

TIWAG-
Tiroler Wasserkraft AG
Eduard-Wallnöfer-Platz 2
6020 Innsbruck
www.tiwag.at

TIWAG

Wasserkraftspeicher als Enabler der Energiewende

Graz 2020

P. Bauhofer, TIWAG
peter.bauhofer@tiwag.at
0043 699 1257 2511

1**Strategische Ausrichtung****2****System Needs****3****Wasserkraft als Enabler der Energiewende**

Die vier Phasen des EU-Energiewende – Masterplans 2050

orientiert an acatech 2017



100 % CO₂

bis -55 % CO₂

klimaneutral

1990

2010

2030

2050

1 – Basistechnologien

F&E erneuerbare Energietechnologien (RES)
RES Ausbau mit hohem Gradienten vorbereiten
F&E Energieeffizienztechnologien

2 – Systemintegration

Dezentralisieren, digitalisieren, Strom direkt nutzen
Flexibilisieren, Stromspeicher
Neuen Strommarkt entwickeln

3 – Systemstabilität und Versorgungssicherheit

Hohe negative Residuallasten, hohe Dynamik
Großskalige Speichersysteme, Elektrolyse (GW)
Verkehr und Industrie dekarbonisieren

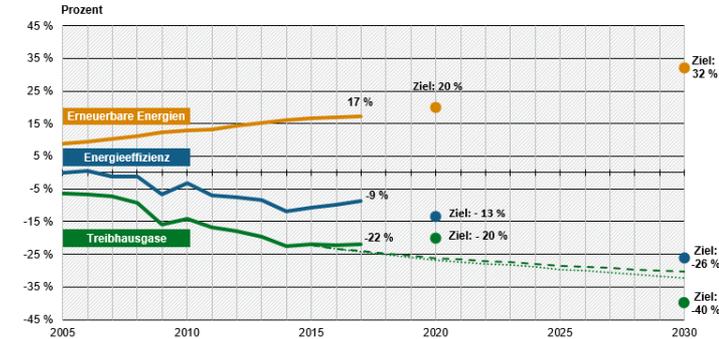
4 – Finale Dekarbonisierung

fossile Energieträger bis 2050 verdrängen
RES importieren (Wasserstoff, SNG, ...)
Finale der Dekarbonisierung

Technologieentwicklung, Steigerung der Energieeffizienz, privates Kapital mobilisieren, Green Leadership, Technologieexport

Sektorkopplung und -integration

Integriertes
Energiesystem

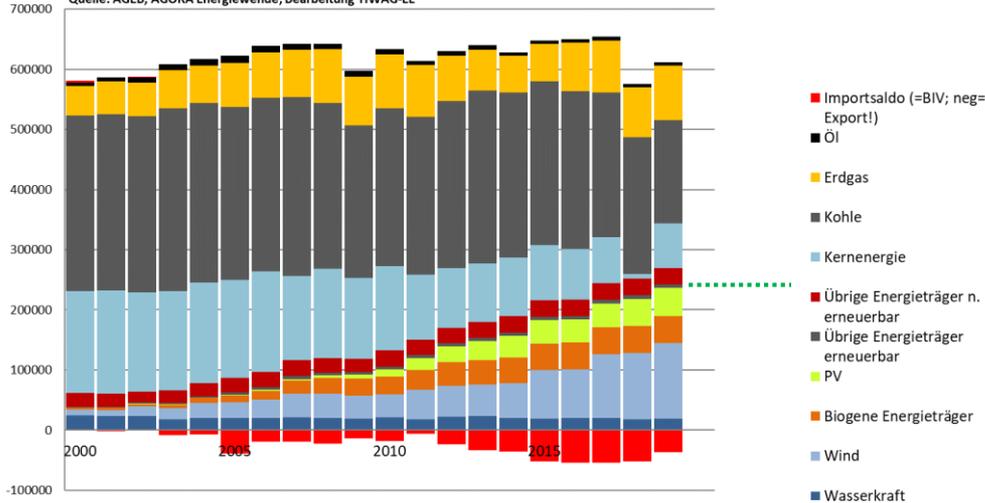


Die Energiewende im Vergleich: Status Quo Deutschland

Ref.: Arbeitsgemeinschaft für Energiebilanzen AGEB 2019, vorläufig

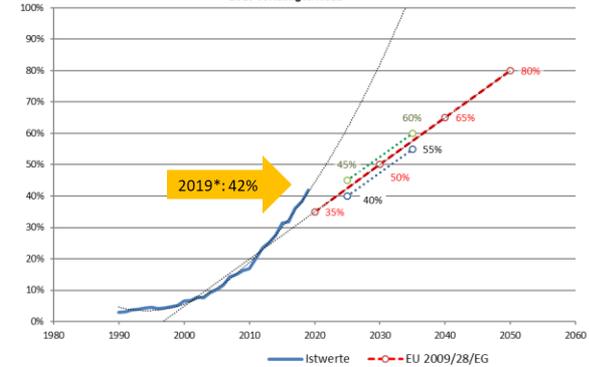
Stromaufbringung für Deutschland in [GWh]

