

# SECURES Stakeholder Workshop

---

16. Juni 2021

10:00 - 12:00 Uhr

Gustav Resch, Jasper Geipel und Franziska Schöniger  
**Technische Universität Wien, Energy Economics Group**

Demet Suna, Gerhard Totschnig und Nicolas Pardo-Garcia  
**AIT Austrian Institute Of Technology**

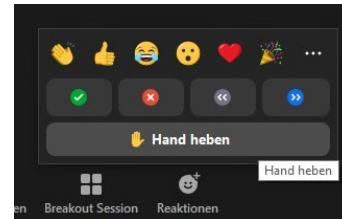
Herbert Formayer und Barbara König  
**Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur Wien**

# Agenda

- 10:00 - 10:10: Begrüßung und Projektvorstellung SECURES
- 10:10 - 10:40: Wetterabhängigkeit des europäischen Energiesystems und Auswirkungen des Klimawandels (BOKU)
- 10:40 - 10:50: Strommarktmodellierung mit Blick auf Dekarbonisierungsziele und Versorgungssicherheit (TU Wien/AIT)
- 10:50 - 11:20: Szenarien im Fokus (TU Wien/AIT)
- 11:20 - 11:50: Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung (TU Wien/AIT)
- 11-50 - 12:00: Abschluss

# Hinweise zum Ablauf des Workshops

- Bitte heben sie ihre "**virtuelle Hand**", wenn Sie zur Diskussion beitragen möchten bzw. nutzen sie die Chatfunktion.



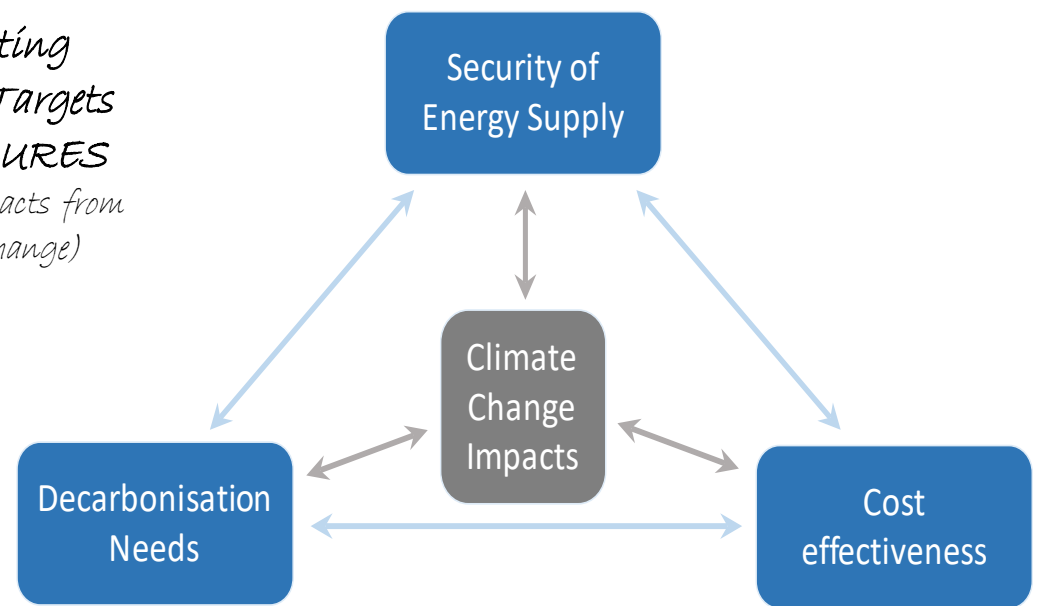
- Es wird einige **Umfragen** geben, die Antworten bleiben anonym. Falls sie Antworten zusätzlich in den Chat posten, ist ihr Name sichtbar.

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

## Zielsetzungen

- Analyse der **Auswirkungen des Klimawandels** und der **Dekarbonisierung** aufs österreichische Stromsystem sowie deren Wechselwirkungen
- **Zielgerichtete Unterstützung** der österreichischen **Politik** und anderer StakeholderInnen

*Conflicting Policy Targets in SECURES (with impacts from climate change)*



# Methode



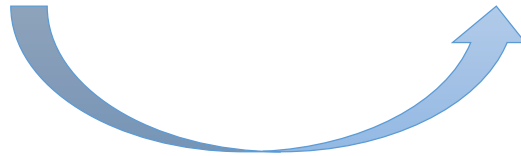
Projektrahmen

Dauer: 2 Jahre (Start: Herbst 2020)

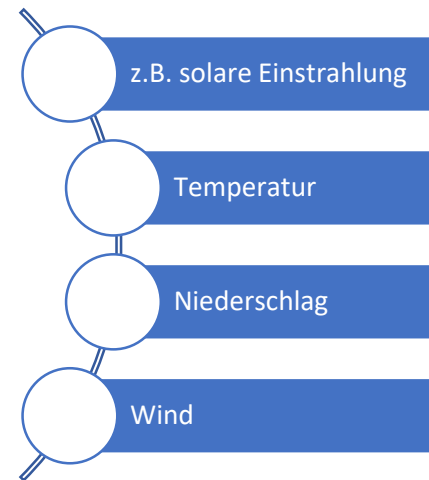
Austrian Climate Research Program (**ACRP**) - Klima- und Energiefonds

## Erkenntnisse der Klimamodellierung (BOKU)

## Stromsystemmodellierung (TU Wien/AIT)



- Modellierung einzelner Wetterphänomene ermöglicht eine ereignisbezogene **Bewertung seltener Extremsituationen** unter Einfluss des Klimawandels



Jährliche, saisonale, wöchentliche, etc. Muster

**Stromnachfrage**  
(z.B. durch E-Wärme und E-Kälte)

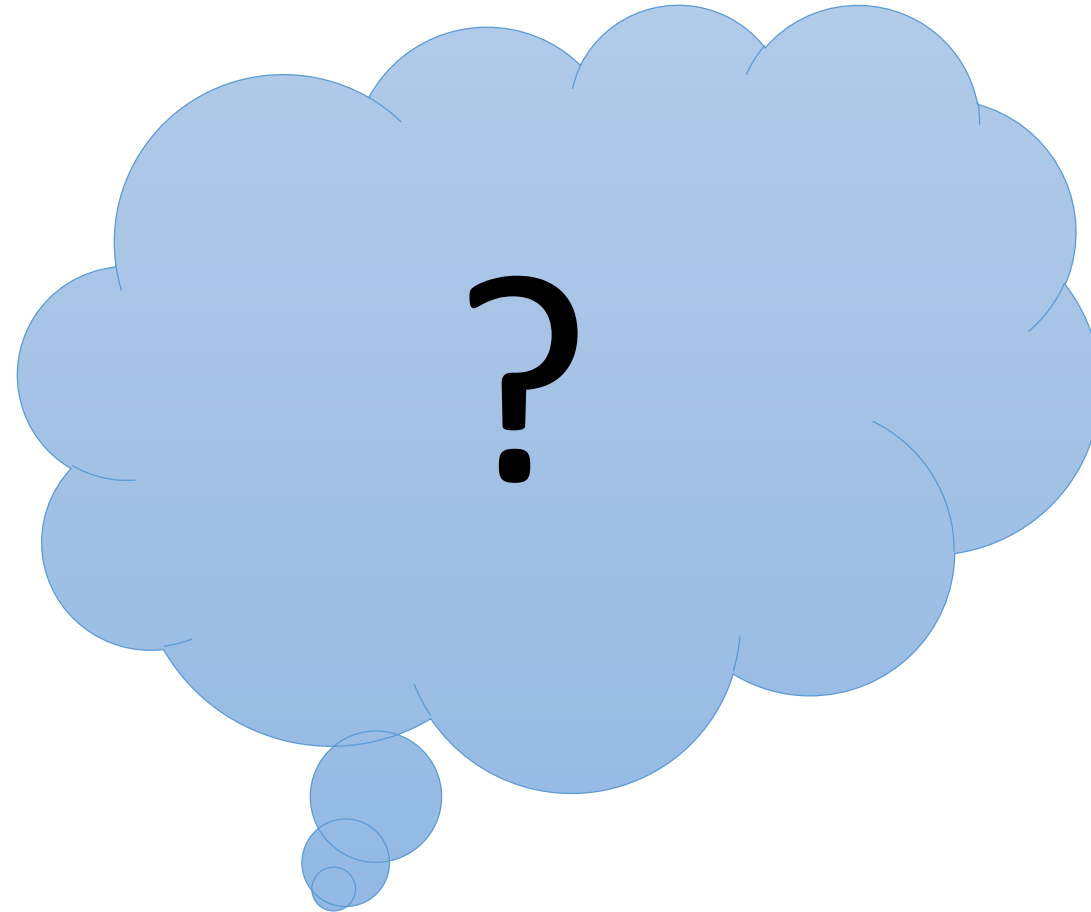
**Stromproduktion**  
(z.B. Wind, Solar, Wasserkraft)

Österreich und die EU27 + CH, NO, UK: Einfluss anderer Länder und Stromübertragung

- **Modellbasierte Analyse** der Auswirkungen veränderter meteorologische Muster auf die zukünftige Stromnachfrage und -versorgung
- **Szenariodesign** zur Abdeckung verschiedener Aspekte der **Dekarbonisierung**, des **Klimawandels** und der **Versorgungssicherheit** des Stromsystems

# Danke für Ihre Teilnahme!

- Weitere Infos und Unterlagen auf der Projektseite:  
<https://eeg.tuwien.ac.at/research/projects/secure>
- Gerne können Sie auch im Nachgang weitere Rückmeldungen per Email an uns schicken: [resch@eeg.tuwien.ac.at](mailto:resch@eeg.tuwien.ac.at)





