

Klimaprojektionen im Kontext der Energiesystemmodellierung

Rabea Weil^{*1}, Marion Schroedter-Homscheidt¹, Yvonne Scholz², Bruno Schyska¹

¹Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme, Oldenburg

²Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Vernetzte Energiesysteme, Stuttgart

*Rabea.Weil@dlr.de

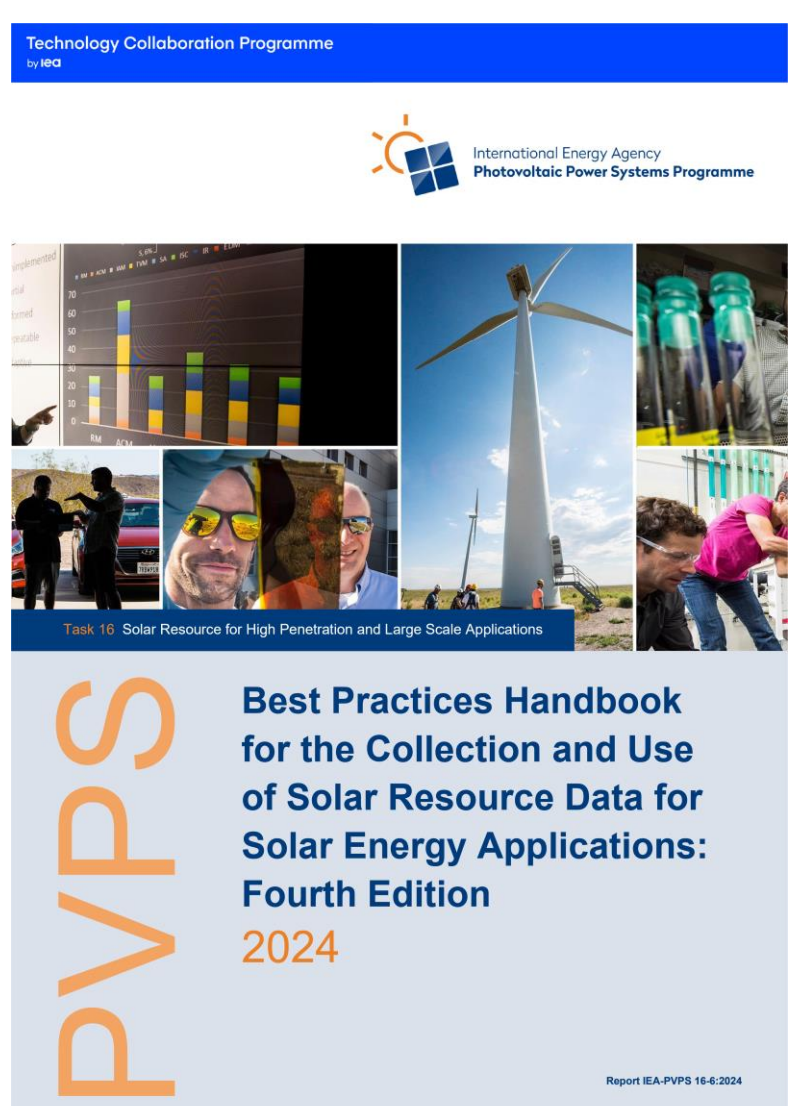
In der Energiesystemmodellierung sind neben historischen Beobachtungen und präzisen Vorhersagen auch Klimadaten von großer Bedeutung. Sowohl für die Planung als auch für die Untersuchung der Resilienz von Energiesystemen ist das Wissen über potentielle Änderungen von energierelevanten Parametern wie Strahlung und Wind, aber auch Temperatur und Niederschlag entscheidend. Das **DLR Institut für Vernetzte Energiesysteme** betrachtet dieses Themenfeld in Fokusthemen und ist mit der Arbeitsgruppe **Energiemeteorologie** an verschiedenen Projekten beteiligt.

