

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



TIWAG

Wasserkraftspeicher als Enabler der Energiewende

2022

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

Verschärfte EU Klima- und Energieziele ab 2020

Strategische Zielsetzungen mit verschärften Vorgaben bis 2030 und 2050

1. Primärziel: **Klima- und Treibhausgasemissionen senken (Green Deal, Fit for 55)**

Sekundärziele: Energieeffizienz steigern bzw. Verbrauch senken,
Erneuerbare Energiequellen forciert ausbauen.
Systemstabilität und Versorgungssicherheit garantieren

2. Die **geostrategische Position Europas** durch verbesserte Energieunabhängigkeit vom EU-Ausland v.a. die fossilen Energieträger betreffend **stärken**.

3. **Know-How, Produktion und Ertragskraft (SET-Plan)** von Produkten und Dienstleistungen in den Bereichen Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Umwelttechnologien **steigern**,

damit die europäische Industrie zu Umwelttechnologien **global in einer strategischen Vorreiterrolle positionieren**.
Daher: Markt schaffende Technologien, Produkte und Dienstleistungen schaffen, positionieren und einführen.

Folge für die Energieversorgung: ökologisieren, dezentralisieren, flexibilisieren, digitalisieren.

Die vier Phasen des EU-Energiewende – Masterplans 2050

orientiert an acatech 2017



100 % CO₂

-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 geht uns alle an.

Prämisse der EU Strategie

Jedes Land nutzt die erneuerbaren Ressourcen sowie die Speichermöglichkeiten optimal und unterstützt das pan – europäische Energiesystem.

Targets

- Klima schützen
- Ressourcen hoch effizient nutzen
- Erneuerbare integrieren
- Versorgungssicherheit garantieren
- Energieautonomie verbessern
- Soziale Wohlfahrt steigern

Challenges

- Öffentliche und politische Akzeptanz steigern
- Volatilität der Erzeugung beherrschen
- Systemstabilität sicherstellen
- Kosteneffizienz sicherstellen
- Paneuropäische Systemintegration vorantreiben
- Koordinierte Umsetzung (grid, generation, sector coupling, digitalisation, ...) ermöglichen

Key Facts

Der Klimawandel schreitet rasant voran.
Die Einhaltung der Zunahme um + 2°C ist in Gefahr.

Die Klimapolitik und das öffentliche Bewusstsein betreffend die Konsequenzen der Energiewende sind ehestmöglich anzupassen.

Die heutige Versorgungssicherheit beruht auf den Reserven der Vergangenheit. Diese sind aufgebraucht.
Rasches Handeln ist geboten.

In Wahrheit ist die Energiewende ein flächendeckendes Großexperiment mit ungewissem Ausgang.

Zielsetzungen, Zeitplan



Ziel 2030:
100% Strom aus EE

+ 27 TWh

ca. 17.000 MW
zusätzlich
notwendig bis 2030

+ 11 TWh  Photovoltaik

+ 10 TWh  Windkraft

+ 1 TWh  Biomasse

+ 5 TWh  Wasserkraft

Ref.: OE 2021

Allgemeine Ziele, auszugsweise

- Erzeugung von Strom und Gas aus erneuerbaren Quellen gem. EU-Recht fördern.
- Energieeffiziente, ressourcenschonende, marktkonforme und wettbewerbsfähige Erzeugung von Strom und Gas aus erneuerbaren Quellen sicherstellen.
- Systemintegration und der Systemverantwortung steigern.
- Investitionssicherheit für bestehende und künftige Anlagen zur Erzeugung von Strom und Gas aus erneuerbaren Quellen gewährleisten.
- Errichtung und Modernisierung von Infrastruktur durch integrierte Planung unterstützen.
- Die Anwendung von erneuerbarem Wasserstoff als Schlüsselement der Sektorkopplung und – integration zu forcieren.

Heute

ist Österreich zu 75 % mit Strom aus heimischen Erneuerbaren versorgt; Sind TIWAG-Kunden AT-weit zu 100 % mit Strom aus Erneuerbaren versorgt.

Bis 2030

ist Österreich zu 100 % jährlich bilanziell mit Strom aus Erneuerbaren versorgt, wobei die Wasserkraft auch künftig den weitaus größten Teil zu übernehmen hat, und der Grüngasanteil ist auf 5 TWh (ca. 10 %) sowie der Anteil von Wärme/Kälte aus erneuerbaren Quellen signifikant erhöht.

Bis 2040

ist Österreich Treibhausgas-neutral.

Bis 2050

ist die EU Treibhausgas-neutral.