# Wetterabhängigkeit des europäischen Energiesystems und Auswirkungen des Klimawandels

---

**Herbert Formayer, Barbara König**

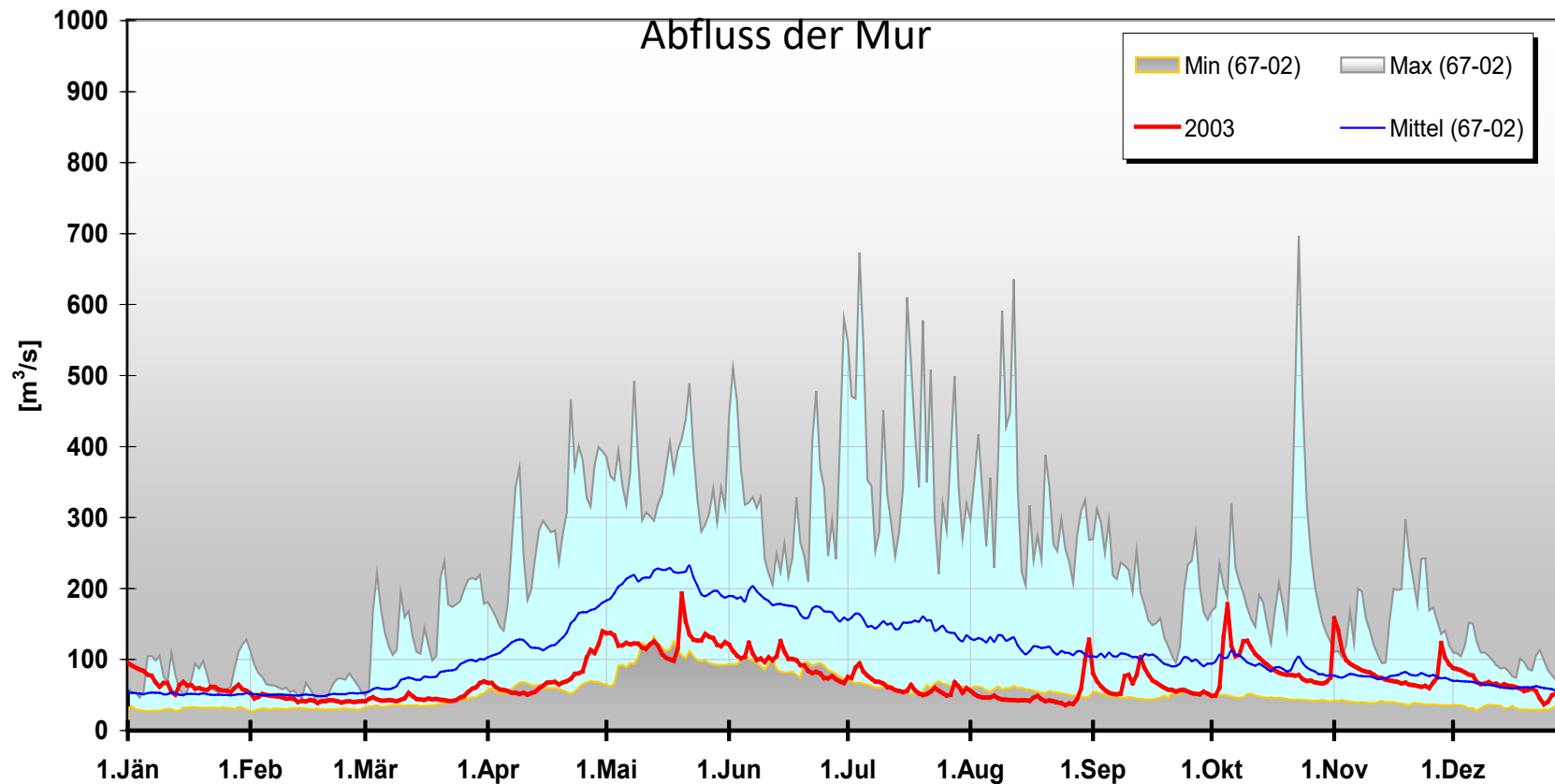
Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Meteorologie und Klimatologie (BOKU-Met)

# Welche Wetterphänomene sind überhaupt problematisch?

- **Hochwasser** (Wasserkraftproduktion, Schäden an Infrastruktur)
- **Trockenheit** (Wasserkraftproduktion, eventuell Verbrauch in Kombination mit Hitzewelle)
- **Stürme** (Windkraftproduktion, Schäden an Leitungsinfrastruktur)
- **Flaute** (Windkraftproduktion)
- **Eisansatz und Schneefall** (Windkraftproduktion, Leitungsinfrastruktur)
- **Hitzewelle** (Verbrauch, Effizienz der Kraftwerke, Verfügbarkeit von Kühlwasser, ...)
- **Kombinierte Effekte** (Dunkelflaute, ...)

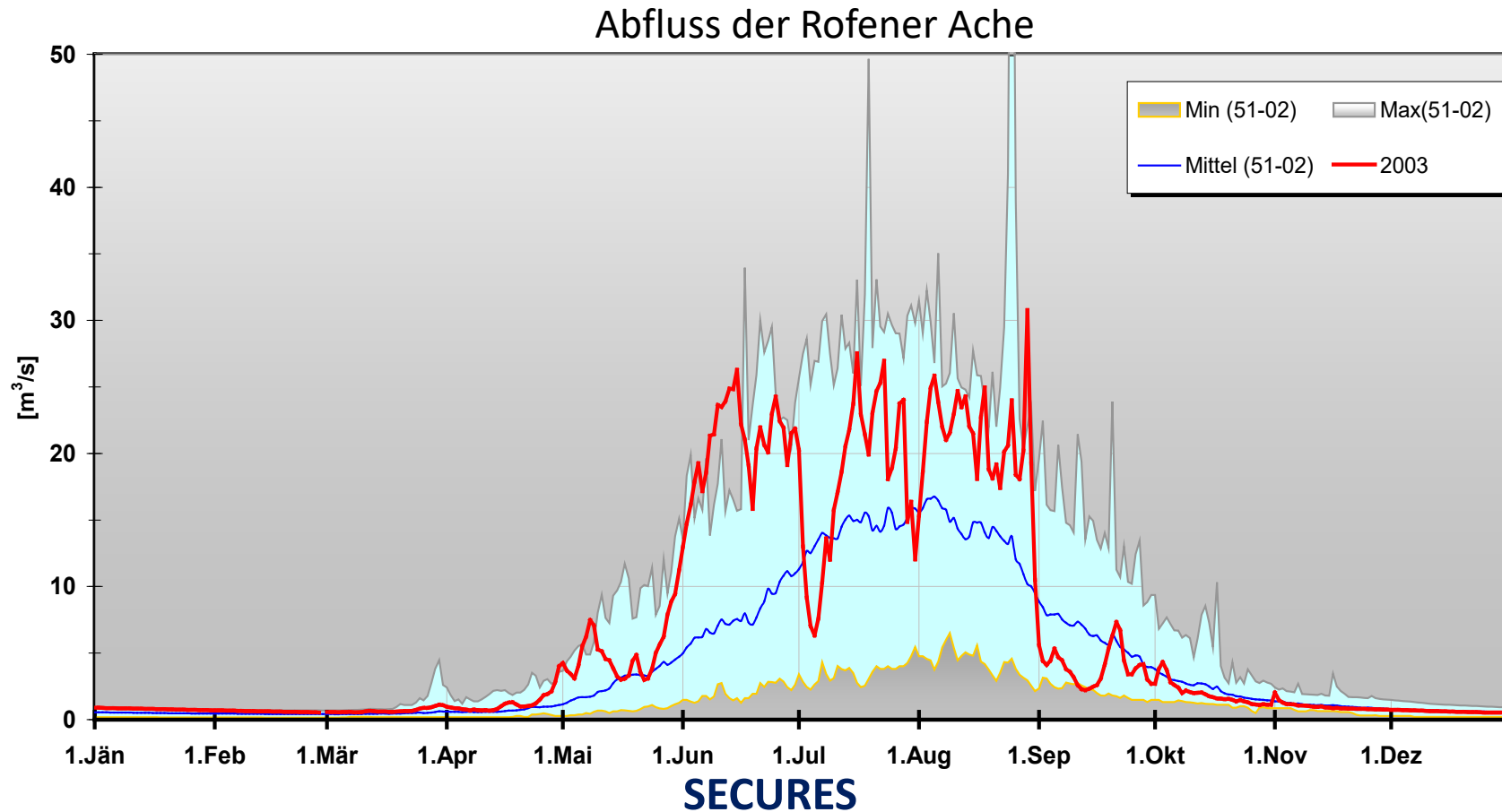
# Beispiel Trockenheit Sommer 2003



SECURES

Quelle: Land  
Steiermark

# Beispiel Trockenheit Sommer 2003

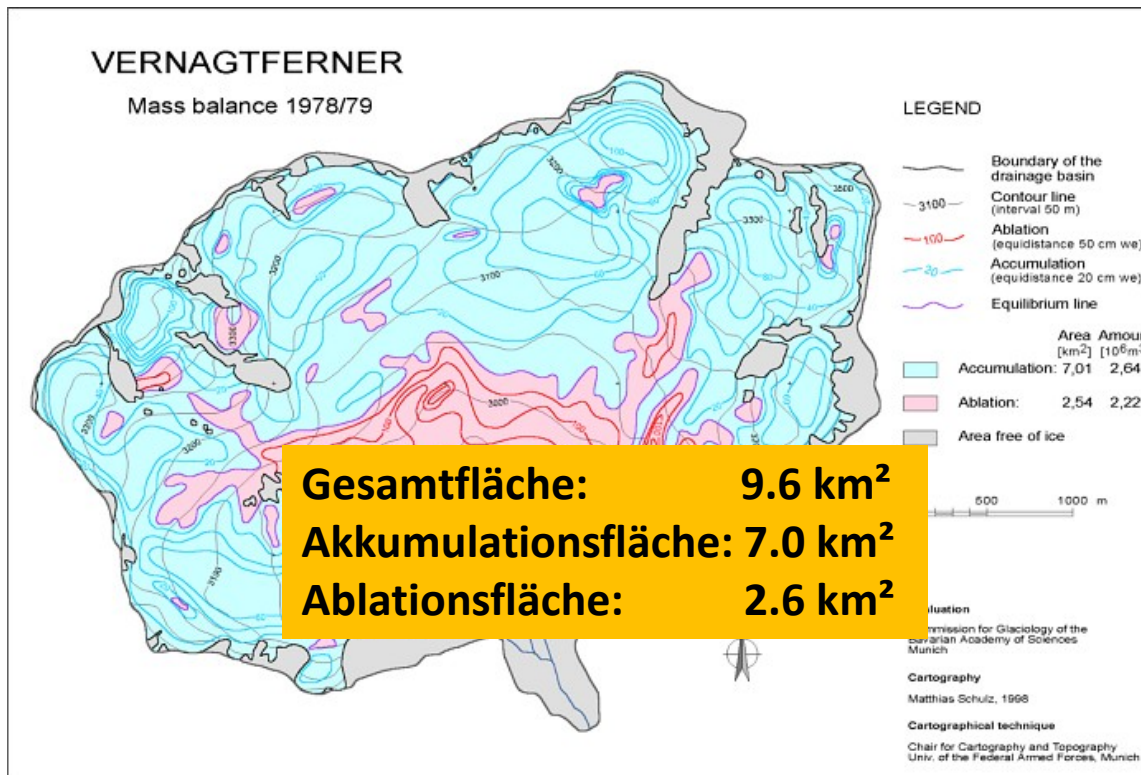


**Rund 1/3 des Einzugsgebietes ist noch vergletschert**

Quelle: Land Steiermark

# Beispiel Trockenheit Sommer 2003

Derzeit puffert die Gletscherspende niedrige Wasserstände im Sommer, aber wie lange noch?

