

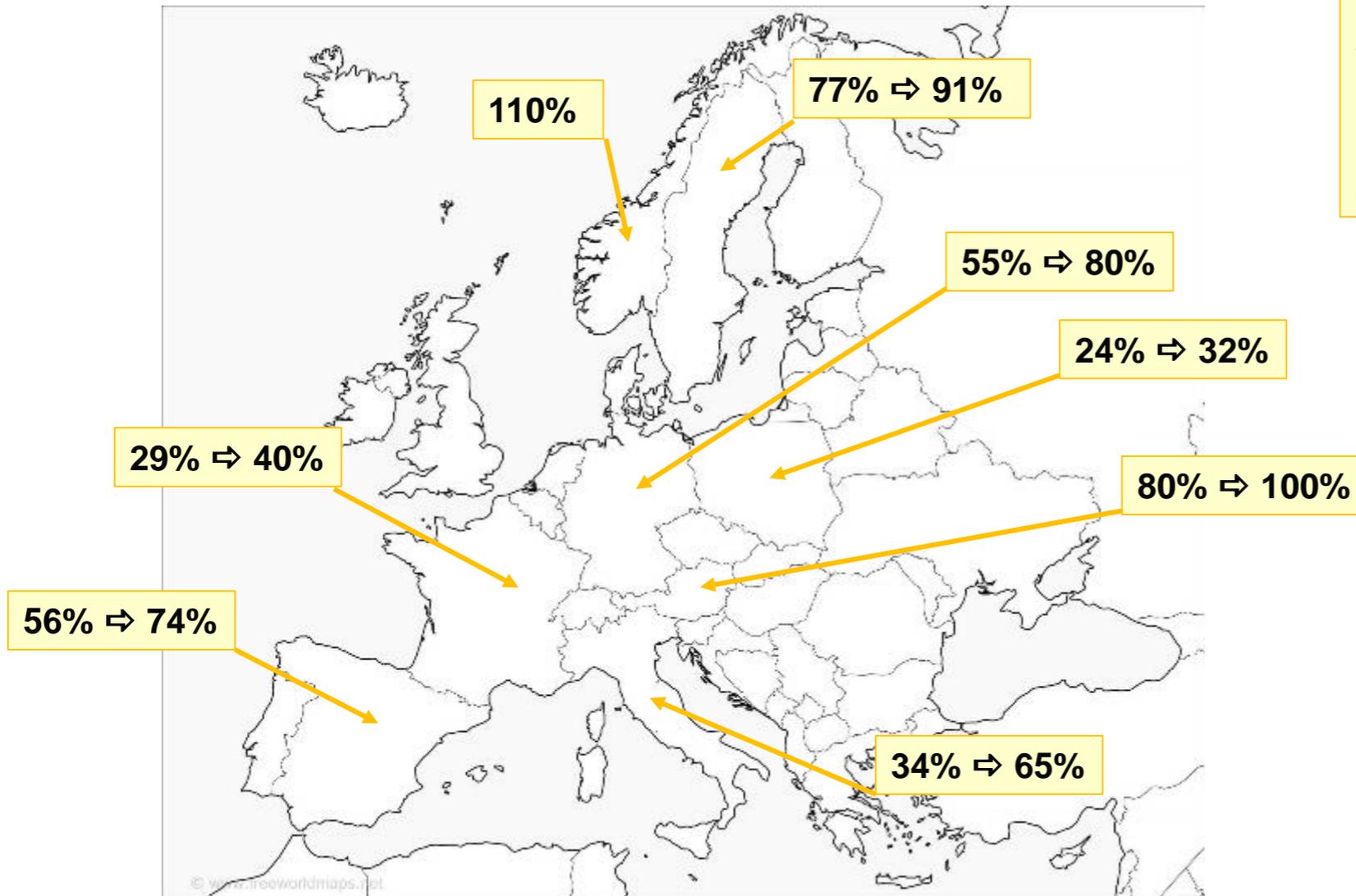


Die Auswirkungen der Energiewende auf das europäische Übertragungsnetz

Herwig Renner

13.6.2024

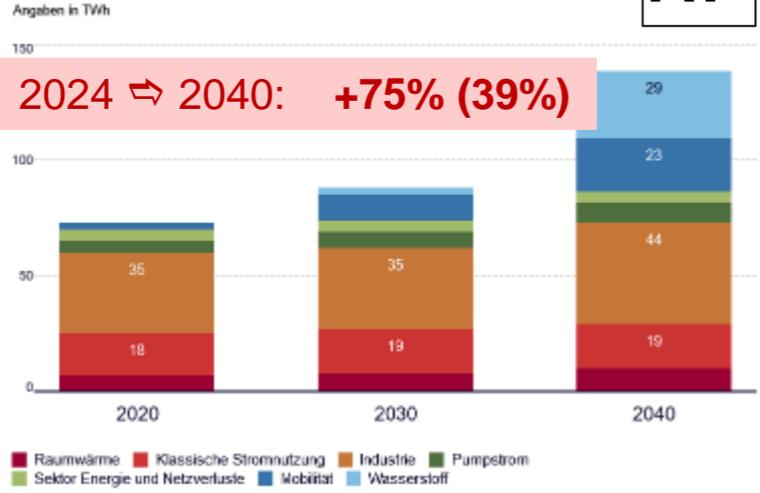
**Steigerung der Stromerzeugung
2023-2030 aus erneuerbaren
Quellen, bezogen auf den
nationalen Verbrauch**
(Quelle: ENTSO-E Statistik und div. Klimapläne)



Entwicklung Stromverbrauch (in Klammer ohne H2)

Entwicklung der Strombedarfe nach Sektoren

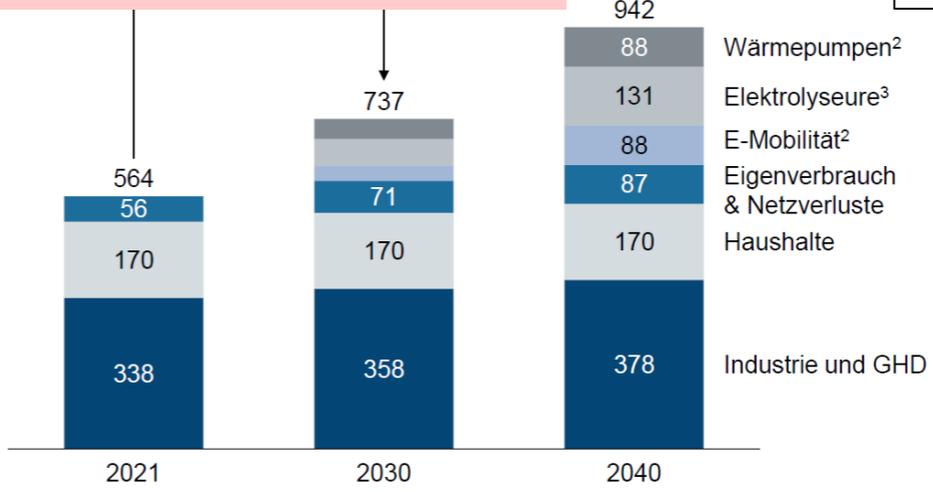
AT



Quelle: E-Control und Prognose OE & PwC

2024 ⇒ 2040: +52% (36%)