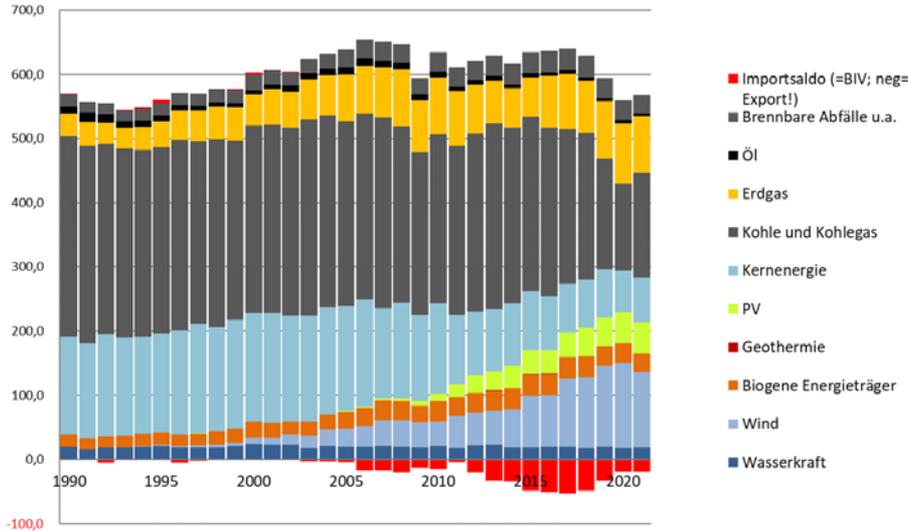
Die Energiewende/Strom im Vergleich: Status Quo Deutschland

Ref.: BMWI, AGEb; 2021 vorläufig



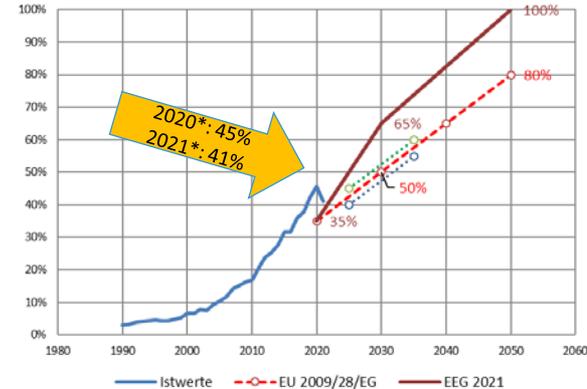
Stromaufbringung für Deutschland in [TWh]

Quelle: BMWI; Bearbeitung TIWAG-EE



EEG Ausbaukorridor 2016ff & EEG 2021 Ziele neu

RES-E-Anteil der Inlandszeugung zur Deckung des Bruttostromverbrauchs
[Quellen: BMWI, AGEb.]



Anteil Erneuerbarer am Bruttostromverbrauch:

2020: ca. 45 %; 2021: ca 41,1% (Geringe Windstromerzeugung 2021)

Der Ausbaupfad ist 2020 deutlich überschritten.

2021 Vorläufig	Arbeit [GWh/a]	Zuw. rel. VJ [% p.a.]	Anteil *) [%]
Wind onshore	92.900	-13,2	15,9
Wind offshore	24.800	-9,2	4,2
PV	49.992	1,0	8,6
Biogen**)	49.600	-2,5	8,5
Wasser	19.700	7,5	3,4

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

***) inkl. Biogener Anteil des Abfalls

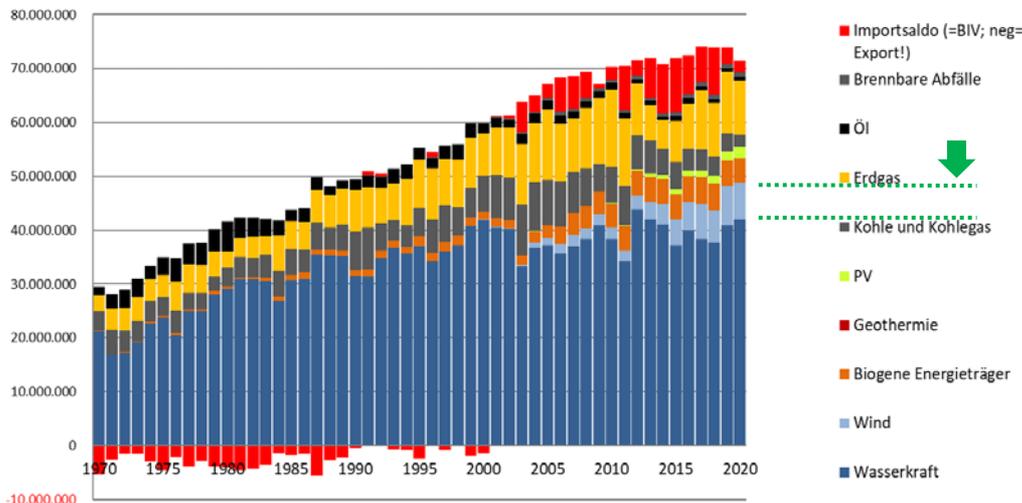
Die Energiewende im Vergleich: Status Quo Österreich

