



SECURES

SECURING AUSTRIA'S ELECTRICITY SUPPLY IN TIMES OF
CLIMATE CHANGE

Modelling the impact of climate change on electricity generation and demand

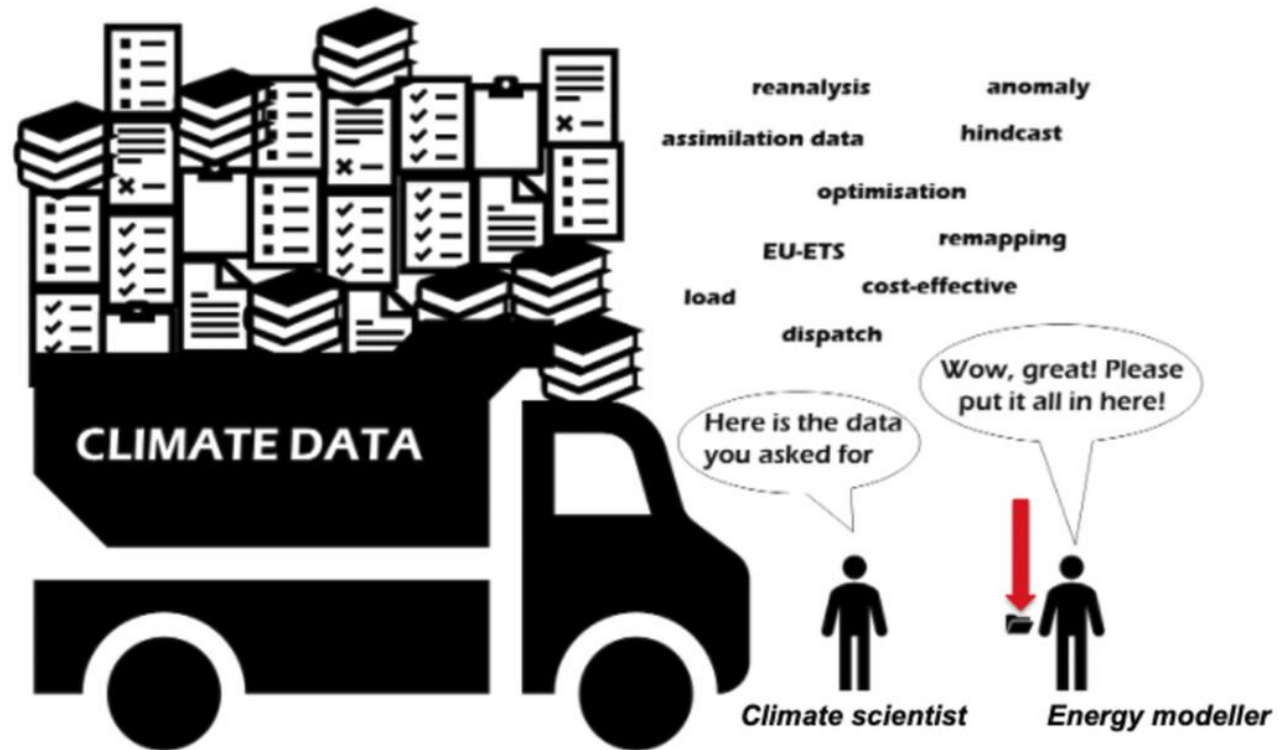
15. Februar 2023 | IEWT | SECURES Session

Franziska Schöniger, Florian Hasengst | TU Wien, Energy Economics Group

Gustav Resch, Demet Suna, Nicolas Pardo-Garcia, Gerhard Totschnig, Peter Widhalm | AIT Austrian Institute of Technology

Herbert Formayer, Philipp Maier, David Leidinger, Imram Nadeem | BOKU Met

Von den Klimadaten zur Information...



The climate data truck analogy of the mismatch in data delivery (from climate scientists) to data requirements (from energy system modelers). Figure courtesy of Dr. Sofia Simões and the Clim2Power project (<https://clim2power.com/>).

