



Angewandte Wärmepumpenforschung – F&E für eine erfolgreiche Energiewende

Dr. Raphael Niepelt^{1,2}

¹Institut für Solarenergieforschung, Hameln

²Institut für Festkörperphysik, Leibniz Universität Hannover

Kontakt: niepelt@isfh.de



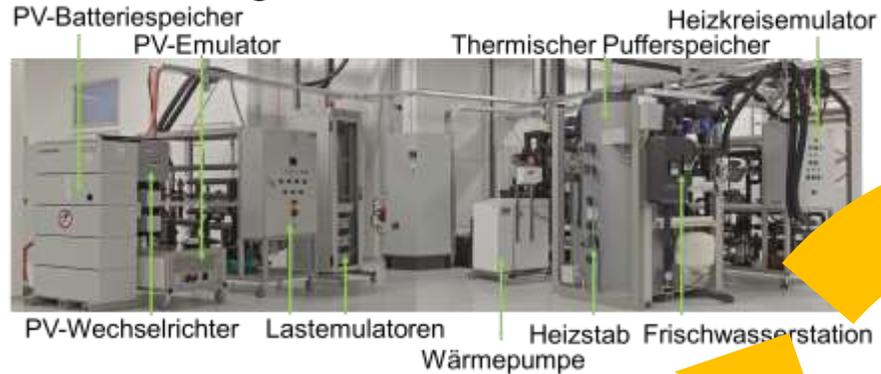
- Landesinstitut mit 155 Mitarbeiter*innen in zwei Abteilungen
- 12,2 Mio. € Umsatz, Drittmittel >2/3
- Photovoltaik-Produktionstechnik von der Zelle bis zum Modul
- Regenerative Wärme- und Versorgungskonzepte:

Solare Strom- und Wärmegewinnung vom Eigenheim bis zum Quartier

Effiziente und zuverlässige Wärmepumpensysteme

Sektorenkopplung zwischen elektrischen und thermischen Energiesystemen als Forschungsgegenstand am ISFH

