TEN.efzn:
Eine kompakte, modulare Plug & Play-Wärmepumpe für Wohngebäude – geht das?

Fynn Linnenbrügger und Franziska Bockelmann

30. September 2025

Vorstellung der Forschungsplattform „Wärme“

Innovationsbereich I HT-Großwärmepumpe

Hannover

Leibniz Universität Hannover

- Modellbasierte Evaluation von Kreisprozessen und Kältemittel für HT-WP
- Erstellung eines freien Auslegungstools

Clausthal

TU Clausthal

- Anforderungsanalyse von HT-WP
- Modellbasierte und experimentelle Entwicklung von HT-Latentwärmespeichern

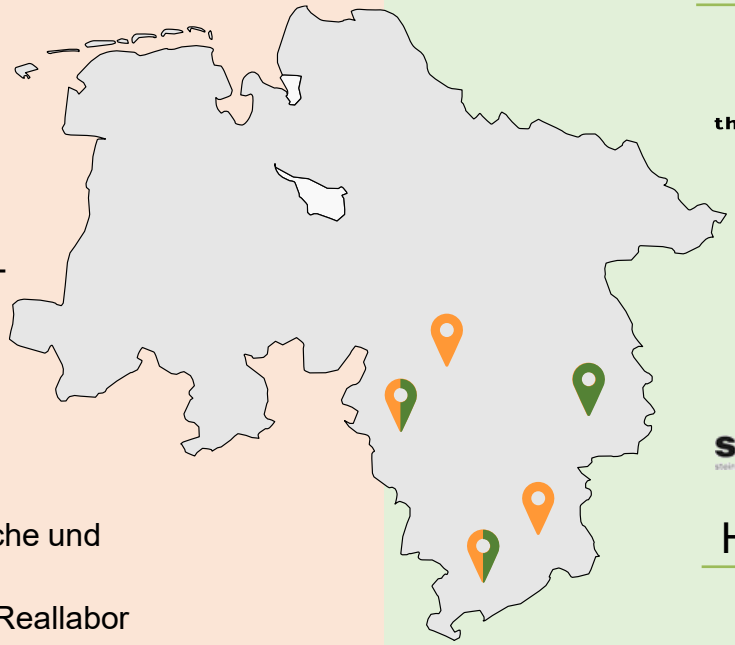
Hameln

ISFH

- Identifikation Kältemittelgemische und Kreisprozesse
- Erprobung Auslegungstool an Reallabor
- Aufbau und experimentelle Untersuchung

Praxispartner

Continental · FUNKE · enercity positive energie · AERZEN



Innovationsbereich II Wärmepumpentechnik für die Gebäudeversorgung

Braunschweig

institut für thermodynamik ift

- Modellbasierte Konzeptionierung und Optimierung der Plug-&-Play-Wärmepumpe
- Aufbau und experimentelle Untersuchung

IMAB

- Elektrische Integration der Plug-&-Play-Wärmepumpe
- Leistungselektronik

siz energieplus

- Thermische Integration der Plug-&-Play-Wärmepumpe
- Gebäudesimulation

Hameln

ISFH

- Fehlererkennung
- Systemanalyse
- Betriebsoptimierung

Praxispartner

STIEBEL ELTRON · SOLVIS · TLK-Thermo GmbH

Koordination Göttingen

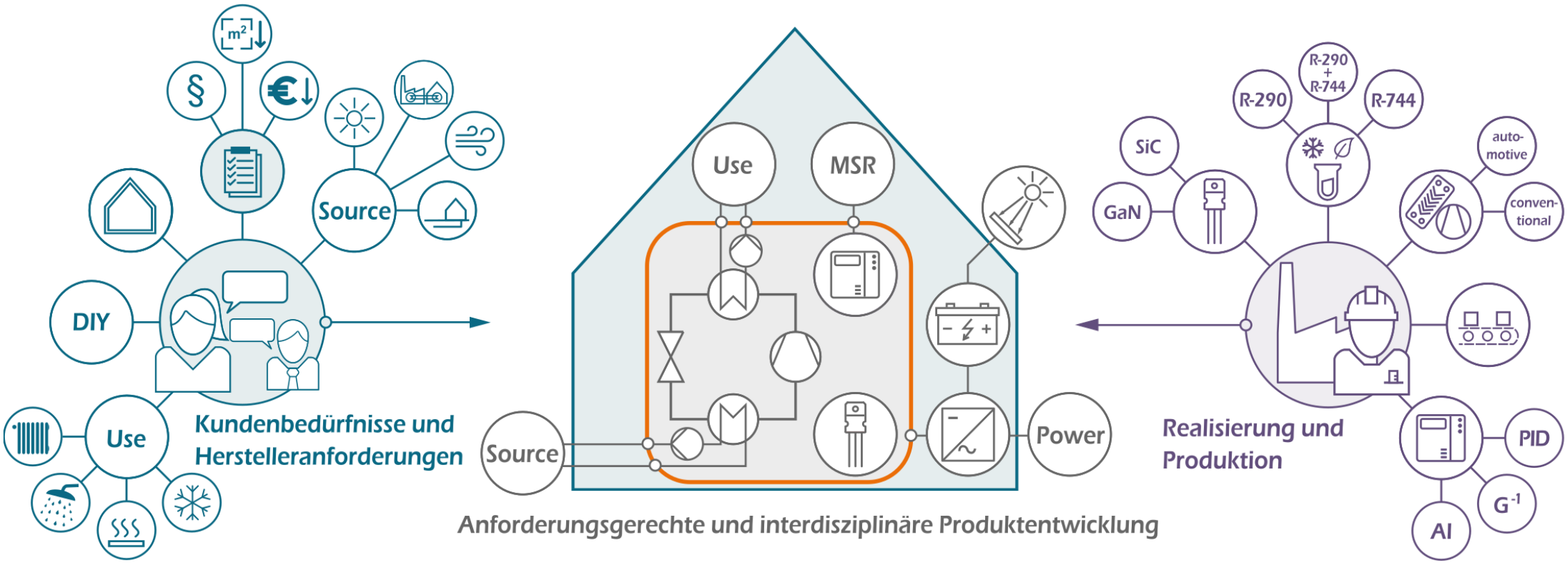
HAWK

- Unterstützung Organisation
- Antragsentwicklung

Innovationsbereich II – Kompaktwärmepumpe

Übergeordnetes Ziel:

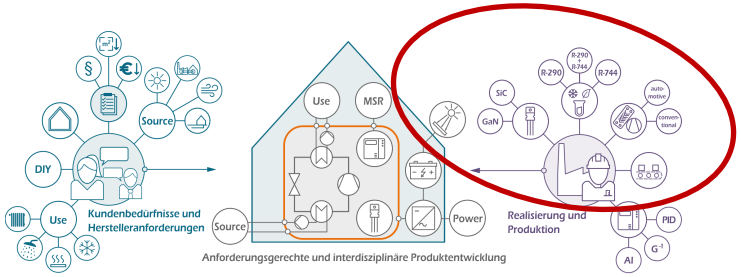
Anforderungsgerechte und interdisziplinare Erforschung und Entwicklung eines integrativen und intelligenten Wärmepumpen-Moduls mit standardisierten Anschlüssen



Forschungsschwerpunkt IfT

Kompaktwärmepumpe

- Verwendung **automobiler Komponenten**
- WP in PKW‘s → dynamischer Betrieb
- **Lebensdauerbetrachtung**



