

1860

1880

1900

1920

1940

1960

1980

2000

Wärmepumpen im Bestand

Heizen, Kühlen, Speichern



30.11.2023

9. Dialogplattform Power to Heat

Optionen und Strategien zur Wärmewende

efzn

Energie-Forschungszentrum
Niedersachsen

VDE ETG

Agenda

- **Vorstellung**
- **Wärmepumpen im Kontext des Klimaschutzes**
- **Sensitivitäten in der Praxis**
- **Diskussion & Fragen**



Agenda



- **Vorstellung**
- Wärmepumpen im Kontext des Klimaschutzes
- Sensitivitäten in der Praxis
- Diskussion & Fragen

Vorstellung

Fachlicher Hintergrund



2006 – 2007

Freiwillig Ökologisches Jahr
Energieeinspar-Contracting | Hydraulischer Abgleich



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

2007 – 2013

B. Sc. & M. Sc. Regenerative Energiesysteme

2013 – 2018

Solare Stromspeichersysteme
Prof. Dr.-Ing. Volker Quaschnig
Dr.-Ing. Johannes Weniger

Vorstellung

Persönlicher Hintergrund – Der elterliche Hof



Von 1914 an ein **Lebens- und Arbeitsort für mehrere Generationen** mit **nachhaltiger Ernährung** (Landwirtschaft & Bauerngarten), **Mobilität** (Fahrrad & Pferde) und **Energieversorgung** (Sparsamkeit und Holz aus der Wallheckenpflege)

Vorstellung

Der Grönlandhof – ein Versuch größtmöglicher Resilienz

von 2017 bis 2019 wurde der Hof wieder ein

Lebens-/Arbeitsort für mehrere Generationen

- Hofgemeinschaft mit 3 Familien & Generationen mit **nachhaltiger Ernährung**
- Bioland Betrieb / Solidarische Landwirtschaft





Vorstellung

Der Grönlandhof – ein Versuch größtmöglicher Resilienz

von 2017 bis 2019 wurde der Hof wieder ein

Lebens-/Arbeitsort für mehrere Generationen

- Hofgemeinschaft mit 3 Familien & Generationen mit **nachhaltiger Ernährung**
- Bioland Betrieb / Solidarische Landwirtschaft **und Mobilität**
- E-Auto im Car-Sharing, Lastenräder, Velomobil **sowie Energieversorgung** (KfW 70 Denkmal)
- Photovoltaik, Wärmepumpe und Rest-Holz



Aus aktuellem Anlass | Ziel erreicht!?

1. Platz beim „Landespreis Grüne Hausnummer 2023“ am 30.05.2023 in Hannover



„Die rundum sehr gelungene Sanierung des denkmalgeschützten Gulhofs in Verbindung mit dem neuen Wohnkonzept der Hofgemeinschaft hat uns sehr beeindruckt. Das Projekt ist nicht nur insgesamt ästhetisch sehr ansprechend, sondern auch ein gutes Beispiel für die nachhaltige Weiternutzung großer landwirtschaftlicher Gebäude.“

Quelle:

https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/zielgruppen/hauseigentuemer/Gruene-Hausnummer/Landespreis-GH-22_23-Tjaden.php

Vorstellung

Fachlicher Hintergrund



2006 – 2007
Freiwillig Ökologisches Jahr
Energieeinspar-Contracting | Hydraulischer Abgleich



2007 – 2013
B. Sc. & M. Sc. Regenerative Energiesysteme
2013 – 2018
Solare Stromspeichersysteme
Prof. Dr.-Ing. Volker Quaschnig
Dr.-Ing. Johannes Weniger



2018 – 2022
Regenerative Energiesysteme
Prof. Dr.-Ing. Johannes Rolink



2022 – 2023
Techno-ökonomische Systemanalyse
Gruppe: Regionale Energiesysteme
Dr.-Ing. Noah Pflugradt



2023 – heute
Klimaschutzmanager
Fokus: Energie & Mobilität



2020 – heute
Freiberufliche Selbständigkeit im Kontext
Regenerativer Energiesysteme & E-Mobilität
Planung | Beratung | Handel



DGS Akademie Franken
die Solarakademie

2022 - heute
Externer Referent für Kurse
- Basiswissen Photovoltaik
- Solar(fach)berater

Agenda

- Vorstellung
- **Wärmepumpen im Kontext des Klimaschutzes**
- Sensitivitäten im der Praxis
- Diskussion & Fragen