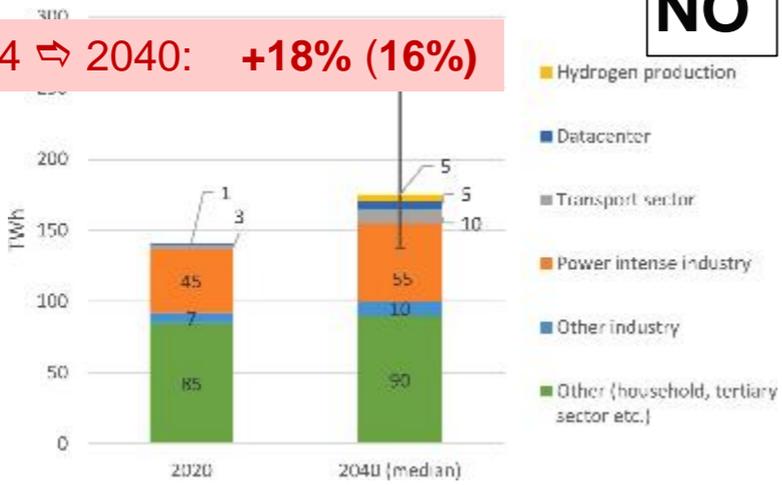
DE



Quelle: e.venture

NO

2024 ⇒ 2040: +18% (16%)



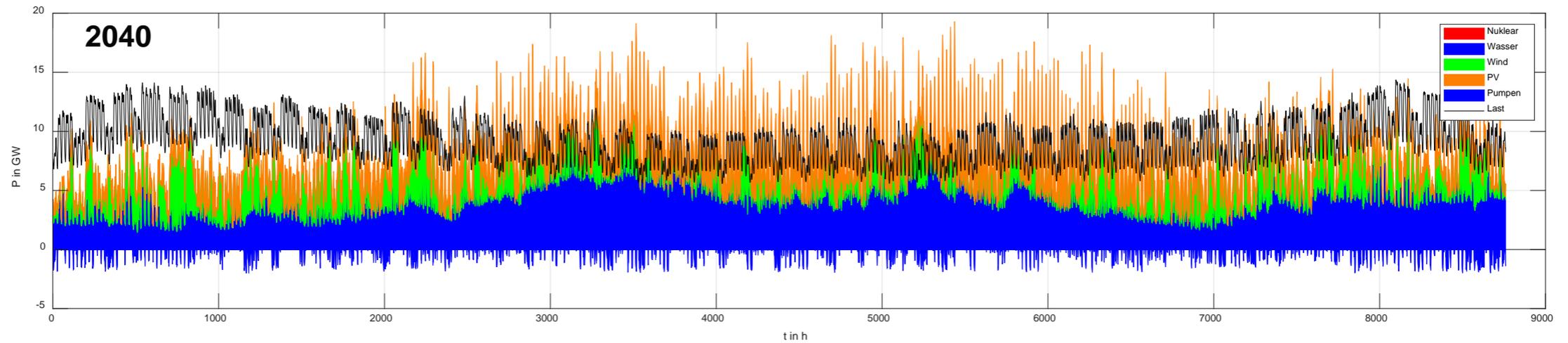
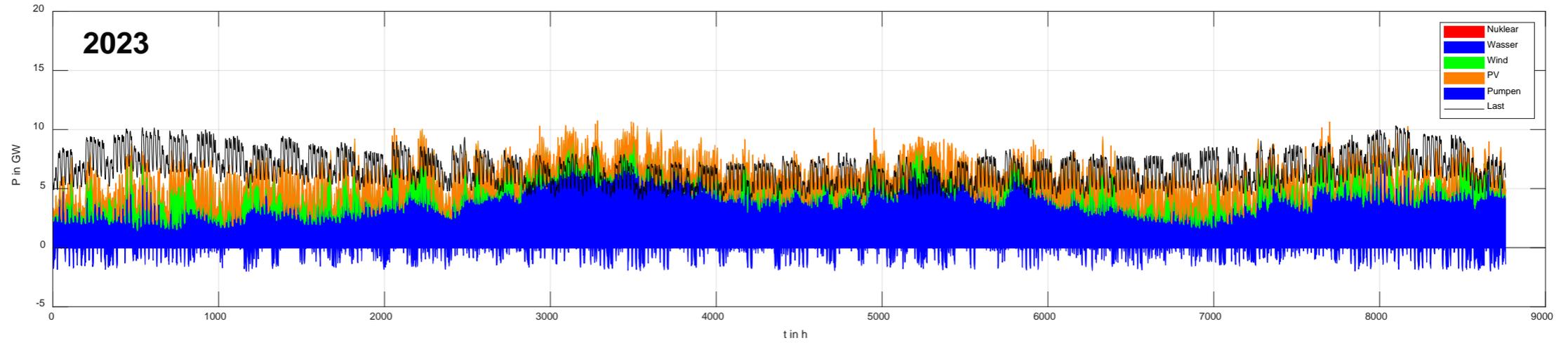
Quelle: Nagel e.a., 2024

EU

2024 ⇒ 2040: +25%

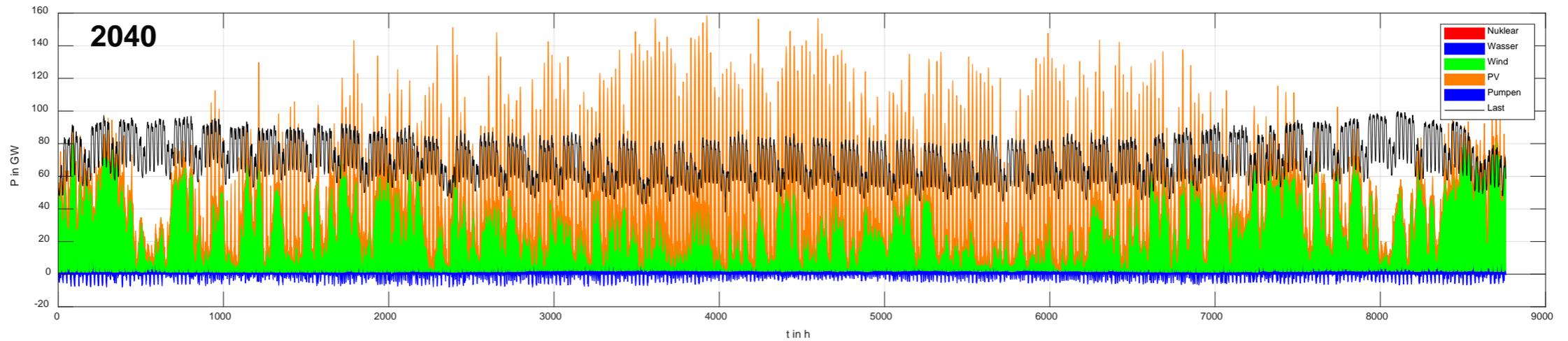
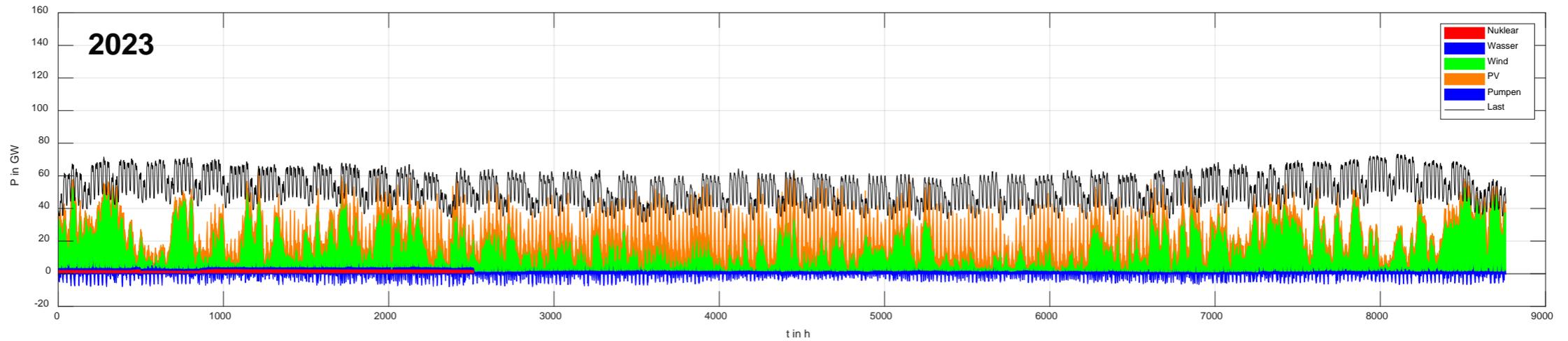
Mittelwert aus „National Trends“, „Distributed Energy“, „Global Ambition“