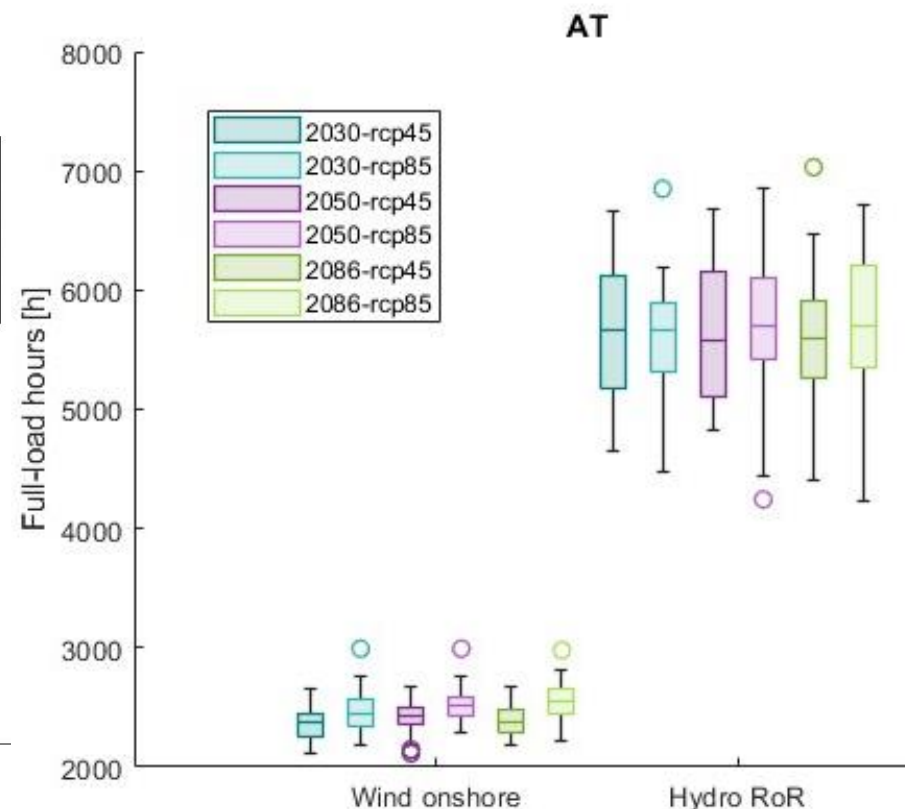
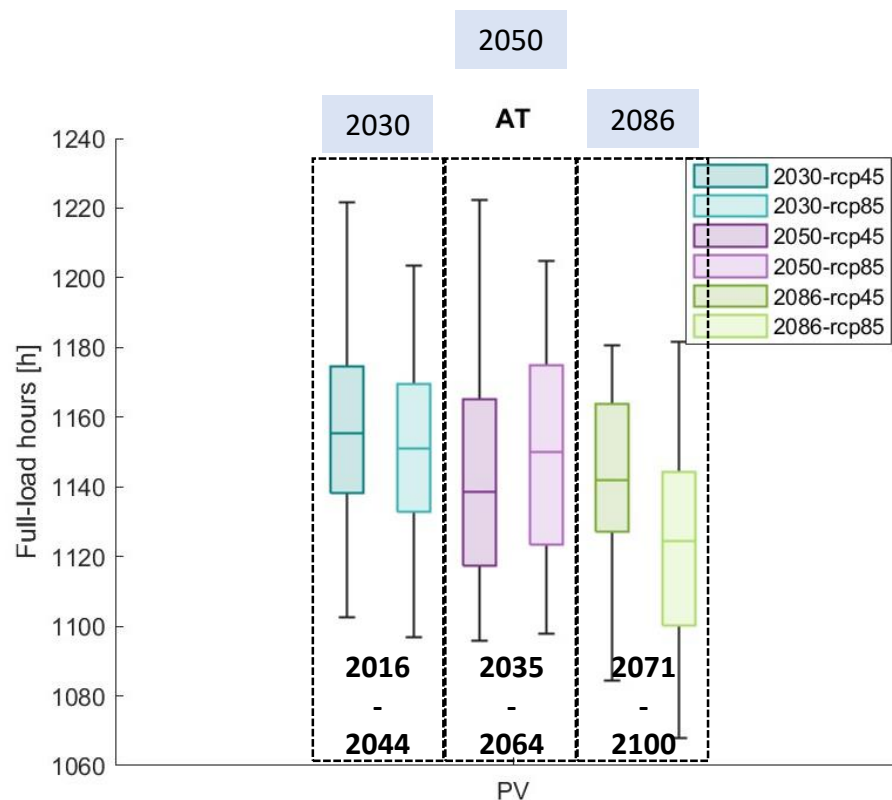
... in einem iterativen und transdisziplinären Prozess

Von den Klimadaten zu den Energiesystemdaten

Generation	Hydro inflow	Wind speed	Solar radiation	Temperature		
Wind		✓			} Direkte Verarbeitung der Daten aus der Klimamodellierung	
Hydro	✓					
Photovoltaics			✓	✓ (losses)	Berücksichtigung d. temperaturbedingten Effizienzverluste	
Demand	Hydro inflow	Wind speed	Solar radiation	Temperature	Behavioural patterns	
E-heating				✓	✓	} Hotmaps open data repositories (2019): Temperaturabhängigkeit der Wärme- und Kältenachfrage
E-cooling				✓	✓	
E-mobility charging				✓	✓	Berücksichtigung d. temperaturbedingten Effizienzverluste

Ergebnisse

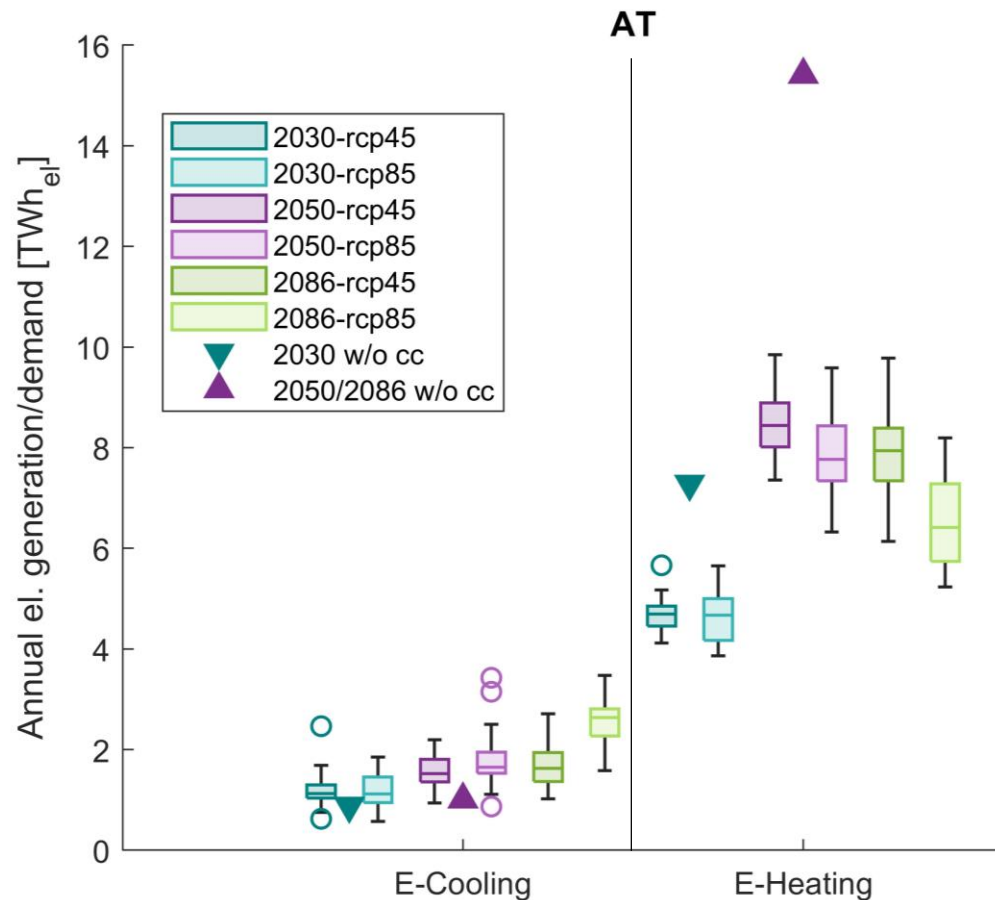
Klimaeinfluss auf die Erzeugung



- Geringe Variabilität bei PV
- RCP8.5: Temperaturbedingte Verluste verringern VLH bei PV leicht (2086)
- Leichte Zunahme von Wind FLH mit stärkerem Klimawandel in den **angenommenen** Klimaszenarien
- Große Schwankungen bei Laufwasser (RoR): kein deutlicher Trend über die Zeit erkennbar; höhere Variabilität in rcp8.5 ab 2050