Fokusthemen



IEA PVPS Task 16

- International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Program, Solar Resource



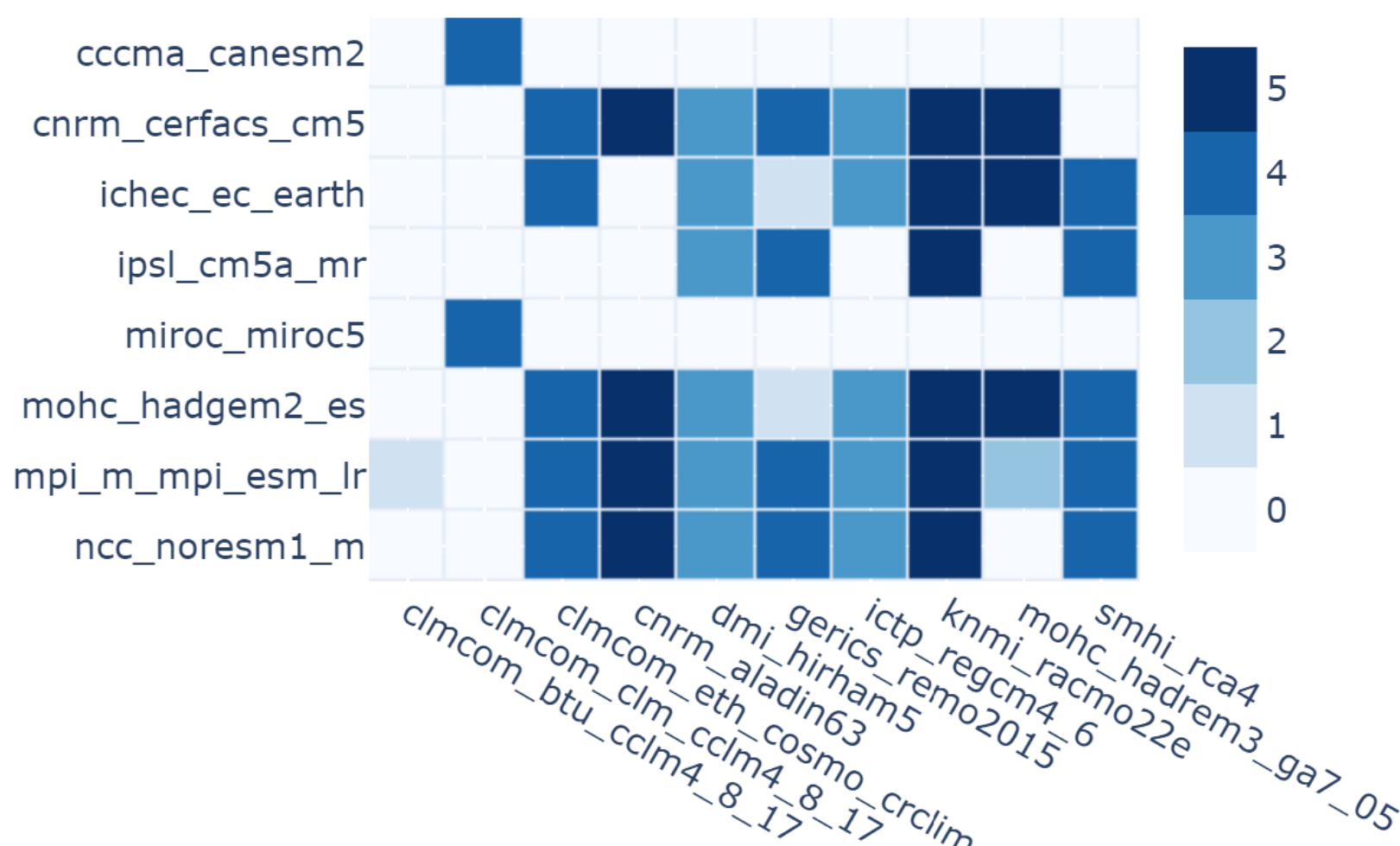
Best Practices Handbook¹

- Internationale Zusammenarbeit, Erfahrungsaustausch und Studien zu solaren Ressourcen und Prognosen
- Barrieren für die Netzintegration und Kosten für PV senken
- Verbesserung von Prognosequalität und Analysen
- Unterstützung von Akteuren aus der Solarenergie durch Informationen zu Forschung und Daten

SOLREV-2

- Analyse und Bewertung von Methoden zur Bestimmung solarer Ressourcen und Vorhersagen für die Netz- und Marktintegration von Solarenergie
- Evaluation von Klimamodellen hinsichtlich Solarstrahlung
- Aerosolen haben großen Einfluss auf Strahlung²

Ranking von EURO-CORDEX Projektionen: Verfügbarkeit Parameter in 3h-Auflösung, Verfügbarkeit historischer Lauf, RCP8.5 Szenario, Aerosole (mit zeitlicher Entwicklung)