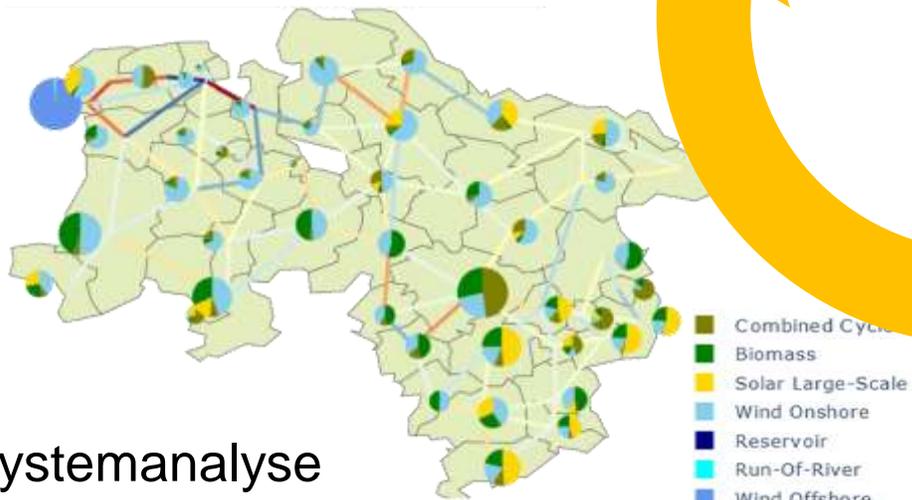
Experimentalanlagen



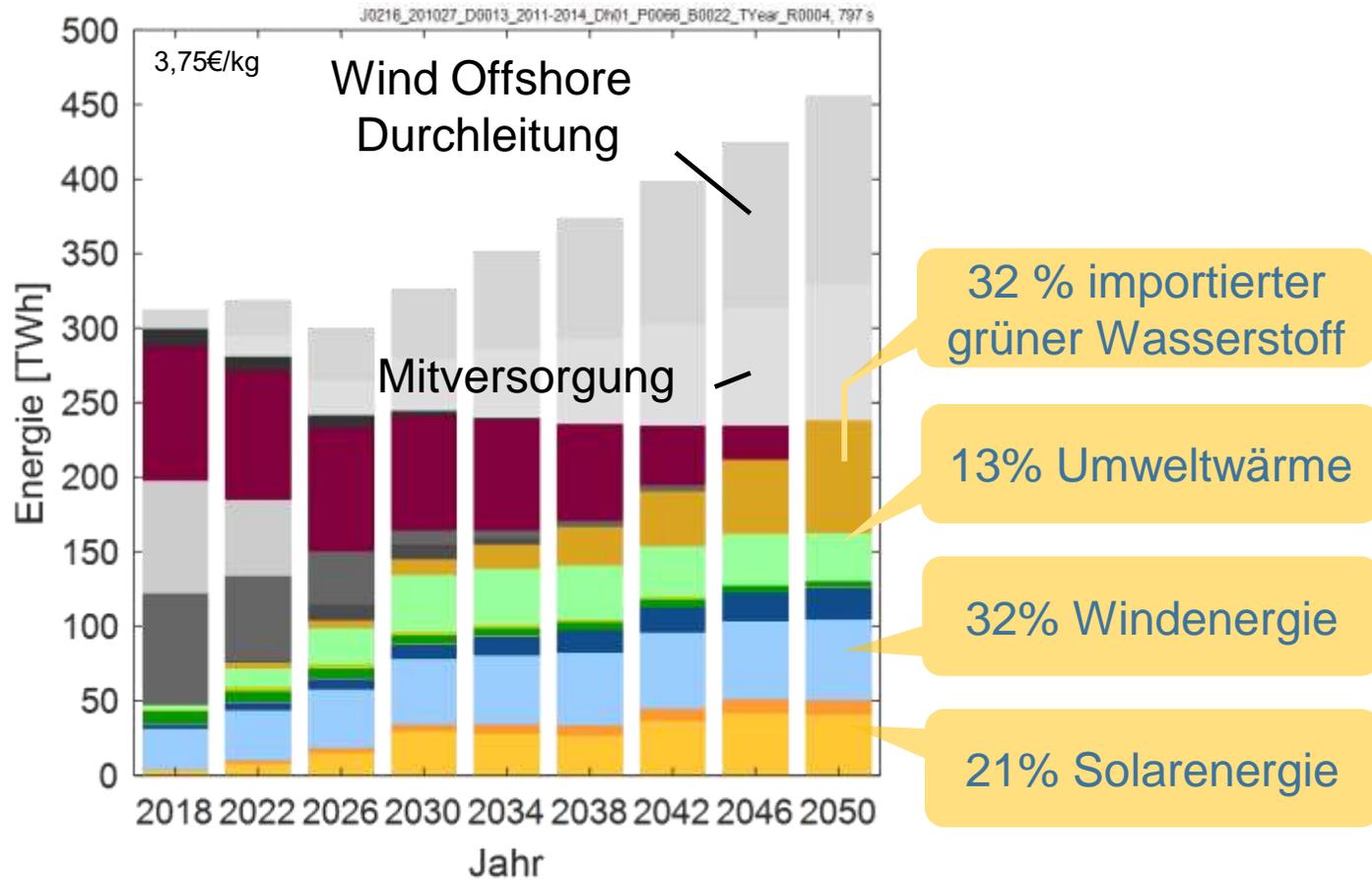
Monitoring im Feld



Energiesystemanalyse



Gebäude- und Quartiersmodelle

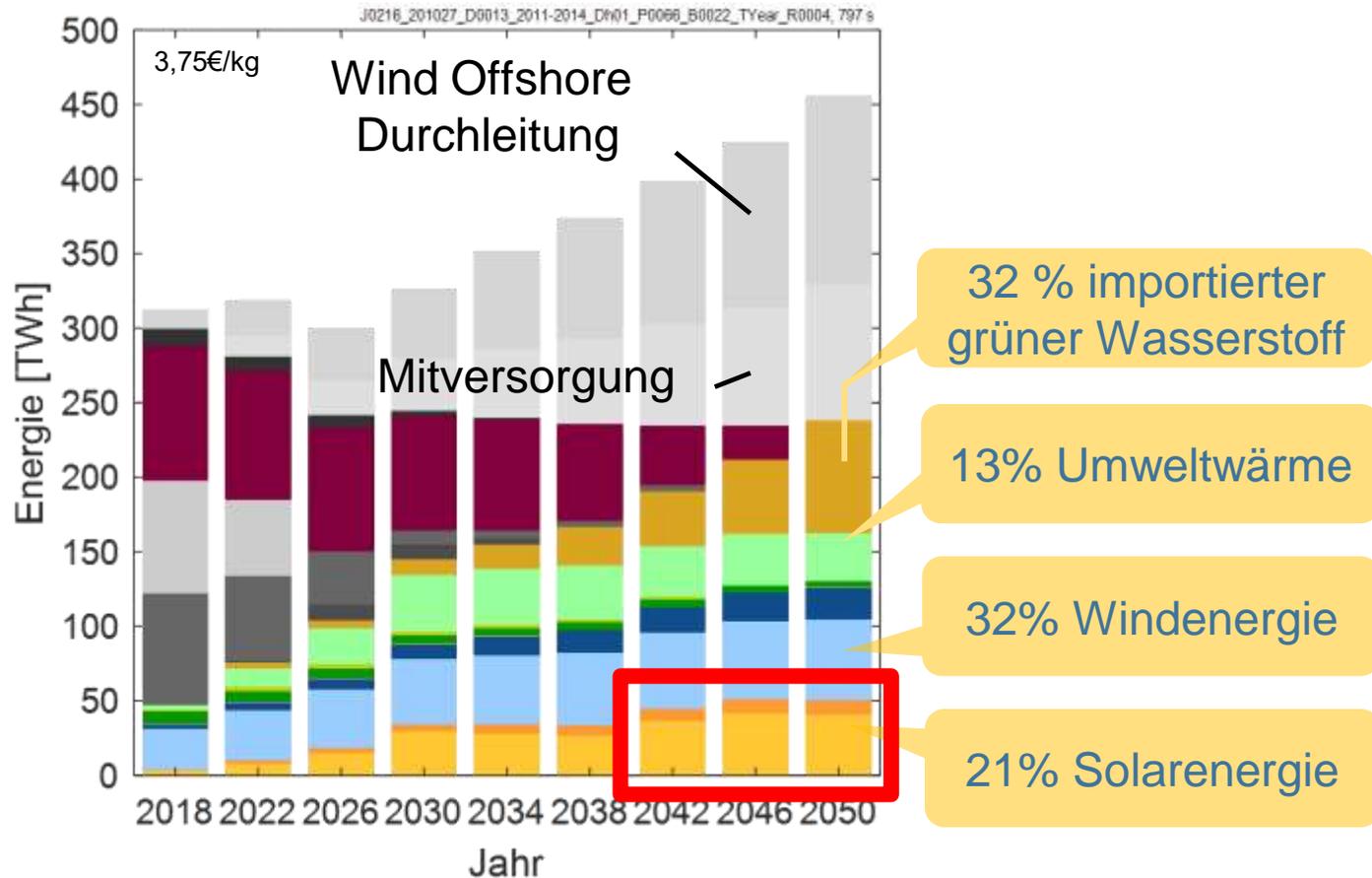


- **Ein Beispiel** für eine 100% erneuerbare Energieversorgung in Niedersachsen:
 - 1/3 Windenergie
 - 1/3 Wasserstoff-Importe
 - 1/3 Solarenergie und Umweltwärme