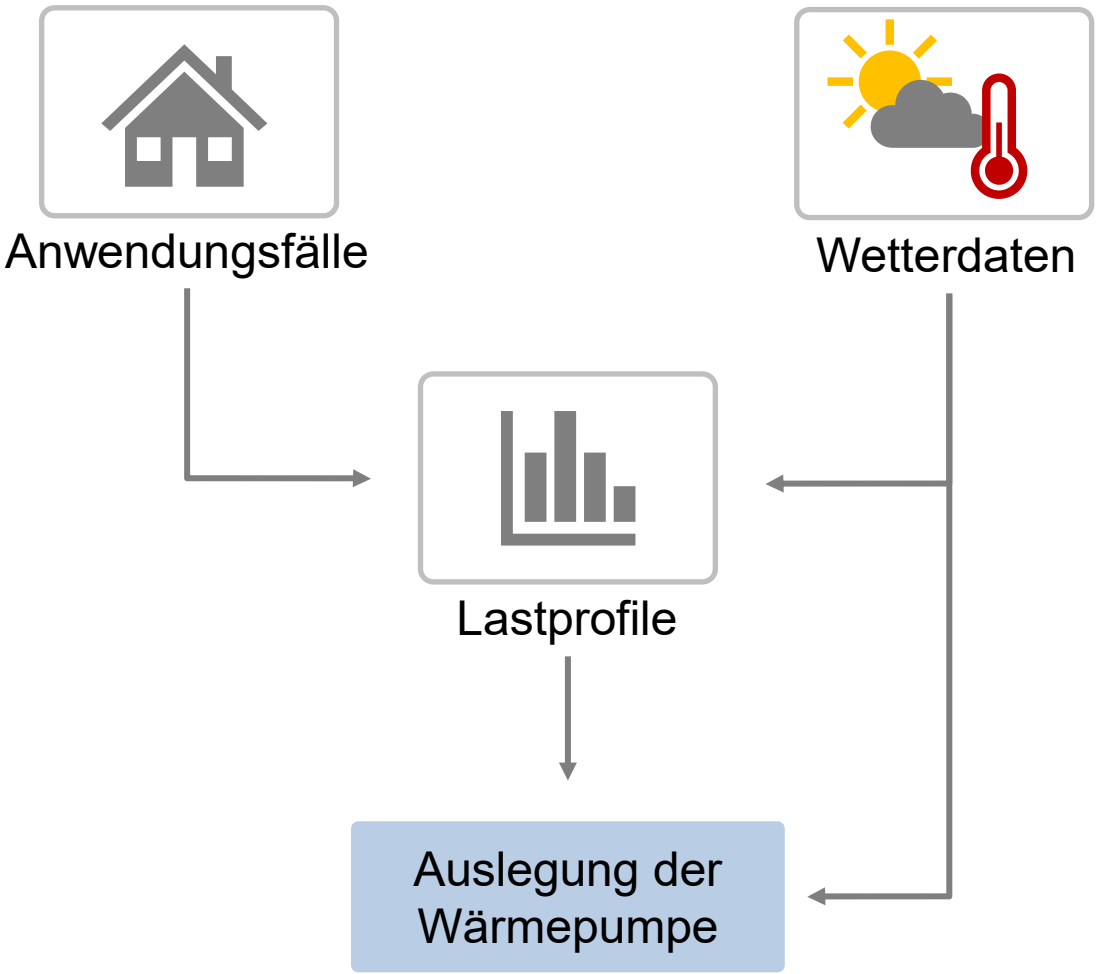
Wärmepumpen-Teststand

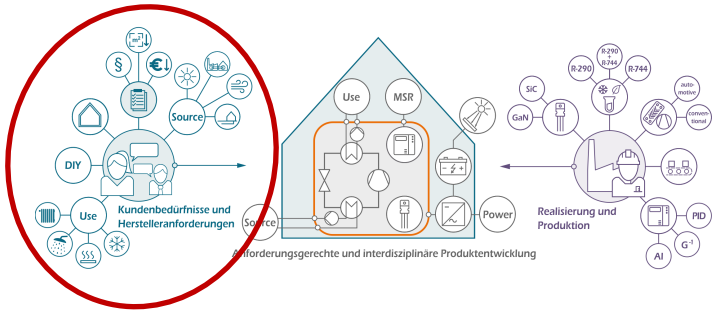
- **Vermessen** von **Komponenten**
- **Aufbau** des kompakten **Wärmepumpenmoduls**

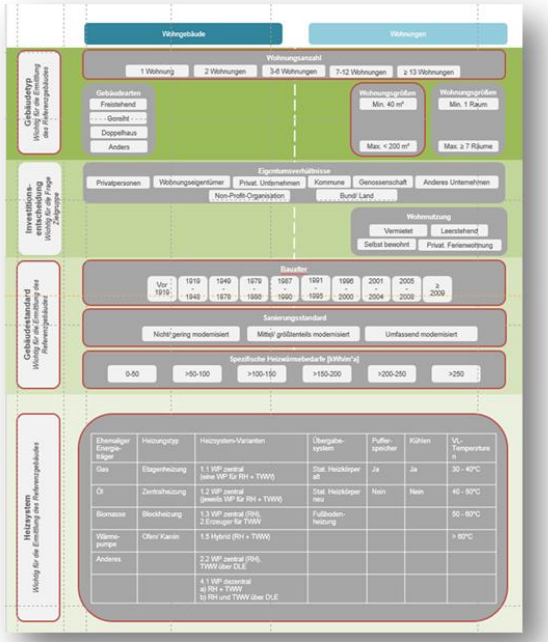
Wärmepumpenmodellierung

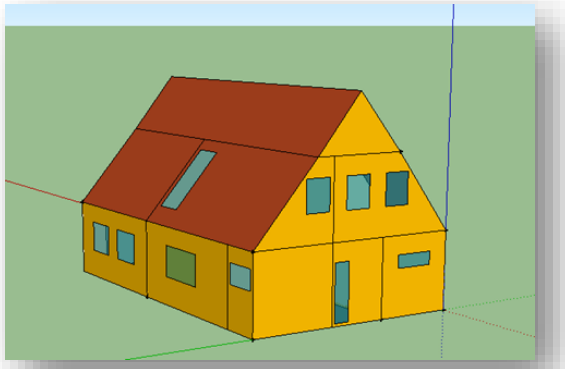
- **Auslegung** der **Wärmepumpe**
- Generieren eines **digitalen Zwillings**

