

Wissen was passieren wird - Energiemeteorologisches Nowcasting & Forecasting

M. Schroedter-Homscheidt, K. Derendorf (DLR, Institut für Vernetzte Energiesysteme)

K. Jaeger (HBZ)

A. Kronhardt (DBFZ)

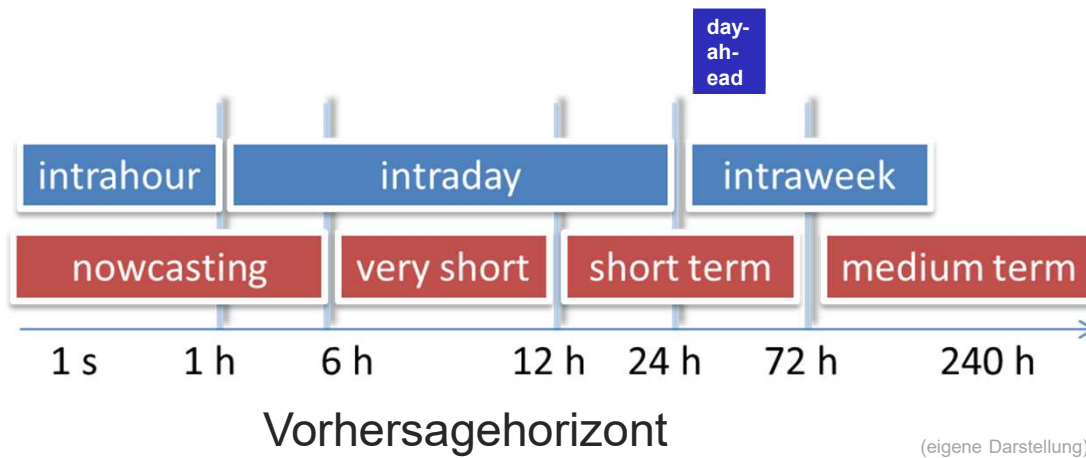
B. Nouri (DLR, Institut für Solarforschung)

U. Paetzold (KIT)

Inhalt

- Nowcasting und Forecasting – wann, wofür, und warum?
- Vorhersagemethoden für Solar- und Windenergie – wie unterscheiden sie sich?
- Was ist operativ im Einsatz oder könnte zeitnah implementiert werden? – konkrete Beispiele aus Projekten
- Wo besteht grundlegender Forschungsbedarf?
- Welchen Wert hat das Wissen? Was kann man damit machen? – Anwendungsbeispiele (Kraftwerke, Portfolio, Regelzone, Sektorkopplung)

Nowcasting & Energiemärkte

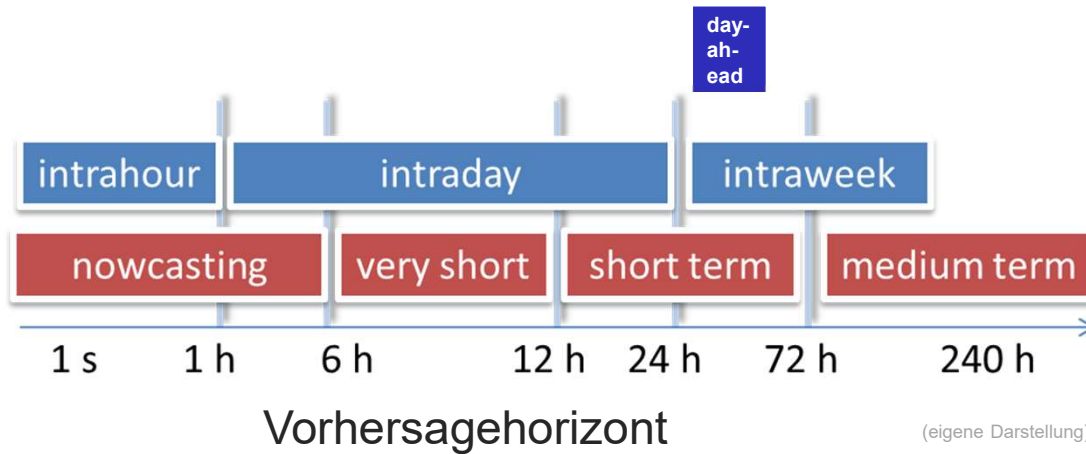


(eigene Darstellung)

