

Die Wetterprognose enthält keine SoFi? Dann rechnen wir den Effekt eben selbst rein!

Dr. Rafael Fritz, [Kevin Winter](#), [Elvira Schlee](#)

Fraunhofer IEE (Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik), Joseph-Beuys-Straße 8, DE-34117 Kassel

Motivation

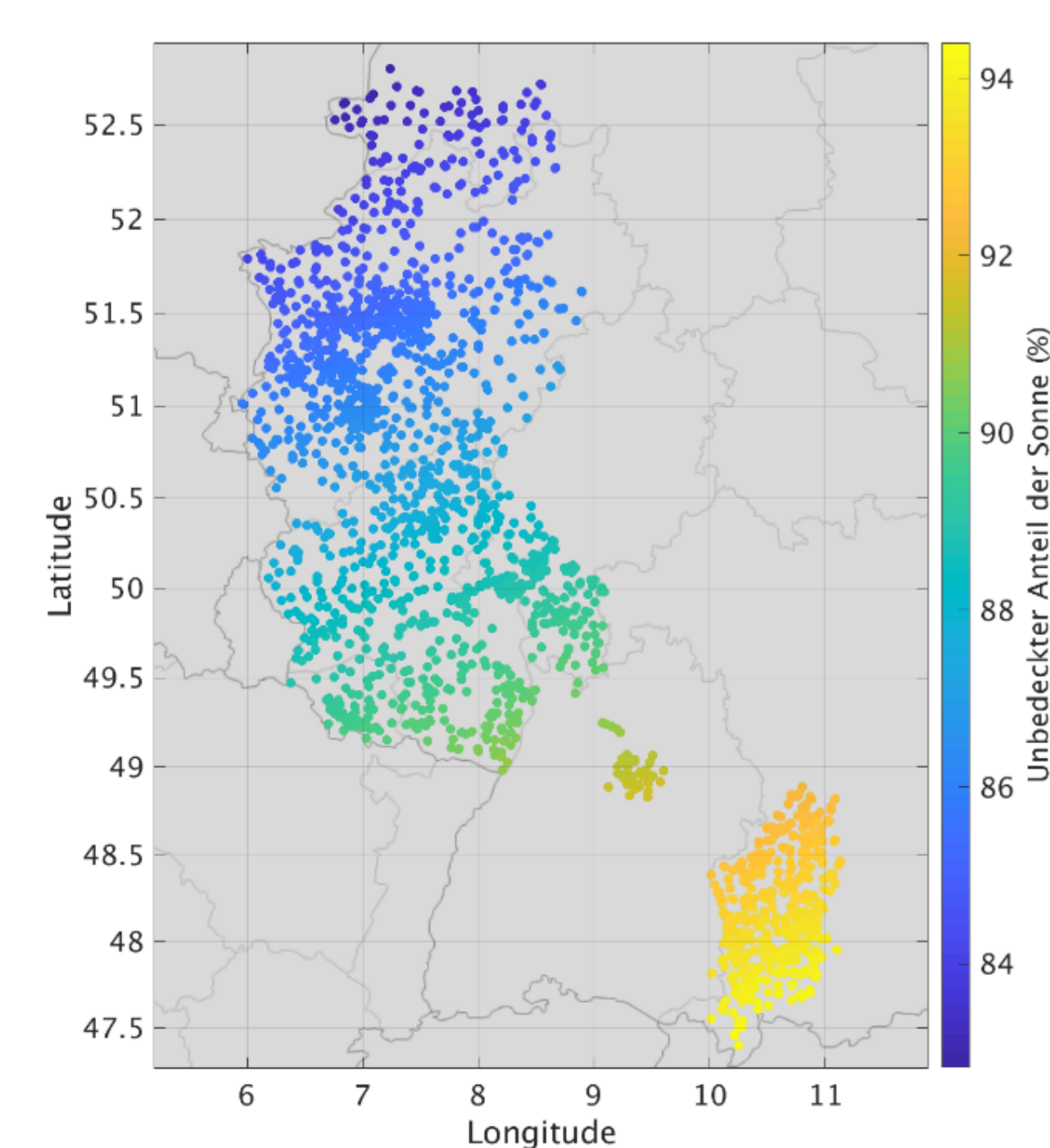
Integration von Photovoltaik ins Stromnetz erfordert besonders bei steigenden Kapazitäten immer bessere Prognosen. Reibungsloser Netzbetrieb kann keine vermeidbaren Fehler akzeptieren. Seltene meteorologische Extremereignisse stellen dabei noch besondere Herausforderungen dar. Neben Vulkan-Asche und Sahara-Staub erfordert eine Sonnenfinsternis die besondere Aufmerksamkeit der Netzbetreiber, Stromhändler und Prognose-Dienstleister.

