

# Viel Sonne in Niedersachsen

## Ein detaillierter Blick auf Solarenergiepotenziale auf Dächern und Fassaden

Dennis Bredemeier<sup>1,2</sup>, Marlon Schlemminger<sup>1,2</sup>, Philip Kühne<sup>1,2</sup>,  
Tobias Wietler<sup>1</sup>, Raphael Niepelt<sup>1,2</sup> und Rolf Brendel<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Solarenergie, Institut für Festkörperphysik, Leibniz  
Universität Hannover

<sup>2</sup>Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH)

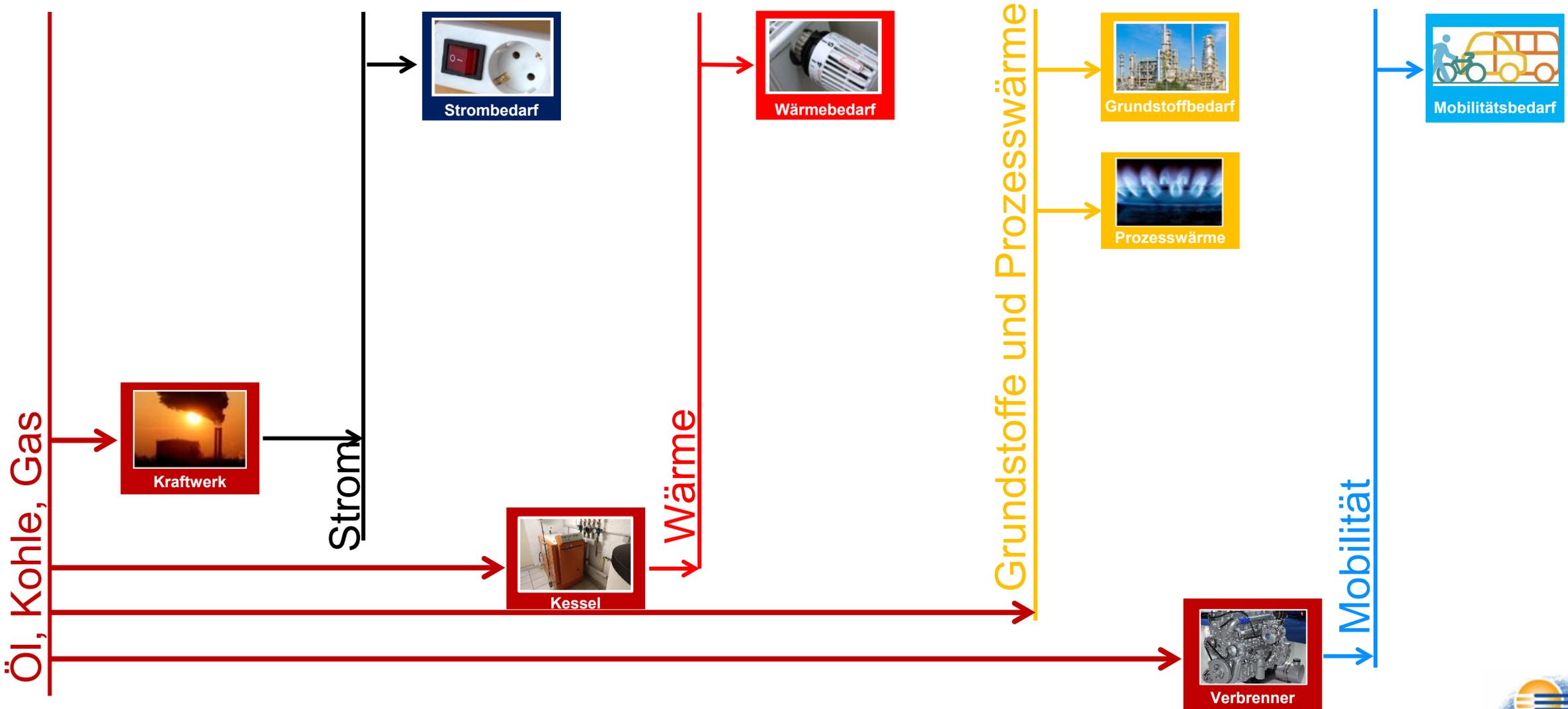


- Novellierung des NKlimaG: Treibhausgasneutralität in Niedersachsen bereits 2040<sup>1</sup>
- Massiver Ausbau der **Wind- und Solarenergie** notwendig
- Energiesystemanalyse: Wie viel Solarenergie in Niedersachsen und wo kann diese aufgebaut werden?

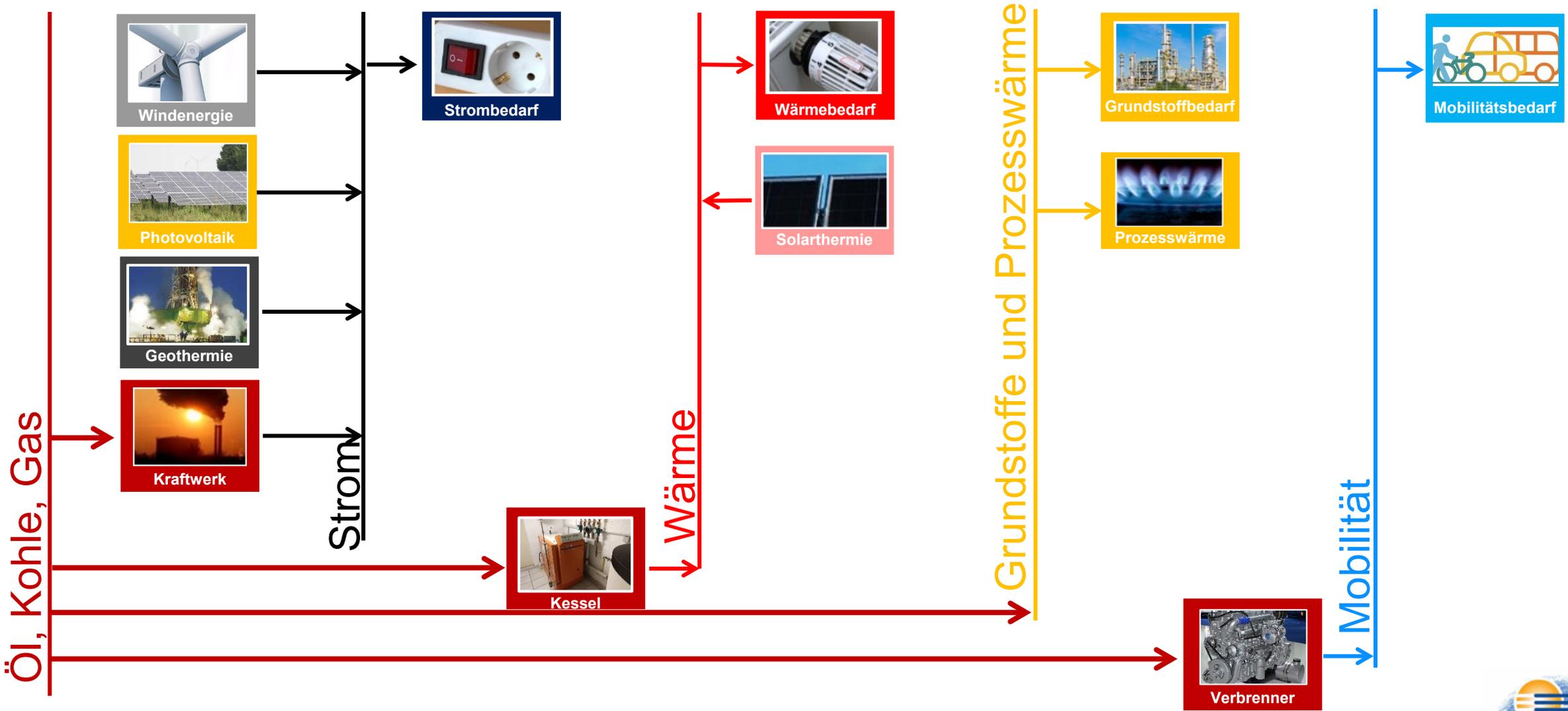
<sup>1</sup><https://www.stk.niedersachsen.de/startseite/presseinformationen/neues-klimagesetz-will-beschleunigten-klimaschutz-und-klimaneutralitaet-niedersachsens-schon-bis-2040-222991.html>