Quelle: AGEB, AGORA Energiewende; Bearbeitung TIWAG-EE



Anteil des Stroms aus regenerativen Quellen, DE;

* 2019 vorläufig lt. AGEB



Anteil Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch 2019: ca. 42 %

Der Ausbaupfad ist bereits deutlich überschritten.

2019 vorläufig	Arbeit [GWh/a]	Zuw. rel. VJ [% p.a.]	Anteil *) [%]
Wind onshore	101.800	12,5	16,8
Wind offshore	24.600	26,2	4,1
PV	46.700	2,0	7,7
Biogen	51.000	1,2	8,4
Wasser	18.800	4,4	3,1

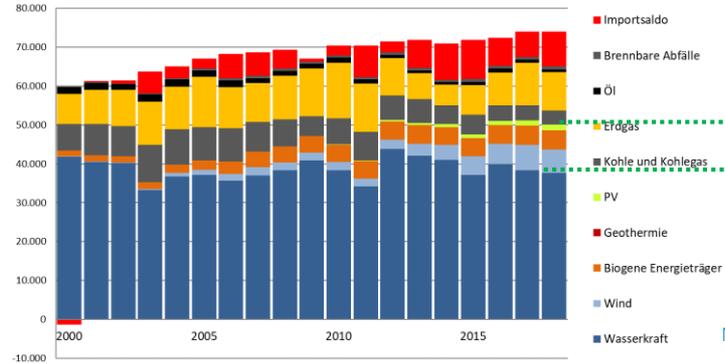
*) Anteil an der Gesamtzeugung in DE excl. Erzeugung aus gepumptem Zufluss

Die Energiewende im Vergleich: Status Quo Österreich

Quelle: EUROSTAT, Statistik Austria, E-Control, EE/TIWAG

Stromaufbringung für Österreich in [GWh]

Quelle: Statistik Austria; Bearbeitung TIWAG-EE

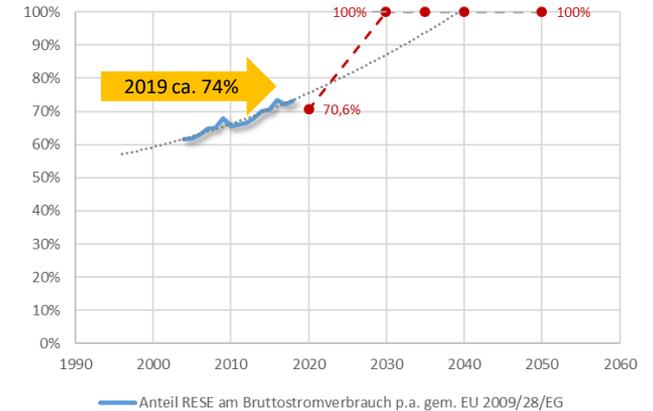


Ökostrom total
50 TWh

Wasserkraft
38 TWh

Nettoimport Strom 2018 ca. 11%.

Anteil des Stroms aus regenerativen Quellen, AT



100 % RES-E in 2030 per Jahressaldo bedeuten +27 TWh RESE:

(Regierungsprogramm AT 2020 - 2024)

- ❖ Hydro 39,8 TWh + ca. 5 TWh
- ❖ Wind 5,2 TWh + ca. 10 TWh
- ❖ PV 1,1 TWh + ca. 11 TWh
- ❖ Biomasse 4,6 TWh, + ca. 1 TWh

2018	Arbeit [GWh/a]	Zuw. rel. VJ [% p.a.]	Anteil *) [%]
Wind	6.030	25,7	10,1
PV	1.438	15,8	1,9
Biogen	4.930	-1,0	6,9
Wasser	37.638	-3,8	58,8

*) Anteil an der Gesamterzeugung in AT.