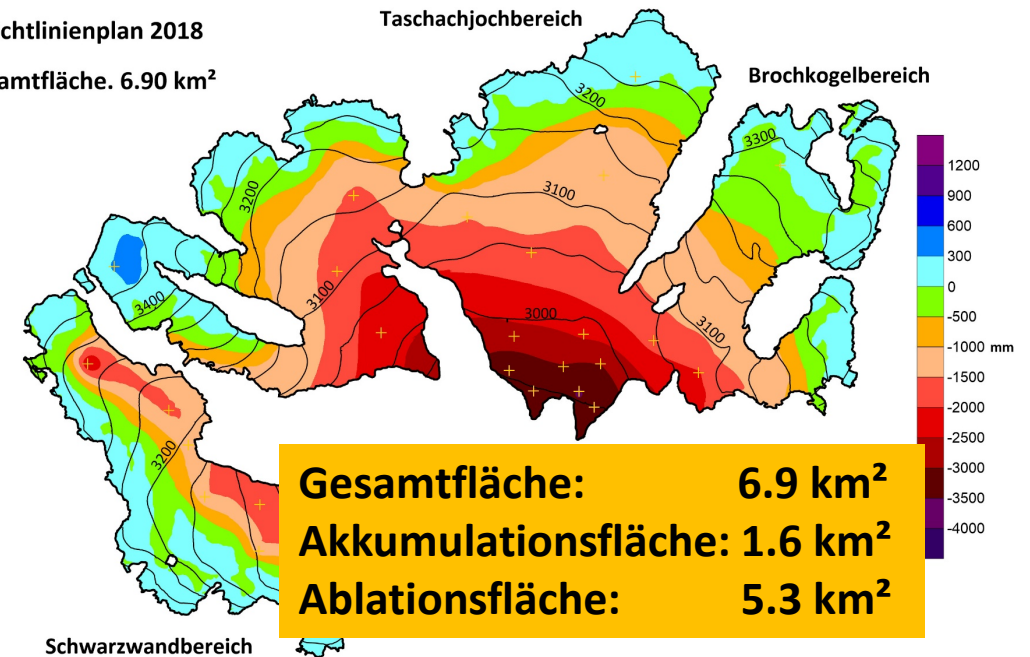


**Gesamtfläche: 9.6 km<sup>2</sup>**  
**Akkumulationsfläche: 7.0 km<sup>2</sup>**  
**Ablationsfläche: 2.6 km<sup>2</sup>**

## Vernagtferner

Schichtlinienplan 2018

Gesamtfläche. 6.90 km<sup>2</sup>

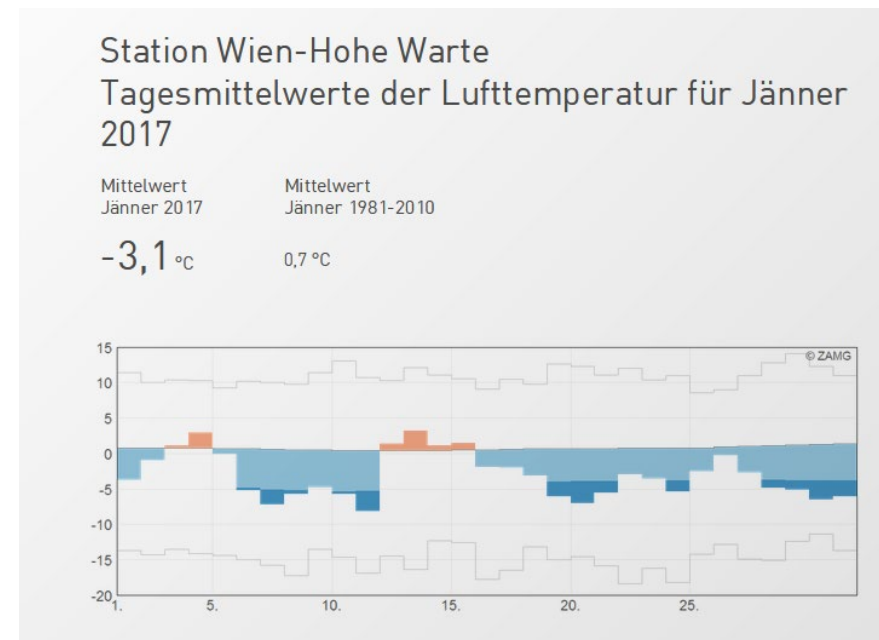
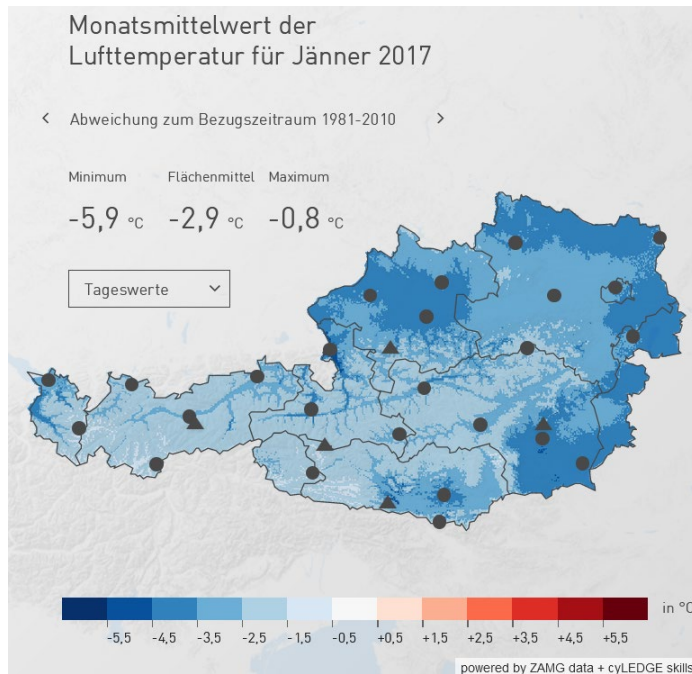


**Gesamtfläche: 6.9 km<sup>2</sup>**  
**Akkumulationsfläche: 1.6 km<sup>2</sup>**  
**Ablationsfläche: 5.3 km<sup>2</sup>**

Massenbilanz 2018/19 Quelle: BAdW, 2021

# Beispiel Kombiniertes Effekt – Dunkelflaute

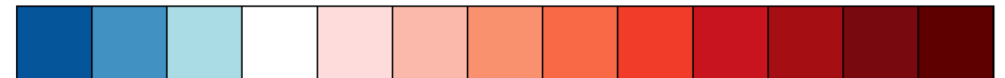
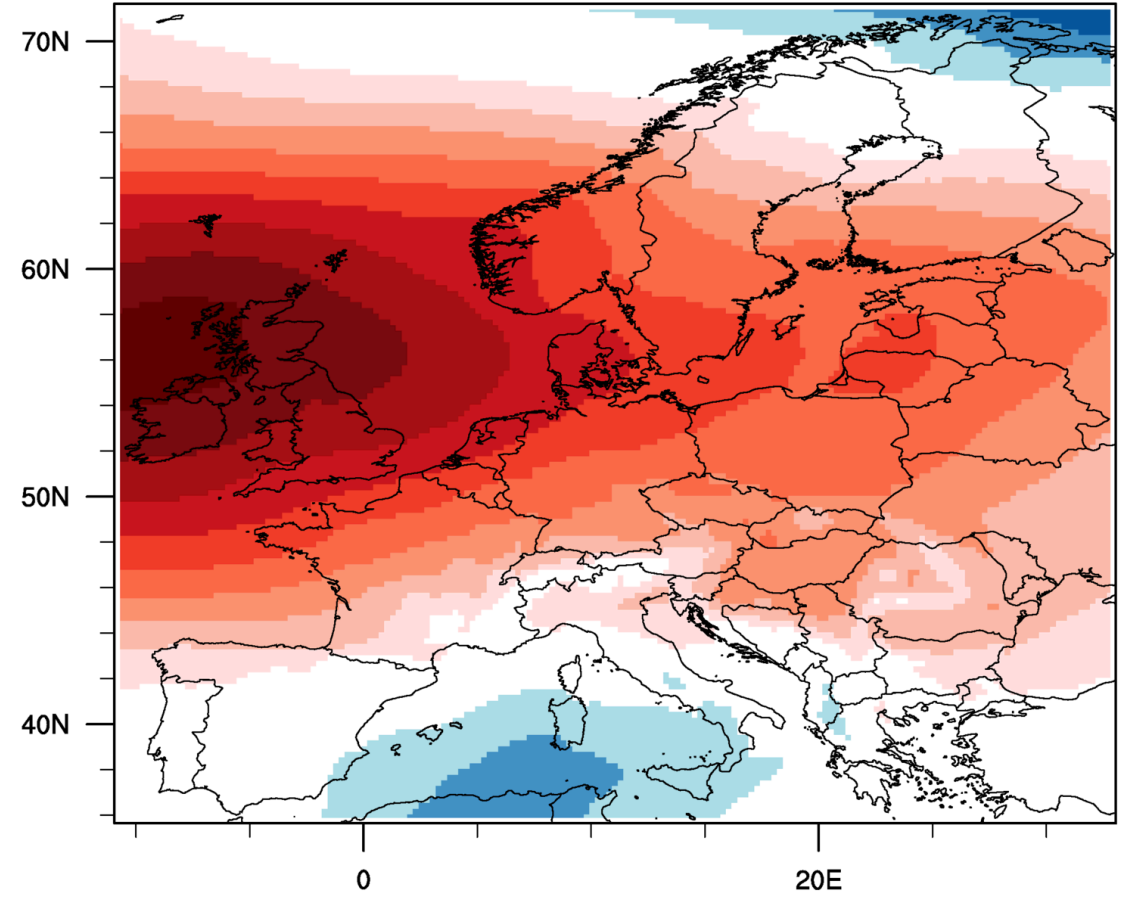
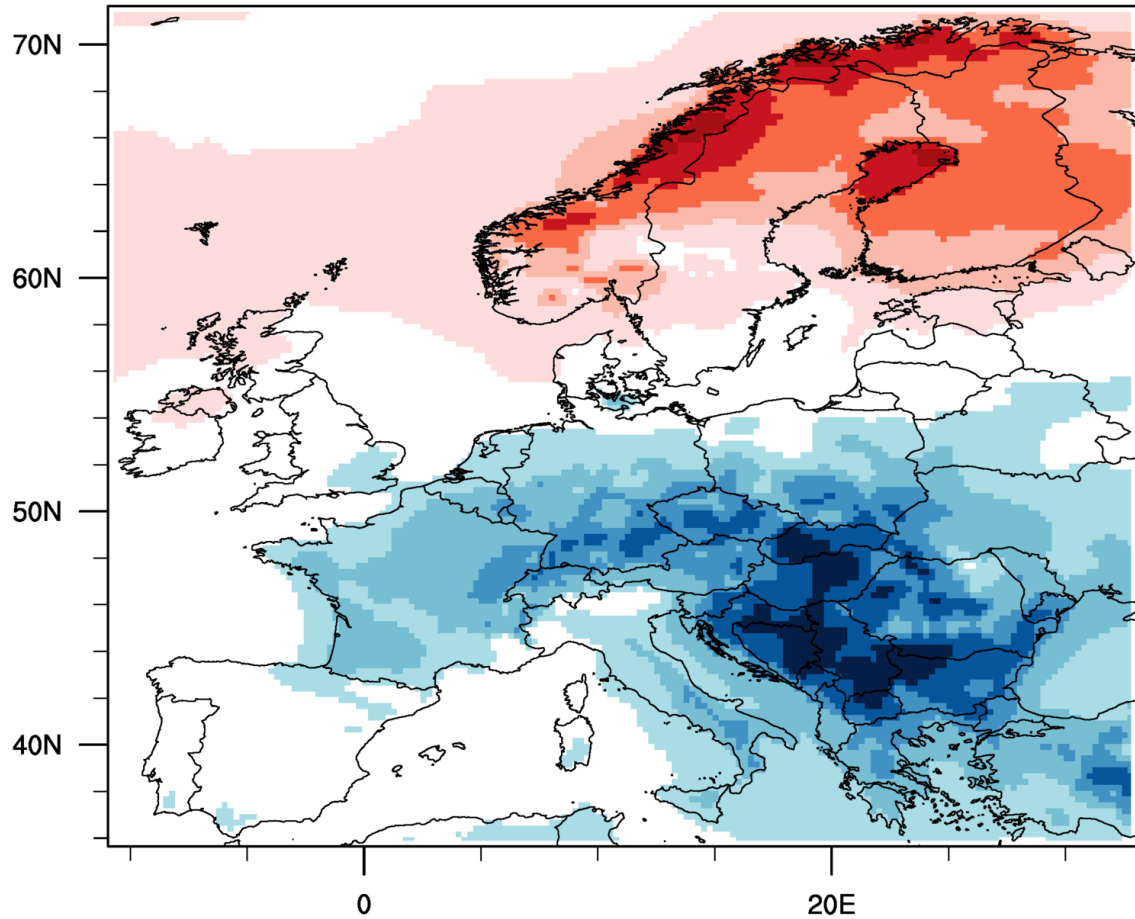
## Jänner 2017