Szenario für die Energiebereitstellung in Niedersachsen bei einem H₂-Importpreis von 3,75 €/kg. . Quelle: F. Peterssen et al., „Simulative Kurzstudie zum Einsatz von Wasserstofftechnologie in Niedersachsen, 30.6.2021

www.isfh.de/publikationen/berichte/

Zukünftiges Energiesystem in Niedersachsen: Unglaublich viele PV-Dächer

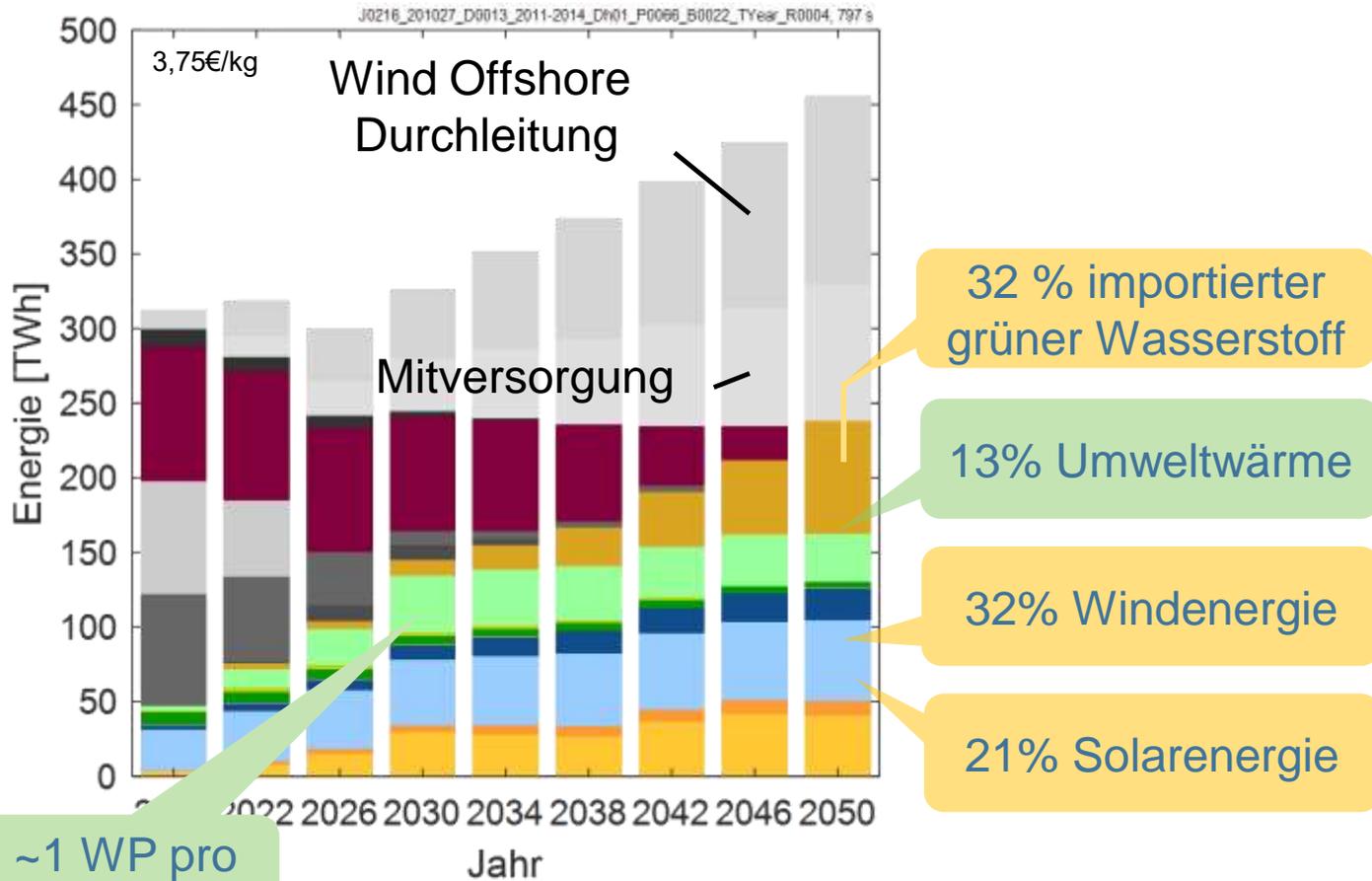


- 50 GW PV sollen laut NKlimaG auf den Dächern installiert werden
- Grob geschätzt 85% der Gebäude werden dann eine PV-Anlage haben

Szenario für die Energiebereitstellung in Niedersachsen bei einem H₂-Importpreis von 3,75 €/kg. . Quelle: F. Peterssen et al., „Simulative Kurzstudie zum Einsatz von Wasserstofftechnologie in Niedersachsen, 30.6.2021

www.isfh.de/publikationen/berichte/

Zukünftiges Energiesystem in Niedersachsen: Wärmepumpenausbau für mehr Effizienz



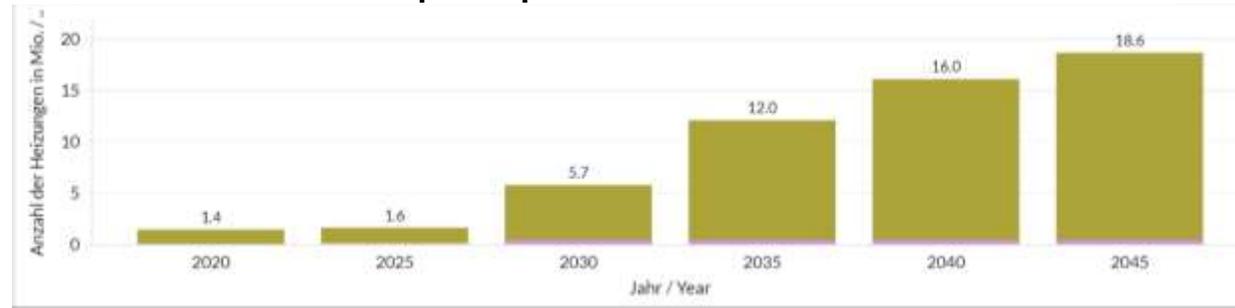
- Der Optimierer reizt das Zubaulimit für Wärmepumpen sofort aus
- Ab 2030 ist bereits eine Wärmepumpe pro Haushalt installiert
- Hinweis auf Bevorzugung von Nutzungspfaden mit besonders hoher Effizienz

Energiebereitstellung in Niedersachsen bei einem H₂-Importpreis von 3,75 €/kg. . Quelle: F. Peterssen et al., „Simulative Kurzstudie zum Einsatz von Wasserstofftechnologie in Niedersachsen, 30.6.2021