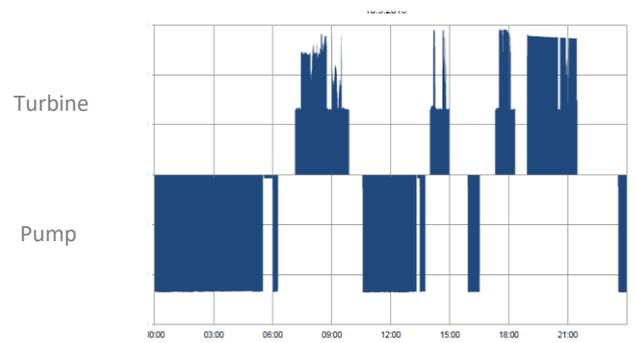
1**Strategische Ausrichtung****2****System Needs****3****Die Wasserkraft als Enabler der Energiewende**

Windkraft und PV dynamisieren bereits heute den PSW-Einsatz

Ref.: TIWAG PHS Kühltai, Sellrain-Silz Gruppe



Tageseinsatz-Charakteristik 2008

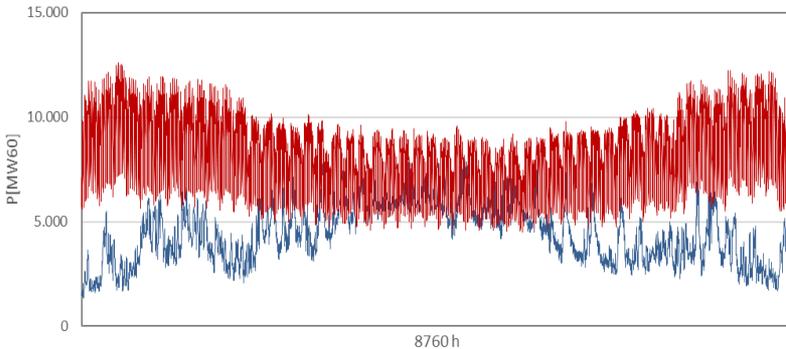


Tageseinsatz-Charakteristik heute

Öffentliche Netzlast und Einspeisung volatiler Erzeugung 2016 und 2030

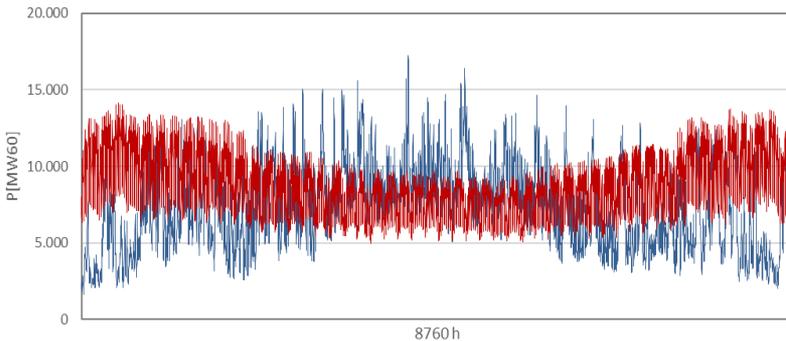
Volatile Erzeugung und Netzlast

— 2016 — RESEvol total60 [MW60] — LastÖN [MW60]



Volatile Erzeugung und Netzlast

— 2030 — RESEvol total60 [MW60] — LastÖN [MW60]



2016

Öffentliche Netzlast:

keine spürbare Prosumer-Wirkung

Einpeisung:

Fluktuation im Wesentlichen geprägt von Windkraft.
Saisoncharakteristik als Überlagerung von Wasser und Wind.
Ausgeprägte Spitzen von Mai bis Oktober.
Im Wesentlichen Erzeugungslücke (Positive Residuallast)
Temporäre Lastüberdeckungen marginal.

2030

Öffentliche Netzlast:

Verbrauchsanstieg im Winter.
Spürbare Prosumer-Wirkung durch PV Eigenverbrauchsanteil.
Damit Sommerabsenkung der Last.