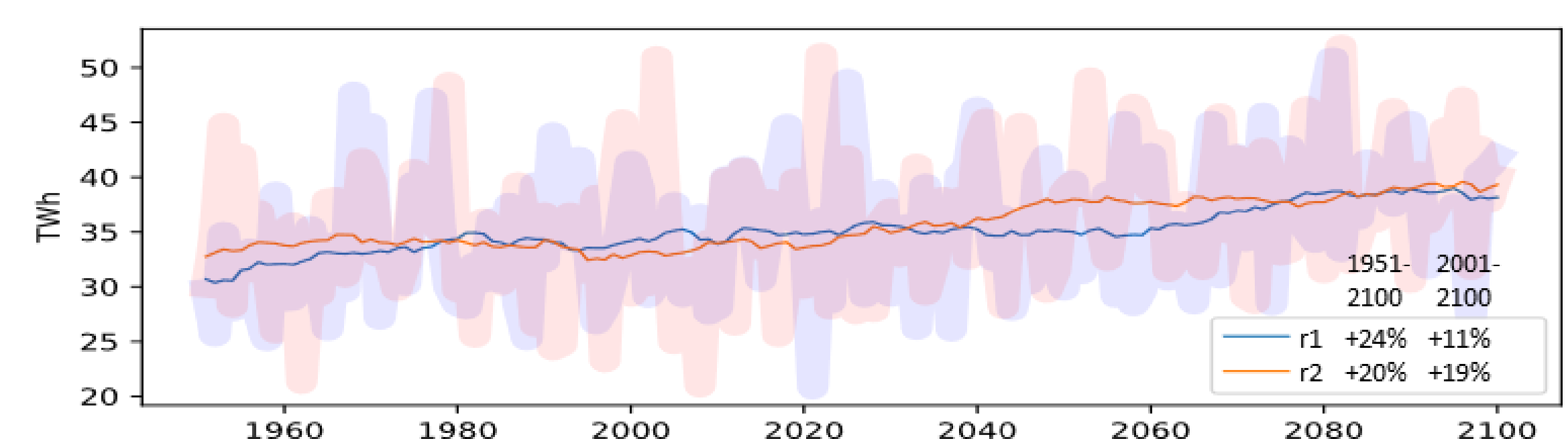


InterBDL

- Anpassung von Energie- und Wasserversorgung sowie Verkehrsnetzen an den Klimawandel
- Speicherpotential von E-Fahrzeugen mit bidirektionalem Laden als Teil der Transformation des Energiesystems
- Verknüpfung von Akteuren entlang der Wirkkette

Einfluss von Klimawandel und Extremereignissen auf die Stromerzeugung aus Wind und Solar

- Welche Versorgungsengpässe sind zu erwarten?
- Wie beeinflusst der Klimawandel Dunkelflaute-Ereignisse?
- EURO-CORDEX Projektionen (GCM: MPI-ESM-LR, RCM: REMO2009, Szenario: RCP8.5, Ensemble Member: r1 + r2)
- Zeitreihen Stromerzeugung mit EnDAT³
- TYNDP Szenarien (ENTSO-E)⁴ für Europa
- Analyse der monatlichen Kapazitätsfaktoren für PV, Wind onshore und offshore, Änderung für den Mix: -6% bis +4% im Laufe des 21. Jh.
- Intensität von Dunkelflauten (Anomalie 14-tägige Erzeugung vs. langjähriges Mittel) steigt im 21. Jh. um 11-19%