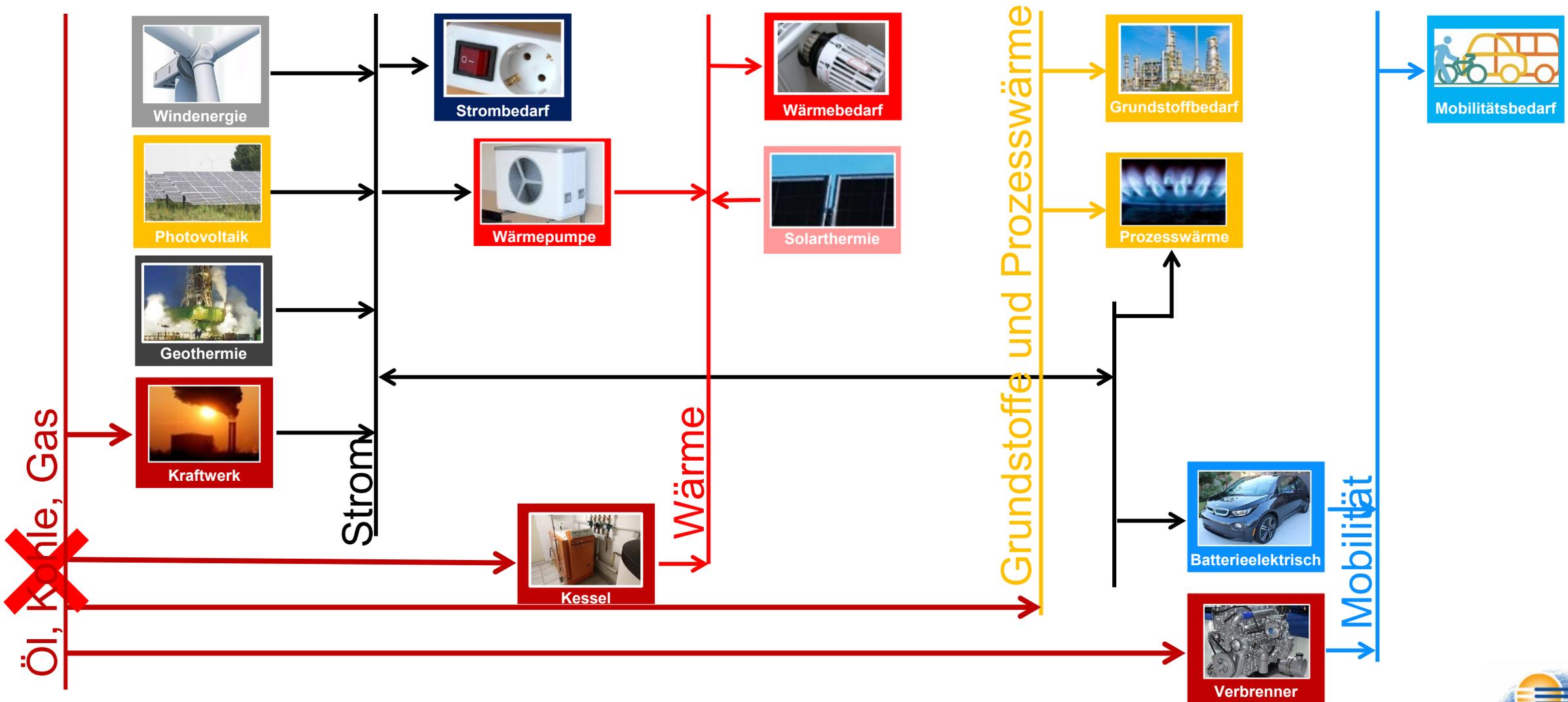
# Energiesystemanalyse: Fossiles Energiesystem



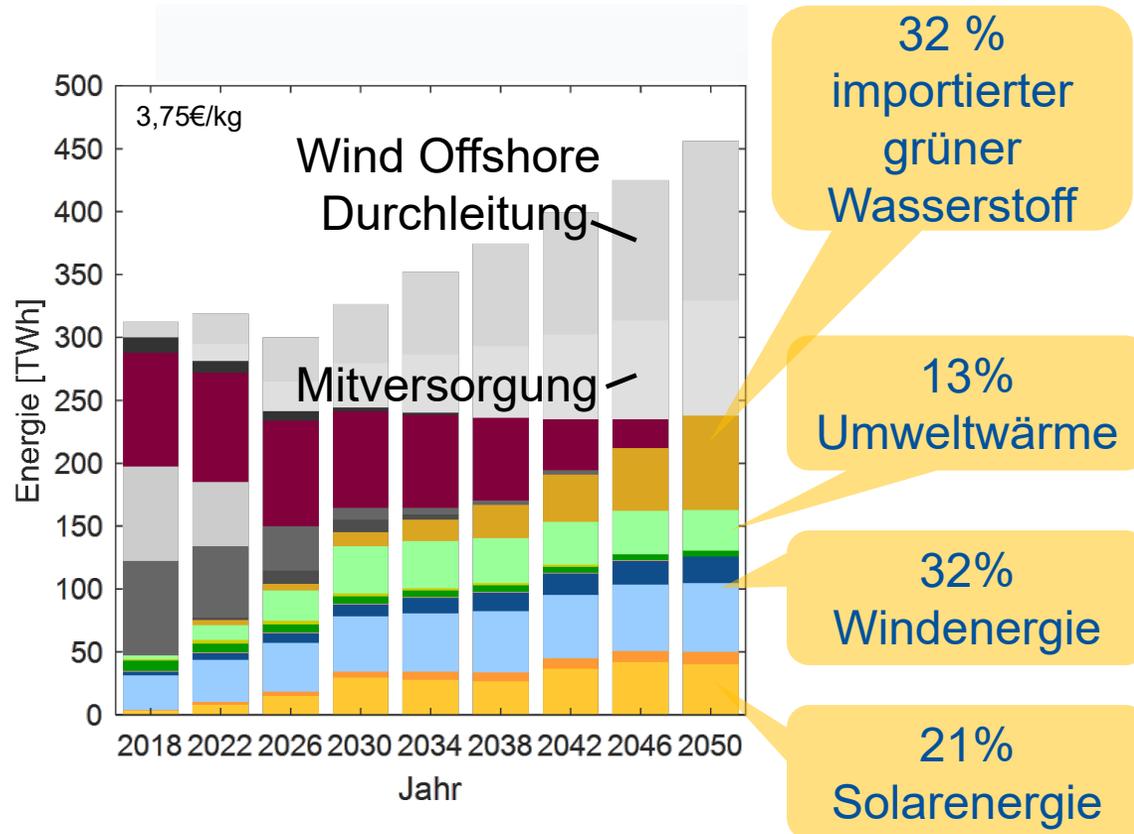
# Energiewende: Ersatz fossiler Energieträger durch Erneuerbare Energien



# Sektorenkopplung im Wärme- und Mobilitätssektor als wichtiger Schritt zu einem klimaneutralen Energiesystem

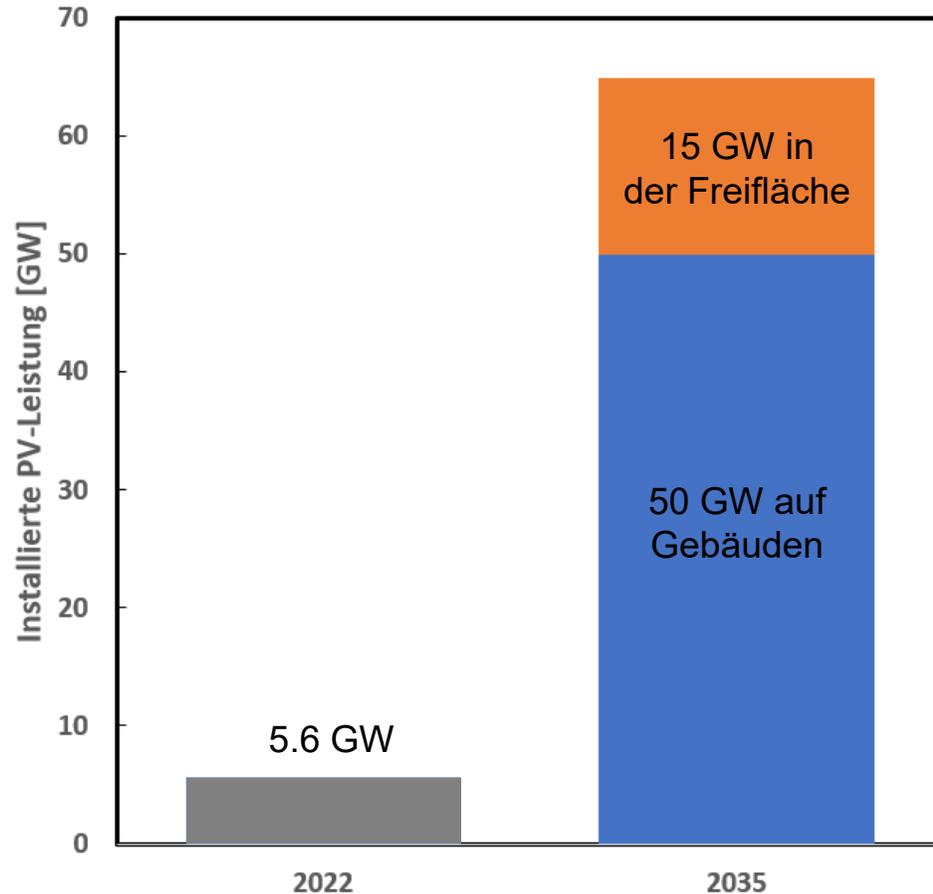


# 100% Niedersachsen erneuerbar



- Ein Beispiel für eine 100% erneuerbare Energieversorgung in Niedersachsen
- In diesem Szenario: 60 GW PV-Dach und 15 GW PV-Freifläche
- 21% des niedersächsischen Primärenergiebedarfs durch PV-Strom gedeckt

Peterssen et al., Simulative Kurzstudie zum Einsatz von Wasserstofftechnologie in Niedersachsen. Projekt-Abschlussbericht, 2021. DOI: 10.15488/15169