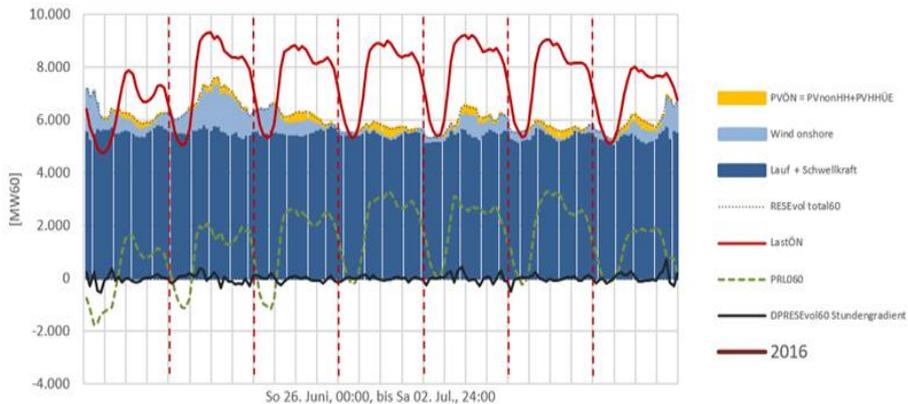
Einpeisung:

Fluktuation im Wesentlichen geprägt von Windkraft und PV.
Saisoncharakteristik als Überlagerung von Wasser, Wind und PV.
Erzeugungslücken und Überdeckungen gleichbedeutend
(kurzfristig und saisonal).
Ausgeprägter Sommerüberschuss.

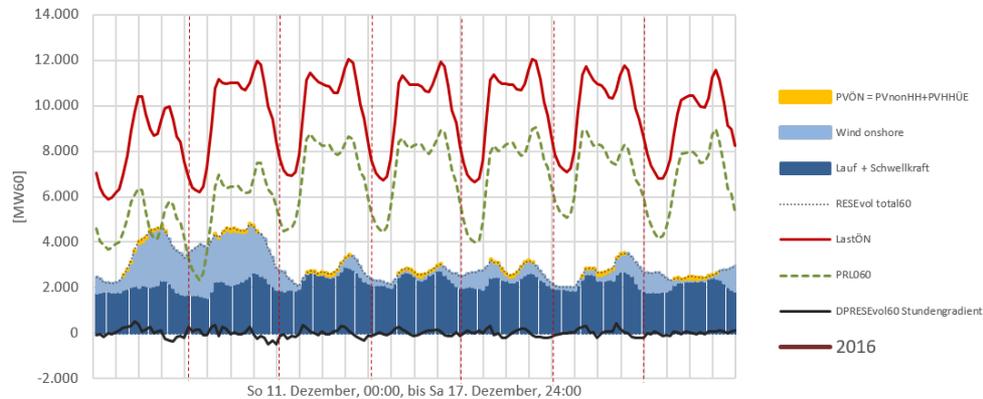
Residuallast - Analyse für Österreich, Zufallsstichproben für 2016 und 2030