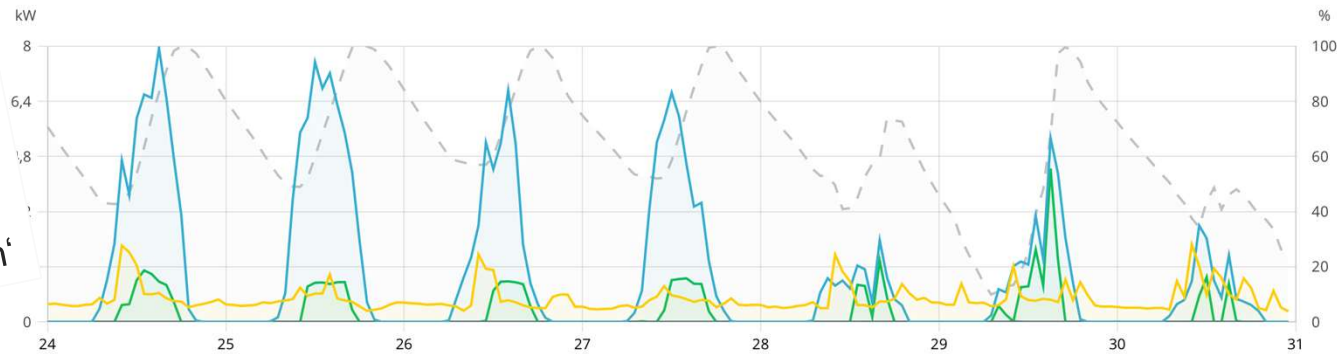
Energiemärkte

Meteorologische
Definition

Nowcasting & Flexibilitäten



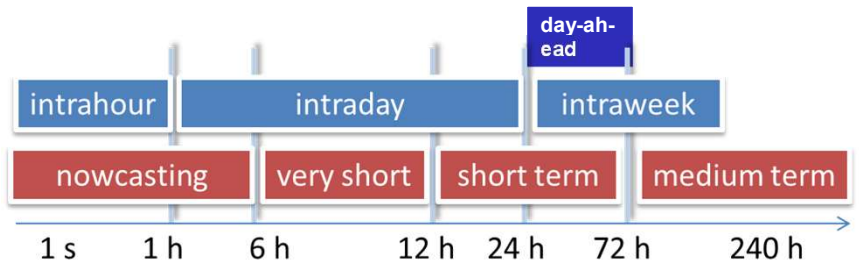
Beispiel für ein Solarsystem mit Nutzung von Kurzfristvorhersagen 'very short/short term'



Typ. Ablauf mehrerer Tage, Daten eines EFH, Fenecon Energiemanagement System

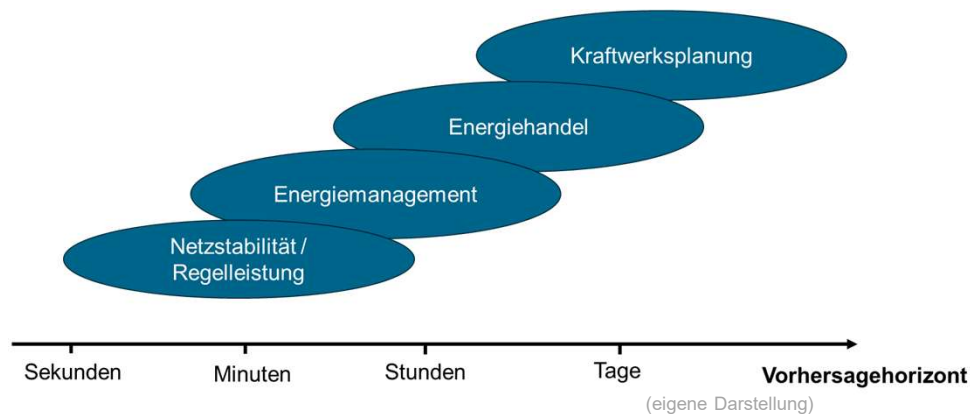
fems86201 | Version 2026.9.3

Nowcasting & Anwendungen



Vorhersagehorizont

(eigene Darstellung)



(eigene Darstellung)

- **Energiehandel: kontinuierlicher intraday**
 - Großflächig falls verteiltes Portfolio von Erzeugern
 - Punktvorhersage falls einzelnes Großkraftwerk
 - z.B. Projekte des DLR mit Direktvermarktern
- **Kraftwerk ohne Batterie: Bereitstellung von Regelleistung**
 - Z.B. Projekt PV-Reserve mit BayWa r.e. AG,...
- **Kraftwerk + Batterie/Flexibilitäten wie z.B. Biogasanlagen: Glättung von Rampen**
 - z. B. Projekt des DBFZ: FlexApp zum Fütterungsmanagement bei Biogasanlagen
 - z.B. Projekt Windramp-2 mit Messinstrumentherstellern
 - z.B. Projekt WindStore mit WEPROG, EnBW,...
- **Energiemanagement Industrie/Haushalte: PV/Wind + Batterie + Wärmepumpe + EV**
 - Z.B. Projekt InterBDL zum bidirektionalen Laden mit SW Ulm & Netzbereiber
 - Z.B. Projekt CoDates zum Energy sharing mit Stadt Oldenburg
- **Netzbetrieb/Redispatch/Curtailment:**
 - Monitoring/Hochrechnung des EE Potentials
 - Abregelung & Prognose des EE Potentials nach Ende einer Abregelung
 - Z.B. Projekt OptiVNL mit EWE Netz GmbH, Siemens Energy,...

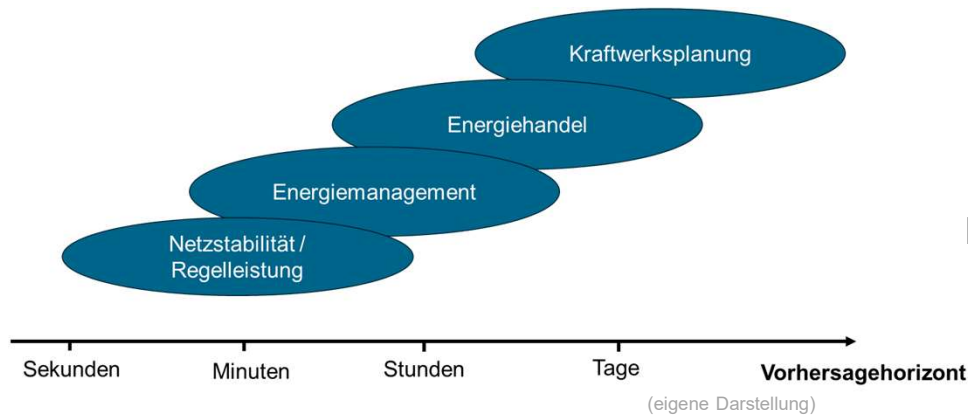
Nowcasting & Kosten & Resilienz

Deutschlandweites Stromnetz

Kosten für Eigentümer
& Kunden



Kosten für die
Allgemeinheit



Je mehr ich vorher
weiß, umso weniger
Kosten habe ich.