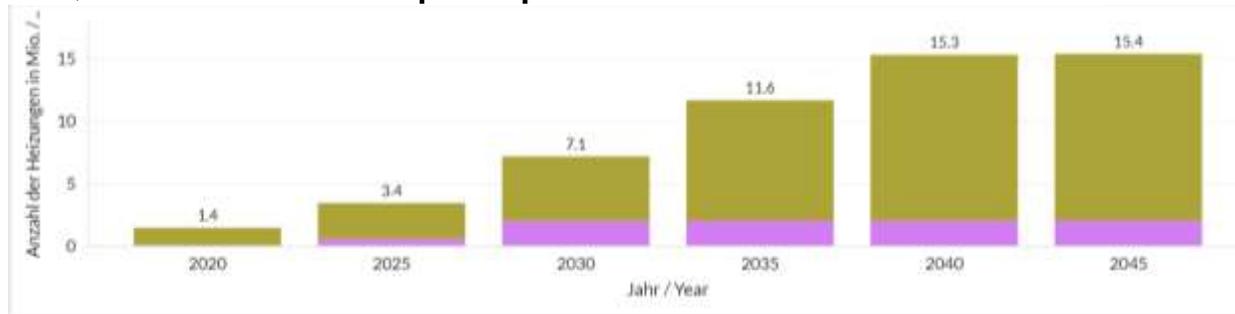
www.isfh.de/publikationen/berichte/

Andere Szenarien, trotzdem viele Wärmepumpen

18,6 Mio. Wärmepumpen im Szenario T45-Strom



15,4 Mio. Wärmepumpen im Szenario T45-H2



- Wasserstoff und PtG sind vermutlich keine Alternative für den Gebäudebereich
- Dagegen sprechen Verfügbarkeit, Kosten und Pfadkonsistenz
- BMWK-Langfristszenarien: Selbst bei Fokus auf Wasserstoffnutzung brauchen wir immer noch sehr viele Wärmepumpen

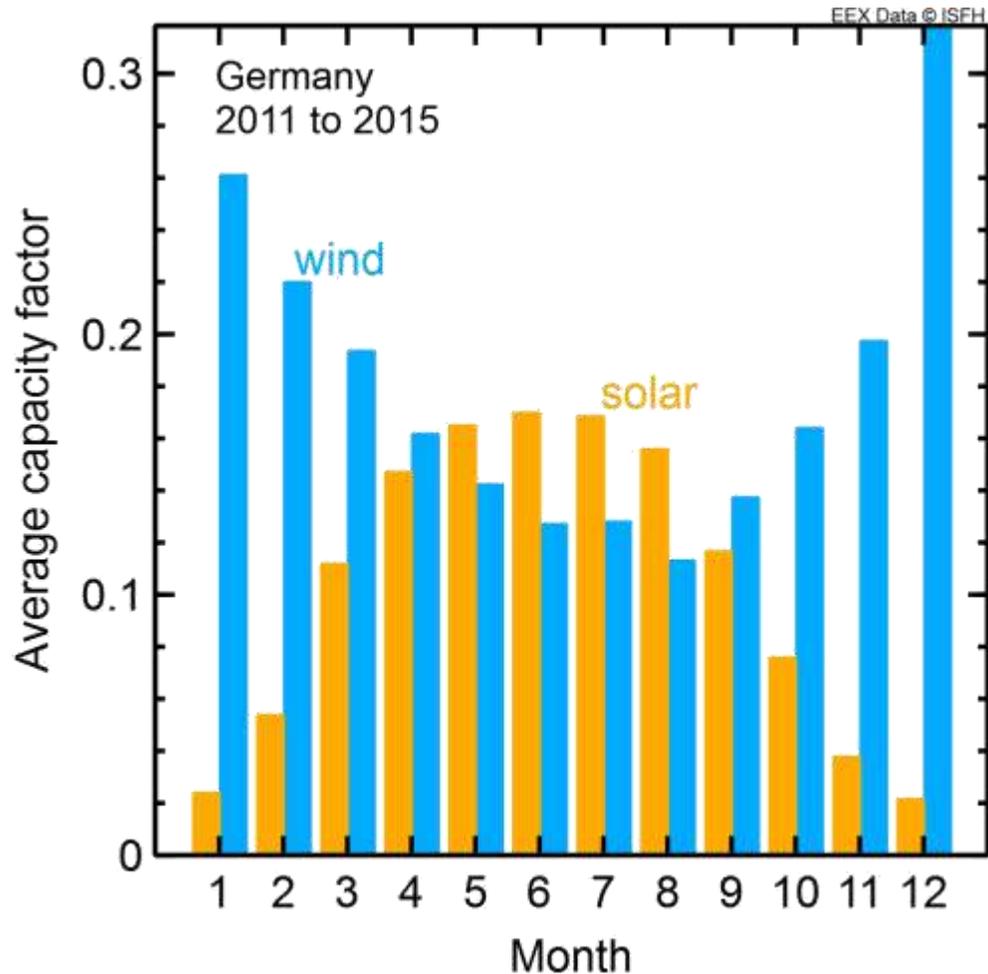
<https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/szenario-explorer/gebaeude.php>,
abgerufen am 17.04.2023



© Foto: Stiebel Eltron

- Wärmepumpen sind die einzige breit am Markt verfügbare Technologie zur klimaneutralen Wärmeversorgung eines Gebäudes