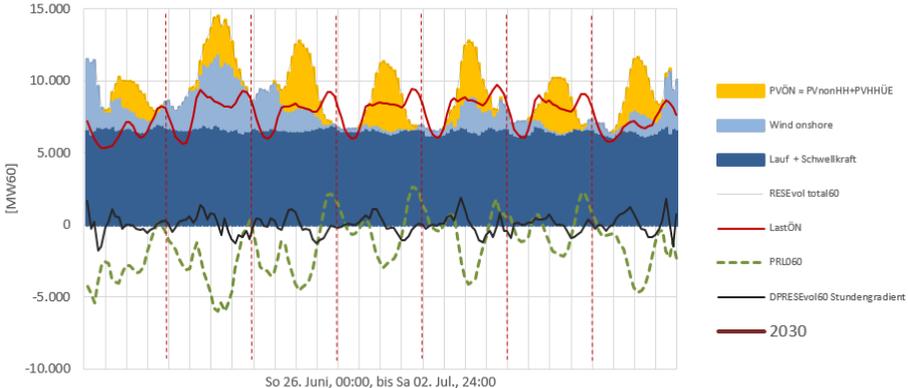
2016 Sommerwoche



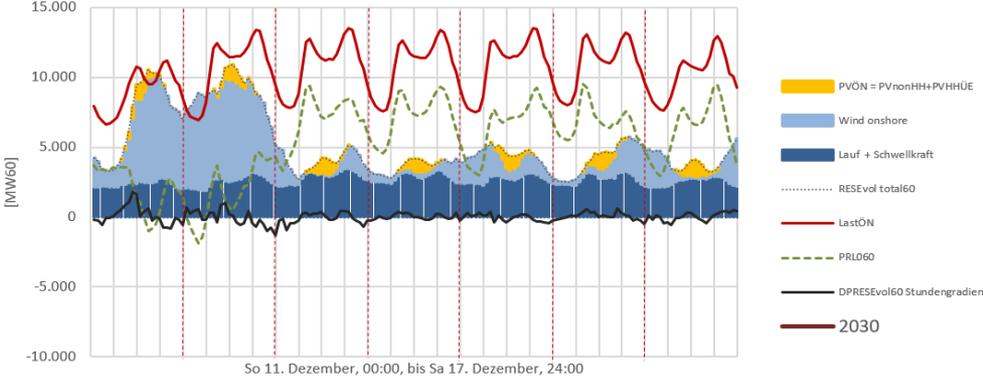
2016 Winterwoche



2030 Sommerwoche



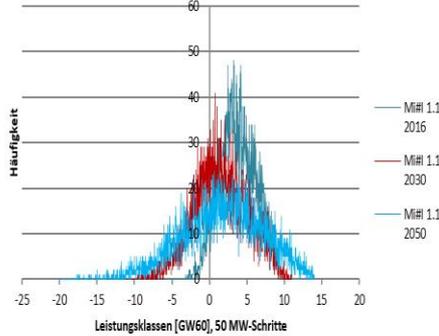
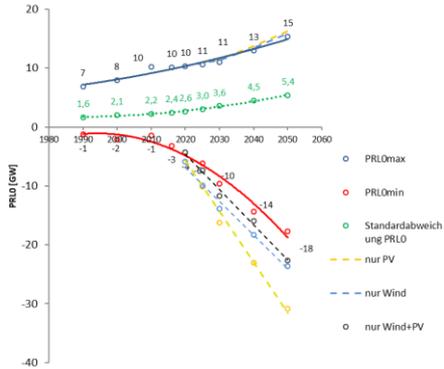
2030 Winterwoche



Anforderung an die Bandbreite der Flexibilität in Österreich steigt rasch.

Kurzfrist- und Langfristflexibilität gehen Hand in Hand.

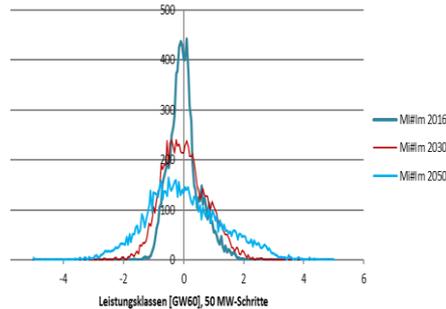
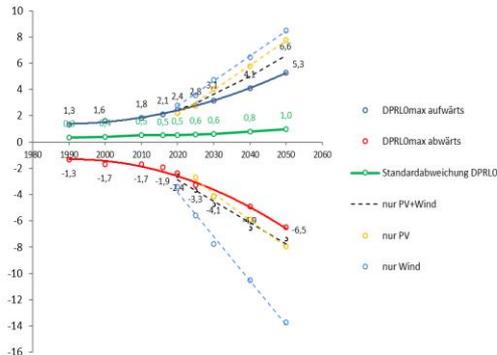
Leistungsspitzen der Residuallast



Leistungs - Charakteristik

- ❖ Die Verteilung rückt in Richtung negativer Werte.
- ❖ Die Häufigkeiten geringer Leistungen sinken, während sie in Richtung höherer Leistungen in beiden Richtungen steigen.
- ❖ Der maximale Leistungsbedarf in positiver Richtung (Turbine) wächst moderat, während er sich in negativer Richtung etwa verdoppelt.

Extrema des Stundengradienten der Residuallast



Gradienten - Charakteristik

- ❖ Die Verteilung rückt in Richtung negativer Werte.
- ❖ Die Häufigkeiten geringer Gradienten sinken, während sie in Richtung höherer Gradienten in beiden Richtungen steigen.
- ❖ Der maximale Gradient in negativer Richtung ist wesentlich höher als der positive zu erwarten.

Bedarf

Mehr Leistung in beiden Richtungen bereitstellen, die noch schneller zur Verfügung stehen muss.

Anm.: Schätzung auf Basis 2016, skaliert für 2030 und 2050 in stündlicher Auflösung. Kurzfristige Leistungsgradienten sind ggf. höher zu erwarten. Hypothetischer Ausbau „nur Wind“, „nur PV“ zwecks Ausloten der Grenzbereiche. Bewertung für mehrere Wetterjahre nötig.

Erzeugungs- und Verbrauchscharakteristik bestimmen Flexibilitätserfordernisse - auch saisonal



Langfristflexibilität

Wasserkraft, Windkraft und PV haben ausgeprägte saisonale Erzeugungscharakteristiken, die einen beträchtlichen Erzeugungsüberschuss im Sommer verursachen werden.

Diese bestimmen die Erfordernisse an die Langfristflexibilität.