Quelle: Entso-E



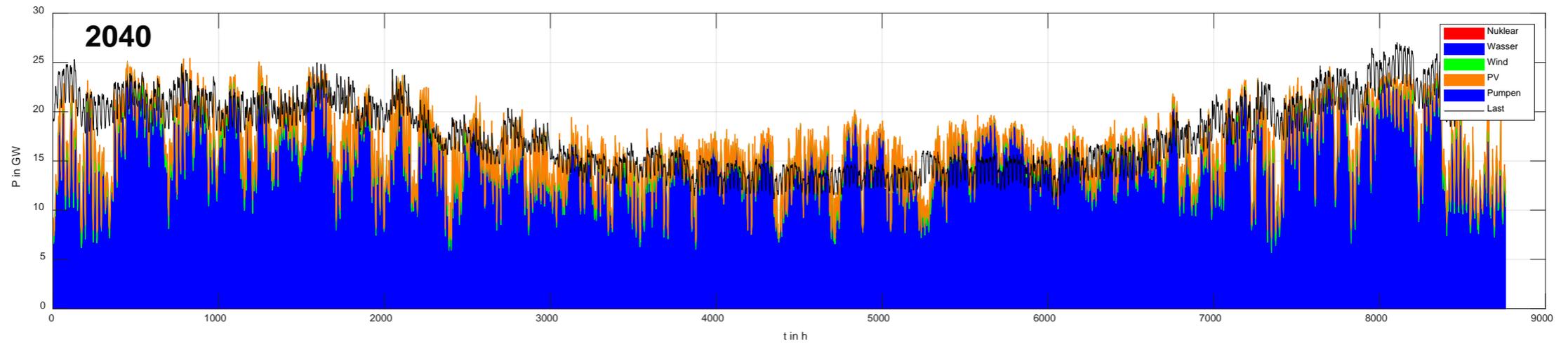
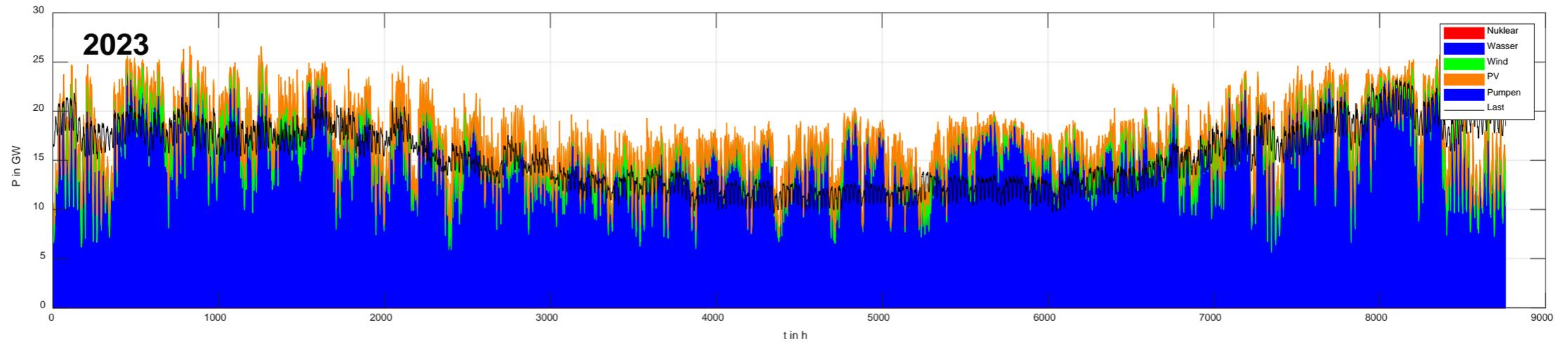
Anmerkung: Regelzone AT, ohne TIWAG und Illwerke

Aufbringung aus Erneuerbaren (Deutschland)

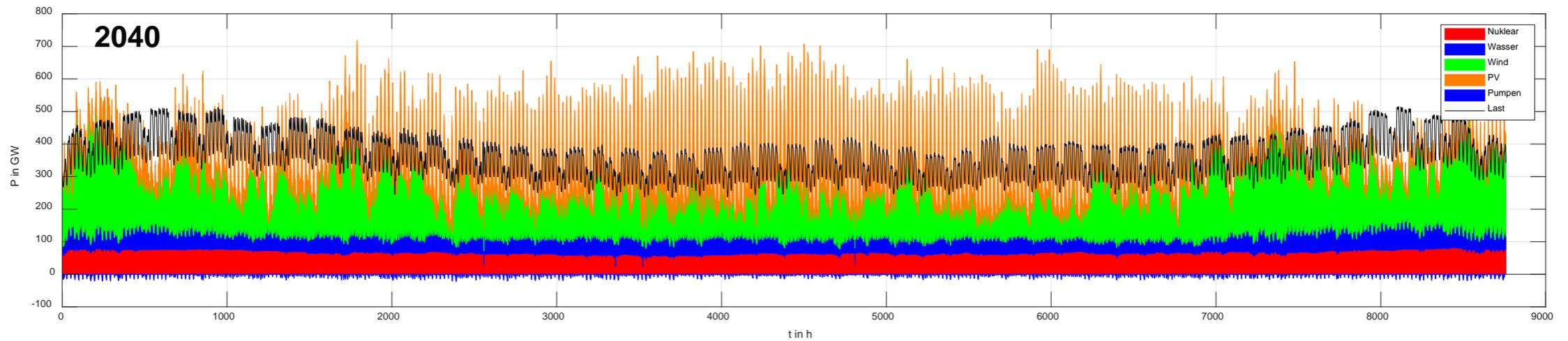
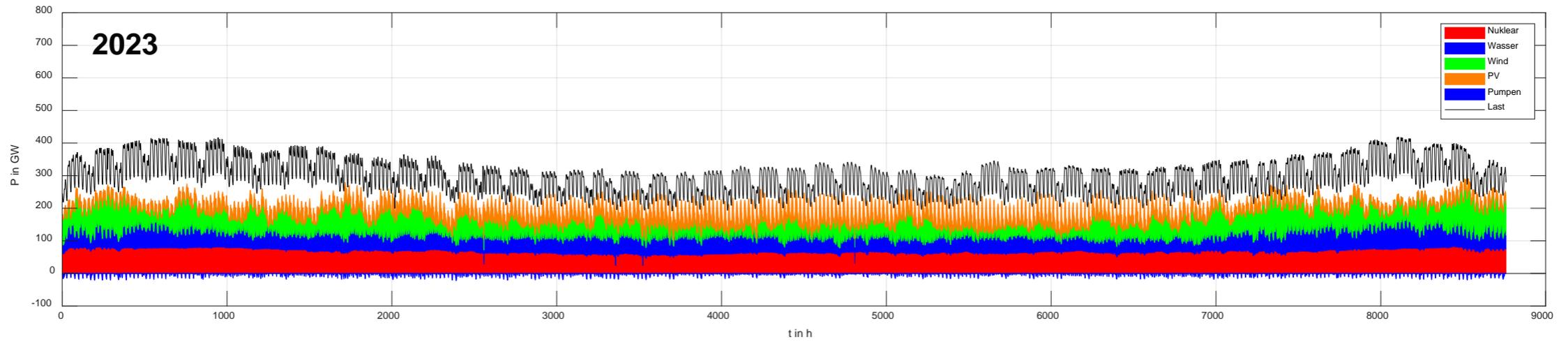