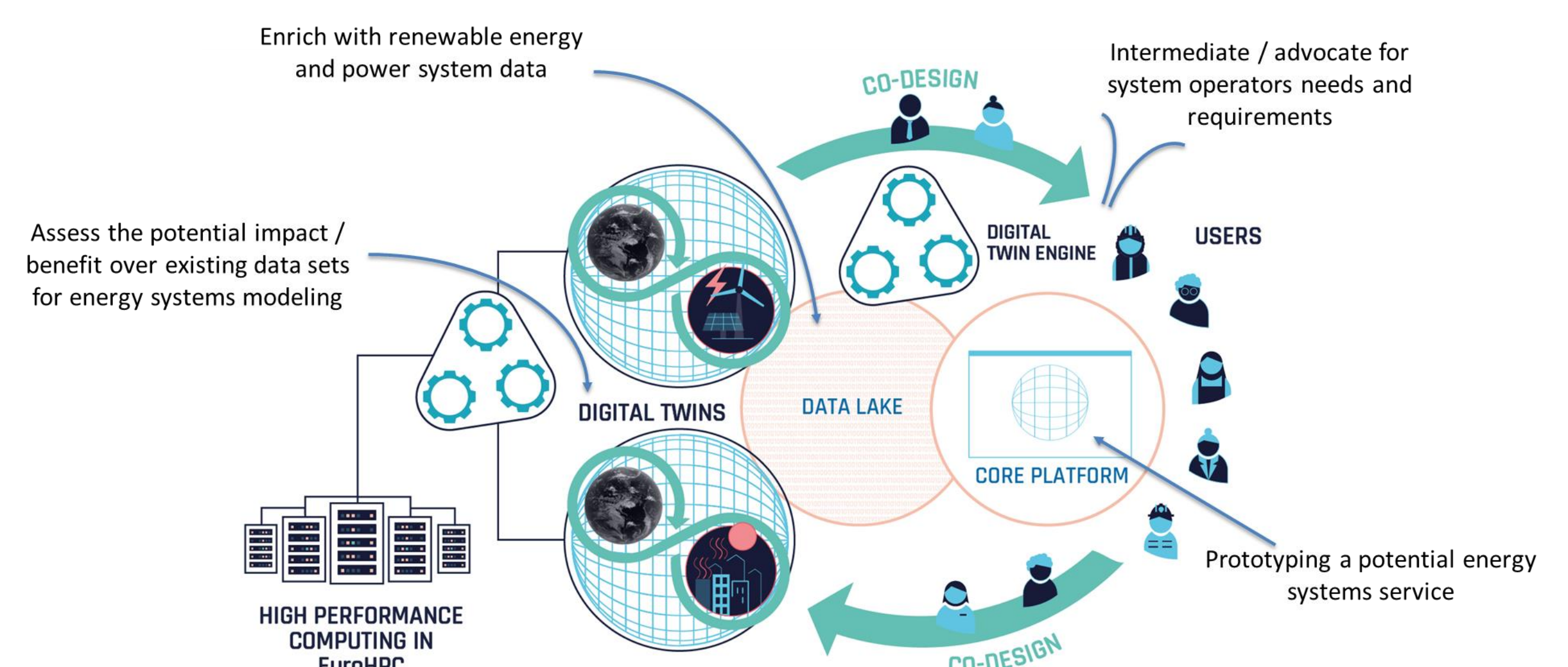


Entwicklung der Dunkelflauten-Maxima pro Jahr (transparent) und als rollierendes Mittel (Linie)

- Analyse des Flexibilitätsbedarf zeigt jährliche Schwankungen der Residuallast von 27-38% des Mittelwerts (10-13% des jährlichen Strombedarfs)

Destination Earth (DestinE)⁵

- Entwicklung eines hochpräzisen digitalen Modells der Erde → Digitale Zwillinge (Klima und Extreme)
- Verbesserung der Modellierung und somit Planung klimaresistenter Stromsysteme
- Bereitstellung von Werkzeugen und Methoden zur Integration von Klimadaten in Energiesystemmodelle → Demonstrator



- Standardisierte Bewertung von Modellsensitivitäten auf meteorologische Parameter
- Vergleich des Digitalen Zwillings mit hochaufgelösten bodengebundenen und satellitenbasierten Messungen
- Digitaler Zwilling für Extreme ermöglicht mit On-Demand Funktionalität verbesserte Vorhersagen energiekritischer Situationen

1 IEA PVPS 2024: Best Practices Handbook for the Collection and Use of Solar Resource Data for Solar Energy Applications, doi.org/10.69766/ENEH5295

2 Gutiérrez et al 2020: Future evolution of surface solar radiation and photovoltaic potential in Europe: investigating the role of aerosols, Environ. Res. Lett. 15 034035, doi.org/10.1088/1748-9326/ab6666

3 Energy Data Analysis Tool, Scholz 2012: Renewable energy based electricity supply at low costs : development of the REMix model and application for Europe, Dissertation, University of Stuttgart, doi.org/10.18419/opus-2015, Kontakt: Yvonne.Scholz@dlr.de

4 Ten Year Network Development Plan, 2022 Scenarios, ENTSO-E, 2022, <https://2022.entsos-tyndp-scenarios.eu/download/>

5 Use Case Energiesysteme: <https://destination-earth.eu/use-cases/energy-systems/>, Kontakt: Bruno.Schyska@dlr.de