Wetterprognosen ohne SoFi

Die Autoren dieses Beitrags begannen daher frühzeitig mit der Entwicklung von Methoden zur eigenen Berechnung der solaren Bedeckung, um flexibel zu sein bei der Anwendung des Effekts in Kombination mit beliebigen etablierten Wetterprognose-Modellen. So werden sich die regionalen und lokalen PV-Einspeiseprognosen zukünftig, z.B. für den 25.10.2022 (eine partielle Sonnenfinsternis), optimal anpassen und Fehler reduzieren lassen.

Methodik und Lösung

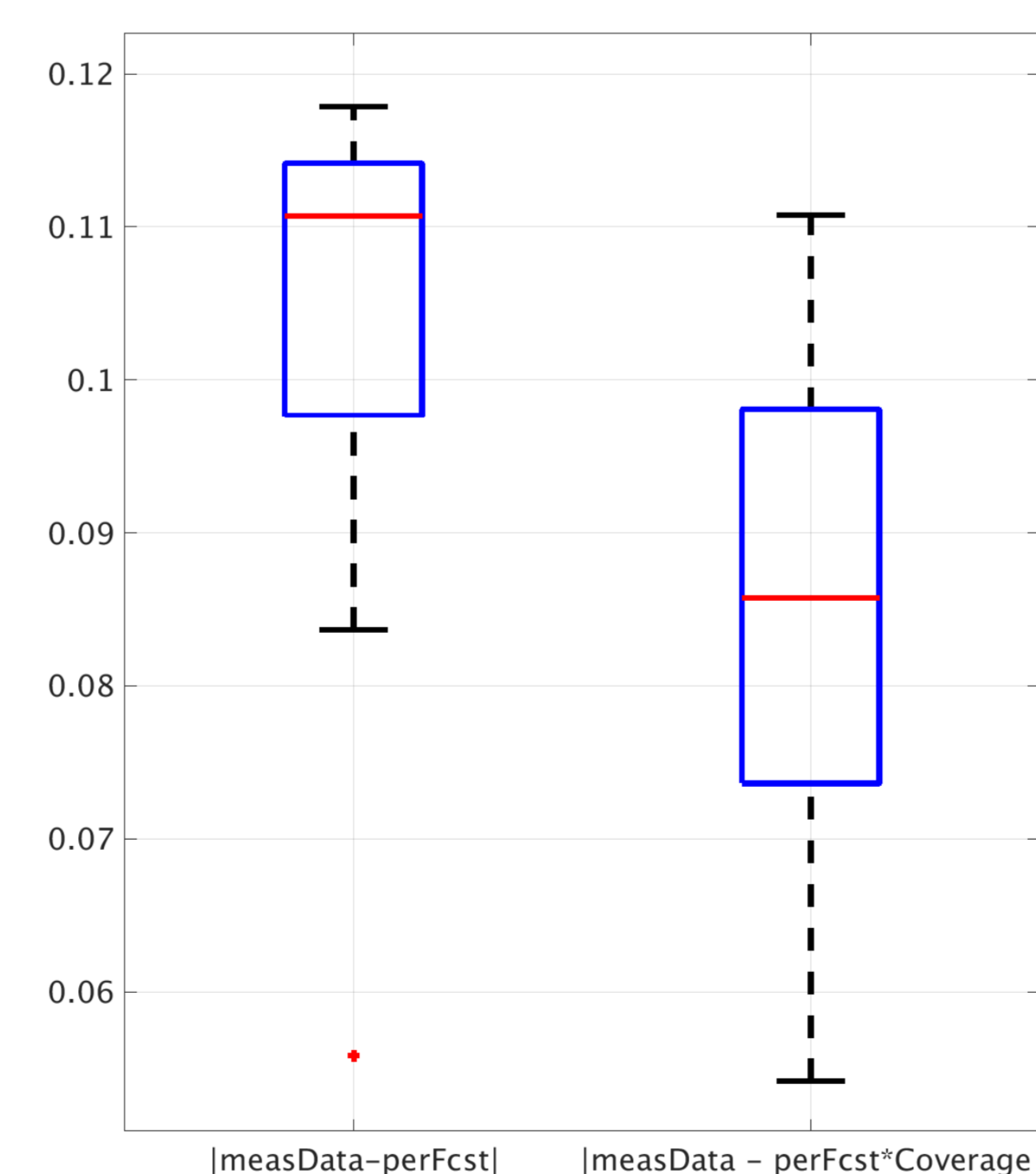
- Ansätze zur Positions-Berechnung von Sonne und Mond wurden kreuzvalidiert.
- Bedeckungsgrad kann zeitlich und räumlich exakt bestimmt werden.
- Homogene Strahlungsleistung der Sonnenscheibe annehmbar.
- Validierung am 10.06.2021 in zwei Schritten
 - Bodengestützte Messung der Globalstrahlung (DWD)
 - Einspeise-Messungen tausender PV-Parks (Amprion)
- Vorgehen gut geeignet zur Beschreibung der Beobachtungen.