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

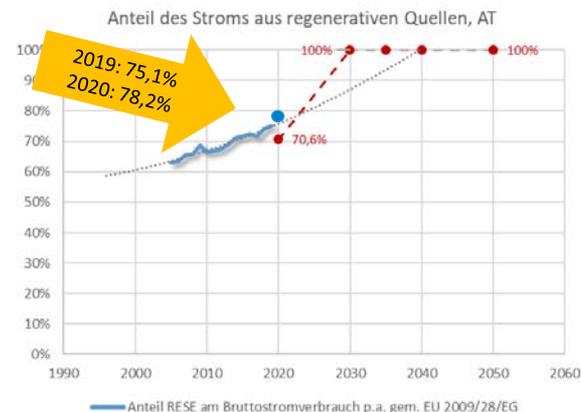


Stromaufbringung für Österreich in [MWh]

Quelle: Statistik Austria; Bearbeitung TIWAG-EE



Ökostrom total
55 TWh
Wasserkraft
42 TWh



Nettoimport Strom 2020 ca. 3% (STATAT).

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

(Regierungsprogramm AT 2020 - 2024)

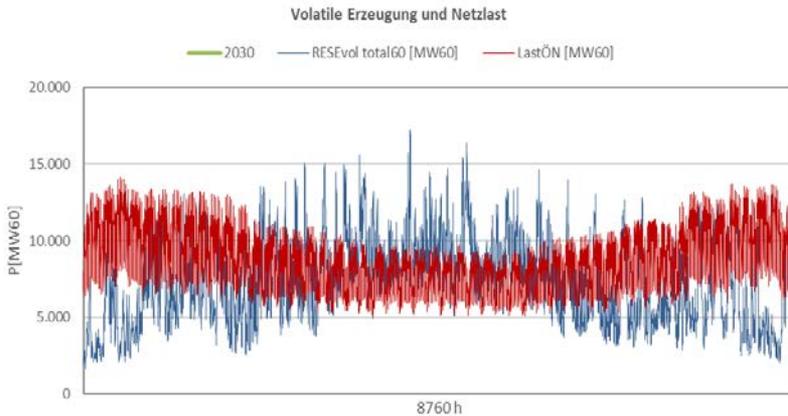
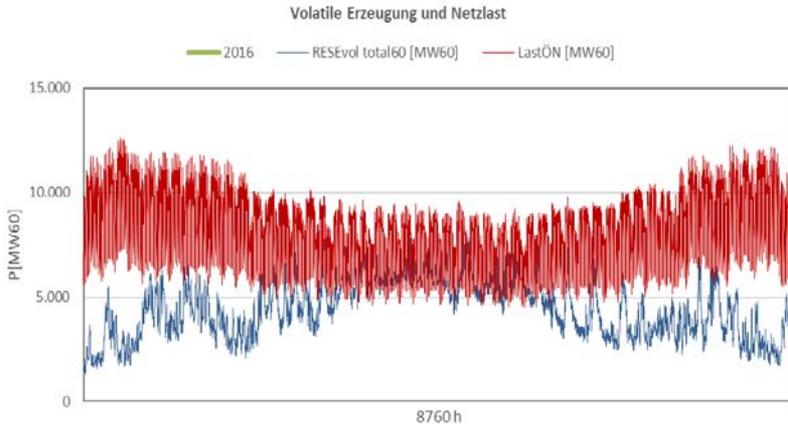
- ❖ Hydro 39,8 TWh + ca. 5 TWh
- ❖ Wind 5,2 TWh + ca. 10 TWh
- ❖ PV 1,1 TWh + ca. 11 TWh
- ❖ Biomasse 4,6 TWh, + ca. 1 TWh

2020	Arbeit [GWh/a]	Zuw. rel. VJ [% p.a.]	Anteil *) [%]
Wind	6.792	3,2	9,5
PV	2.043	37,9	2,0
Biogen	4.591	-7,2	6,4
Wasser	41.998	+8,8	58,8

*) Anteil an der Gesamtaufbringung für AT.

Öffentliche Netzlast und Einspeisung volatiler Erzeugung 2016 und 2030

Ref.: Wasserkraftspeicher als Enabler der Energiewende, 2019



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.

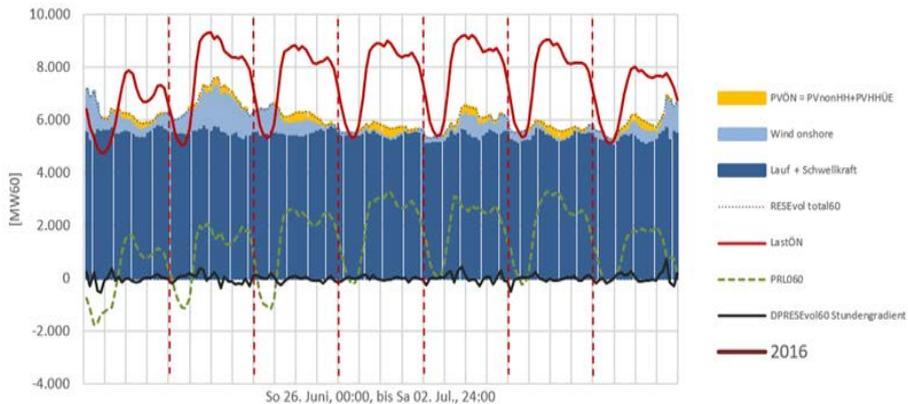
Einpeisung:

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.