# Beispiel Kombiniertes Effekt – Dunkelflaute Jänner 2017

## 2m-Temp in degC (Abs. diff) Jan-2017 Vs 1981-2010

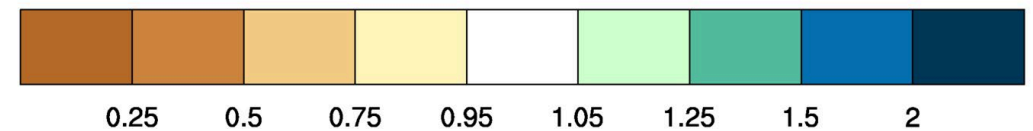
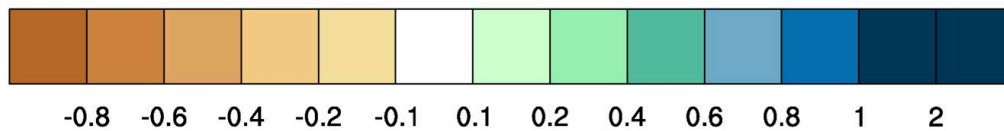
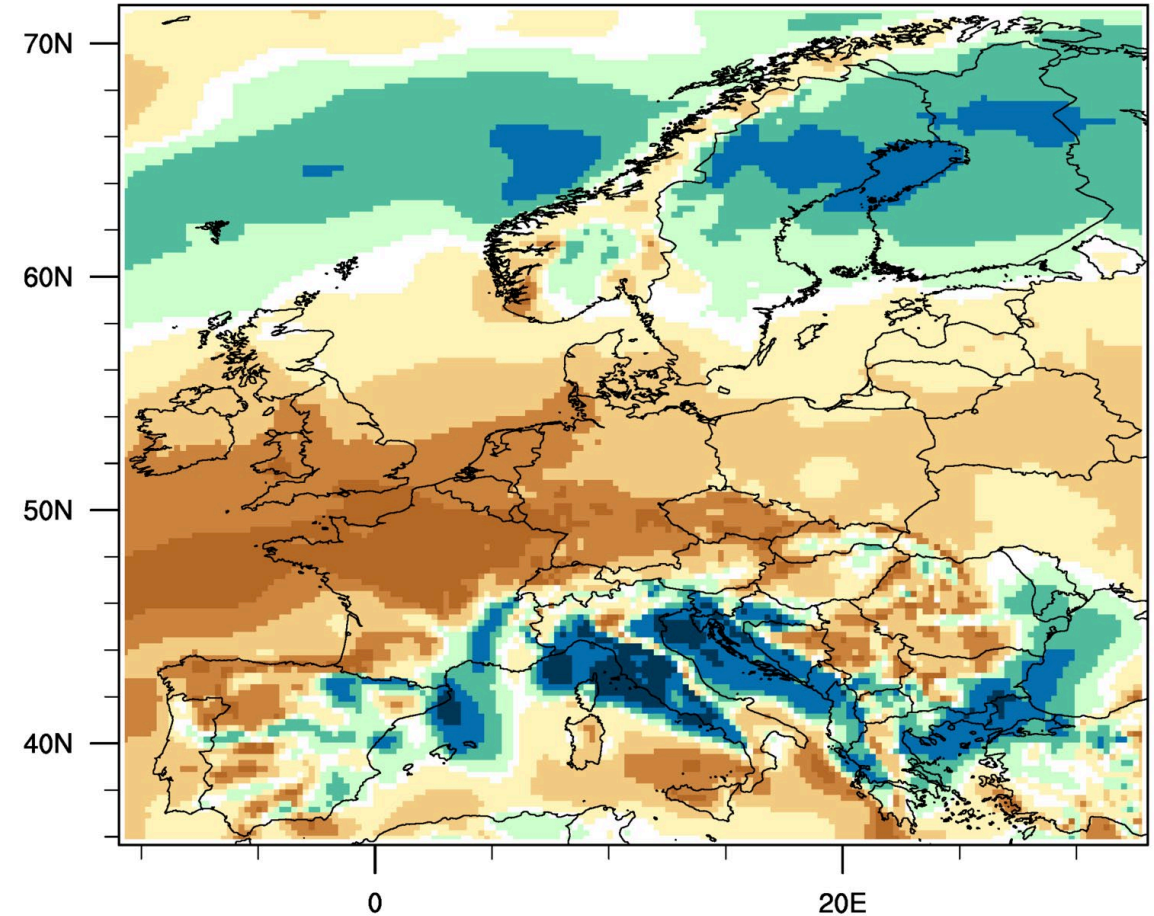
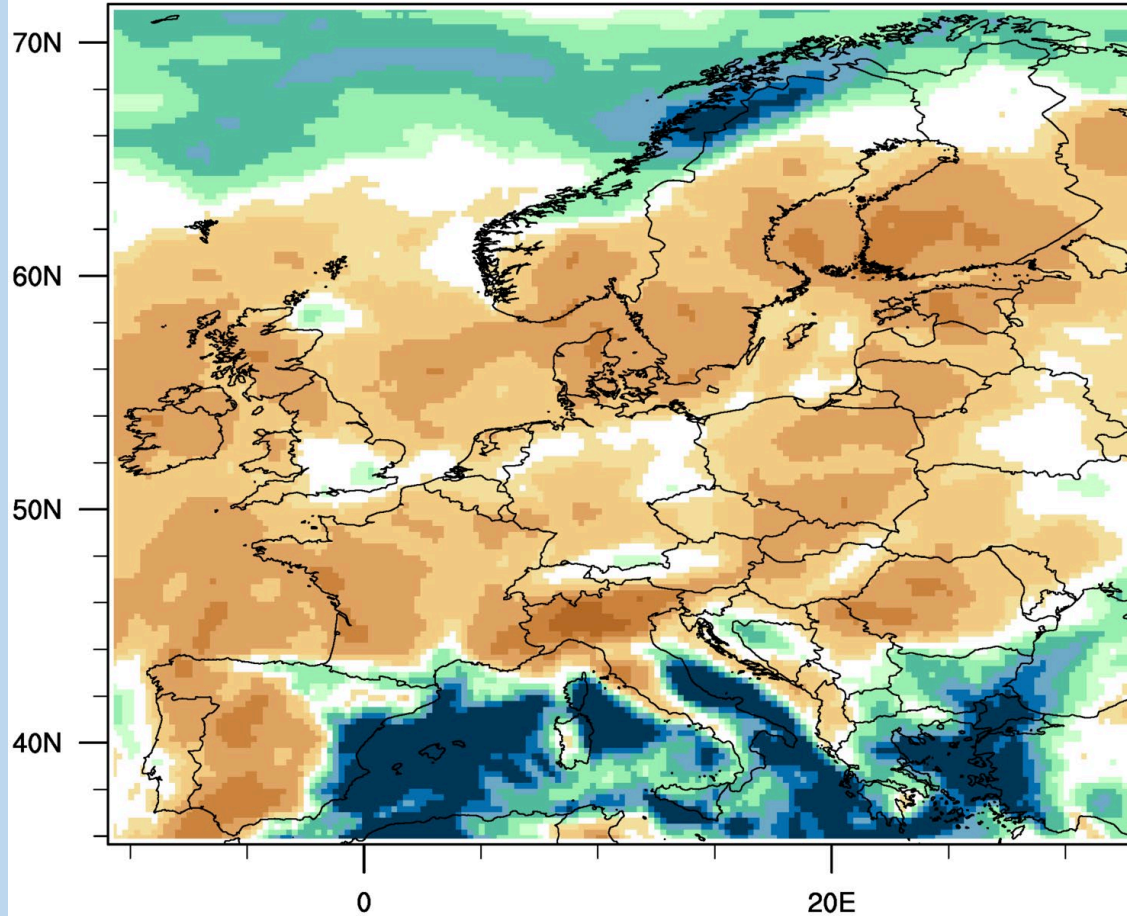
## Surface Pressure in Pa (Abs. diff) Jan-2017 Vs 1981-2010