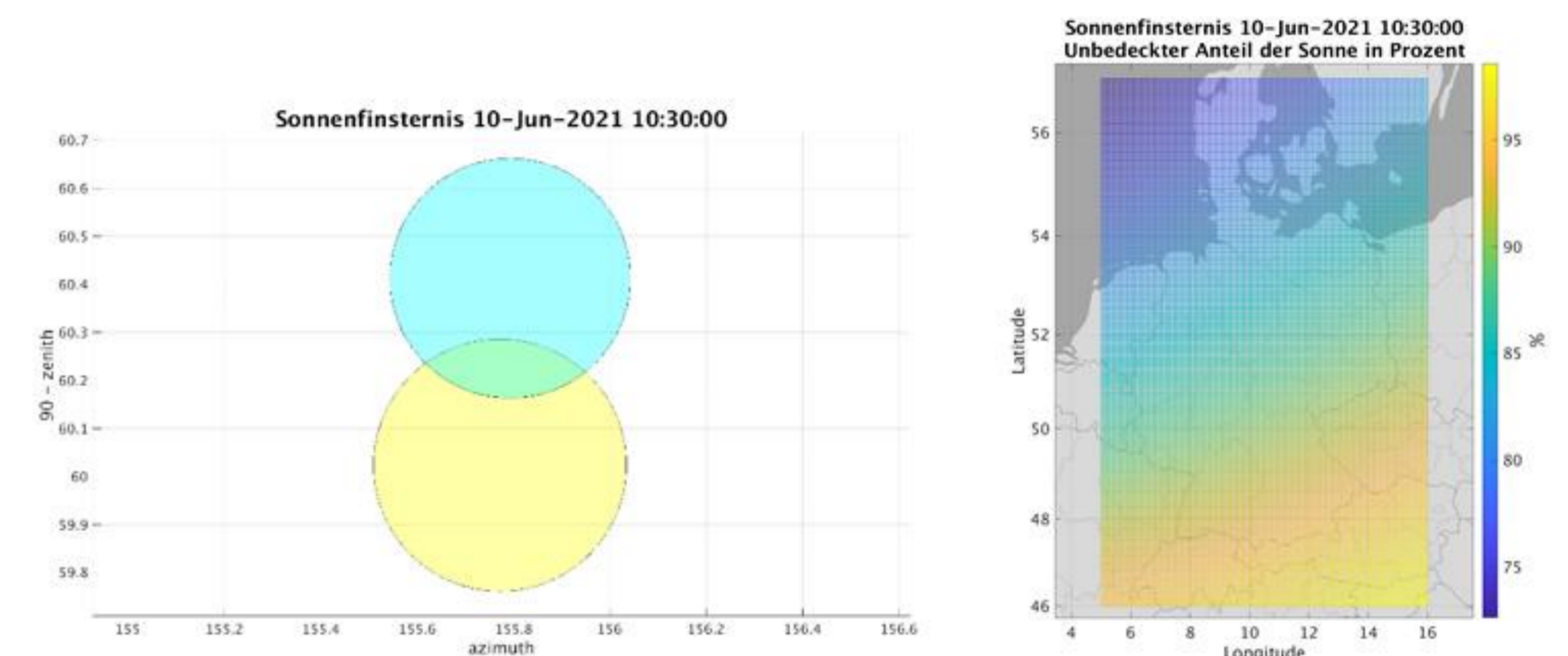
Unbedeckter prozentualer Anteil der Sonne während der Sonnenfinsternis am 10.06.2021 (links)

