



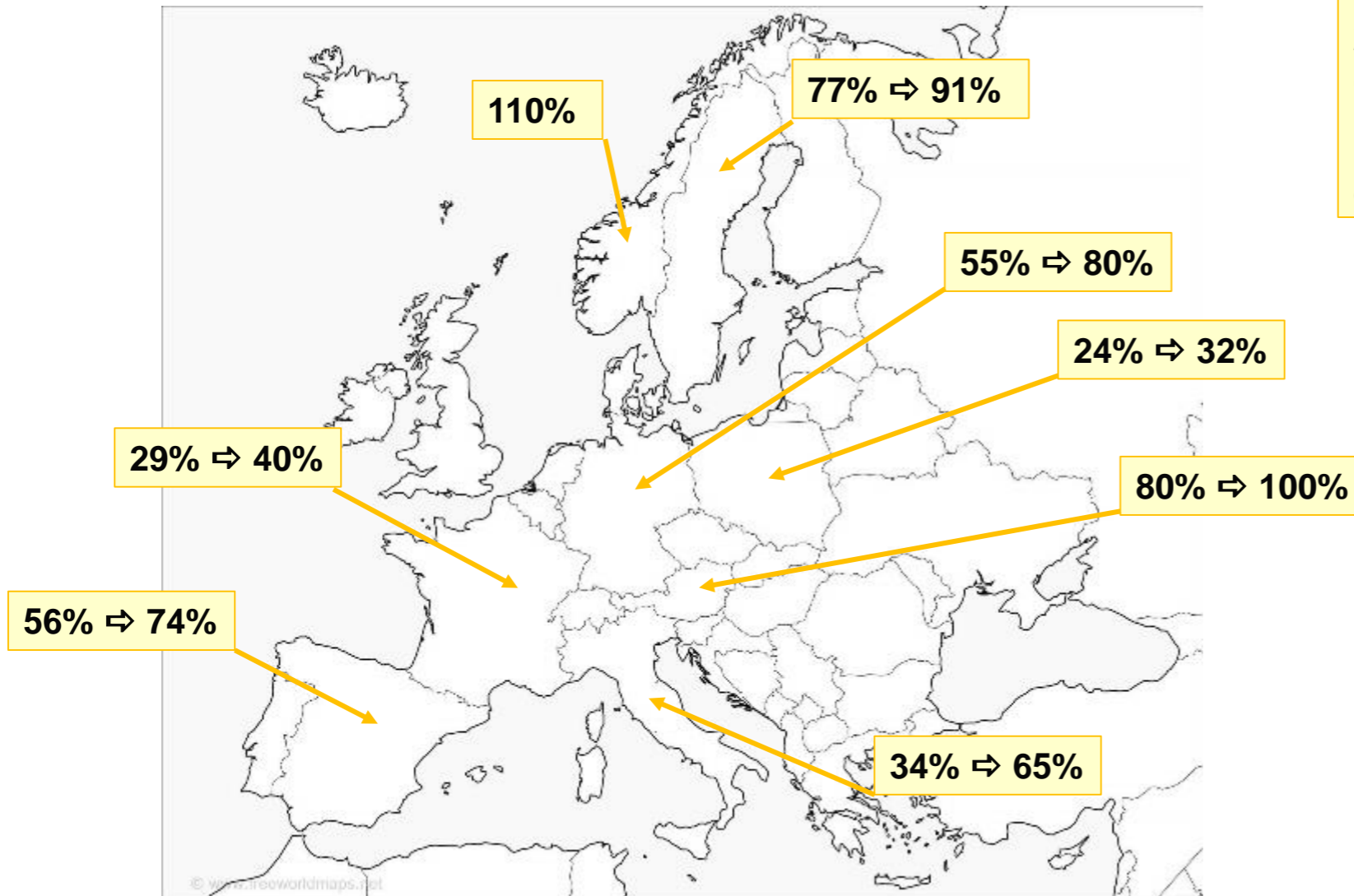
WISSEN  
TECHNIK  
LEIDENSCHAFT

# Die Auswirkungen der Energiewende auf das europäische Übertragungsnetz

Herwig Renner

13.6.2024

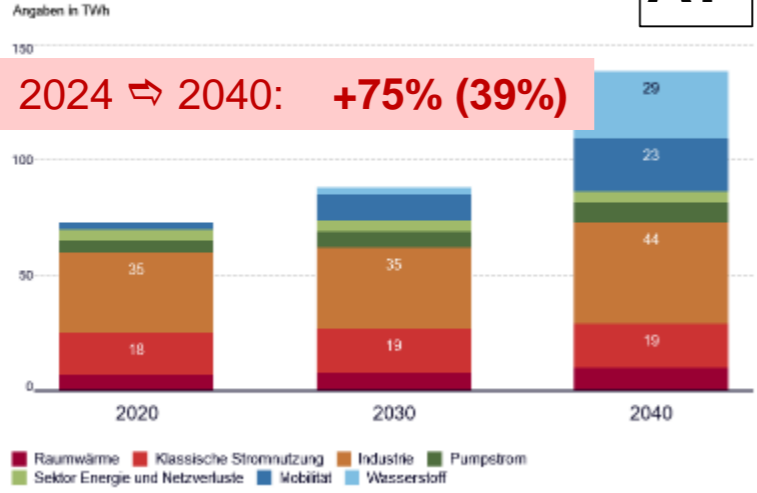
**Steigerung der Stromerzeugung  
2023-2030 aus erneuerbaren  
Quellen, bezogen auf den  
nationalen Verbrauch**  
(Quelle: ENTSO-E Statistik und div. Klimapläne)