Heizung von heute und morgen

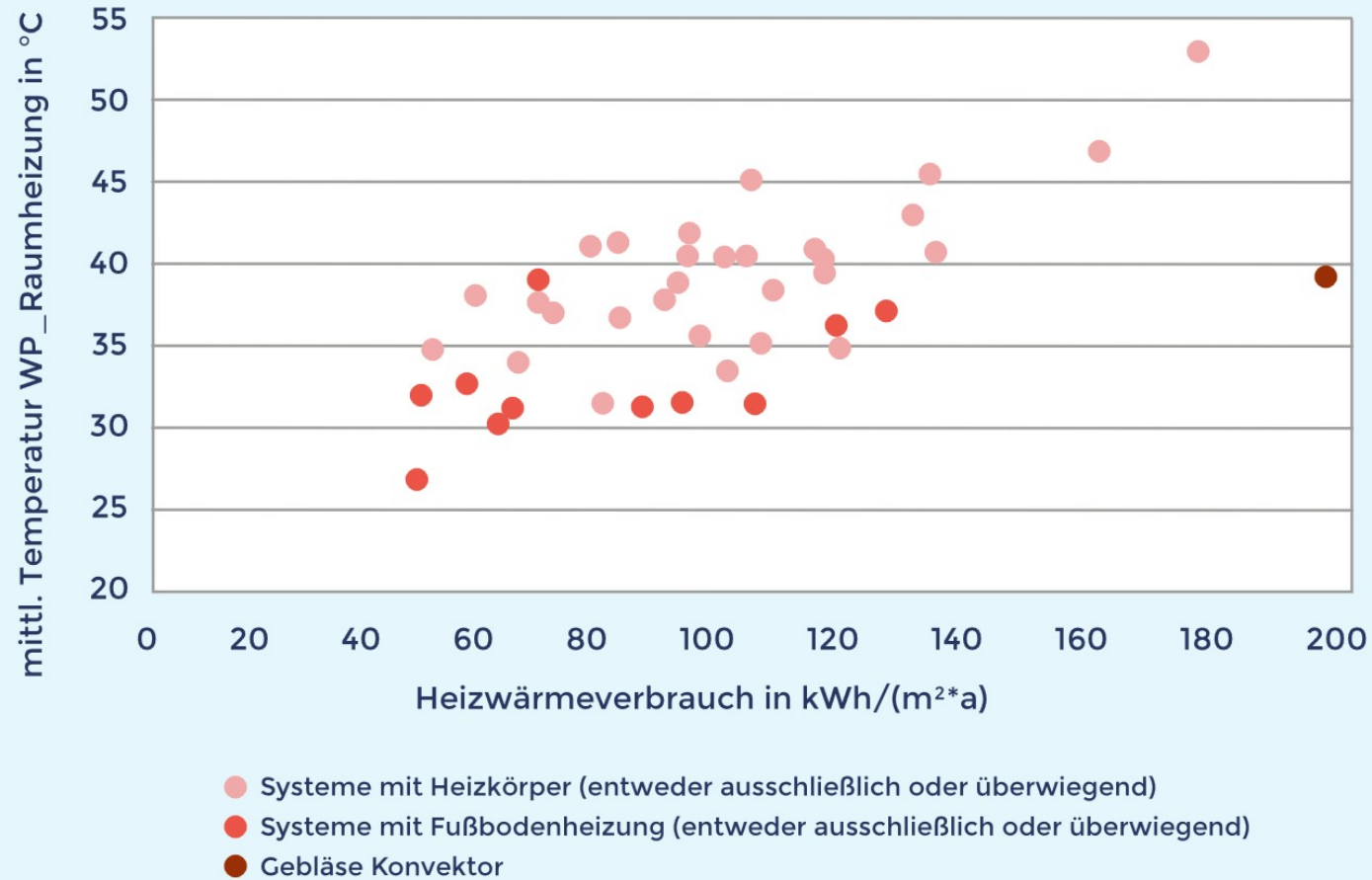
Warum die Wärmepumpe von zentraler Bedeutung ist



- **Öl-** und **Gas** werden mittel bis langfristig (2045) komplett aus dem Energiesystem (Strom, Wärme, Verkehr) **verschwinden**.
- **Biomasse** als Brennstoff ist **extrem begrenzt** und verknüpft an lokale Feinstaub-Emissionen.
- Ausgangspunkt des absolut größten Teil der **Energieversorgung** ist dann Strom aus **Windkraft** und **Photovoltaik**.
- Die Nutzung von grünem **Wasserstoff** wird aus Kosten- und Verfügbarkeitsgründen **kaum eine Rolle** spielen.
- Unter Verwendung von **Wärmepumpen** wird regenerativer Strom durch **kostenfreie Umweltwärme** (Boden, Luft, Wasser) in nutzbare Wärme **veredelt**.

