SATELLITENEINSTRAHLUNGSDATEN ALS LEISTUNGSMESSWERTERSATZ IN PV-KURZFRISTPROGNOSEN

Alina Herzog[1], Leon Franken[1], Dominik Beinert[1], Jonas Koch[1], Dominik Jost[1], Axel Braun[1], Rafael Fritz[1]

DACH – Meteorologie Tagung

Leipzig, 24. März 2022

Session: Energie – und Verkehrsmeteorologie

[1]Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik

Kontakt: alina.herzog@iee.fraunhofer.de

© Fraunhofer

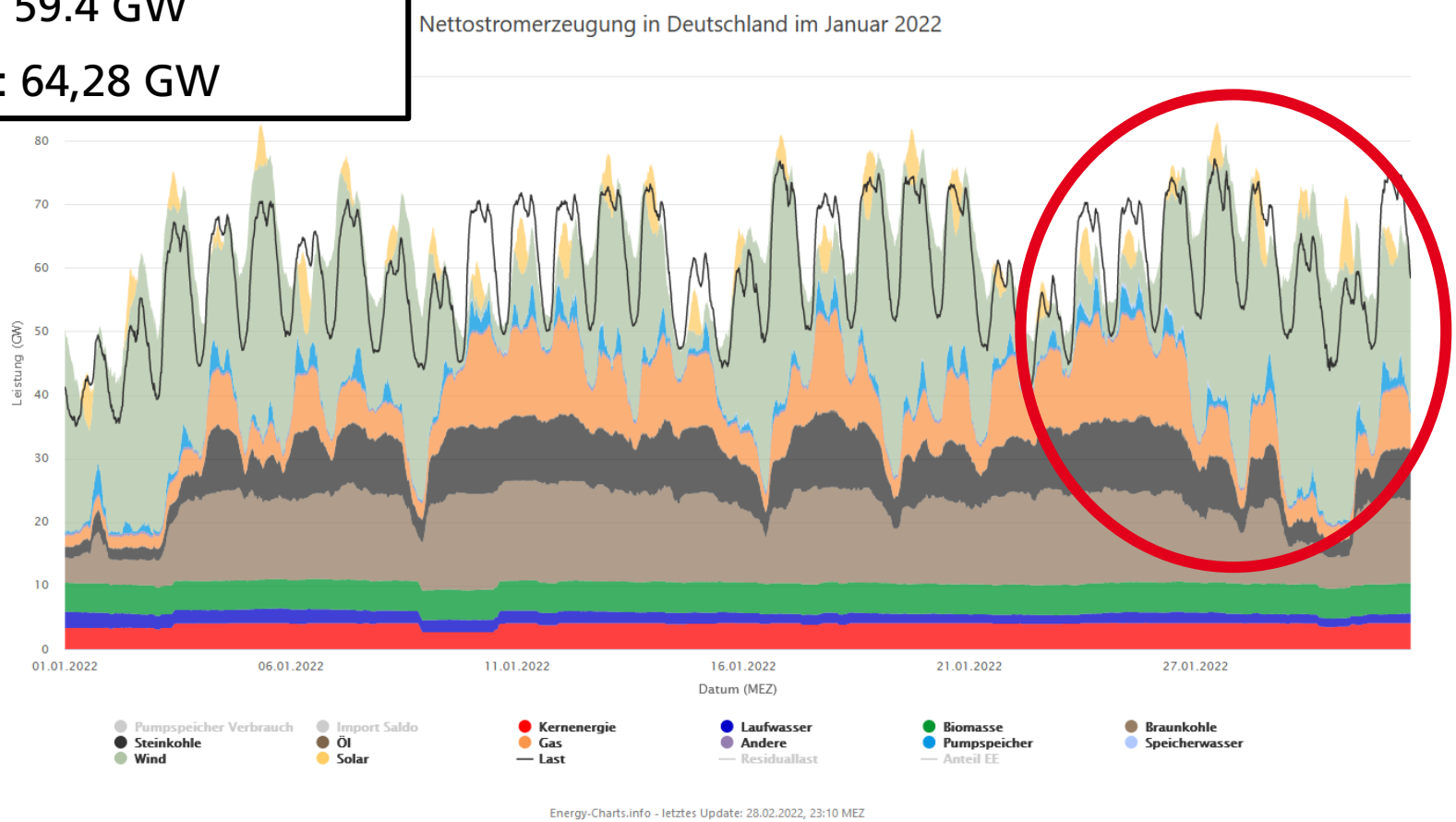
Fraunhofer IEE

Motivation – Deutscher Strom Mix[1], Januar 2022

Installierte Leistung[2]:

Solar: 59.4 GW

Wind: 64,28 GW



[1] https://energy-charts.info/charts/power/chart.htm?l=de&c=DE&stacking=stacked_absolute_area

[2] https://energy-charts.info/charts/installed_power/chart.htm?l=de&c=DE&stacking=grouped&chartColumnSorting=default

© Fraunhofer

Motivation - Kurzfristprognose

Intraday Prognose:

- Vorhersagehorizont 0h - 8h
- Aktuelle Messwerte können zur Optimierung der wetterbasierten Energieprognose verwendet werden

Problem: Betrachtung einer großen Anzahl an Solarparks (> 14.000)