Simulation der Werte während SoFi auf Basis vorheriger Werte (Persistenz)

Eine vorherige Abschätzung der SoFi muss rein auf Basis vorher bekannter Daten möglich sein. Mittels Persistenzprognose (clear-sky-Index) konnte der Tagesgang von Globalstrahlung oder PV-Einspeisung über die SoFi hinweg fortgesetzt werden. Dabei kann der Effekt der SoFi langsamer und kleiner sein als Bewölkung. Auch volatiler Eigenverbrauch muss gesondert behandelt (und prognostiziert) werden.



Durchschnittliche Abweichung der Messwerte zur Persistenzprognose ohne (linker Box-Plot) bzw. mit Bedeckungsgrad (rechter Box-Plot). Offensichtlich überschneiden sich die Fehlermaßverteilungen, aber im Mittel wird eine Verbesserung um 25% erreicht.

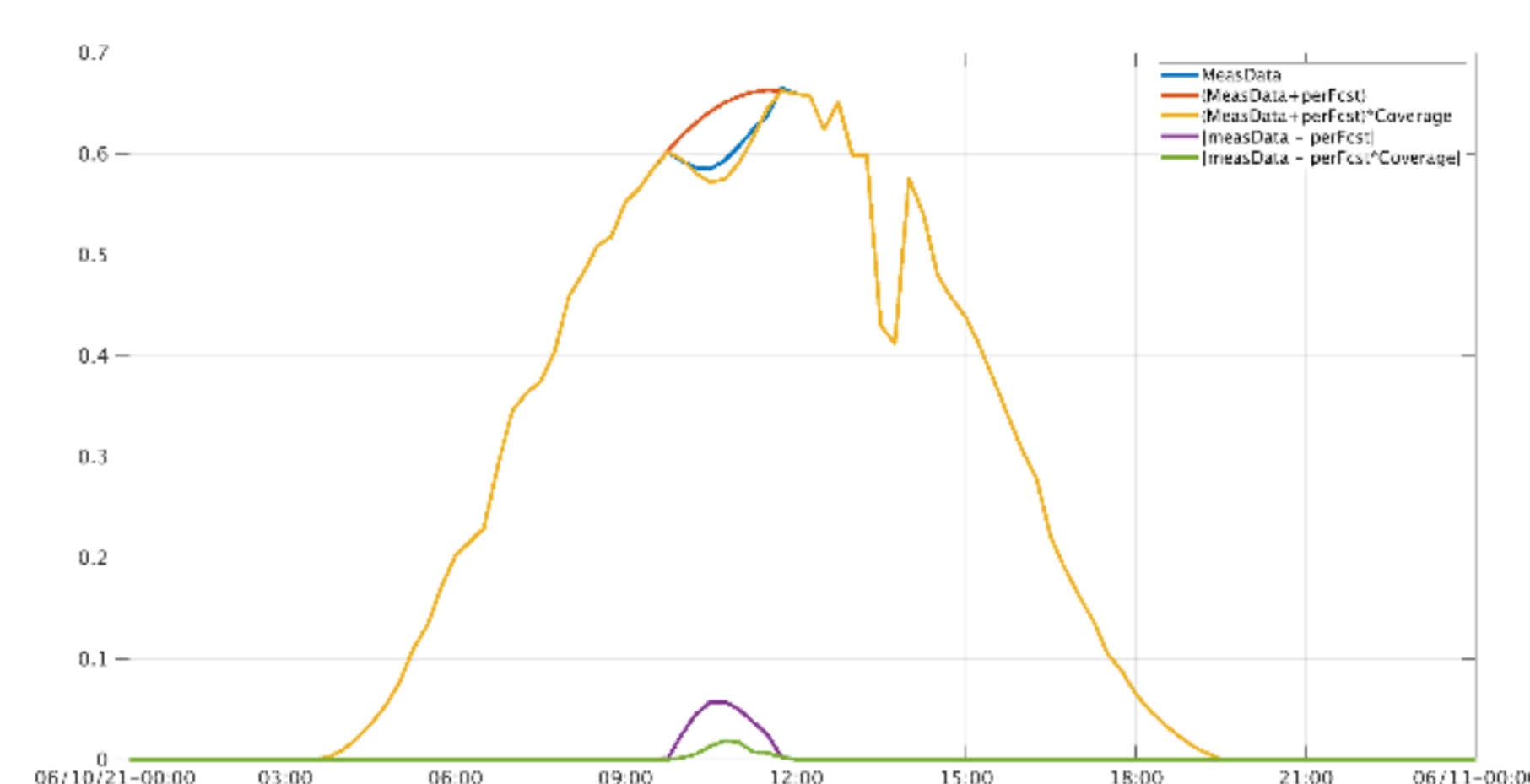


Für einen Zeitpunkt während der Sonnenfinsternis 2021 hier dargestellt: die Bedeckung der Sonnenscheibe (gelb) durch den Mond (türkis) für einen Standort in Deutschland. Rechts die Kartendarstellung des Bedeckungsgrads bzw. für intuitive Interpretation (1-Bedeckung).

Ergebnisse

Die Zeitreihen der vielen Standort-Messungen stellen sich dabei sehr divers dar. Wechselnde Bewölkung (oder doch Eigenverbrauch?) lässt den Effekt der Sonnenfinsternis teilweise „im Rauschen untergehen“. Volleinspeisende Standorte mit durchweg sonnigem Tagesverlauf zeigen am besten den hier diskutierten Effekt.