Wärmepumpen

Der Zusammenhang von Dämmstandard und Vorlauftemperaturen

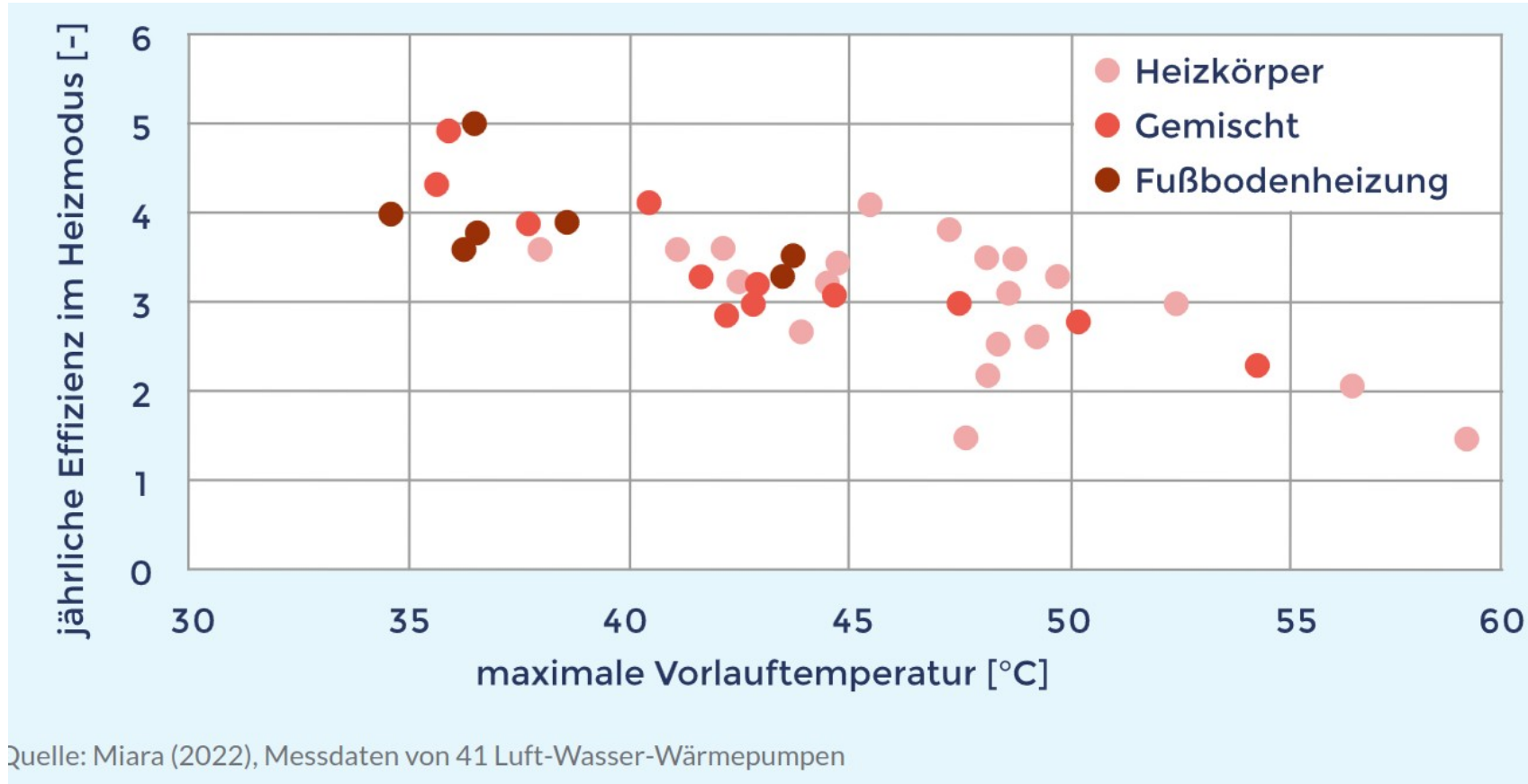


Quelle: Günther et al. (2020)

- Grundsätzlich ist eine **Gebäudedämmung** hilfreich.
- Streubreite zeigt, dass **viele Stellschrauben** zu niedrigen Temperaturen führen.
- In der **Praxis** ist die Wärmepumpe vom **Altbau** bis zum effizienten **Neubau** technisch einsetzbar.
- **Wirtschaftlichkeit** stark gekoppelt an Auslegung, Effizienz und lokale Umweltbedingungen.

Wärmepumpen

Der Zusammenhang von Effizienz und Wärmeübergabesystem



- Streubreite zeigt, dass allein das Heizkörper vs. Fußbodenheizung **kein alleiniger Indikator** für eine gut funktionierende Wärmepumpe ist.
- Varianz bei gleicher mittlerer Temperatur zeigt zudem starke **Abhängigkeit** der Effizienz von **Standort** und **Marke/Modell** auf.

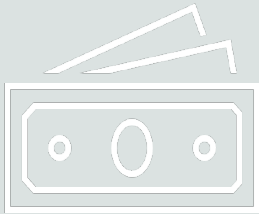
Wärmepumpen

Einordnung in die Sichtweise des gesamten Energiesystems und Infrastruktur



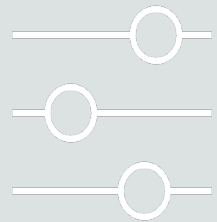
Rahmenbedingungen

- Für ein klimaneutrales Energiesystem braucht es einen rasanten **Markthochlauf** von Wärmepumpen und Elektromobilität.
- Das elektrische **Verteilnetz** bleibt **weitestgehend unverändert**.



Konflikte

- Hohe Effizienz (= **geringe Betriebskosten**) bedingen bei Wärmepumpen tendenziell **hohe Investitionskosten** (Erschließung der Wärmequelle)
- Niedrige Effizienzen führen **Verteilnetze** schneller **an ihre Grenzen**



Lösungsvorschläge

- Endkunden & Fachbetriebe: Hilfestellung zur **Identifikation** möglichst effizienter Wärmepumpen-Modelle und **Quantifizierung des Vorteils**.
- **Förderpolitik** (GEG, BAFA/KfW) stärker an **Effizienz koppeln**.

Agenda

- Vorstellung
- Wärmepumpen im Kontext des Klimaschutzes
- **Sensitivitäten in der Praxis**
- Diskussion & Fragen



Wärmepumpen | Vorgehensweise in der Praxis

Große Unterschiede zwischen Produkten, Standorten und Installationsbedingungen

Tipps zum Thema:

- **Raumweise Heizlast** erstellen und Heizungsverteilsystem rechnen, ggf. optimieren
- **Heizung** nach Ergebnissen **einstellen** (lassen) und ggf. einzelne Heizkörper tauschen

Empfehlung: Heizreport-App

Best-Practice – Was ein Fachbetrieb idealerweise machen würde



Heizlastberechnung

Raumweise Heizlast mit dem vereinfachten Verfahren nach **DIN EN 12831**. Ideal für Bestandsgebäude geeignet.



