

# Zukunftsszenarien des Energieverbrauchs und der Erzeugung für Österreich

Aktuelle Trends aus Sicht der Forschung - Impulsvortrag

Tara Esterl, Bernhard Gahleitner

Alpentagung 2022, 2.9.2022

- Policy Framework / Regulative Rahmenbedingungen
- Nachfrage: Szenarien & Flexibilitätsangebot
- Energieerzeugung & Bedarf an Flexibilität
- Herausforderungen im Stromnetz
- Zusammenfassung

# Policy Framework

## Europäischer Green Deal (2050)

- 2019 vorgestellt; Klimaneutralität bis 2050
- Umfangreiche Investitionsprogramme für Innovation und Dekarbonisierung (Energie, Industrie)
- Green Financing (z.B. EU Taxonomy-Verordnung)

## Fit for 55 (2030)

- 2021 vorgestellt; Reduktion der Netto THG-Emissionen um mind. 55% bis 2030
- Umfassende Änderungen des Emissionshandelssystem: -61 % bis 2030 in betroffenen Sektoren
- Lastenverteilung: Emissionsreduktion der Mitgliedstaaten
- Erneuerbare Energie: mind. 40 – 45 % EE im Energiemix 2030

## REPowerEU Plan

- 2022 vorgestellt als Reaktion auf Ukraine-Krise
- **Ziele: Senkung Energieverbrauch | Erzeugung sauberer Energie | Diversifizierung der europäischen Energieversorgung**
- **Umfangreiche Finanzierung:** Innovationsfonds 3 Mrd. € für Dekarbonisierung der Industrie & 300 Mrd. € im Rahmen des Aufbau- und Resilienzfonds
- **Wasserstoff-Accelerator:** Elektrolyseure mit 17,5 GW bis 2025 (entpr. 10 Mill. t) Wasserstoff für die Industrie
- Neue Rechtsvorschriften und Empfehlungen zur **rascheren RES-Projektgenehmigung** in ökologisch risikoarmen und daher besonders geeigneten Gebieten



## #mission2030

- 2018 vorgestellt
- 36% THG-Reduktion bis 2030
- 100% des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energie gedeckt bis 2030 (Jahresbilanz)

## Regierungsprogramm: Klimaneutralität 2040

### Erneuerbaren Ausbaugesetz (EAG)

- Energiegemeinschaften
- Neues Förderdesign für Erneuerbare Energien
- Neugestaltung von Tarifsystemen, Subventionen und Netzkosten
- Erleichterung des Marktzugangs für erneuerbare Energien

## Wasserstoffstrategie

- Ausbauziele Klimaneutraler Wasserstoff:
  - 1 GW Elektrolysekapazität bis 2030
  - **80% des bisherigen fossilen H<sub>2</sub> Bedarfs auf grünen H<sub>2</sub> umstellen bis 2030**
- Effizienter und fokussierter Einsatz (Prioritär Industrie)
- Wasserstoffinfrastruktur
- Internationale Partnerschaften

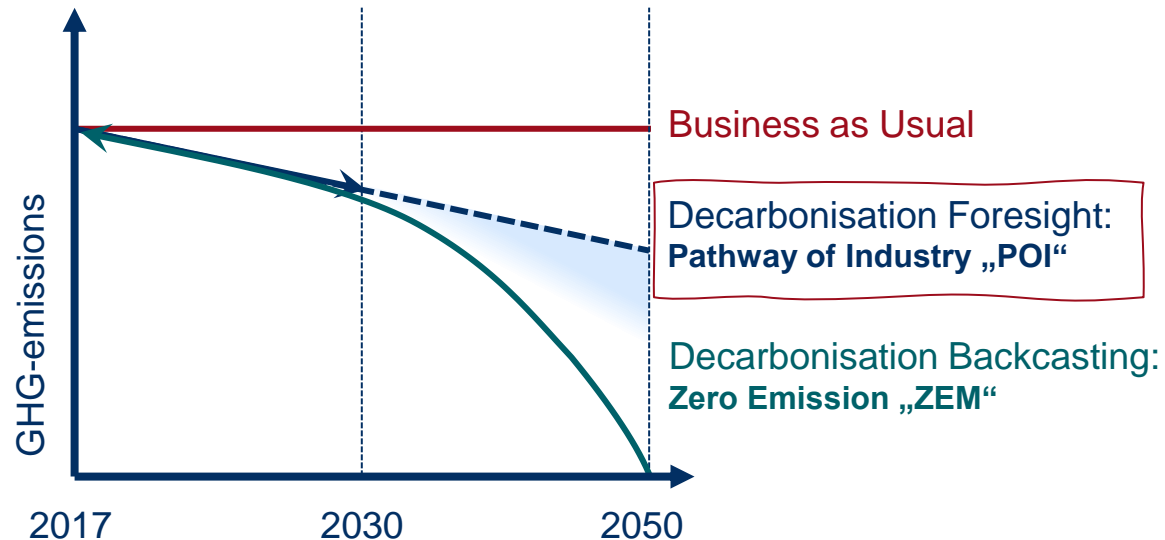
## Kreislaufwirtschaftsstrategie (Entwurf)

# Nachfrageszenarien Industrie

# THE NEFI SCENARIOS

NEFI: 1 von 3 Vorzeigeregionen in AT (Lead: AIT)

NEFI\_lab: Entwicklung von drei Szenarien, um die Bandbreite möglicher Entwicklungsoptionen aufzuzeigen (Montanuni Leoben, AIT)



# ERGEBNISSE SZENARIO „PATHWAY OF INDUSTRY“

## CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung ist der Schlüssel

Basis-Annahmen: Wirtschaftswachstum, gleiche Produkte

Industrie reduziert THG-Emissionen im Vergleich zu 2017 um 86% (Unterschied bei den 2 GHG-Kurven liegt bei Wasserstoff-Annahmen)

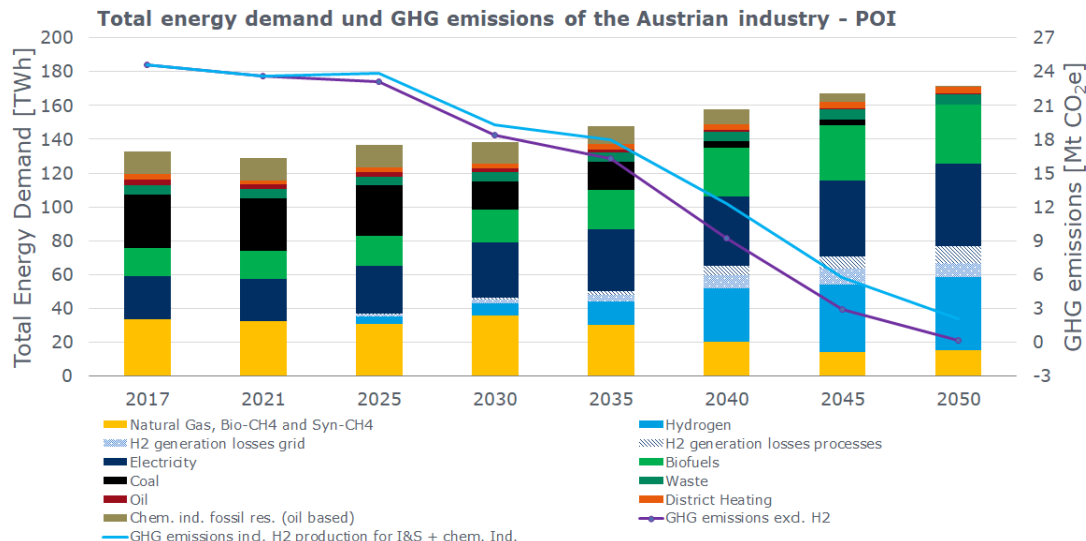
### THG-neutrale Versorgung ist erforderlich