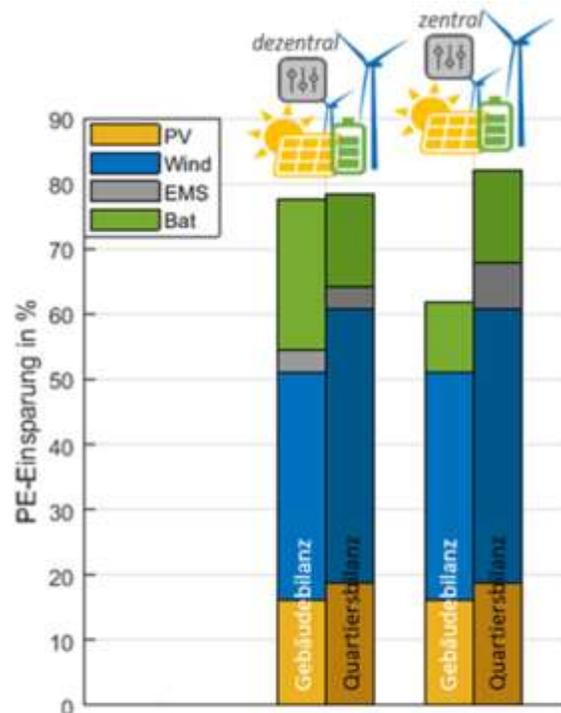
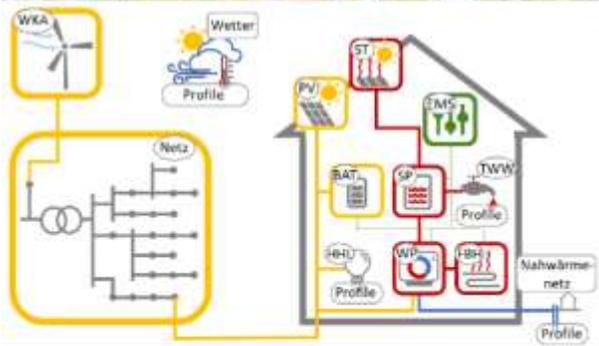
Vorteil Norddeutschland: Erneuerbarer Wärmepumpenstrom das ganze Jahr



Berechnet aus historischen Einspeisedaten
der Leipziger Strombörse EEX

- Solar: Mehr Energie im Sommer
- Wind: Mehr Energie im Winter
- Zusammen: Ganzjährig Energie

Wind-Solar-Wärmepumpen-Quartier in Norddeutschland: >80% Versorgung aus regionaler EE



- EE-Nutzungsgrad auf Quartiersebene:
 - >60% regionale EE ohne Speicher
 - >80% mit Tag-Nacht-Speicher und zentralem EMS
- Netzbelastung WP vergleichbar mit E-Autos, im für PV-Anlagen ertüchtigten Netz unproblematisch
- Leitfaden zur Umsetzung von Wind-Solar-WP-Quartieren



Weitere Informationen zur Studie:

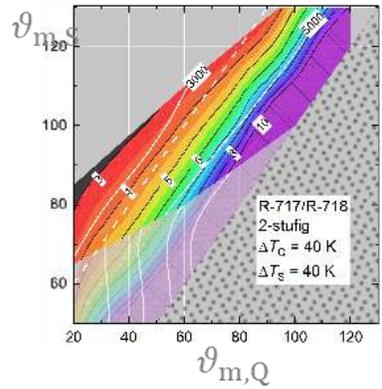
<https://isfh.de/forschung/solare-systeme/projekte/wind-solar-waermepumpen-quartier/>



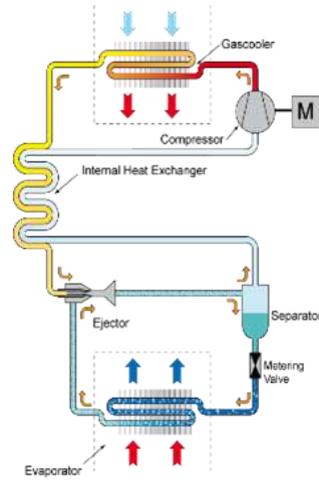
Darstellung aufgrund bislang erfolgter Rückmeldungen, Stand 2/2022

- Ca. 25 Arbeitsgruppen in Niedersachsen forschen an 13 Standorten an oder mit Wärmepumpen
- Zentraler Ansprechpartner für WP-Forschung in Niedersachsen:
Dr. Stefan Bordihn, efzn/ISFH
bordihn@isfh.de