BoxChart: Es sind jeweils **30 Wetterjahre** dargestellt (um 2030/2050/2086 herum)

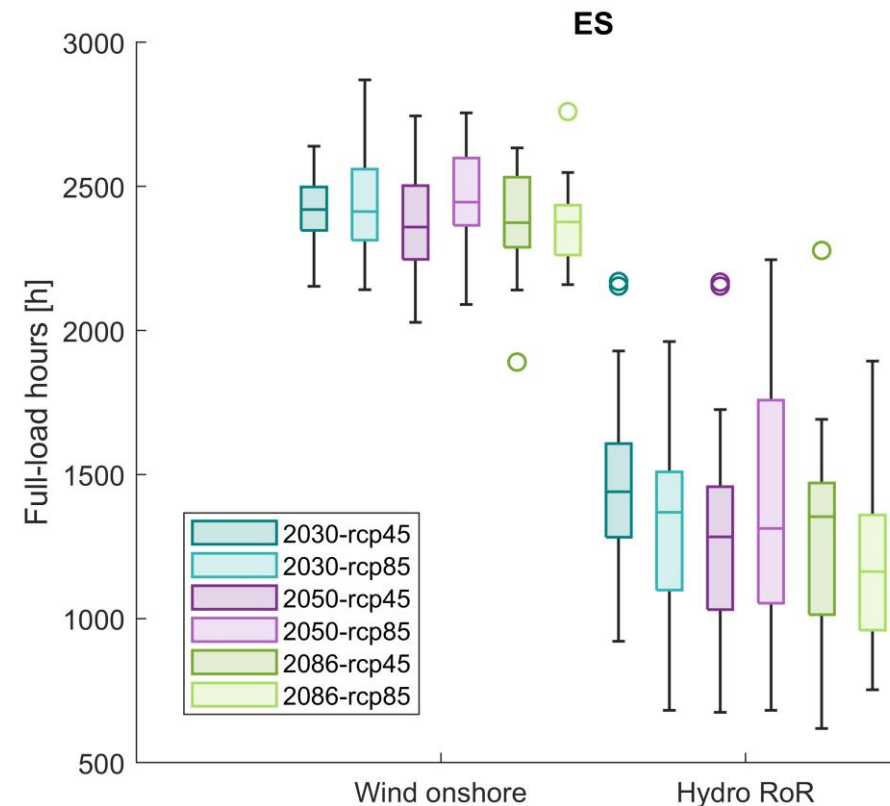
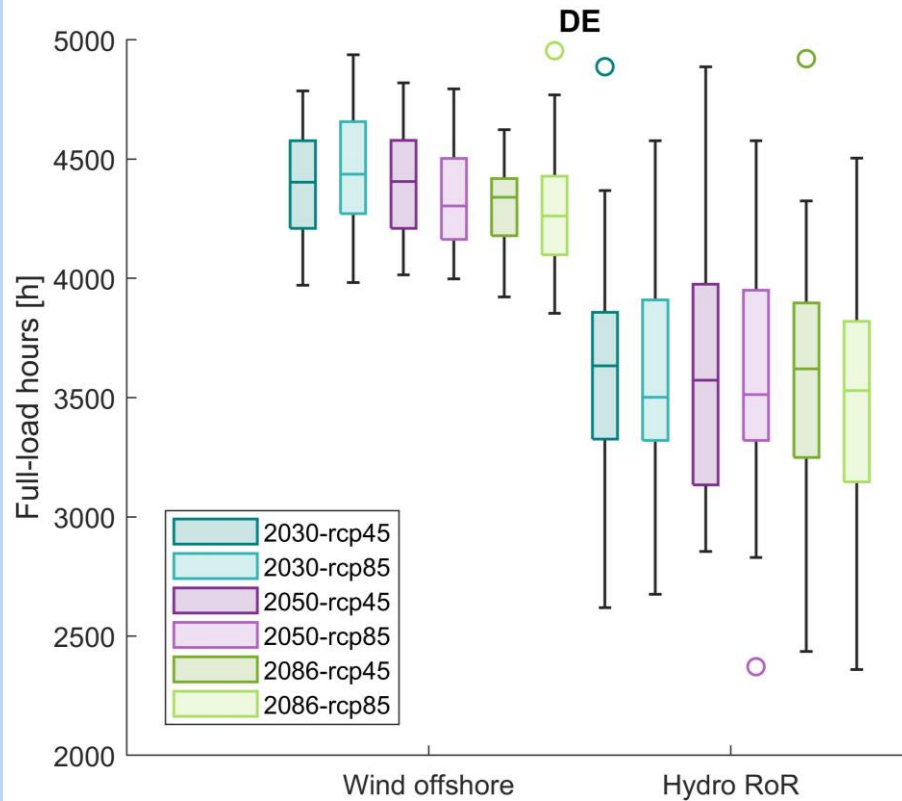
Klimaeinfluss auf die Stromnachfrage: E-Heating/E-Cooling in Österreich



- Entwicklung E-Cooling + E-Heating von inst. Kapazitäten abhängig (DN Szenario): Elektrifizierung Wärmesektor
- Zum Vergleich: ▲ Nachfrage ohne Klimawandel (Wetterjahr 2010)
- Abnahme Heizbedarf + Zunahme Kühlbedarf mit zunehmendem Klimawandel