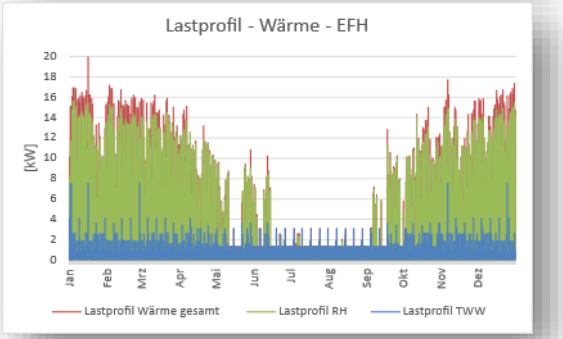
Gebäudesimulation und Systemintegration





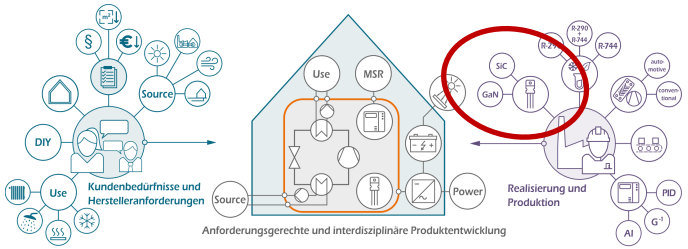


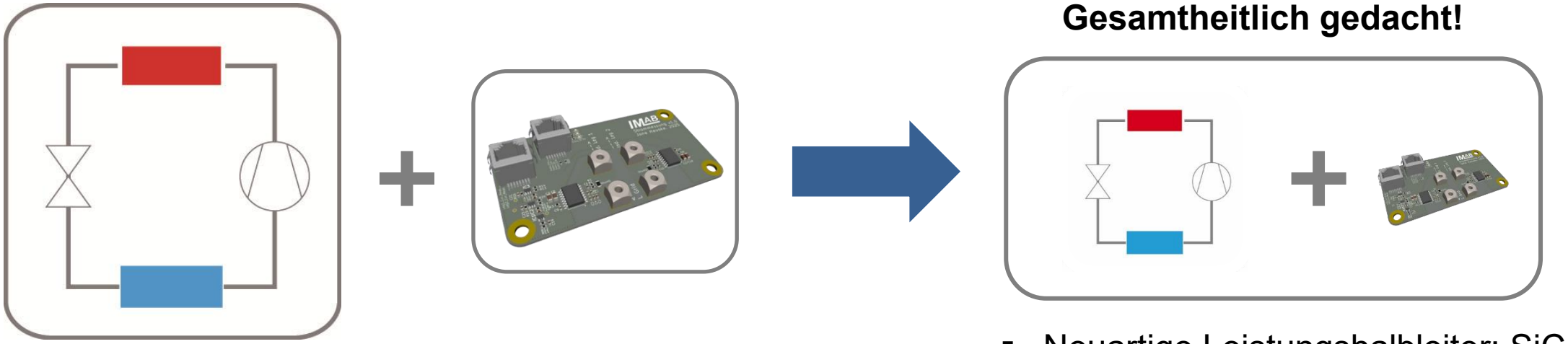




Forschungsschwerpunkt IMAB

Leistungselektronik für die Kompaktwärmepumpe





Gesamtheitlich gedacht!

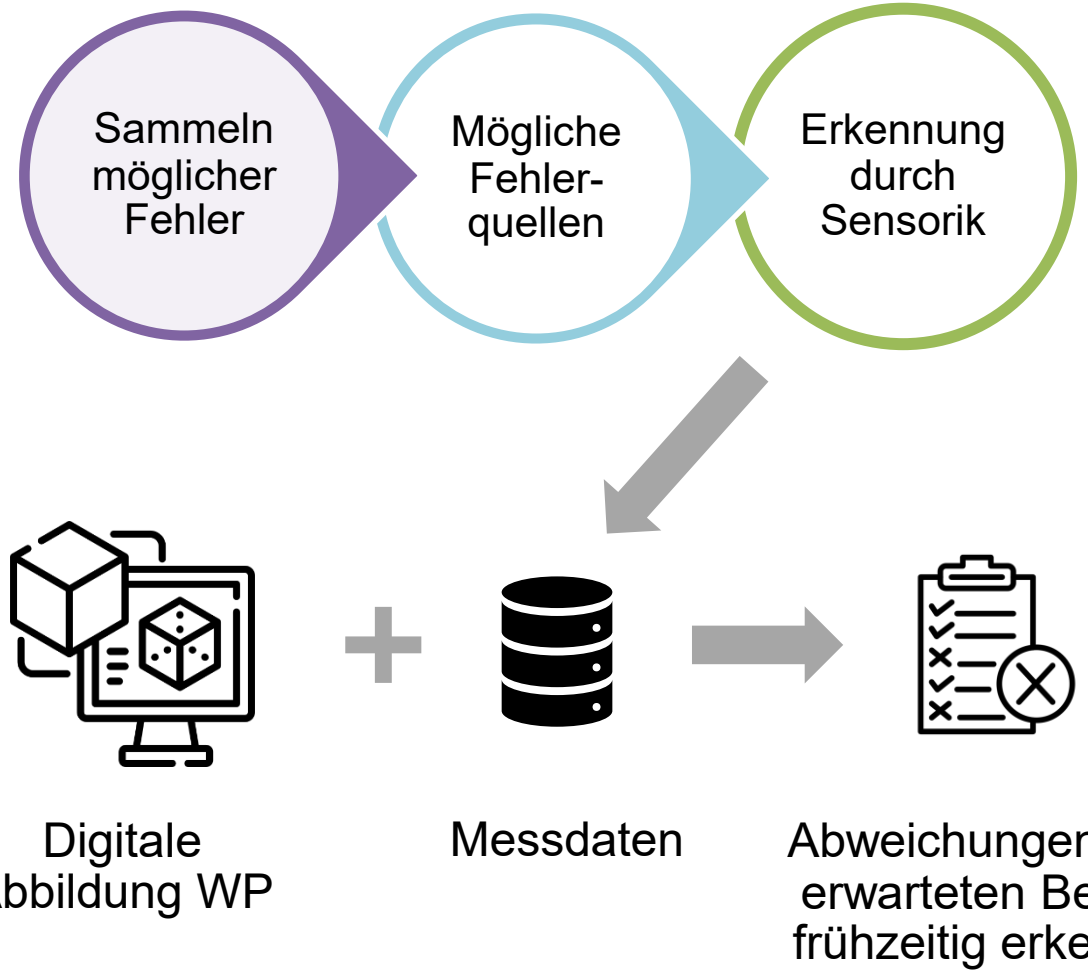
- Konventionelle Leistungshalbleiter
- Leistungselektronik und Wärmepumpe nebeneinander entwickelt

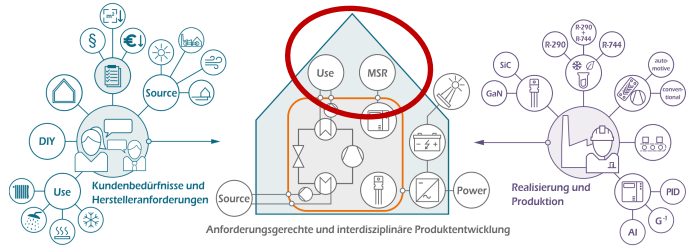
- Neuartige Leistungshalbleiter: SiC u. GaN

Reduzierung des Bauraums und Verbesserung der Effizienz

Forschungsschwerpunkte ISFH

Vorausschauende Fehlererkennung





Umfrage

Welchen Akteursbereich / welche Rolle nehmen Sie beim Vortrag ein?