- Durch Hinzunahme des Bedeckungsgrads gelingt eine weitestgehend deutliche Optimierung und Reproduktion der tatsächlichen Beobachtungen.
- Die Fehlerverteilung weist insgesamt eine Verbesserung um 25% auf.



Messdaten (blau), Persistenzprognose ohne (orange) und Persistenzprognose mit Bedeckungsgrad verrechnet (gelb), absolute Differenz der Messwerte und der Persistenzprognose ohne (lila) und der Persistenzprognose mit Bedeckungsgrad verrechnet (grün).

Fazit und Ausblick Sonnenfinsternis am 25.10.2022

2022 wird die SoFi mit ca. 25% Bedeckung etwa doppelt so stark sein wie 2021 mit ca. 13%. Zusammenfassend sind die Studienergebnisse vielversprechend und erlauben die Anwendung auf individuelle Wetterprognosen. Zusätzlich zu üblicherweise schon guten Prognosemodellen für die Einspeisung einzelner PV-Parks oder ganzer Portfolios, inklusive Eigenverbrauch und anderer individueller Effekte, kann somit ein wichtiger Beitrag geleistet werden, absehbare Fehler zu vermeiden oder wenigstens zu reduzieren.

Daten jeder weiteren Sonnenfinsternis und andere Optimierungen werden die Methodik weiter verbessern und Energiesysteme weltweit resilienter machen gegen solche (lokal, aber nicht global) seltenen Extremereignisse.