# Entwicklung Stromverbrauch (in Klammer ohne H2)

## Entwicklung der Strombedarfe nach Sektoren

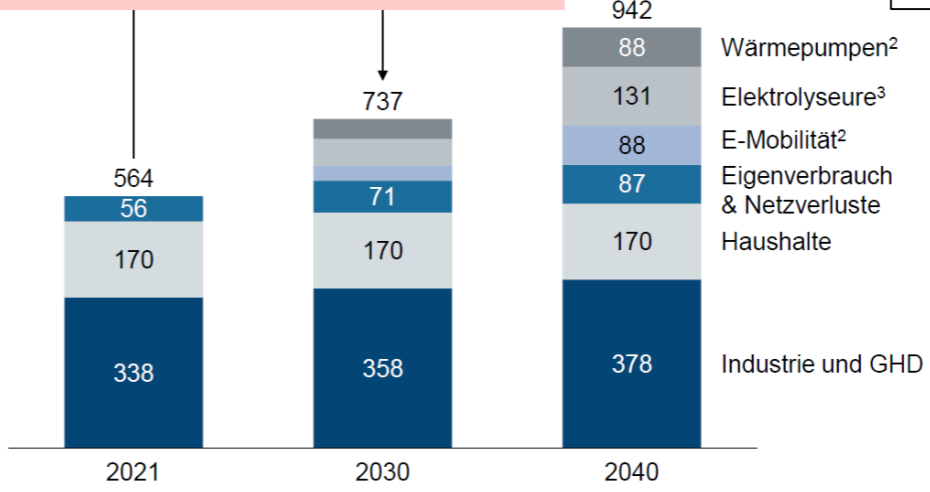
**AT**



Quelle: E-Control und Prognose OE & PwC

**2024 ⇒ 2040: +52% (36%)**

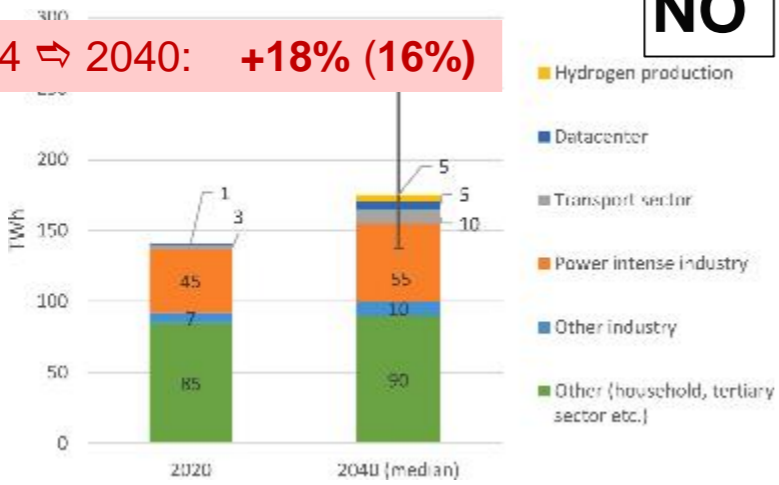
**DE**



Quelle: e.venture

**NO**

**2024 ⇒ 2040: +18% (16%)**



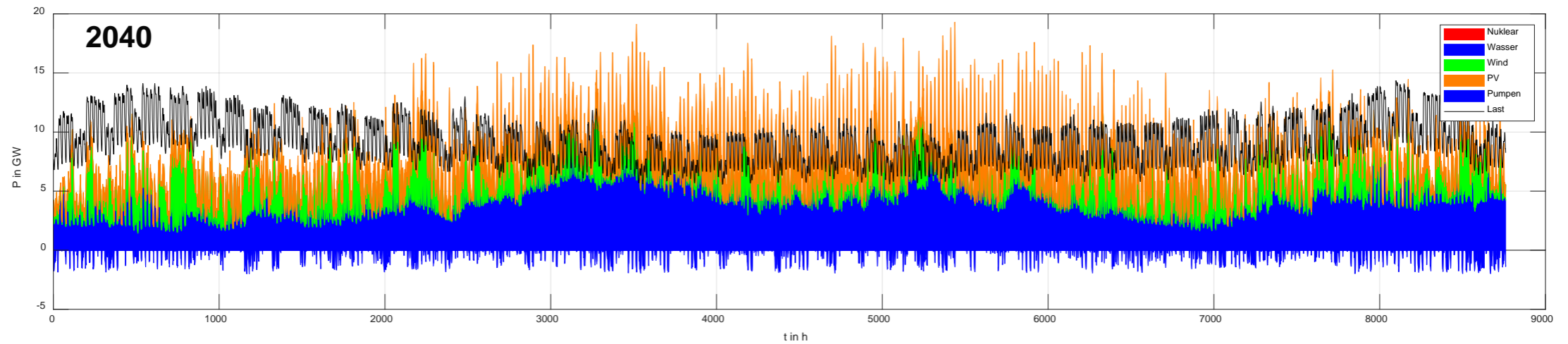
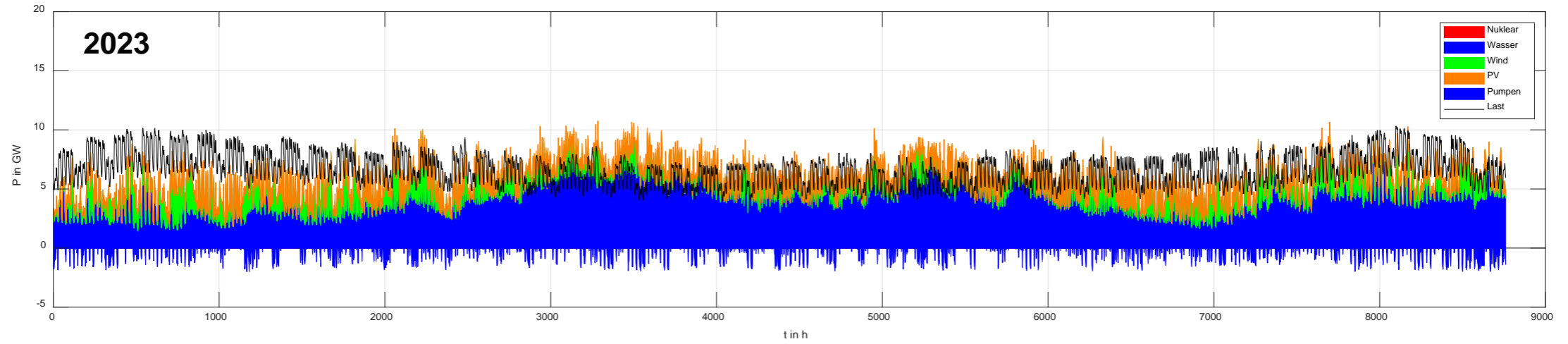
Quelle: Nagel e.a., 2024

**EU**

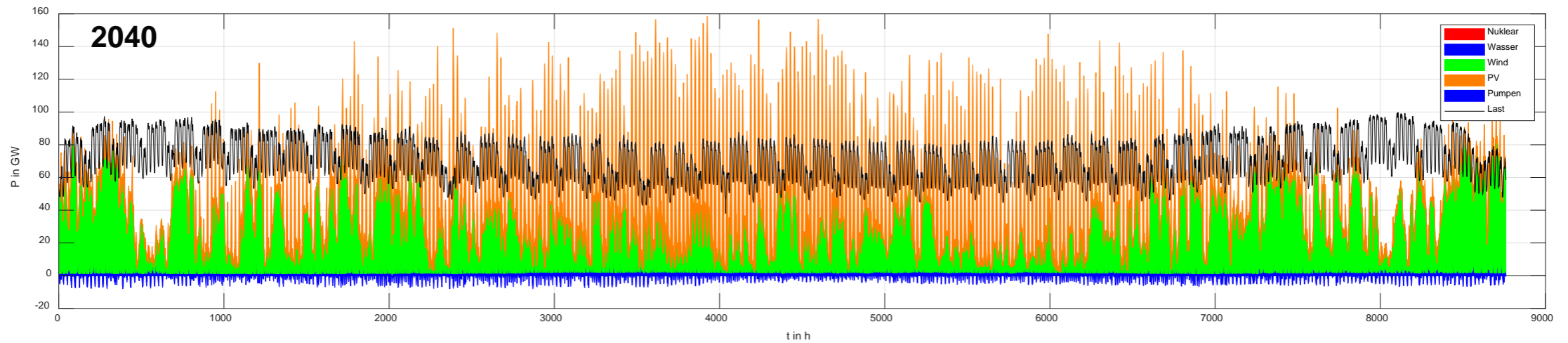
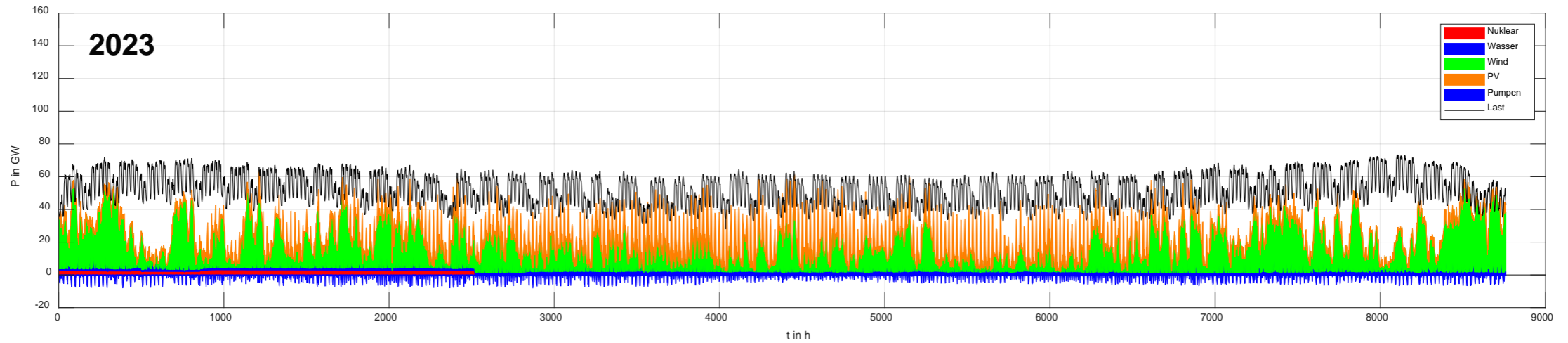
**2024 ⇒ 2040: +25%**