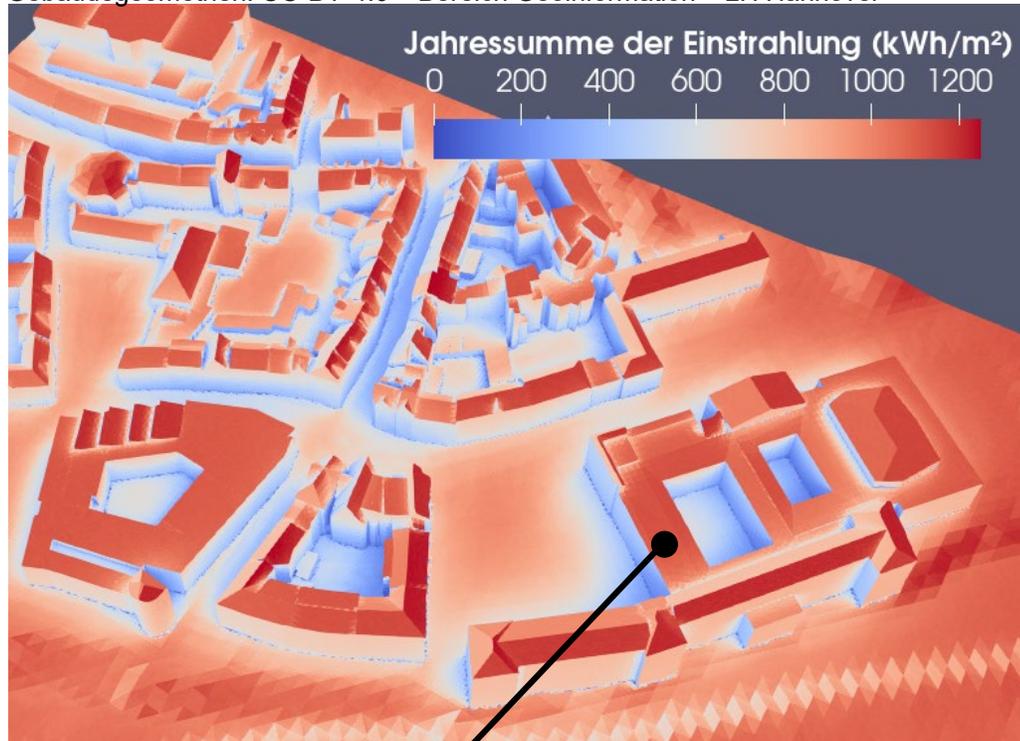
- 65 GW PV-Leistung in Niedersachsen bis 2035, davon 50 GW auf bereits versiegelten Flächen und auf Gebäudeflächen
- Jährlicher Ausbau von **5 GW** um das Ausbauziel 2035 zu erreichen
- 2022 wurden 0.6 GW zugebaut, Jan. bis Okt. 2023 1.04 GW<sup>1</sup>

Datenquelle: <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/strom/photovoltaik.php>

<sup>1</sup>[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEStatistikMaStRBNNetzA.pdf](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEStatistikMaStRBNNetzA.pdf)



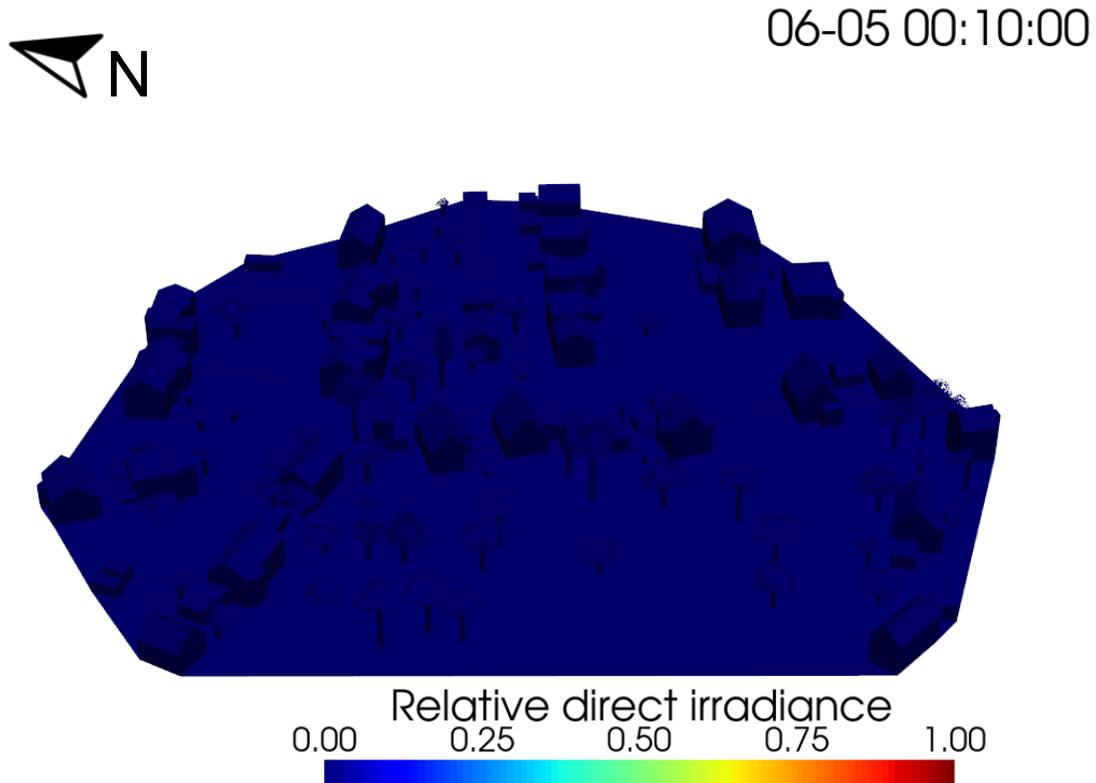
Gebäudegeometrien: CC-BY-4.0 – Bereich Geoinformation – LH Hannover



Niedersächsischer Landtag

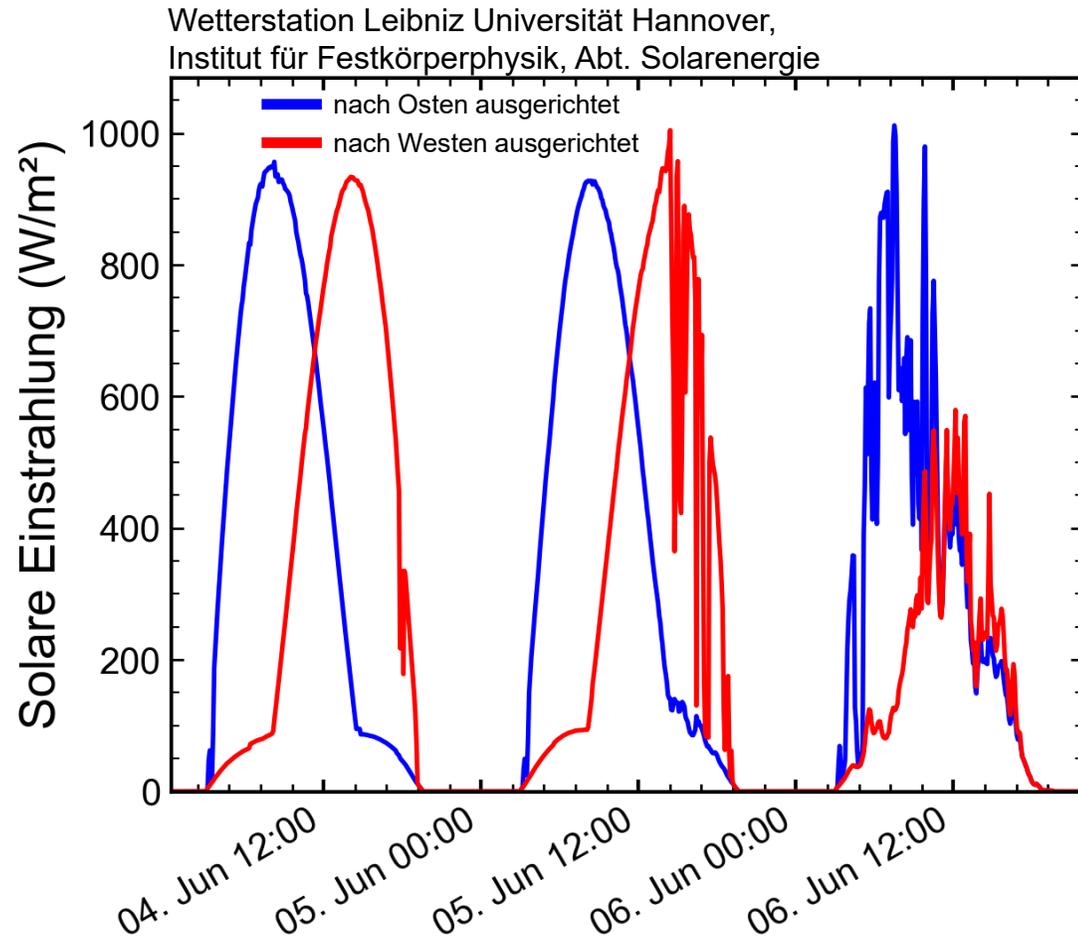
- Niedersachsenweite gebäudescharfe Berechnung von solarer Einstrahlung auf Dächern und Fassaden möglich
- Hohe Genauigkeit sowie Orts- und Zeitauflösung durch Raytracing
- Umrechnung der solaren Einstrahlung in elektrische Erträge auf Basis der Eigenschaften des PV-Moduls