Anmerkung: Regelzone DE, mit TIWAG und Illwerke

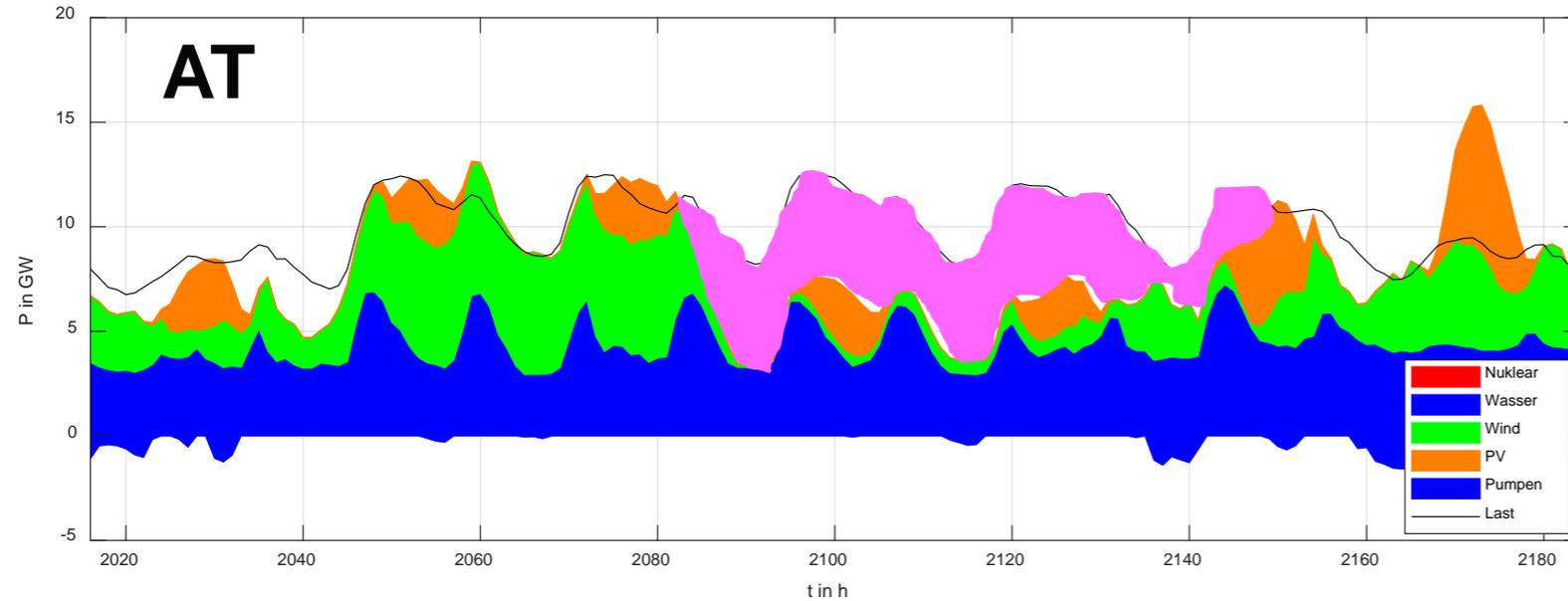
Aufbringung aus Erneuerbaren (Norwegen)



Aufbringung aus Erneuerbaren (Europa ohne UK)

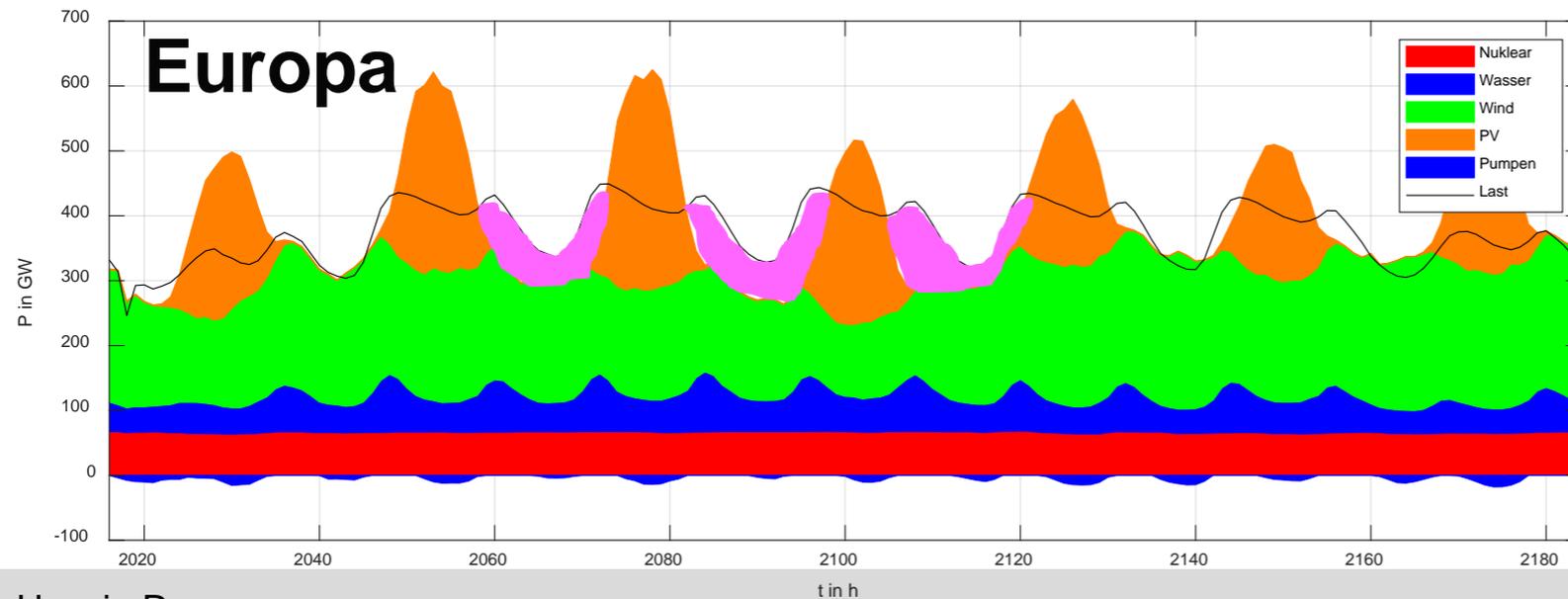


Täglicher Ausgleich, Beispiel 2040, Woche 12



271 GWh → 21 h

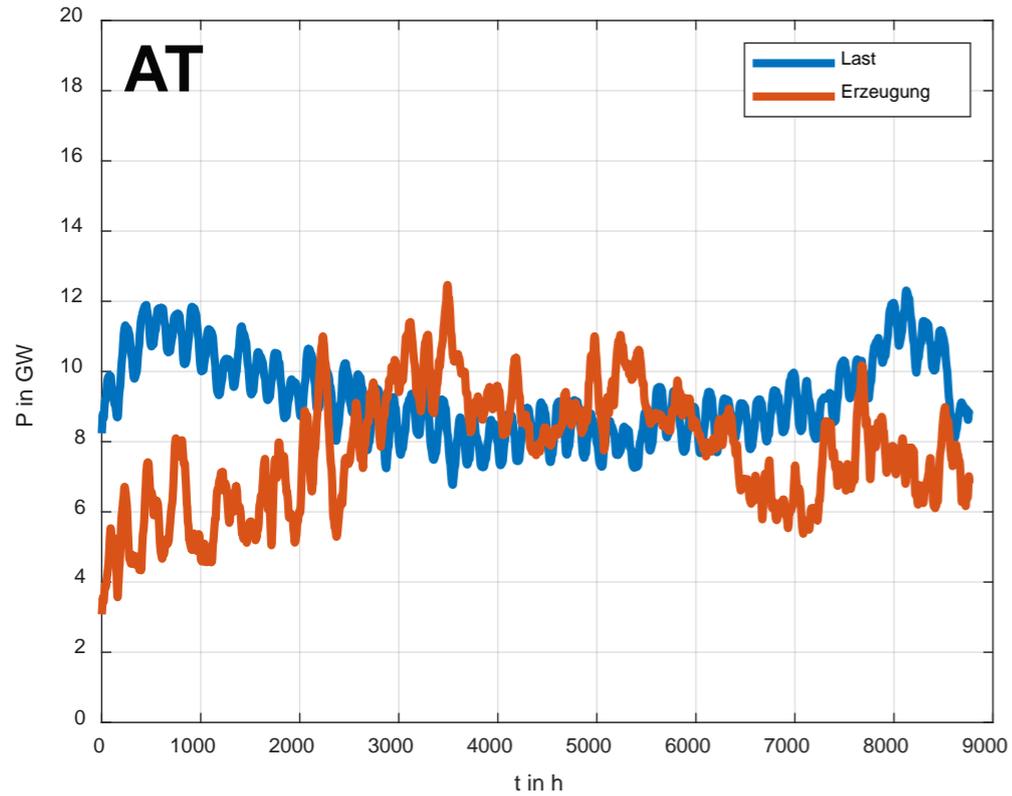
bezogen auf
Jahreshöchstlast
von 12,6 GW