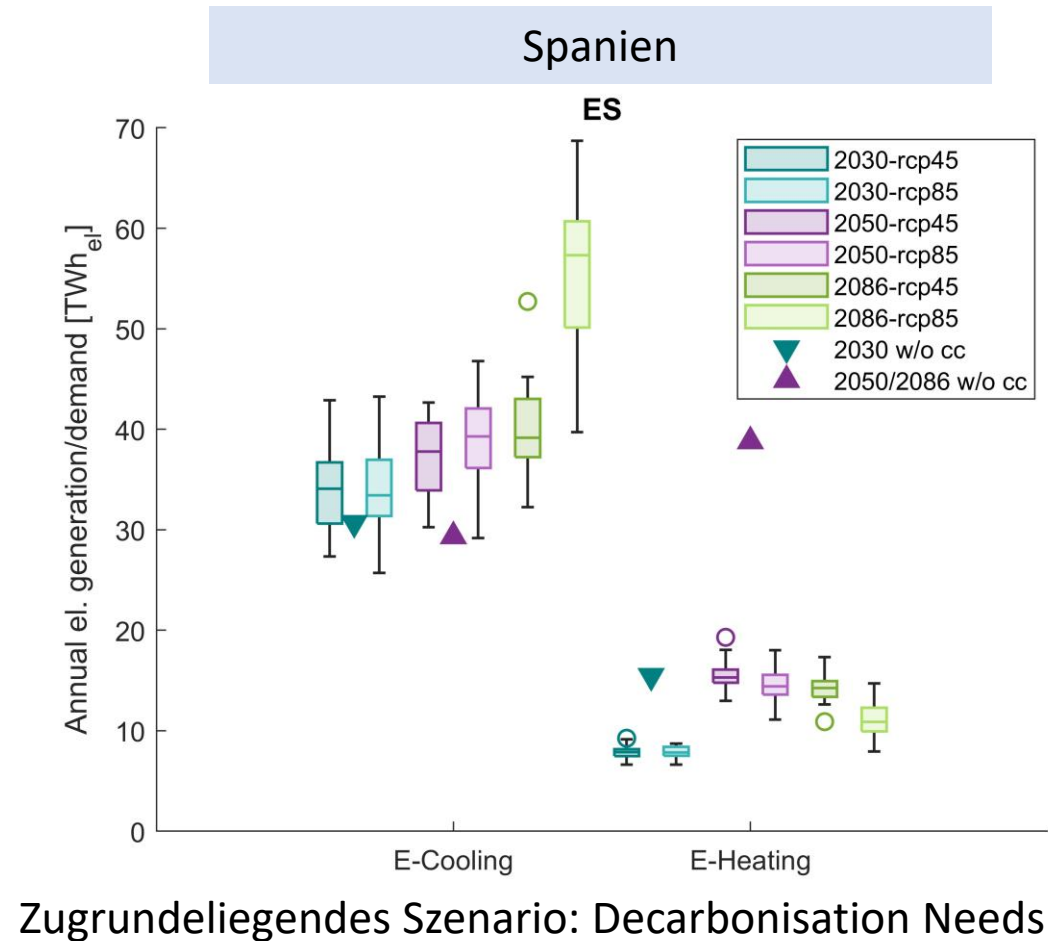
BoxChart: Es sind jeweils **30 Wetterjahre** dargestellt (um 2030/2050/2086 herum)

Erzeugungsmuster anderer Länder



- Einfluss auf VLH **orts- und technologiespezifisch**
- **Kein einheitlicher Trend** bei Wind und RoR FLH erkennbar
- Große **interannuelle Variabilität** bei **Laufwasser** in allen Ländern