# Erstellen eines detaillierten digitalen Zwillings

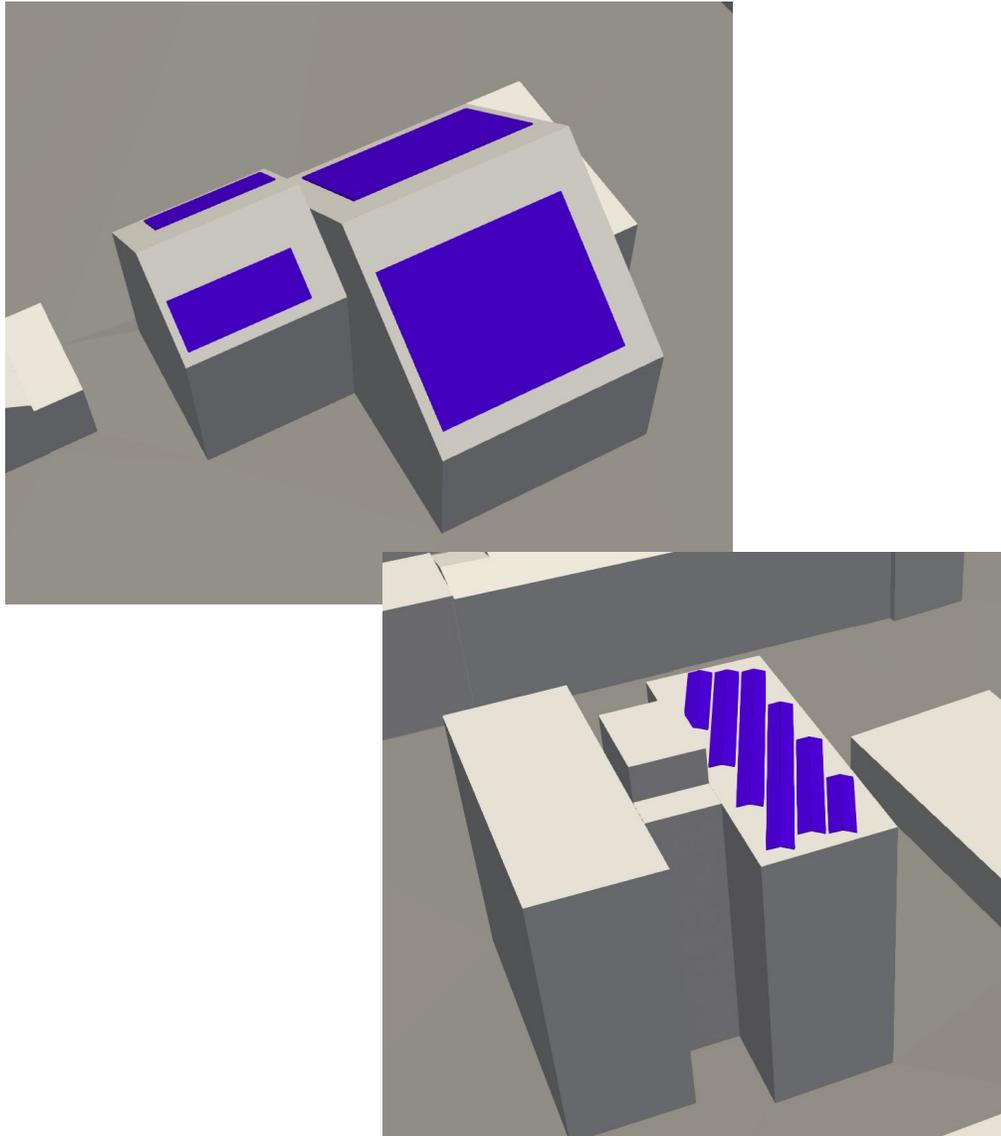


- Erstellung eines digitalen Modells der Stadt auf Basis von Geoinformationen
- Hinzufügen von LoD-2 Gebäuden
- Hinzufügen eines Geländemodells
- Erkennen von Vegetation in Luftbildern und Rekonstruktion eines 3D-Modells

# Solare Einstrahlung in der Ebene des PV-Moduls



- Zeitlicher Verlauf der Stromproduktion von Ausrichtung der PV-Module abhängig
- Zeitliche Auflösung von Produktion und Verbrauch wichtig zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit



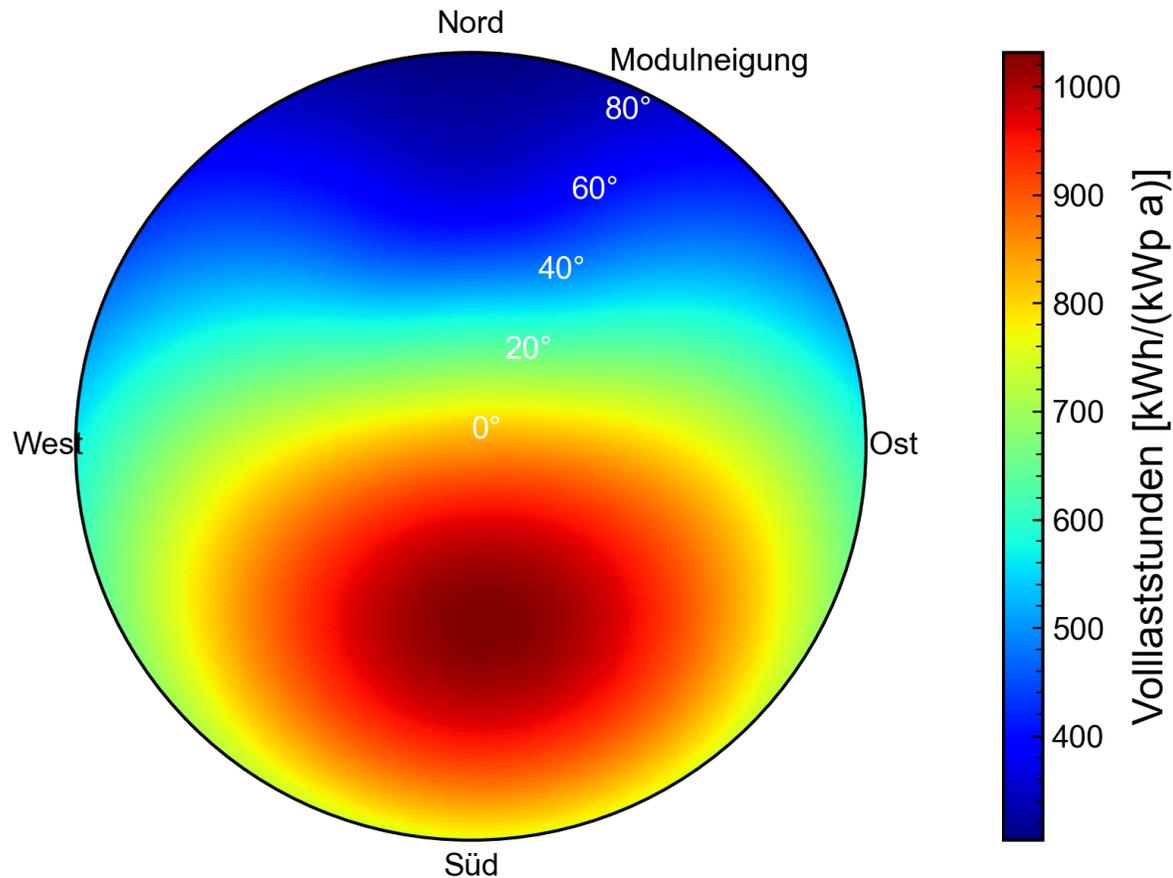
- 3D-Datensatz aller niedersächsischen Gebäude vom LGLN<sup>1</sup>
- Algorithmus belegt alle Dächer mit maximaler Anzahl an PV-Modulen
- Informationen zu baulichen Hindernissen nicht vorhanden

**Abschätzung:** 50% der positionierten PV-Module können wegen technischer Einschränkungen tatsächlich gebaut werden<sup>2</sup>

<sup>1</sup><https://opengeodata.lgln.niedersachsen.de/>

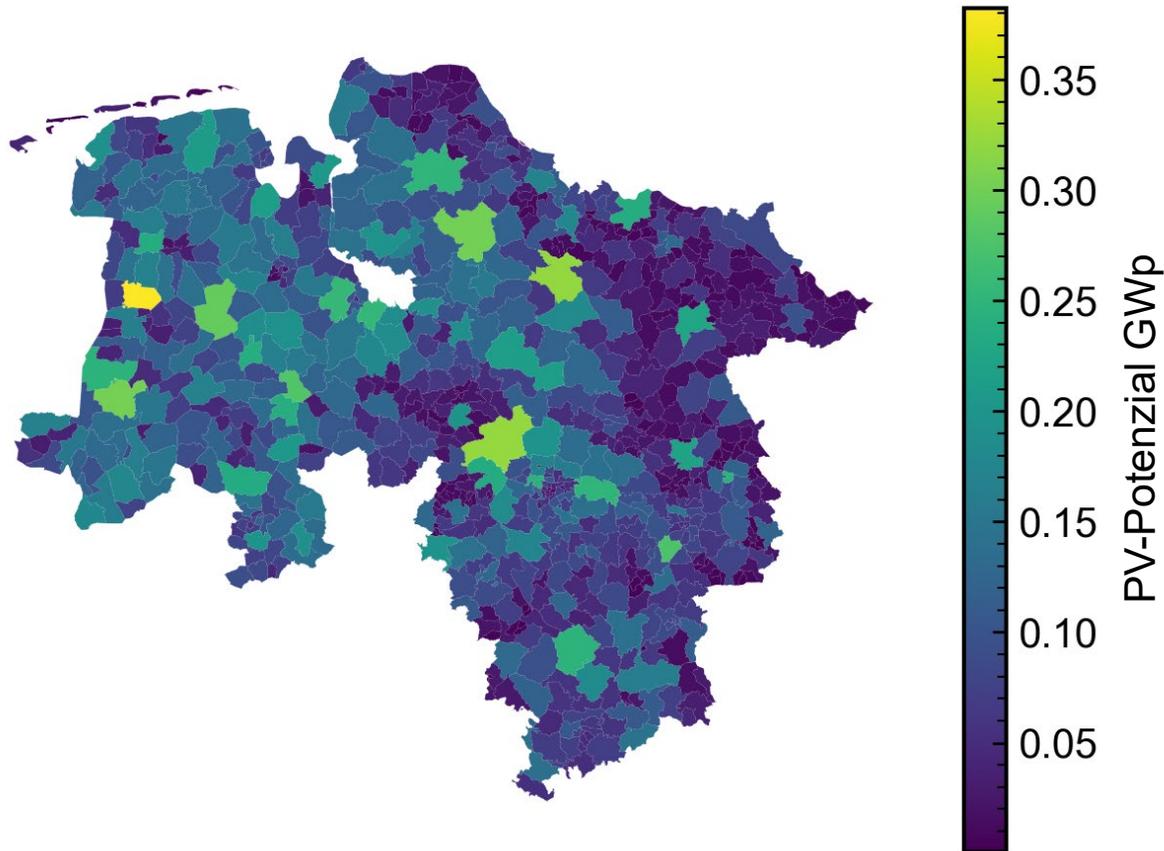
<sup>2</sup>Tröndle et al., Energy Strategy Reviews 26, 100388 (2019).