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

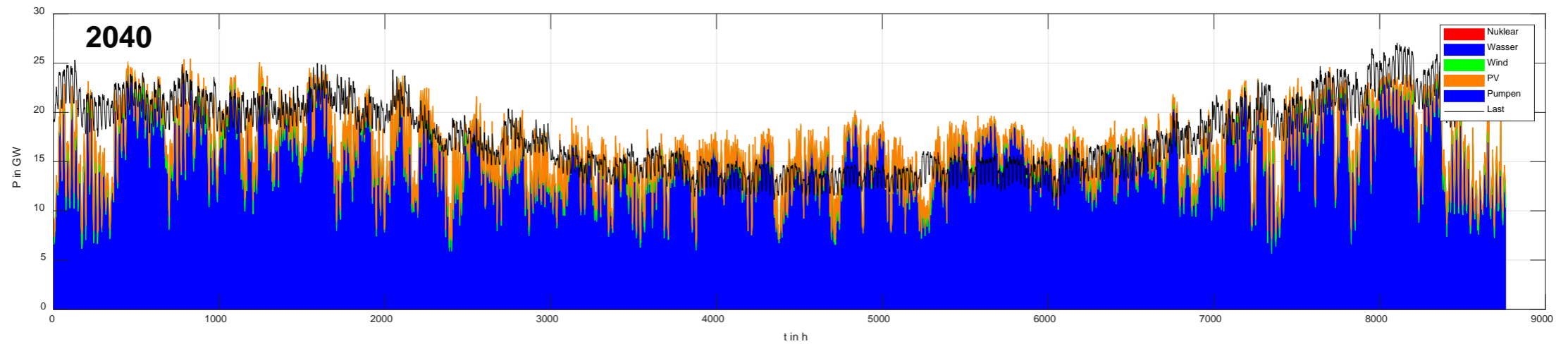
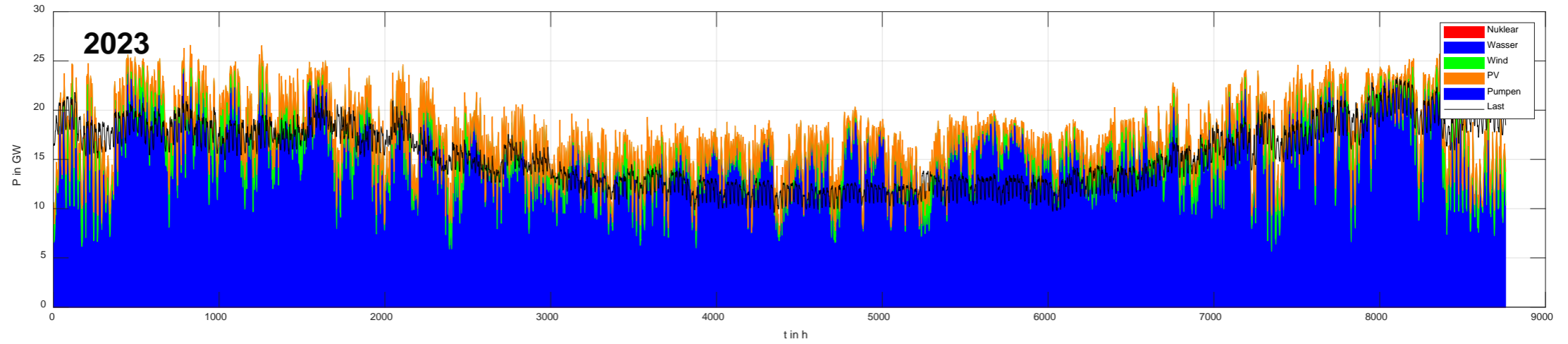
Quelle: Entso-E



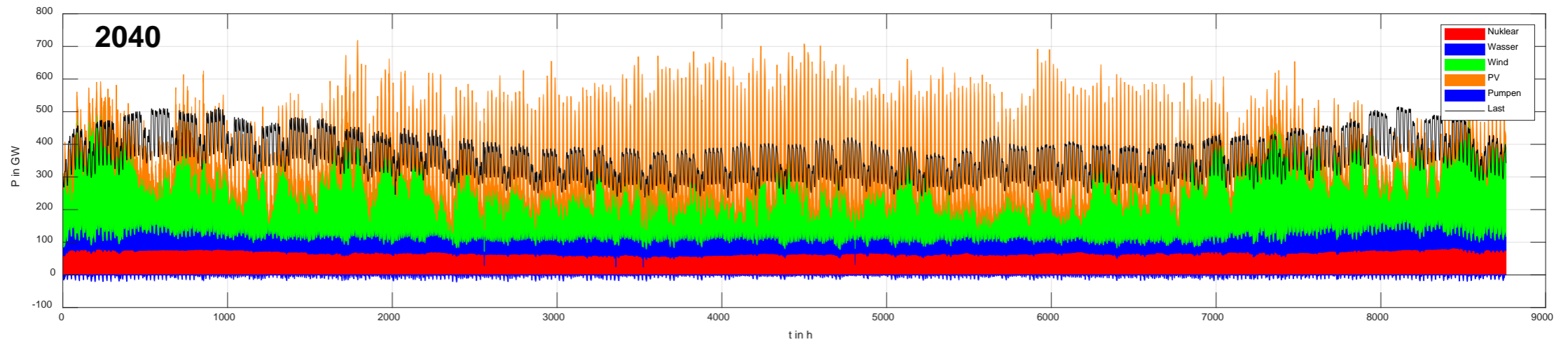
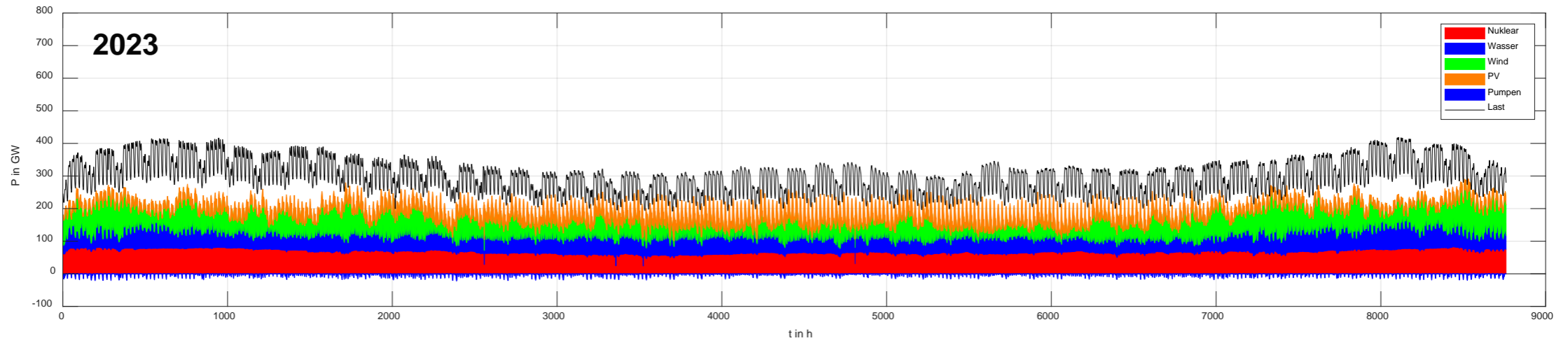
Anmerkung: Regelzone AT, ohne TIWAG und Illwerke