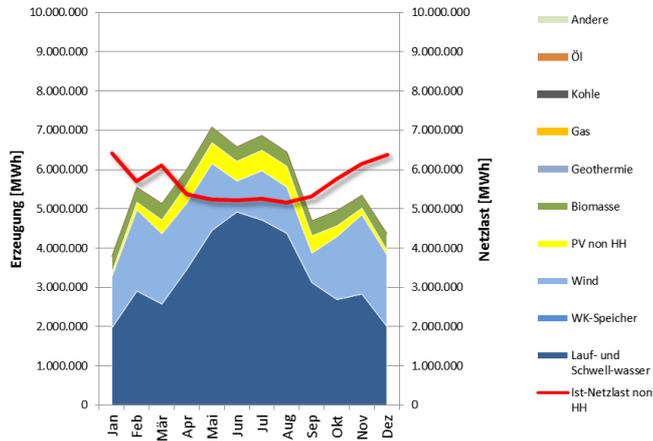
Aber: Per Jahresbilanz besteht kein Energieüberschuss!

Die Charakteristik von Windkraft und PV zeigen zum Teil Kompensationseffekte. Daher: Koordinierter Ausbau notwendig.

Mittel- und Kurzfristflexibilität

Meteorologische Ereignisse beeinflussen die Erzeugung aus Wind und PV unmittelbar und ungedämpft.

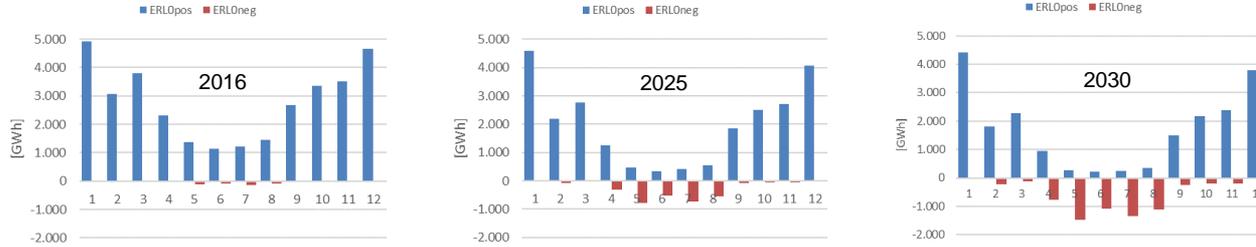
Laufstrecken und Schwellfähigkeit der Wasserkraft dämpfen i.d.R. meteorologische Ereignisse stark.



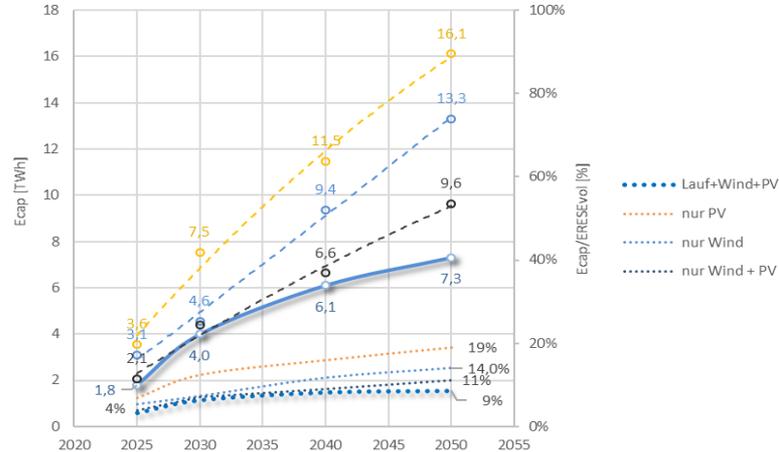
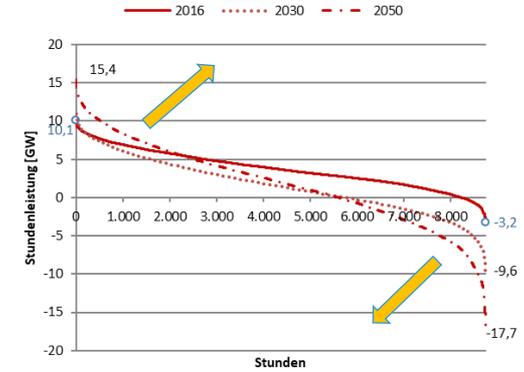
Anm.:
Stichprobenanalyse auf Basis 2016, skaliert auf 2030.
Präzisierung auf Basis mehrerer Wetterjahre nötig.