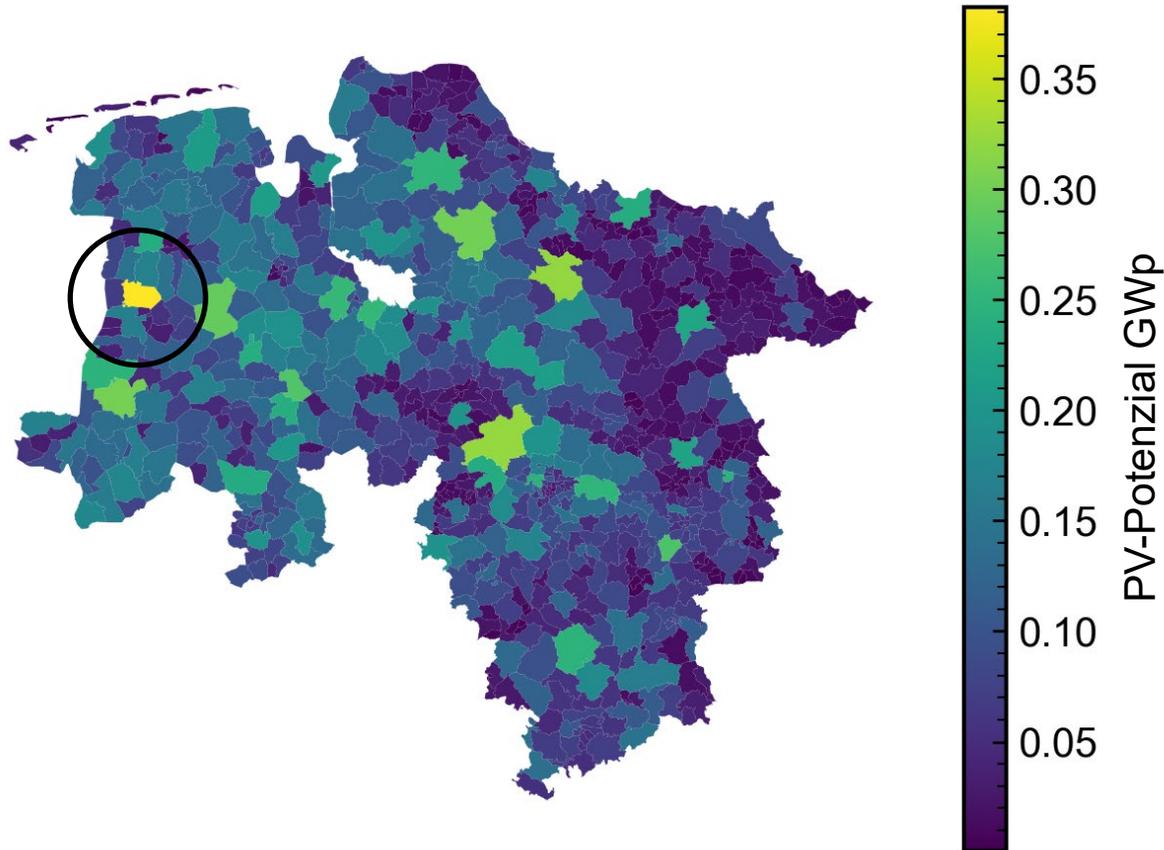
- Volllaststunden geben das Verhältnis zwischen Jahresertrag (kWh) und installierter Leistung (kWp) an
- **Diese Studie:** Vereinfachte Betrachtung durch Vernachlässigung von Verschattung

$$\text{Energieertrag} = \text{installierte Kapazität} \times \text{Volllaststunden}$$



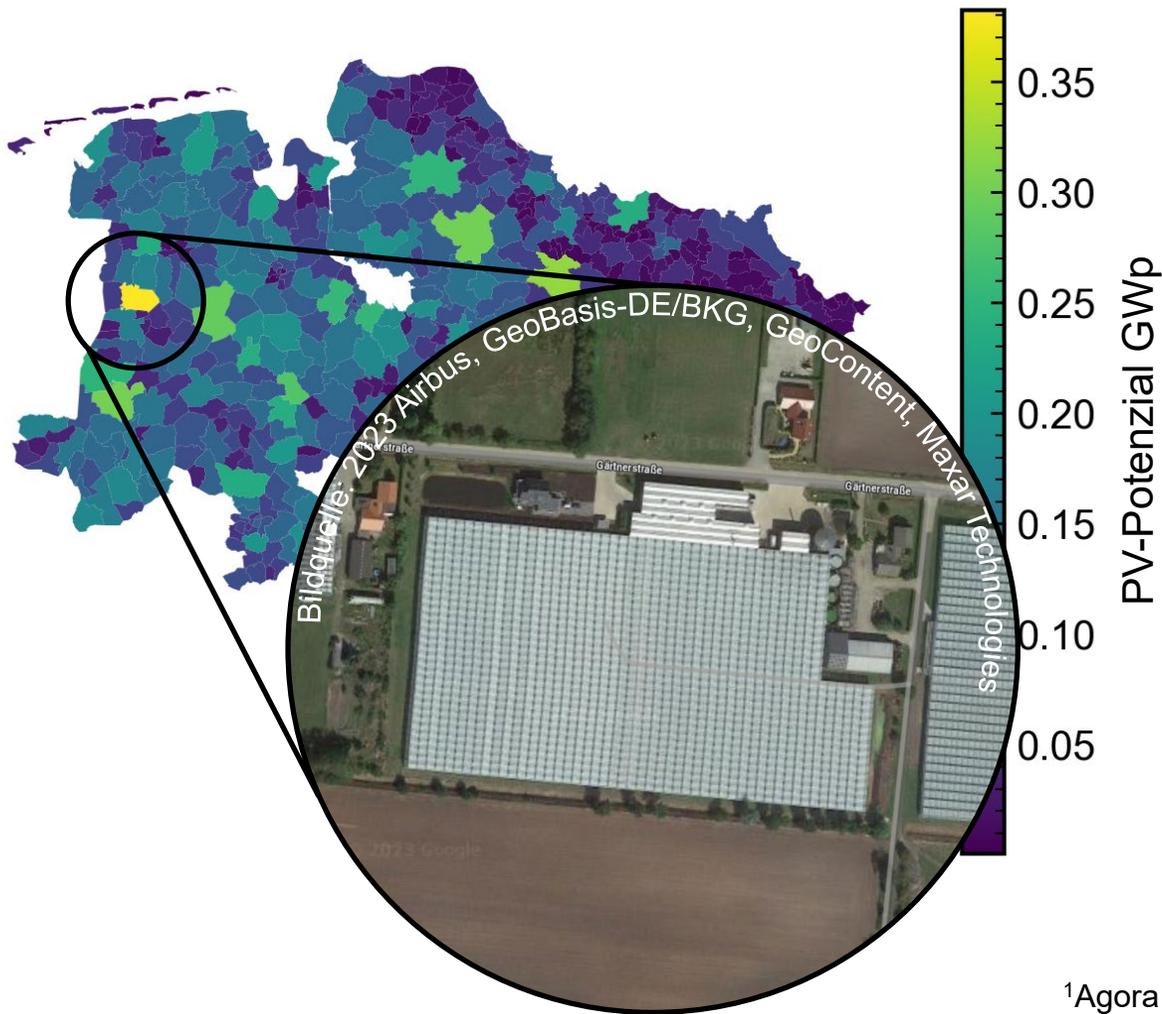
- Insgesamt 57.3 GWp PV-Dachpotenzial in Niedersachsen
- Bei Belegung aller verfügbaren Dachflächen werden jährlich 46.2 TWh Energie erzeugt (806 Volllaststunden)
- Agora Energiewende<sup>1</sup>: 50.5 GWp PV-Dachpotenzial, 40.4 TWh erzeugte PV-Energie

<sup>1</sup>Agora Energiewende, greenventory GmbH (2023):  
Solarstrom vom Dach: Energiewendepotenzial auf Deutschlands Gebäuden



- Bei Belegung aller verfügbaren Dachflächen werden jährlich 46.2 TWh Energie erzeugt (806 Volllaststunden)
- Agora Energiewende<sup>1</sup>:  
50.5 GWp PV-Dachpotenzial,  
40.4 TWh erzeugte PV-Energie