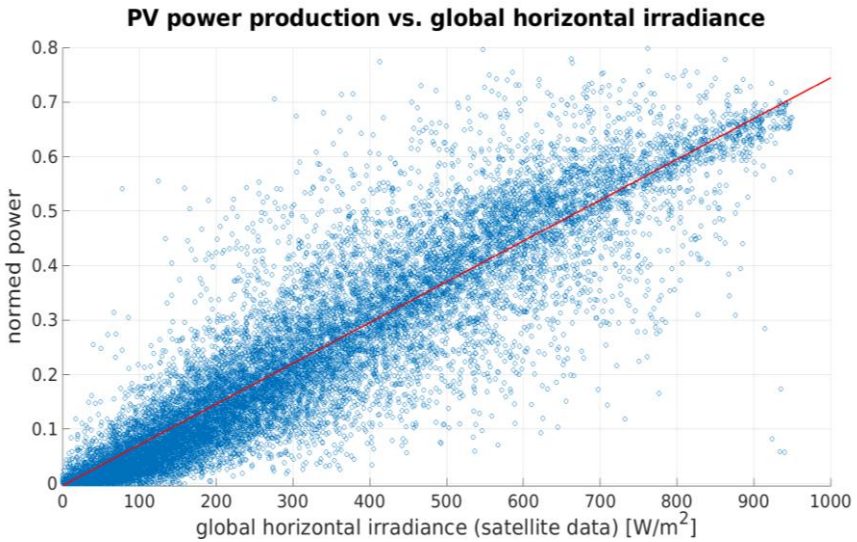
➡ aktuelle Messwerte sind in der Realität oftmals nicht verfügbar

© Fraunhofer

Motivation – Satellitendaten[3]

Lösungsansatz: **Verwendung von Satelliteneinstrahlungsdaten anstelle von Messdaten**

- Nahezu in Echtzeit und überall vorhanden (räumliche & zeitliche Auflösung: 0.05°, 15 Minuten)
- Einspeisung der Solaranlagen haben eine große Korrelation zu Satelliteneinstrahlungsdaten

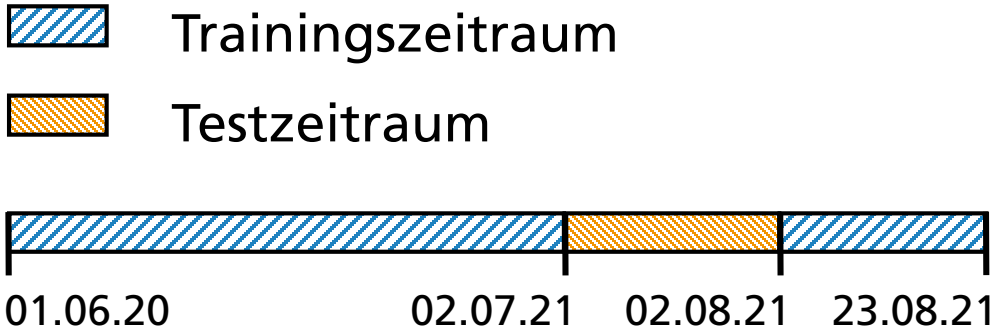


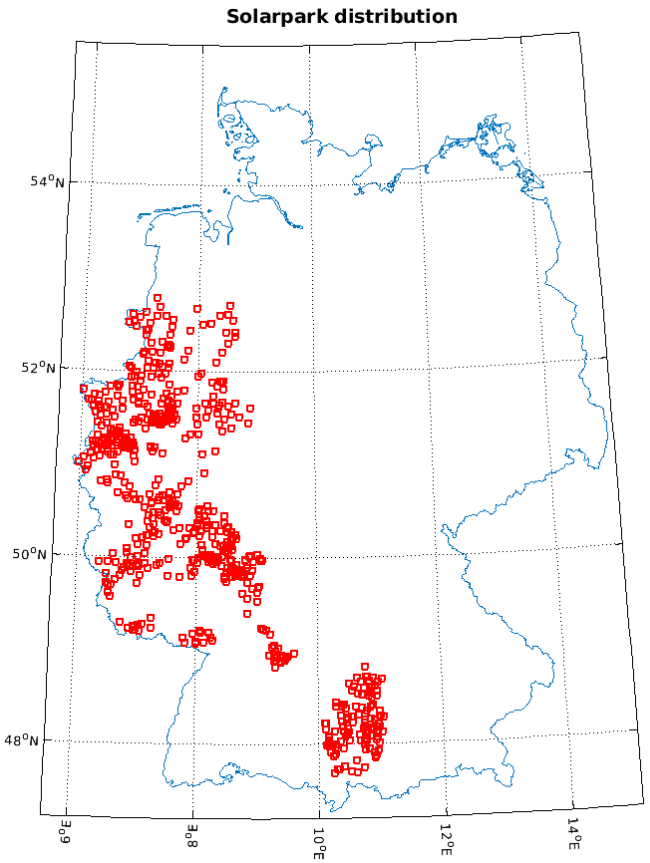
[3] Die Satellitendaten in der Studie werden vom DWD bereitgestellt, https://opendata.dwd.de/

© Fraunhofer

Aufbau der Studie – Datengrundlage[4,5]

- 1716 Solarparks mit mind. 75% gültigen Werten im Trainingszeitraum





[4] Alle verwendeten Leistungszeitreihen der Solaranlagen werden von Amprion GmbH zur Verfügung gestellt.

[5] Verwendetes Wettermodell: ICON-EU

© Fraunhofer

Aufbau der Studie - Modellübersicht

Physikalisches Modell[5]:

- Erzeugungsprognose anhand meteorologischen Daten und anlagenspezifisch trainierten Parametern (z.b. Modulausrichtung oder Wechselrichterangaben)

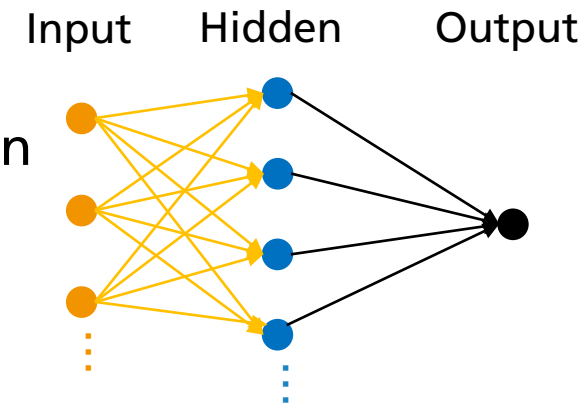
- **Optimierung mit Persistenzprognose:**
  - Auf Erzeugungsprognose (Messwerte)
  - Auf Globalstrahlungsprognose (Satellitendaten)
  - Gewichtung exponentiell abfallend mit steigenden Prognosehorizont

[5] Y. Saint-Drenan, S. Bofinger, R. Fritz, S. Vogt, G. Good, and J. Dobschinski, "An empirical approach to parameterizing photovoltaic plants for power forecasting and simulation," Solar Energy, vol. 120, pp. 479–493, 2015.