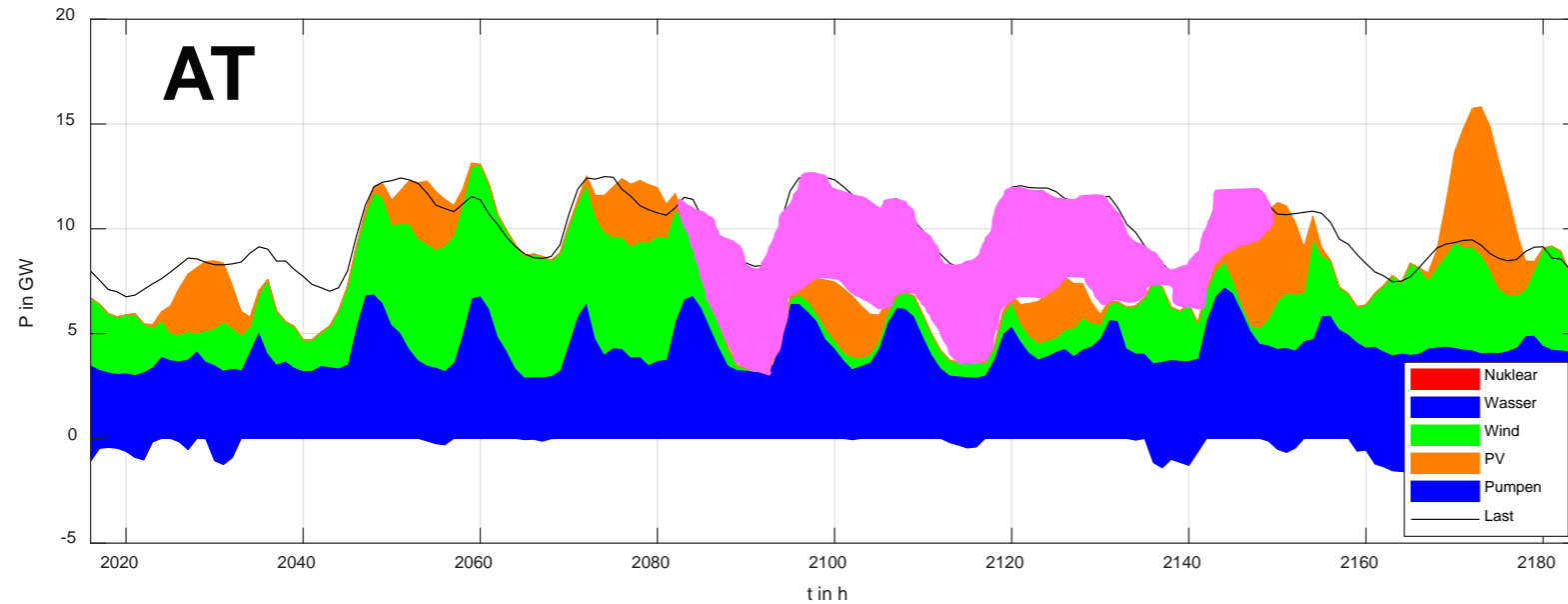
Anmerkung: Regelzone DE, mit TIWAG und Illwerke