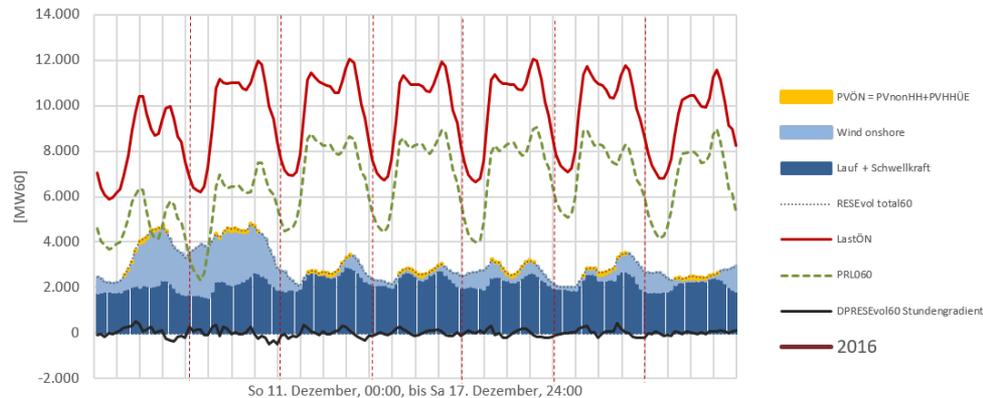
Residuallastanalyse für Österreich, Zufallsstichproben für 2016 und 2030