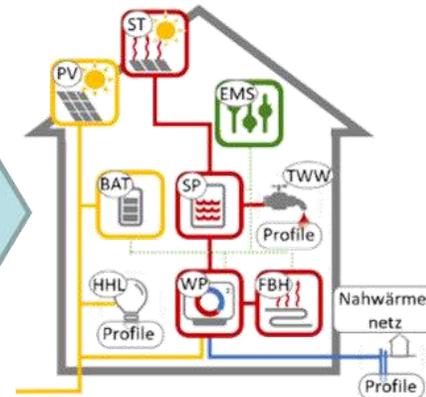
Wärmepumpenforschung in Niedersachsen



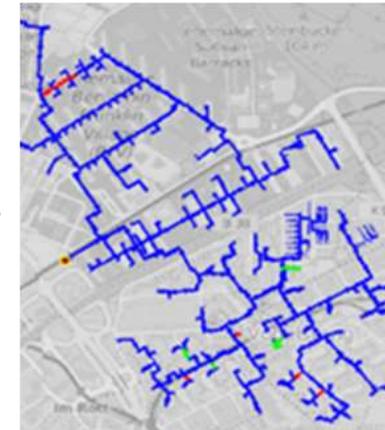
Material



Kreisprozess



Versorgungssystem



Quartier



Gesamtsystem

Dynamisch reagierende Umgebungen für entwicklungsbegleitende Prüfungen

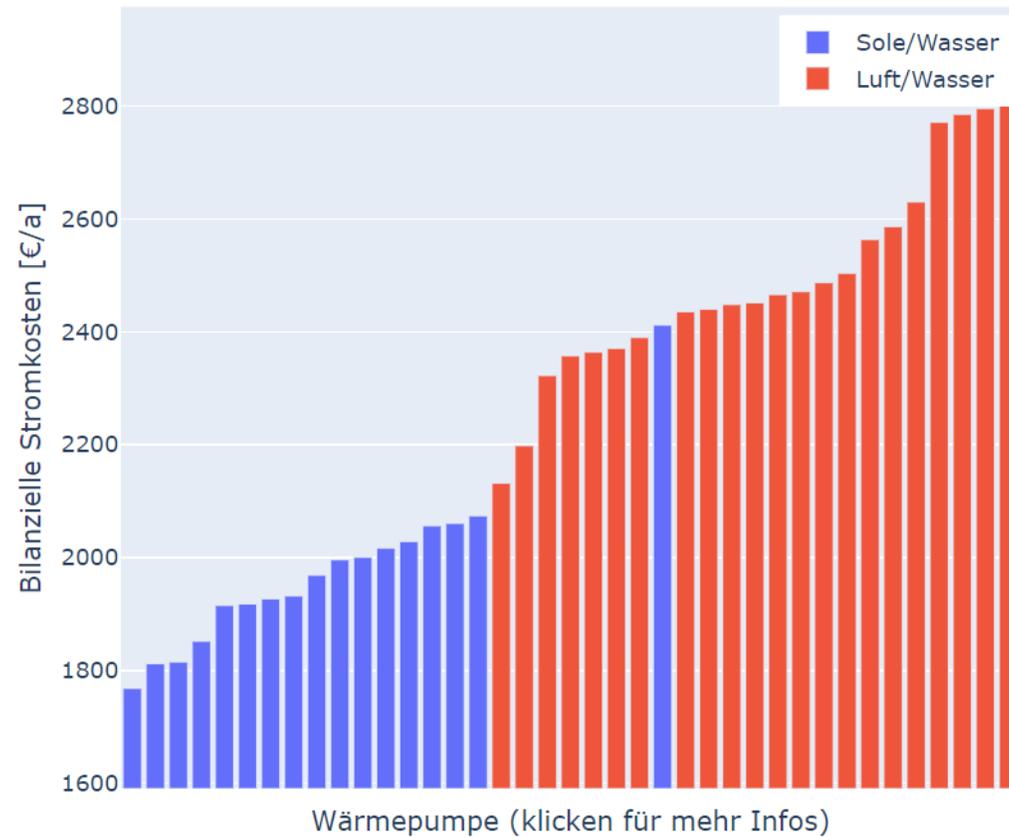


- Einstellbares „Wetter“ von -20 bis 50 °C bei 30-95% relativer Feuchte
- Thermostatmodule für Wärmesenken oder weitere Wärmequellen in Echtzeit
- Fluidtemperaturen von -20 bis 90°C
- Explosionsschutzzone für A2- und A3-Kältemittel, Gassensor für R290
- Durchführung normgerechter Prüfungen (z.B. DIN-EN 16147)
- Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 als unabhängiges Prüflabor
- Kontakt: Maximilian Loth
loth@isfh.de

Betriebskosten unterschiedlicher Systeme: Standort und Leistungsfähigkeit der Wärmepumpe beachten!

Aue, Erzgebirge

mit 10 kW_p PV, ohne Batteriespeicher



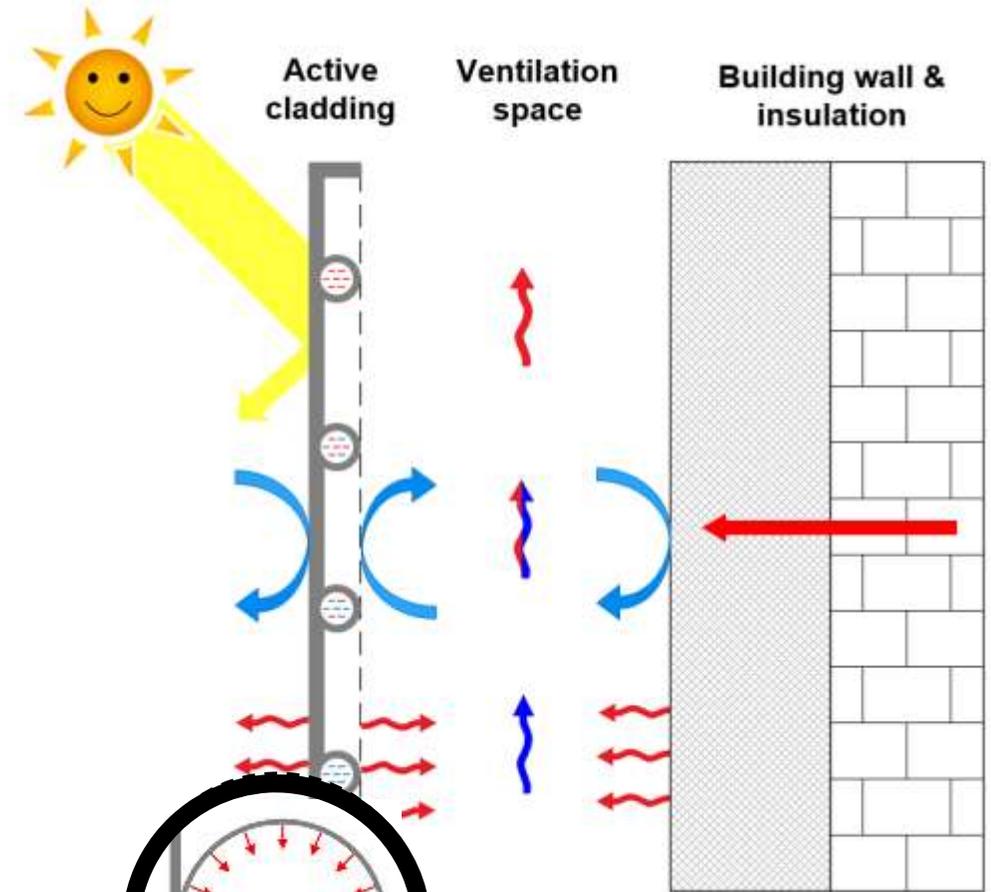
Hannover, Norddeutschland

mit 10 kW_p PV, ohne Batteriespeicher

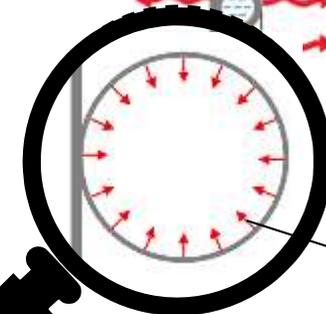


Berechnet mit dem Wärmepumpen-Webtool der HS Emden/Leer für
45°C Vorlauf, <https://re-lab.hs-emden-leer.de/PVSYM22/>, 27.11.2022