„Intraday ist
wichtiger
geworden“

„50 kEUR/Jahr“

„300 EUR/Jahr“

„200 kEUR/Jahr“

Je weniger sich
überregional ausgleicht,
umso mehr muss man
lokal vorausschauen

Zellular

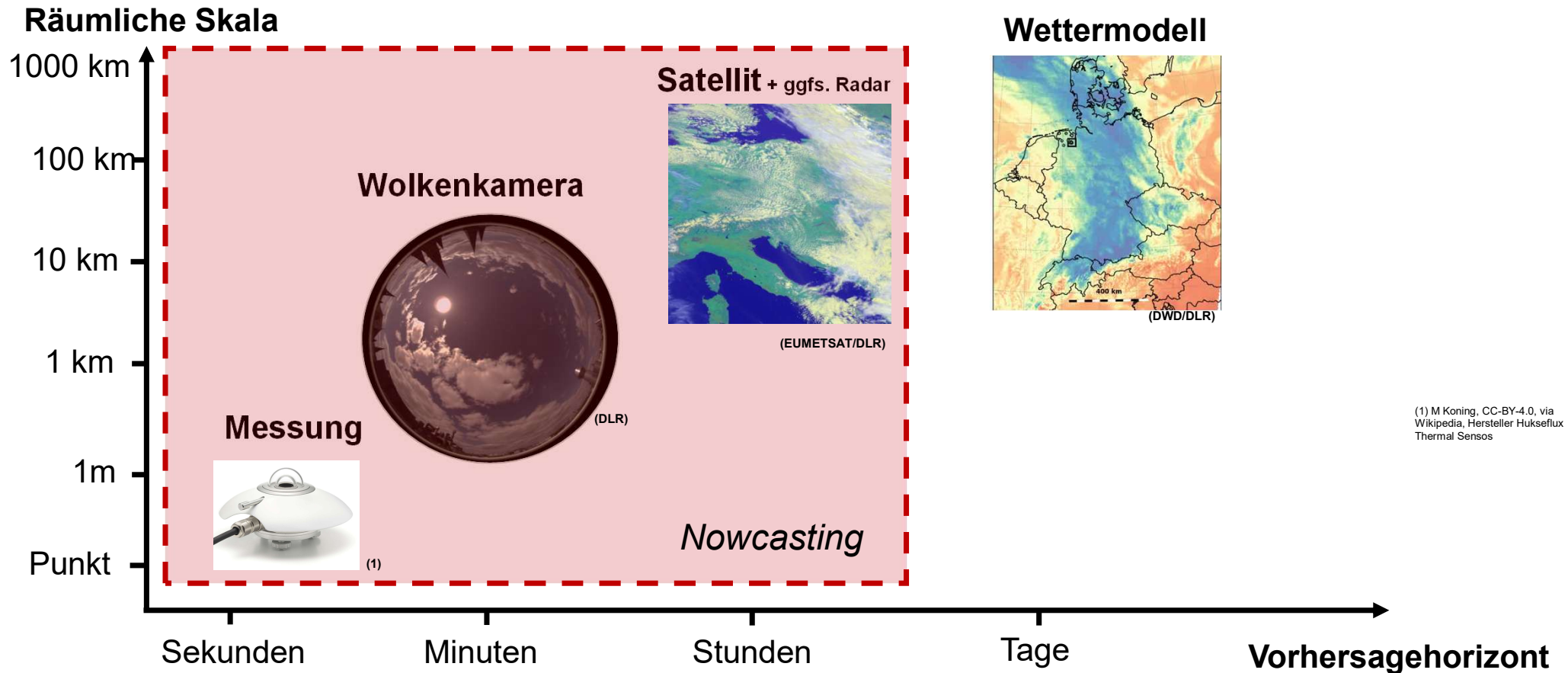
**Resilienz im Fall von Nichtverfügbarkeit
bzw. Nichtnutzung der oberen Netzebenen**

**Nichtnutzung z.B.
lokales Energiemanagement,
Eigenverbrauch
Energy sharing**

...