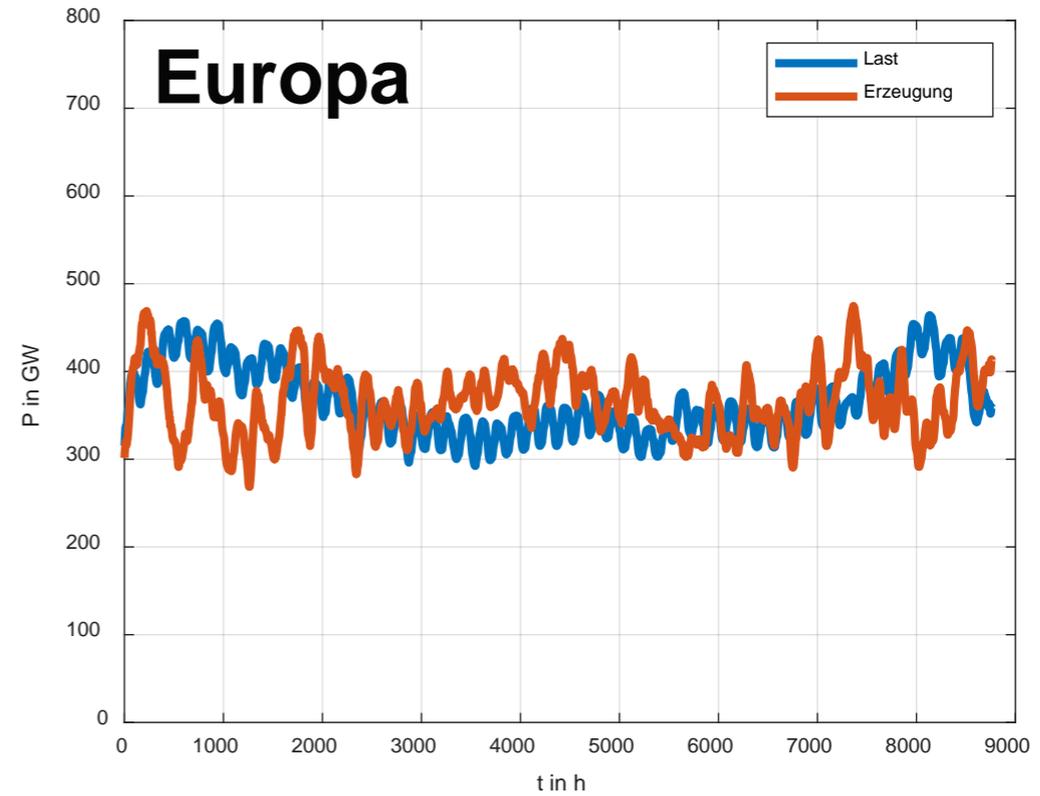
1860 GWh → 4 h

bezogen auf
Jahreshöchstlast
von 473 GW

Saisonaler Ausgleich



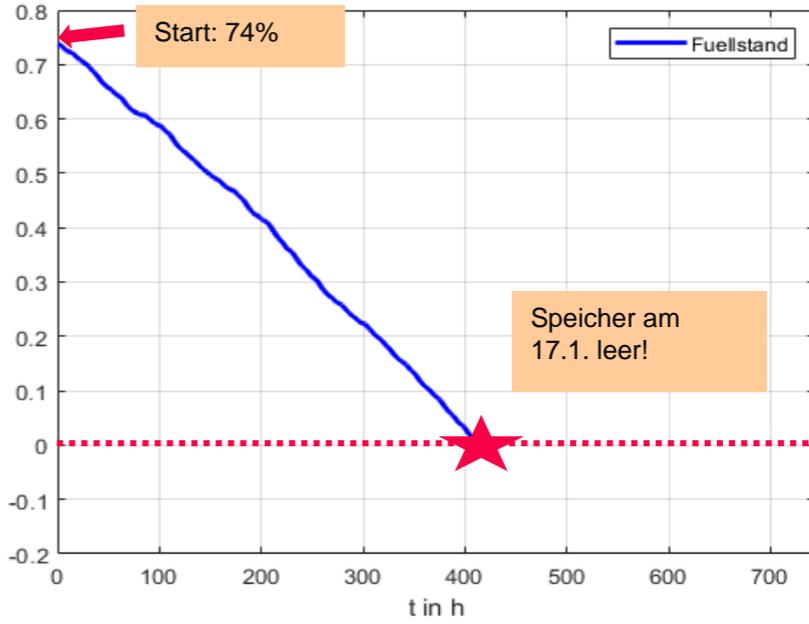
8800 GWh → 700 h



138000 GWh → 292 h

Wie kann der Ausgleich erfolgen?

- Speicher (reicht nicht aus) **und**
- Austausch (setzt ideales Netz voraus)
- Wasserstofftechnologie (Speicher und Austausch)



Speicher in Österreich:

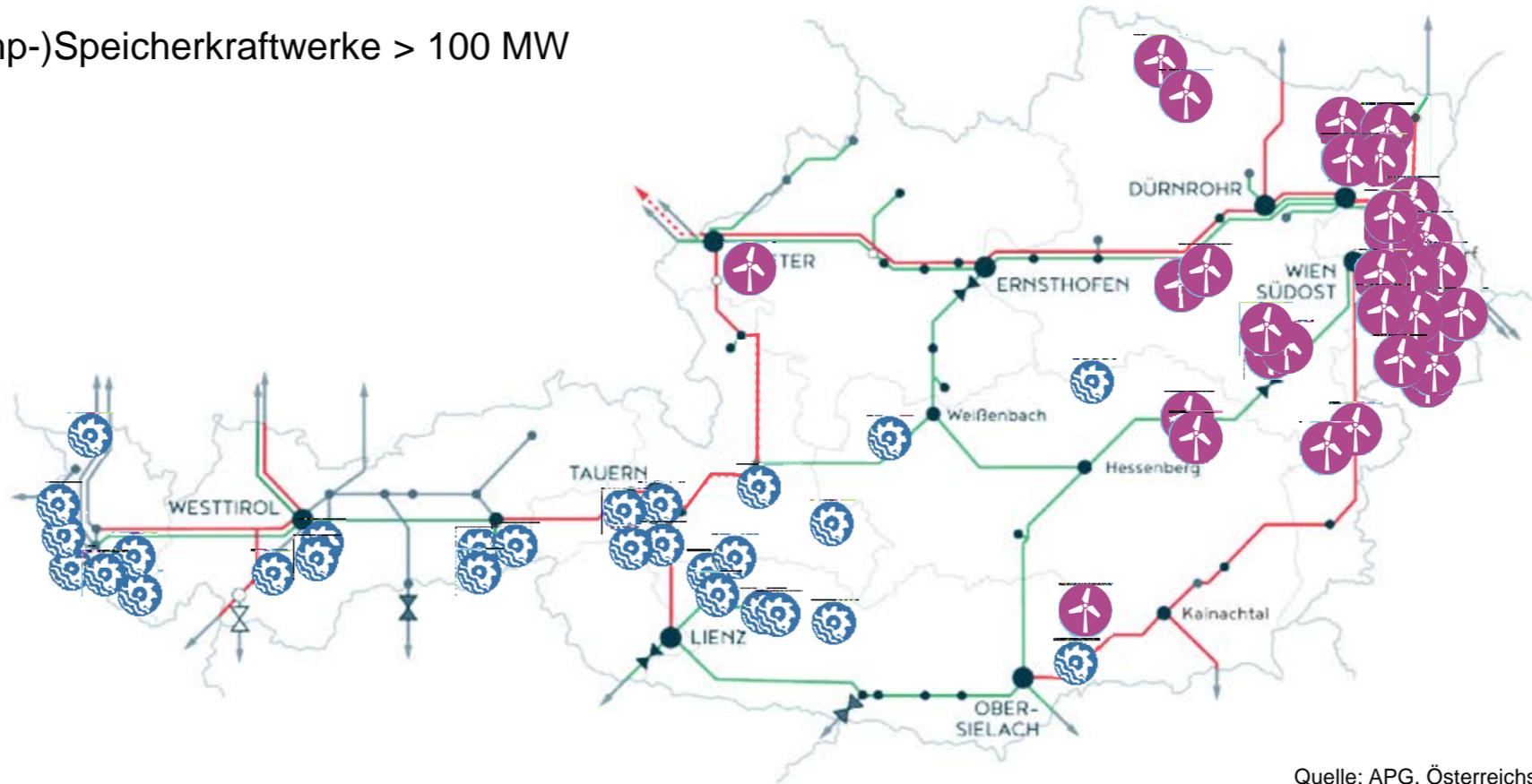
	Energieinhalt	P_{max}
Speicher-KW	1400 GWh	2,2 GW
Pumpspeicher-KW	1800 GWh	6,6 GW
Batteriespeicher	10-15 GWh	~ 2 GW

