



9. Praktikerkonferenz „Wasserkraft | Turbinen | Systeme“

**Anforderungen an Energiespeicherung –
Stand und Ausblick**

Österreich 2024: Installierte Leistung und Erzeugung



$P_{\text{install}}/P_{\text{Last}}$

Vh/a

Last: 5.000 – 10.000 MW

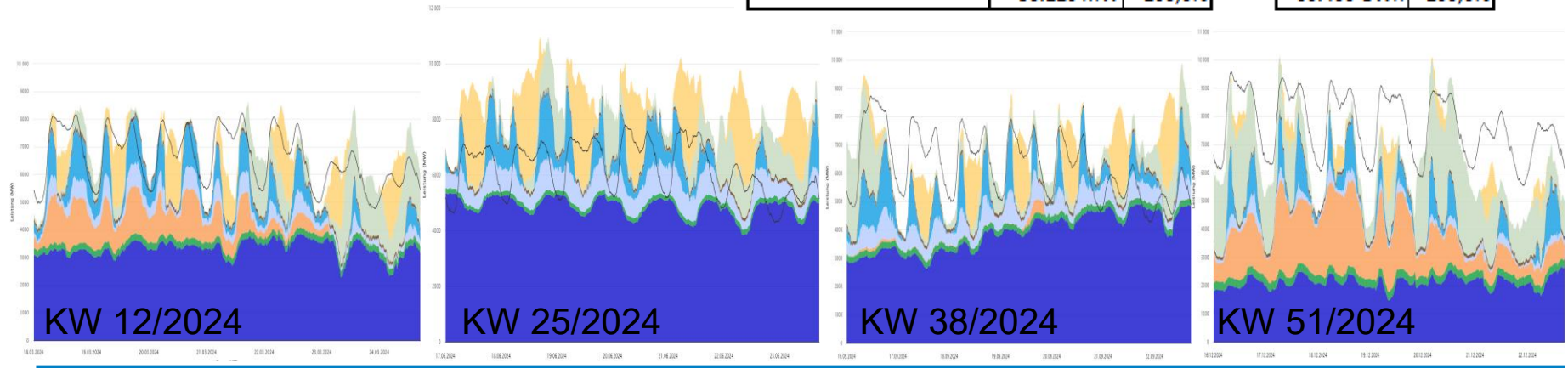
Installierte Erzeugerleistung: 30.000 MW

„Erneuerbare“: 24.800 MW / 53.700 GWh
(davon Wind + PV: 12.300 MW / 15.300 GWh)

„Konventionelle“: 5.300 MW / 6.700 GWh

Leistungshub PV an sonnigen Tagen (KW 29):
Bis 4.000 MW bei Netzlast von 4.700 MW

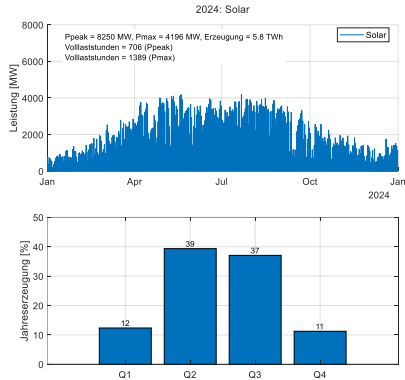
	Installierte Leistung			Jahreserzeugung		
	Leistung (MW)	Anteil (%)		Erzeugung (GWh)	Anteil (%)	
Laufwasser	5.900 MW	19,6%	82%	31.900 GWh	52,8%	89%
Speicher-/Pumpspeicher	6.000 MW			4.600 GWh		
Batteriespeicher		0,0%		0,0%		
Biomasse	600 MW	2,0%		1.900 GWh	3,1%	
Wind	4.000 MW	13,3%		9.400 GWh	15,6%	
Solar	8.300 MW	27,6%	5.900 GWh	9,8%		
Öl	120 MW	0,4%	18%	0,0%	11%	
Erdgas	4.200 MW	13,9%		6.100 GWh		10,1%
Müll	130 MW	0,4%		400 GWh		0,7%
Andere...	860 MW	2,9%		200 GWh		0,3%
Gesamt	30.110 MW	100,0%		60.400 GWh	100,0%	



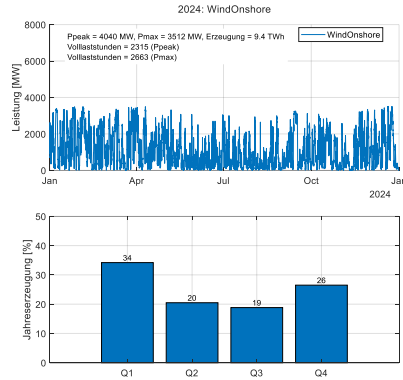
Österreich 2024: Überblick Erzeugungsverlauf



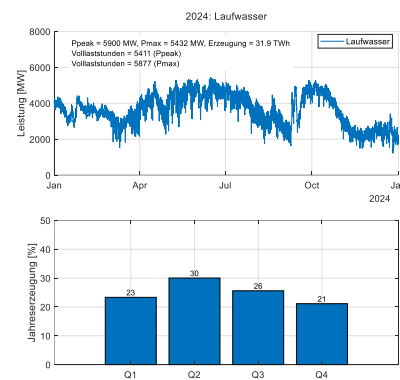
PV



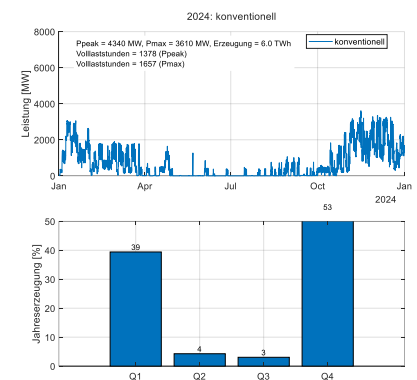
Wind



Laufwasserkraft



Konventionelle



Install. Leistung: 8.250 MW
 Max. Leistung: 4.200 MW

Volllaststunden, bezogen
 auf installierte Leistung:
 1.400 Vh

Volllaststunden, bezogen
 auf installierte Leistung:
 1.660 Vh

Volllaststunden, bezogen
 auf installierte Leistung:
 5.880 Vh
 (Vierjahresdurchschnitt:
 5.000 Vh)

Volllaststunden, bezogen
 auf installierte Leistung:
 1.500 Vh
 (stetig sinkend mit steigen-
 dem EE-Ausbaugrad)

P_{\max}/P_{Inst}

Vh 2024(!)