# Beispiel Kombiniertes Effekt – Dunkelflaute Jänner 2017

## Precip (Rel.Change) Jan-2017 Vs 1981-2010

## Wind Speed (m/s) Ratio Jan-2017 Vs 1981-2010





## Beispiel Kombiniertes Effekt – Dunkelflaute Jänner 2017

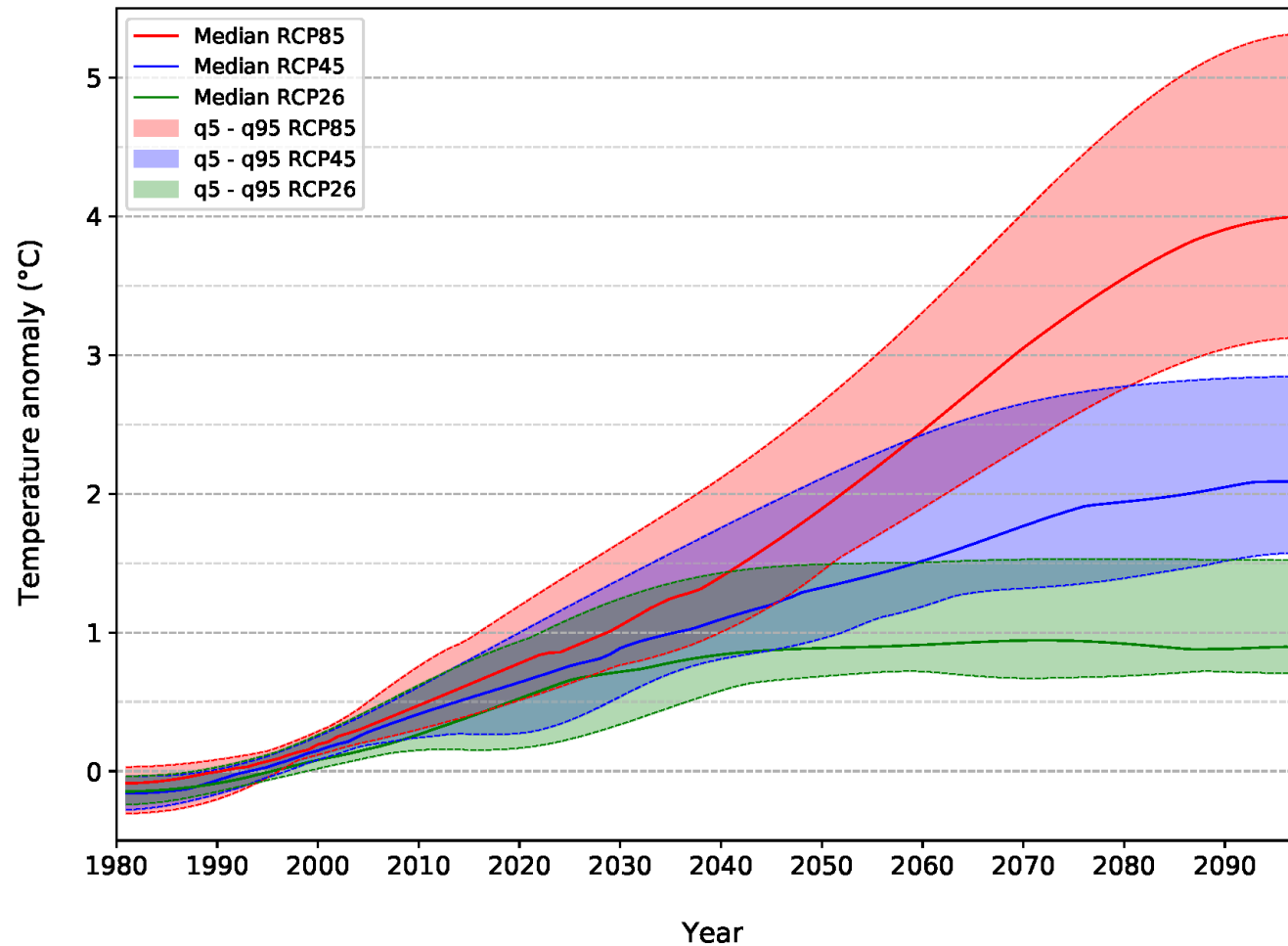
**Eine winterliche Hochdrucklage über Mittel- und Westeuropa führt zu:**

- Sehr kalten Temperaturen mit erhöhtem Energie/Stromverbrauch
- Unterdurchschnittlichen Niederschlägen und damit reduzierter Wasserkraftproduktion
- Großflächig unterdurchschnittliche Windgeschwindigkeiten mit reduzierter Windenergieproduktion
- Jahreszeitbedingter geringer Sonneneinstrahlung und damit wenig Energie aus Photovoltaik

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

# Auswahl Klimaszenarien

Annual mean temperature anomalies (1981-2010) for three RCPs in Austria



# Auswahl Klimaszenarien

## Global greenhouse gas emissions and warming scenarios

Our World in Data

- Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
- Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents

150 Gt

100 Gt

50 Gt

Greenhouse gas emissions up to the present

0

1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100

No climate policies  
4.1 – 4.8 °C

→ expected emissions in a baseline scenario if countries had not implemented climate reduction policies.

~ RCP 8.5

Current policies  
2.8 – 3.2 °C

→ emissions with current climate policies in place result in warming of 2.8 to 3.2°C by 2100.

~ RCP 6.0

Pledges & targets  
2.5 – 2.8 °C

→ emissions if all countries delivered on reduction pledges result in warming of 2.5 to 2.8°C by 2100.

~ RCP 4.5

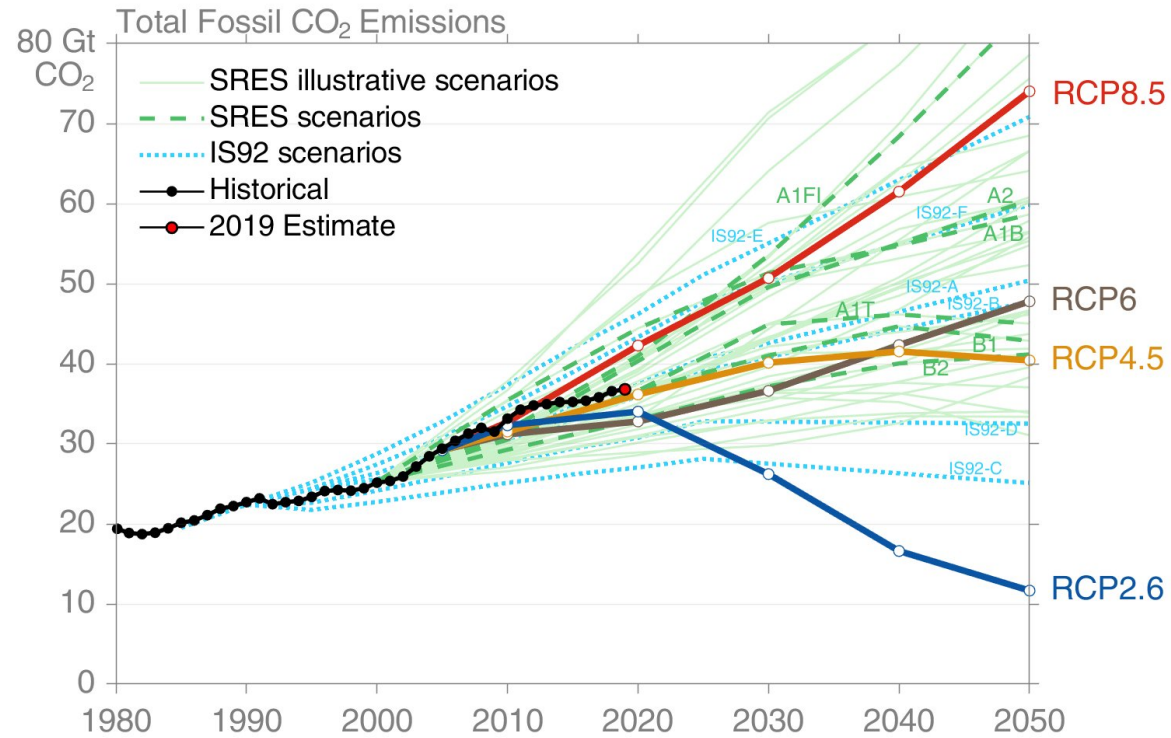
2°C pathways  
1.5°C pathways

~ RCP 2.6

Data source: Climate Action Tracker (based on national policies and pledges as of December 2019). OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie & Max Roser.

# Auswahl Klimaszenarien



©Figure: @robbie\_andrew, @Peters\_Glen

Quelle: Andrew & Glen, 2020

# Auswahl Klimaszenarien

- **Die nächsten zwei Jahrzehnte bestimmen, welches Emissionspfad die Menschheit im 21. Jahrhundert einschlägt.**
- **Völkerrechtlich verpflichtend ist das Erreichen des Pariser Klimaschutzabkommen, welches dem RCP 2.6 (2 Grad Ziel), bzw. dem RCP 1.9 (1.5 Grad Ziel) entspricht.**
- **Werden alle derzeit versprochenen Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt erreichen wir das RCP 4.5.**
- **Unser aktuelles agieren führt zu RCP 6.0 oder darüber.**

# Auswahl Klimaszenarien

**Da im SECURES Projekt lediglich 2 Szenarien im vollen Umfang umgesetzt werden können, stellt sich die Frage, welche dies sein sollen.**

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

# Die Strommarktmodellierung im Überblick

---

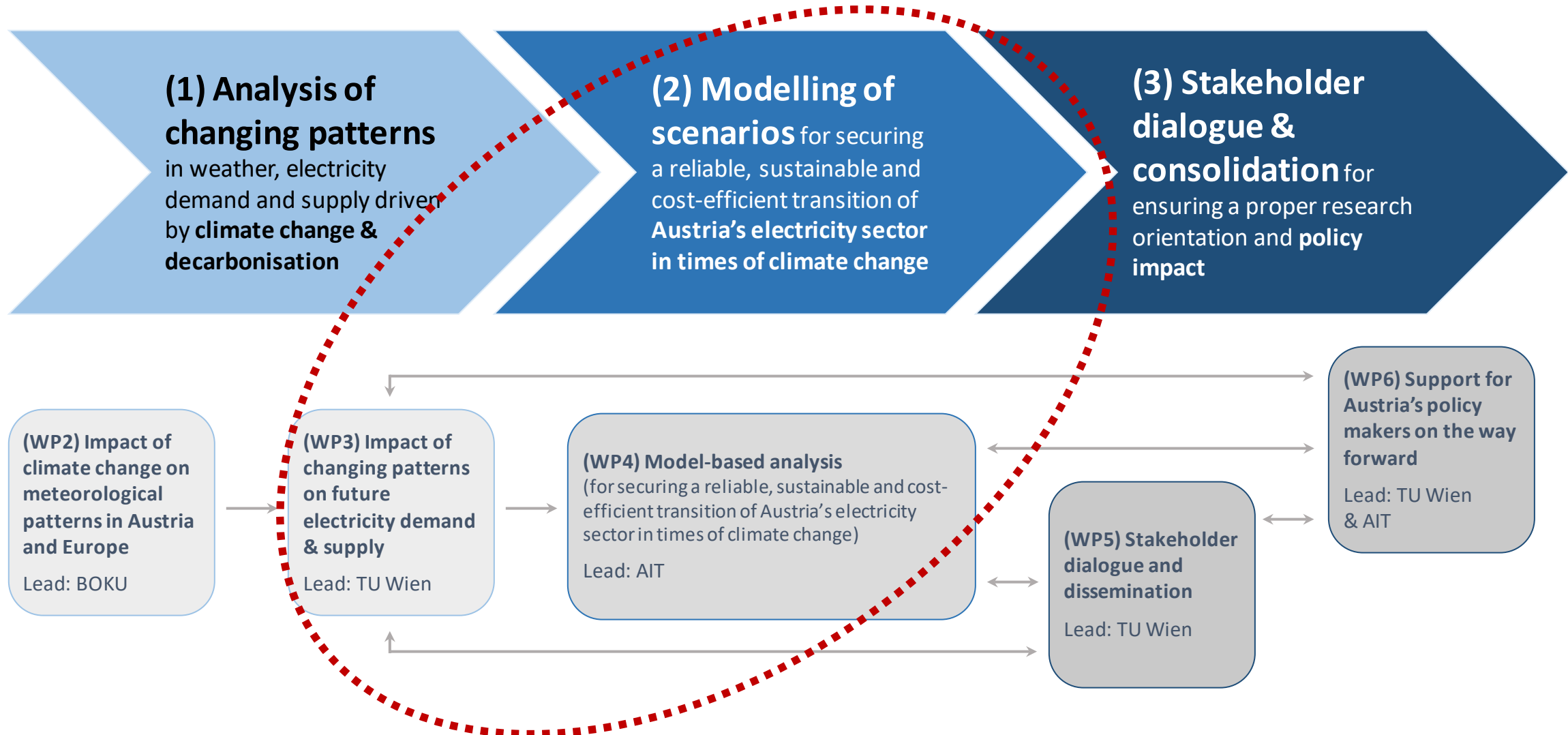
Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