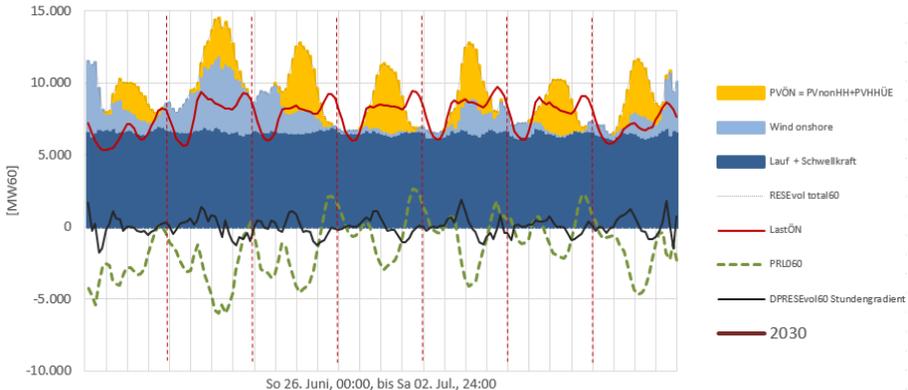
2016 Sommerwoche



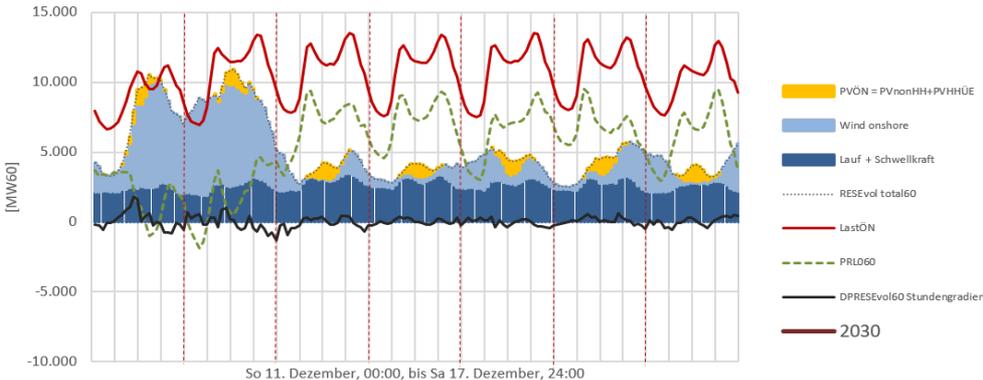
2016 Winterwoche



2030 Sommerwoche



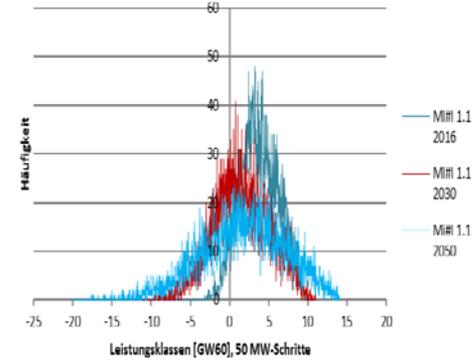
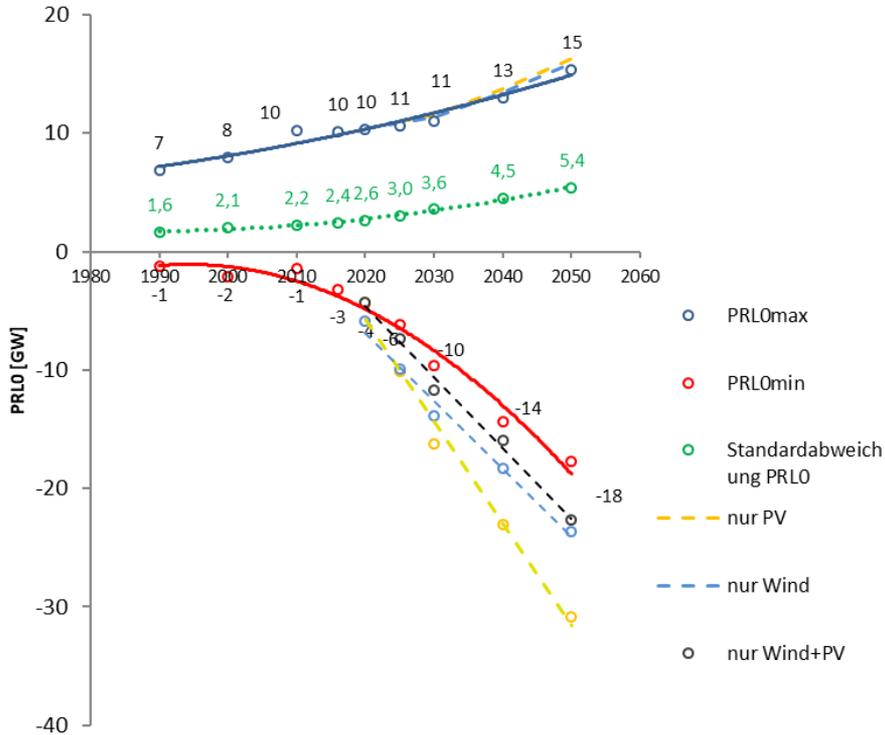
2030 Winterwoche



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.

Bedarf

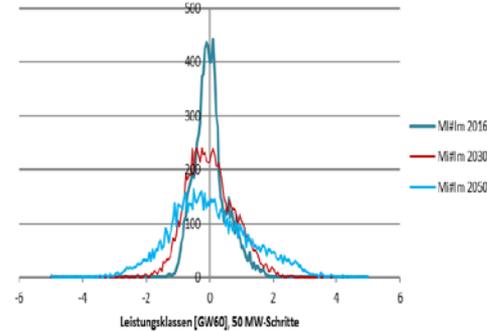
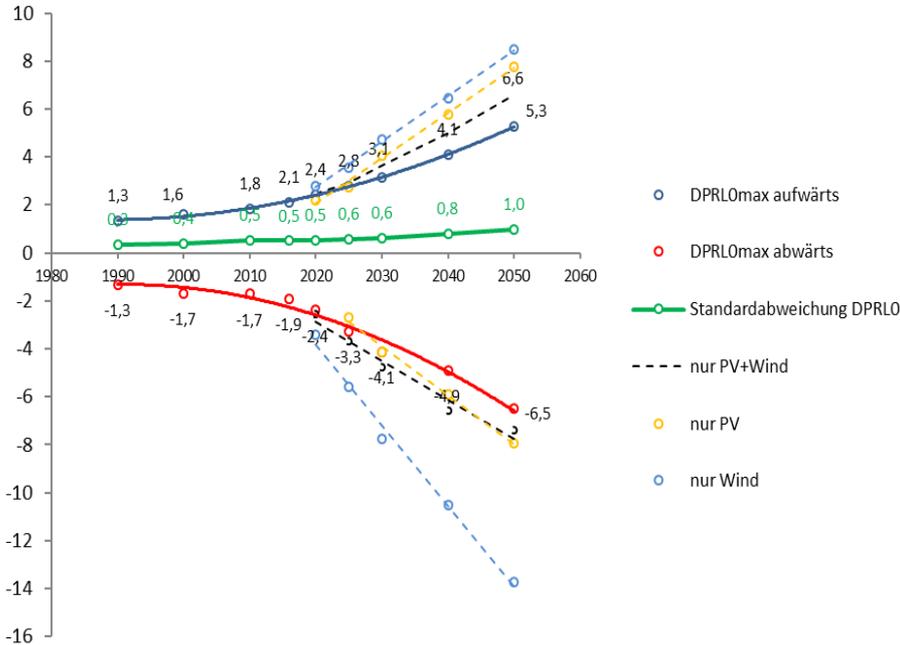
Mehr Leistung in beiden Richtungen bereitstellen, die noch schneller zur Verfügung stehen muss.

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.

Anforderung an die Bandbreite der Flexibilität in Österreich steigt rasch.

Kurzfrist- und Langfristflexibilität gehen Hand in Hand.