Heizflächenauslegung

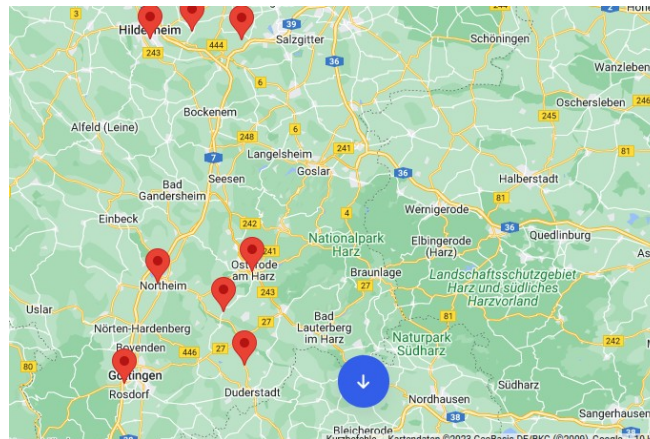
Prüfung der Heizflächen (Heizkörper & Fußbodenheizung) auf Eignung für den effizienten Betrieb mit einer **Wärmepumpe**.



Hydraulischer Abgleich

Optimale Wärmeverteilung im Gebäude durch Berechnung der benötigten Volumenströme sorgt für ein **förderfähiges** Heizsystem.

<https://www.heiz.report/de>



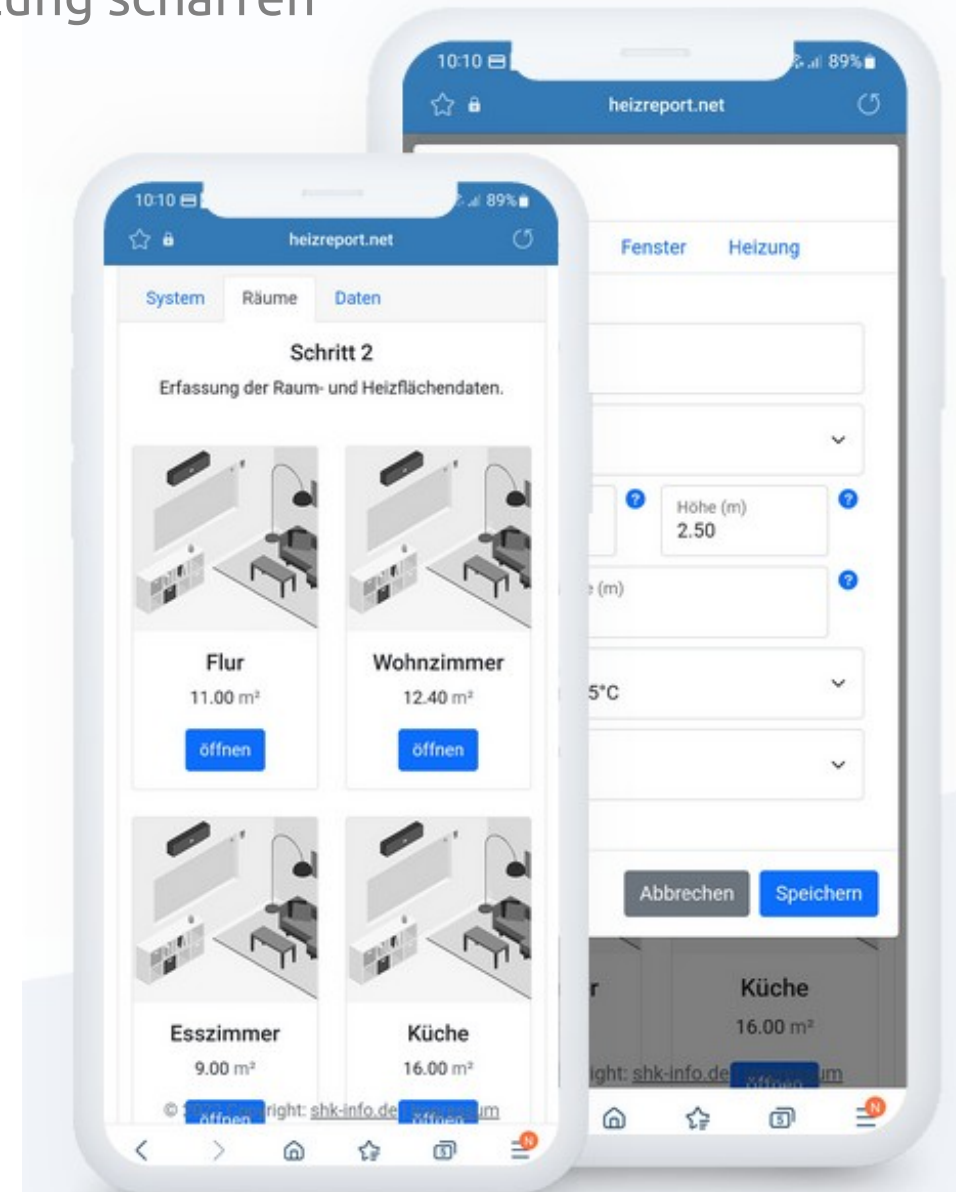
[Karte der Fachbetriebe](#)

Empfehlung: Heizreport-App

In einer Stunde die Grundlagen für eine effiziente Heizung schaffen

Vorgehensweise vor Ort

- **Individueller Link** über Website eines Fachpartners oder Heizreport selber.
- Durchführung der **Begehung** mit am besten zwei Personen (auch Laien). Material:
 - **Smartphone** oder Tablet
 - **Zollstock** und/oder Entfernungsmesser
 - Optional: Grundrisspläne
- In der **Heizreport-App**
 - Eintragung aller Räume inkl. Angaben
 - Foto vom Gebäude
 - Foto Heizungsraum und Typenschild Heizung
 - Weitere Fotos nach Bedarf (Grundrissplan, etc.)
- **Speichern**, wenn fertig.
- Korrektur und **Berichterstellung** durch Fachpartner.