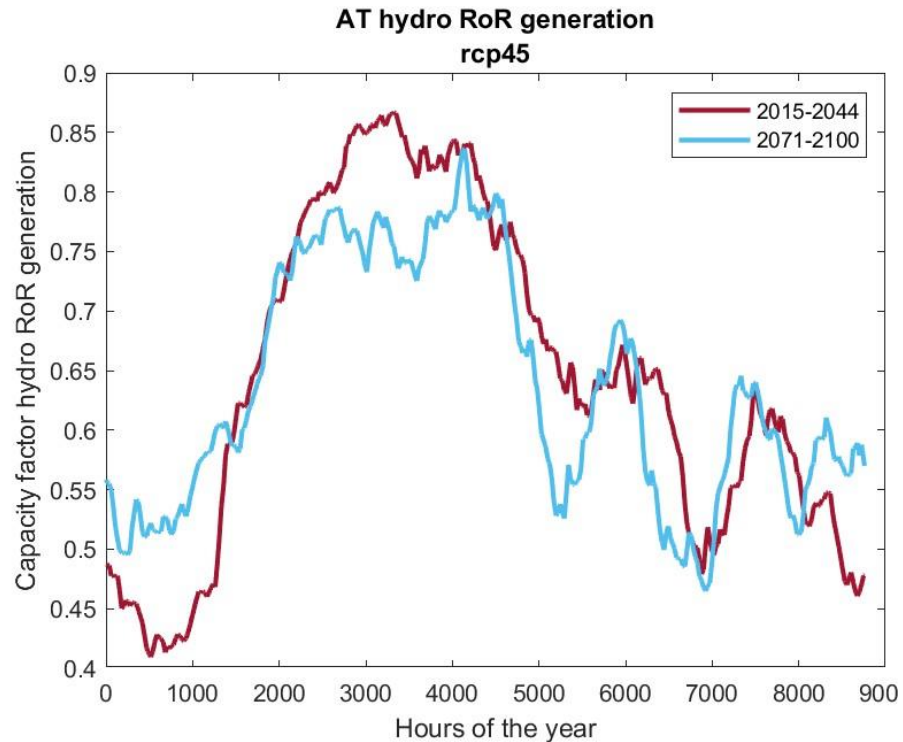
Nachfragemuster anderer Länder



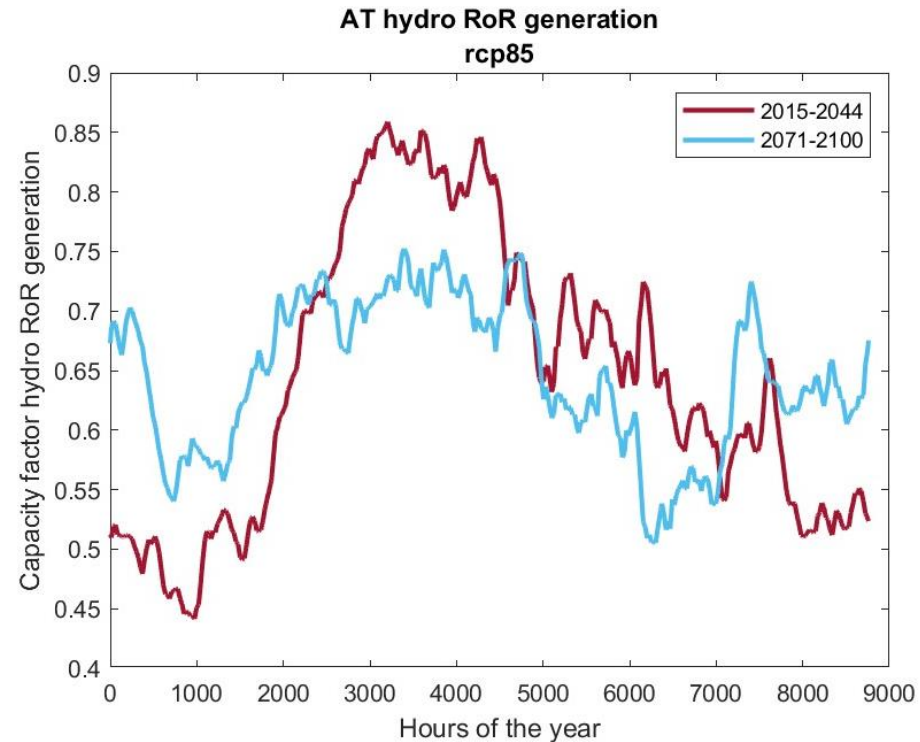
- E-Cooling Nachfrage überall steigend, in südlichen Ländern deutlich größere jährliche Stromnachfrage als E-Heating
- ES: Zunahme des E-Heating-Bedarfs durch Elektrifizierung wird fast **wettgemacht durch Klimawandel**
- **Unterschiede** zwischen rcp4.5 und rcp8.5 zeigen sich v.a. **am Ende des Jahrhunderts**
- Saisonale Verschiebung ist PV-kompatibel

Zeitliche Veränderungen der Stromerzeugung

Mittlerer Klimawandel



Starker Klimawandel



- **Zeitliche Verlagerung** der Wasserkrafterzeugung mit zunehmendem Klimawandel **vom Sommer- ins Winterhalbjahr**
- Keine deutliche Veränderung bei der saisonalen Verteilung von Windkraft in AT

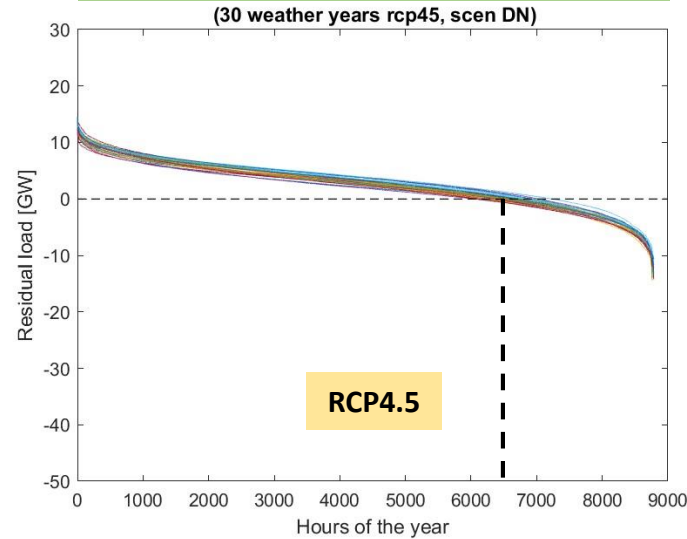
Kombination aus Erzeugung und Last

Residuallast in AT

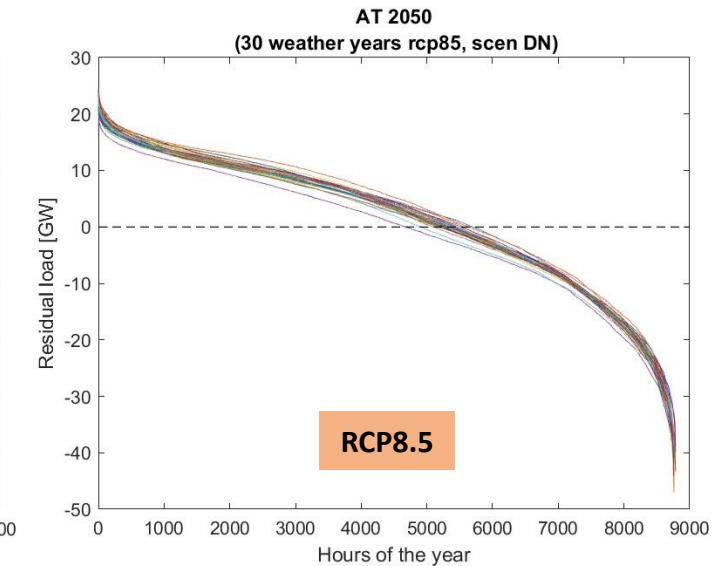
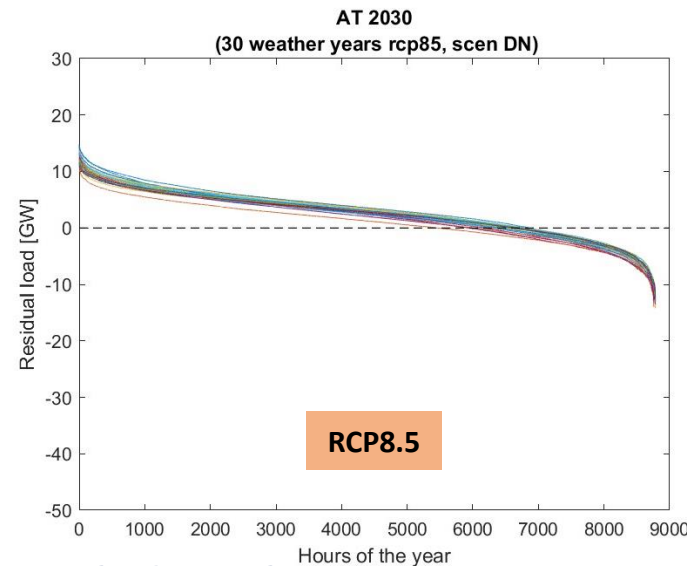
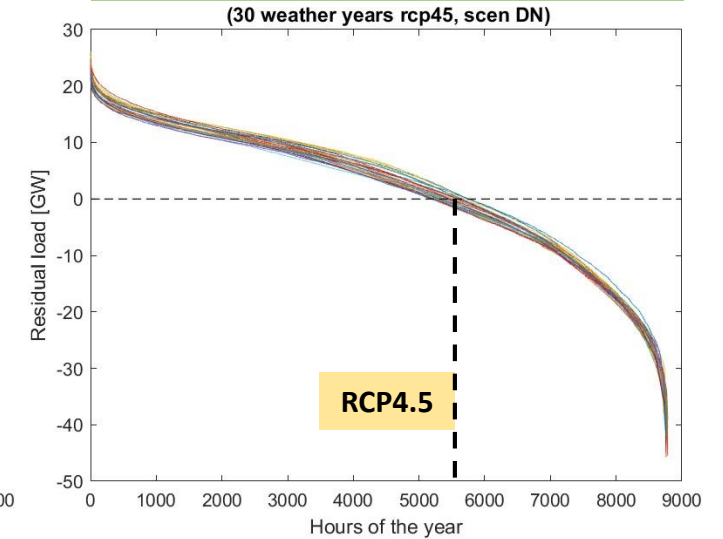
Residuallast = Last - PV - Wind - Laufwasser