Fassaden als zusätzliches Wärmequellenpotential

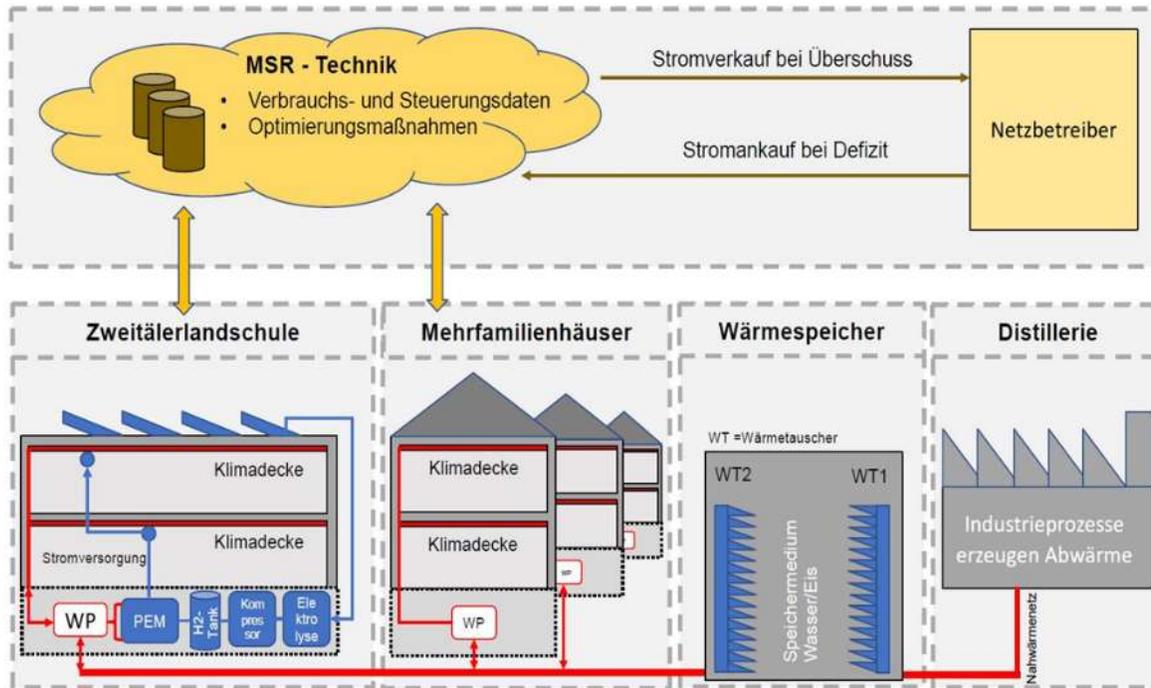


Kontakt: Dr. Federico Giovannetti, f.giovannetti@isfh.de



$$\dot{Q}_{\text{use}} = \int \dot{\vec{q}} \cdot \vec{n} \, ds$$

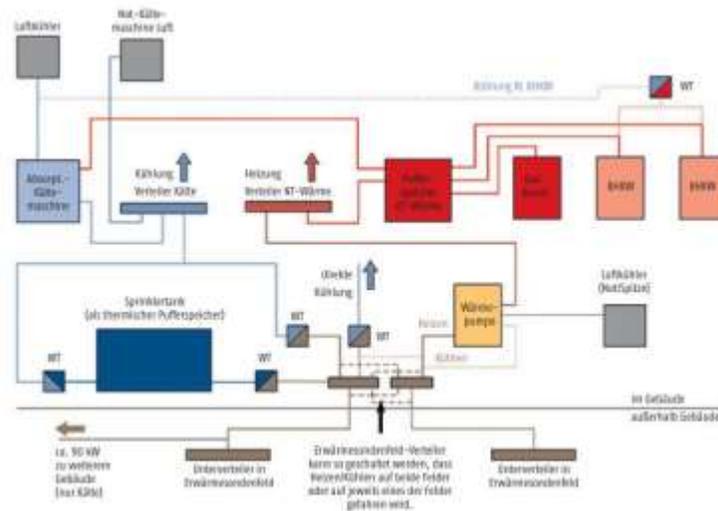
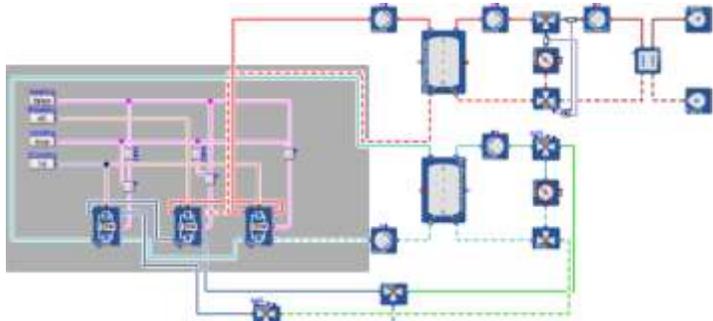
Projekt ISWK- Innovatives Strom- und Wärmekonzept im Zweitälerland



Systemintegration der eingesetzten Technologien. ©Fraunhofer ISE

- Quelle für Wärmepumpe: Eisspeicher mit Abwärmequelle (aus Brennerei)
- „Klimadecken“ für Heizung und Kühlung
- Einbindung von PV
- Optional: Wasserstoffsystem zur Speicherung elektrischer Energie
- Kontakt: Dr.-Ing. Jens zum Hingst
zum.hingst@cutec.de

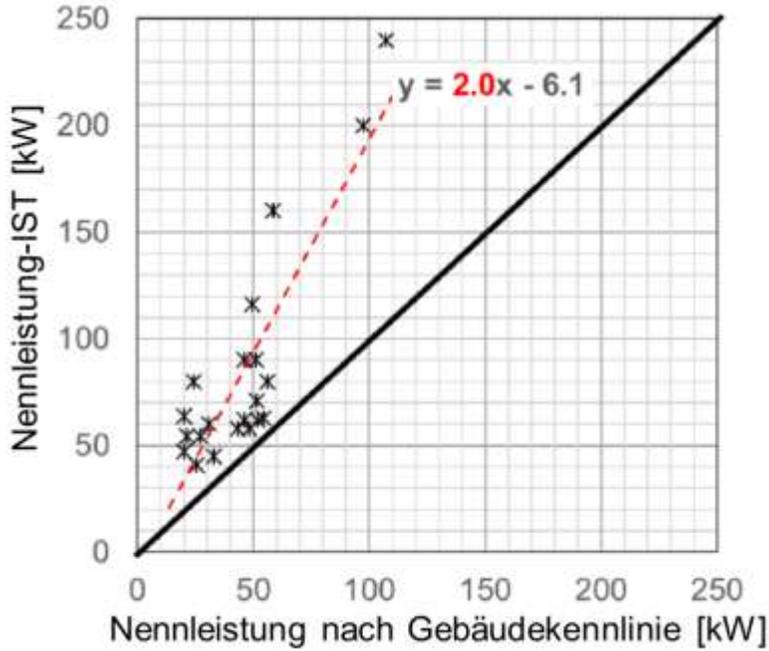
Grundwasser- und Geothermienutzung in der Versorgung von Produktions-/ Industriestandorten und großer Liegenschaften



