

# SECURES - **Securing** Austria's **Electricity Supply** in times of Climate Change

17. Symposium Energieinnovation 2022  
16.02.-18.02.2022

---

**Gustav Resch**, Franziska Schöniger (TU Wien)

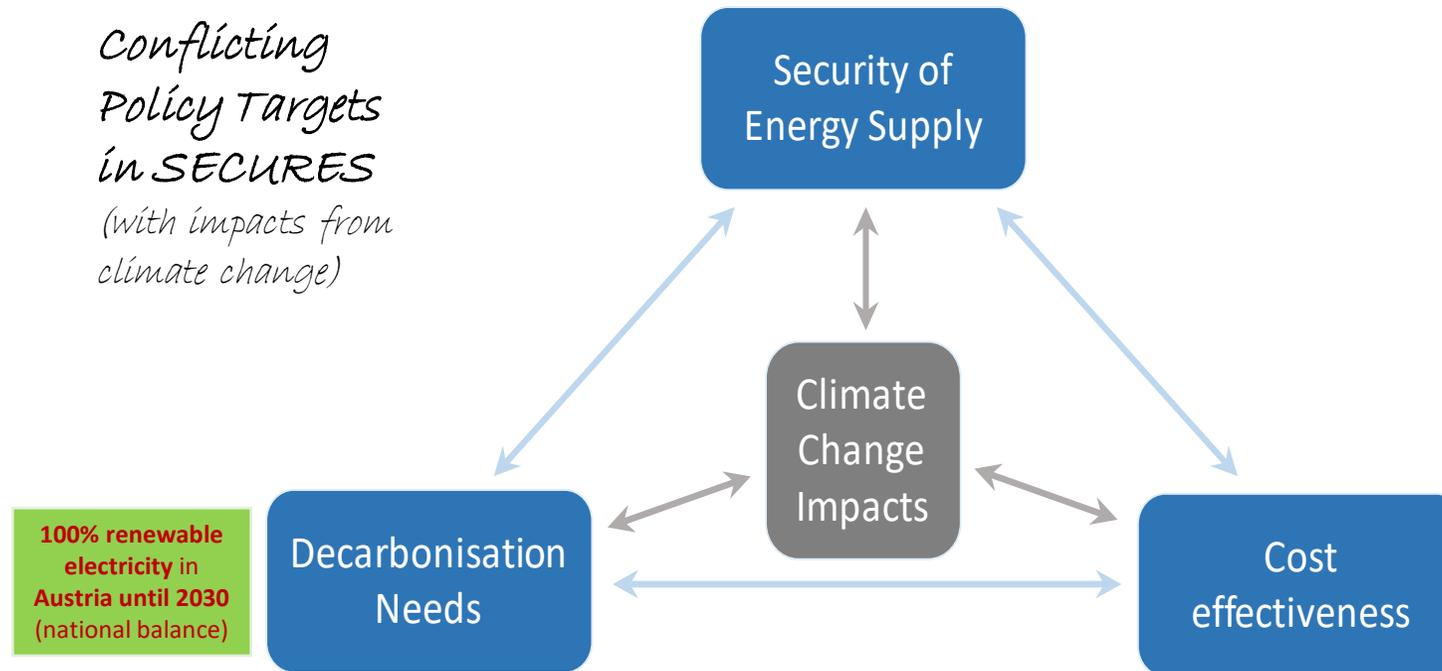
Demet Suna, Gerhard Totschnig, Nicolas Pardo-Garcia (AIT)

Herbert Formayer, Imran Nadeem, David Leidinger, Philipp Maier (BOKU)