49TWh **Strom**: +90% im Vergleich zu 2017)

43 TWh **Hydrogen**, +61 TWh Strom

35 TWh Biomasse: +113% im Vergleich zu 2017

16 TWh CH<sub>4</sub> : -54% Erdgas im Vergleich zu 2017





## ÜBERBLICK ÜBER KERNERGEBNISSE

### **Dekarbonisierung ist möglich**

- Technologischer Wandel ermöglicht Ausstieg aus fossilen Brennstoffen bis 2035
- Emissionsreduktion ab 2035 durch Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an Strom und Gas

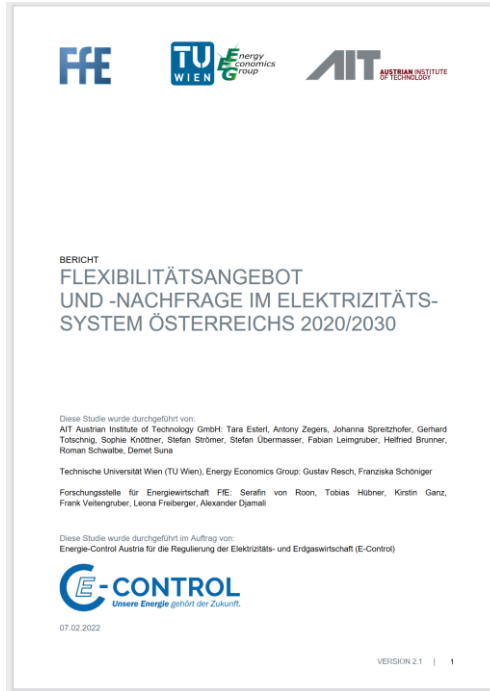
### **Energiebedarf steigt**

- (nicht dargestelltes) BAU-Szenario: Effizienzsteigerungen durch Wirtschaftswachstum aufgehoben
- Effizienzsteigerung ist zwar wichtig, führt aber alleine nicht zum Ziel

### **Notwendiger Energieträgerwechsel**

- Nicht überall möglich → Erdgas muss in Zukunft auch als erneuerbare Gase (Biogas oder synthetisches CH<sub>4</sub>) bereitgestellt werden
- Einsatz von erneuerbarem Gas für Hochtemperaturanwendungen priorisieren (z.B. im Sektor Eisen- und Stahl) und NICHT für Raumwärme

# Nachfrage: Szenarien & Flexibilitätsangebot



Ergebnisse sind auf der Seite der E-Control veröffentlicht:

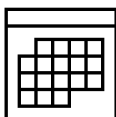
Langfassung: [https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/20220207\\_Flexibilitaetsstudie\\_Bericht\\_FI\\_NAL.pdf/244c4f3c-c8a2-1114-c287-6d6b81d07817?t=1650436768857](https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/20220207_Flexibilitaetsstudie_Bericht_FI_NAL.pdf/244c4f3c-c8a2-1114-c287-6d6b81d07817?t=1650436768857)

Kurzfassung: [https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/20211125\\_Flexibilitaetsstudie\\_Kurzbericht\\_DE.pdf/d2538571-975f-9ef3-f719-60d94fe6b5f4?t=1642440168791](https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/20211125_Flexibilitaetsstudie_Kurzbericht_DE.pdf/d2538571-975f-9ef3-f719-60d94fe6b5f4?t=1642440168791)

Maximales  
Flexibilitätsangebot  
gesamt (für 1h)

Gesamtes  
Angebot

Angebot je  
Netzebene



**2020**

**2030**



Positives  
Potential



Negatives  
Potential

Technisches  
Potential

Realisier-  
bares  
Potential

# FLEXIBILITÄTSANGEBOT

Überblick Methode





# FLEXIBILITÄTSANGEBOT

Berücksichtigte Technologien

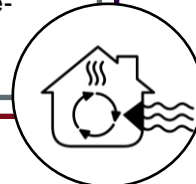




## Beschreibung

**Wärmepumpen** und **Elektroboiler** weisen ein hohes Flexibilitätspotential auf. Im Haushalts- und Gewerbesektor werden diese beiden Technologien für die Raumheizung und Brauchwassererwärmung genutzt.

Dafür sind **Brauchwasserspeicher** und oft auch **Pufferspeicher** installiert, die als Flexibilitäten genutzt werden. Zusätzlich kann auch das **Gebäude als Speicher** genutzt werden, indem die thermische Trägheit der Gebäudemasse ausgenutzt wird. Industriewärmepumpen werden in dieser Studie nicht berücksichtigt.



## Aktueller Status



Einige Wärmepumpen können bereits extern gesteuert werden, z.B. über ein **Cloudsystem** des Herstellers. Dies wird derzeit genutzt um beispielsweise den **Eigenverbrauch** einer Photovoltaikanlage zu erhöhen oder auch schon um **stündlich variable Stromtarife** zu nutzen.

Bei Elektroboilern gibt es mehrere laufende **Feldtests** für die flexible Ansteuerung nach Strommarktpreisen.

Im **Forschungsprojekt Flex+** wird derzeit die Teilnahme an Regelenergie- und Intradaymärkten für Wärmepumpen & Boiler demonstriert.



## Hemmnisse

Die größte Herausforderung ist die **Teilnahmebereitschaft** der EndkundInnen. Diese müssen eine gewisse Kontrolle über ihre Komponente abgeben, bei nur mäßigen finanziellen Einsparungen. Hier sind entsprechende zusätzliche Anreize notwendig, z.B. die Motivation mehr erneuerbare Energieträger zu ermöglichen.

Um kleinteilige Flexibilitäten wirtschaftlich nutzen zu können, muss ein hoher Grad an **Automatisierung** gewährleistet sein und vorhandene Strukturen (z.B. für die Ansteuerung) synergetisch sinnvoll genutzt werden. Außerdem muss die **Poolgröße** der Anlagen ausreichend groß sein.

## Zukünftige Entwicklung



Die Wärmepumpenbranche ist in den letzten Jahren stark gewachsen und auch zukünftig wird von einem anhaltenden Wachstum ausgegangen (bis 2030: ca. **Verdopplung der installierten Leistung**). Bei den Elektroboilern gehen aktuelle Studien hingegen von einem **Rückgang** der installierten Stückzahlen aus.