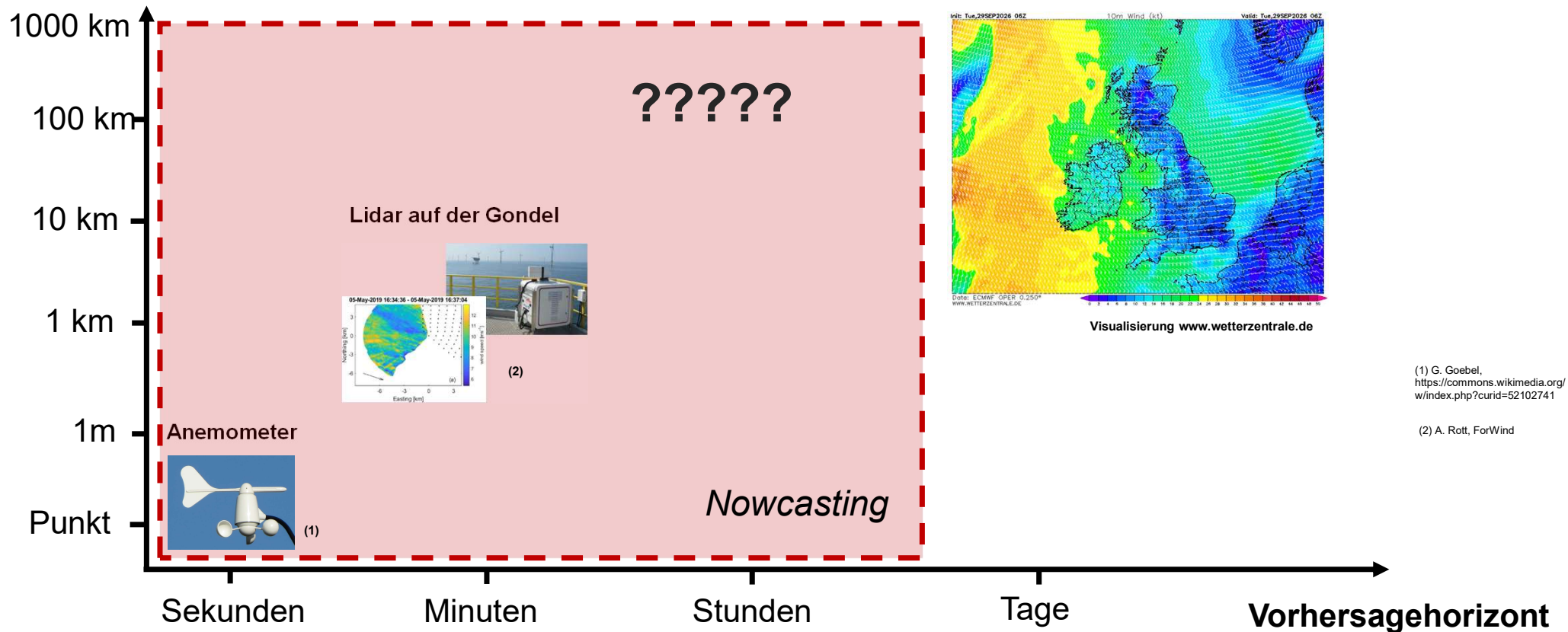
**Nichtverfügbarkeit z.B.
Leitungsausfall,
Krisenfall ...**