29 Teilnehmer / Umfrage geschlossen

A: Eigentümer/ Bauherr

B: Mieter

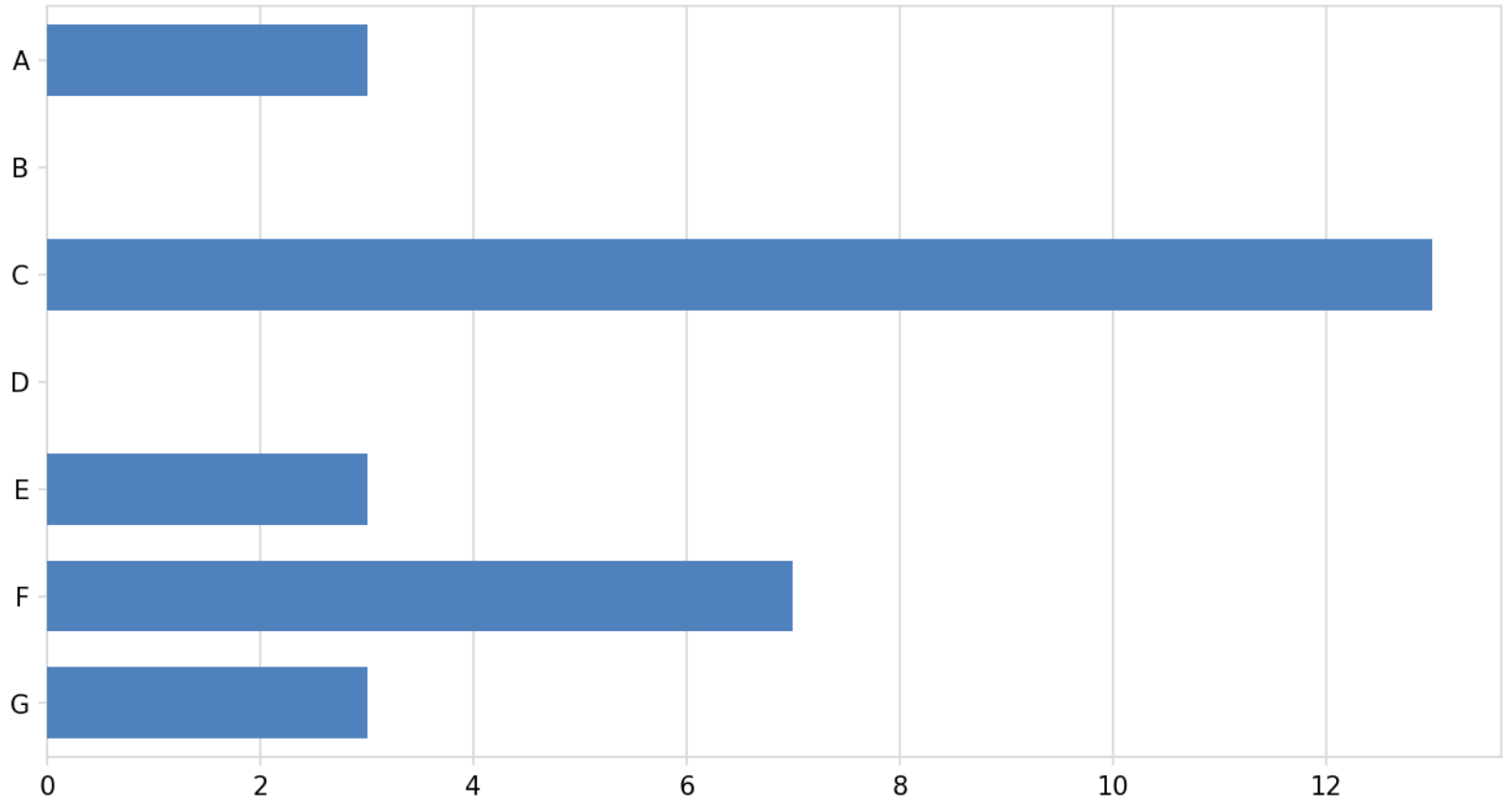
C: Architekt/ Planer/ Energieberater

D: SHK-Handwerk

E: Kommune/ Verwaltung

F: Forschung

G: Verbände/ Think Tank/ Organisationen

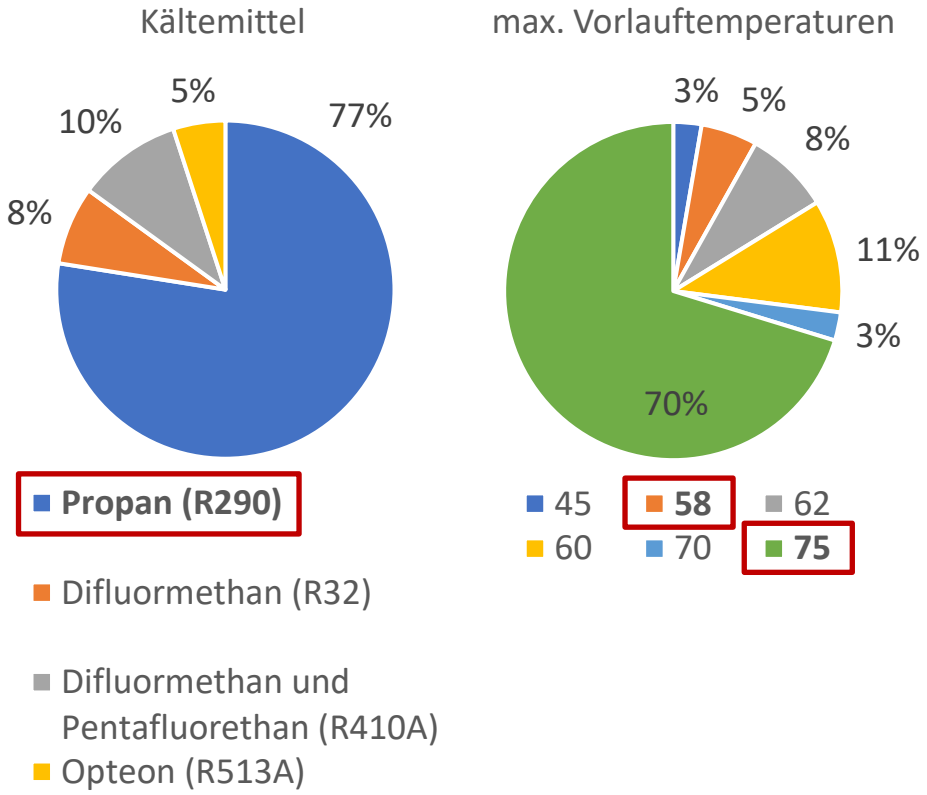


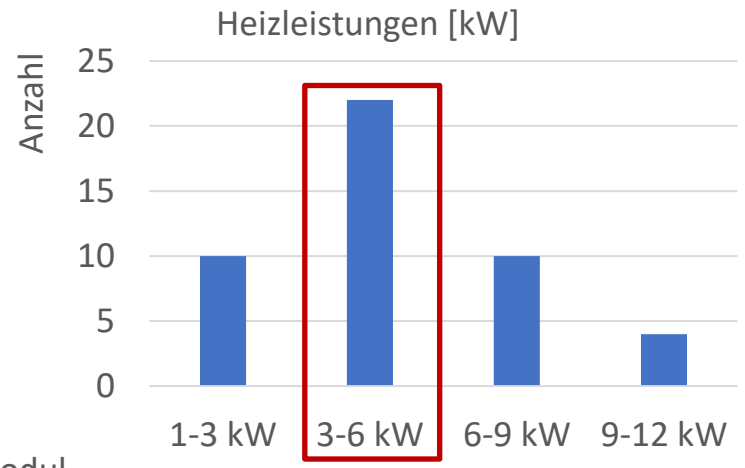
Wie kann eine **Lösung** für einen **schnellen und einfachen Austausch** eines fossilen Wärmeerzeugers aussehen, sodass Wohngebäude zukünftig sowohl **klimaneutral als auch effizient, kostengünstig und bedarfsgerecht** mit Wärme versorgt werden können?

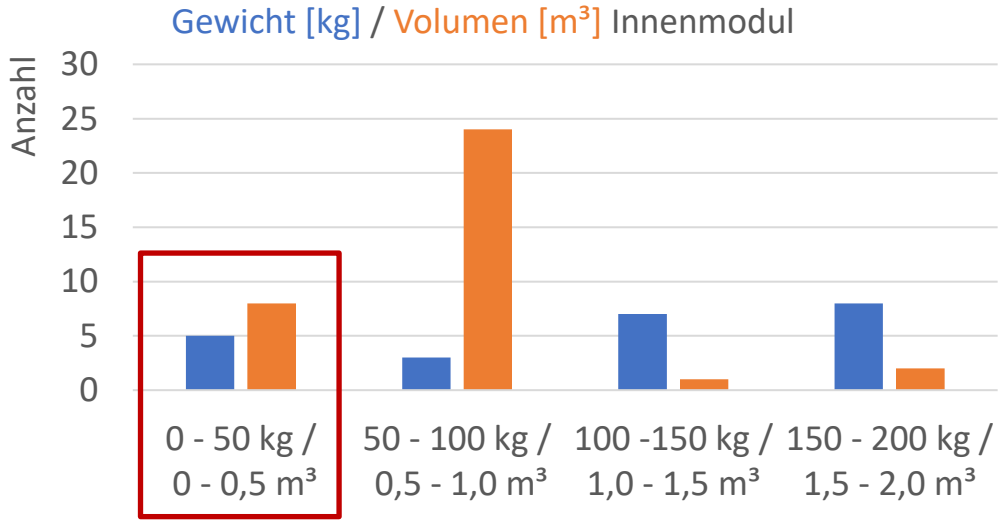
Marktrecherche – Was gibt es schon?