Empfehlung: Heizreport-App

Drei Ergebnisberichte zur Einschätzung der Gebäude und weiteren Ausführung

Schnell-Check

Detail-Heizreport

Sanierungs-Simulation



Tjarko Tjaden, M. Sc.
Regenerative Energien
Heerweg 26, 26629 Großefehn
info@ostfriesland-klimaneutral.jetzt



BIC: GENODEM1GLS
UST-ID: DE337455967
Steuernummer: 54/241/05234
IBAN: DE31 4306 0967 1123 6211 00

Projekt
Max Mustermann
Musterweg 1
12345 Musterland

Link und QR-Code
zum Projekt


Tjarko Tjaden, M. Sc. Regenerative Energien Seite 1/5 ID 44507 - v.1.22

Heizreport

Projekt
Max Mustermann
Musterweg 1
12345 Musterland


Link und QR-Code
zum Projekt

Klimadaten
Standort: Leer
Normaußentemperatur: -8.70 °C
Jahresmitteltemperatur: 9.90 °C
Höhe über Normal-Null: 2 m

Berechnung erstellt durch



Regenerative Energien
Tjarko Tjaden, M. Sc.
Heerweg 26
26629 Großefehn
017621994731
info@ostfriesland-klimaneutral.jetzt
www.ostfriesland-klimaneutral.jetzt

Tjarko Tjaden, M. Sc. Regenerative Energien Seite 1/58 ID 44507 - v.1.22



Tjarko Tjaden, M. Sc.
Regenerative Energien
Heerweg 26, 26629 Großefehn
info@ostfriesland-klimaneutral.jetzt


Simulation: Dachdämmung



Vorgabewerte
Gesamte Dachfläche: 140 m²
Dämmung: 16 cm
Kosten: ca. 28.000 Euro
Hinweis: Simuliert wird eine Aufsparrendämmung mit neuer Dacheindeckung.

Auswirkungen der Maßnahme
Wärmeverluste vorher: 1.782 Watt
Wärmeverluste nachher: 1.105 Watt
Energieeinsparung: 1.276 kwh pro Jahr
Heizkosteneinsparung: 153 bis 204 Euro pro Jahr
Bei einem Energiepreis von 0,12 Euro / kwh bis 0,16 Euro / kwh.

CO2-Ersparnis
bei Heizöl: 288 kg / Jahr
bei Erdgas: 257 kg / Jahr
bei Pellets: 46 kg / Jahr
bei Fernwärme: 253 kg / Jahr



Tjarko Tjaden, M. Sc. Regenerative Energien Seite 2/4 ID 44507

Wärmepumpen | Datenbank und Simulationsbibliothek

Große Unterschiede zwischen Produkten, Standorten und Installationsbedingungen

Tipps zum Thema:

- **Raumweise Heizlast** erstellen und Heizungsverteilsystem rechnen, ggf. optimieren
 - **Heizung** nach Ergebnissen **einstellen** (lassen) und ggf. einzelne Heizkörper tauschen
 - Möglichst **effiziente** Wärmepumpe passend auswählen: <https://www.produktdatenbank-get.at/>
 - Auf fachlich gute Montage achten: <https://www.waermepumpe.de/fachpartnersuche/>
- **Stromverbrauch** kann sich schnell um **25 bis 50% reduzieren**

Column	Description	Comment
Manufacturer	Name of the manufacturer	30 manufacturers
Model	Name of the heat pump model	506 models
Date	heat pump certification date	2016-07-27 to 2021-03-10
Type	Type of heat pump model	Outdoor Air/Water, Brine/Water, Water/Water
Subtype	Subtype of heat pump model	On-Off, Regulated
Group ID	ID for combination of type and subtype	1 - 6
Refrigerant	Refrigerant Type	R134a, R290, R32, R407c, R410a, other
Mass of Refrigerant [kg]	Mass of Refrigerant	0.15 to 14.5 kg
SPL indoor [dBA]	Sound emissions indoor	15 - 68 dBA
SPL outdoor [dBA]	Sound emissions outdoor	33 - 78 dBA
PSB [W]	Electrical power consumption, standby mode	3 to 60 W
Climate	Climate definition for set points, which were used for parameter identification	average, colder, warmer
P_el_h_ref [W]	Electrical power at -7°C / 52°C	881 to 23293 W
P_th_h_ref [W]	Thermal heating power at -7°C / 52°C	2400 to 69880 W

- **Öffentliche** verfügbare und **unabhängig gemessene Kennwerte** von Wärmepumpen in Europa.
- Überführung in eine menschen- und maschinenlesbare **Datenbank**.
- Validiertes **Simulationsmodell** für die verschiedenen Wärmepumpen-Typen.
- Erstellung von **generischen** Wärmepumpen-Modellen, die in der Leistung **frei konfigurierbar** und hinsichtlich der Effizienz dem **Marktdurchschnitt** entsprechen.