Quellen: entso-e adequacy forecast, e-control Statistik eigene Recherchen

Übertragungskapazität:

	NTC	
2024	9 GW	
2030	12,5 GW	Netzausbau Richtung DE und IT

-  Windkraftanlagen >5 MW
-  (Pump-)Speicherkraftwerke > 100 MW



Quelle: APG, Österreichs Energie

Netz-
Optimierung vor
Verstärkung vor
Ausbau

Netz-

Optimierung vor

Verstärkung vor

Ausbau

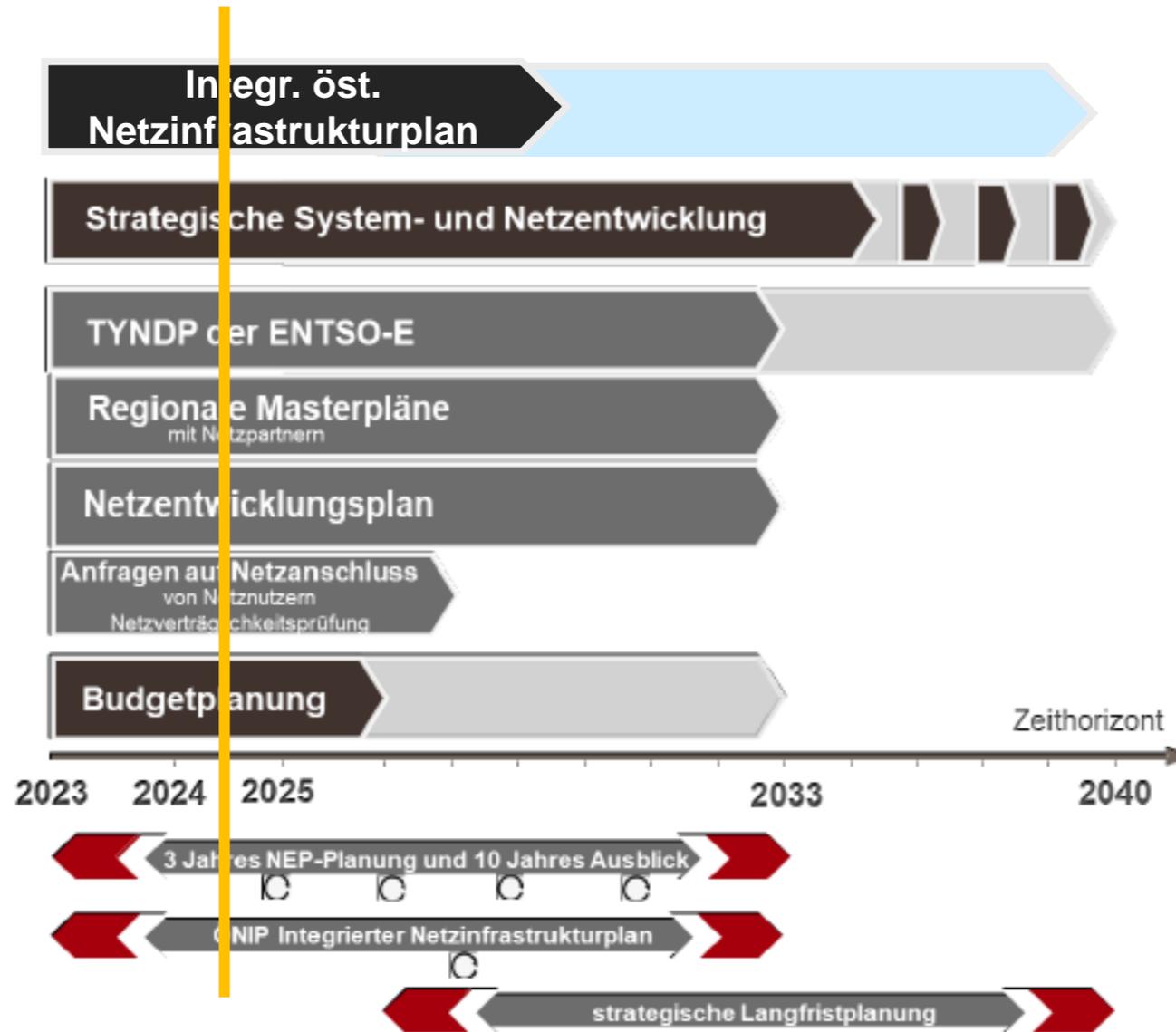
- Verbesserung von Prognosetools
- Vermehrter Datenaustausch mit Netzpartnern
- Digitalisierung des Netzes
 - Nutzung dezentraler Flexibilitäten über digitale Plattformen
 - Datengenerierung mithilfe von Sensorik in Umspannwerken und auf Leitungen
- Freileitungsmonitoring
 - Bei winterlichen Temperaturen von 5°C und Windgeschwindigkeiten um 3 m/s steigt das Übertragungspotenzial auf 180%. (<https://more.tennet.eu>)
- Lastflusssteuerung
 - Mit Phasenschiebertransformatoren kann die Aufteilung der Lastflüsse im Netz verschoben werden, bessere Ausnutzung der bestehenden Leitungen (aber keine Erhöhung der Übertragungskapazität)
- Sonderschaltungen (Impedanzerhöhung)
- Redispatch
 - Gezielte Kraftwerksleistungserhöhung in bestimmten Bereichen bei gleichzeitiger Reduktion in anderen Bereichen zur Entlastung von Engpässen. Eingriff in den Markt, teure Maßnahme