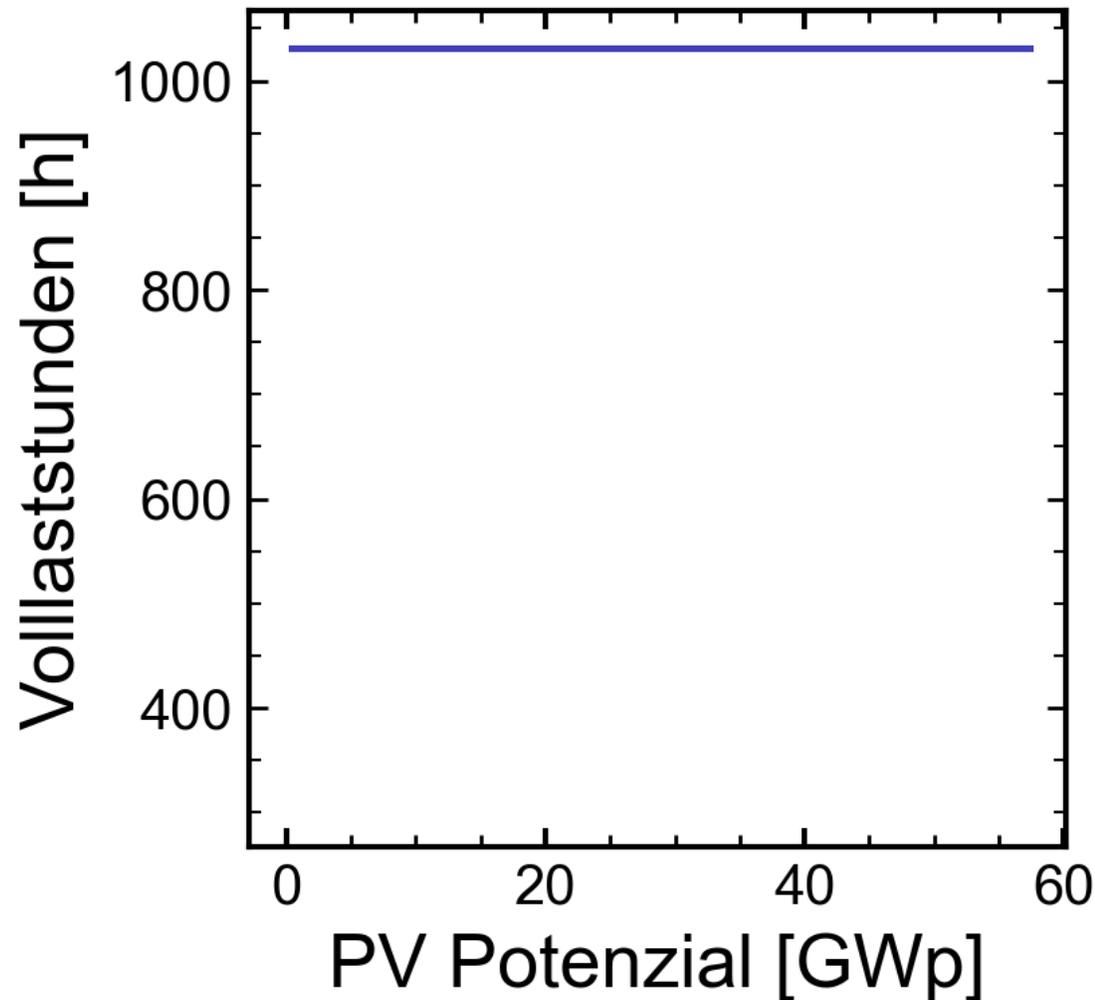
<sup>1</sup>Agora Energiewende, greenventory GmbH (2023):  
Solarstrom vom Dach: Energiewendepotenzial auf Deutschlands Gebäuden



- Bei Belegung aller verfügbaren Dachflächen werden jährlich 46.2 TWh Energie erzeugt (806 Volllaststunden)
- Agora Energiewende<sup>1</sup>:  
50.5 GWp PV-Dachpotenzial,  
40.4 TWh erzeugte PV-Energie

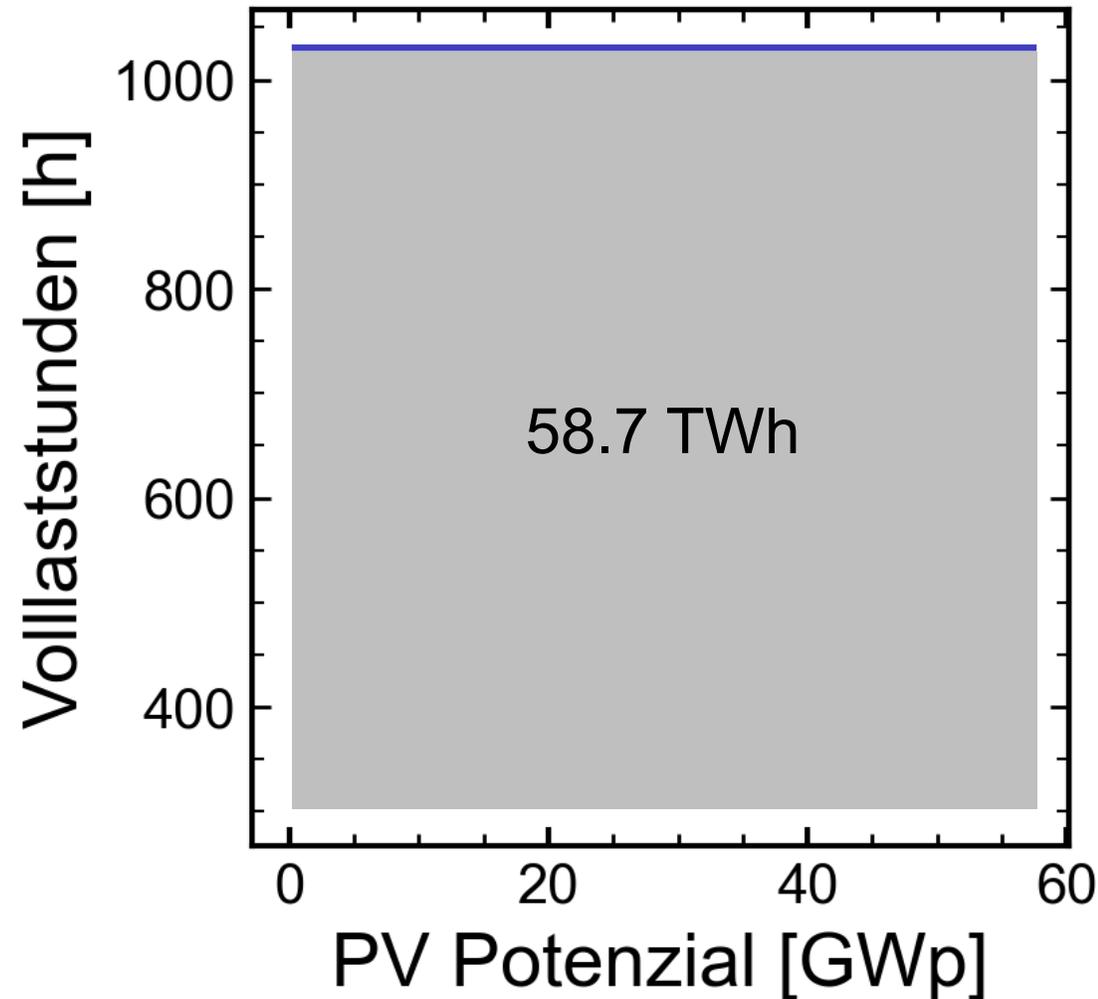
<sup>1</sup>Agora Energiewende, greenventory GmbH (2023):  
Solarstrom vom Dach: Energiewendepotenzial auf Deutschlands Gebäuden

# Wenn alle Dächer ideal ausgerichtet wären



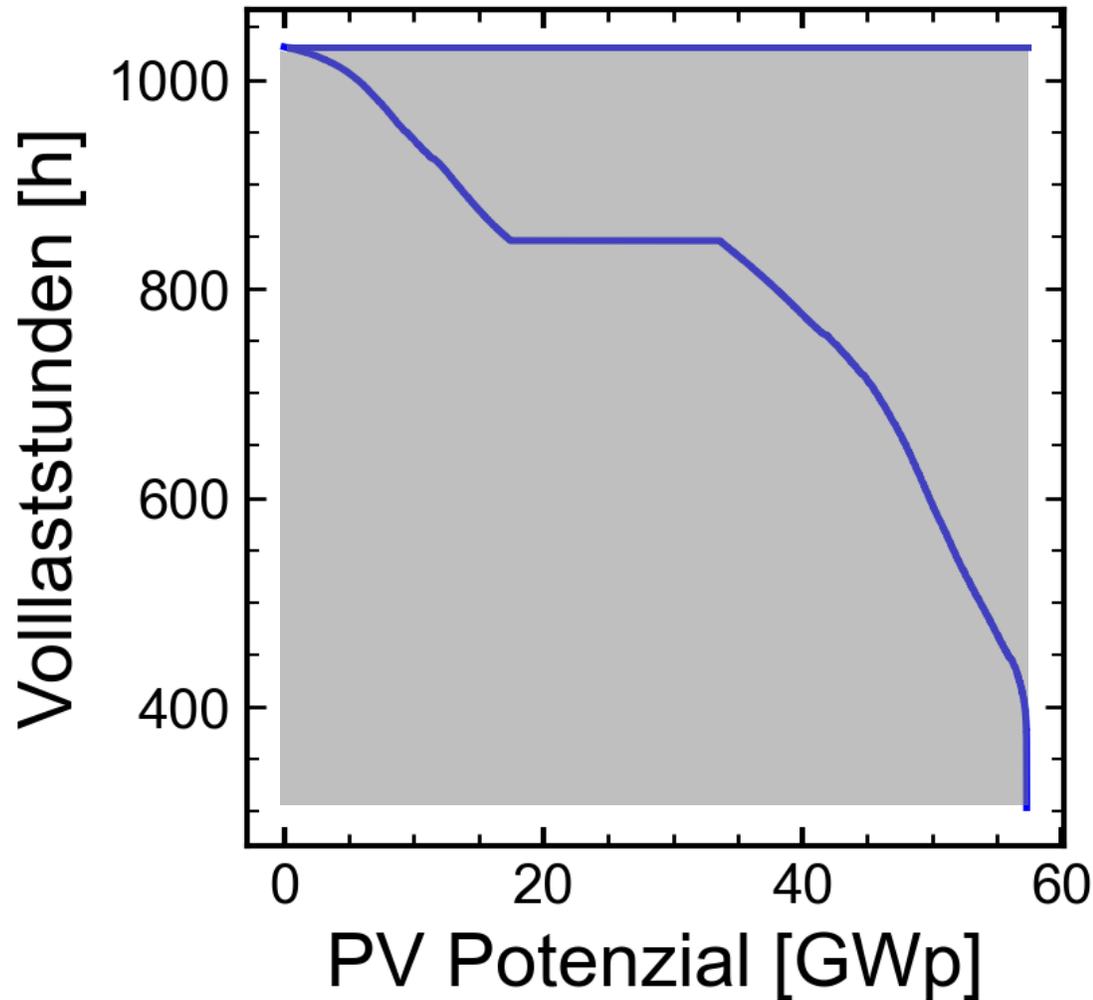
- Alle Dächer sind gleich gut geeignet und haben ca. 1025 Volllaststunden
- Summiere das PV-Potenzial über jedes einzelne Dach
- Trage die Volllaststunden jedes Daches gegenüber dem kumulierten PV-Potenzial auf