veröffentlicht unter: <https://github.com/FZJ-IEK3-VSA/hplib>

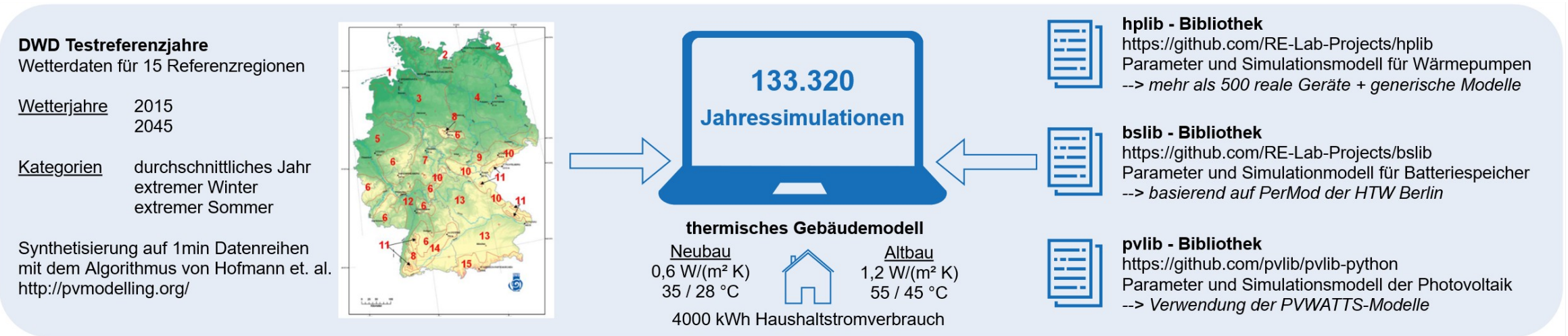


CEN heat pump
KEYMARK

hplib v 1.9

Wärmepumpen | Datenbank und Simulationsbibliothek

Abbildung des Gesamtmarktes über Massensimulation mit hplib



- Berechnung der **Norm-Heizlast** für jedes **Gebäude** über die Norm-Außentemperatur an jedem **Standort**.
- **Zuordnung** von maximal 15 passenden **marktverfügbaren** Wärmepumpen pro Standort und Gebäudetyp.
- Auswertung verschiedener **Kennzahlen** aus Nutzer- und Netzbetreibersicht

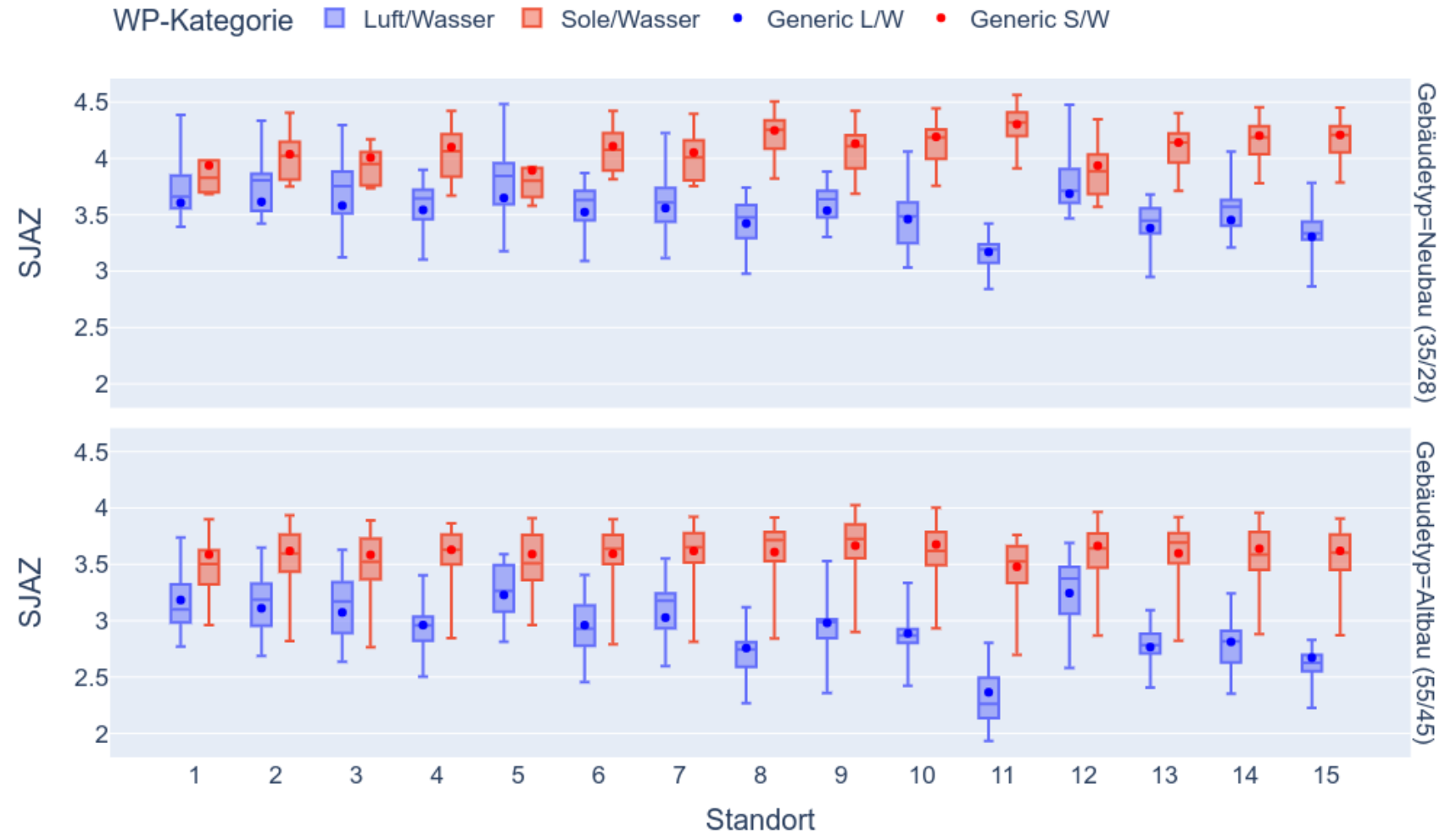


Ergebnisse als
Open Data und Web-Tool

Wärmepumpen | Anwendung der hplib

Verteilung der Systemjahresarbeitszahlen (SJAZ) getrennt nach Standort und Gebäudetyp

- **SJAZ** von **Luft/Wasser-WP** weisen sowohl **starke Abhängigkeiten** vom Standort als auch vom konkreten Modell auf.
- **Generische Modelle** bilden **Marktdurchschnitt** gut ab.