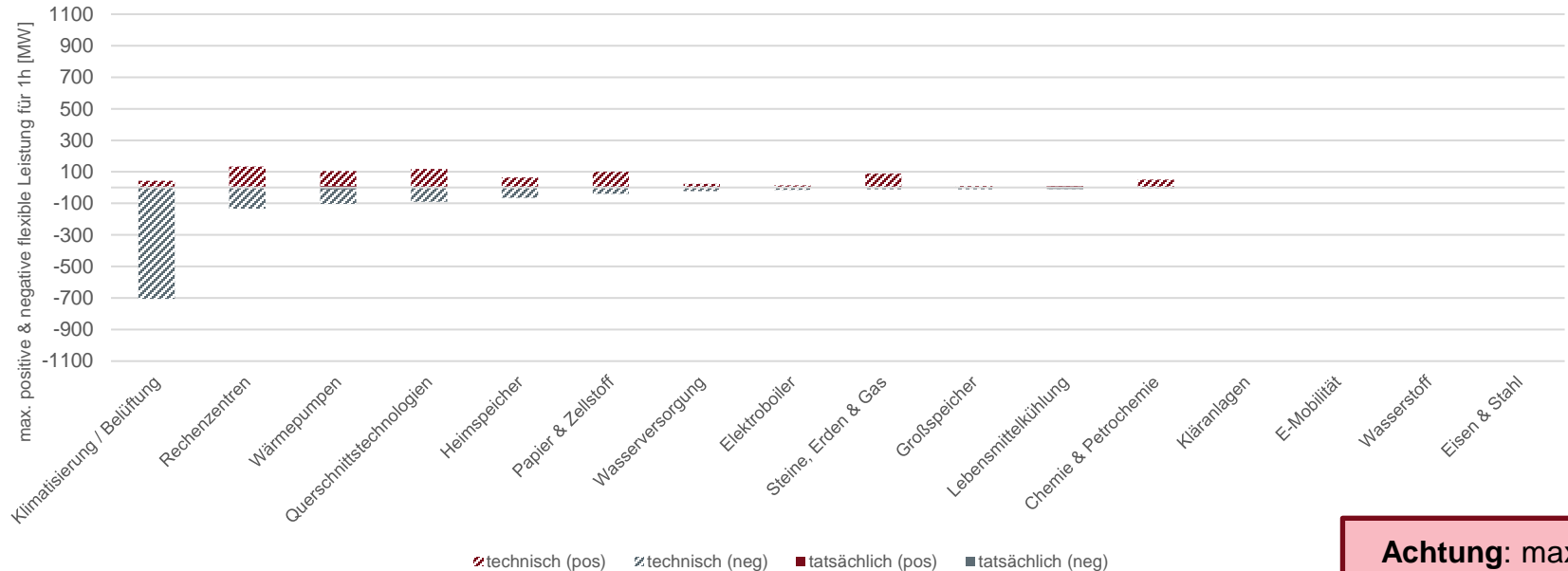
Zu beiden Technologien gibt es derzeit mehrere laufende Forschungsprojekte, die an einer Flexibilisierung der Anlagen arbeiten. Daher wird davon ausgegangen, dass sich das **Flexibilitätspotential bis 2030 erhöht** und 30% der Wärmepumpen und 10% der Elektroboiler flexibel gesteuert werden.

# VERBRAUCHER - WÄRMEPUMPEN & BOILER



	Wärmepumpen	Elektroboiler
<b>Anzahl</b>	2020: 350.000 2030: 650.000	2020: 700.000 2030: 550.000
<b>Gesamtjahresenergieverbrauch</b>	2020: 2.180 GWh 2030: 3.640 GWh	2020: 3.375 GWh 2030: 2.630 GWh
<b>Gesamte installierte Leistung</b>	2020: 1.400 MW 2030: 3.040 MW	2020: 1.500 MW 2030: 875 MW
<b>Max. positive &amp; negative flexible Leistung für 15 min*</b>	2020: 104 MW 2030: 526 MW	2020: 15 MW 2030: 118 MW
<b>Max. positive &amp; negative flexible Leistung für 1 h*</b>	2020: 104 MW 2030: 526 MW	2020: 15 MW 2030: 118 MW
<b>Netzebene</b>	80% NE 7, 20% NE 6	80% NE 7, 20% NE 6
<b>Maximal mögliche Abrufdauer</b>	3 - 11 h (je nach Jahreszeit & Gebäudetyp)	1 – 2 h
<b>Zeitliche Verfügbarkeit</b>	mehr Flexibilität in der Heizperiode	Ganzjährig und –täglich
<b>Aktivierungszeit</b>	wenige sec.	wenige sec.
<b>Regenerationszeit</b>	= ca. Abrufdauer	= ca. Abrufdauer
<b>Max. Anzahl an Aktivierungen</b>	-	-
<b>Blindleistungsregelung möglich</b>	Nein	Nein
<b>Einflussgrößen für tatsächlich nutzbares Potential</b>	Teilnahmebereitschaft & geeignete Anreize für EndkundInnen, Ausreichende Poolgröße, Kostengünstige IT, Automatisierte Ansteuerung	

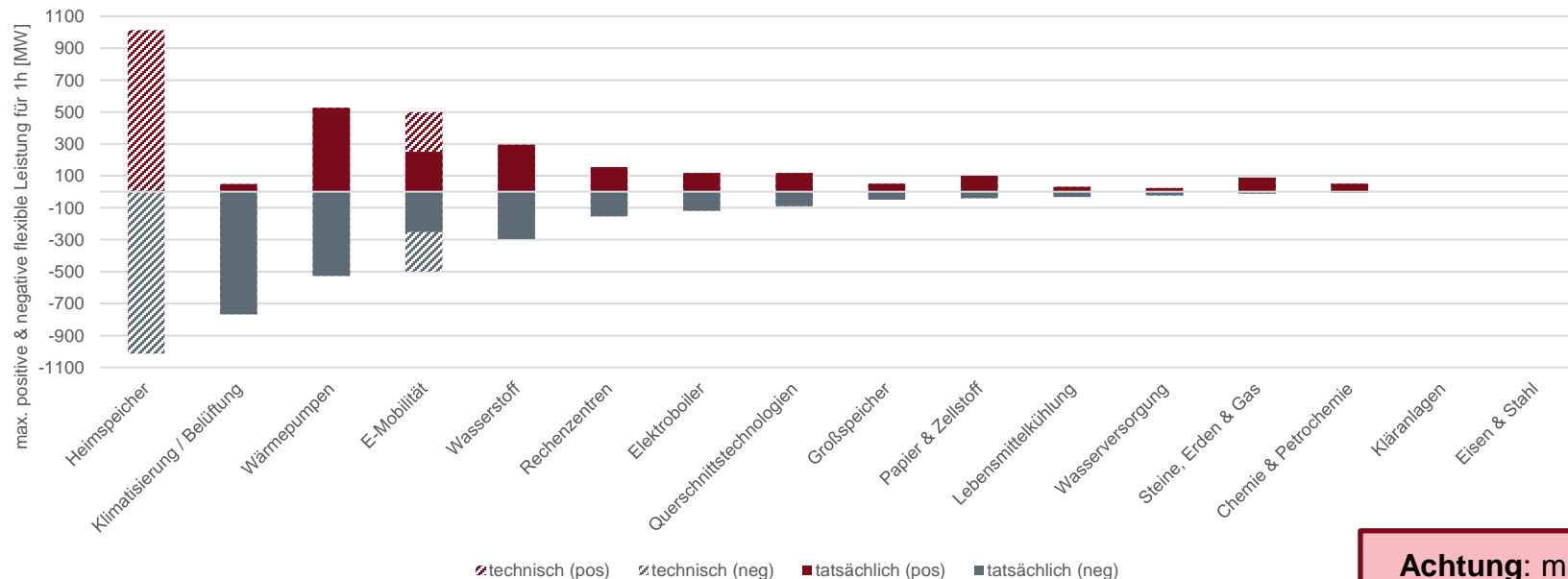
## Maximal verfügbare Flexibilitätspotentiale für eine Abrufdauer von 1h