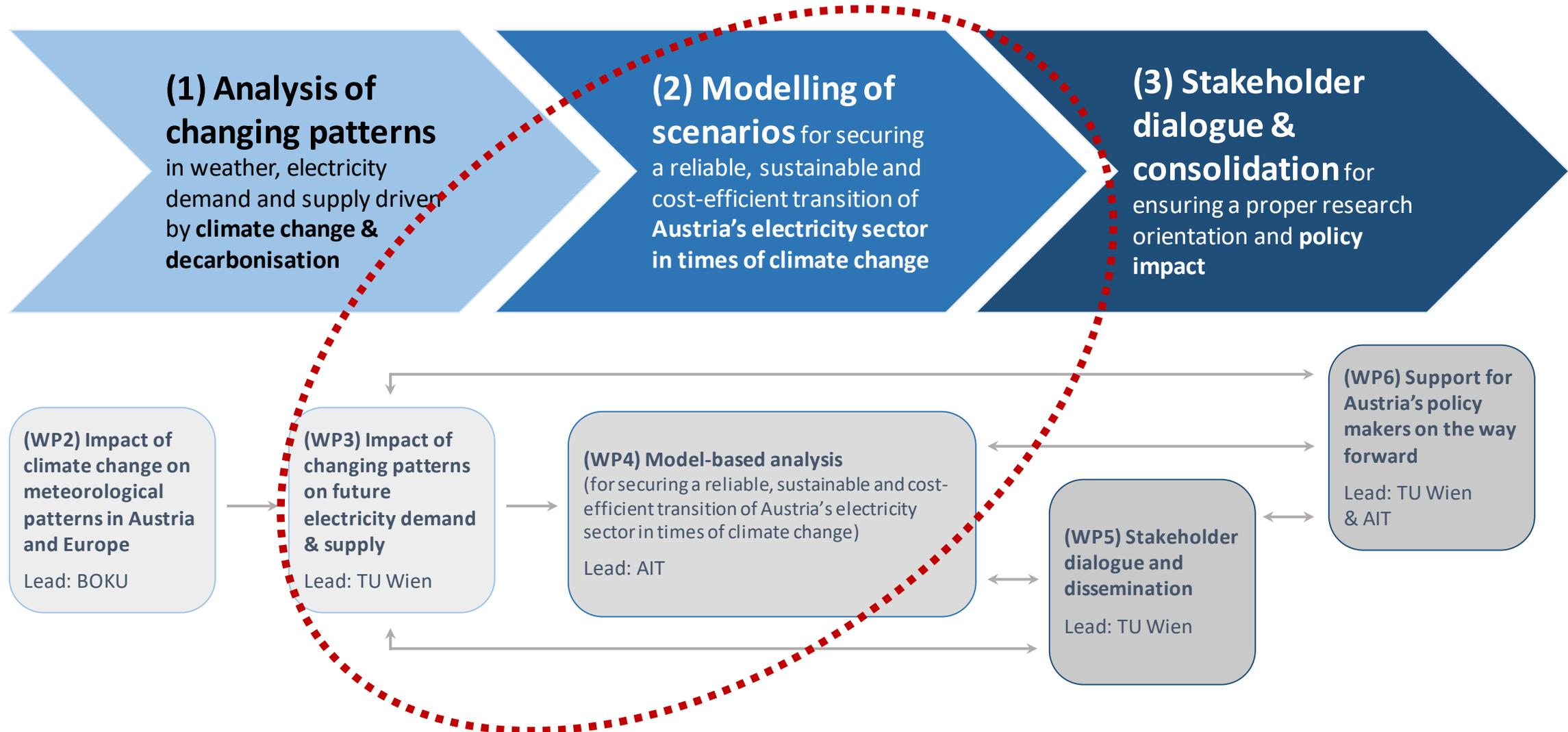
Kontakt: [resch@eeg.tuwien.ac.at](mailto:resch@eeg.tuwien.ac.at)

# Ziel von Secures

- **Gezielte Unterstützung der österreichischen Politik**
  - Herausforderungen und Chancen für das österreichische Stromsystem
- Sicherung einer zuverlässigen, nachhaltigen und kosteneffizienten Stromversorgung **in Zeiten des Klimawandels.**