Methoden solares Nowcasting

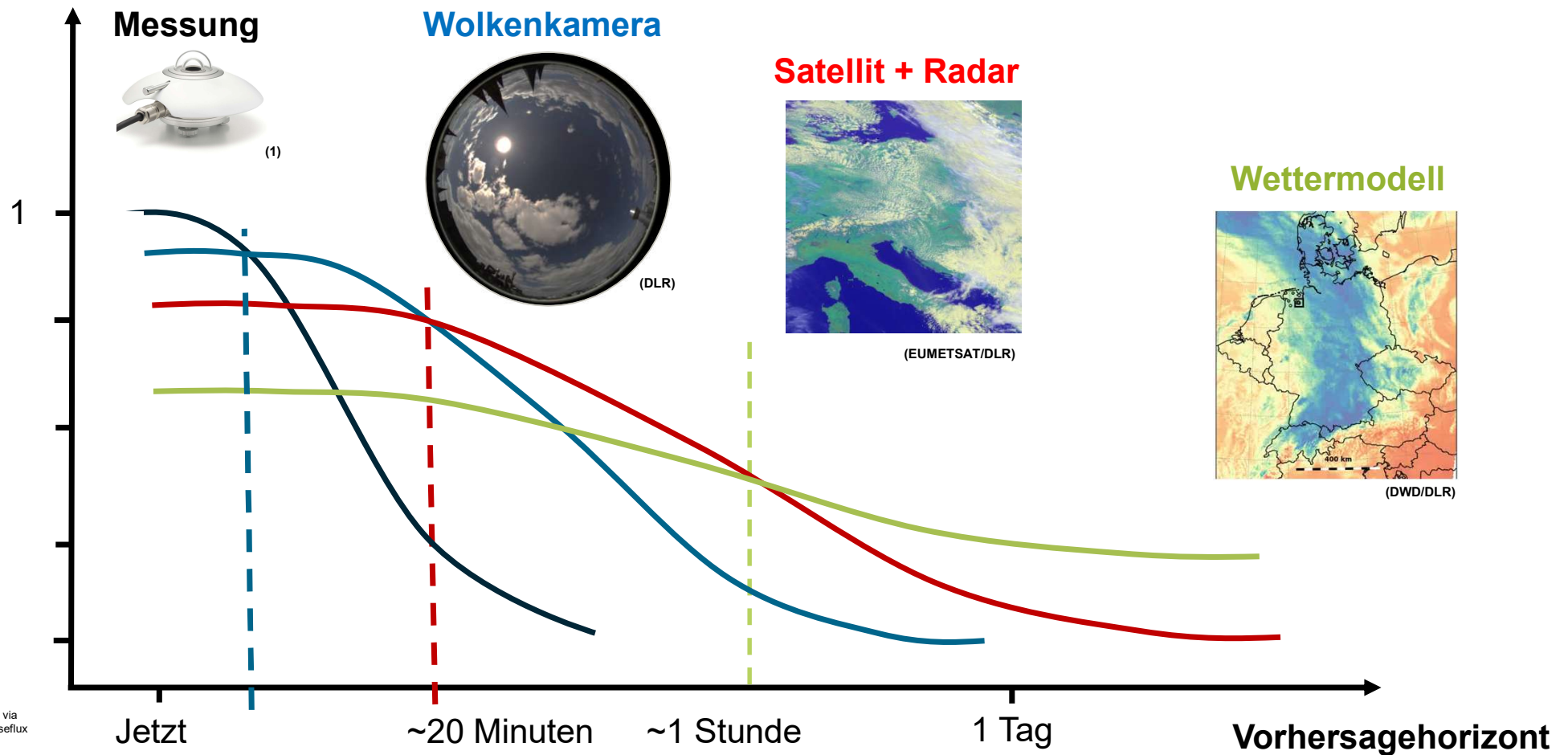


Methoden Wind-Nowcasting

Räumliche Skala

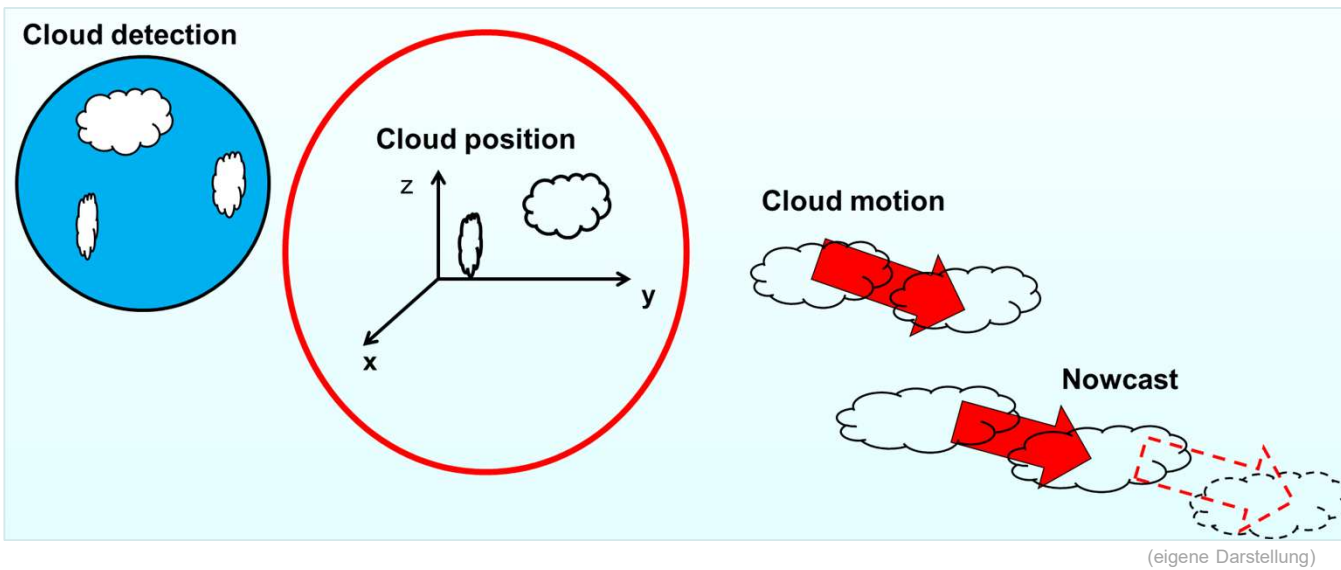


Vorhersagegüte – Kette aufeinanderfolgender Werkzeuge



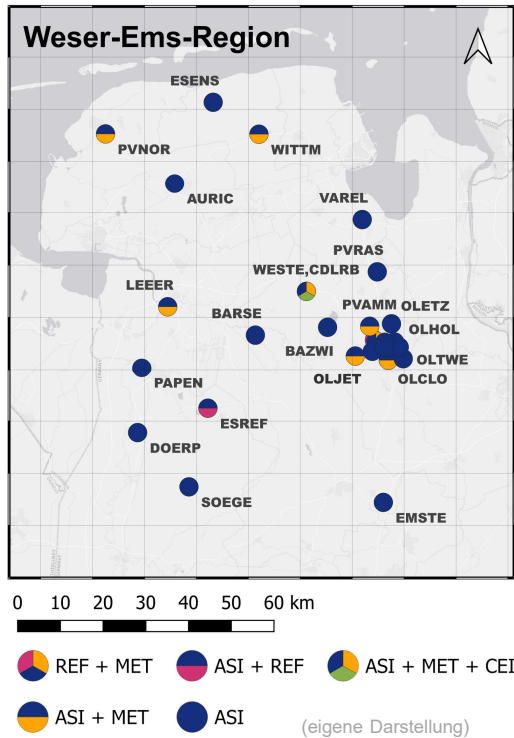
(1) M Koning, CC-BY-4.0, via Wikipedia, Hersteller Hukseflux Thermal Sensos