Vh/a

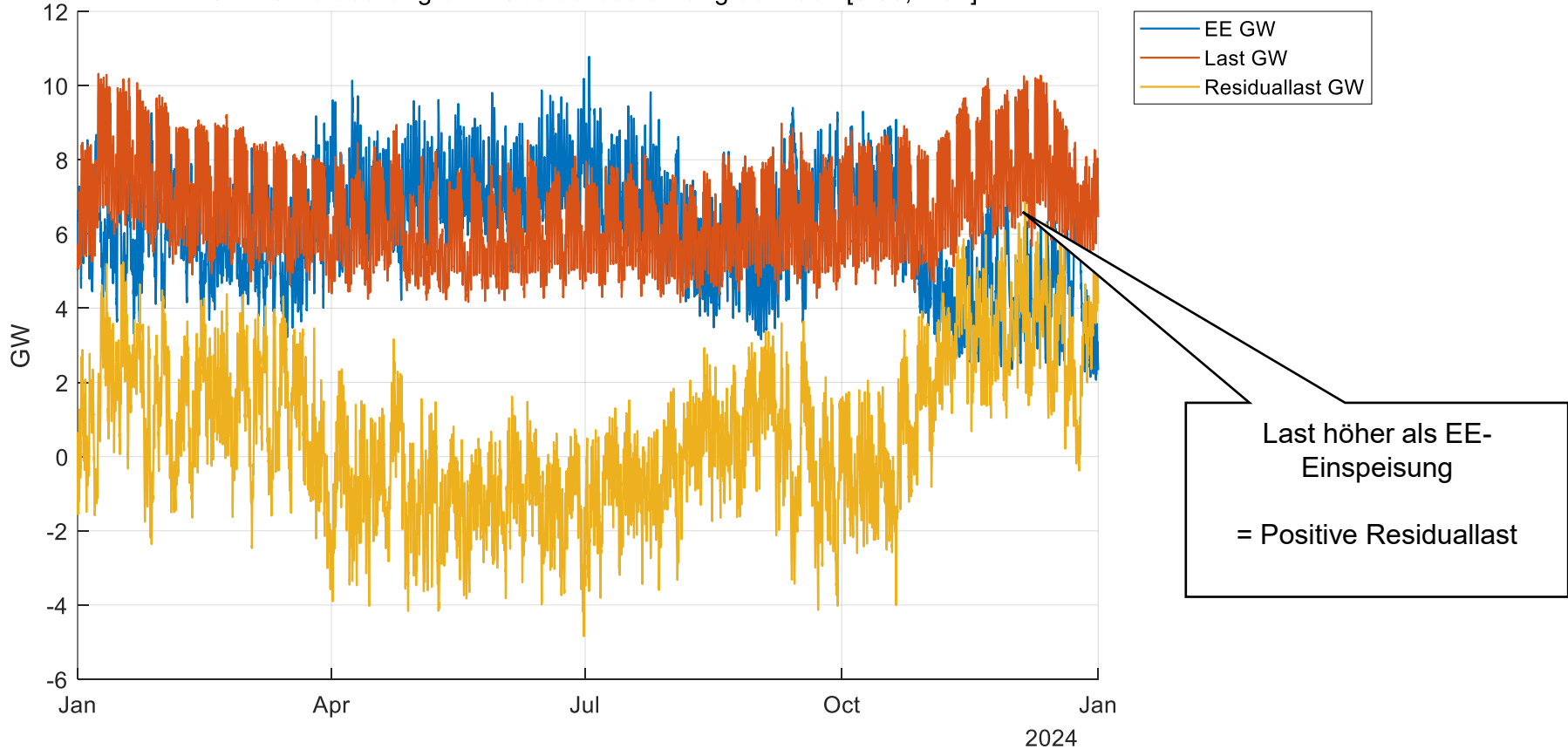
Österreich 2024 : „Residuallast = Last minus EE-Einspeisung“

Residuum – Definition: „das Zurückgebliebene“; die „RestLAST“



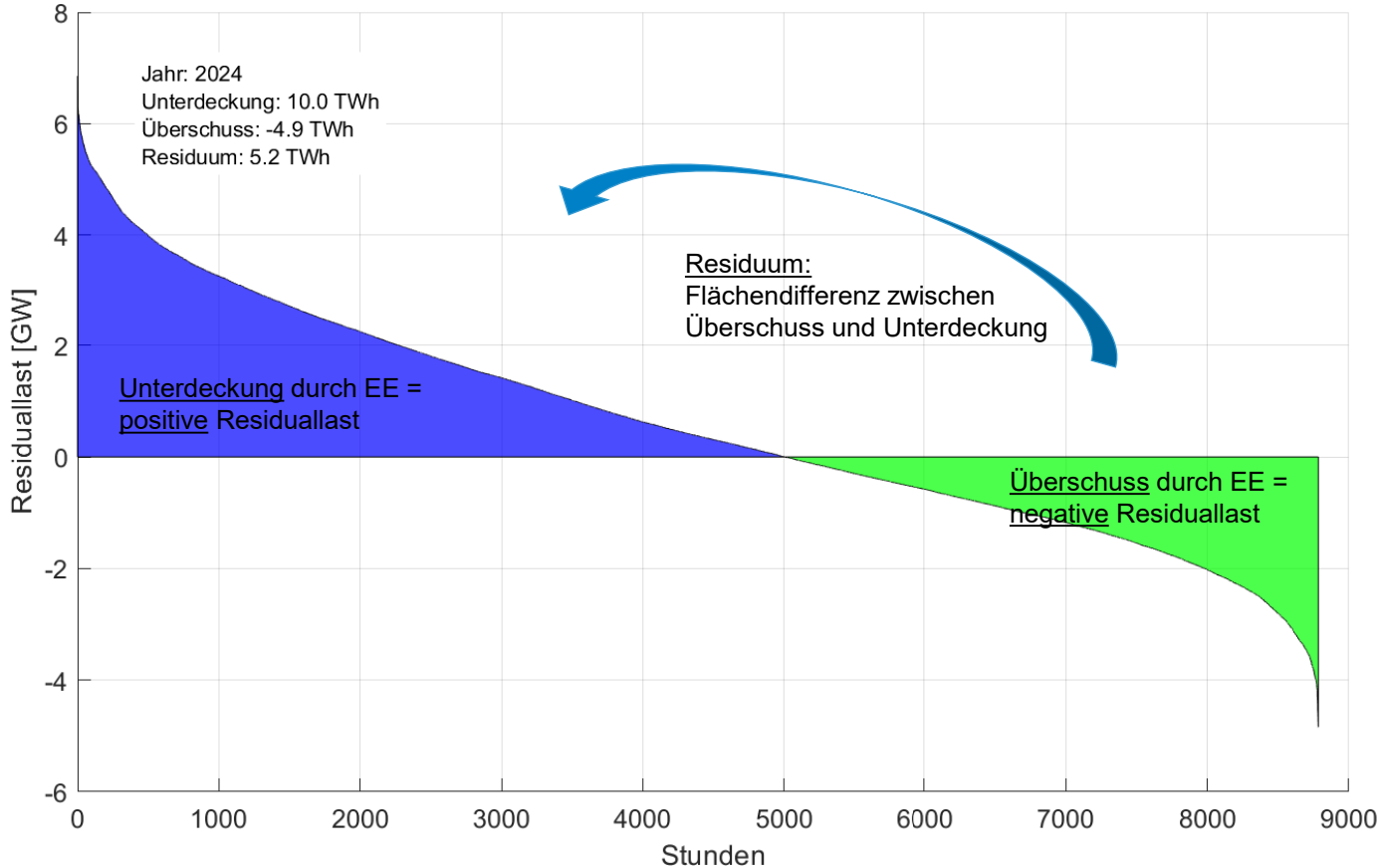
2024: Höchstlast = 10.3 GW, Stromverbrauch = 58.8 TWh, EE-Einspeisung = 53.6 TWh

2024: Unterdeckung bzw. Überschuss anteilig der Last: [0.30, 1.92]