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

Wien, 16.04.2021

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

# Die Strommarktmodellierung im Überblick





# Die Strommarktmodellierung im Überblick: Vorarbeiten ...

## 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.

## Das Modellsystem in SECURES

Die Analyse baut auf zwei hochauflösenden Energiesystemmodellen auf:

Das hochauflösende **Stromflusssystemmodell AIT-MarketFlow** zur detaillierten Bewertung aller vordefinierten kritischen Aspekte des österreichischen Stromsystems.

Das Modell beinhaltet:

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

→ Anhand dieses Modells werden **wir die Robustheit und Anfälligkeit der Stromversorgung in Österreich** und in anderen europäischen Ländern **für die Auswirkungen des Klimawandels** (Änderungen des Wasserflusses, der Temperatur, der Sonneneinstrahlung und der Windverfügbarkeit) **bewerten.**

Ergänzend wird für die Strommarktmodellierung mit hoher zeitlicher Auflösung auch das **Open-Source-Energiesystemmodell Balmorel** nutzen, **das gezielt Investitionsentscheidungen und -bedürfnisse reflektiert.** Balmorel, ein etabliertes europaweites Energiesystemmodell, das ursprünglich von der Dänischen Technischen Universität (DTU) entwickelt wurde, ermöglicht es uns, **eine offene Modellplattform und alle relevanten Daten öffentlich zur Verfügung zu stellen**, die als transparente Grundlage für alle interessierten Akteure zugänglich ist.

Im Zuge von SECURES wird dieses Modell (d.h. Einbindung von mehr Flexibilitätsoptionen, bessere geografische Darstellung der Fernwärme) für Österreich und seine europäischen Nachbarländer weiter ausgebaut.

## Das Modellsystem in SECURES

Die Analyse baut auf zwei hochauflösenden Energiesystemmodellen auf:

Das hochauflösende **Stromflusssystemmodell AIT-MarketFlow** zur detaillierten Bewertung aller vordefinierten kritischen Aspekte des österreichischen Stromsystems.

Ergänzend wird für die Strommarktmodellierung mit hoher zeitlicher Auflösung auch das **Open-Source-Energiesystemmodell Balmorel** genutzt, das gezielt Investitionsentscheidungen und -bedürfnisse reflektiert.

→ 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 etablierte und bewährte **Green-X Modell** der TU Wien ins Spiel kommen.

Green-X ist ein spezialisiertes Energiesystemmodell, das eine umfassende Abbildung von Förderinstrumenten für erneuerbare Energien bietet und zu diesem Zweck in der Vergangenheit in einer Vielzahl von nationalen (ACRP und anderen) sowie europäischen Forschungsprojekten erfolgreich eingesetzt wurde.

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

## Die Strommarktmodellierung im Überblick

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**Fragen/Anregungen?**

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

Telefon: 01-58801-370354

---

Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

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

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

## Szenarien im Fokus

---

Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

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

Wien, 16.06.2021

Kontakt: [demet.suna@ait.ac.at](mailto:demet.suna@ait.ac.at)

# Szenariendesign in Secures

## 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

## • 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
- Wird auf Basis eines schwachen Klimawandelszenarios abgebildet .
- EU-weit (und AT): Emissions-Ziel → 100% Klimaneutralität bis 2050 (European Green Deal)

**Security of Supply (SoS)** → wird unter Berücksichtigung extremer Wetterbedingungen/-ereignisse für REF- und DN–Szenarien abgebildet.

# Szenarien & Parameter: Wetter & Extreme

	REF 2030	REF 2050	REF-SoS 2050	DN 2030	DN 2050	DN-SoS 2050
Wetter & Extreme (Climate Change)	? (RCP X)	? (RCP X)	Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP X)	? (RCP Y)	? (RCP Y)	Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP Y)
Dunkelflaute			ja/nein			ja/nein
Hitzewelle			ja/nein			ja/nein
Dürre			ja/nein			ja/nein
Hochwasser			ja/nein			ja/nein
Wasserpegelstände (Speicherwasserkraft)	standard	standard	niedrig	standard	standard	niedrig

# Fragen

1. Welches Klimawandelszenario passt Ihrer Einschätzung nach für ein „Referenz-Szenario“?

- 1.9
- 2.6
- 4.5
- 6.0
- 8.5

2. Welches Klimawandelszenario passt Ihrer Einschätzung nach für ein „Decarbonization Needs-Szenario“?

- 1.9
- 2.6
- 4.5
- 6.0
- 8.5

3. Wie würden Sie eine kalte Dunkelflaute für Österreichs Stromsystem definieren?

- Minimum 10 Tage Kälte, wenig Wind und Solareinstrahlung
- Minimum 2 Wochen Kälte, wenig Wind und Solareinstrahlung
- Sonstiges (Bitte im Chat angeben)

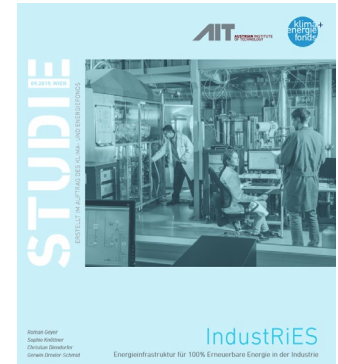


# Szenarien & Parameter: Nachfrage

	REF 2030	REF 2050	REF-SoS 2050	DN 2030	DN 2050	DN-SoS 2050
Gesamte Stromnachfrage (UBA-WAM-NEKP) (TWh)				Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)	Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)	Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)
<i>Gesamte Adaptierte Stromnachfrage für Klimawandel</i>	? (RCP X)	? (RCP X)	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP X)</i>	? (RCP Y)	? (RCP Y)	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP Y)</i>
Wärme (UBA-WAM)				Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)	Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)	Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)
<i>Adaptierte Nachfrage für Klimawandel- Wärme</i>	? (RCP X)	? (RCP X)	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP X)</i>	? (RCP Y)	? (RCP Y)	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP Y)</i>
Klimatisierung (UBA-WAM)				?	?	?
<i>Adaptierte Nachfrage für Klimawandel - Klimatisierung</i>	? (RCP X)	? (RCP X)	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP X)</i>	? (RCP Y)	? (RCP Y)	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP Y)</i>
Mobilität (UBA-WAM)				Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)	Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)	Erhöhte Nachfrage (Sektorkopplung)
Industrie (UBA-WAM)				?	?	?

# Dekarbonisierung der Industrie

## Endenergieverbrauch nach Energieträger in den Szenarien



Quelle:  
Studie „IndustRiES“,  
September 2019

### BASIS

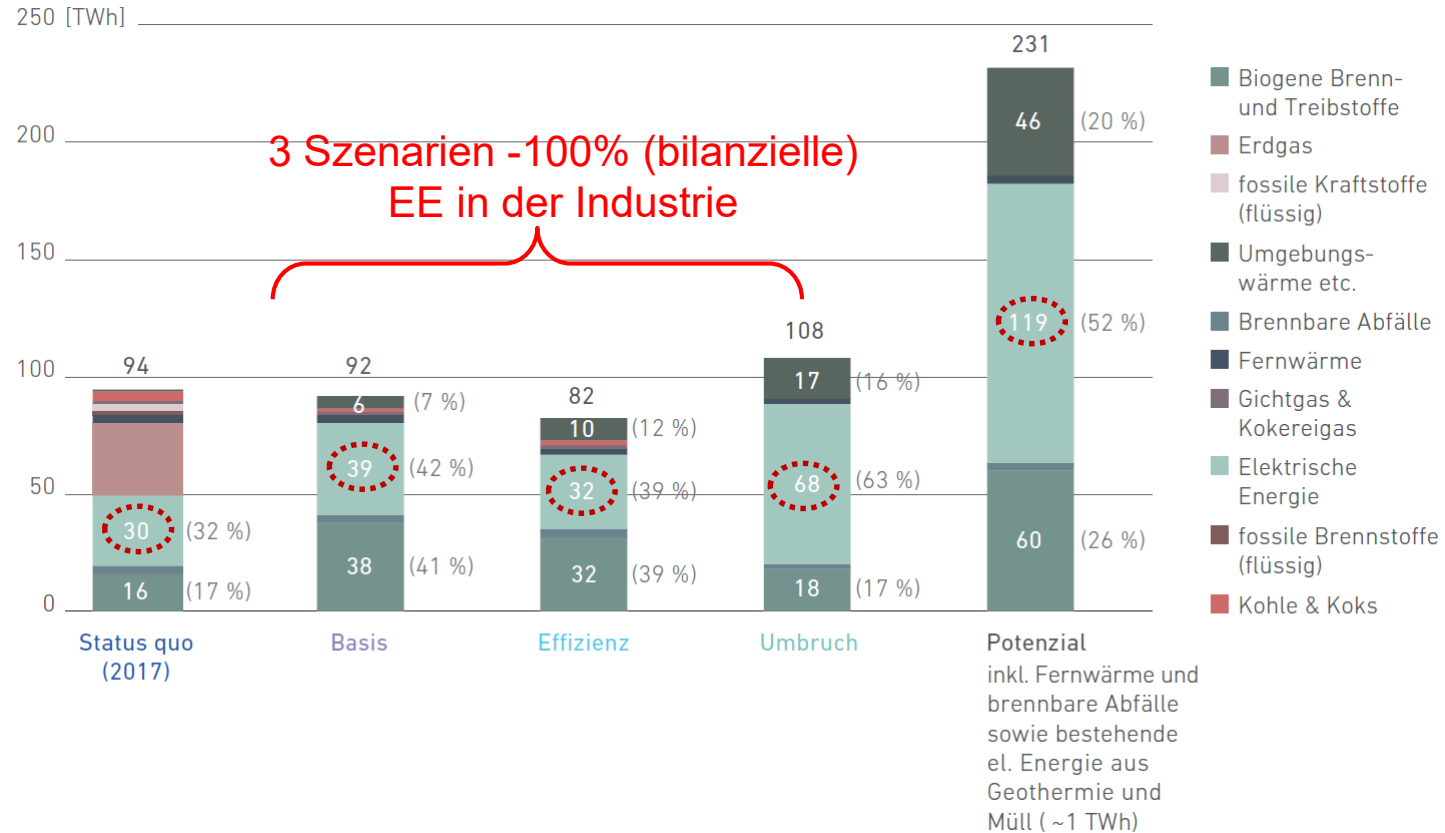
- Brennstoffwechsel auf Erneuerbare
- **Niedertemperatur mittels Wärmepumpe**
- **Umstellung fossiler Standmotoren auf elektrische Energie**
- Fossile (Kohle/Koks) bleiben in der Eisen- und Stahlerzeugung