© Fraunhofer

Aufbau der Studie - Modellübersicht

Extreme Learning Machine (ELM)[6]:



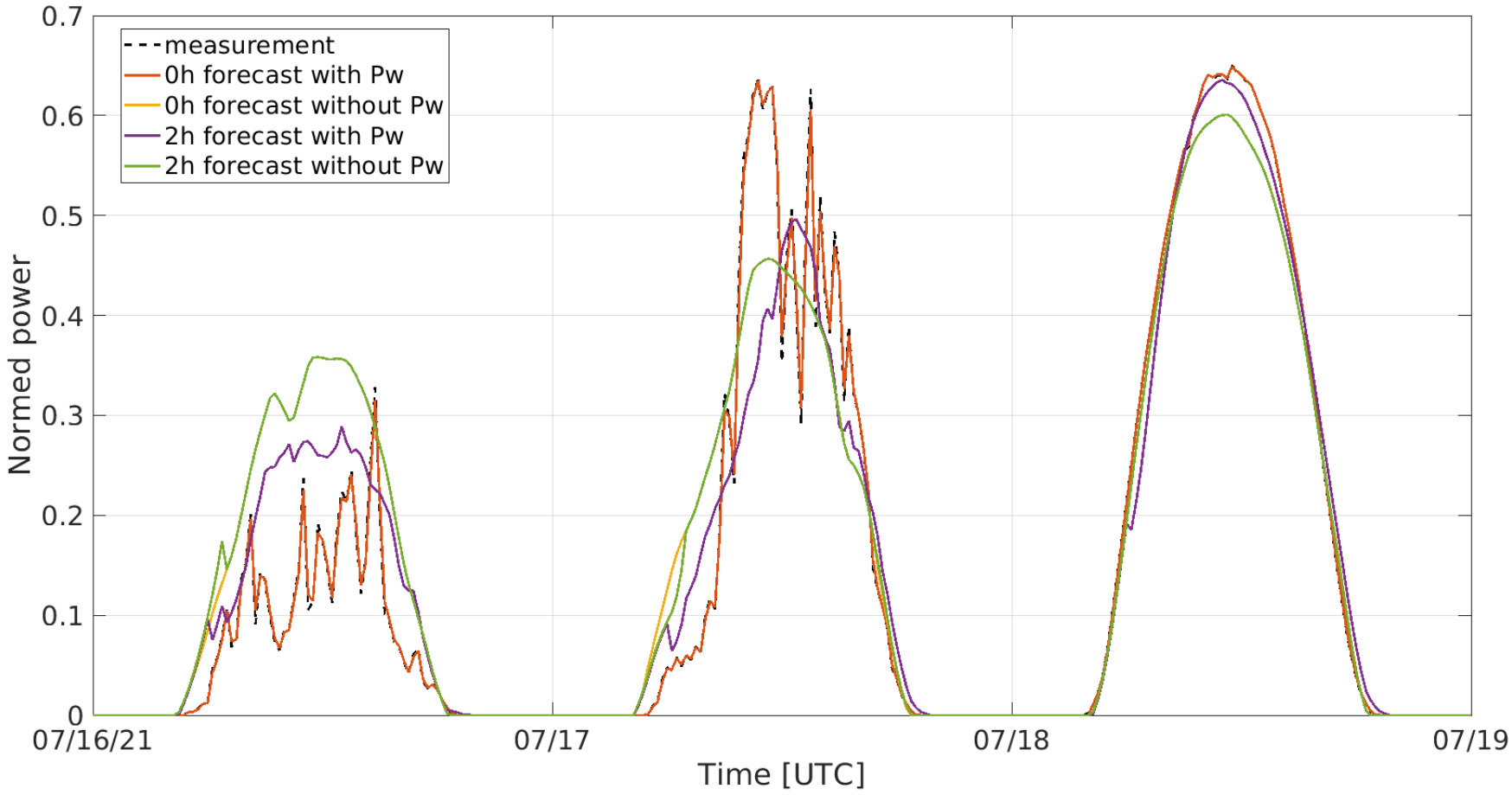
- Statistisches Modell, basierend auf künstlichen neuronalen Netzwerken
  - Zufällig ausgewählte Input Gewichte
  - Diese werden an die Zielgröße gefittet

- **Prognoseoptimierung mit Messwerten/Satellitendaten:**
  - Einbindung der Messwerte/Satellitendaten als zusätzliche Inputparameter

[6] G. Huang, Q. Zhu, and C. K. Siew, "Extreme learning machine: Theory and applications" Neurocomputing, vol. 70, pp. 489–501, 2006.