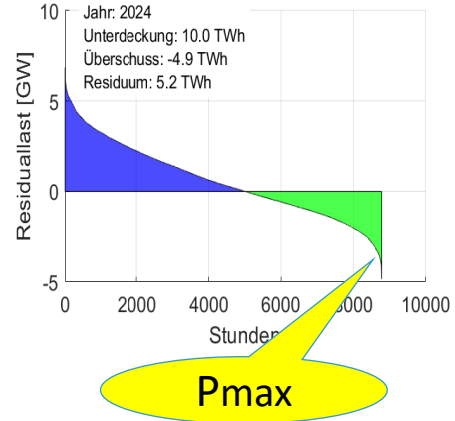
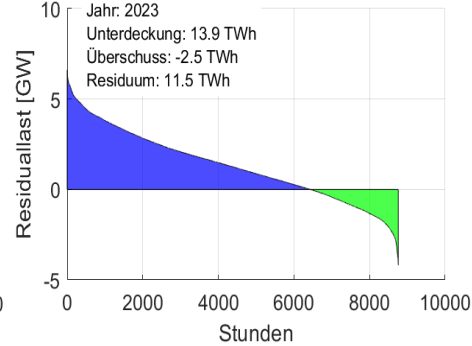
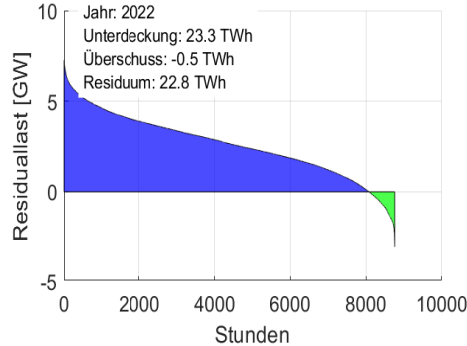
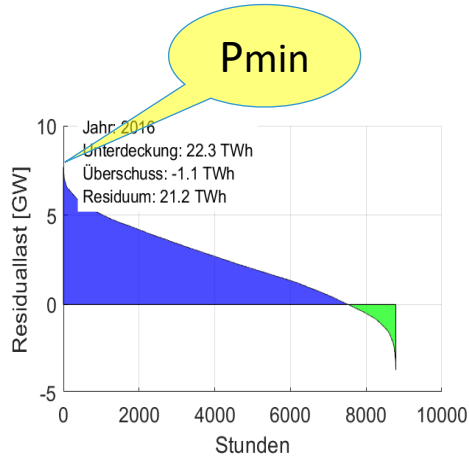


Österreich 2024 : Residuallastkurve

= Verlauf der geordneten Werte des Residuallastverlaufs



Blick in die Vergangenheit: Residuallastverläufe der letzten Jahre

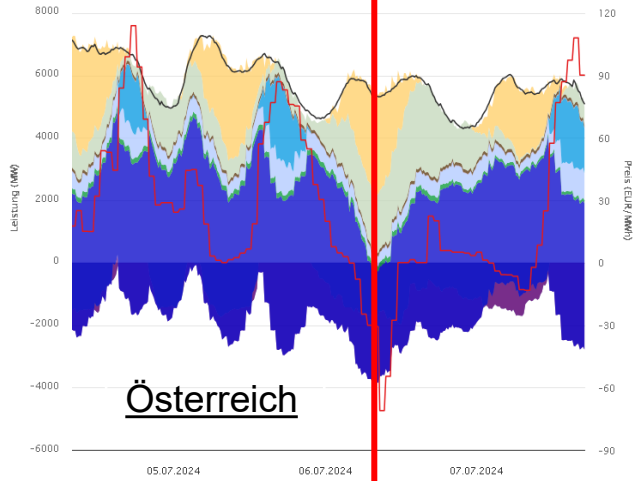
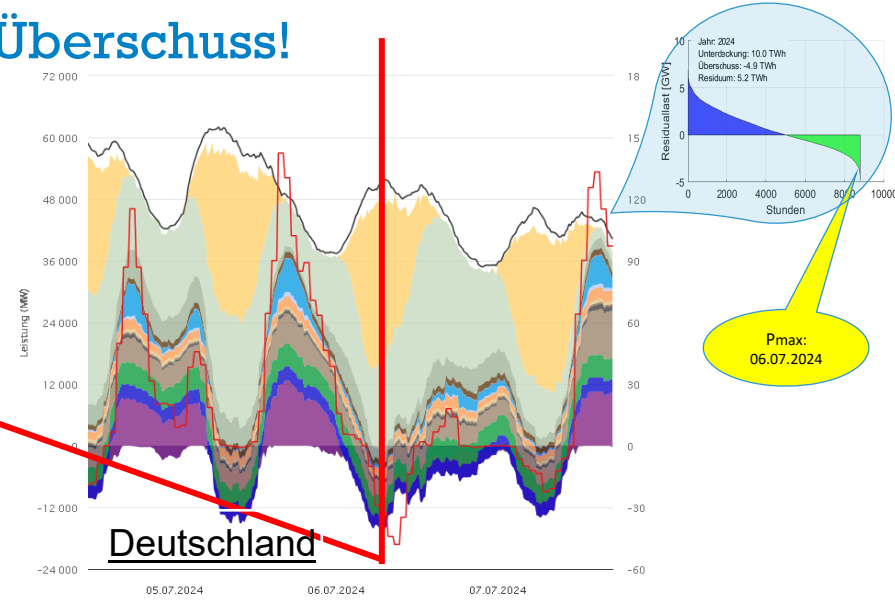


		2016	2022	2023	2024
Unterdeckung	[TWh]	22,3	23,4	14	9,9
Überschuss	[TWh]	-1,1	-0,4	-2,5	-4,9
Residuum	[TWh]	21,2	22,9	11,5	5,1
Install. Leistung	[GW]	21,6	24,6	29	31,1
Pinstall Wind	[GW]	2,7	3,57	4,02	4,04
Pinstall Sonne	[GW]	1,03	3,27	7,29	8,25
Pinstall Laufwasserkraft	[GW]	5,58	5,9	5,82	5,9
Pinstall Speicherwasser	[GW]	2,96	2,77	2,52	2,53
Pinstall Biomasse+Müll	[GW]	0,61	0,58	0,63	0,68
Pinstall Summe EE	[GW]	12,88	16,09	20,28	21,4
Anstieg EE ab 2016	[GW]	0	3,2	7,4	8,5

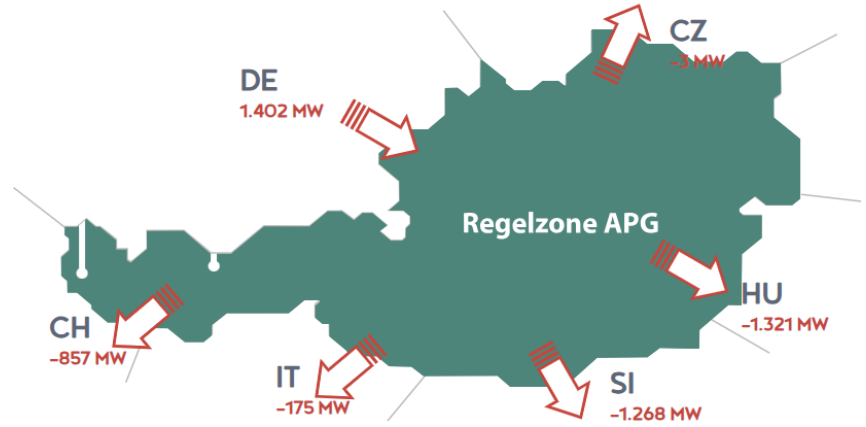
Blick in die Vergangenheit: Maximaler Überschuss!

Residuallast am 06.07.2024, 13 Uhr

	Österreich	Deutschland
Last	-5,3 GW	-50,3 GW
Erneuerbare	9,2 GW	53,4 GW
Pumpspeicher	-1,7 GW	-5,3 GW
Konventionelle	0 GW	5,7 GW
Import/Export	-2,2 GW	-7,9 GW
Saldo	0 GW	-4,4 GW
Day-Ahead Preis	-30,8 EURO/MWh	-44,1 EURO/MWh



Gleichzeitig:
Reduktion Laufwasserkraft von 5.000 MW auf 3.500 MW!



Blick in die Vergangenheit: Maximale Unterdeckung!