- Darstellung von jeweils 30 Wetterjahren
- Dekarbonisierung des Gesamtenergiesystems erhöht positive und negative Residuallastspitzen deutlich
- Anteil der Stunden mit positiver Residuallast verringert sich:
 - 2030: ca. 6500 h
 - 2050: ca. 5500 h
- Transformation des Energiesystems hat deutlich größere Auswirkungen auf die Residuallast als versch. Wetterjahre

Stromsystem 2030



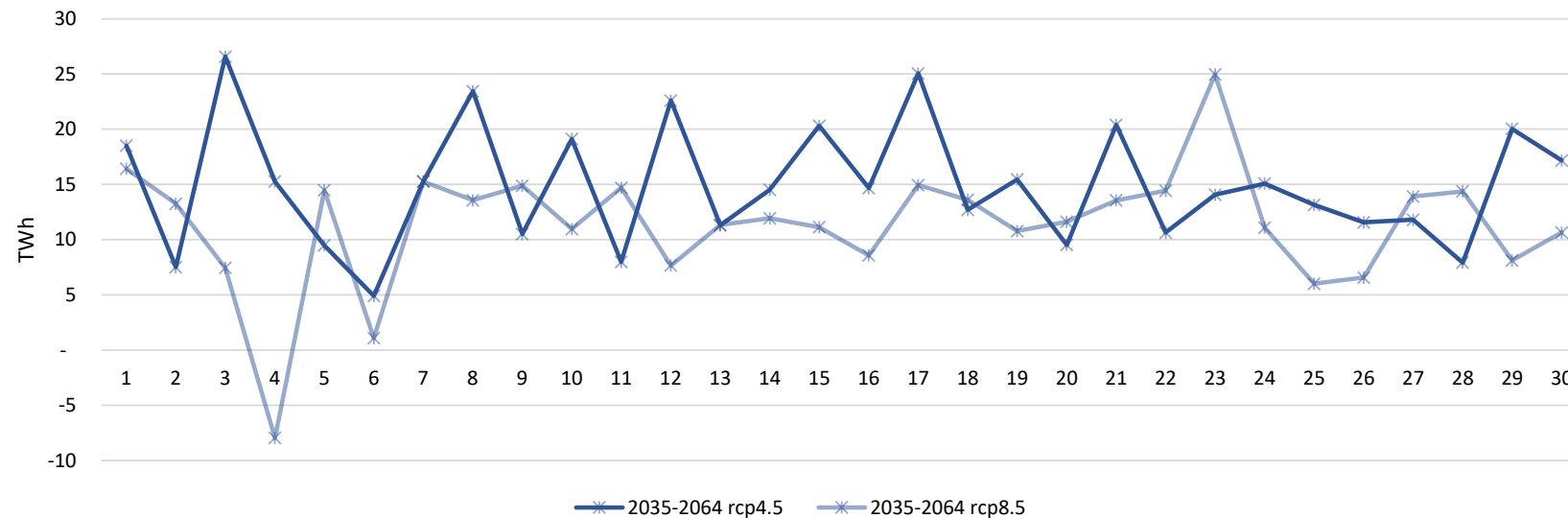
Stromsystem 2050



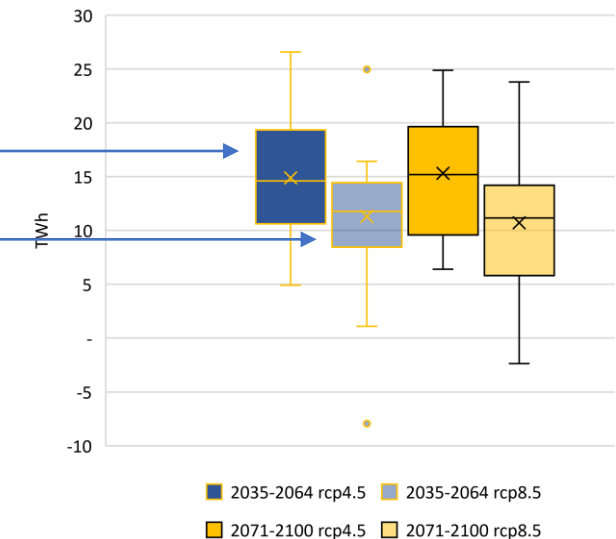
Interannuelle Variabilität der Residuallast AT