### EFFIZIENZ

- Ausgangsbasis: Basisszenario
- **Dampferzeugung & Industrieöfen mittels Wärmepumpe**
- **Prozesseffizienz auf Branchenebene**
- Fossile (Kohle/Koks) bleiben in der Eisen- und Stahlerzeugung

### UMBRUCH

- Ausgangsbasis: Effizienzscenario
- **Höherer Anteil an Wärmepumpen**
- Biogene und brennbare Abfälle für Hochtemperatur-Anwendungen
- **Eisen- und Stahlerzeugung: Direktreduktion mit Wasserstoff**



3 Szenarien -100% (bilanzielle) EE in der Industrie

**Potenzial an Erneuerbaren für Industrie ausreichend**  
**! ABER !** Bedarf von weiteren 220 TWh für andere Sektoren (Verkehr, Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft)

**Elektrischer Endenergieverbrauch in der Industrie (TWh)**  
 Status Quo (2017): ca.30  
 Basis → 39  
 Effizienz → 32  
 Umbruch → 68

# Fragen

4. Wie hoch wird Ihrer Einschätzung nach der zusätzliche Elektrifizierungsbedarf zur Dekarbonisierung der Industrie in der langen Frist (2050) sein?

- 0 TWh -10 TWh
- 10 TWh -20 TWh
- 20 TWh -30 TWh
- 30 TWh-40 TWh
- Höher (Bitte im Chat angeben)

# Szenarien & Parameter: Flexibilitätsoptionen

	REF 2030	REF 2050	REF-SoS 2050	DN 2030	DN 2050	DN-SoS 2050
	<i>? (RCP X)</i>	<i>? (RCP X)</i>	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP X)</i>	<i>? (RCP Y)</i>	<i>? (RCP Y)</i>	<i>Selektierte Extreme (In einer Welt von RCP Y)</i>
Internationaler Stromhandel (NTC Werte im Einklang mit ENTSO-E Szenario)	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Elektromobilität (gesteuertes - preisindiziertes Laden)	? %	80%	80%	? %	80%	80%
Gesteuertes-preisindizierte P2H (Power-to-Heat, d.h. Elektrokessel und Wärmepumpen)	? %	80%	80%	? %	80%	80%
P2G (Power-to-Gas) als saisonale Speicher	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Li-Ion Batteriespeichersysteme für Übertragungsnetz	ja	ja	ja	ja	ja	ja
(Pump-)Speicherkraftwerke (Ausbau)	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Flexible konventionelle Kraftwerke	ja	ja	ja	limitiert	nein	nein
Abregelung von variablen erneuerbaren Technologien*	ja	ja	ja	ja	ja	ja

\*PV, Wind- und Laufwasserkraft abgeregelt werden können und somit deren erneuerbare Erzeugung ungenutzt bleiben, wenn die Strommarktpreise unter den variablen Kosten dieser Erzeugungstechnologien liegen.

# Fragen

5. Welche sind die 4 relevantesten Flexibilitätsoptionen?

- Internationaler Stromhandel
- Elektromobilität (gesteuertes Laden)
- Gesteuertes P2H (Power-to-Heat, d.h. Elektrokessel und Wärmepumpen)
- P2G (Power-to-Gas) als saisonale Speicher
- Batteriespeichersysteme für das Übertragungsnetz
- (Pump-)Speicherkraftwerke (Ausbau)
- Flexible konventionelle Kraftwerke
- Abregelung von variablen erneuerbaren Technologien

6. Wie groß ist der zu erwartende Anteil an gesteuertem Laden im gesamten Elektromobilitätssektor im Jahr 2030?

- 0-30 %
- 30%-50%
- 50%-80%
- 80%-100%

7. Wie groß ist der zu erwartende Anteil des gesteuerten Betriebs im gesamten P2H Sektor im Jahr 2030?

- 0-30 %
- 30%-50%
- 50%-80%
- 80%-100%

# Fragen

8. Finden Sie das Konzept der Szenarien passend?

- Ja
- Nein
- Bitte Änderungswünsche im Chat angeben

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

## Szenarien im Fokus

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

**Fragen/Anregungen?**

Email: [demet.suna@ait.ac.at](mailto:demet.suna@ait.ac.at)

Telefon: +43 50550-6420

---

Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

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

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

# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung

---

Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

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

Wien, 16.04.2021

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



# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung

- Klare Darstellung des **Einflusses von Klimawandel**:
  - **Identifizierte Wetteränderungen** werden in **Modellierung** berücksichtigt
  - **Klare Indikation der Veränderungen** in Nachfrage und Erzeugung
- Unsere **Analysen fokussieren auf die Versorgungssicherheit**
  - **Analyse des Flexibilitätsbedarfs**
  - **Optionen zur Deckung dieser Flexibilitätsnachfrage**: Indikation **wirtschaftlicher Effizienz**
  - **Blick auf Extremereignisse** (d. h. Dürren, Hitzewellen, Dunkelflauten)

**Ziel: Identifikation vielversprechender Szenarien/Technologieoptionen, die eine zuverlässige, nachhaltige und kosteneffiziente Transformation des österreichischen Stromsektors hinsichtlich Dekarbonisierung ermöglichen, um allen erwarteten Veränderungen gerecht zu werden**

# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

**Einfluss Klimawandel: Klare Indikation der Veränderungen  
in Nachfrage und Erzeugung im Stromsystem**

- **Veränderung der Nachfrage(segmente):** in Relation zur Vernachlässigung des Einflusses von Klimawandel
- **Veränderung des spezifischen Stromertrags von Erneuerbaren** (Wind, Solar, Wasserkraft)
- **Einfluss auf Betrieb thermischer Kraftwerke:** Einfluss Wirkungsgrad, Kühlbedarf und Restriktionen dessen (in Modellierung abbildbar?)

?<sub>1</sub>

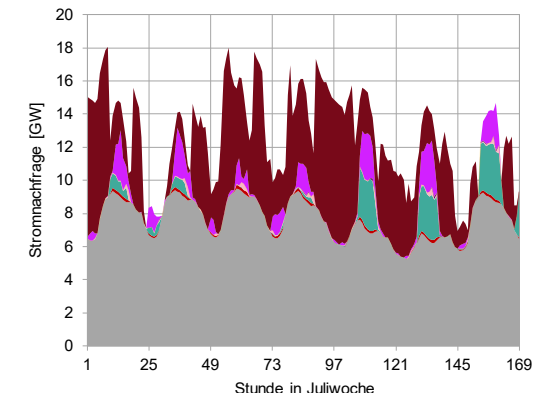
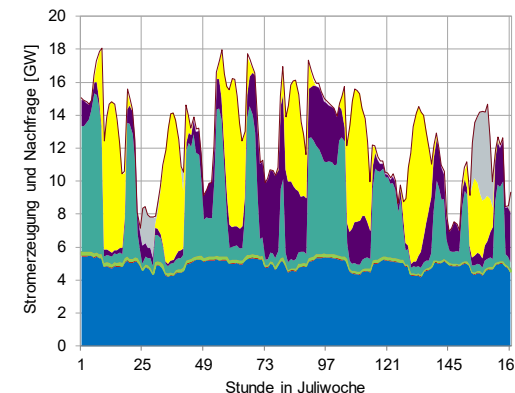
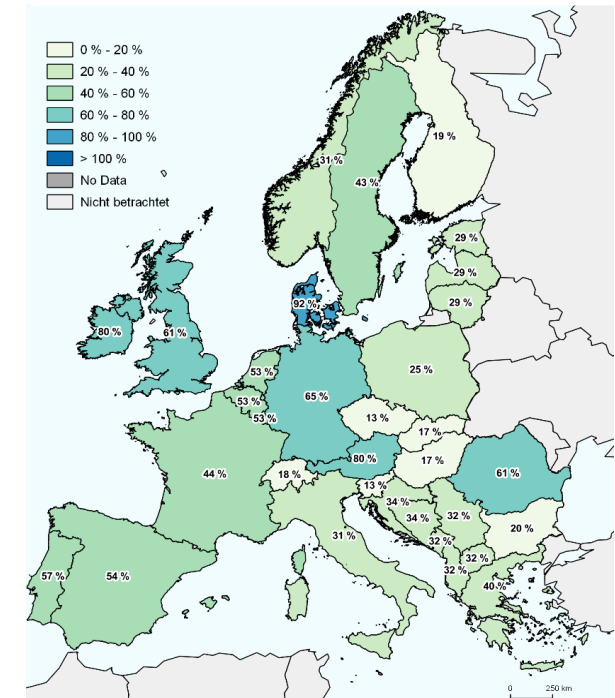
# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