„Volkswärmepumpe“, Kompakt-Wärmepumpe, Heizungstausch

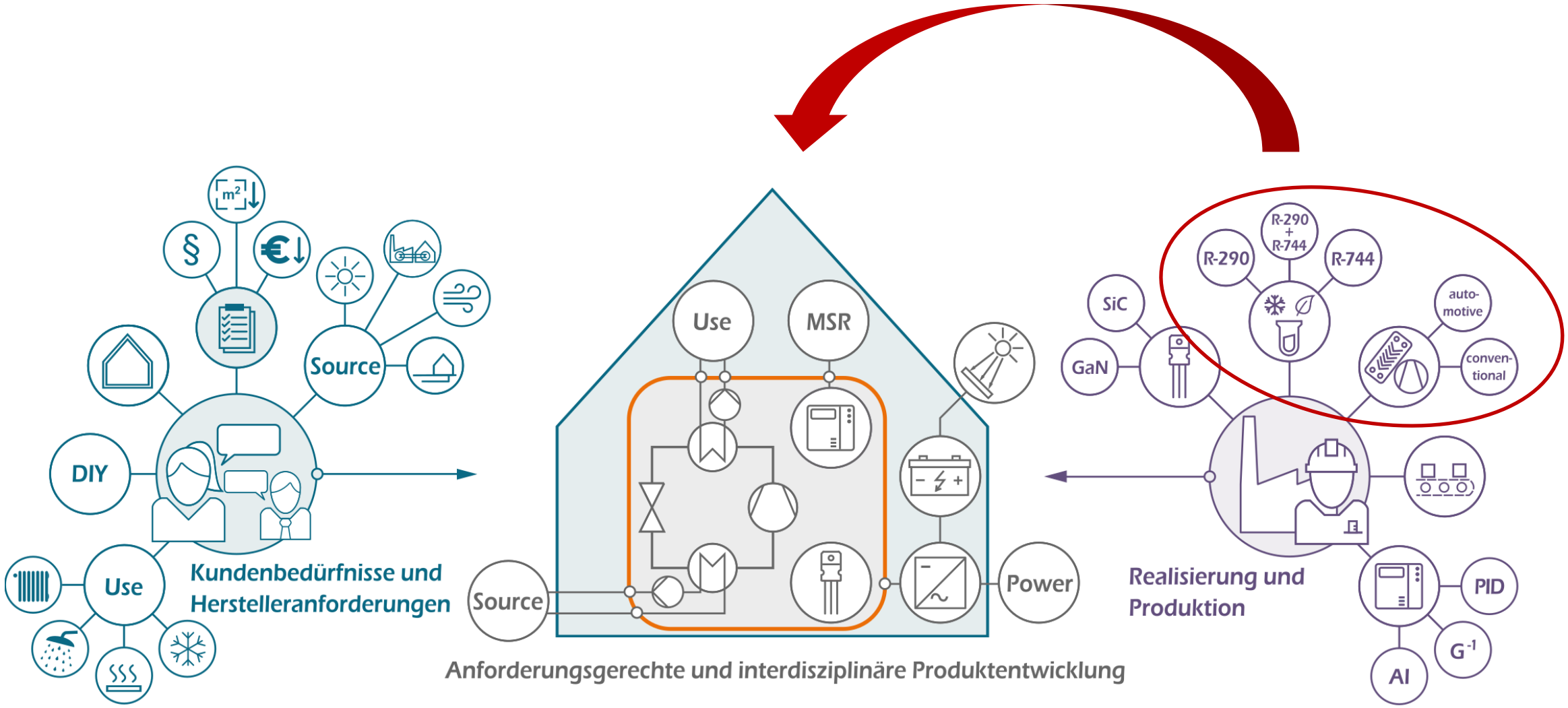
9 WP-Hersteller mit 43 Modellen und Wärmepumpen bis 12 kW Heizleistung







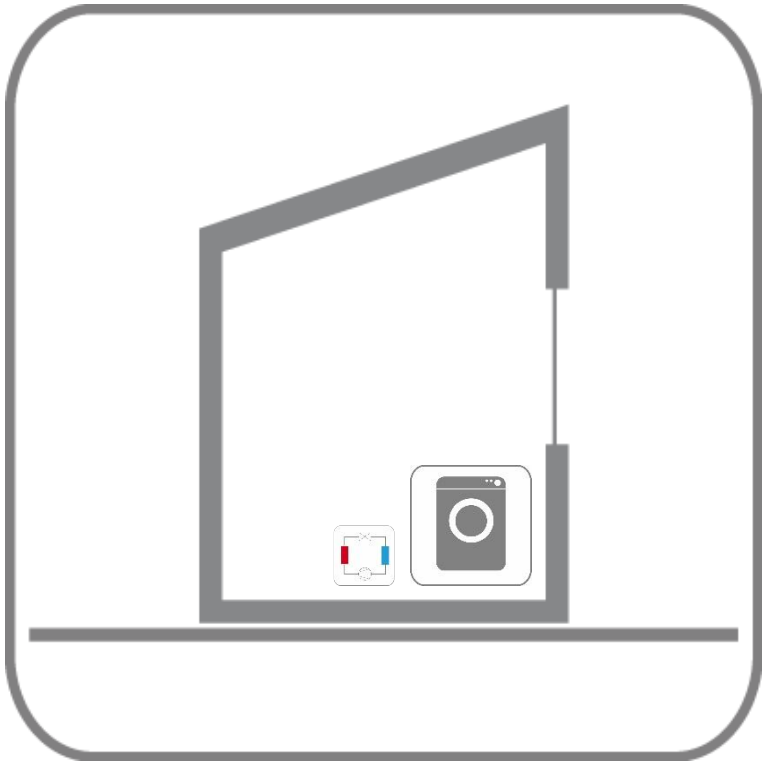
Welche Komponenten werden eingesetzt?