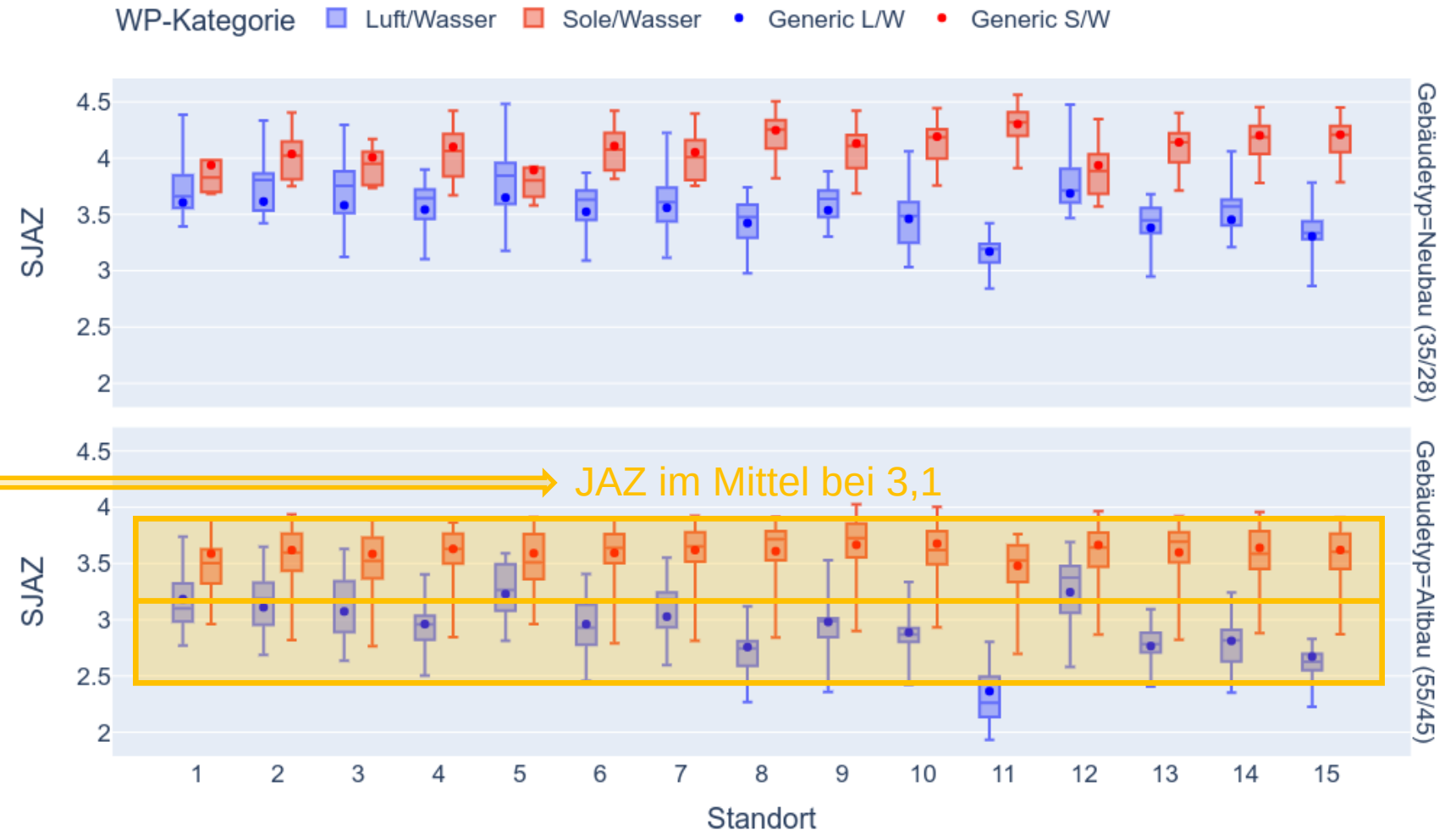


Wärmepumpen | Anwendung der hplib

Verteilung der Systemjahresarbeitszahlen (SJAZ) getrennt nach Standort und Gebäudetyp

- **SJAZ** von **Luft/Wasser-WP** weisen sowohl **starke Abhängigkeiten** vom Standort als auch vom konkreten Modell auf.
- **Generische Modelle** bilden **Marktdurchschnitt** gut ab.
- **Simulationsergebnisse** robust und **valide** im Vergleich zur Monitoring „WPsmart im Bestand“.

<https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/wp-smart-im-bestand.html>