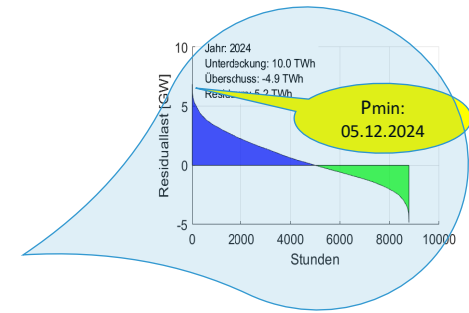
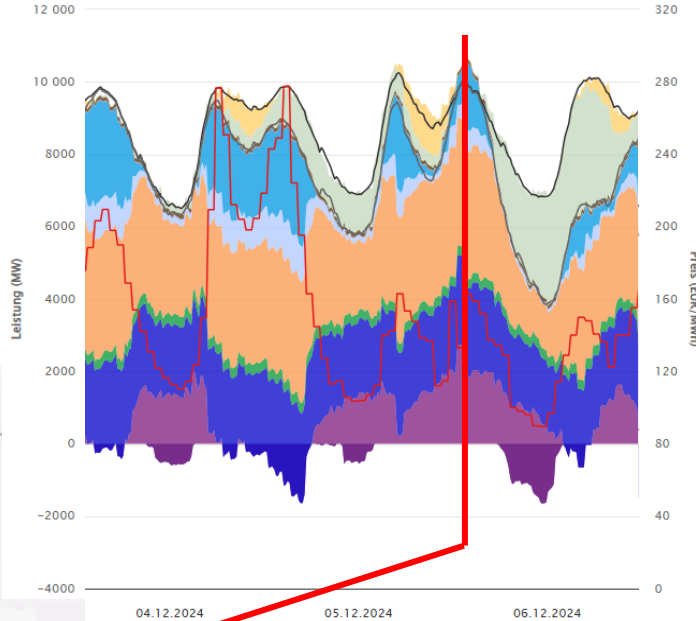
Residuallast am 05.12.2024, 16 Uhr 30

Residuallast
(Last minus EE-Einspeisung)

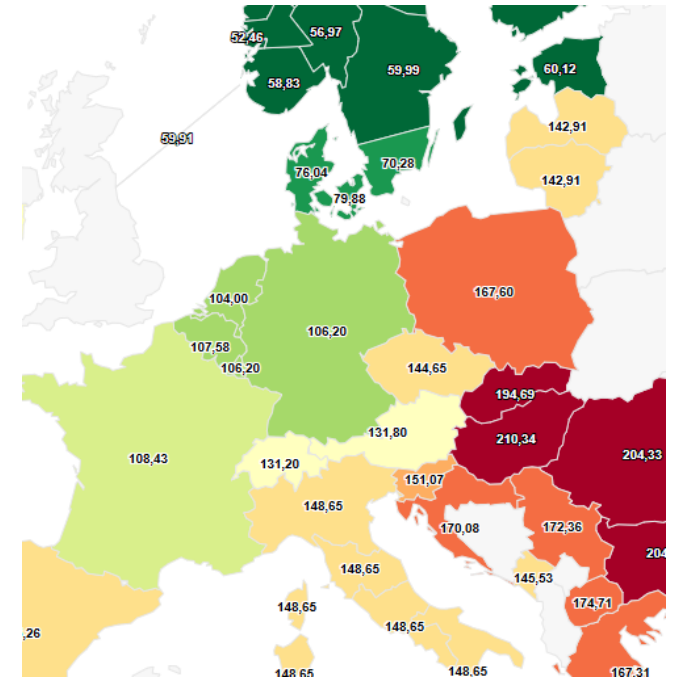
$$\begin{aligned} &9.956 \text{ MW} \\ &- 2.872 \text{ MW} = \\ &\mathbf{7.084 \text{ MW}} \end{aligned}$$

05.12.2024, 16:30

- Solar : 0,0 MW
- Wind Onshore : 4,0 MW
- Müll : 100,0 MW
- Andere : 22,0 MW
- Pumpspeicher : 891,6 MW
- Speicherwasser : 397,6 MW
- Geothermie : 0,1 MW
- Erdgas : 3 525 MW
- Biomasse : 260,0 MW
- Laufwasser : 2 470 MW
- Grenzüberschreitender Stromhandel : 2 733 MW
- Pumpspeicher Verbrauch : -0,0 MW



Day-Ahead-Börsenstrompreise [EURO/MWh]
Tagesdurchschnittswerte



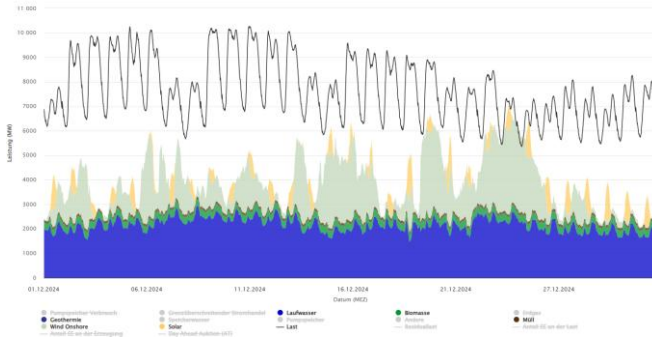
Blick in die Vergangenheit: Ausspeicherbedarf im Winter

(beispielhaft Monat Dezember 2024)

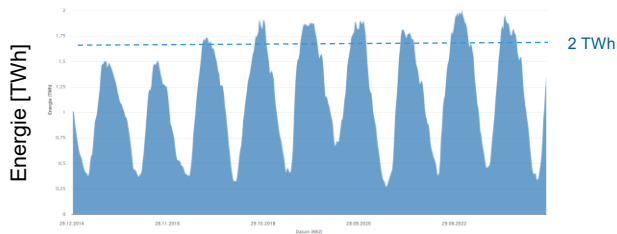


TIWAG

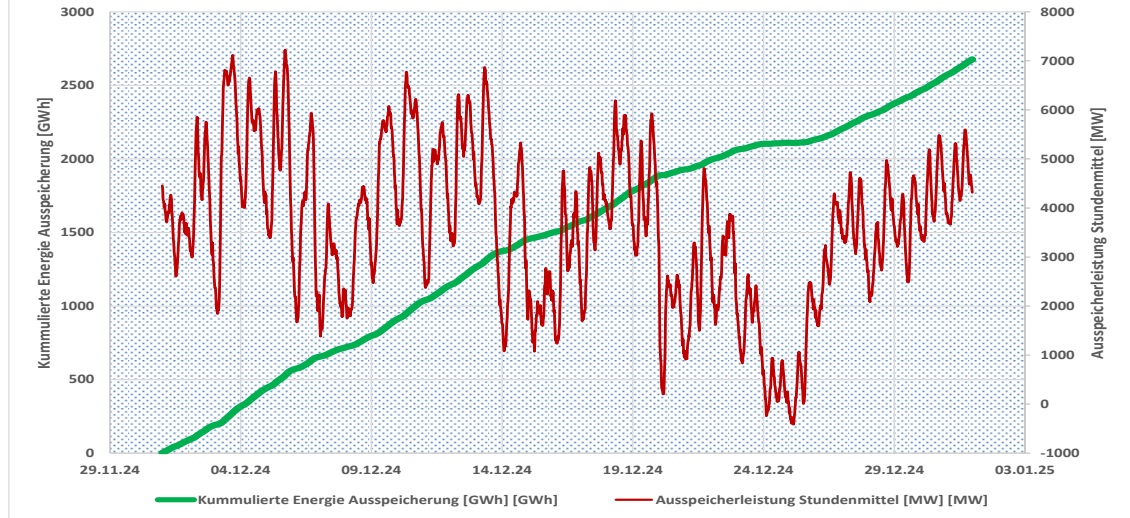
Öffentliche Nettostromerzeugung in Österreich im Dezember 2024
Originaldaten ENTSO-E



Füllstand Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke:
Jahresgang 2014 bis heute



Dezember 2024: Ausspeicherkurve bei reiner EE-Erzeugung
(ohne Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke)