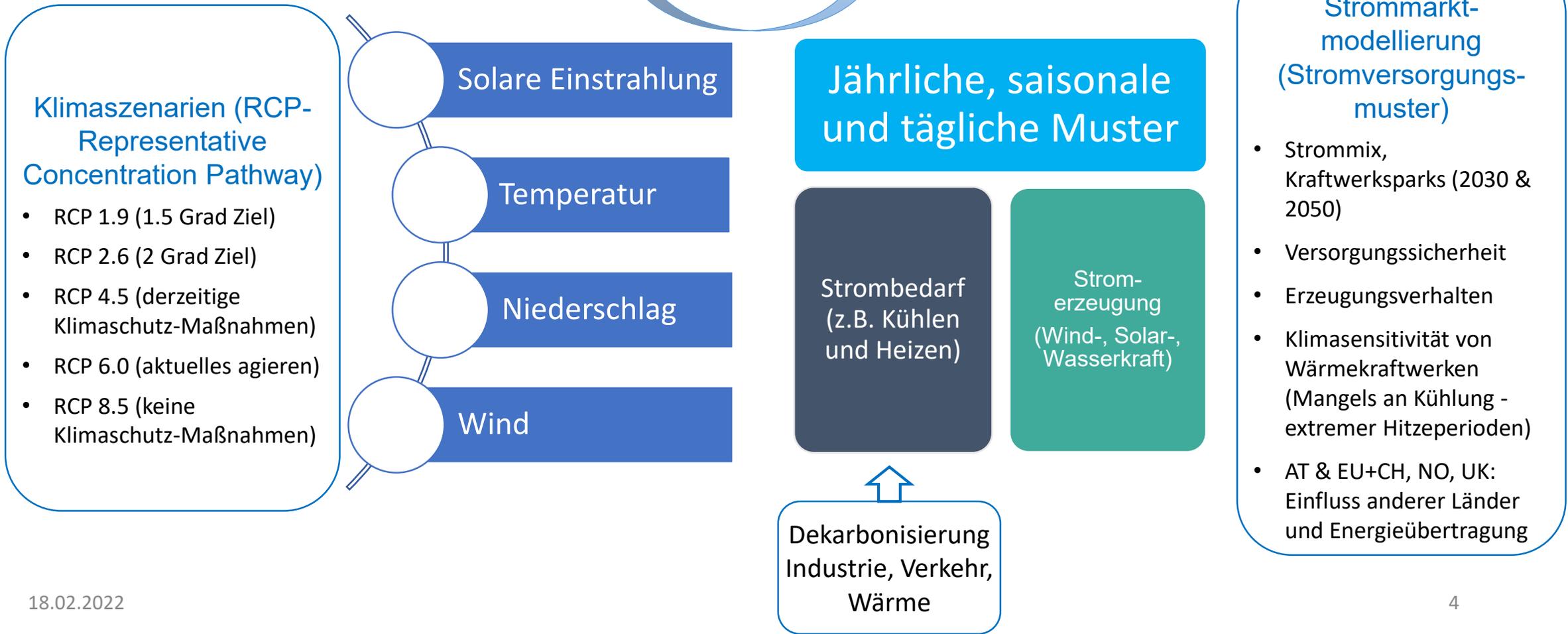
# Projekt im Überblick



# Methodik

Erkenntnisse der Klimamodellierung

Stromsystemmodellierung



# Die Strommarktmodellierung im Überblick (i):

## Auswirkungen sich ändernder Muster auf die zukünftige Stromnachfrage und-versorgung

**Ziel:** Umfassende Analyse der erwarteten sich ändernden Muster in der Stromnachfrage und-versorgung, bedingt durch:

- **Anpassung an den Klimawandel**
- **Anforderung hinsichtlich Dekarbonisierung**

Diese Analysen fußen auf den Ergebnissen der Klimamodellierung (z.B. Temperatur, Windgeschwindigkeit, Niederschlag – in zeitlicher und geografisch hoher Auflösung).