# Energieertrag entspricht der Fläche unter dem Plot



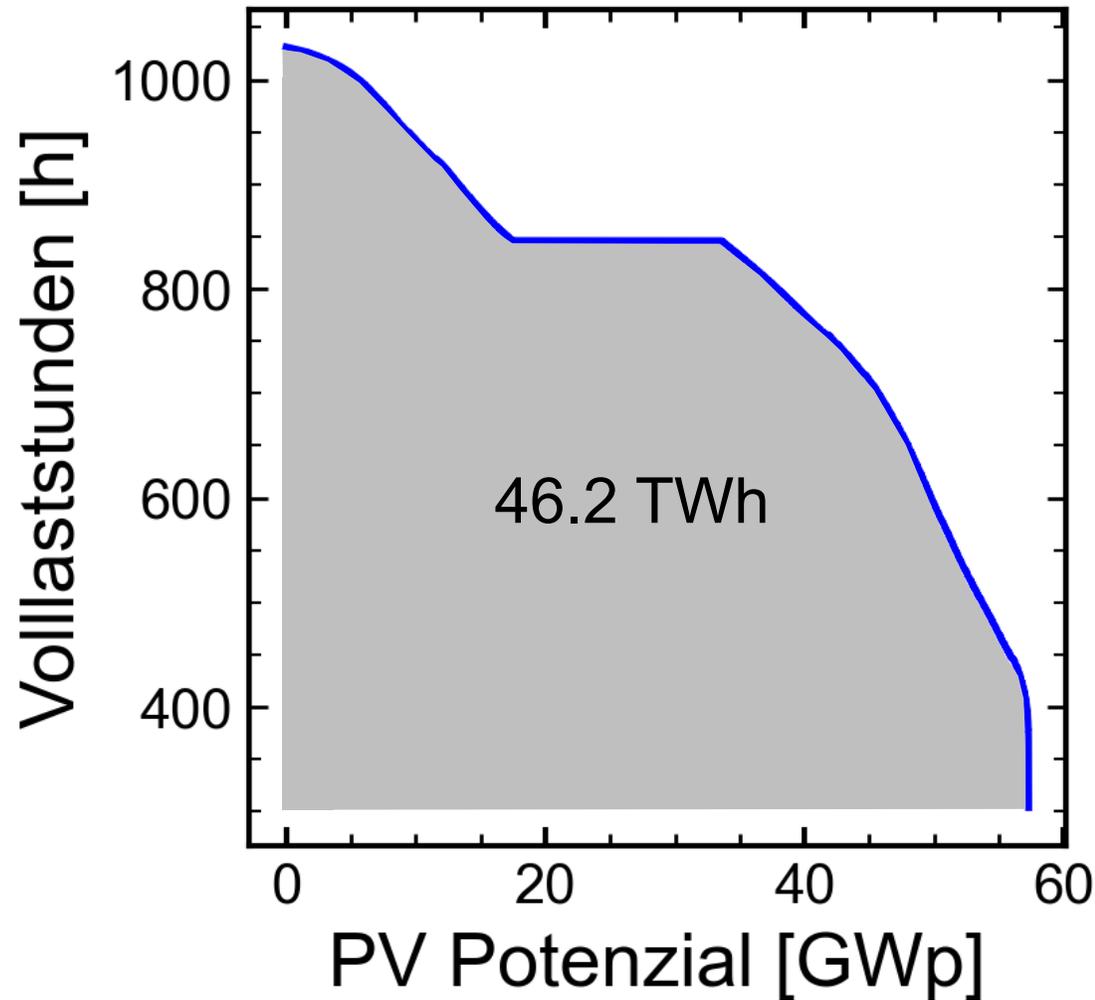
- Alle Dächer sind gleich gut geeignet und haben ca. 1025 Volllaststunden
- Summiere das PV-Potenzial über jedes einzelne Dach
- Trage die Volllaststunden jedes Daches gegenüber dem kumulierten PV-Potenzial auf

# In der Praxis sind nicht alle Dachflächen gleich gut geeignet



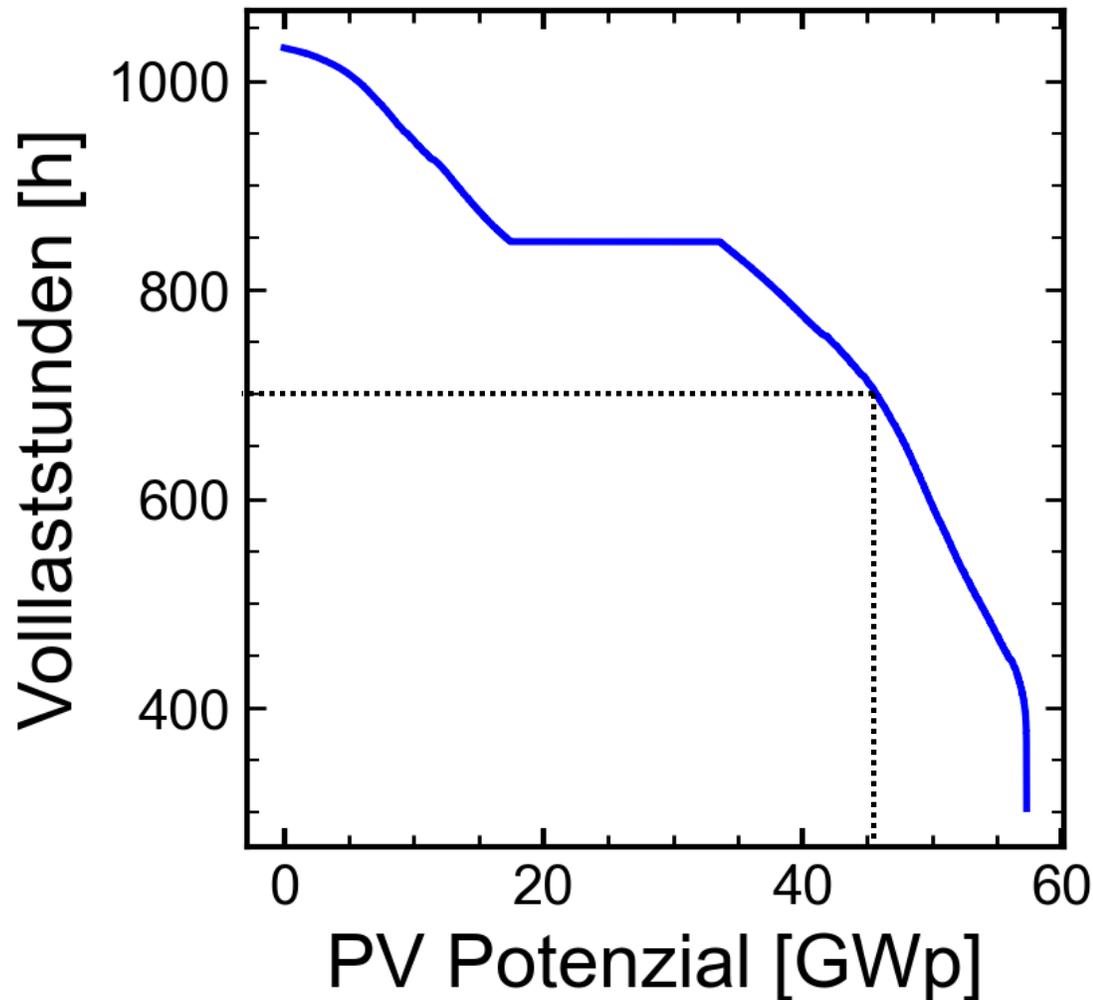
- Ideal ausgerichtete Dächer sind ein knappes Gut
- Horizontaler Verlauf entspricht Flachdächern (Ost/West-Aufständigung)

# Nachrangige Standorte haben eine große Bedeutung für den PV-Ausbau



- Gesamtenergieertrag von 46.2 TWh
- 21% geringerer Energieertrag gegenüber der Annahme konstanter Volllaststunden