Der Bedarf an Langfristflexibilität (Speicher) wächst noch schneller als der Leistungsbedarf.

Monatlich kumulierte Energieinhalte positiver und negativer Residuallast.



Dauerlinie der Residuallast.



Bis 2030 wird sich der Energieinhalt der negativen Residuallast (temporäre Überdeckung) aller Stunden um bis zu Faktor 7 erhöhen. Der Bedarf an Speicherkapazität wächst in allen Zeitbereichen.

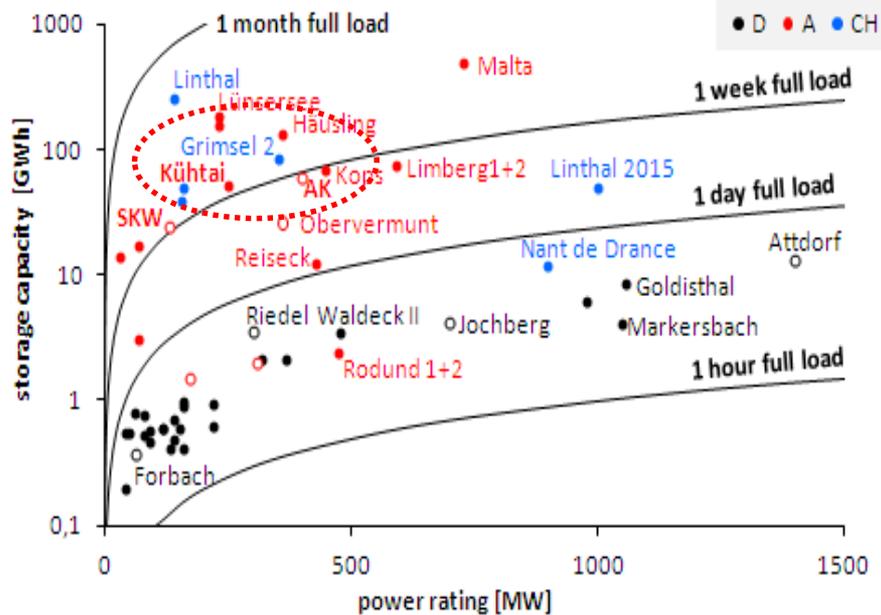
Der gesamte fiktive Speicherbedarf bis 2030 liegt bereits bei mindestens 4 TWh zuzüglich der Bestandsanlagen. Der saisonale Verlagerungsbedarf der volatilen Einspeisung nimmt ausgehend von mindestens 4 % der volatilen Einspeisung langfristig auf mindestens 9 % zu.

Der Energieinhalt der positiven Residuallast (Deckungslücke) nimmt bis 2030 moderat zu. Die Deckungslücke wächst in Summe deutlich.

Fiktiver Speicherkapazitätsbedarf des österreichischen Flexibilisierungssystems zuzüglich Bestand der bestehenden Wasserkraftspeicher und Pumpspeicher.

1**Strategische Ausrichtung****2****System Needs****3****Die Wasserkraft als Enabler der Energiewende**