Netz-
Optimierung vor
Verstärkung vor
Ausbau

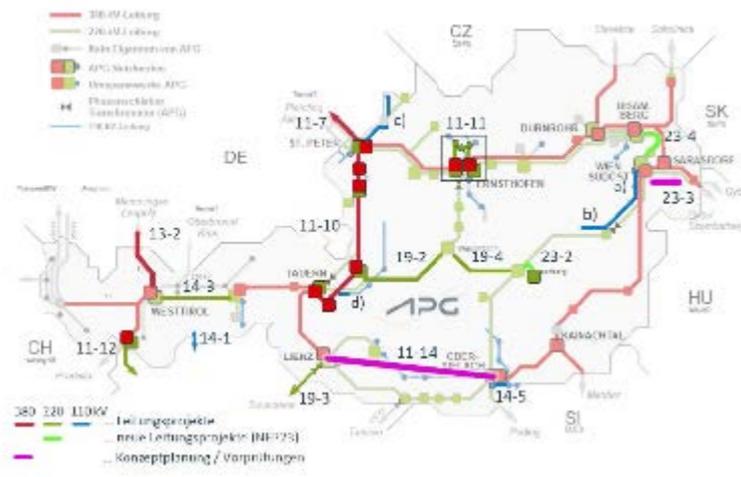
- Neubeseilung mit größerem Querschnitt
- Hochtemperaturseile
 - Thermisch beständigere Al-Legierungen, erlauben eine höhere Betriebstemperatur. Vorsicht, es können sich bei starker Belastung andere Grenzen (Blindleistungsbedarf, Spannung, Stabilität) ergeben.
- Spannungs-Upgrade
 - 380 kV statt 220 kV, wenn die Leitung entsprechend gebaut wurde
- Zusätzliche Stromkreise am selben Gestänge
 - wenn die Leitung entsprechend gebaut wurde
- Ersatzbauten
 - Ersatz älterer Leitungen auf gleicher Trasse
- Zusätzliche Transformatoren in bestehenden Umspannwerken

Netz-
Optimierung vor
Verstärkung vor
Ausbau

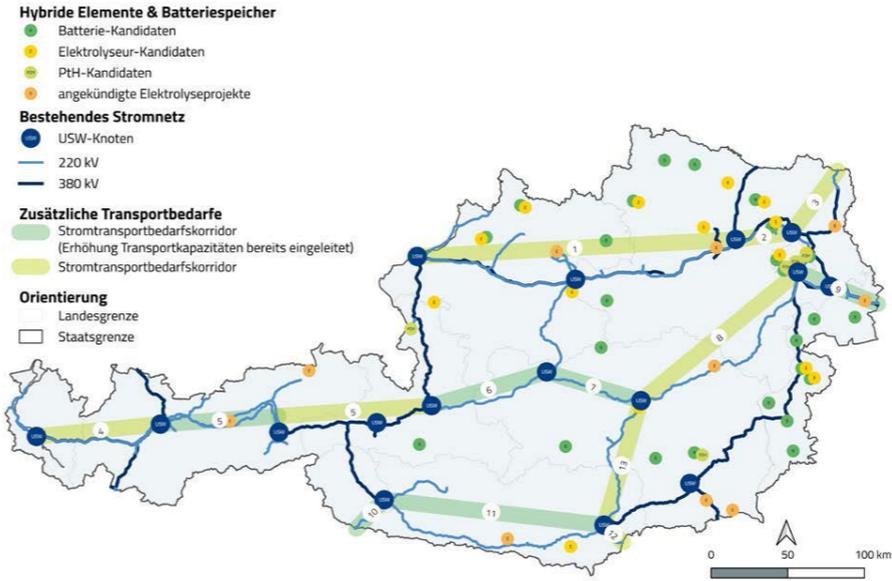
- Leitungsneubau auf neuer Trasse
 - innerösterreichisch und grenzüberschreitend
 - Drehstromleitungen
 - Gleichstromleitungen, bringen zusätzlichen Freiheitsgrad bei der Lastflusssteuerung
- Errichtung neuer Umspannwerke
- Problematik:
 - Trassenfindung,
 - Dauer von Genehmigungsverfahren,
 - Kosten
- Abhilfe:
 - Schutz von Planungs- und Bestandstrassen
 - Ausstattung der Behörden mit genügend Ressourcen
 - Unterstützender regulatorischer Rahmen (Attraktivierung von Investitionen)
 - Zusätzliche Gesetzesbestimmungen für einen beschleunigten Netzausbau (Beschlussfassungen EABG / Umsetzung der RED III)



Quelle: APG, Grundlagen für die Netzentwicklung



Quelle: NEP 2023



Quelle: integr. öst. NIP 2023



141 Leitungsprojekte + 91 GW
 285 Investitionen
 85 grenzüberschreitend
 56 intern
 52 offshore
 grenzüberschreitende Kuppelkapazitäten bis 2030

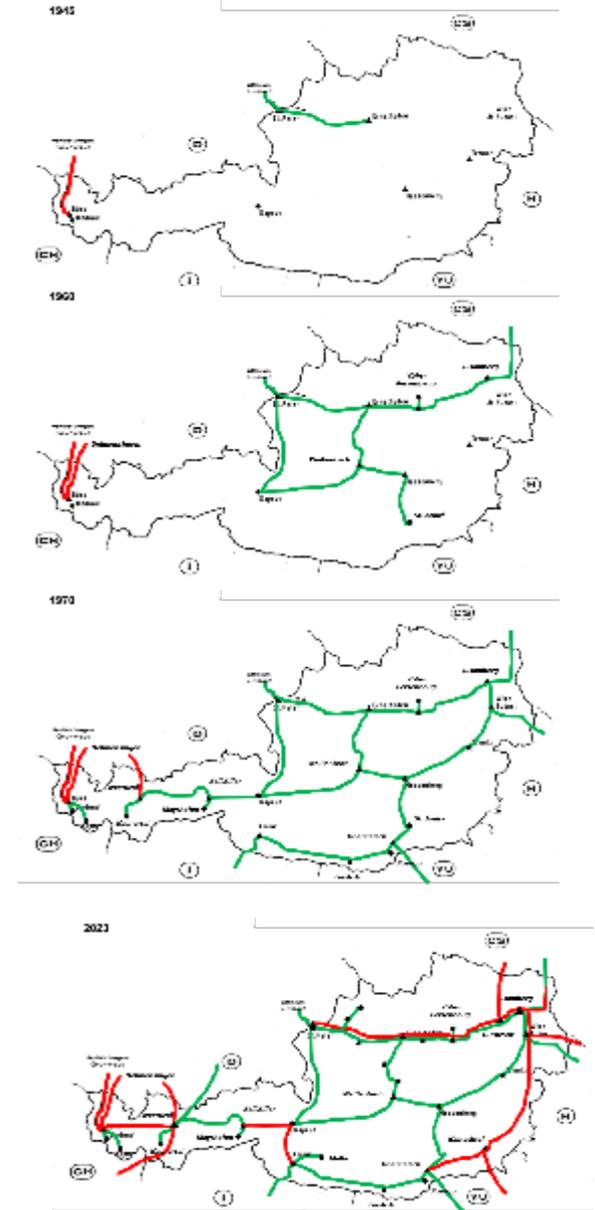
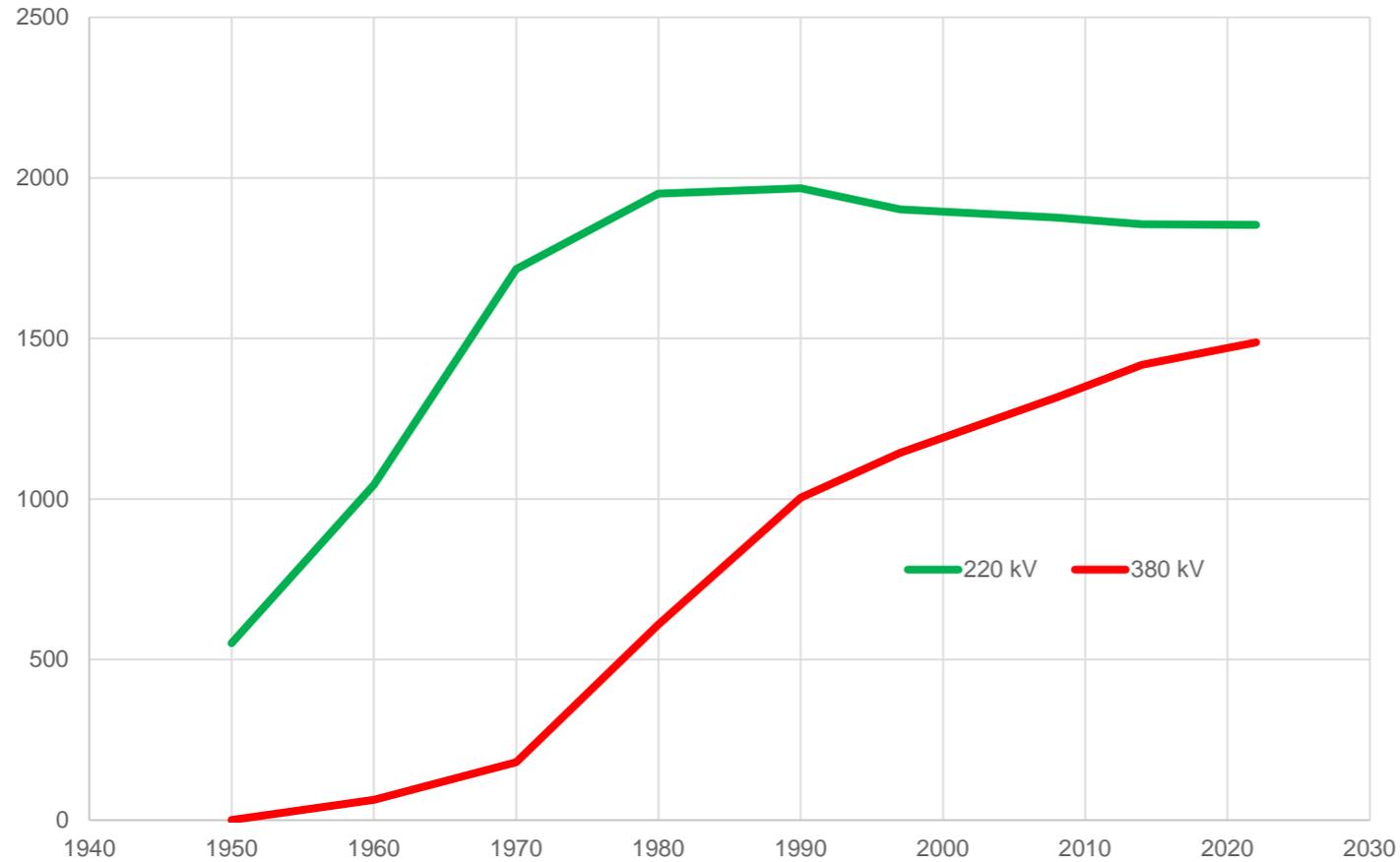
23 Speicher + 43.000 km
 12 Pumpspeicher
 6 Druckluftspeicher
 2 Elektrochemische Speicher
 Netzausbau
 18.000 km AC
 25.000 km DC