Extrema des Stundengradienten der Residuallast



Gradienten - Charakteristik

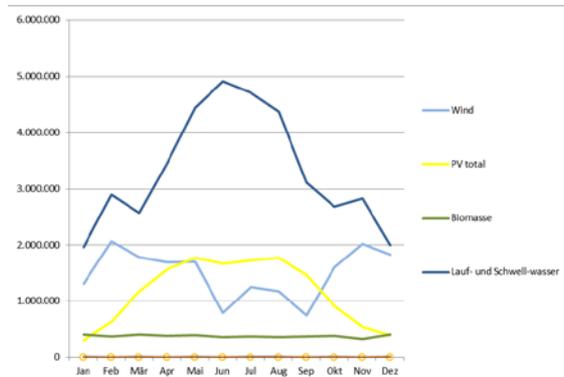
- ❖ Die Verteilung rückt in Richtung negativer Werte.
- ❖ Die Häufigkeiten geringer Gradienten sinken, während sie in Richtung höherer Gradienten in beiden Richtungen steigen.
- ❖ Der maximale Gradient in negativer Richtung ist wesentlich höher als der positive zu erwarten.

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



Langfristflexibilität

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

Diese bestimmen die Erfordernisse an die Langfristflexibilität.

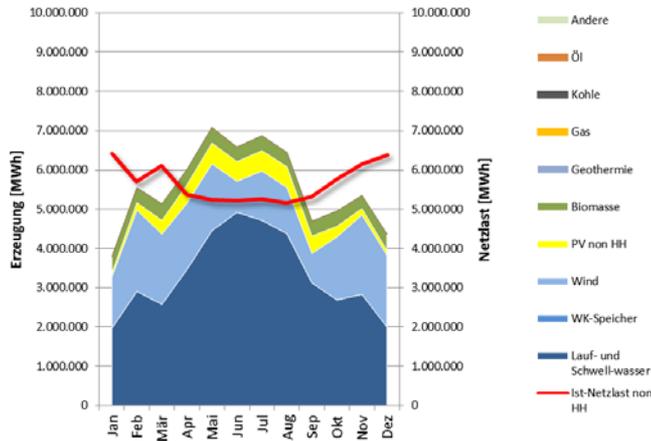
Aber: Per Jahresbilanz besteht kein Energieüberschuss!

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.:

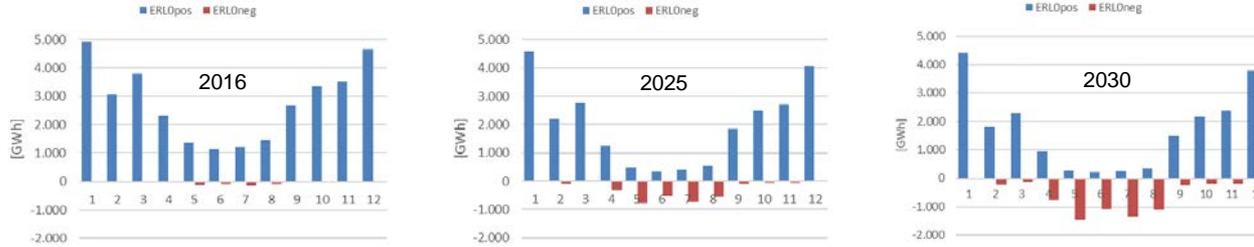
Stichprobenanalyse auf Basis 2016, skaliert auf 2030.

Präzisierung auf Basis mehrerer Wetterjahre nötig.

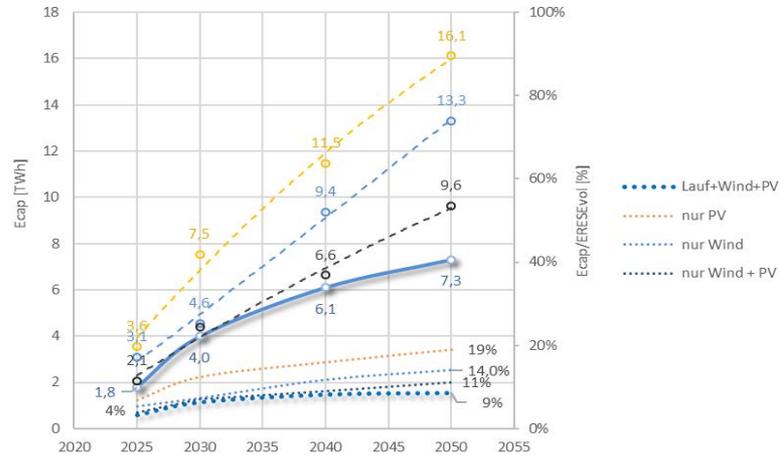
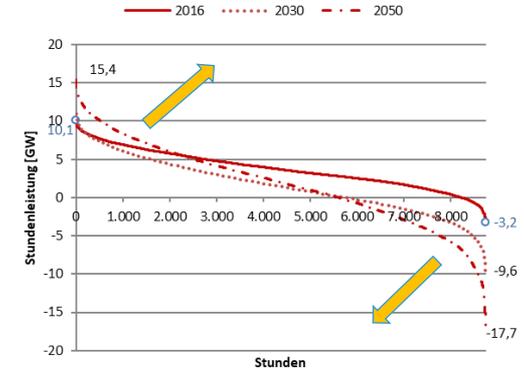
Der Bedarf an Langfristflexibilität (Speicher) wächst noch schneller als der Leistungsbedarf.