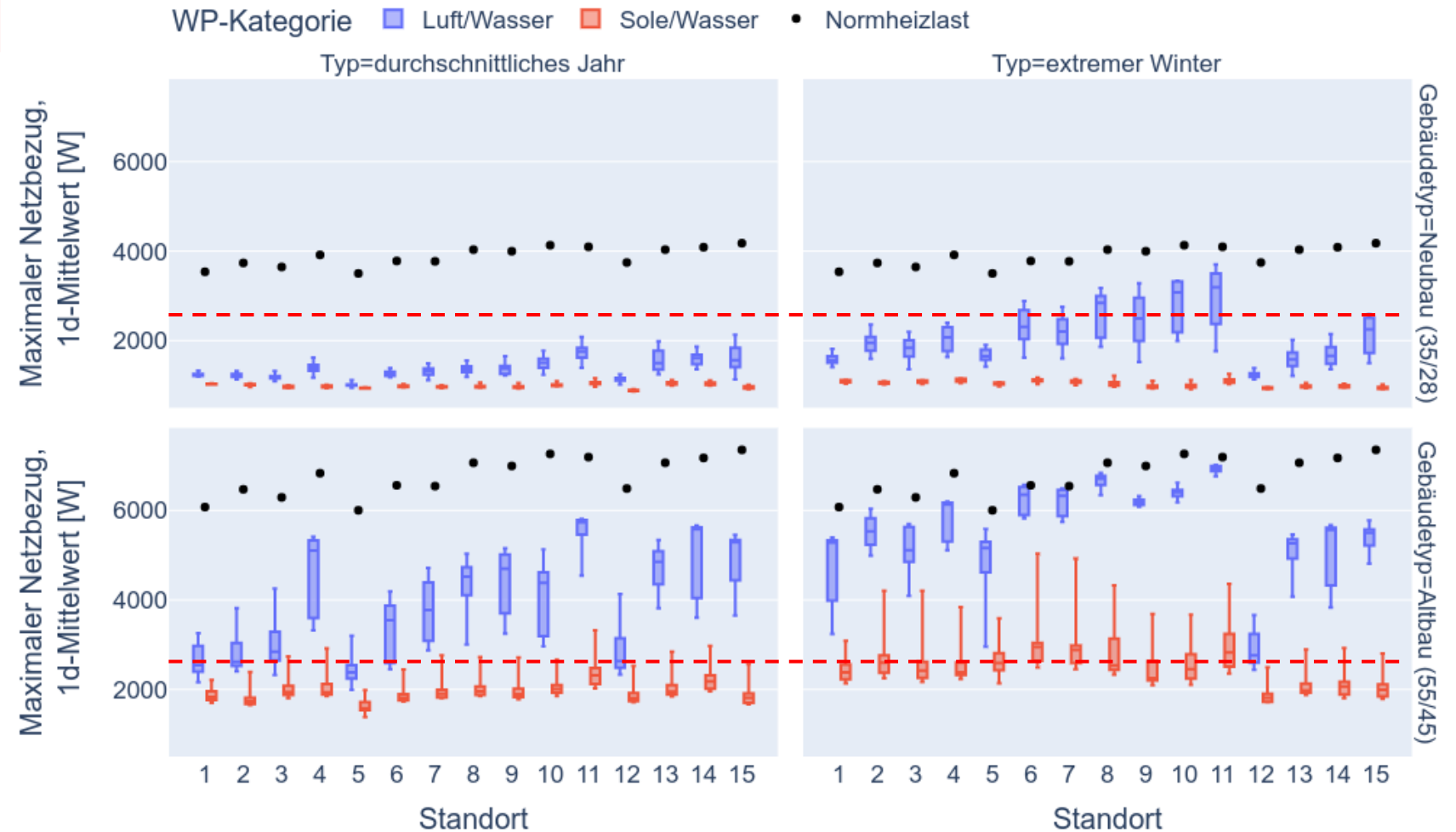


Wärmepumpen | Anwendung der hplib

Verteilung des maximalen Netzbezugs getrennt nach Standort und Gebäudotyp

Annahme eines kritischen Netzbezugs mit 2,5 kW pro Gebäude

- Wärmepumpen in **Neubauten** und gut **sanieren Altbauten** mit Flächenheizungen sollten bei **Auslegung** auf die **Normheizlast** auch bei flächendeckendem Einsatz **kaum** für nennenswerte **Probleme** im Verteilnetz sorgen.
- Im **Bestand** bleibt die **Herausforderung** (noch) sehr hoch. **Positiv** zeigen sich jedoch in der Praxis die Verbreitung von Propangas-Wärmepumpen (**R-290**) und zu **groß dimensionierte Heizflächen**.



Agenda

- Vorstellung
- Wärmepumpen im Kontext des Klimaschutzes
- Sensitivitäten in der Praxis
- **Diskussion & Fragen**



Wärmepumpen im Bestand

Heizen, Kühlen, Speichern

Heizen

- Im Interesse der **Endkunden** und **Netzbetreiber** benötigen wir **mehr Anreize**, dass sich möglichst **effiziente Wärmepumpen-Produkte** durchsetzen, bei gleichzeitig starkem Fokus auf möglichst niedrige Investitionskosten.

Kühlen

- Vor allem in Hinblick auf die Kombination mit lokaler Photovoltaik-Erzeugung ist ein zukünftig verstärkter Bedarf bzw. Einsatz von Gebäudeklimatisierung **wenig schädlich**.

Speichern

- Sowohl lokale Anreize (Überschussstrom per **SG-Ready** oder **EEBus**) als auch „globale“ Anreize wie **flexible Strompreise** oder **Netzentgelte** stärken den ökonomischen **Vorteil** von Wärmepumpen bei Nutzung eines **Energiemanagements**.
- Die Nutzung von Energiemanagement-Systemen lässt sich **Jahresarbeitszahl** von Wärmepumpen **signifikant sinken**. Daher ist eine sinkende Jahresarbeitszahl in der Praxis zukünftig verstärkt kein Indiz mehr für eine schlecht funktionierende Anlage.

„Wer verstanden hat und nicht handelt, hat nicht verstanden.“

Josef Jenni, Schweizer Solarpionier

Tjarko Tjaden, M. Sc.
Regenerative Energien

Heerweg 26, 26629 Großefehn
info@ostfriesland-klimaneutral.jetzt
mobil: 0176-21994731