Grundprinzip bildbasiertes Nowcasting



Copyright EUMETSAT/DLR

Eye2Sky Kameranetzwerk – ein Labor des DLR

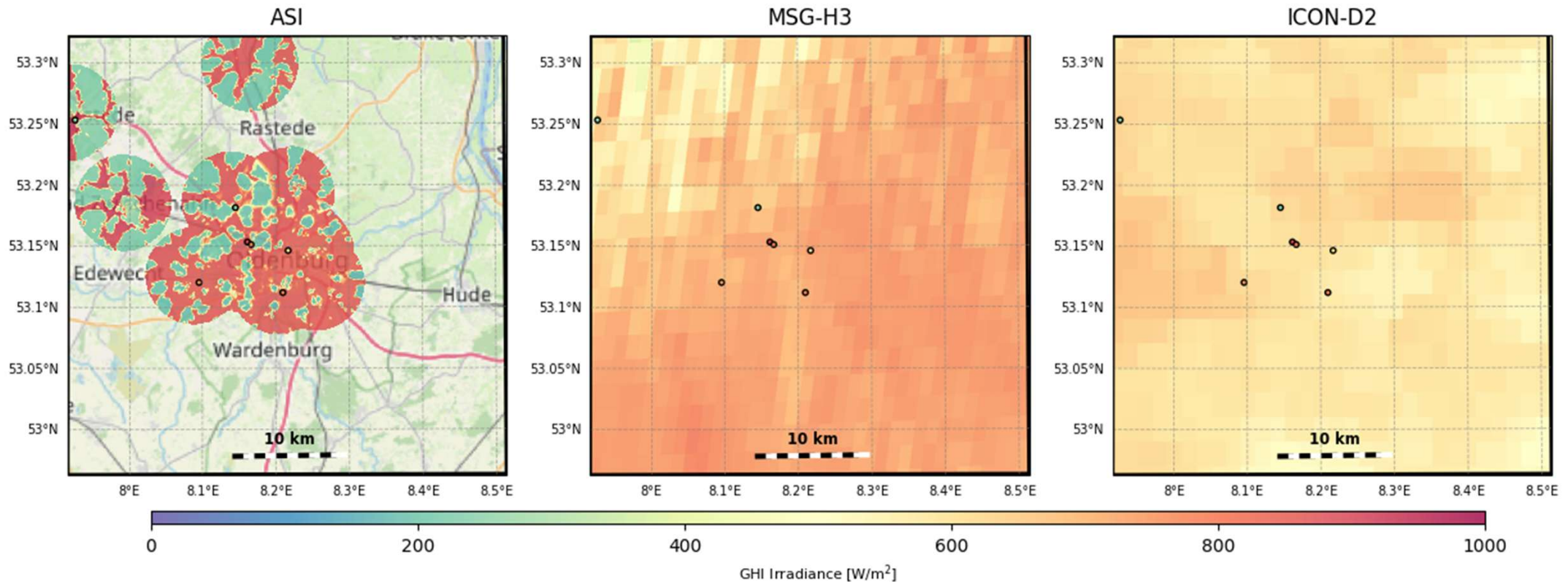


- 30 Stationen mit All-Sky Imagern (ASI)
- davon 12 Stationen mit meteorologischen Instrumenten
- ~110km x 100km in Nord-West-Deutschland



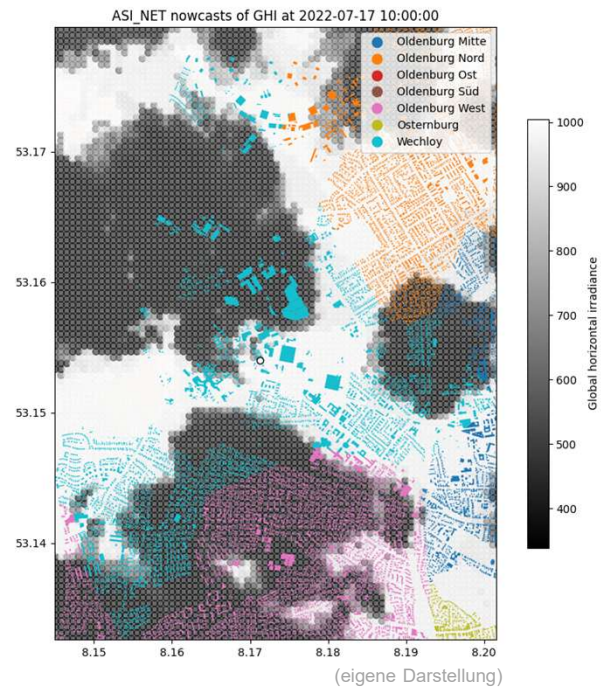
Einstrahlung aus Kameras – Satellit - Wettermodell

GHI - 2022-07-17 09:30:00 UTC - Gridsize: (800, 800) - Resolution: 0.05km - Interpolation: nearest