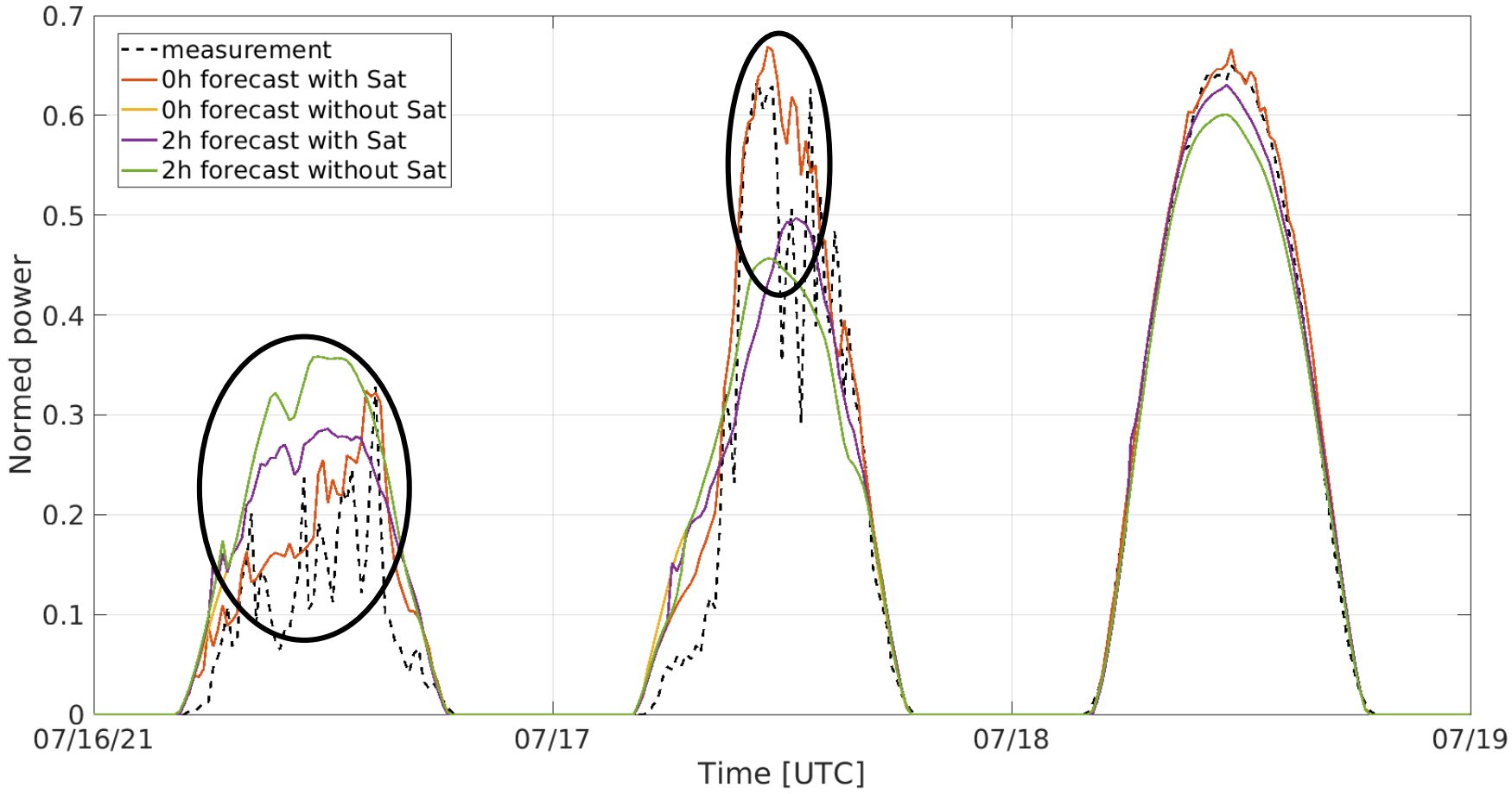
© Fraunhofer

Physikalisches Modell mit Messwerte – Zeitreihenbeispiel:



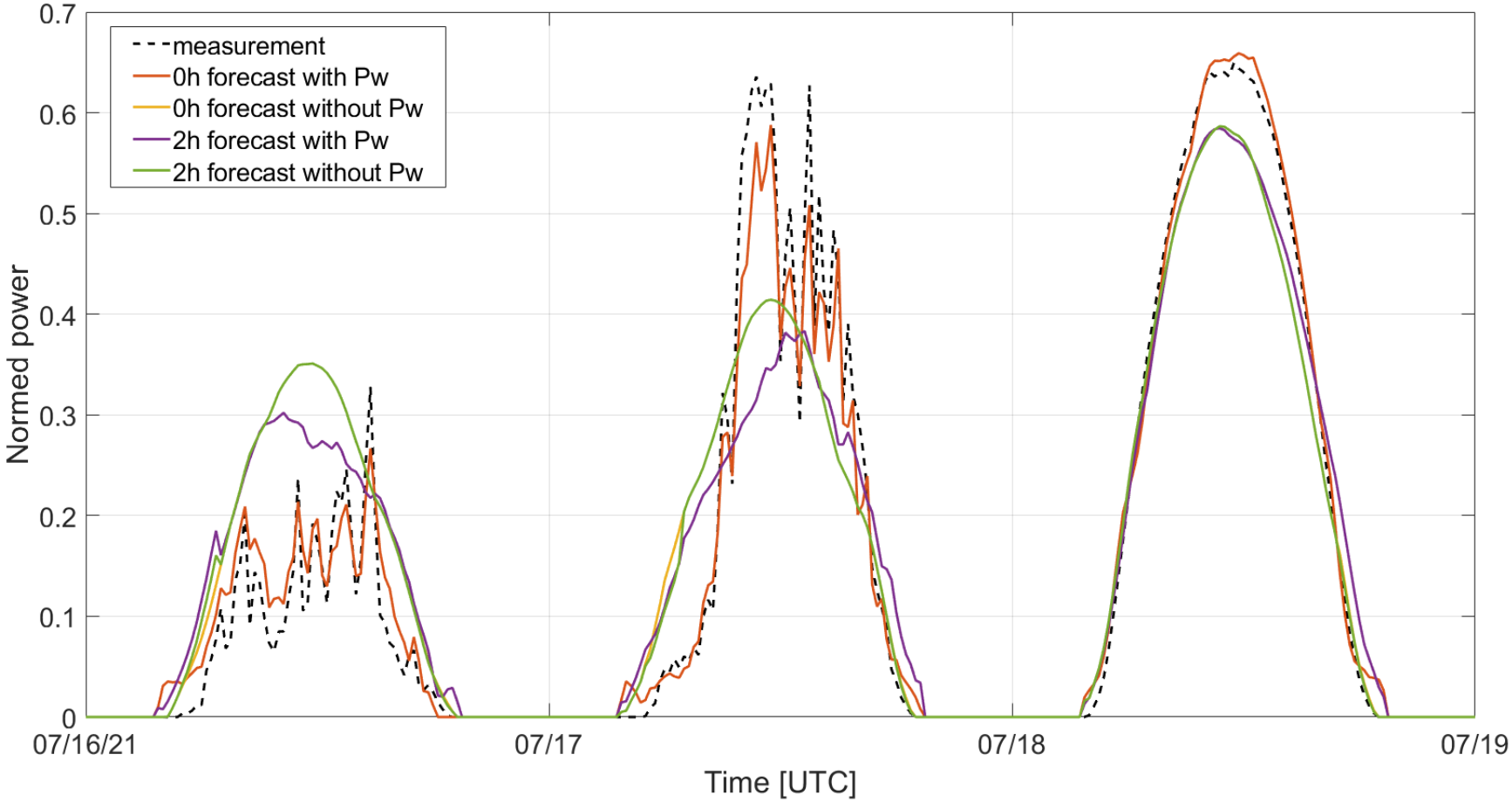
© Fraunhofer

Physikalisches Modell mit Satellitendaten – Zeitreihenbeispiel:



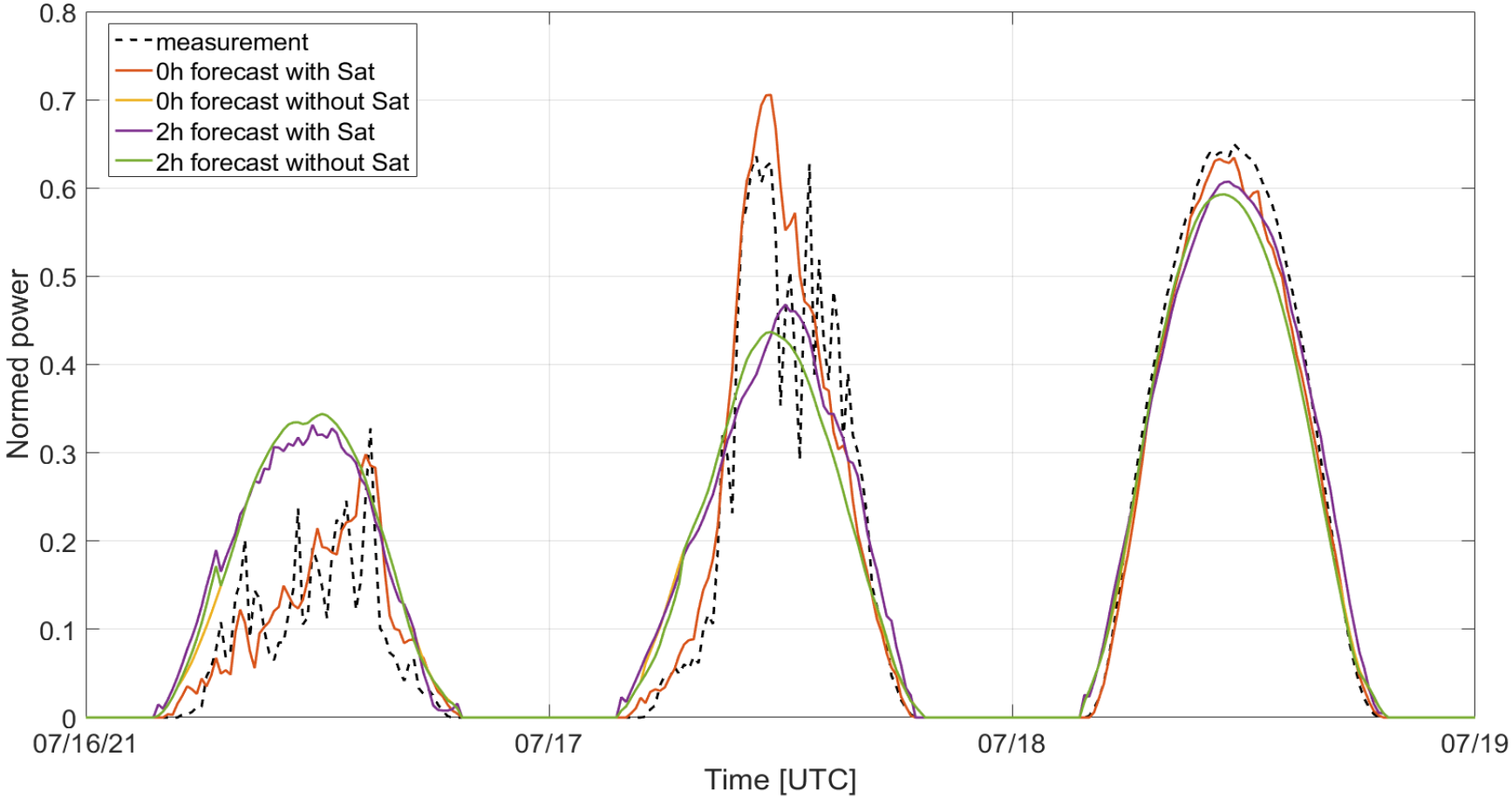
© Fraunhofer

ELM mit Messwerten – Zeitreihenbeispiel:



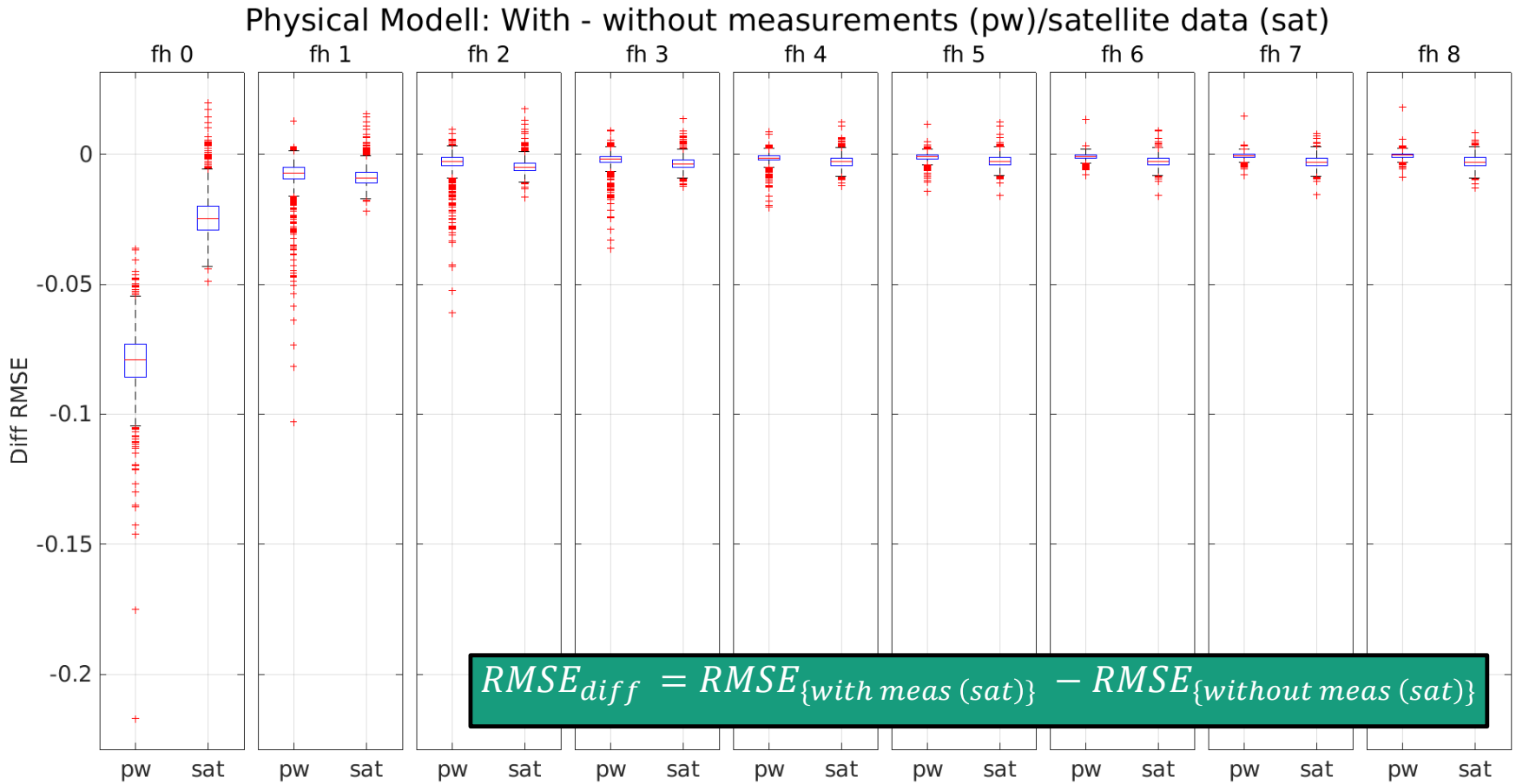
© Fraunhofer

ELM mit Satellitendaten – Zeitreihenbeispiel



© Fraunhofer

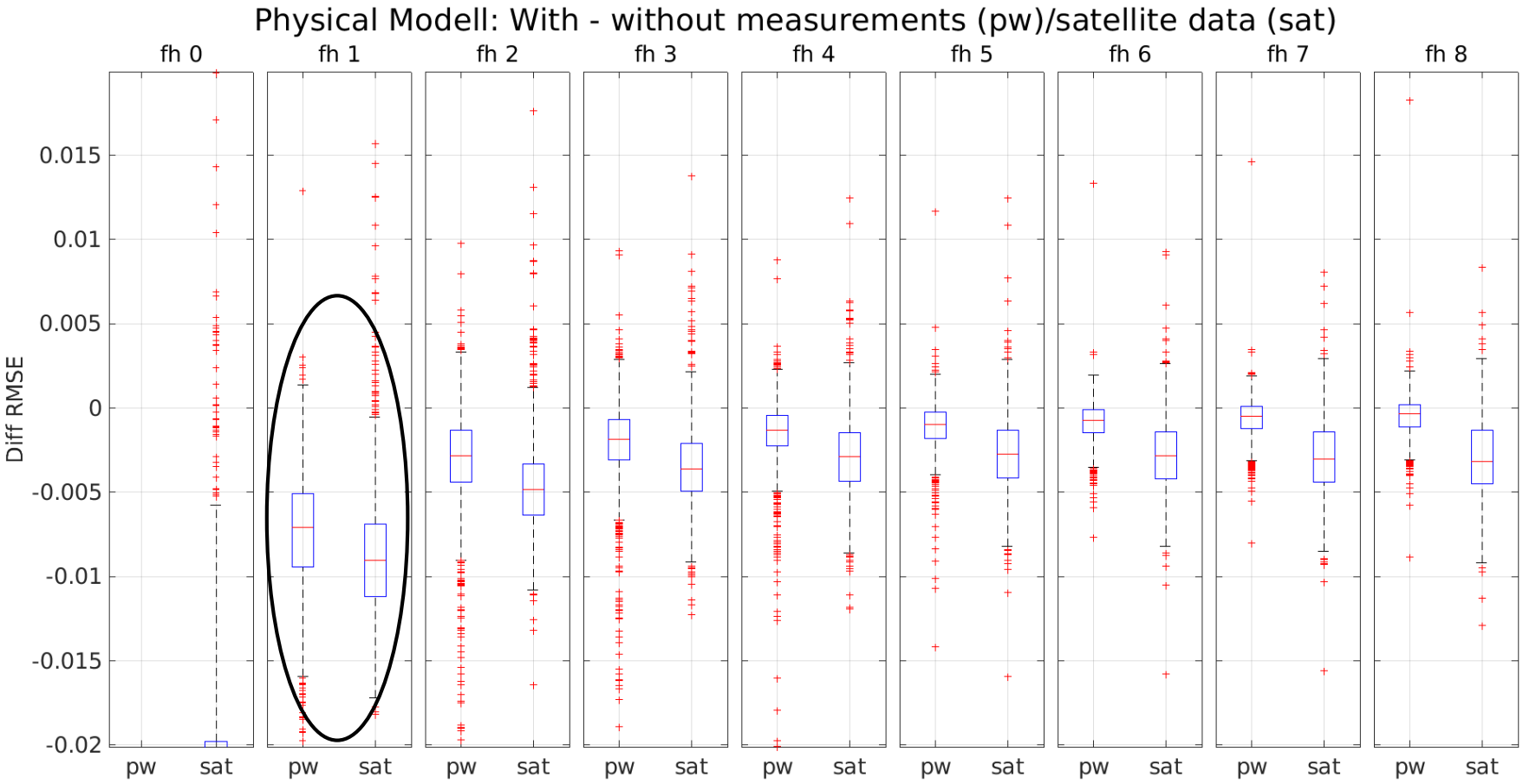
Auswertung – Verbesserung des RMSE der einzelnen Solarparks