# Aufbringung aus Erneuerbaren (Europa ohne UK)

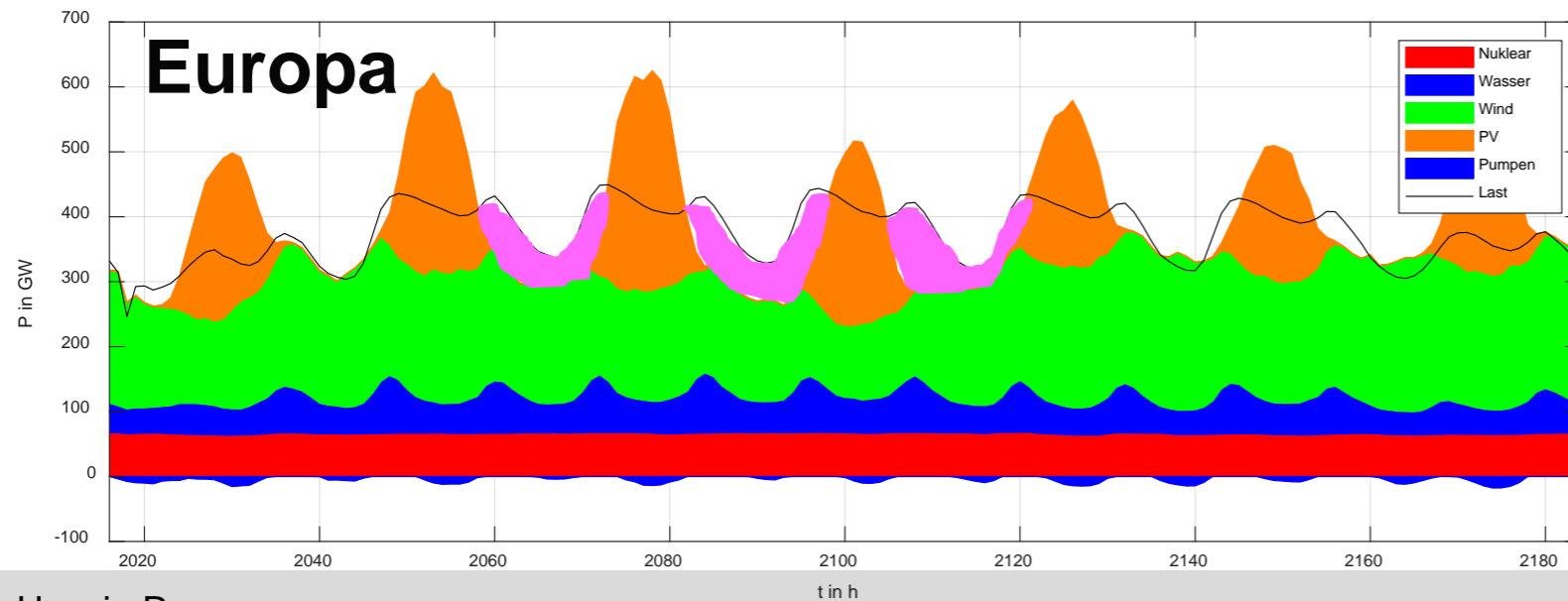


# Täglicher Ausgleich, Beispiel 2040, Woche 12



**271 GWh → 21 h**

bezogen auf  
Jahreshöchstlast  
von 12,6 GW

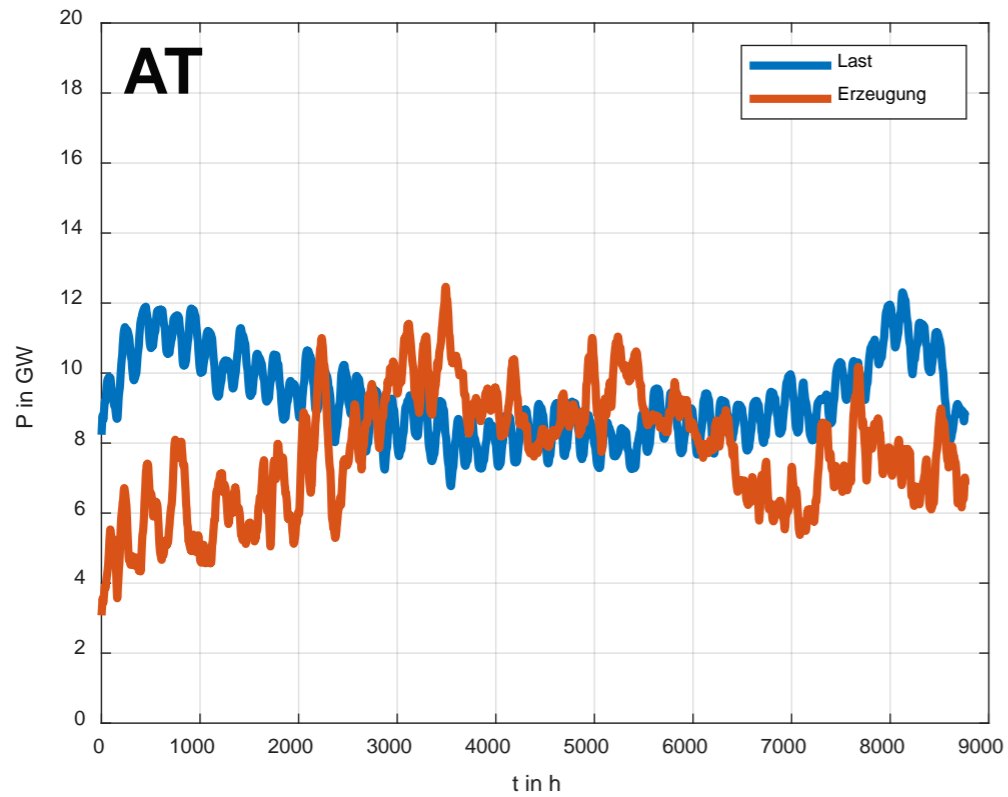


**1860 GWh → 4 h**

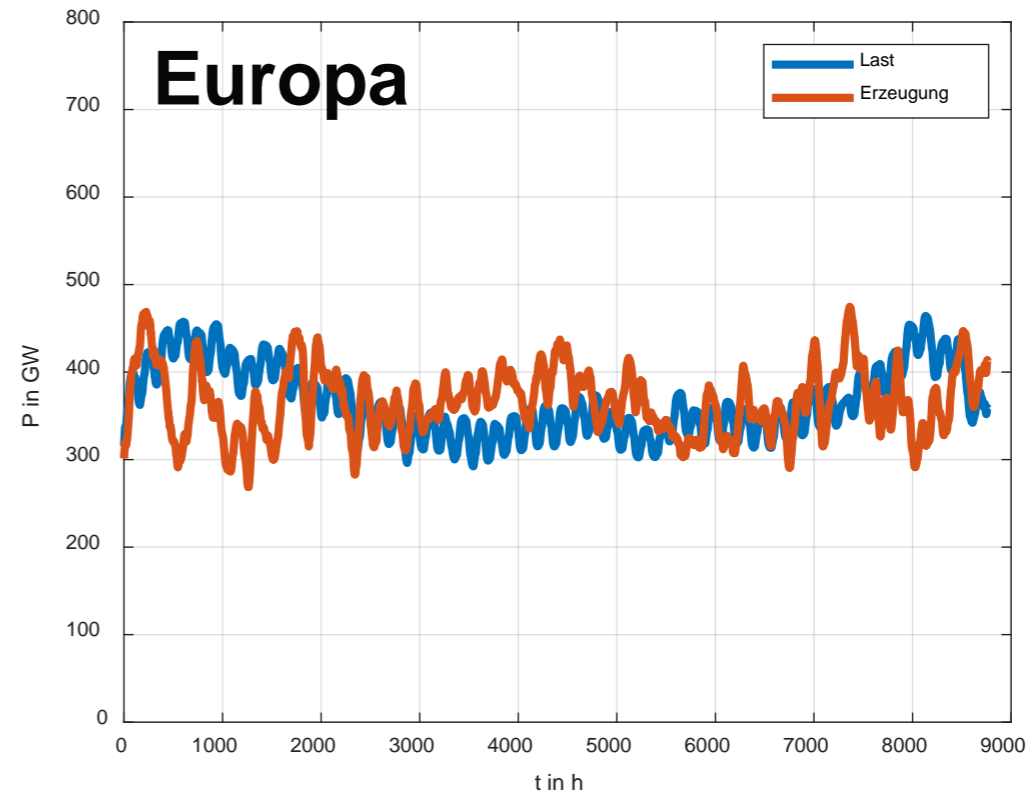
bezogen auf  
Jahreshöchstlast  
von 473 GW