**Achtung:** maximal verfügbar, keine Berücksichtigung von z.B. Saisonalität, etc.

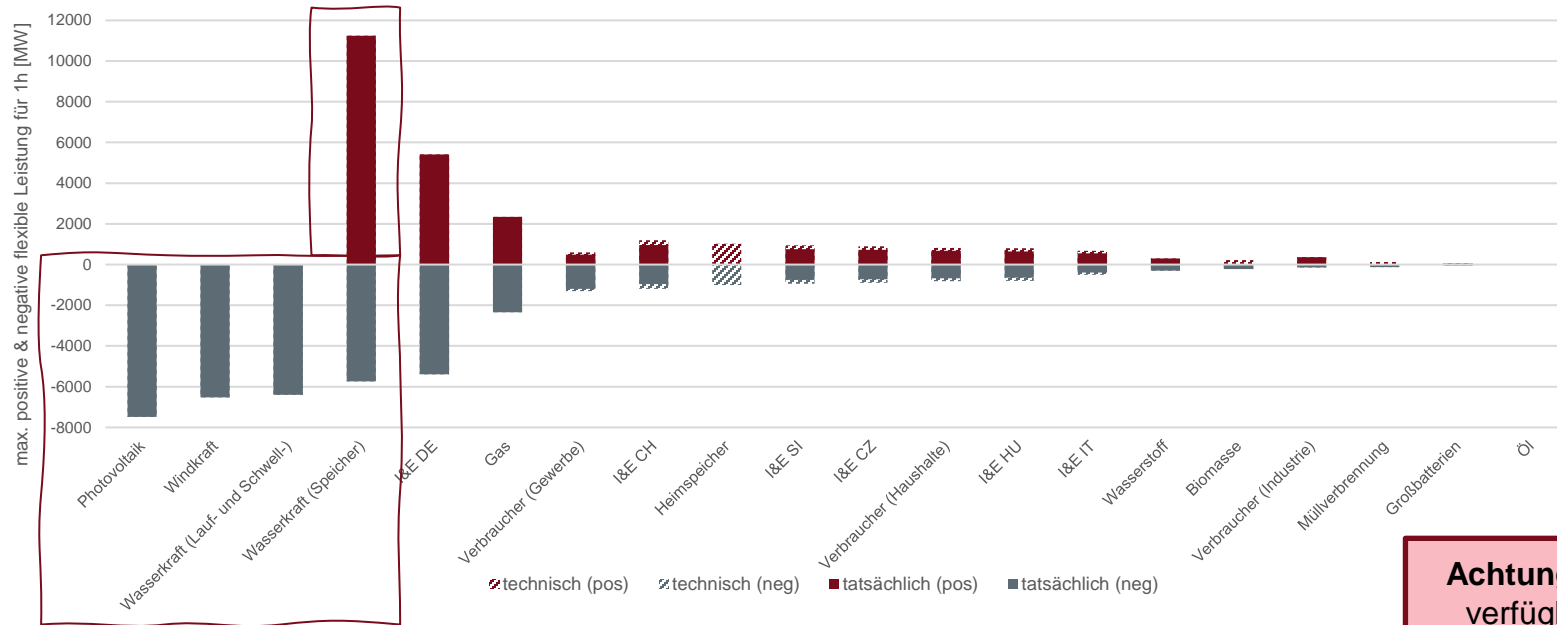


## Maximal verfügbare Flexibilitätspotentiale für eine Abrufdauer von 1h



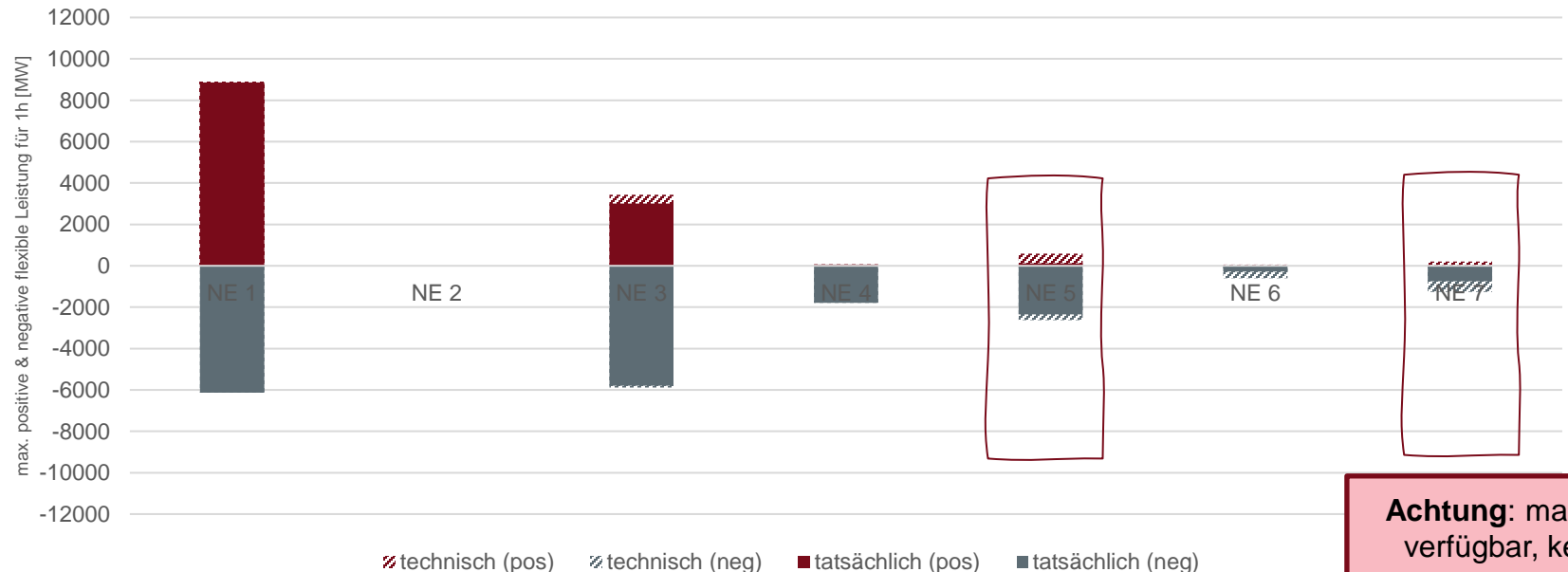
**Achtung:** maximal verfügbar, keine Berücksichtigung von z.B. Saisonalität, etc.

## Gesamtüberblick der maximal verfügbaren Flexibilitätspotentiale für eine Abrufdauer von 1h



**Achtung:** maximal verfügbar, keine Berücksichtigung von z.B. Saisonalität, etc.

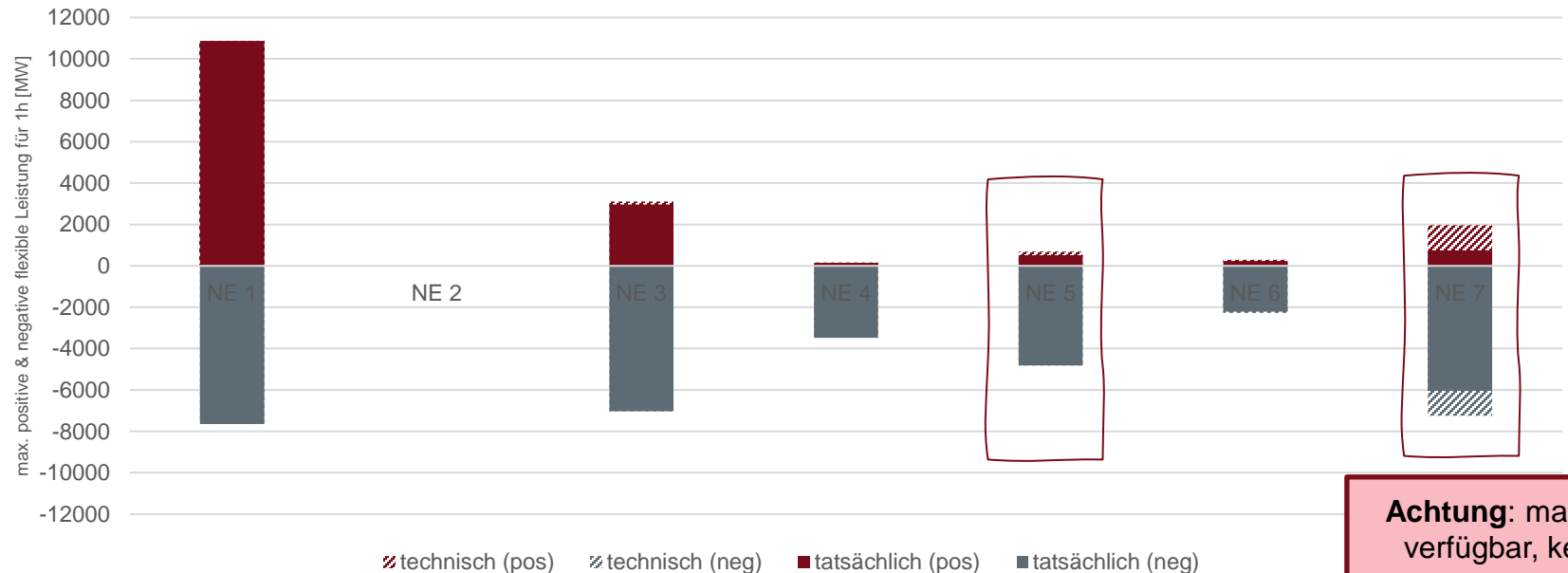
Aufaddierte maximale Flexibilitätspotentiale für eine Abrufdauer von 1h  
(ohne Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten, exkl. Import & Export)