$$RMSE_{diff} = RMSE_{\{with\ meas\ (sat)\}} - RMSE_{\{without\ meas\ (sat)\}}$$

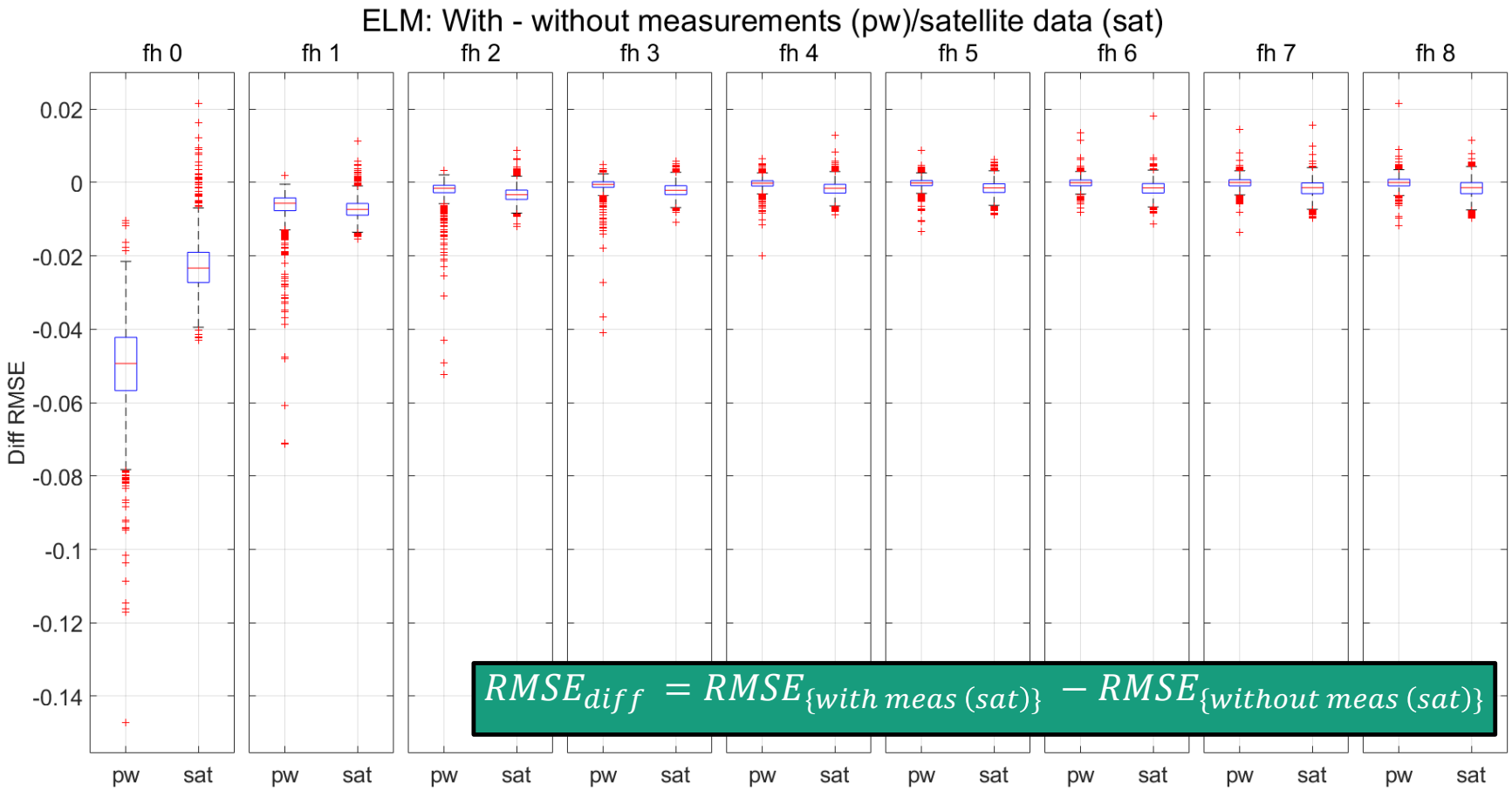
© Fraunhofer

Auswertung – Verbesserung des RMSE der einzelnen Solarparks



© Fraunhofer

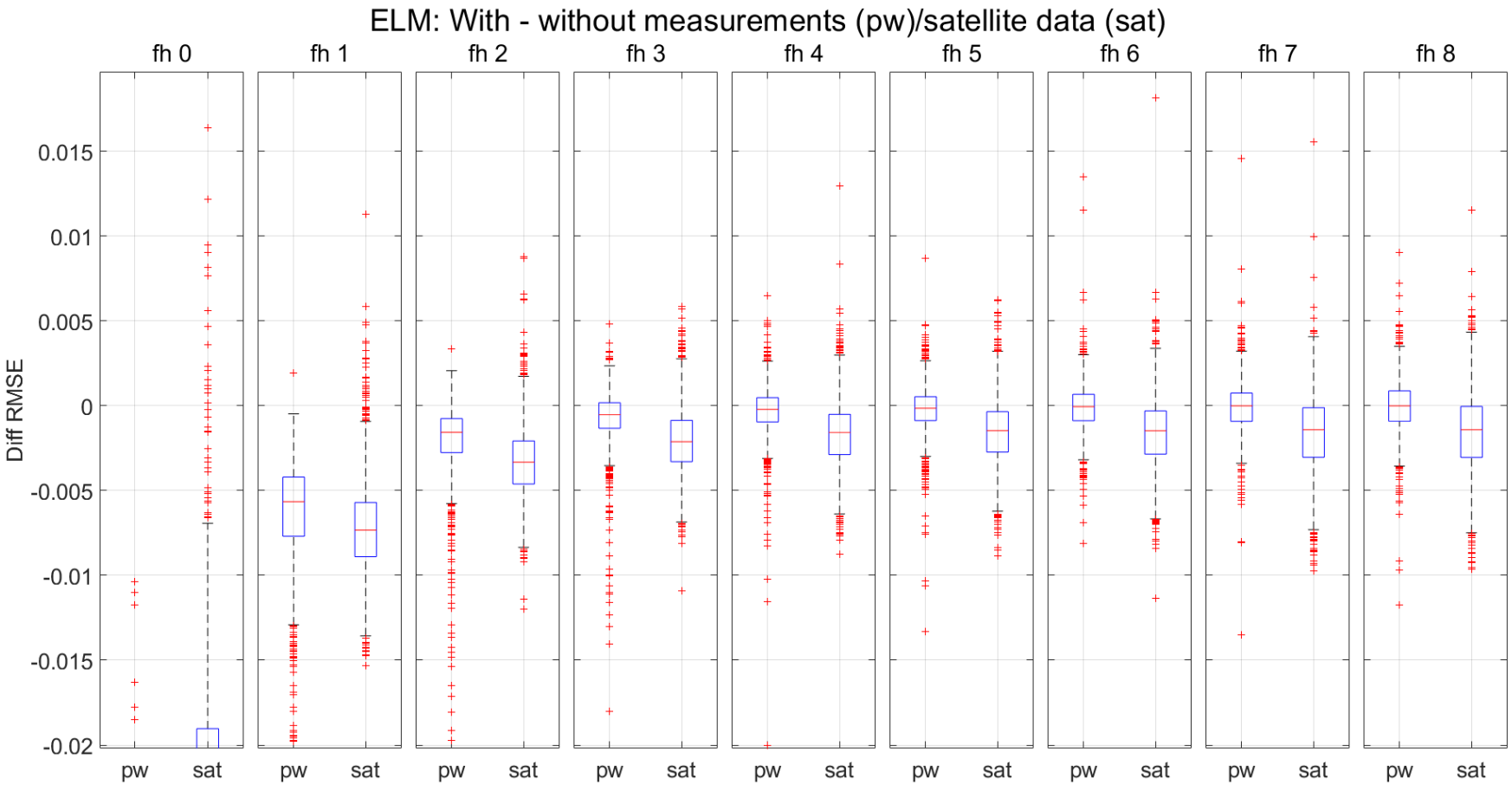
Auswertung – Verbesserung des RMSE der einzelnen Solarparks



$$RMSE_{diff} = RMSE_{\{with\ meas\ (sat)\}} - RMSE_{\{without\ meas\ (sat)\}}$$

© Fraunhofer

Auswertung – Verbesserung des RMSE der einzelnen Solarparks



© Fraunhofer

Zusammenfassung

Fraunhofer IEE

Alina Herzog, M.Sc

Prognosen für Energiesysteme

Abteilung Energiemeteorologie und Geoinformationssysteme

Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik

Königstor 59 | 34119 Kassel | Deutschland

Telefon +49-561-7294-1723

alina.herzog@iee.fraunhofer.de

- Satelliteneinstrahlungsdaten bieten zur PV-Kurzfristprognoseoptimierung eine flächendeckende und zuverlässige Alternative zu aktuellen Messwerten

- Der RMSE der Einzelparks zeigt ab dem 1h-Prognosevorhersagehorizont im Median eine größere Verbesserung mit Satelliteneinstrahlungsdaten, als mit Leistungsmesswerten
  - Höhere Vorhersagehorizonte profitieren vom glättenden Effekt der Satellitendaten

© Fraunhofer