- Optimierung von Wärmepumpensystemen (Quellennutzung, Regelung, ...)
- Integration in Versorgungskonzepte (z.B. Energiemanagement, kalte Nahwärme, ...)
- Simulation, Monitoring, Betriebsoptimierung
- Kontakt: Prof. Dr.-Ing. Lars Kühl
I.kuehl@ostfalia.de

Projekte „well-ness“ und „geobase“

Effizienzmonitoring in 33 Mehrfamilienhäusern in Niedersachsen: Große Einsparpotentiale



D. Eggert, M. Yasin, R. Puknat, „Effizienzbewertung der Wärmeversorgung von Mehrfamilienhäusern im Bestand“, 14. EffizienzTagung klimaneutral Bauen+Modernisieren, Hannover, 12.11.2022

Projektinfo:
<https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/waerme/FeBop.php>

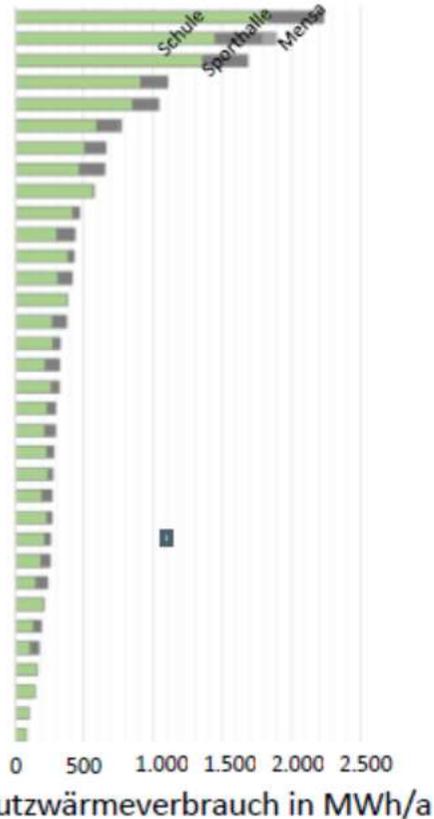
Online-Tool:
<https://monitoring.febop.de/>

- 88% der Gebäude mit überdimensionierter Heizzentrale
- Praxistransfer: Energetisches Monitoring für Wohnungsgesellschaften und Landesliegenschaften



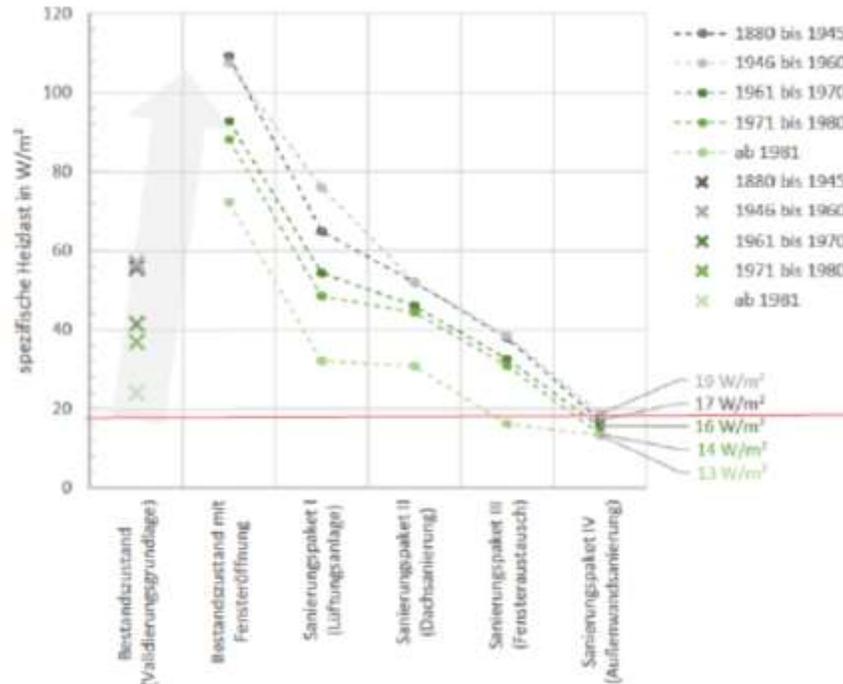
Studie: Backcasting-Planung für Bestandssanierung von 34 Schulen in Paderborn

Wärmeverbrauch der einzelnen Schulen



Ansatz für Sanierung:

- Geschwindigkeit vor Genauigkeit
- Auslegung der WP-Leistung auf 2035
- Bivalenter Betrieb während der Sanierung



- Ziel: CO₂-neutrale städtische Liegenschaften bis 2035

- Fazit: Es geht tatsächlich! Aber:

Zeitplan jetzt schon knapp, es muss jetzt begonnen werden

Kein „auf Nummer sicher“, Planung über 12 Jahre immer mit Umsetzungsrisiken

Pro-aktive Liegenschaftsverwaltung und Bauverwaltungsrecht benötigt

- Kontakt: Prof. Erik Bertram,
erik.bertram@hawk.de



Darstellung aufgrund bislang erfolgter Rückmeldungen, Stand 2/2022

- Wärmepumpen werden ein fester Bestandteil unseres Versorgungssystems in Norddeutschland sein
- Wir brauchen mehr Geschwindigkeit und dennoch effiziente Systeme
- Wärmepumpenforschung trägt sehr vielfältig und praxisnah dazu bei
- Zentraler Ansprechpartner für WP-Forschung in Niedersachsen:
Dr. Stefan Bordihn, efzn/ISFH
bordihn@isfh.de