### (1) Auswirkungen der Sektorkopplung:

- erhöhter Strombedarf durch **Kühlbedarf aufgrund steigender Temperaturen**,
- durch **Wärmepumpen aufgrund der Dekarbonisierung** des Heizsystems,
- durch **Power-to-X-Anwendungen** wie Wasserstoff als Reaktion auf den **Flexibilitätsbedarf** im Stromsystem
- durch **Dekarbonisierungsprozesse im Industrie- und Verkehrssektor**

### (2) Szenarien des zukünftigen Strombedarfs Österreichs:

- Ableitung von Nachfrageszenarien für Österreich und andere EU-Länder abgeleitet (da Stromaustausch als wesentliches Element)

### (3) Veränderungen der Stromversorgungsmuster:

- Analyse des angepassten Strommixes und des entsprechenden Kraftwerksparks für 2030 und darüber hinaus
- Analyse des veränderten Erzeugungsverhaltens aufgrund wandelnder meteorologischer Bedingungen
- Klimasensitivität von Wärmekraftwerken aufgrund eines Mangels an ausreichender Kühlung während extremer Hitzeperioden.

# Die Strommarktmodellierung im Überblick (ii):

## Einzusetzende Modelle:

### Das hochauflösende **Stromflusssystemmodell AIT-MarketFlow**

- detaillierte Darstellung des europäischen Übertragungsnetzes, **Österreich hochauflösend**
- **Detaillierte Wasserkraftwerks- und –strömungs-darstellung für Österreich**
- **Sektorkopplungsoptionen** (Power to Heat/Cooling, Power to Vehicle und Power to Gas)

### Strommarktmodellierung mit hoher zeitlicher Auflösung das Open-Source-**Energiesystemmodell Balmorel**

- **Weitere Ausbau** des Model für EU-28: Einbindung von mehr Flexibilitätsoptionen, bessere geografische Darstellung der Fernwärme für Österreich und seine europäischen Nachbarländer
- **Investitionsentscheidungen und-bedürfnisse**

→ Die Anwendung zweier Modelle zur Strommarktanalyse ermöglicht eine gegenseitige Validierung der Ergebnisse und die Ableitung geeigneter Anpassungsoptionen für den österreichischen Stromsektor.

Ein drittes Energiemodell komplettiert das Modellsystem in SECURES

Für die Analyse der **Kostenauswirkungen der Transformation des Stromsektors hin zu erneuerbaren Energien**, insbesondere auf **Investitionen** und den **Förderbedarf**, wird zudem das **Green-X Modell** der TU Wien zur Anwendung kommen.

# Szenariendesign

## Reference (REF)

**Allgemein (EU-weit):** Bestehende Maßnahmen und Ziele werden berücksichtigt (wie identifiziert in ENTSOe-TYNDP /NEKPs)

**AT:** „100%“ RES basierte Stromversorgung unter bestimmten Annahmen (Nachfrage wie erwartet bei UBA-WAM-NEKP- Szenarien)

**AT: Emissions-Ziel 2030** → laut NEKP -36 % THG Reduktion bis 2030 gg. 2005 in Non-ETS Sektoren

Abbildung auf Basis eines **starken Klimawandelszenarios (z.B. RCP 6.0-8.5)**

## Decarbonization Needs (DN)

**Allgemein (EU-weit):** Maßnahmen werden ergriffen, um eine **vollständige Dekarbonisierung bis 2050** zu erreichen.

Impliziert **Dekarbonisierung von Industrie und Mobilität** → **Starke Sektorkopplung**

**EU-weit (und AT): Emissions-Ziel** → **100% Klimaneutralität bis 2050** (European Green Deal)

Wird auf Basis eines **schwachen Klimawandelszenarios (z.B. RCP 2.6-4.5)** abgebildet