# Saisonaler Ausgleich



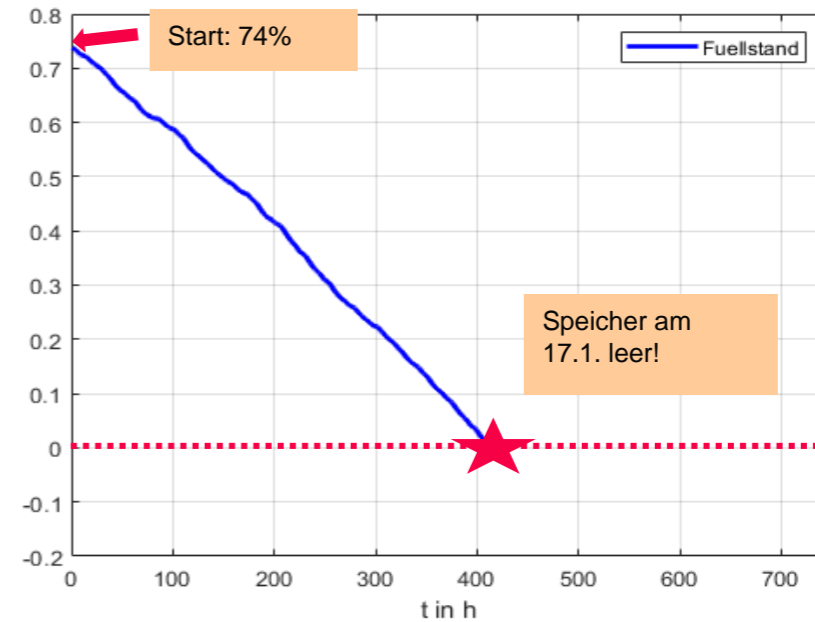
**8800 GWh → 700 h**



**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:

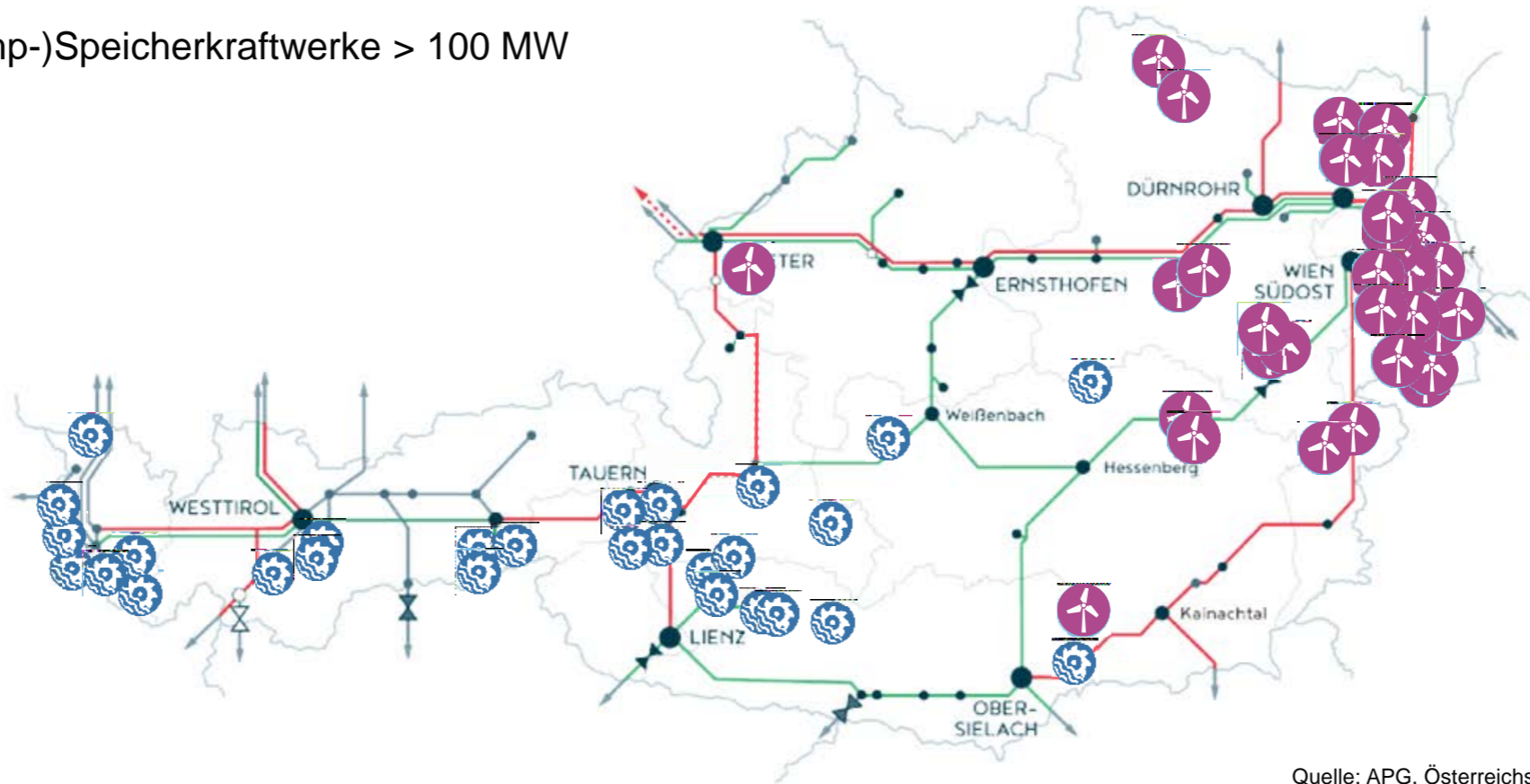
	Energieinhalt	$P_{max}$
Speicher-KW	1400 GWh	2,2 GW
Pumpspeicher-KW	1800 GWh	6,6 GW
Batteriespeicher	10-15 GWh	~ 2 GW

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



**N**etz-  
**O**ptimierung vor  
**V**erstärkung vor  
**A**usbau

**N**etz-

**O**ptimierung vor

**V**erstärkung vor

**A**usbau

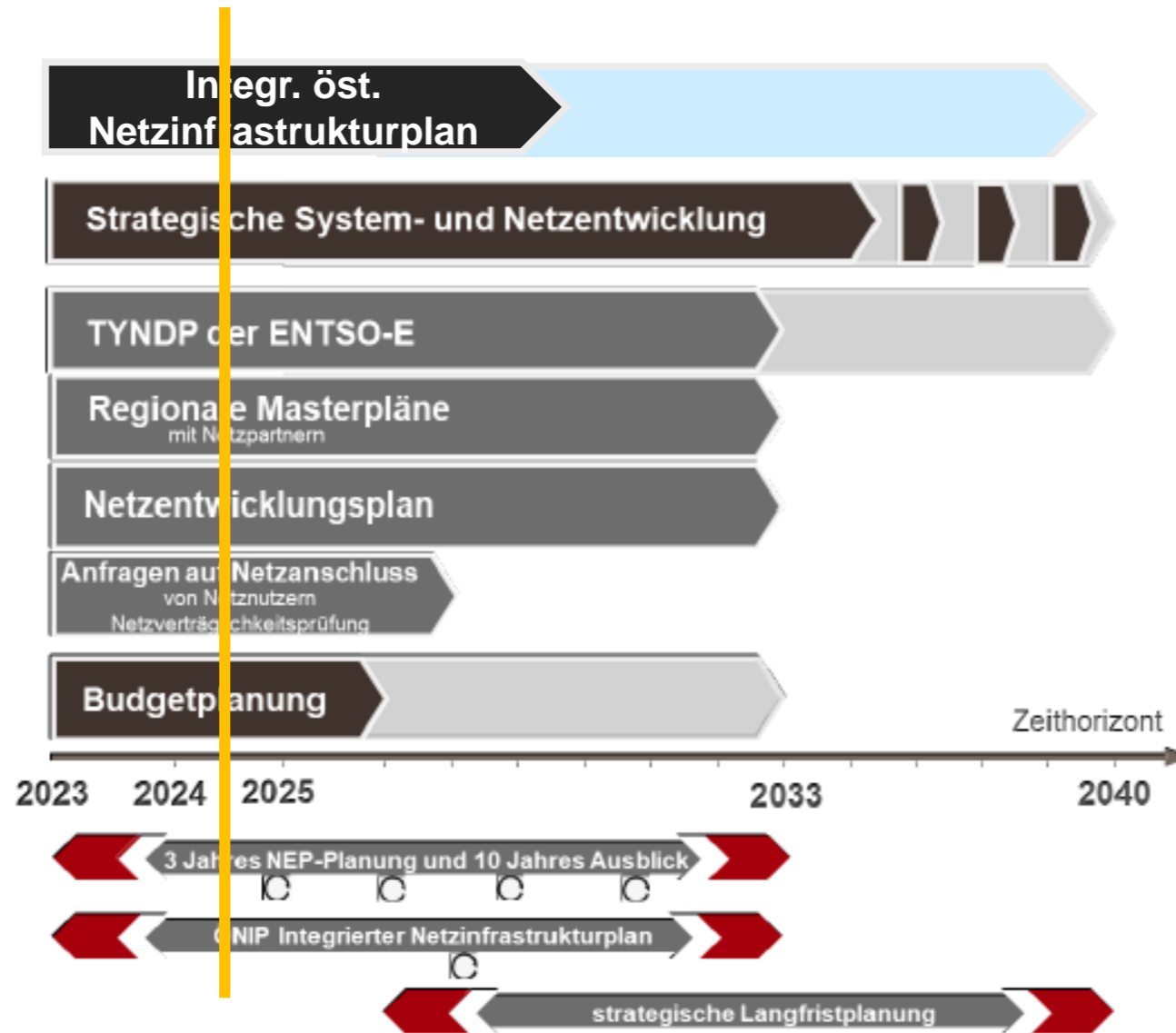
- Verbesserung von Prognosetools
- Vermehrter Datenaustausch mit Netzpartnern
- Digitalisierung des Netzes
  - Nutzung dezentraler Flexibilitäten über digitale Plattformen
  - Datengenerierung mithilfe von Sensorik in Umspannwerken und auf Leitungen
- Freileitungsmonitoring
  - Bei winterlichen Temperaturen 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