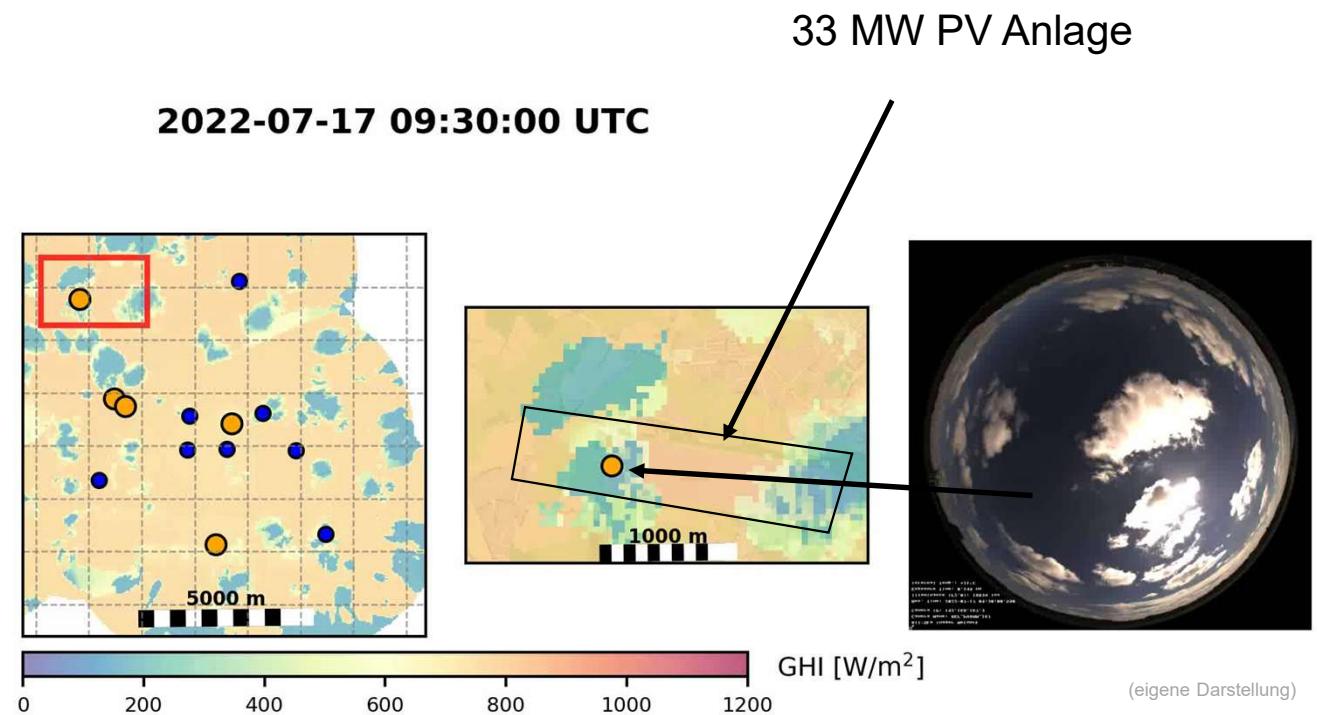
(eigene Darstellung)

Verteilnetze



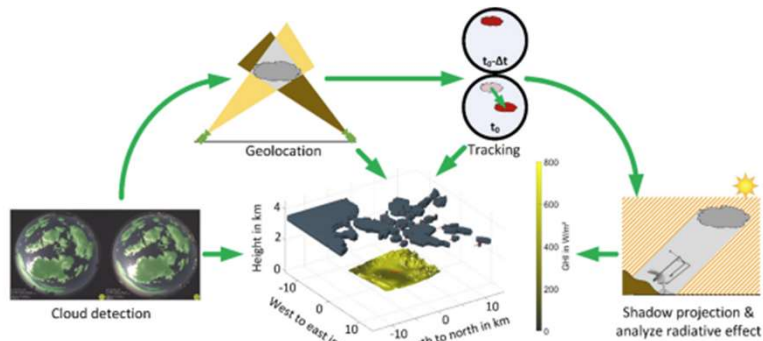
Globalstrahlung über farblich markierten Trafo-Bezirken

PV-Kraftwerke



Verwendete Methoden im solaren Nowcasting in hoher Auflösung

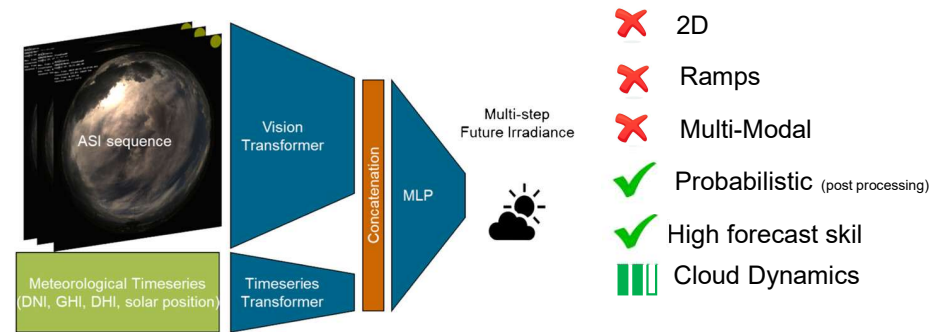
Physikalisches Modell



[Nouri et al, 2019 & Nouri et al, 2021]

- ✓ 2D
- ✓ Ramps
- ✗ Multi-Modal
- ✓ Probabilistic (post processing)
- ✗ High forecast skill
- Cloud Dynamics

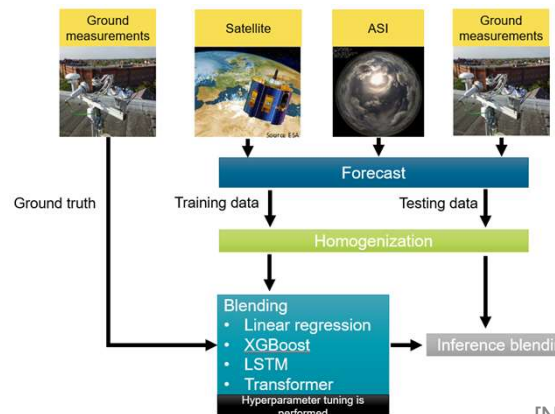
Data-getriebenes end-to-end Modell



[Fabel et al, 2023]

- ✗ 2D
- ✗ Ramps
- ✗ Multi-Modal
- ✓ Probabilistic (post processing)
- ✓ High forecast skill
- Cloud Dynamics