**Achtung:** maximal verfügbar, keine Berücksichtigung von z.B. Saisonalität, etc.

# FLEXIBILITÄTSANGEBOT JE NETZEBENE 2030

Aufaddierte maximale Flexibilitätspotentiale für eine Abrufdauer von 1h  
(ohne Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten, exkl. Import & Export)

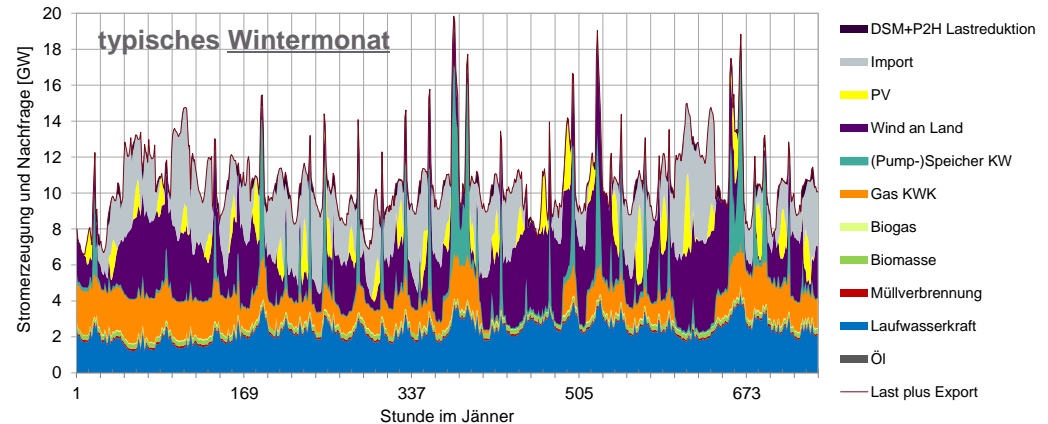
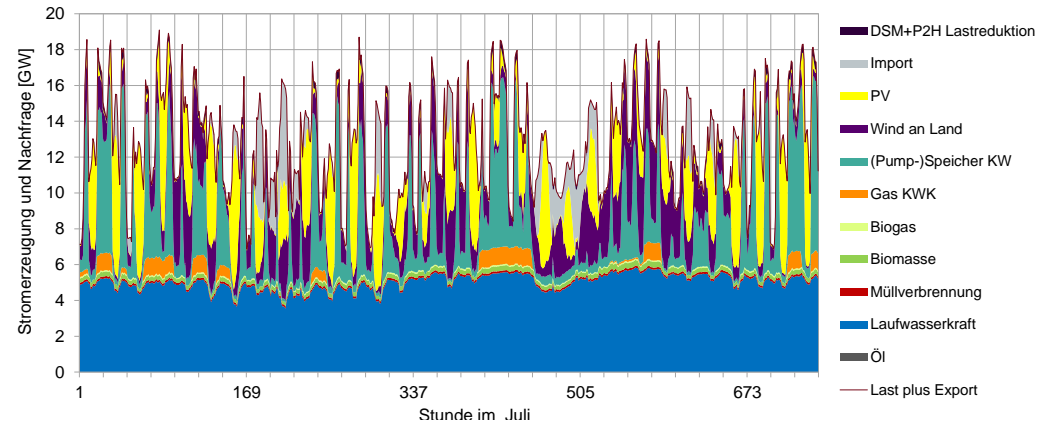


**Achtung:** maximal verfügbar, keine Berücksichtigung von z.B. Saisonalität, etc.

# Energieerzeugung in Österreich

- **Energiemarktmodell für EU (Modell AIT)**
- **Gas** wird gerade im Winter vom Modell eingesetzt
  - Modell durfte Gas „noch“ auswählen für das Jahr 2030 (keine Vorgabe für den Ausstieg; Preisannahmen von Juni 2021)
  - 2030 in etwa gleiche Erzeugung wie 2020
- **Starker Anstieg von PV & Wind**
  - **Zunahme der Fluktuationen**
  - **Steigender Bedarf nach Flexibilität**

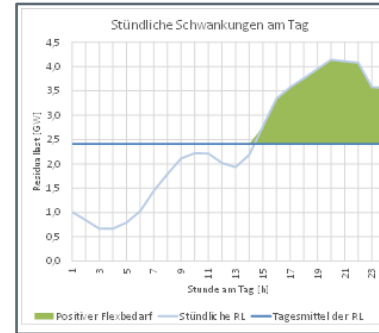
Blick auf ein typisches Sommermonat: Stromerzeugung (öffentliches Netz)



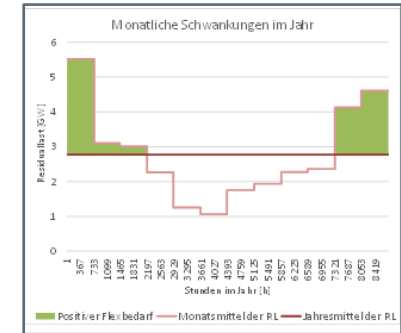
## → Beschreibung der Flexibilitätsnachfrage im Energiemarkt (Strommarkt)

- Analyse der **Residuallast** (Last abzüglich Wind, Photovoltaik und Laufwasserkraft)
- Analyse der:
  - **Mittelwerte** (Jahr, Sommer, Winter), **Extrema**
  - **Zeitliche Schwankungen** (stündlich, täglich, wöchentlich, monatlich pro Jahr)

→ **Modellierung zeigt**, wie die Flexibilitätsnachfrage kosteneffizient von den **Flexibilitätsoptionen gedeckt** werden kann