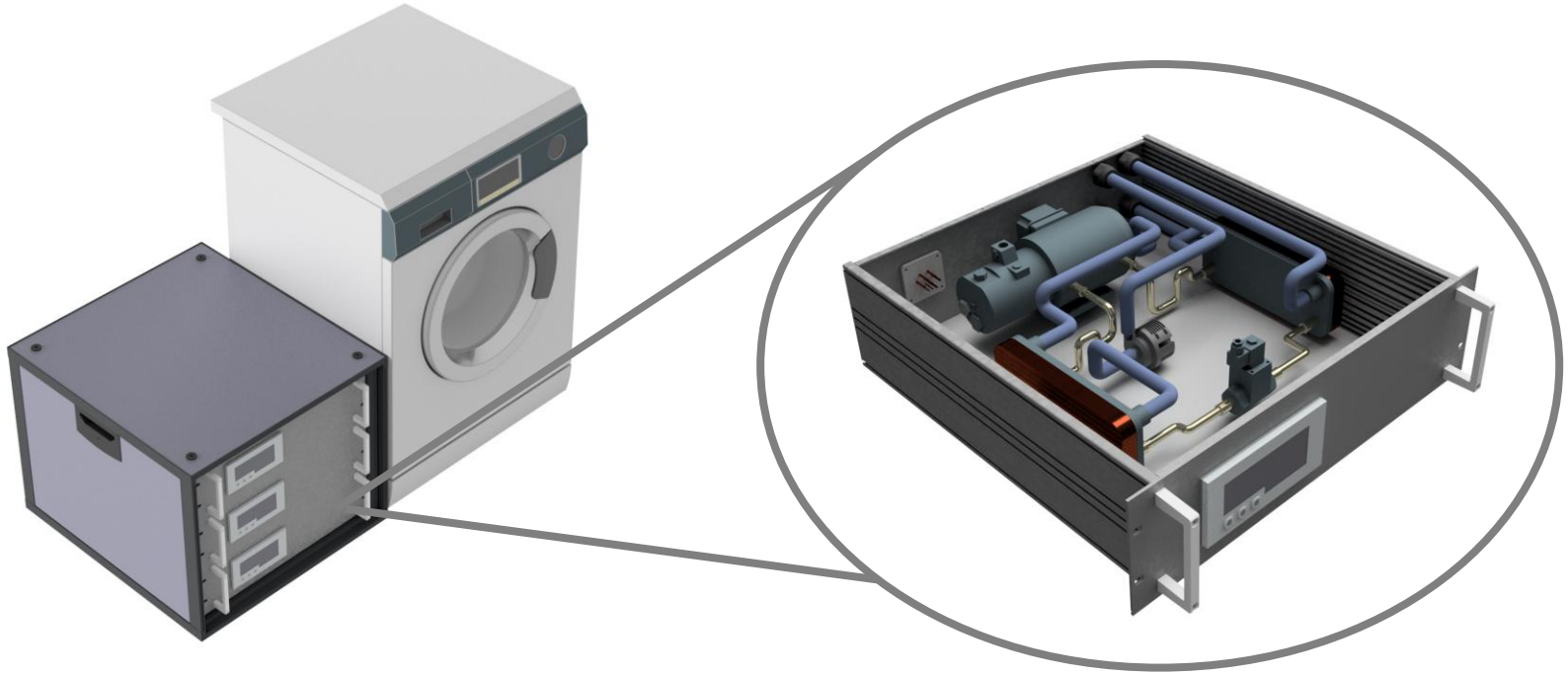
Hintergrund und Vision

Von der WP im Elektrofahrzeug …

… ins Gebäude / in die Wohnung.



Vision
einer kompakten, modularen Plug & Play Wärmepumpe

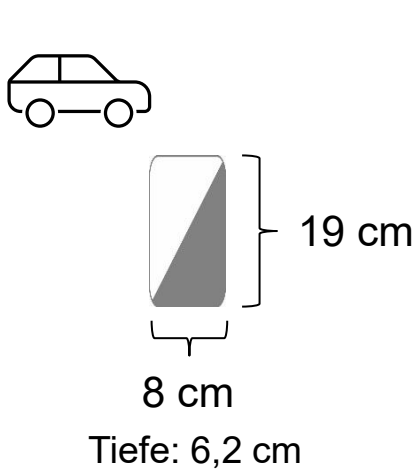


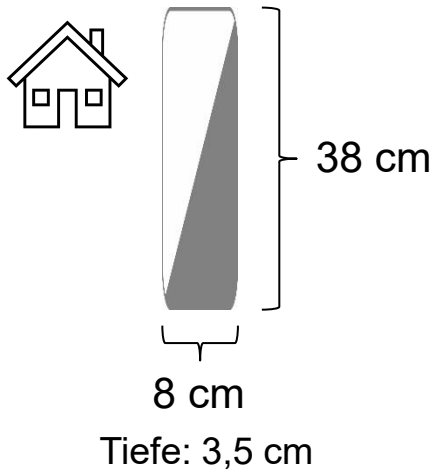
- **Nahtlose Integration** in unterschiedlichen Heiz- und Warmwassersystemen
- **Komplexität** für Planende, Handwerk und Nutzende **reduzieren**
- Einsatz von Komponenten aus dem **automobilen Thermomanagement**

Fragestellungen rund um die Kompaktwärmepumpe

Warum Komponenten des automobilen Thermomanagements?

- Hohe Anlagendynamik im automobilen Bereich
- Hochkompakte Bauteile
  → Reduktion der Füllmenge (< 150 g)
- Bereits hohe Stückzahlen
- Komponenten für einfache Kältekreise
  → Anlagenkomplexität reduzieren





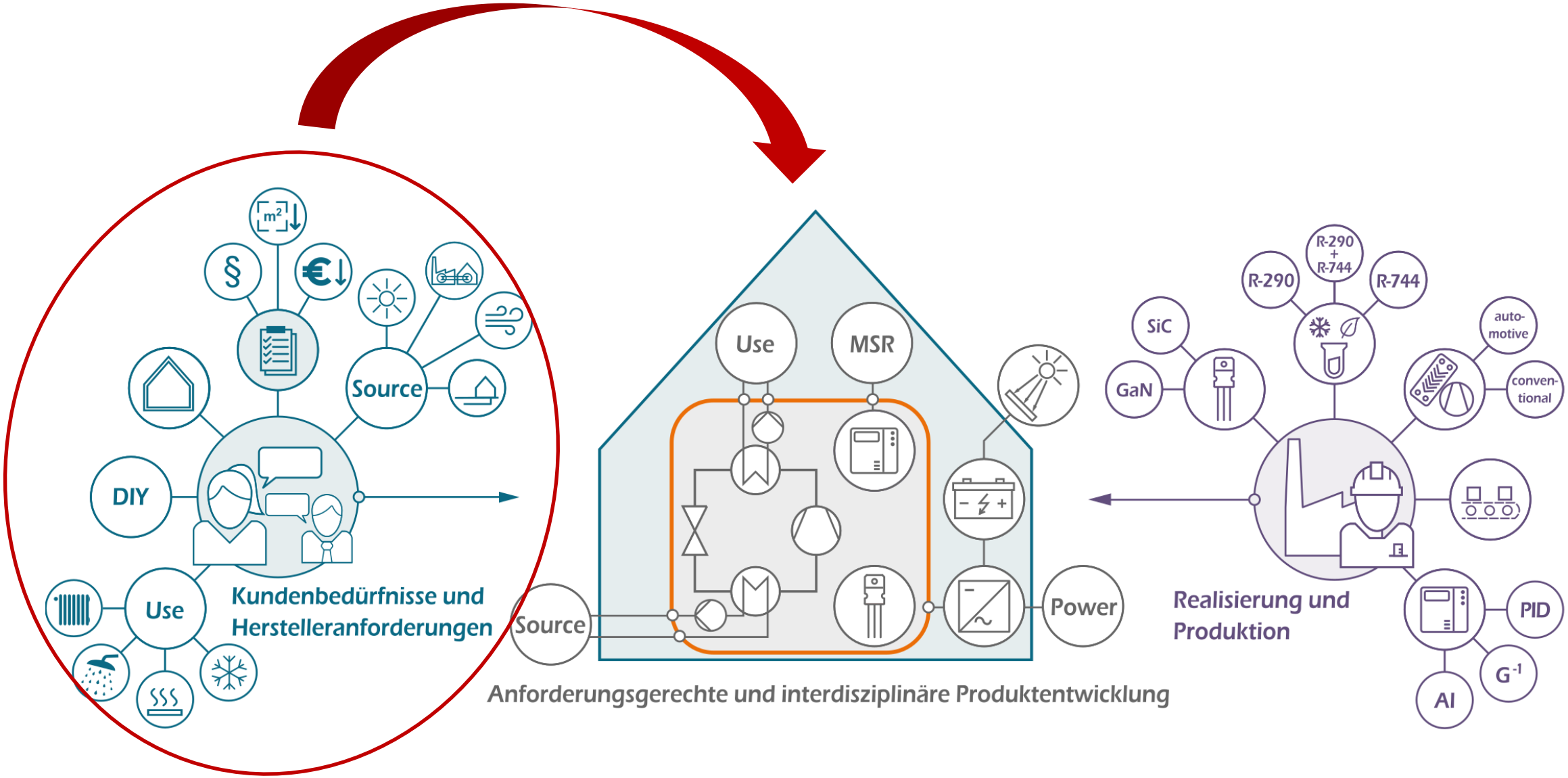
Warum werden natürliche Kältemittel (R290, R744) betrachtet?