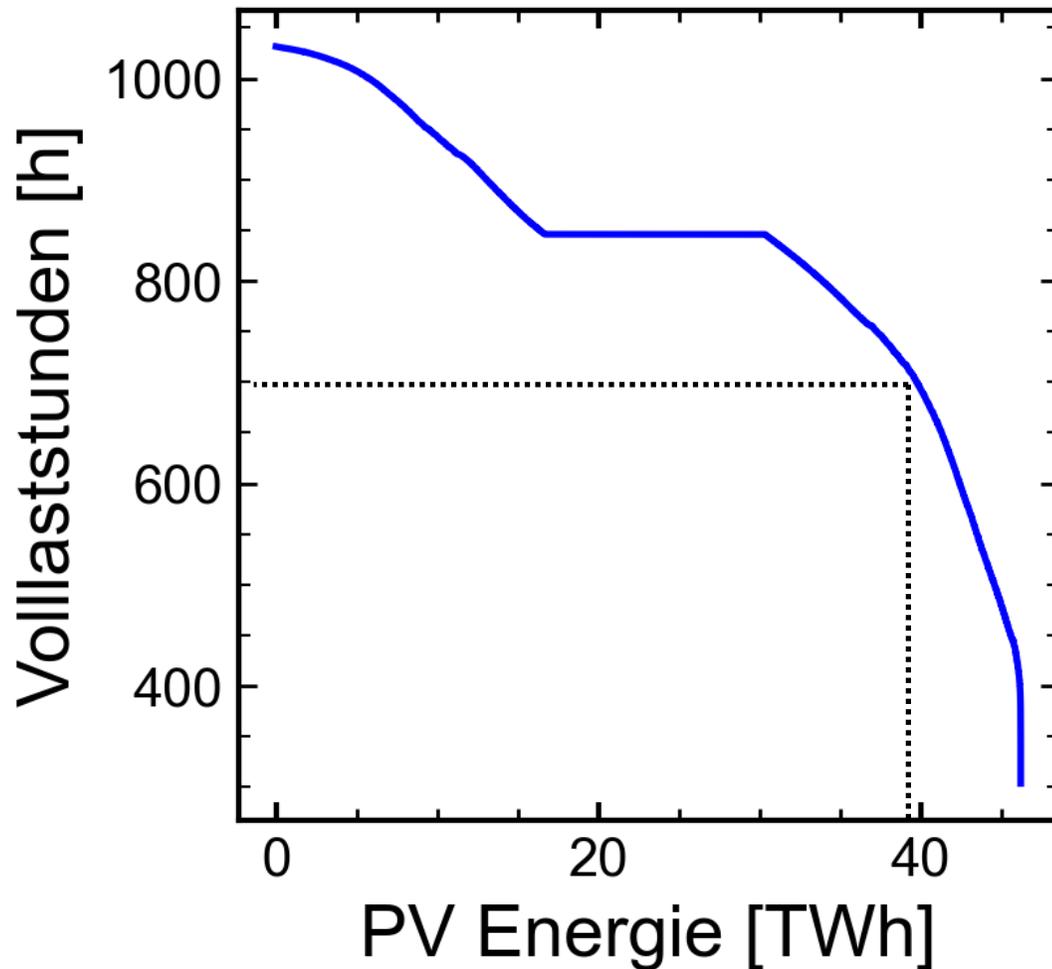
# Zur Erreichung des Niedersächsischen Ausbauziels müssen auch nachrangige Standorte stark genutzt werden



- Nur Dachflächen mit mehr als 700 Volllaststunden werden verwendet (alle west-, süd- und ostwärtsgerichteten Dächer)
- Zusätzlich werden Parkplatzflächen in Niedersachsen verwendet: 3.5 GWp<sup>1</sup>
- Insgesamt **49.2 GWp** PV-Anlagen

<sup>1</sup><https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/strom/parkplatz-pv.php>

# Zur Erreichung des Niedersächsischen Ausbauziels müssen auch nachrangige Standorte stark genutzt werden



- PV-Energiebedarf von 47.5 TWh, bei 50 GWp mit konstanten 950 Volllaststunden
- Weitere 4.4 TWh Energie aus PV-Anlagen erforderlich

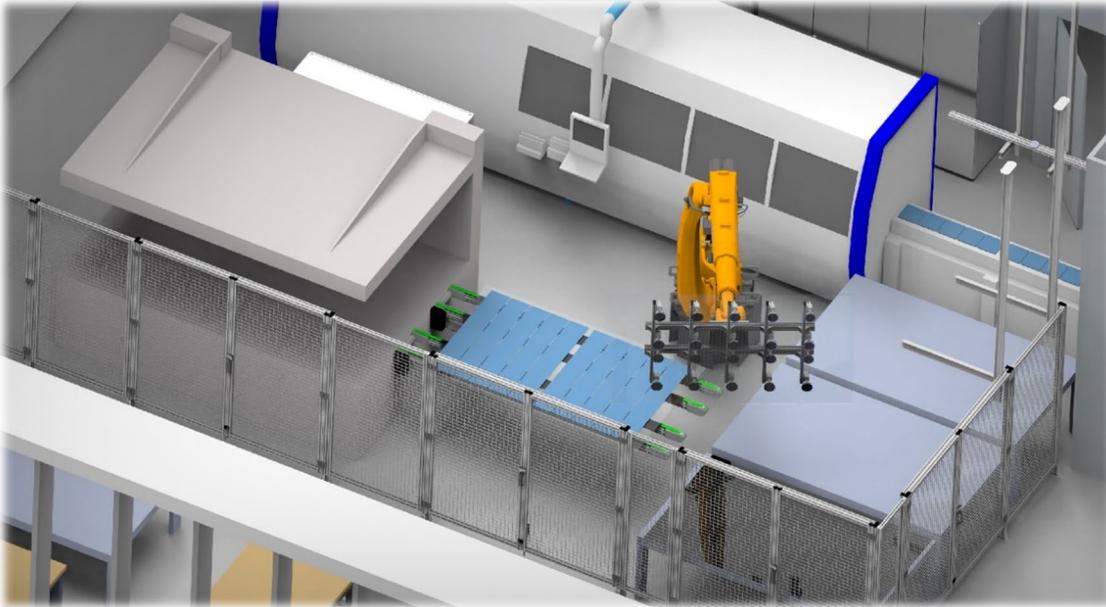
Installationsort	Installierte Leistung	Energieertrag
Alle west-, süd- und ostwärts gerichteten Dächer	45.7 GWp	39.7 TWh
Parkplätze	3.5 GWp	3.3 TWh
Weiterer Bedarf, z.B. Fassaden	ca. 6.3 GWp	4.4 TWh



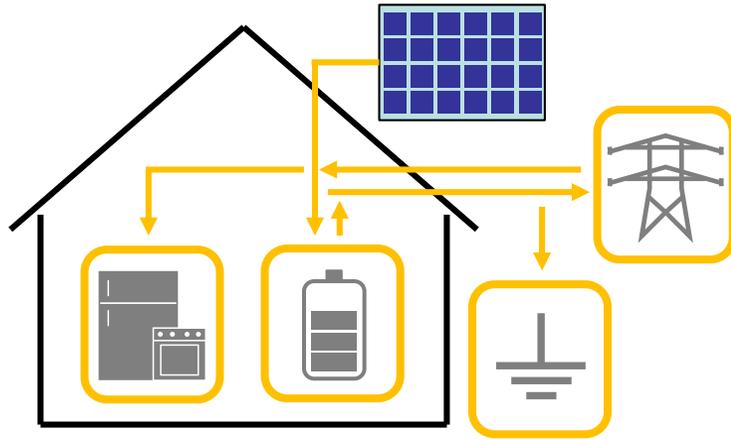


- Die potentiell nutzbare Fassadenfläche ist in Deutschland etwa doppelt so groß wie die für Dachflächen<sup>1</sup>
- Lösungen zur ästhetisch ansprechenden Nutzung von Gebäudeflächen am Markt verfügbar, aber kostenintensiv
- 6.3 GWp entsprechen ca. 830 000 EFH mit solar-aktivierter Südfassaden (ca. 50% der EFH in Niedersachsen)

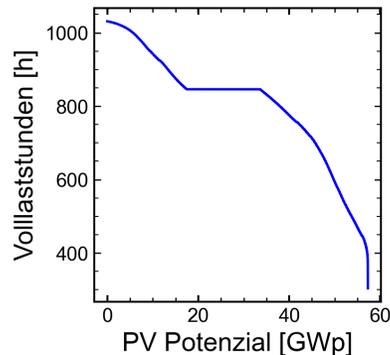
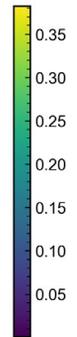
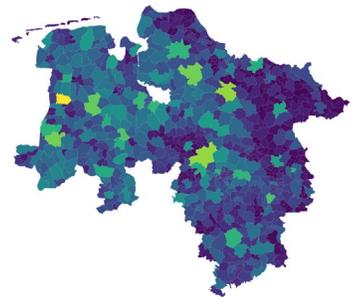
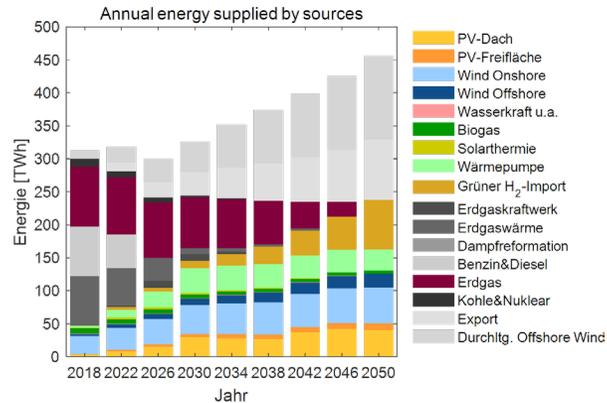
<sup>1</sup> Behnisch et al. „Anwendungsszenarien von Geomassendaten zur Modellierung von Grünvolumen und Solarflächenpotenzial“, 2020



- Senkung der Kosten durch flexible Prozesse für innovative PV-aktivierte Produkte
- Bereitstellung von Gebäude-integrierten PV-Modulen für Demonstrationsprojekte



- Raytracing berechnet die solare Einstrahlung auf Dächern und Fassaden
- Optimierung von Auslegung und Betriebsführung der Komponenten im digitalen Gebäudezwilling
- Implementierung eines digitalen Produktzwillings für die Produktionsplanung von (BI)-PV  
→ Größe, Form, Farbe, Verschaltung, ...



- **Massiver Ausbau** von Wind- und Solarenergie notwendig
- **Gebüdescharfe Berechnung** des PV-Dachpotenzials in Niedersachsen
- Ausbau aller west-, süd- und ostwärts gerichteten Dächer sowie Parkplätze resultiert in **49.2 GWp**
- Zur Erreichung des niedersächsischen Ausbauziels müssen auch **nachrangige Standorte** stark ausgebaut werden
- Erschließung weiterer Flächenpotenziale an **Fassaden** und in der **Freifläche** kann eine Möglichkeit sein

# Viel Sonne in Niedersachsen: Ein detaillierter Blick auf Solarpotenziale auf Dächern und Fassaden



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Kontakt:**

**Dr. Dennis Bredemeier**

**Abteilung Solarenergie, Institut für Festkörperphysik**

**Leibniz Universität Hannover**

**E-Mail: [bredemeier@solar.uni-hannover.de](mailto:bredemeier@solar.uni-hannover.de)**