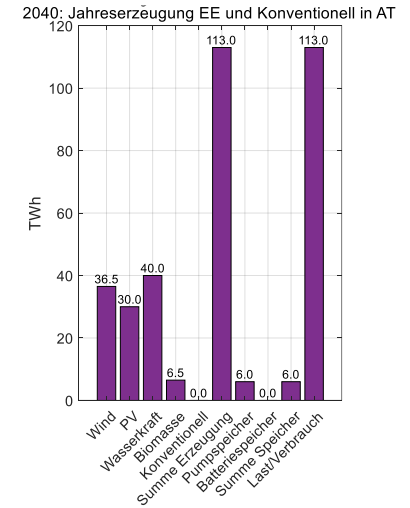
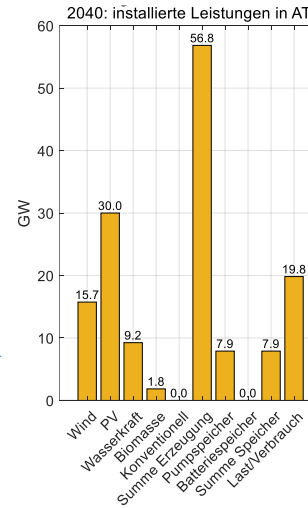
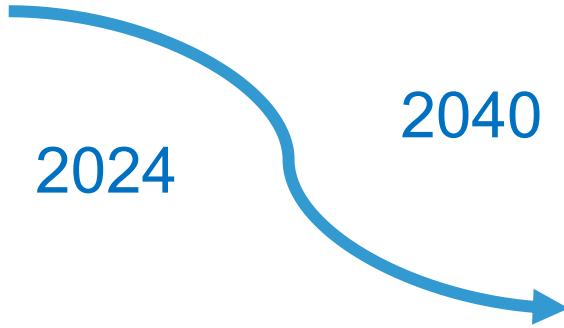
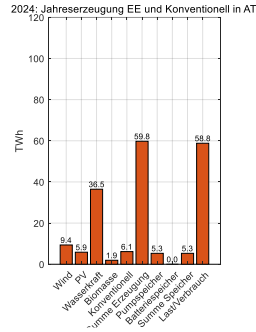
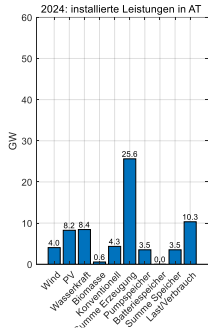


- Ausspeicherbedarf ca. 2.700 GWh (bei bis zu 7.000 MW)!
- Energieinhalt Speicher- und Pumpspeicher: ca. 2.000 GWh; PV-Batteriespeicher 1,3 GWh (Gesamtleistung ca. 4.000 MW)

Blick in die Zukunft: Hochrechnung auf 2040 (1/2)

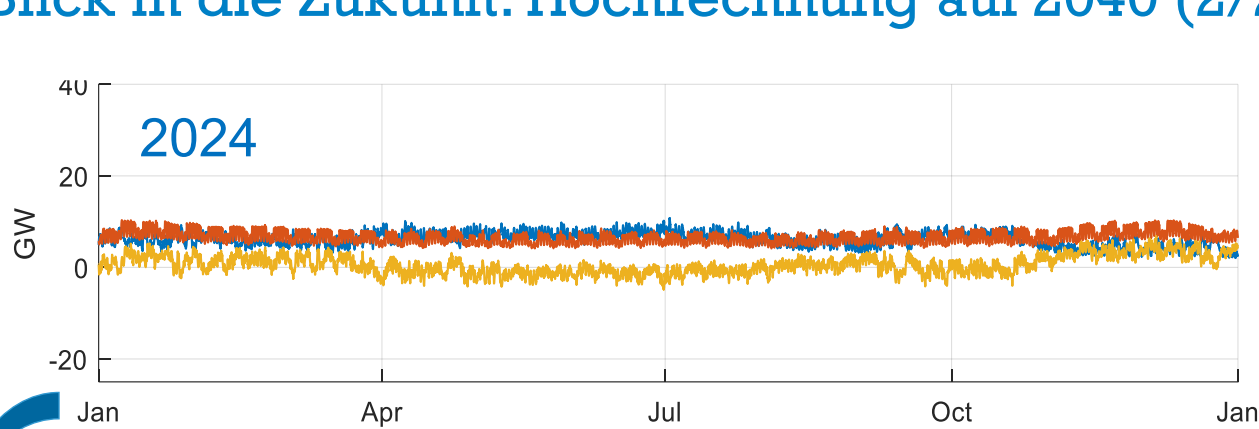


Hochrechnung gemäß Energiestrategie Österreich für die verschiedenen Sektoren gemäß der entsprechenden Ausbauziele



Installierte Leistungen in TW	Wind	PV	Laufwasser	Speicherwasser	Pumpspeicher	Konventionell	Summe	Last
2024	4,0	8,2	5,9	2,5	3,5	4,3	28,6	10,3
2040	32,7	30,0	6,8	3,2	3,9	-	76,9	18,8
Anstieg in %	718%	266%	15%	28%	11%	-100%	169%	83%
Jahreserzeugung in TWh	Wind	PV	Laufwasser	Speicherwasser	Pumpspeicher	Konventionell	Summe	
2024	9,4	5,8	31,9	4,6	5,3	6,0	63,0	
2040	65,8	8,9	27,7	4,6	5,9	-	113,0	
Anstieg in %	600%	53%	-13%	0%	11%	-100%	79%	

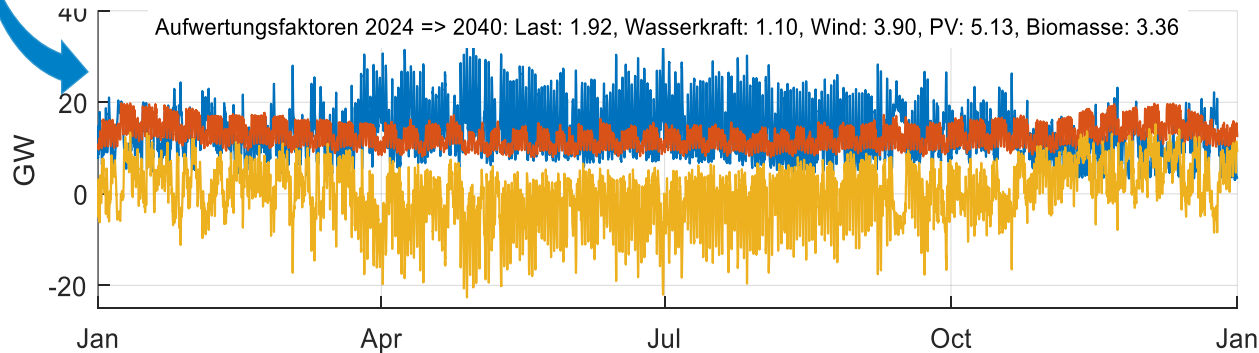
Blick in die Zukunft: Hochrechnung auf 2040 (2/2)