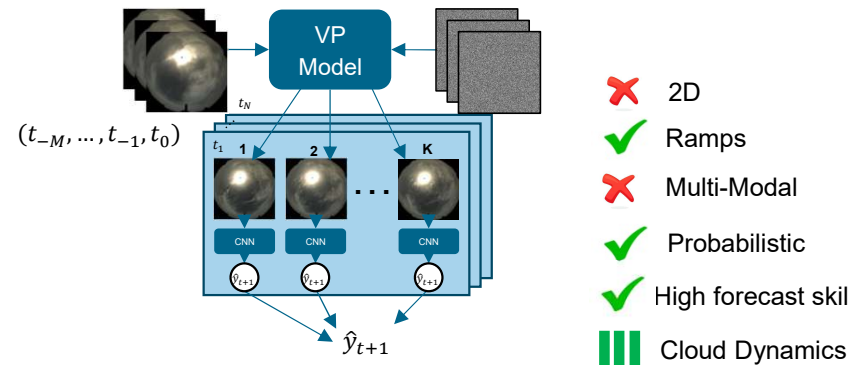
Blended Satellit + ASI + Persistenz Modell



[Nouri et al. 2025]

- ✗ 2D
- ✗ Ramps
- ✓ Multi-Modal
- ✗ Probabilistic
- ✓ High forecast skill
- Cloud Dynamics

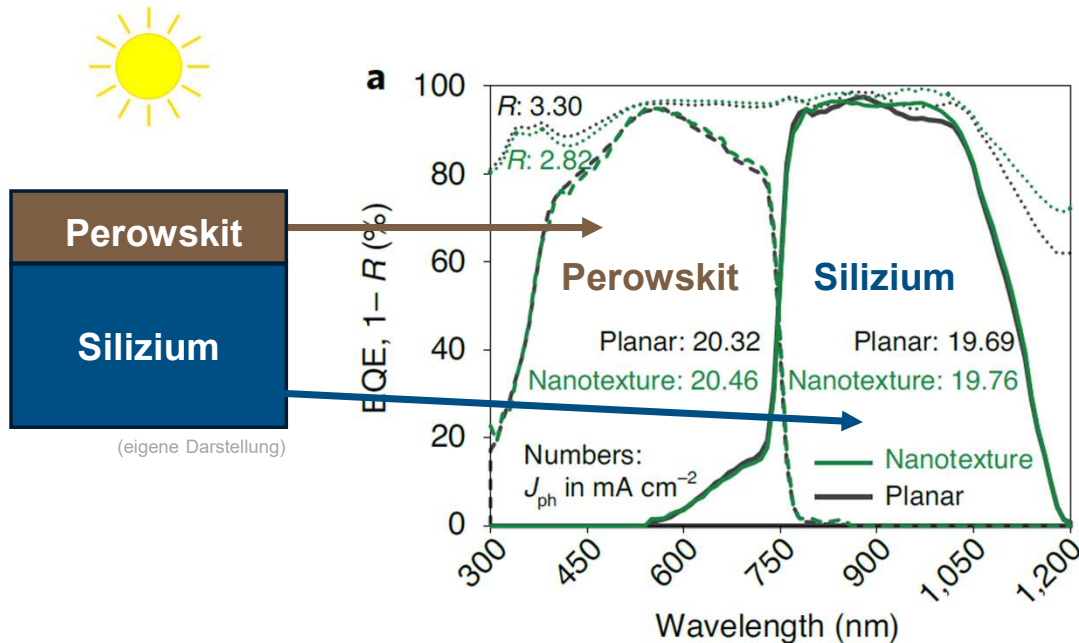
Generative video prediction (VP) & classifier



[Fabel et al, 2026]

- ✗ 2D
- ✓ Ramps
- ✗ Multi-Modal
- ✓ Probabilistic
- ✓ High forecast skill
- Cloud Dynamics

Tandem-Solarzellen benötigen spektrale Einstrahlung – auch im Nowcasting



Spektrale Quantenausbeute einer Perowskit/Silizium-Tandemsolarzelle

Tockhorn, Sutter et al., Nat. Nanotechnol. 17, 1214 (2022).

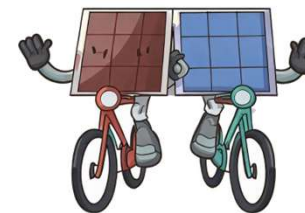
Bisherige Simulationssoftware (z.B. pvlb mit Copernicus Strahlungsservice) liefert nur breitbandige Einstrahlung.



PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION



Neues Werkzeug **EYcalcPlus** mit spektraler Information in Vorbereitung



https://github.com/HZBSolarOptics/pv_tandem

<https://github.com/HZBSolarOptics/EYcalc>

HELMHOLTZ

Zusammenfassung

- Nowcasting und Forecasting – was, wann, wofür, und warum wurde gezeigt
- Grundlegender Forschungsbedarf
 - **Flächendeckendes Nowcasting für Windenergie gibt es bisher nicht**
 - **Tandemzellen benötigen spektral aufgelöste Einstrahlung d.h. Wissen v.a. über Aerosoleigenschaften**
- Was kann man damit machen? –
Anwendungsbeispiele Kraftwerke, Portfolio, Regelzone, Sektorkopplung wurden andiskutiert – Umsetzung derzeit in vielen Projekten laufend
 - Mehr, mehr, mehr
- Generelle Motivation:
Kosten sparen durch früheres Wissen was kommt
- Spezielle Motivation:
Stabile zellulare Systeme werden möglich –
im kostengünstigen Regelfall aber auch im (hoffentlich nicht) stattfindenden Krisenfall