PSW der Alpen und des Mittelgebirges ergänzen einander optimal

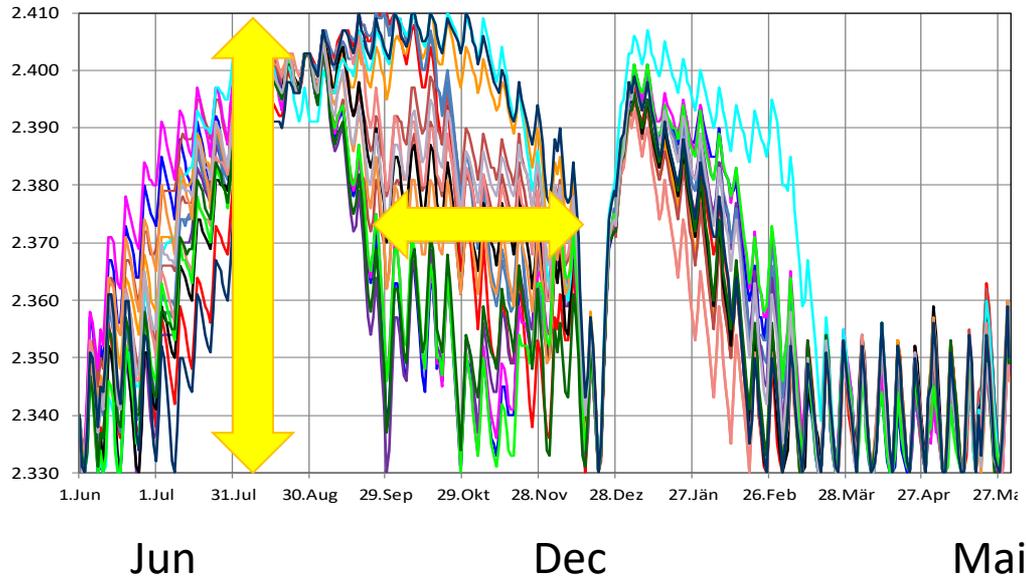


Geringe Speichervolumina und Fallhöhen limitieren den Mittelgebirgsspeicher auf den Kurzeiteinsatz von max. einem Tag.

Alle relevanten Strategiestudien erwarten von 2030 an einen signifikanten Anstieg des Bedarfs an Mittelfrist- und Saisonspeichern – als Folge des Reduktion der thermischen Baseload KW.

Bis 2030 kann in Deutschland der Flexibilitätsbedarf noch mit Erhöhung der Turbinen- und Pumpleistungen abgefangen werden, für Österreich ist zusätzlich die Erhöhung der Speicherkapazität (TWh) vor allem auf Basis hochalpiner Anlagen unter Nutzung des natürlichen Zuflusses nötig.

Breites simultanes Einsatzspektrum des alpinen Pumpspeichers



[Ref.: TIWAG 2018]

Ancillary Services, Residuallastmanagement und saisonale Speicherung sind das Kerngeschäft des Hydraulischen Pumpspeichers im 21. Jahrhundert.

- ❖ Flexible Turbinen- und Pumpkapazitäten in Kombination mit
- ❖ großen Speichervolumina und Fallhöhen bei gleichzeitig
- ❖ höchster Verfügbarkeit

bieten eine Breitband-Dienstleistung für das gesamte System sowie für die individuelle Bilanzkreisoptimierung und garantieren damit nachhaltig die überregionale Systemstabilität und Versorgungssicherheit.

Höchst flexible Laständerung bei hohen Gradienten garantieren bei Bedarf gleichzeitig die Erfüllung aller Anforderungen der Leistungsfrequenzregelung, der Lastglättung in beiden Energierichtungen sowie der saisonalen Energieverlagerung.

- 1) AKW-Park von Frankreich Gesteigerte Anforderungen an die Systemflexibilität bestehen für Österreich in allen Zeitbereichen bei hohen Anforderungen an die Leistung, Gradienten, Gradientenfolge, jederzeitige Verfügbarkeit, Kalkulierbarkeit.
- 2) Änderungen des energiepolitischen Umfeldes rasant und grundlegend (deutscher Kohleausstieg, ...)
- 3) AKW Park von Frankreich und Belgien z.T. veraltet. Wesentliche Erzeugung im Winter wiederholt nicht verfügbar.
- 4) Zentrale Planungsprämissen und Prioritätensetzung für die strategische Grundkonzeption: Energieeffizienz (Zykluswirkungsgrad im Elektroenergiesystem), Kosteneffizienz, jederzeitige Verfügbarkeit und Planbarkeit.
- 5) Dezentrale Speicher haben optimierende Wirkung auf das Prosumer-Energiemanagement und das Verteilnetz, aber geringe bis negative Wirkung auf die Systemparameter (solange nicht übergeordnet gesteuert betrieben).
- 6) Thermik (v.a. Gas KW, Gas-KWK) weiterhin wesentlich für große Ballungsräume und Industrie (Strom, Wärme, Flexibilität)
- 7) P2X wichtige Ergänzung für unidirektionale Sektorkopplung, für Vollzyklus jedoch fraglich (Wirkungsgrad?, Kosten?, Reifegrad?, ...).
- 8) Maximale Ausschöpfung des österreichischen Speicher- und Pumpspeichererweiterungs- und –neubaupotenzials ist zu empfehlen. Bei gleicher Verfahrensqualität ist die Verfahrensbeschleunigung notwendige Voraussetzung für die rechtzeitige Zielerreichung gemäß NEKP 2019.

Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit.

Dr. P. Bauhofer

Leiter der Abt. Energiestrategie und Energieeffizienz, TIWAG

peter.bauhofer@tiwag.at

FN.: 0043 (0) 50607 - 0

Mob.: 0043 (0) 699 1257 2511

TIWAG-
Tiroler Wasserkraft AG
Eduard-Wallnöfer-Platz 2
6020 Innsbruck
www.tiwag.at

TIWAG