2024:
Höchstlast: 10.300 MW
Verbrauch: 58.600 GWh
EE-Einspeisung: 57.000 GWh

Residuallast:
Zwischen -5.200 MW und
+ 4.100 MW

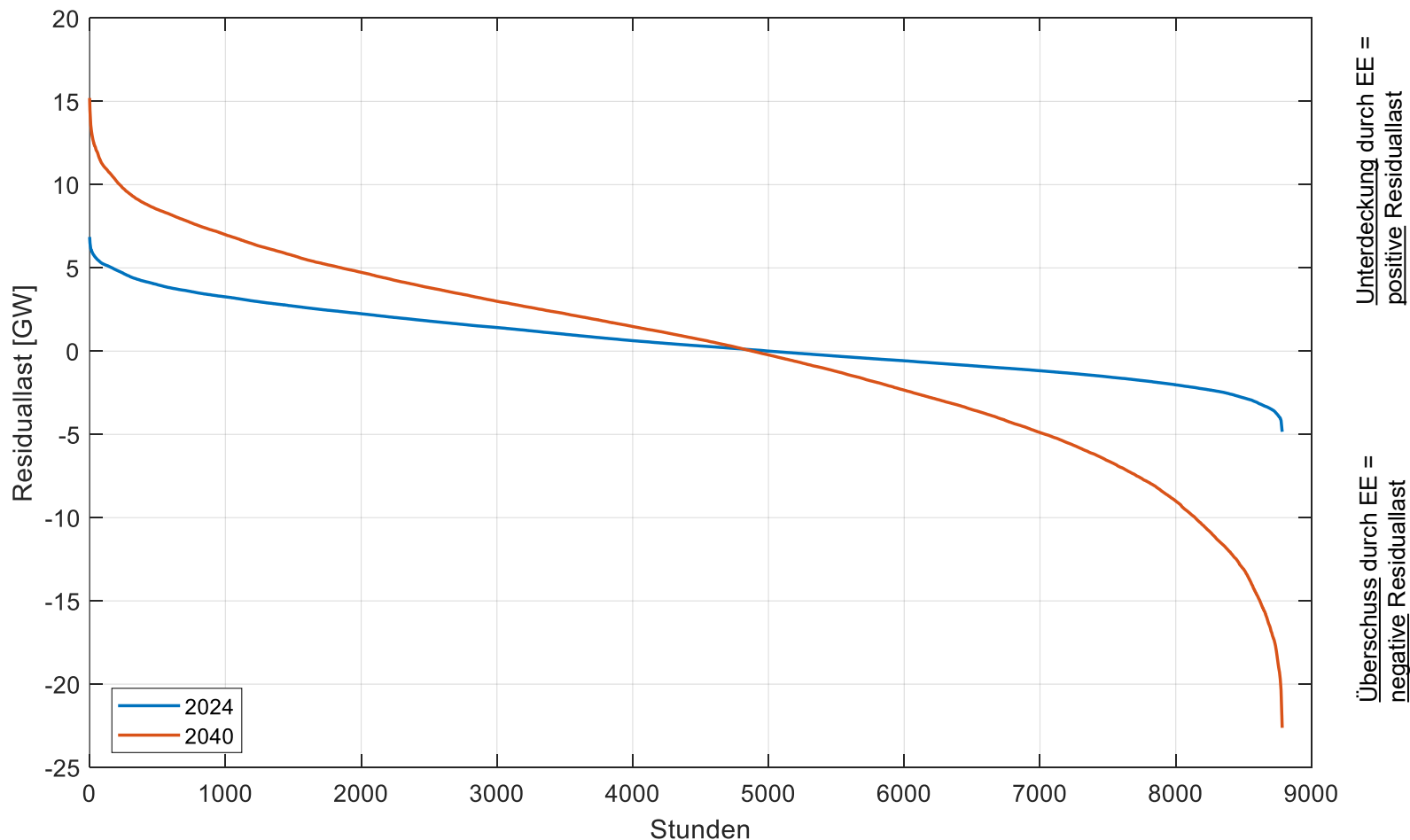
2040



2040:
Höchstlast: 18.800 MW
Verbrauch: 113.000 GWh
EE-Einspeisung: 113.000 GWh

Residuallast:
Zwischen -13.000 MW und
+ 24.000 MW

2024 bzw. 2040: Residuallastverlauf



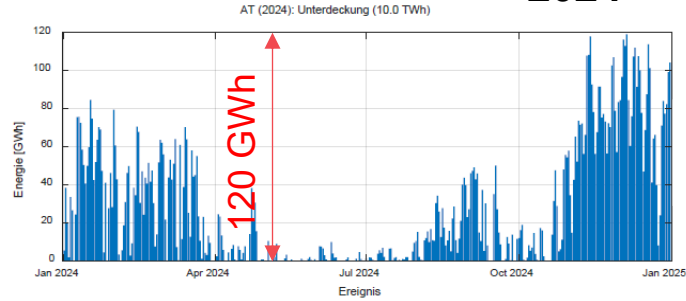
Entwicklung zwischen 2024 und 2040: Anzahl und Ausmaß der Unterdeckungen



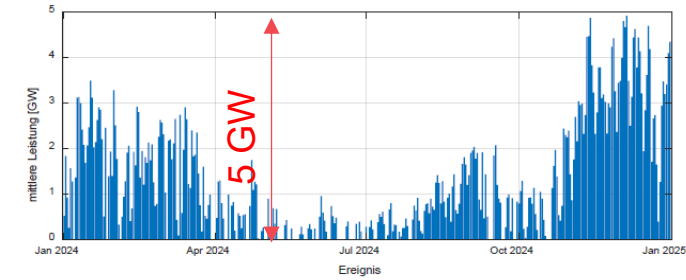
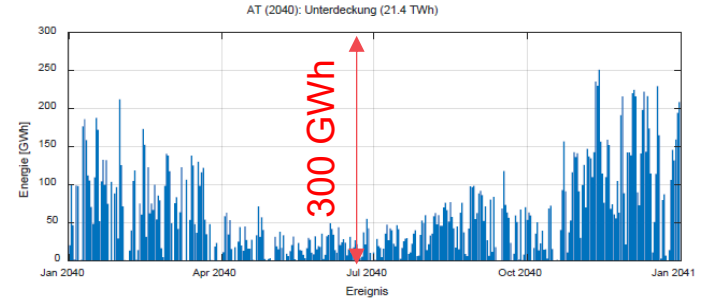
2024



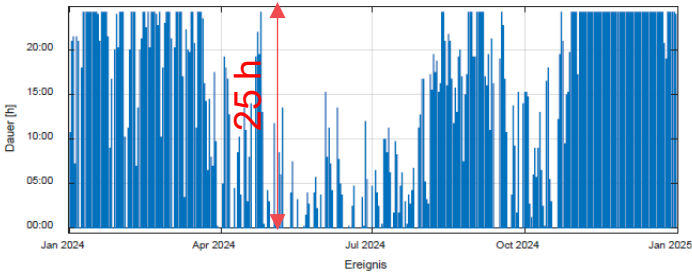
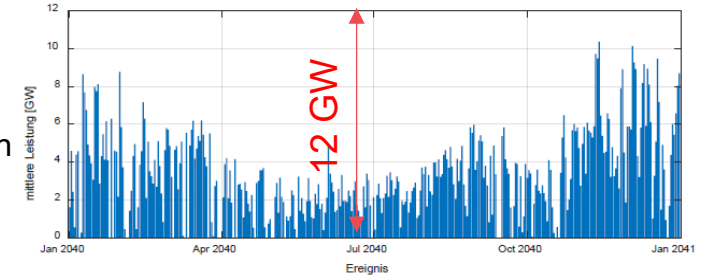
2040



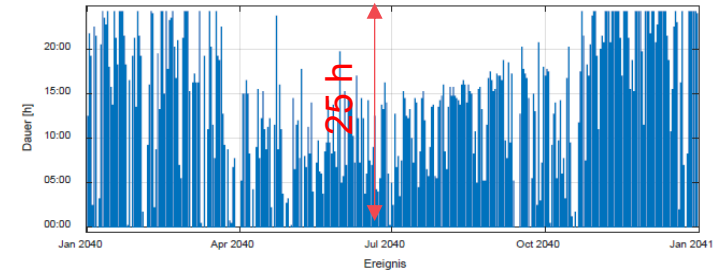
Unterdeckungen mit höheren Energien, Anzahl der Ereignisse steigt!



Leistungen der Unterdeckungsereignisse steigen



Häufigere Unterdeckungen, aber kürzere Ereignisdauern!