30 Wetterjahre um 2050

Akkumulierte stündliche Residuallast Österreich

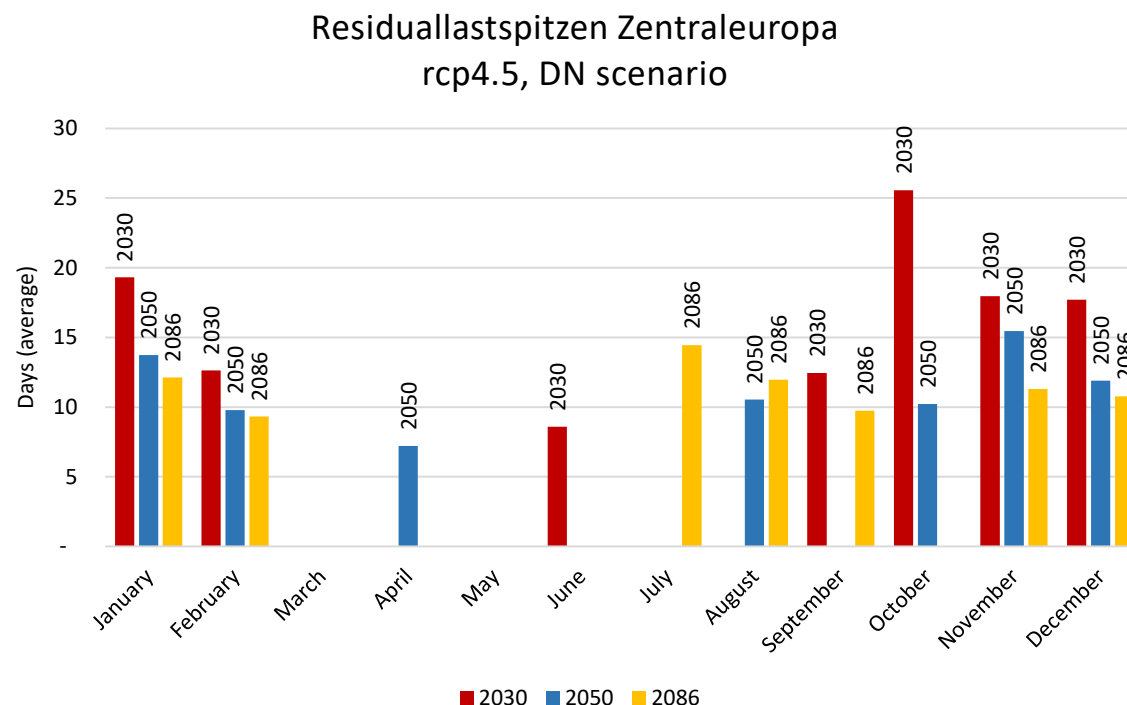


Akkumulierte stündliche Residuallast Österreich



- Dekarbonisiertes **Stromsystem 2050**, Decarbonisation Needs Szenario
- Unterschiede zwischen den Wetterjahren bis zu 35 TWh im **gleichen Energiesystem**
- Größere Schwankung in rcp8.5 am Ende des Jahrhunderts, im Mittel keine große Veränderung

Indikatoren für Extremereignisse



Zentraleuropa = FR, DE, Benelux, AT, CZ, PL, HU, SI, SK

Es sind jeweils **30 Wetterjahre** berücksichtigt (um 2030/2050/2086 herum)

- Zentraler Indikator
Residuallastspitzen: mind. 1 Woche sehr hohe Residuallast* (hohe Last/niedrige Erzeugung - Dunkelflauten/Hitzewellen)
- Residuallastspitzen eher im Winterhalbjahr
- Residuallastspitzen im Winter länger, nehmen aber über die Jahre ab
- Sommerspitzen kommen dazu (Juli/August)
- Residuallastspitzen sind regional unterschiedlich (Erzeugungs- und Nachfragemix)

*Rollierendes Mittel über 7 Tage > 80. Perzentil der positiven Residuallast für mind. 7 Tage

References

- HOTMAPS – Open Data Set for the EU28
 - Mostafa Fallahnejad. (2019). Hotmaps-data-repository-structure. Retrieved from Hotmaps-Wiki website: <https://wiki.hotmaps.eu/en/Hotmaps-open-data-repositories>
 - Pezzutto, S., Zambotti, S., Croce, S., Zambelli, P., Garegnani, G., Scaramuzzino, C., ... Popovski, E. (2018). Open Data Set for the EU28. Retrieved from D2.3 WP2 Report. Load profile residential heating yearlong 2010. Reviewed by Lukas Kranzl, Sara Fritz. website: https://gitlab.com/hotmaps/load_profile/load_profile_residential_heating_yearlong_2010
- Craig, M. T., Wohland, J., Stoop, L. P., Kies, A., Pickering, B., Bloomfield, H. C., ... Brayshaw, D. J. (2022). Overcoming the disconnect between energy system and climate modeling. *Joule*, 6(7), 1405–1417.
<https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.05.010>

Open-source Datensets

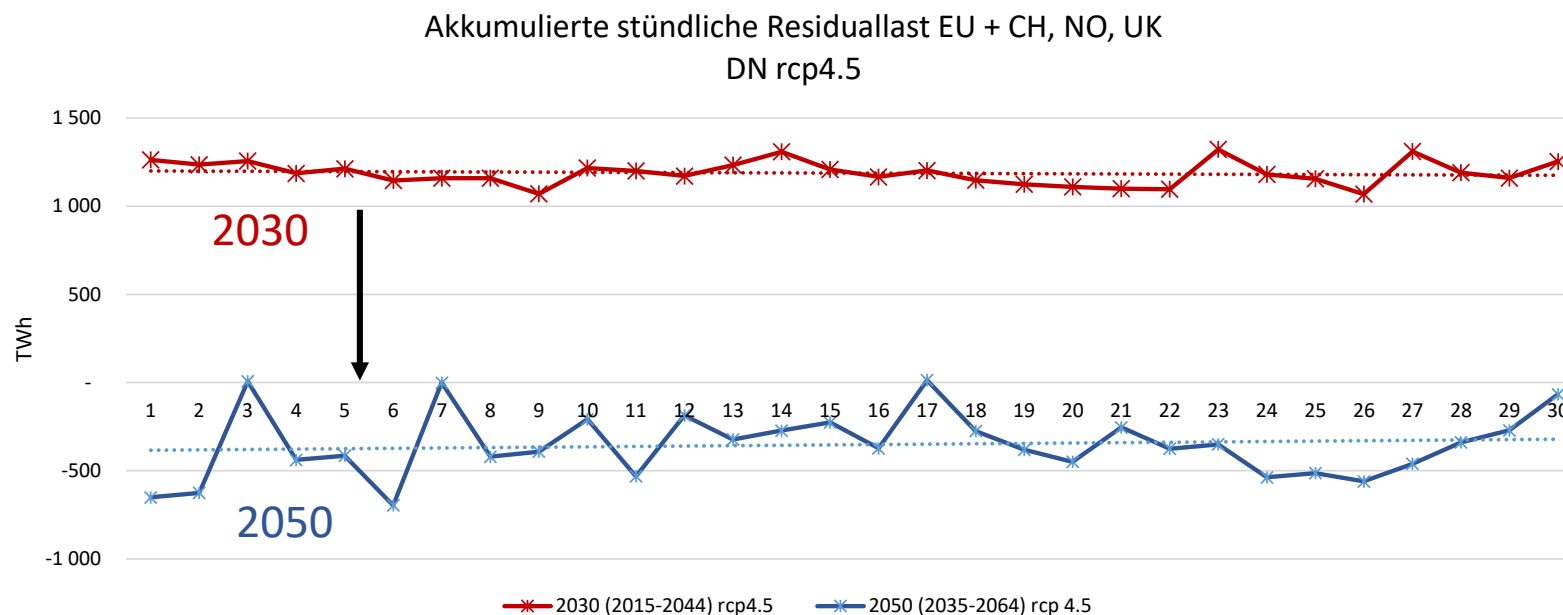
Das Klimadatenset und das **Energiesystemdaten**set (stündliche Auflösung bis 2100) wird im Laufe des Projekts SECURES **offen zugänglich** gemacht.