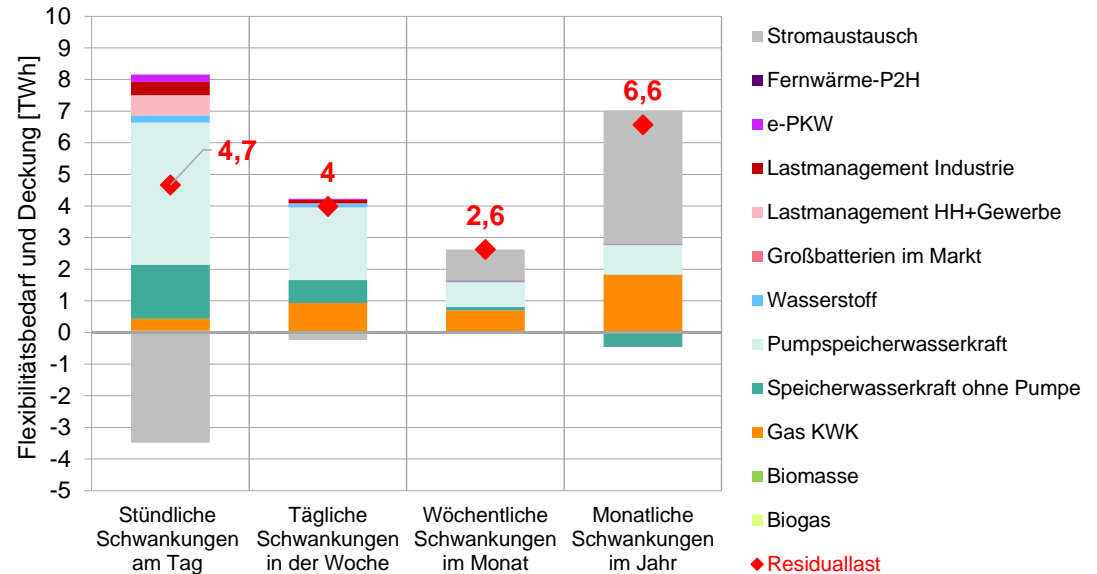


Stündliche Schwankungen  
innerhalb eines Tages



Monatliche Schwankungen  
innerhalb eines Jahres

- Flexibilität insbesondere für Ausgleich von **kurzfristigen Fluktuationen** sowie für **saisonale Verschiebungen** benötigt
- Kurzfristig werden insbesondere **(Pump-) Speicherwasserkraft** und zukünftig dann auch **Lastmanagement** eingesetzt
- Langfristig **Pumpspeicher & Gas-KWKs**
- **Import & Export** spielt auch eine große Rolle





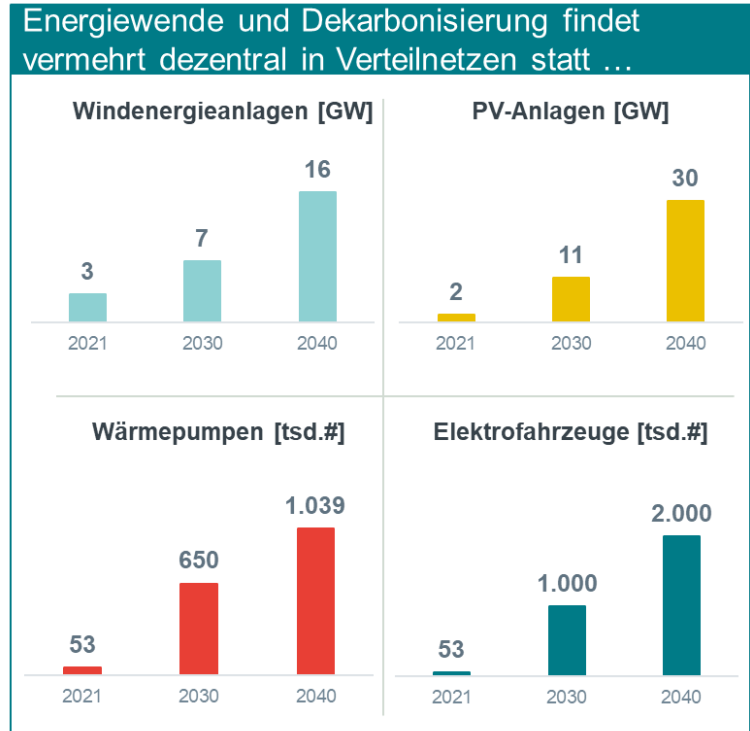
# Energienetze in Österreich

## Herausforderung Verteilernetz (DSO)

Herausforderung: Ausbau RES & Wärmepumpen sowie E-Autos

## Lösungen

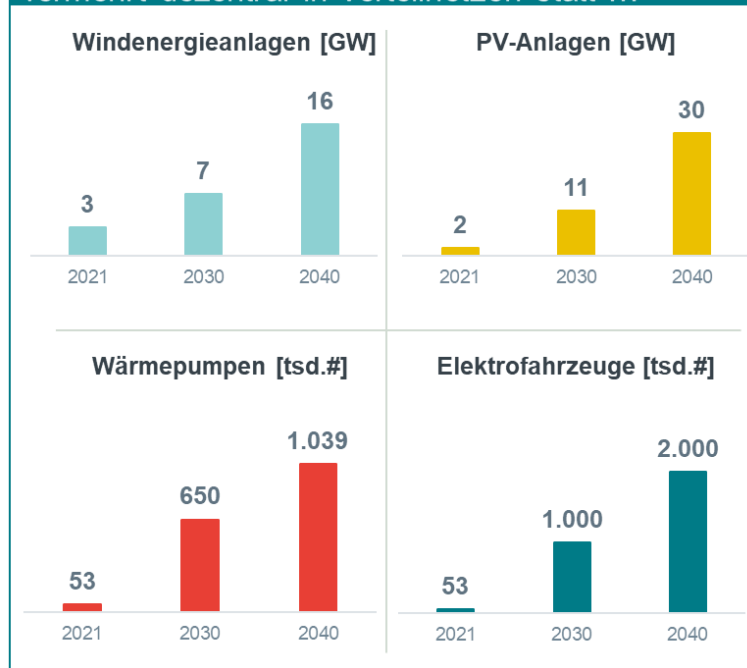
1. Klassischer Netzausbau
2. Neue Regelungen der Komponenten, um den Netzausbau zu reduzieren
3. Flexibilitätsabruf für die Märkte oder den Übertragungsnetzbetreiber kann die Herausforderungen im Verteilernetz noch erhöhen → Koordination notwendig (oft genannt TSO-DSO Interaktion)



Quelle: AIT

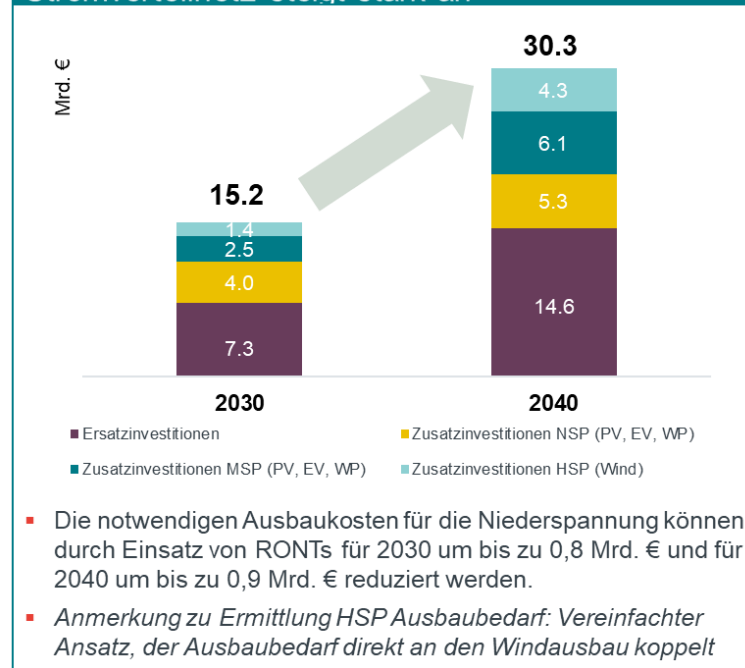
# NETZAUSBAU: 30 MRD. € BIS 2040

Energiewende und Dekarbonisierung findet vermehrt dezentral in Verteilnetzen statt ...