**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)

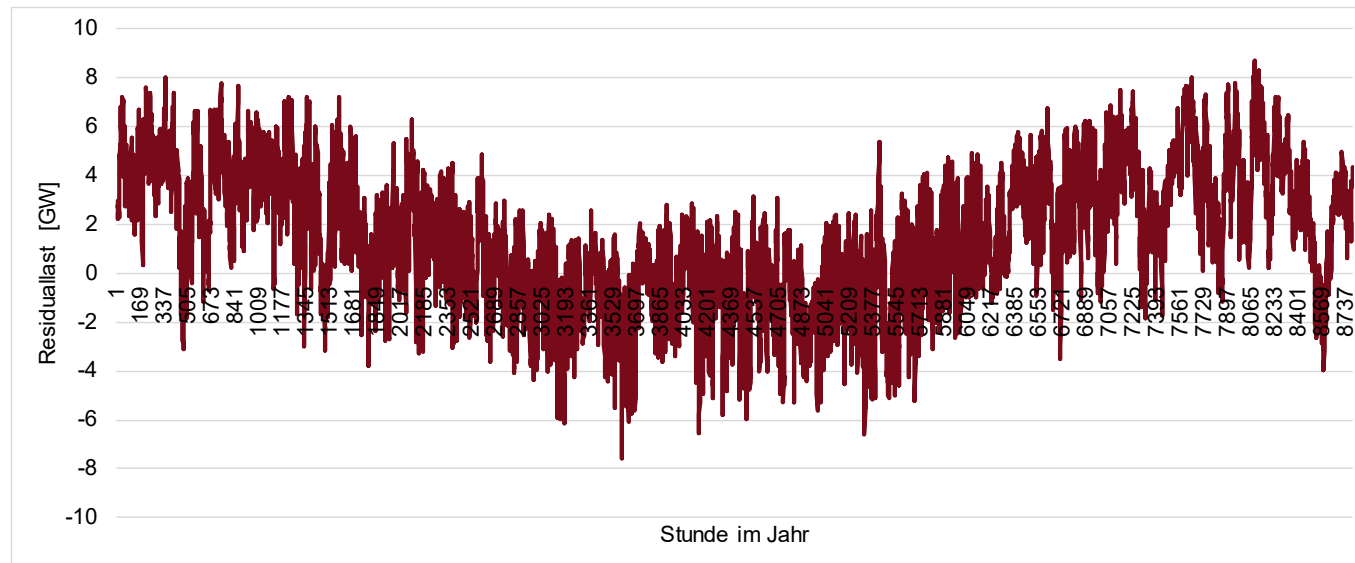


# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

Fokus auf  
Versorgungssicherheit:  
Vorgehensweise in der Analyse  
und Darstellung

→ Indikatoren im Detail: Analyse der Versorgungssicherheit  
und des **Flexibilitätsbedarfs**

- 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: Mission-Flex-Studie (OE))

## Zentrale Indikatoren zur Residuallast (RL):

- **Maximale positive RL** (in GW)
- **Maximale negative RL** (in GW)
- **Maximaler Gradient positiver RL** (in MW/h)
- **Maximaler Gradient negativer RL** (in MW/h)
- **Residuallast im Jahresmittel** (in GW)

# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

→ Indikatoren im Detail: Analyse der Versorgungssicherheit und des **Flexibilitätsbedarfs**

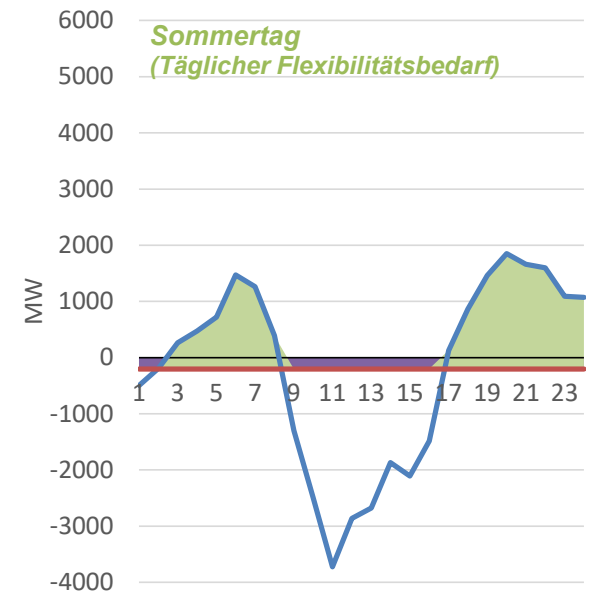
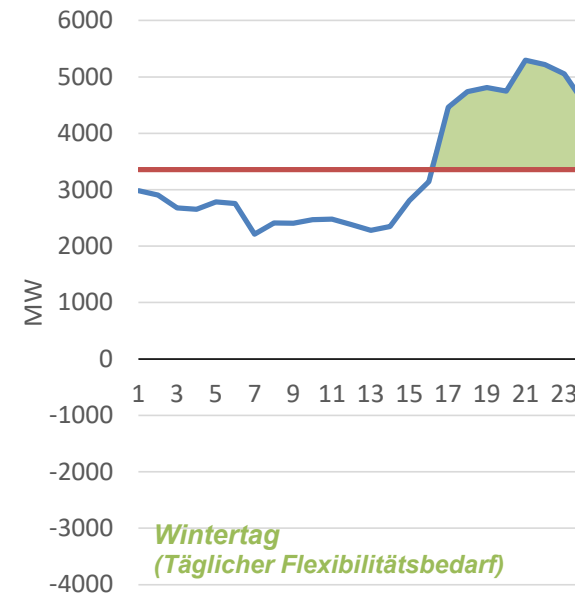
**Fokus auf Versorgungssicherheit:  
Vorgehensweise in der Analyse und Darstellung**

1. Residuallast: Nachfrage abzüglich Erzeugung variabler Erneuerbarer

2. Nachfrage nach Flexibilität:

- Residuallast, aggregiert (im Mittel pro Jahr)
- Analyse der Schwankungen der Residuallast

je Zeitperiode (**stündlich**, täglich, wöchentlich, saisonal)



■ Positiver Flex.bedarf (am Tagesmittel)  
— Residuallast, stündlich  
— Residuallast, täglicher Mittelwert

**Täglicher Flexibilitätsbedarf:  
Stündliche Schwankungen im Vergleich zum Tagesmittel**

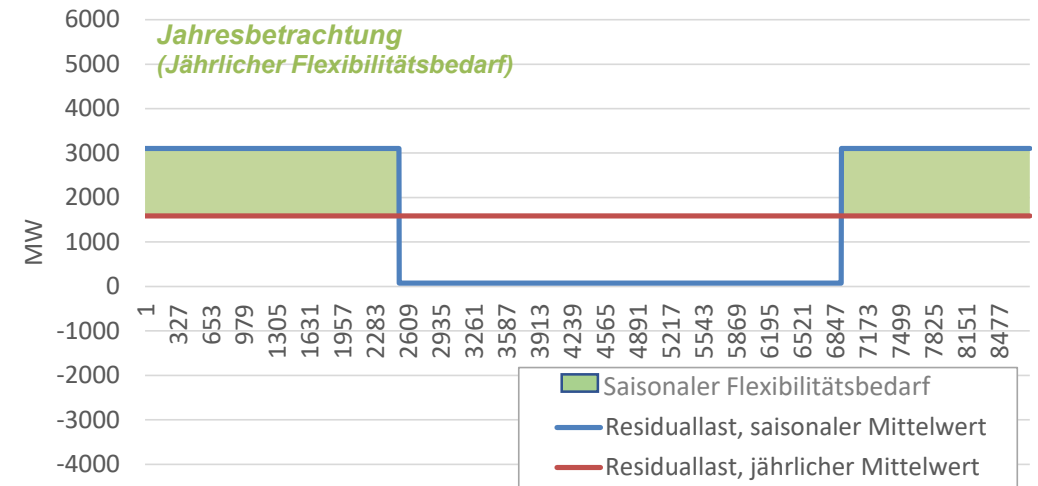
# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

**Fokus auf Versorgungssicherheit:  
Vorgehensweise in der Analyse und Darstellung**

→ Indikatoren im Detail: Analyse der Versorgungssicherheit und des **Flexibilitätsbedarfs**

1. Residuallast: Nachfrage abzüglich Erzeugung variabler Erneuerbarer
2. Nachfrage nach Flexibilität:
  - Residuallast, aggregiert (im Mittel pro Jahr)
  - Analyse der Schwankungen der Residuallast je Zeitperiode (stündlich, täglich, wöchentlich, **saisonal**)

**Jährlicher Flexibilitätsbedarf: Saisonale Schwankungen im Vergleich zum Jahresmittel**



# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

**Fokus auf  
Versorgungssicherheit:  
Vorgehensweise in der Analyse  
und Darstellung**

→ Indikatoren im Detail: Analyse der Versorgungssicherheit  
und des **Flexibilitätsbedarfs**

1. **Residuallast: Nachfrage** (ohne Einsatz von nachfrageseitiger Flexibilitätsoptionen) **abzüglich**  
Erzeugung variabler Erneuerbarer (Laufwasserkraft, Wind, PV)
2. **Nachfrage nach Flexibilität:**
  - **Residuallast, aggregiert** (im Mittel pro Jahr)
  - **Analyse der Schwankungen der Residuallast**  
je Zeitperiode (stündlich, täglich, wöchentlich, saisonal)
3. **Deckung der Flexibilität:** Modellierung zeigt **wirtschaftlichen Einsatz** der Flexibilitätsoptionen
  - **Beitrag zur Deckung der Residuallast, aggregiert** (im Mittel pro Jahr)
  - **Beitrag zur Deckung der Schwankungen der Residuallast je**  
Zeitperiode (stündlich, täglich, wöchentlich, saisonal)

# Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung: Mögliche Indikatoren

→ Indikatoren im Detail:

## Versorgungssicherheit im Fokus

Zwei übliche Indikatoren:

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

**Fokus auf Versorgungssicherheit:  
Vorgehensweise in der Analyse und Darstellung**

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



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

Analyse der Indikatoren im Vergleich zu „Normalwetterjahr“

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



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

## Ausblick auf Ergebnisse der Strommarktmodellierung

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**Fragen/Anregungen?**

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

Telefon: 01-58801-370354

---

Gustav Resch, Franziska Schöniger (TU Wien)

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

# FRAGEN zum Vortrag

## FRAGEN FRAGE 1: ?<sub>1</sub>

Sehen Sie einen großen Einfluss des Klimawandels (z.B. bei RCP 8,5) auf den Betrieb thermischer Kraftwerke im Zeitraum 2050?

- JA
- NEIN

Falls JA, bitte übermitteln Sie ergänzende Informationen via Chat oder email ([resch@eeg.tuwien.ac.at](mailto:resch@eeg.tuwien.ac.at))

## FRAGEN FRAGE 2: ?<sub>2</sub>

Verwenden Sie die Indikatoren LOLE und EENS in Ihren Analysen?

- JA
- NEIN

Falls NEIN, bitte übermitteln Sie Information zu alternativen Indikatoren via Chat oder email ([resch@eeg.tuwien.ac.at](mailto:resch@eeg.tuwien.ac.at))

Falls JA, bitte erläutern Sie via Chat oder email ([resch@eeg.tuwien.ac.at](mailto:resch@eeg.tuwien.ac.at)) ob und wie Sie hierzu Modellergebnisse nutzen