- Geringes umweltschädigendes Potenzial (GWP, ODP)
- Politische Regularien

Wie lange hält meine Wärmepumpe?

- **Abschätzbarkeit der Lebensdauer bzw. Einfluss von Verschleißmechanismen**
- **Lebensdauer vs. TOC**

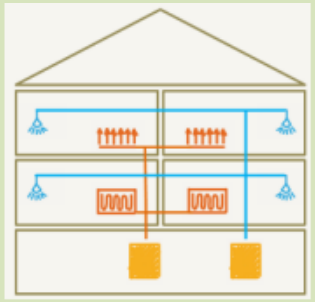
Welchen Randbedingungen müssen erfüllt werden?



Wärmepumpentypologien

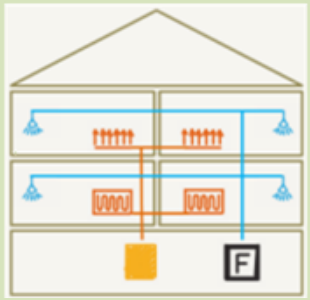
zentrale Wärmepumpe für das ganze Gebäude (RH+TWW)

1.1



zentrale Wärmepumpe: jeweils für RH und TWW

1.2

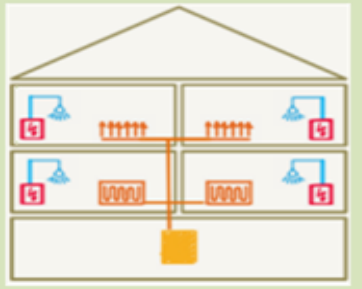


zentrale Wärmepumpe für RH und anderer, zentraler Erzeuger für TWW

1.3

Hybride Versorgung: Wärmepumpe und Erzeuger (RH+TWW)

1.5



zentrale Wärmepumpe für RH und TWW-dezentral elektrisch

2.2

individuelle Lösung für jede Wohnung

4.1 a/b

RH = Raumheizung; TWW = Trinkwarmwasser

Vom Gebäude (auch EFH) …

… zur Etagenversorgung.

zentrale Lösungen

dezentrale Lösungen

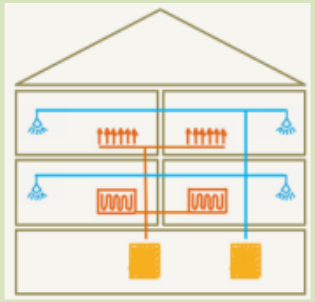
Quelle: IEA HPT Annex 50 - Heat Pumps in Multi-Family Buildings for Space Heating and Domestic Hot Water; Report No. HPT-AN50-1

Welche Typologie(n) begegnen Ihnen am meisten?

zentrale Wärmepumpe für das ganze Gebäude (RH+TWW)

1.1

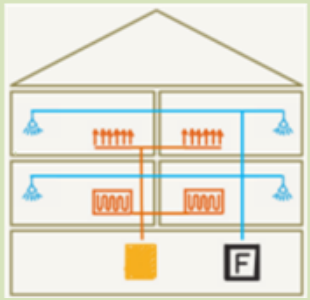
A



zentrale Wärmepumpe: jeweils für RH und TWW

1.2

B



zentrale Wärmepumpe für RH und anderer, zentraler Erzeuger für TWW

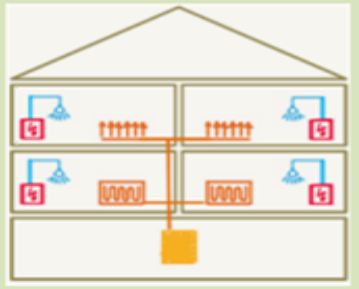
1.3

C

Hybride Versorgung: Wärmepumpe und Erzeuger (RH+TWW)

1.5

D



zentrale Wärmepumpe für RH und TWW-dezentral elektrisch

2.2

E

individuelle Lösung für jede Wohnung

4.1 a/b

F

Anmerkung: egal aus welcher Akteurssicht, was kommt ihnen am häufigsten vor?
Mehrfachnennung möglich

Umfrageergebnisse

Welche Typologie(n) begegnen Ihnen am meisten?

A: 1.1 - zentrale WP für das ganze Gebäude (RH+TWW)

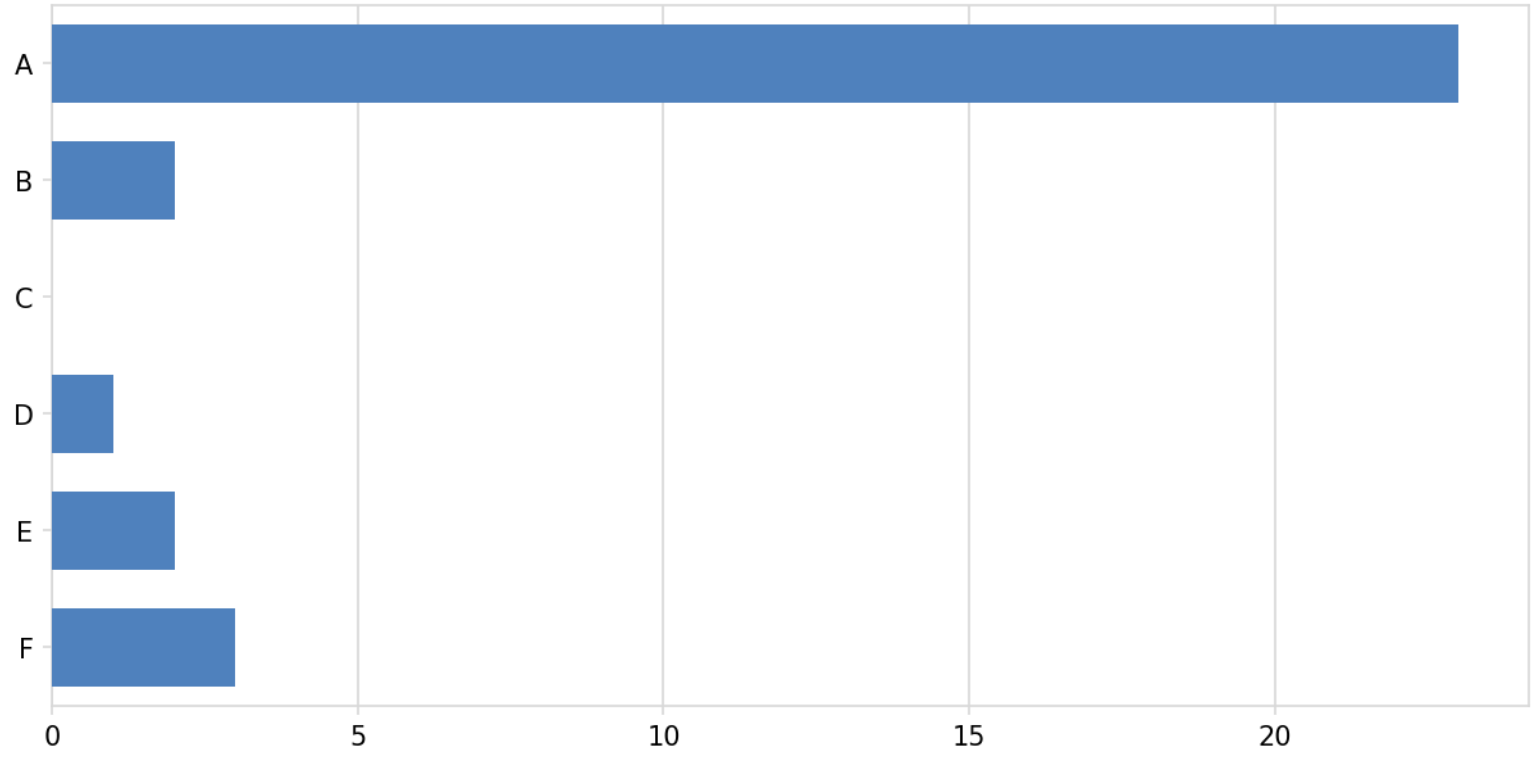
B: 1.2 - zentrale WP: jeweils für RH und TWW

C: 1.3 - zentrale WP für RH und anderer, zentraler Erzeuger für TWW

D: 1.5 - Hybride Versorgung: WP und Erzeuger (RH+TWW)

E: 2.2 - zentrale WP für RH, TWW-dezentral elektrisch

F: 4.1 - individuelle Lösung für jede Wohnung



31 Teilnehmer / Umfrage geschlossen

Umfrageergebnisse

Bei welcher Typologie sehen Sie die größten Herausforderungen für Wärmepumpen im Bestand?