Quelle: AIT

... und der Bedarf an Investitionen im Stromverteilnetz steigt stark an



Quelle: AIT

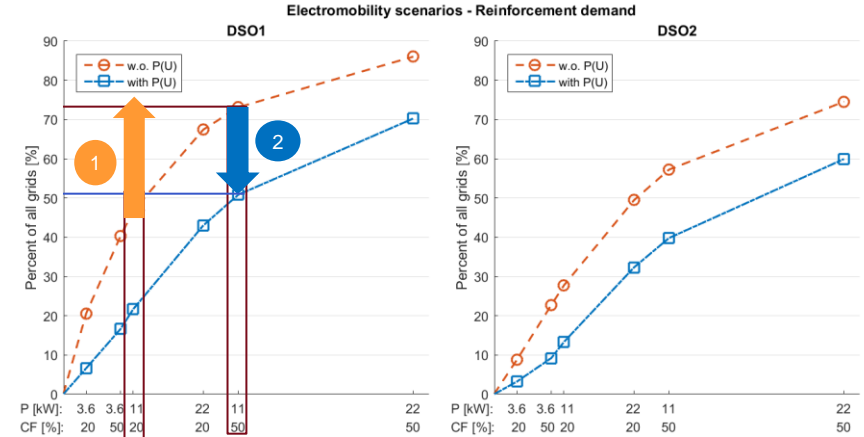
# EINFLUSS VON REGELUNG AUF DEN NETZAUSBAU

## Überblick über die Simulationen

- Simulation von ~10.000 Österreichischen Verteilernetzen
- Jeder Haushalt und Landwirtschaftskunde hat 1 E-Auto
- Szenarien:
  - i. Gleichzeitigkeit der Ladung: 20% (Normalbetrieb) and 50% (marktbasierter Betrieb) mit höherer Gleichzeitigkeit
  - ii. Ladeleistung pro Auto: 3,6 / 11 / 22 kW
  - iii. Mit und ohne netzfreundlicher Leistungssteuerung

## Ergebnis

- 1 Höhere Gleichzeitigkeit sorgt für deutlich höheren Netzausbaubedarf in den Verteilernetzen
- 2 Netzfrendliche Maßnahmen können den Netzausbau drastisch reduzieren



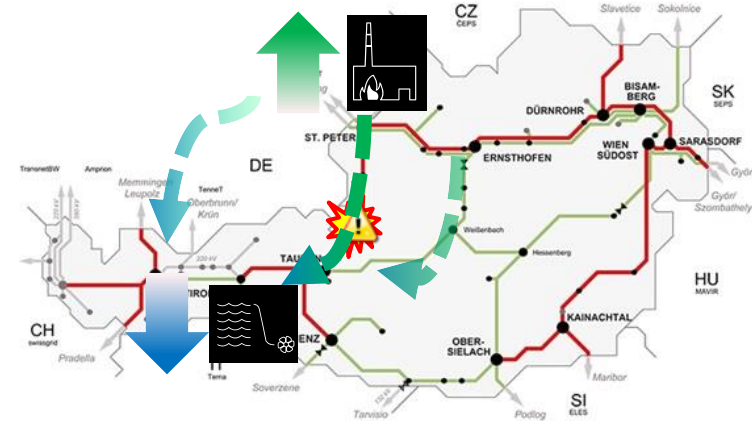
# Energienetze in Österreich

## TSO-DSO Interaktion

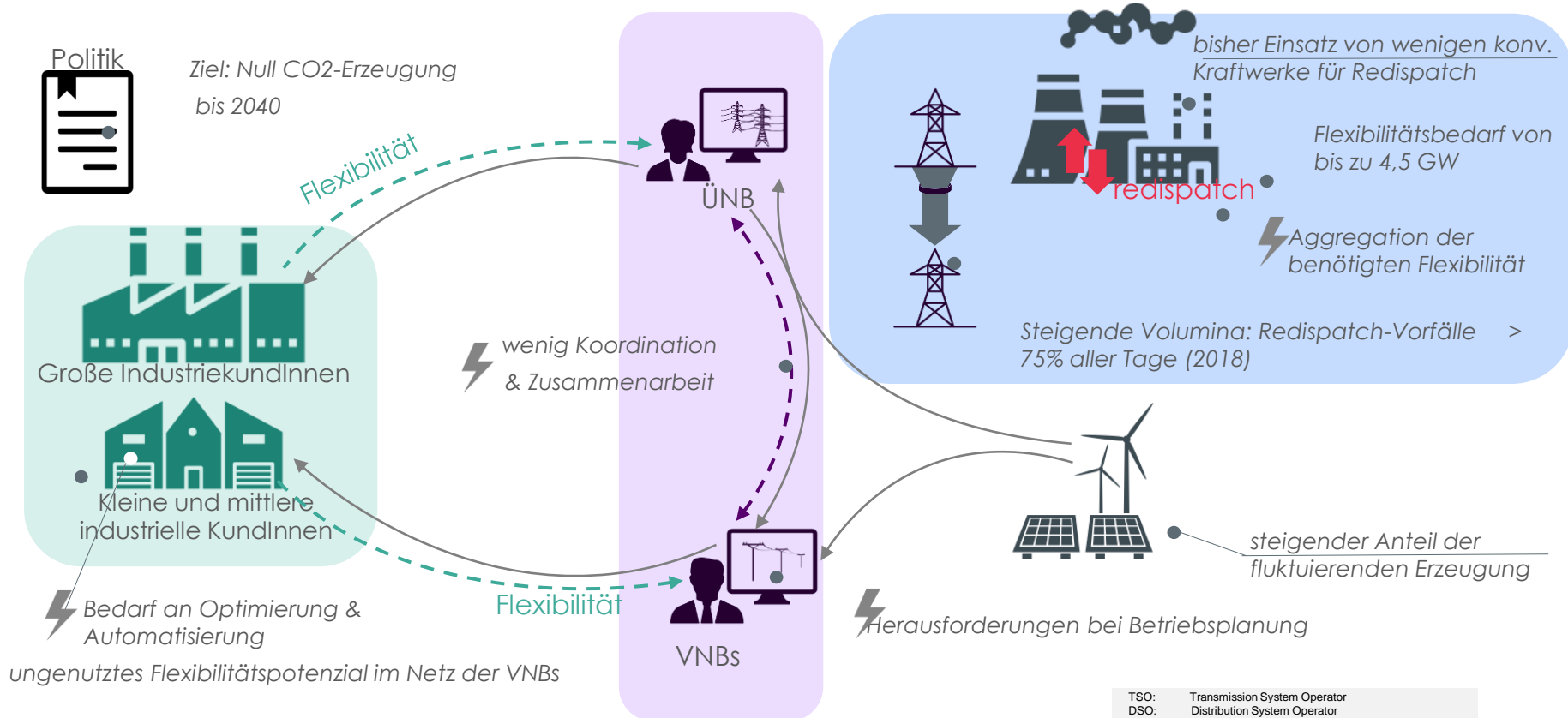
# ÜBERTRAGUNGSNETZ: HERAUSFORDERUNG REDISPATCH

Redispatch: Änderung von Last- und Einspeisefahrplänen zur Beeinflussung des Lastflusses

