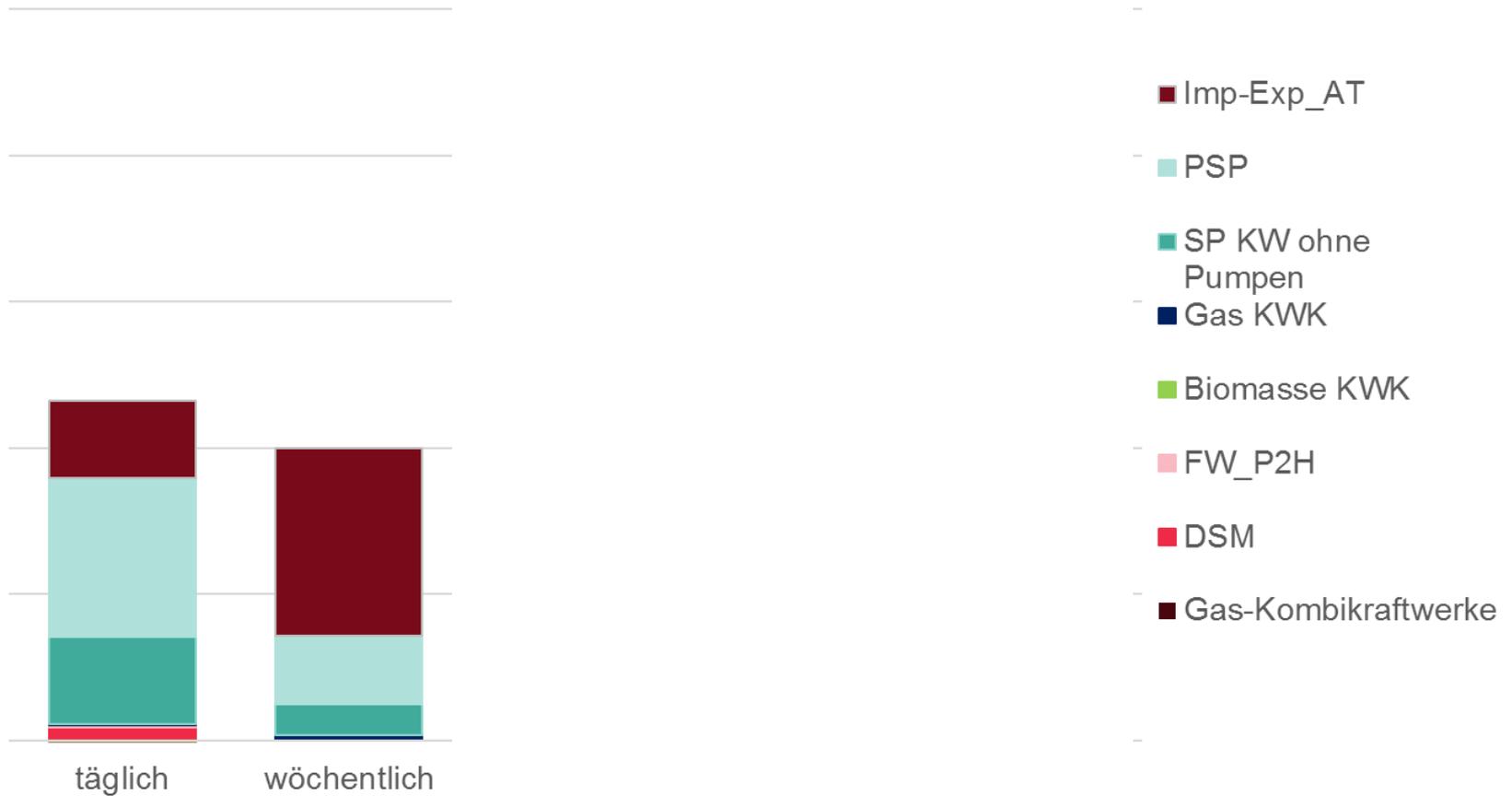
monatlich

saisonal

jährlich



FLEXIBILITÄTSBEDARF



Zusammenfassung

Stromnachfrage:

88 TWh (2030) / 116 TWh (2050)



Flexibilitätsoptionen:

Speicher / flexible Kraftwerke / flexible Verbraucher

Wie entwickelt sich die Stromnachfrage in Österreich bis 2050 unter Berücksichtigung neuer Technologien (WP, Elektroautos, etc.) ?

Welche Technologien stehen zur Deckung des stromseitigen Flexibilitätsbedarfs heute und in der Zukunft zu welchen Kosten und für welche Einsatzgebiete zur Verfügung ?

Welcher stromseitige Flexibilitätsbedarf ist künftig zu erwarten aufgrund der Umsetzung einer (bilanztechnisch) 100% erneuerbaren Stromversorgung bis zum Jahr 2030 ?

Welche Technologien erscheinen hier unter Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit für die jeweiligen Einsatzgebiete von besonderer Relevanz ?

Quantifizierung

täglich (H₂ / Import/Export) / monatlich / jährlich (Import/Export)

Wie sieht auf Basis einer modellhaften detaillierten Analyse des österreichischen Stromsystems aus System- und kostenoptimaler Technologiemix aus ?

Wie robust erscheint das entwickelte Szenario unter Berücksichtigung allfälliger Sensitivitäten und Extrema ?

Europäische Betrachtung / ohne lokale Engpässe

DANKE!

DI Dr. Werner FRIEDL, MBA

13.2.2019



AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

T +43 50550-6037 | M +43 664 9667231

werner.friedl@ait.ac.at | <http://www.ait.ac.at>



 twitter: [@W_FRIEDL](https://twitter.com/W_FRIEDL)

 LinkedIn: [werner-friedl](https://www.linkedin.com/in/werner-friedl)

 Xing: [Werner_FRIEDL](https://www.xing.com/profile/Werner_FRIEDL)