Aktuelle Informationen: <https://www.secures.at/news>

Rückfragen und Anmerkungen? Gerne!

Franziska Schöniger
Project lead SECURES
schoeniger@eeg.tuwien.ac.at
+43 1 58801 370378

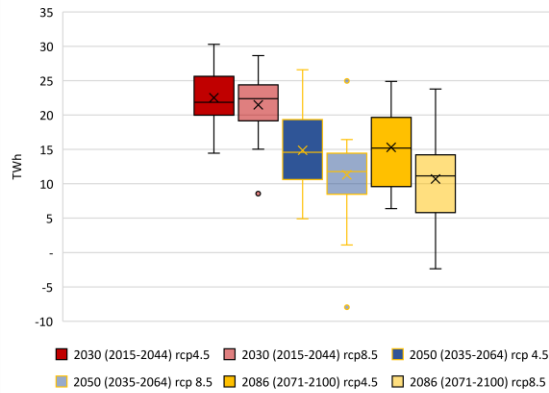
Entwicklung Residuallast: EU



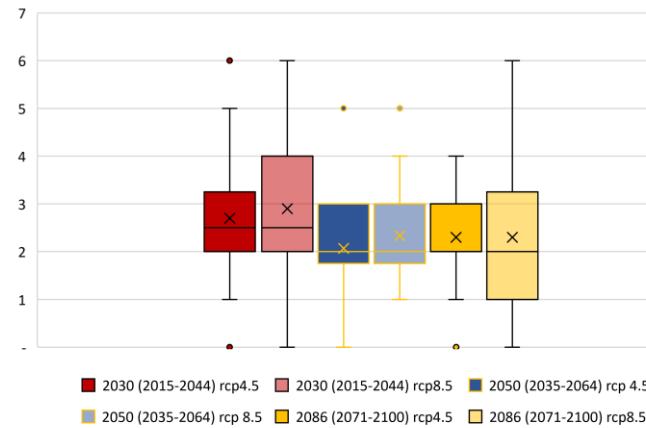
- Dekarbonisierung später als in AT: Jahressumme Residuallast positiv (2030) → negativ (2050)
- Speicherbedarf

RL Indikatoren AT

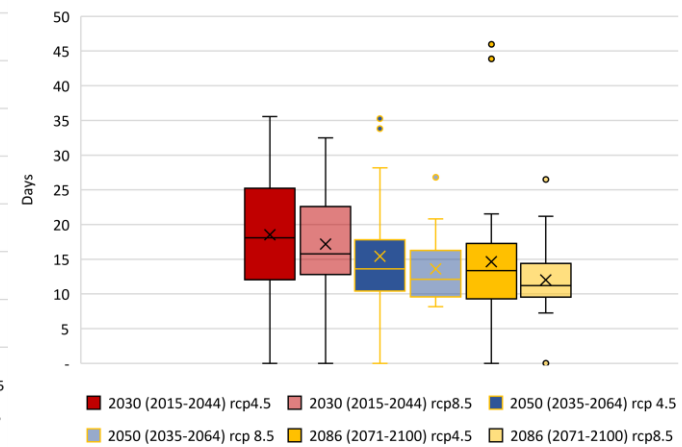
Accumulated residual load AT
DN comparison rcp4.5/rcp8.5



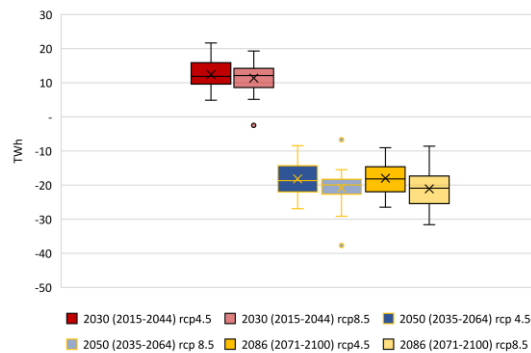
Number of RL peaks AT
DN comparison rcp4.5/rcp8.5



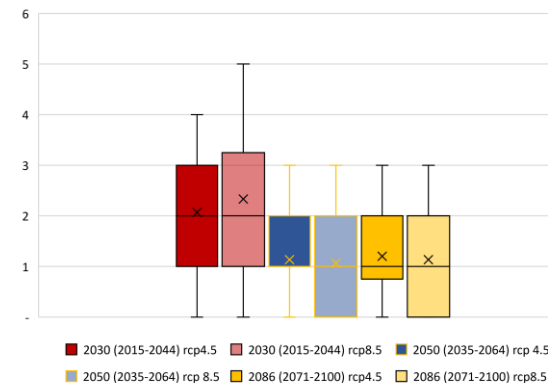
Average length of RL peak AT
DN comparison rcp4.5/rcp8.5



Accumulated residual load AT
REF comparison rcp4.5/rcp8.5



Number of RL peaks AT
REF comparison rcp4.5/rcp8.5



Average length of RL peak AT
REF comparison rcp4.5/rcp8.5