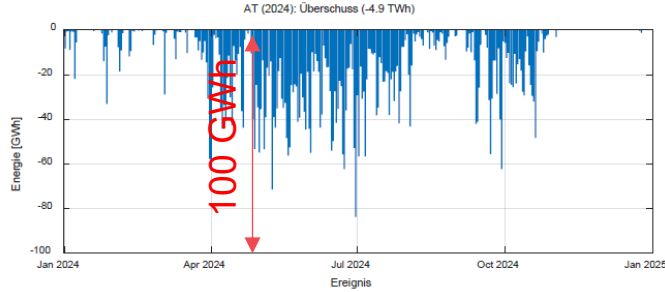
Entwicklung zwischen 2024 und 2040: Anzahl und Ausmaß der Überschüsse



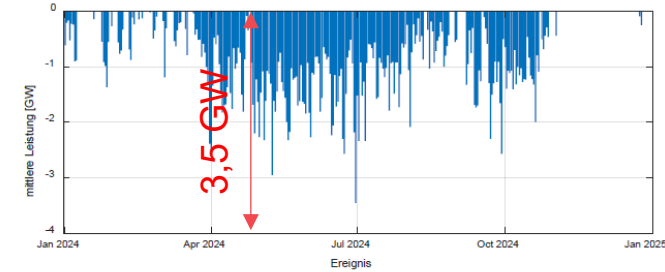
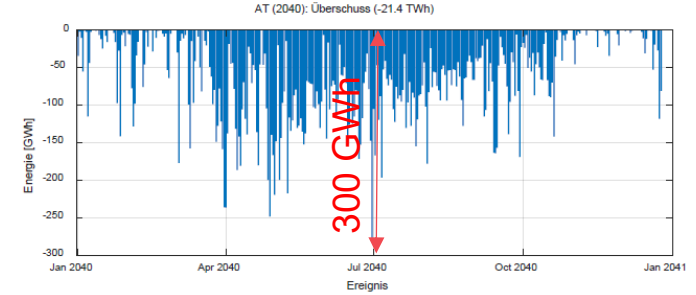
2024



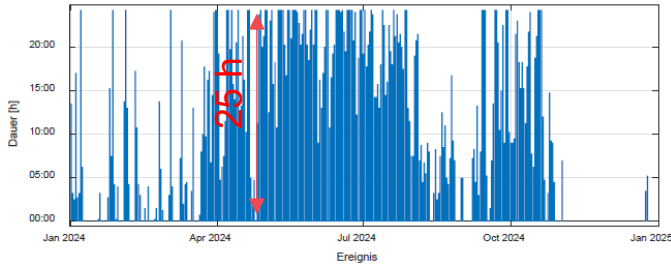
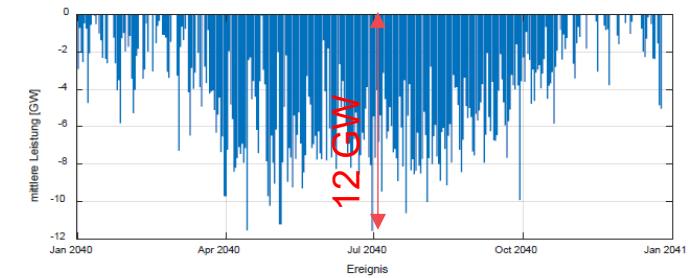
2040



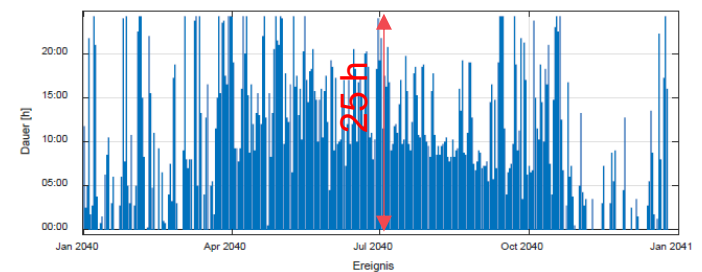
Überschüsse mit
höheren Energien,
Anzahl der Ereignisse steigt!



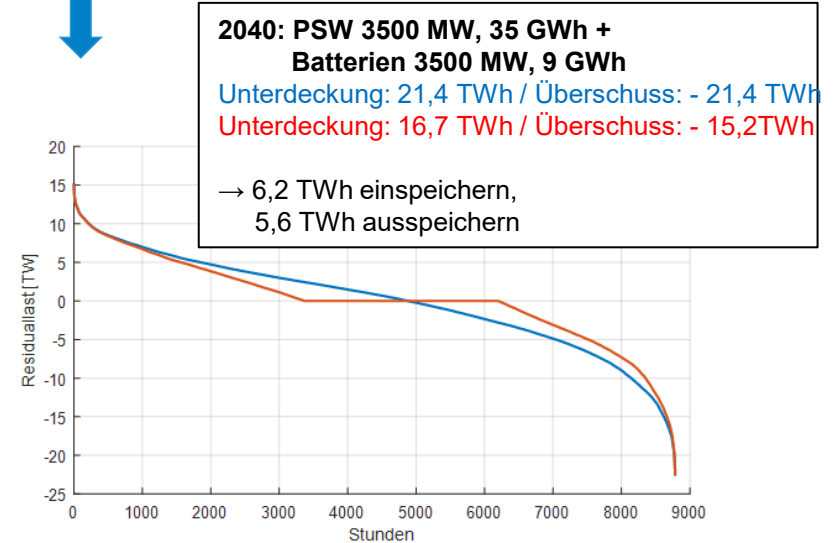
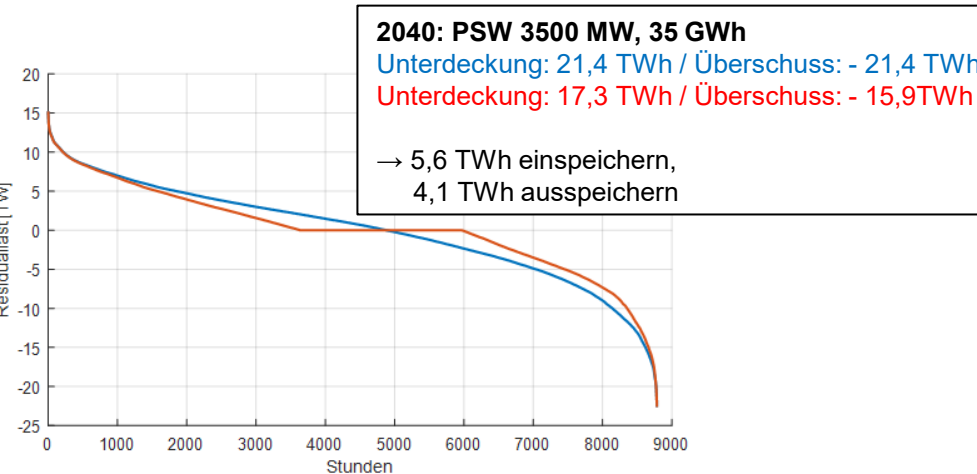
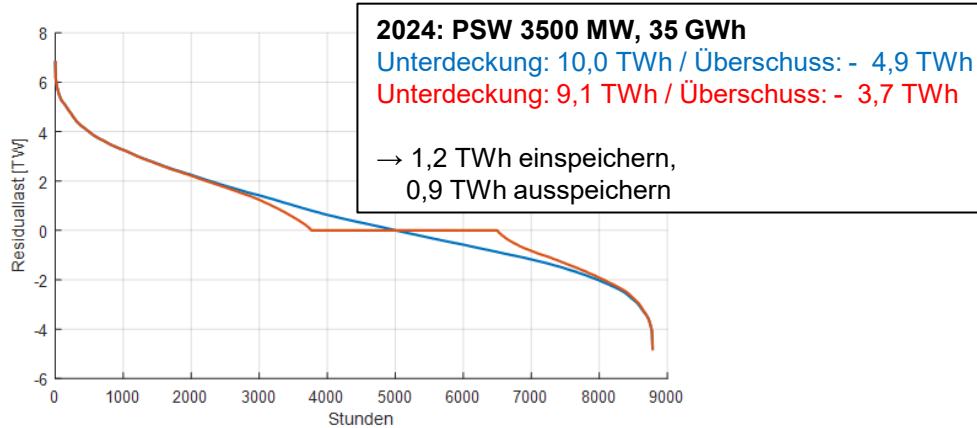
Leistungen der
Überschussereignisse steigen



Häufigere Überschüsse,
aber kürzere Ereignisdauern!