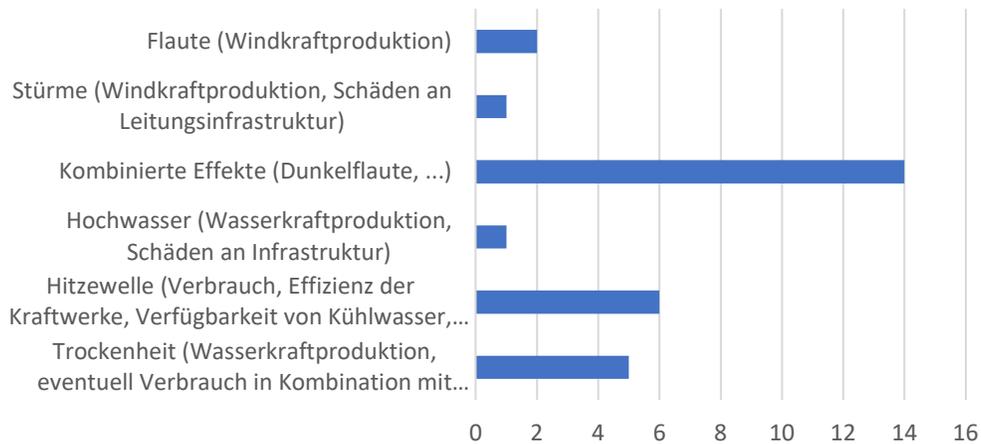
## *Security of Supply (SoS) (Fokus auf 2050)*

unter Berücksichtigung extremer Wetterbedingungen/-ereignisse für REF- und DN-Szenarien abgebildet.

- Trockenheit
- Hitzewelle
- Kalte Periode
- Flaute (Wind, Solar, Wasser)
- Kombinierte Effekte (Dunkelflaute, ...)

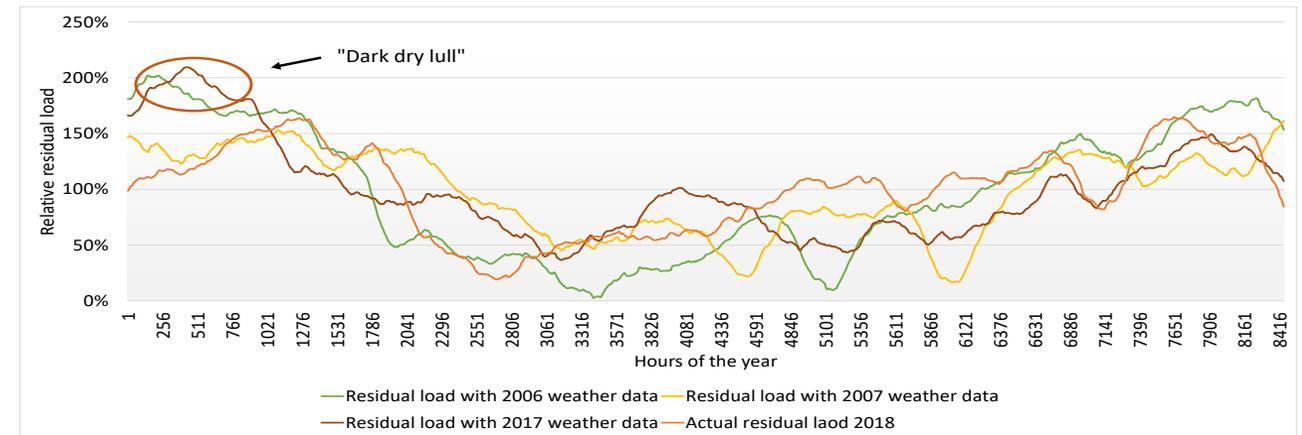
# Extremsituationen

Was sind aus Ihrer Sicht die problematischsten Extremsituationen fürs Stromsystem?



Da derartige Hochdrucklagen über mehrere Tage, sogar Wochen andauern können, stellen sie eine Herausforderung für die Energieversorgung dar.