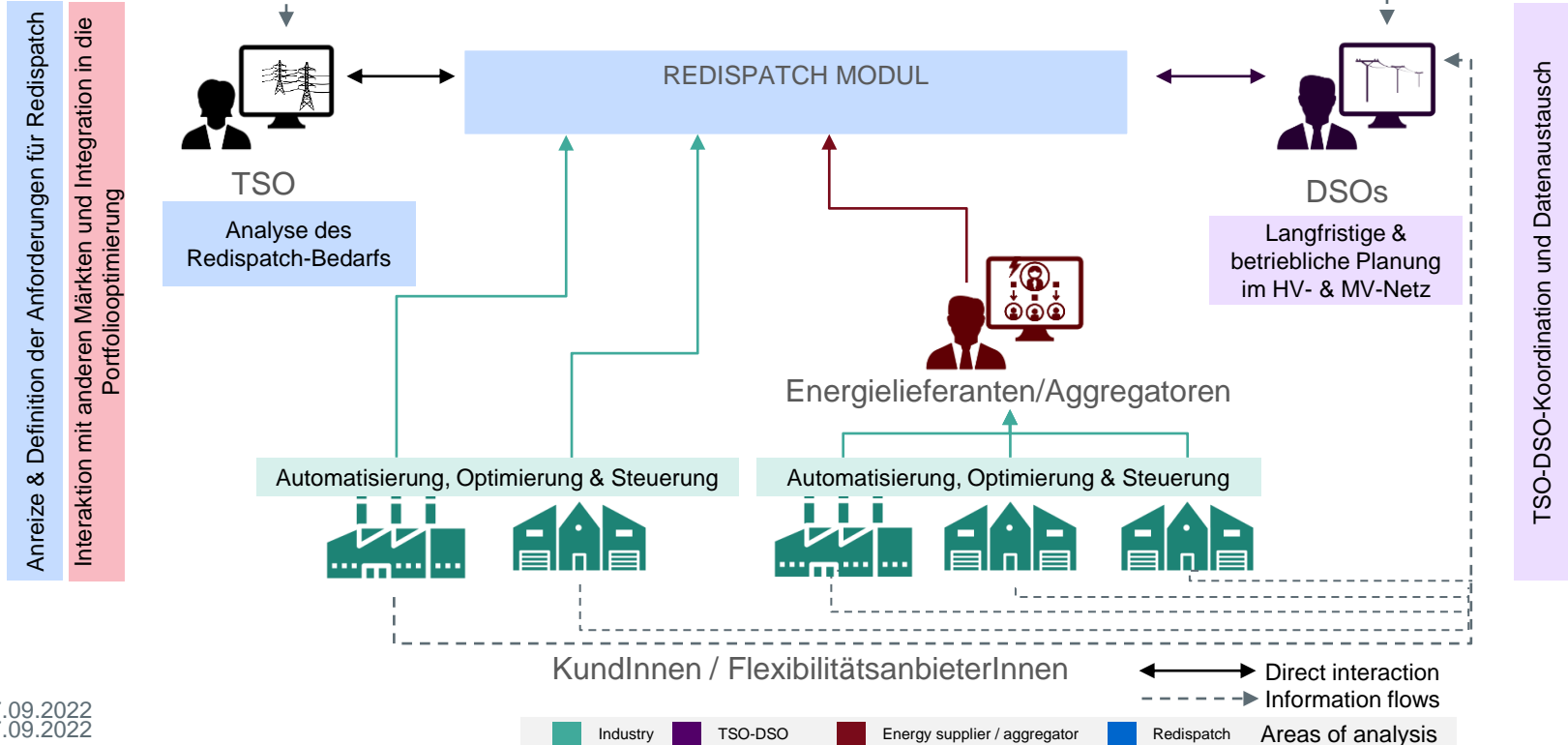
- Redispatch bezeichnet die kurzfristige Änderung von Erzeugungs- und Verbrauchsfahrplänen auf Anforderung eines Netzbetreibers zur Vermeidung von Netzengpässen und um die Stabilität des Netzes zu wahren. Es handelt sich dabei um eine Maßnahme des Engpassmanagements.
- Auf der einen Seite des Engpasses wird die Leistungseinspeisung erhöht und auf der anderen abgesenkt. Dadurch wird ein dem Engpass entgegen gerichteter Stromfluss erzeugt und der Engpass wird entlastet.



# MOTIVATION I4RD

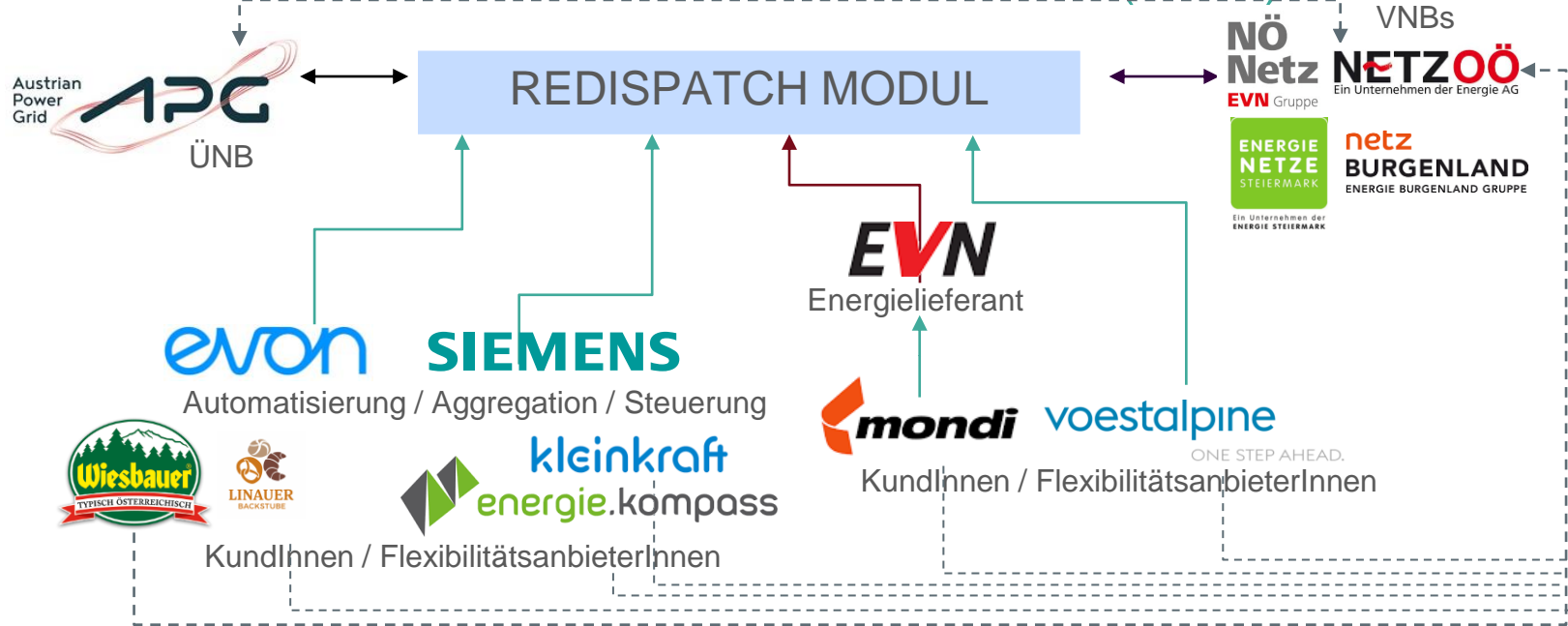


# I4RD AUF EINEN BLICK





# STAKEHOLDER INDUSTRY4REDISPATCH (I4RD)



Forschung:



Integrated Energy Systems, Electric Energy Systems, Thermal Energy Systems



Institut f. Energietechnik und Thermodynamik  
Institut f. Mechanik und Mechatronik

Mit Unterstützung:



# Zusammenfassung

- Netzausbau notwendig sowohl im Übertragungsnetz und in den Verteilernetzen  
→ Mehr Investitionen in das Netz schaden der Volkswirtschaft deutlich weniger als zu wenig Ausbau (Studie für Österreichs Energie, 2022)
- Verschiedene Nachfrage nach Flexibilität nimmt zu  
→ Insbesondere kurzfristig (innerhalb eines Tages) sowie der saisonale Ausgleich  
→ Zielkonflikte beim Einsatz von Flexibilität bestehen, diese sind noch aufzulösen wie beispielweiseweise eine Koordination zwischen Übertragungs- und Verteilernetzbetreibern
- Technisches Flexibilitätsangebot wird größer  
→ es muss in den nächsten Jahren noch zu realisiertem Flex-Potential werden

# THANK YOU!

AIT Austrian Institute of Technology – Center for Energy

Tara Esterl

[Tara.esterl@ait.ac.at](mailto:Tara.esterl@ait.ac.at)

[www.ait.ac.at/energy](http://www.ait.ac.at/energy)

Bernhard Gahleitner

[Bernhard.gahleitner@ait.ac.at](mailto:Bernhard.gahleitner@ait.ac.at)