Auswirkung unterschiedlicher Speichergrößen auf den Residuallastverlauf im Jahr 2024 bzw. 2040; blaue Kurve = ohne Speicher / rote Kurve = mit Speicher



Verteilung der Überschüsse / Unterdeckungen im Jahresverlauf:

- Überschussereignisse im Winter steigen, allerdings nicht ausreichend zur Verlagerung in Unterdeckungszeiten
Fazit: Kapazitätskraftwerke auch zukünftig erforderlich (Gas bzw. Wasserstoff aus Saisonspeicher)
- Die maximalen Leistungen von Überschuss- und Unterdeckungsereignissen kommen sich näher
Fazit: Zukünftig tendenziell bessere symmetrische Auslastung von Speichern
- Die Ereignisse von Überschuss und Unterdeckung verteilen sich zusehends besser über das Jahr
Fazit: Zukünftig bessere bzw. gleichmäßigere Auslastung von Speichern über das Jahr

Energieverlagerung:

Gesamte zu verlagernde Energie in 2040: 21,4 TWh, bei (theoretischer) Annahme $\eta = 1$!

Anmerkung (reale) Annahme:

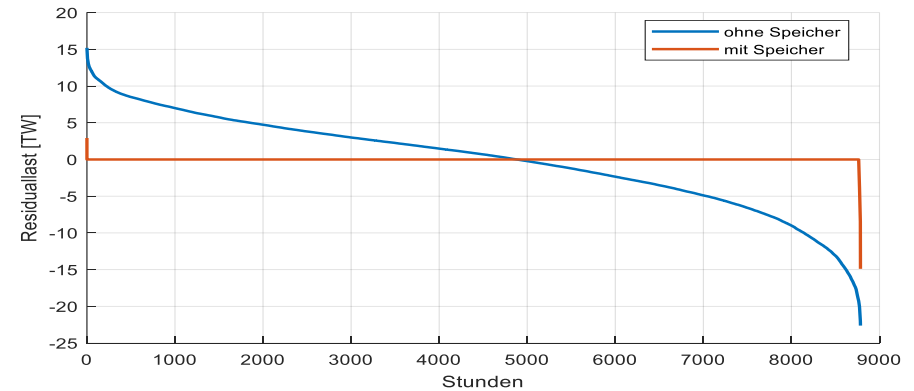
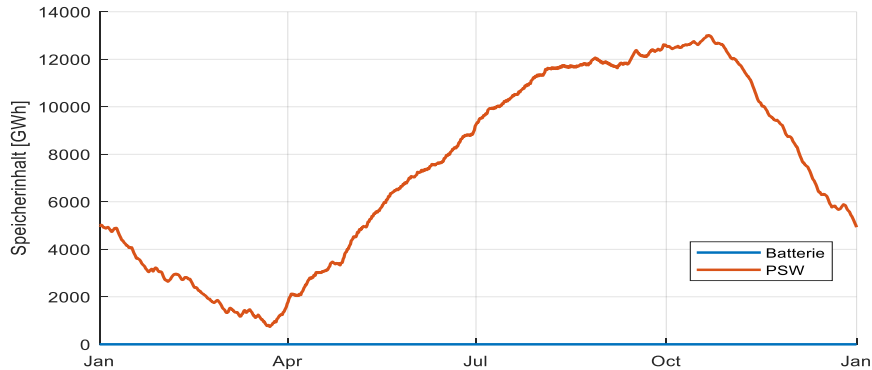
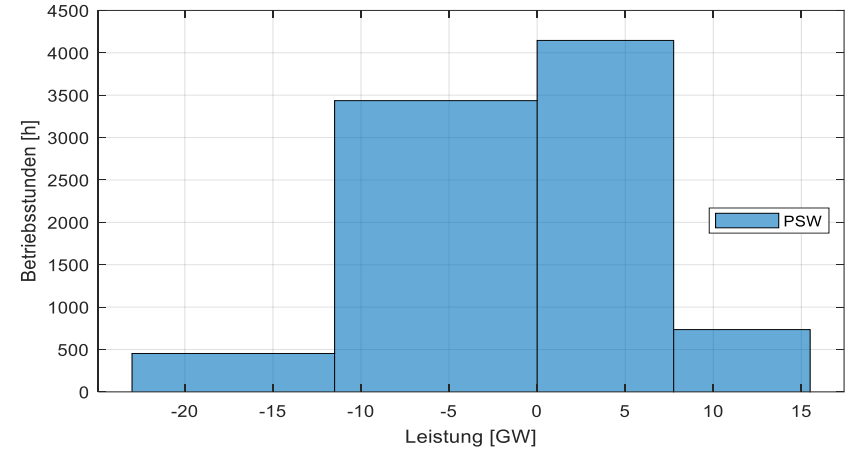
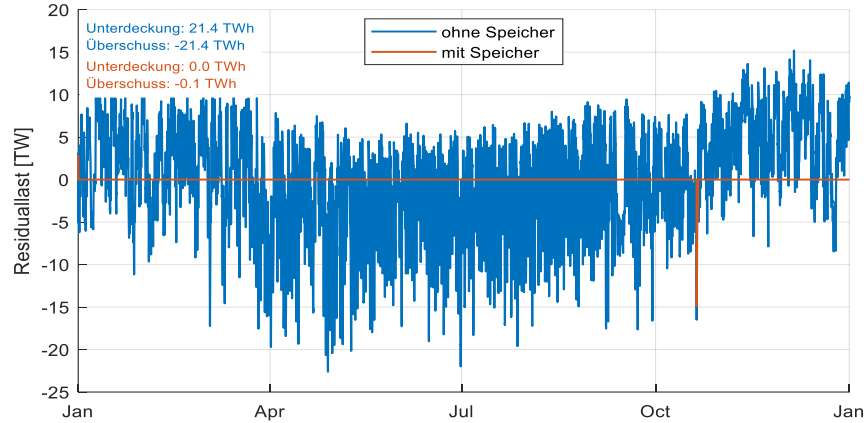
Batterie	$\eta = 0,95^2 = 90\%$, $1/\eta = 1,1$
PSW:	$\eta = 0,87^2 = 75\%$, $1/\eta = 1,3$
Wasserstoff:	$\eta = 0,55^2 = 30\%$, $1/\eta = 3,3$

Wie groß müssten die Speicher sein für volle Verlagerung im Jahr 2040?

Annahme: Ideale Speicher mit „Wälzwirkungsgrad“ $\eta = 100\%$



Installierte Leistung: 23.000 MW; Energieinhalt: 13.000 GWh



Wasserkraft- bzw. Pumpspeicherprojekte der TIWAG



In Umsetzung: **Speicherkraftwerk Kühtai 190 MW / 12 GWh (TU/PU) / H = 110 – 278 m**
 Erzeugung 216 GWh + Speicher 60 Mio m³ (OW) und 31 Mio m³ (UW)



Projektname	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Speicherkraftwerk Kühtai (SK)																				



Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit

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



TIWAG