## Jänner 2017: Eine winterliche Hochdrucklage über Mittel- und Westeuropa



- Sehr kalte Temperaturen mit erhöhtem Energie-/Stromverbrauch
- Unterdurchschnittliche Niederschlägen und damit reduzierte Wasserkraftproduktion
- Großflächig unterdurchschnittliche Windgeschwindigkeiten mit reduzierter Windenergieproduktion
- Jahreszeitbedingter geringe Sonneneinstrahlung und damit wenig Photovoltaik-Erzeugung

# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung

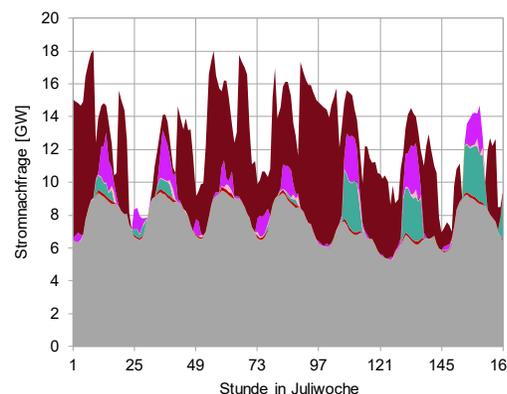
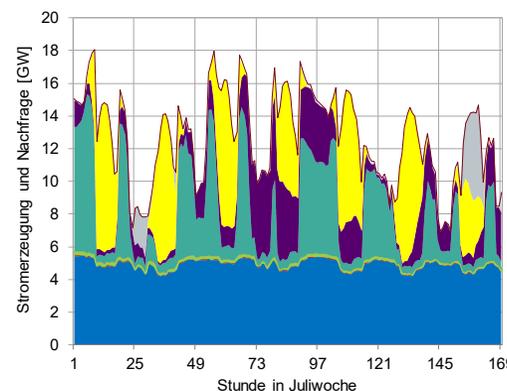
## Mögliche Indikatoren

Fokus auf Versorgungssicherheit:  
Vorgehensweise in der Analyse und Darstellung

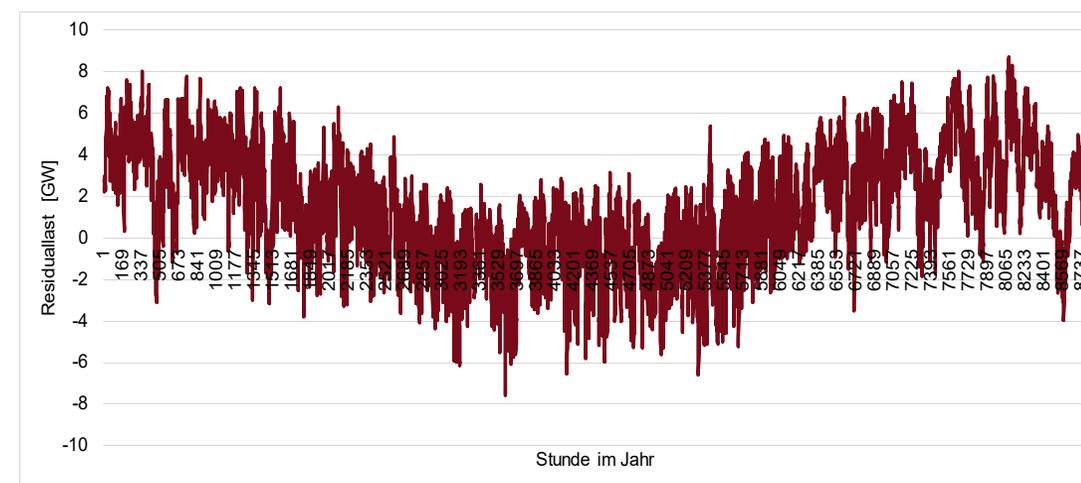
→ Geographischer Fokus:  
Überblick EU,  
Detailblick auf Österreich

→ Indikatoren im Detail:

- Stromnachfrage: **aggregiert** (pro Jahr) und **zeitlich hoch aufgelöst** (stündlich, Blick auf charakteristische Wochen/Monate)
- Stromerzeugung: **aggregiert** (pro Jahr) und **zeitlich hoch aufgelöst** (stündlich, Blick auf charakteristische Wochen/Monate)



**Residuallast: Nachfrage** (ohne Einsatz von nachfrageseitiger Flexibilitätsoptionen) **abzüglich Erzeugung variabler Erneuerbarer** (Laufwasserkraft, Wind, PV)



Beispiel: Mögliche Residuallast im Jahr 2030 in Österreich bei Erreichen des Ausbauziels für Erneuerbare Energien (gemäß NEKP) (Quelle: OE-Studie)

# Mögliche Indikatoren

## Versorgungssicherheit im Fokus

Zwei übliche Indikatoren:

- 1. LOLE: Loss Of Load Expectation** – Anzahl der Stunden ohne Lastdeckung (in h/a)
- 2. EENS: Expected Energy Not Served** – Energetische Unterdeckung pro Jahr (in GWh/a)

Classification	LOLE (in % of Load)	EENS (in h/a)
Disastrous	$\geq 0.25\%$	$\geq 168$
Critical	$\geq 0.05\%$ and $< 0.025\%$	$\geq 48$ and $< 168$
Major	$\geq 0.01\%$ and $< 0.05\%$	$\geq 12$ and $< 48$
Minor	$\geq 0.002\%$ and $< 0.01\%$	$\geq 3$ and $< 12$
Insignificant	$< 0.002\%$	$< 3$

→ Nicht mit Modellierung erfasst  
(da hier stets Deckung unterstellt wird)

→ Alternative: Blick auf Ergebnisse zur Deckung des Flexibilitätsbedarfs plus Ergebnisinterpretation

- Systemkosten (€)
- Erforderliche Investitionen (in Flexibilitätsoptionen) (€)
- Maximalwert positiver residualer Last – Unterdeckung (GW)
- Dauer hoher positiver residualer Last – Überdeckung (GWh)
- Maximalwert negativer residualer Last (GW)  
(→ Abregelung als Option)
- Dynamik in der Änderung der Residuallast ( $\Delta GW/\text{Zeiteinheit}$ )
- Einsatz von Flexibilitätsoptionen (MW, GWh, Volllaststunden)  
→ Vergleich mit antizipierten Ausbauschranken?