**N**etz-  
**O**ptimierung vor  
**V**erstärkung vor  
**A**usbau

- 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

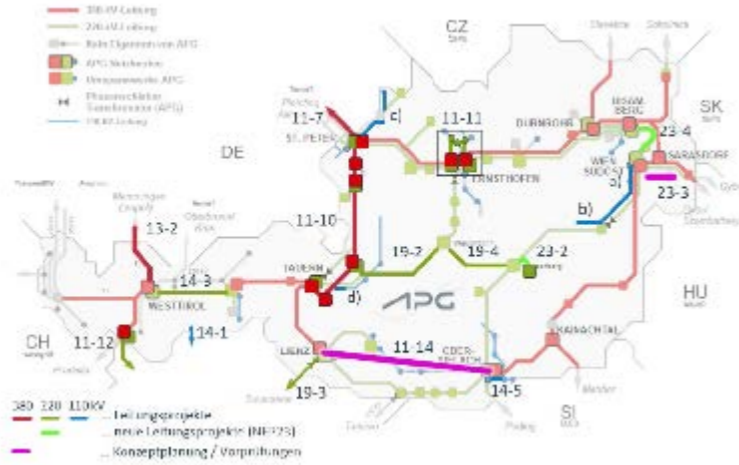
**N**etz-  
**O**ptimierung vor  
**V**erstärkung vor  
**A**usbau

- 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)