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.

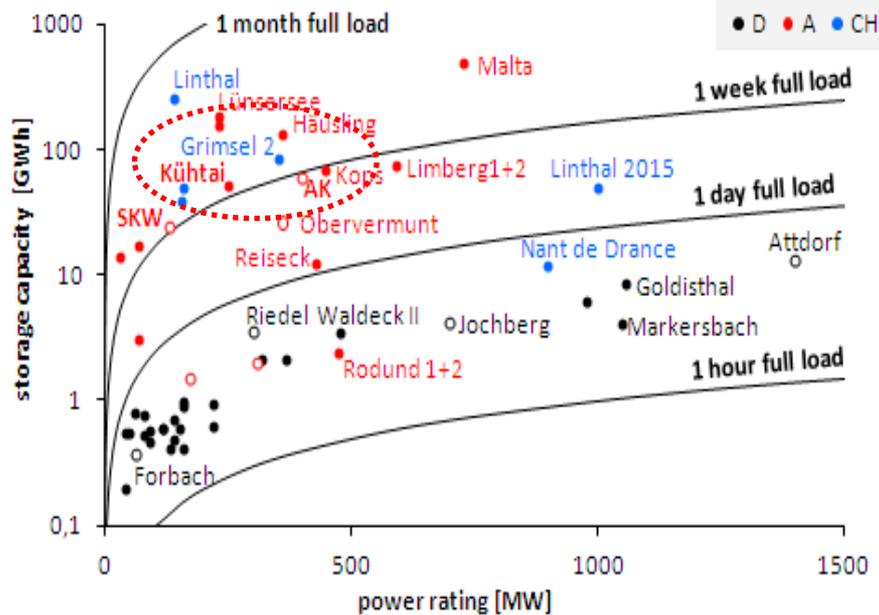
Der gesamte fiktive Speicherbedarf bis 2030 liegt bereits bei mindestens 4 TWh zuzüglich der Bestandsanlagen. Der saisonale Verlagerungsbedarf der volatilen Einspeisung nimmt ausgehend von mindestens 4 % der volatilen Einspeisung langfristig auf mindestens 9 % zu.

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

Fiktive Speicherkapazität des österreichischen Flexibilisierungssystems zzgl. Bestand.

Anm.: Schätzung auf Basis 2016, skaliert für 2030 in stündlicher Auflösung. Kurzfristige Leistungsgradienten sind wesentlich höher zu erwarten. Bewertung für mehrere Wetterjahre nötig.

PSW der Alpen und des Mittelgebirges ergänzen einander optimal

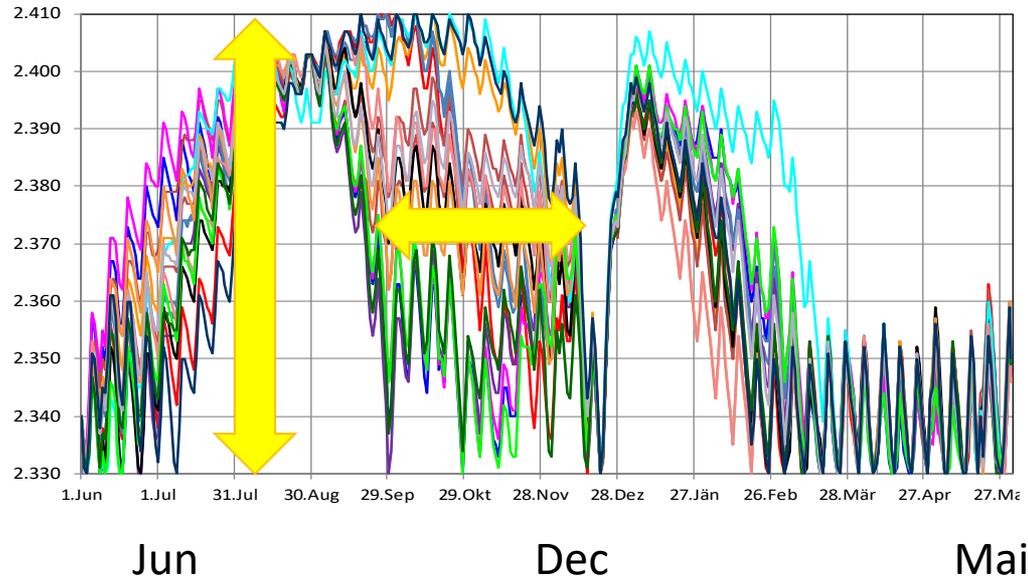


Geringe Speichervolumina und Fallhöhen limitieren den Mittelgebirgsspeicher auf den Kurzeiteinsatz von max. einem Tag.