**Szenarien im Fokus:**  
**REF-SoS & DN-SoS**  
(Extremwetterjahre/-ereignisse)

Analyse der Indikatoren im Vergleich zu „Normalwetterjahr“

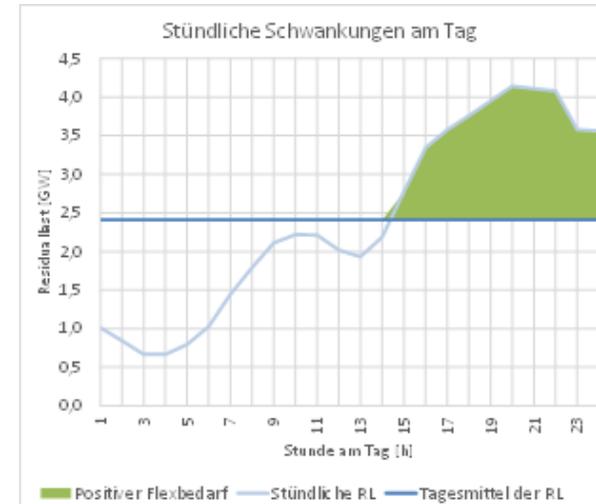
# Mögliche Indikatoren

## Flexibilitätsanalyse des Stromsystems

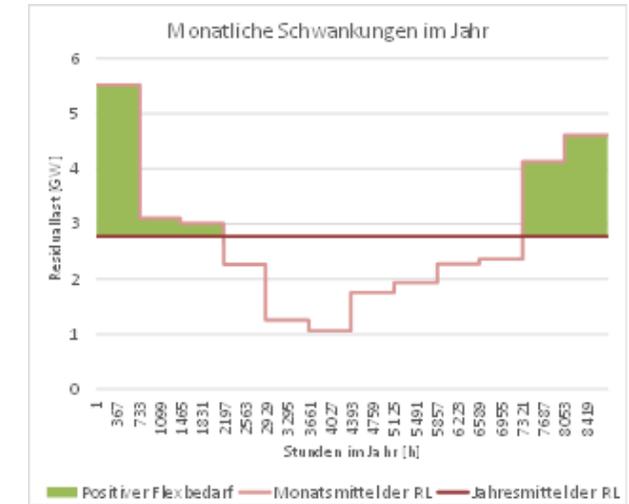
→ Beschreibung der Flexibilitätsnachfrage im Energiemarkt (Strommarkt)

**Analyse der Residuallast** (Last abzüglich Wind, Photovoltaik und Laufwasserkraft)

- **Mittelwerte** (Jahr, Sommer, Winter), **Extrema**
- **Zeitliche Schwankungen** (stündlich, täglich, wöchentlich, monatlich pro Jahr)

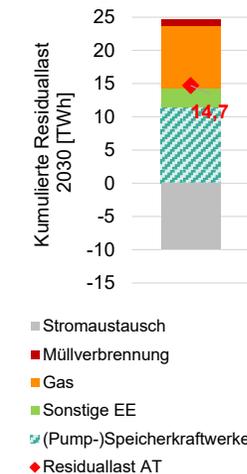
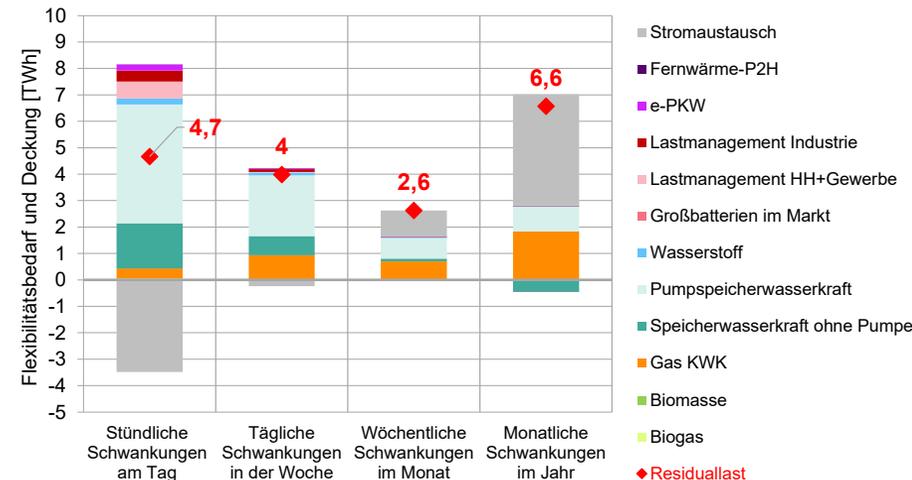


**Stündliche Schwankungen innerhalb eines Tages**



**Monatliche Schwankungen innerhalb eines Jahres**

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



*Beispiel: Einsatz von Flexoptionen im Jahr 2030 in Österreich bei Erreichen des Ausbauziels für Erneuerbare Energien (gemäß NEKP) (Quelle: E-Control-Studie)*

## SECURES - Securing Austria's Electricity Supply in times of Climate Change

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

**Fragen/Anregungen?**

Email: [resch@eeg.tuwien.ac.at](mailto:resch@eeg.tuwien.ac.at)

Telefon: +43 1 58801 370354

---

Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

Demet Suna, Gerhard Totschnig, Nicolas Pardo-Garcia (AIT)

Herbert Formayer, Imran Nadeem, David Leidinger, Philipp Maier (BOKU)