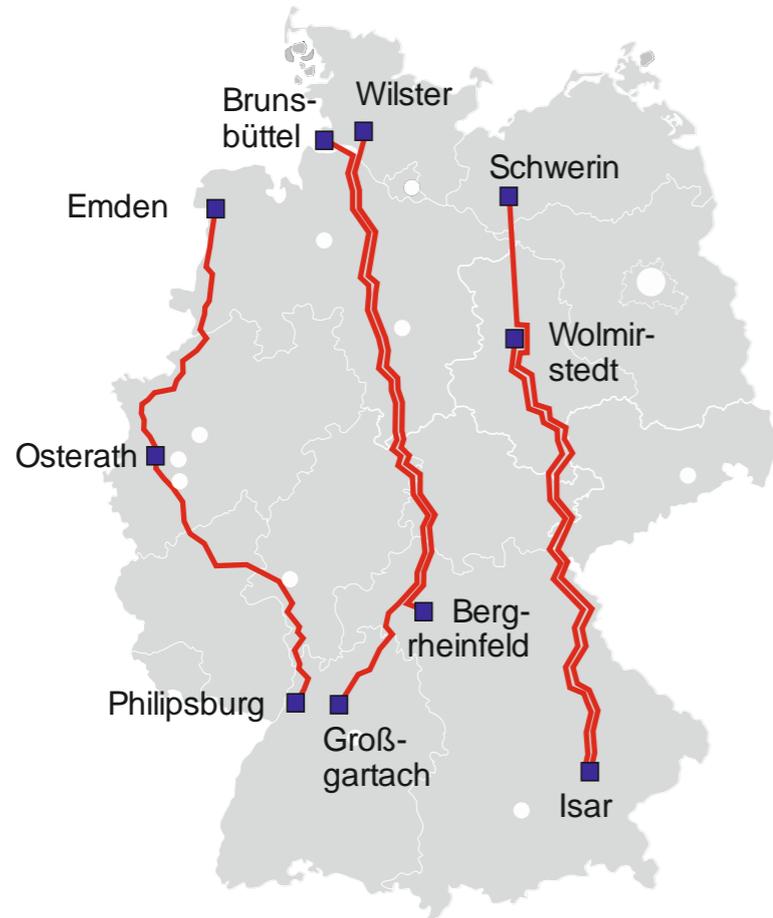
+ 1,6 Mio. Arbeitsplätze + 100 Mrd. €
 Bruttoinlandsprodukt

87,5 Mio. t CO₂-Einsparung (*) 16,2 Mrd. €
 SEW pro Jahr (*)

Quelle: TYNDP

Trassenkilometer Übertragungsnetz





Korridor A

„A-Nord“ Emden-Osterath, 298 km, 2 GW, Gleichstromkabel, ± 380 kV, 2027

„Ultranet“ Osterath-Philipsburg, 340 km, 2 GW, AC/DC Hybridleitung ± 380 kV, 2027

Korridor C „Suedlink“

„Suedlink“ Brunsbüttel-Großgartach, 691 km, 2GW Gleichstromkabel, ± 525 kV, 2028

„Suedlink“ Wilster-Berg-rheinfeld/West, 539 km, 2GW Gleichstromkabel, ± 525 kV, 2028

Korridor D

„SuedOstLink“, Wolmirstedt-Isar, 538 km, 2GW Gleichstromkabel, ± 525 kV, 2027

„SuedOstLink+“, Schwerin-Isar, 758 km, 2 GW Gleichstromkabel, ± 525 kV, 2030

Ziel:

- Übertragung hoher Leistungen über große Entfernungen,
- Entlastung des parallelen Drehstromnetzes

- Rahmen des Ausbaus erneuerbarer Erzeugung wird durch politische Zielsetzungen vorgegeben (Klimaneutralität)
- Zeitverlauf von Erzeugung und Verbrauch sind nicht synchron
- Nutzung der europäischen Diversität führt zu einer Reduktion des Ausgleichsbedarfs, setzt aber ein entsprechend leistungsfähiges Netz voraus
- Ausbalanzierung im Tagesbereich ist realistisch, speziell unter Nutzung von Flexibilitäten
- Saisonale Ausbalanzierung setzt neben einem starken Netz einen enormen Speicherbedarf voraus, wird ohne Wasserstofftechnologie (und Derivaten) nicht funktionieren

- Damit die Energiewende gelingt, braucht es veränderte Rahmenbedingungen, die auf allen gesellschaftlichen Ebenen Akzeptanz für die Strominfrastruktur schaffen und eine koordinierte Umsetzung aller energiewirtschaftlich relevanten Projekte gewährleisten.
- Abgestimmte Gesamtsystemplanung und koordinierte -umsetzung (Speicher, Netz, Produktion, Reserven, Nutzung modernster, digitaler Plattformtechnologien)
- Schnellere Behördenverfahren und unterstützender regulatorischer Rahmen

Kann die Energiewende funktionieren: JA

Schaffen wir es bis 2040? Wahrscheinlich nicht!