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

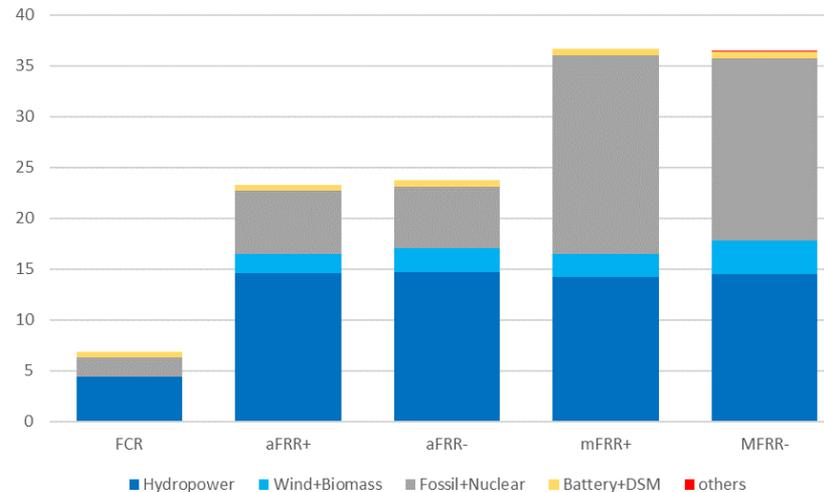
bieten eine Breitband-Dienstleistung für das gesamte System sowie für die individuelle Bilanzkreisoptimierung und garantieren damit nachhaltig die überregionale Systemstabilität und Versorgungssicherheit.

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.

Erneuerbaren-Integration, System Stabilität und Versorgungssicherheit

Wasserkraftspeicher und Pumpspeicher bauen ihre Key-Role aus.

Prequalified Load Frequency Control Reserves, Germany
September 2020



Sogar in thermisch dominierten Elektroenergie-Systemen (wie etwa Deutschland) spielen hydraulische Speicher und Pumpspeicher eine Schlüsselrolle unter anderem für die Systemstabilisierung und damit für die Versorgungssicherheit. Ihre Bedeutung steigt noch weiter mit dem thermischen (fossil, nuklear) Phase-Out.

Mehr denn je ist der Pumpspeicher das Rückgrat der Energiewende

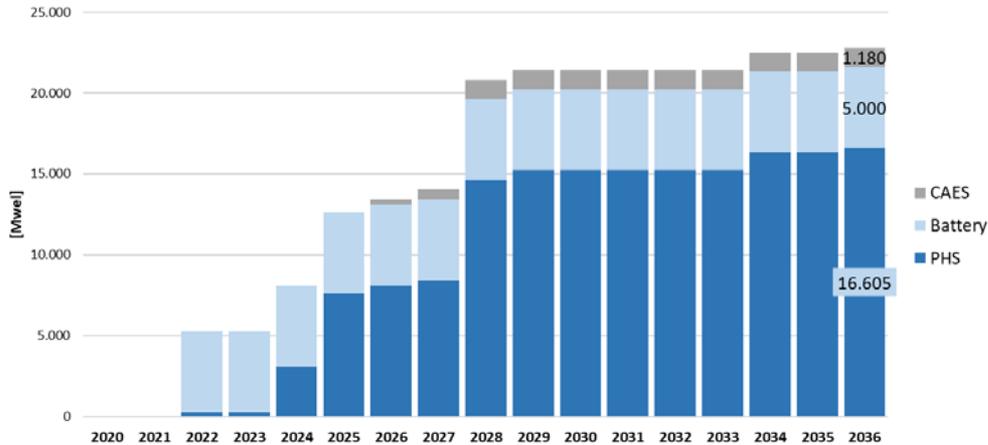
Ref.: ENTSO-E, TYNDP 2020



PCI Key Data: Infeed Capacity

e.g.: Turbine, ...

Ref.: TYNDP 2020 Storage Fact Sheets / PCI candidates Feb. 2021



Innerhalb der kommenden 15 Jahre werden zusätzliche 23 GW an Großspeicherkapazität von übergreifender Systemrelevanz im europäischen Verbundsystem installiert.

Investitionsvolumen mehr als 17 Mrd. Euro.

Hocheffiziente hydraulische Pumpspeichieranlagen tragen bei geringen Kosten mit 16,3 GW (73%) bei.

Der Österreich-Anteil liegt bei ca. 8%.

PHS = Pumped Hydro Storage
CAES = Compressed Air Energy Storage
Battery = large central battery storage

Facit für die Österreichische Flex-Strategie



- 1) Gesteigerte Anforderungen an die Systemflexibilität bestehen für Österreich in allen Zeitbereichen bei hohen Anforderungen an die Leistung, Gradienten, Gradientenfolge, jederzeitige Verfügbarkeit und Kalkulierbarkeit.
- 2) Änderungen des energiepolitischen Umfeldes rasant und grundlegend (Fit for 55, 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 (samt 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 verbessern (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.

Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit.

Dr. Peter 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