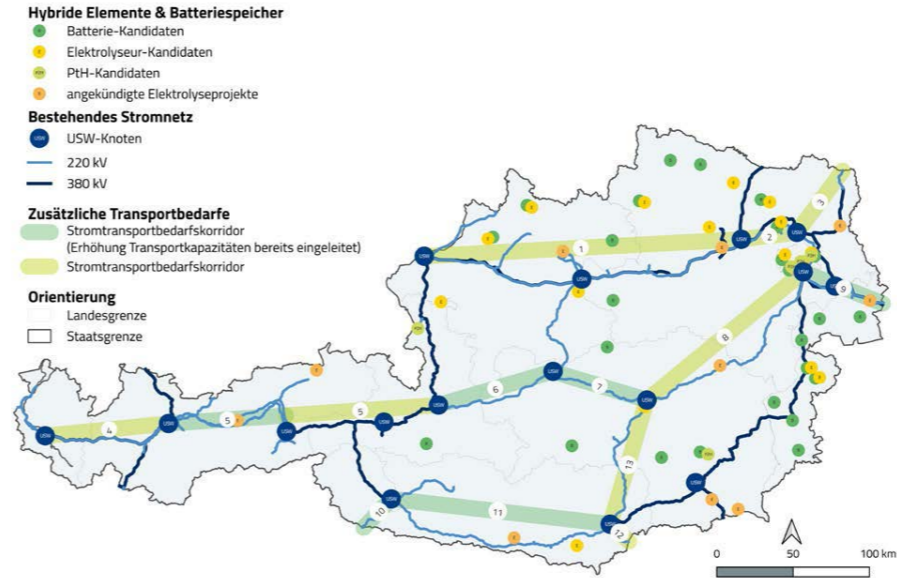


Quelle: APG, Grundlagen für die Netzentwicklung





Quelle: NEP 2023



Quelle: integr. öst. NIP 2023



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

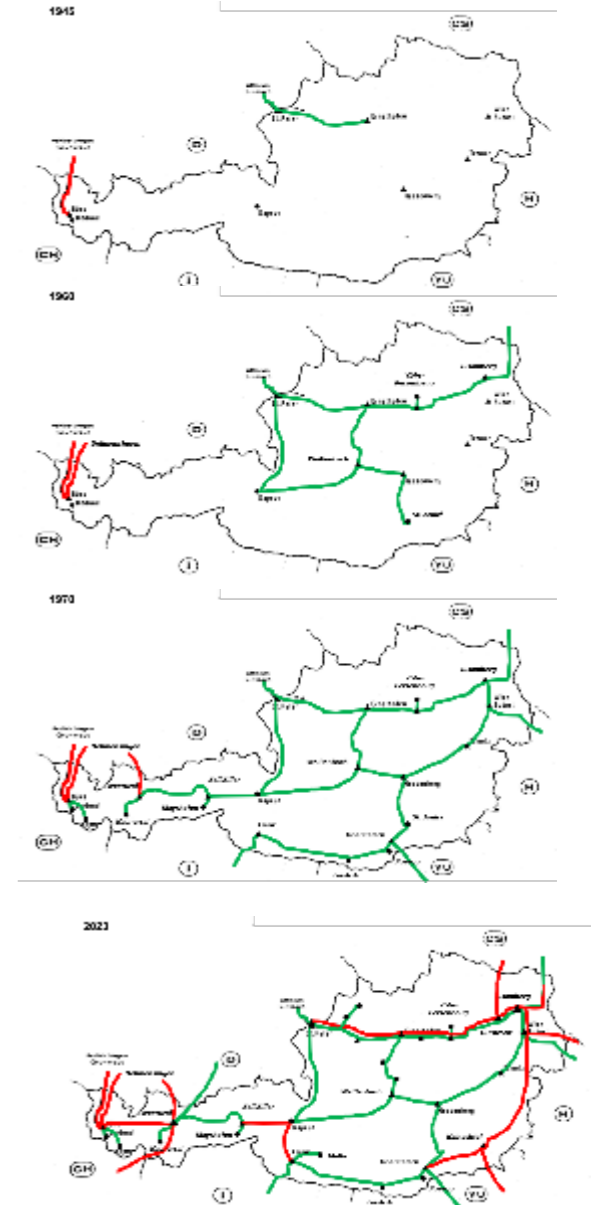
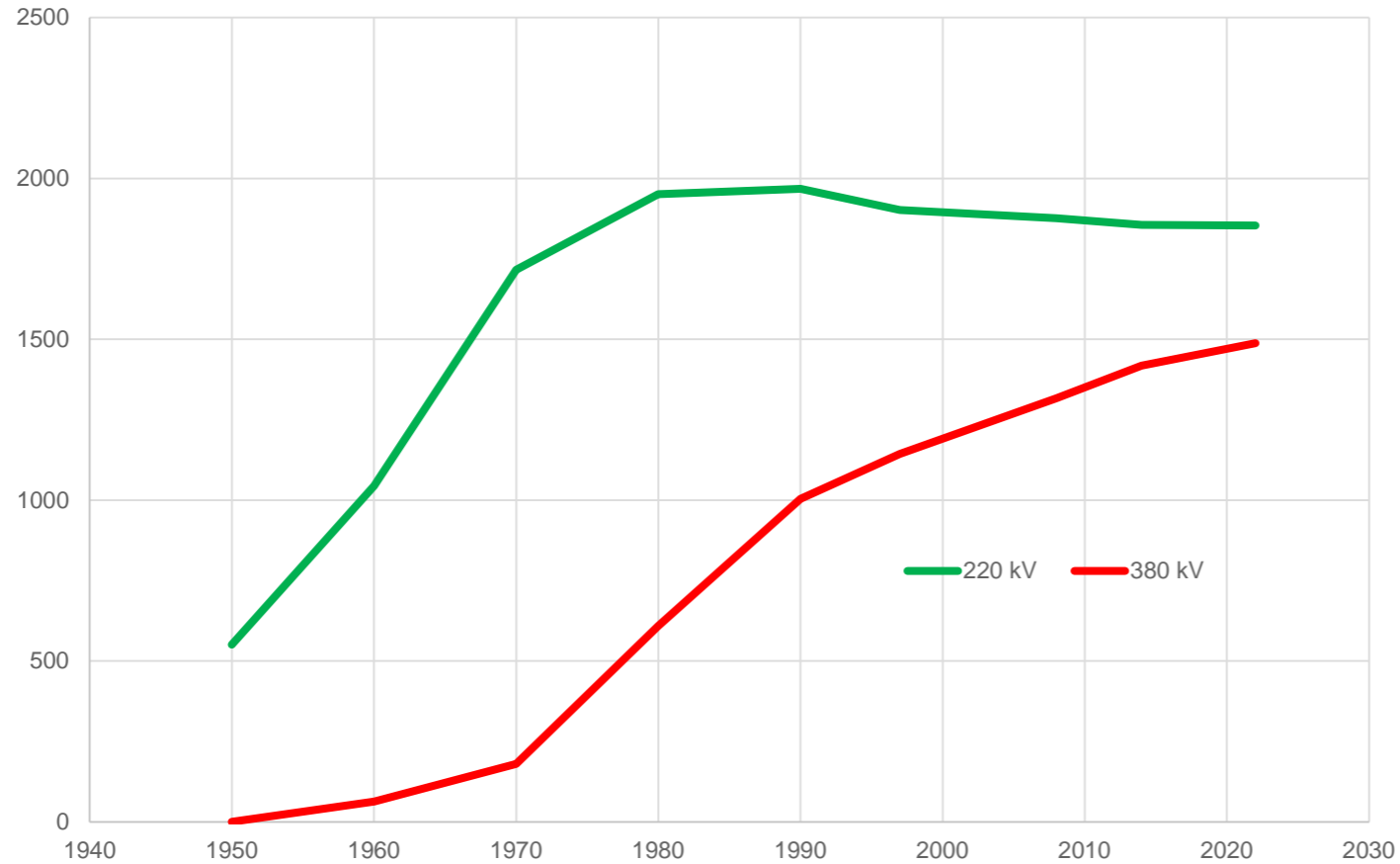
**23 Speicher + 43.000 km**  
 12 Pumpspeicher  
 6 Druckluftspeicher  
 2 Elektrochemische Speicher  
 Netzausbau  
 18.000 km AC  
 25.000 km DC

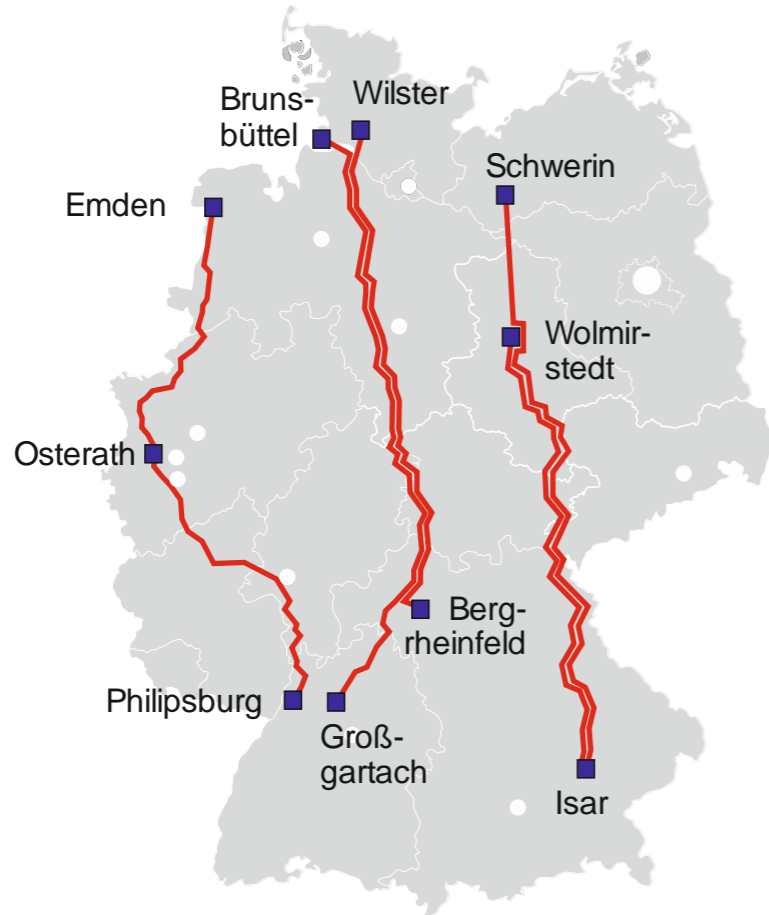
**+ 1,6 Mio. Arbeitsplätze + 100 Mrd. €**  
 Bruttoinlandsprodukt

**87,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Einsparung<sup>(\*)</sup> 16,2 Mrd. €**  
 SEW pro Jahr<sup>(\*)</sup>

Quelle: TYNDP

Trassenkilometer Übertragungsnetz





### Korridor A

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

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

### Korridor C „Suedlink“

„Suedlink“ Brunsbüttel-Großgartach, 691 km, 2GW Gleichstromkabel,  $\pm 525$  kV, 2028

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

### Korridor D

„SuedOstLink“, Wolmirstedt-Isar, 538 km, 2GW Gleichstromkabel,  $\pm 525$  kV, 2027

„SuedOstLink+“, Schwerin-Isar, 758 km, 2 GW Gleichstromkabel,  $\pm 525$  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!**