A: 1.1 - zentrale WP für das ganze Gebäude (RH+TWW)

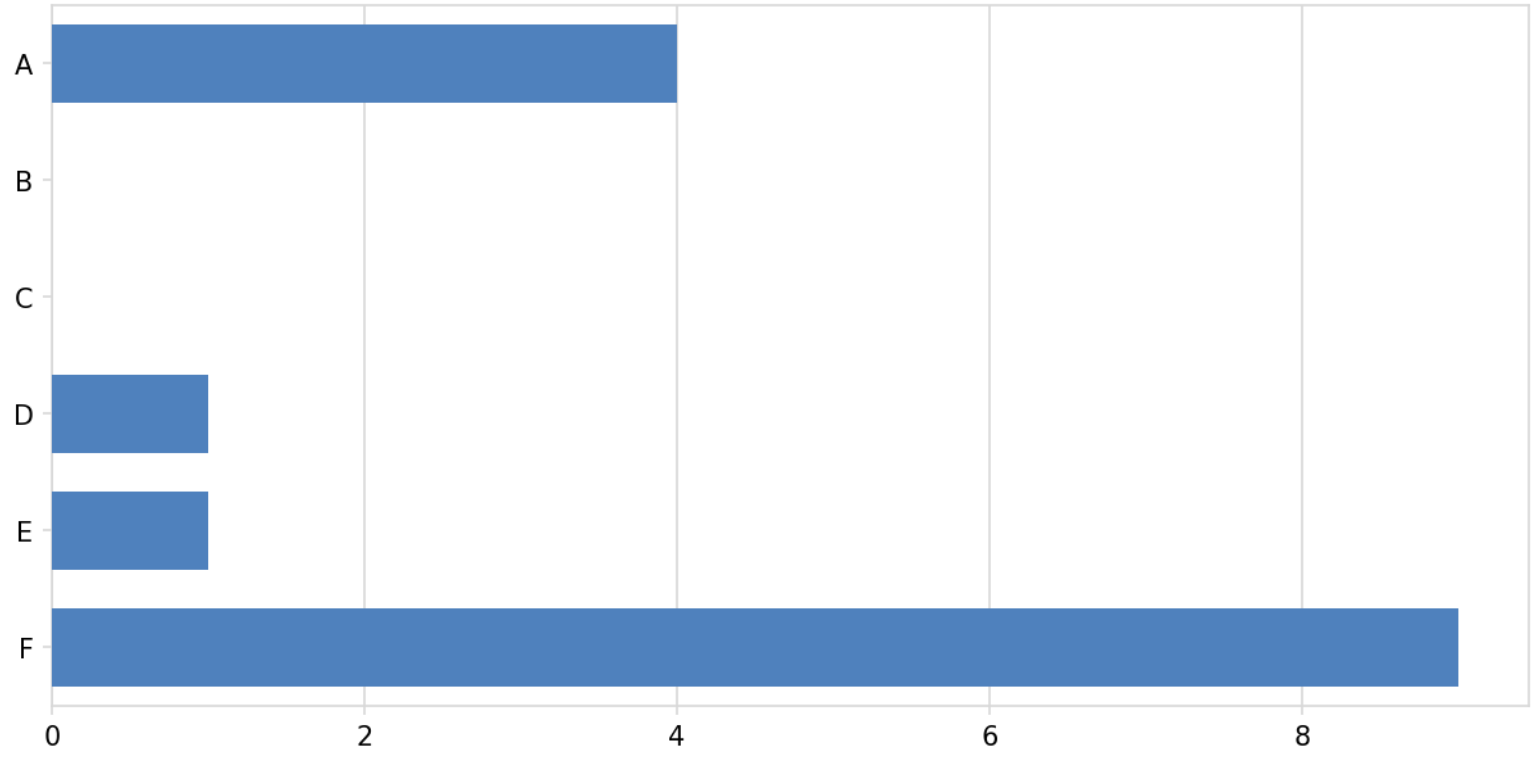
B: 1.2 - zentrale WP: jeweils für RH und TWW

C: 1.3 - zentrale WP für RH und anderer, zentraler Erzeuger für TWW

D: 1.5 - Hybride Versorgung: WP und Erzeuger (RH+TWW)

E: 2.2 - zentrale WP für RH, TWW-dezentral elektrisch

F: 4.1 - individuelle Lösung für jede Wohnung



15 Teilnehmer / Umfrage geschlossen

Quelle: de.goipadwallpapers.com, KI-überarbeitet

Bei welcher Typologie sehen Sie die größten Herausforderungen für Wärmepumpen im Bestand?

- **Warum?**
- **Was sind die Herausforderungen?**

Weitere Herausforderungen, die sich bei den Typologien ergeben und angepackt werden müssen → Rückmeldung Teilnehmer

- Platzbedarf
- Geräuschentwicklung / Lärmschutz
- Kältemittel: R290 mit max. 150 g
- derzeit sind noch die (zu hohen) Kosten bei allen WP-Lösungen das Problem

- Wie können die Wärmequelle eingebunden werden, wenn die Wärmepumpe mittig in der Wohnung steht?
- Die größte Komponente bei Luft/Wasser-WP ist meistens der Ventilator und nicht der Kälte-/ Wärmekreislauf! Wie kann hier die Quelle Luft angewendet werden?

Wärmepumpentypologien - Mehrfamilienhäuser

zentrale Wärmepumpe für das ganze Gebäude (RH+TWW)

1.1

RH = Raumheizung; T

individuelle Lösung für jede Wohnung

4.1 a/b

Fehlt Ihnen eine Einbausituation, die auf jeden Fall betrachtet werden muss und sehr oft vorkommt?

Vom Gebäude … zur Etagenversorgung.

zentrale Lösungen

dezentrale Lösungen

Weitere Konzepte und Einbausituationen

- analog zu Gas-Etagen-Kombithermen: RH und TWW in dezentralen Wärmepumpen
- Kaskadierte Wärmepumpen: außen L/W, innen zur dezentralen GH und WW W/W-WP
- Kombination von kleinen / wohnungsweisen Wärmepumpen mit Stromspeichern und Balkonsolarkraftwerken / Steckersolaranlage

→ dezentrale WP passen gut in die Umsetzung nach GEG § 71 l und § 71 n

- Mehrfamilienhäuser: Wohnungsbaugesellschaften rüsten meist auf zentrale Heizungen um, während WEGs bei dezentralen Lösungen bleiben. → Wohnungseigentümergemeinschaften ein großer Markt

- Vergleich zwischen dezentralen Wärmepumpen (Heizkreis Wasser) und Luft-Luft-Wärmepumpen!
  Umrüstungen von dezentralen Heizungen in LL-WP nimmt gerade an Fahrt auf.

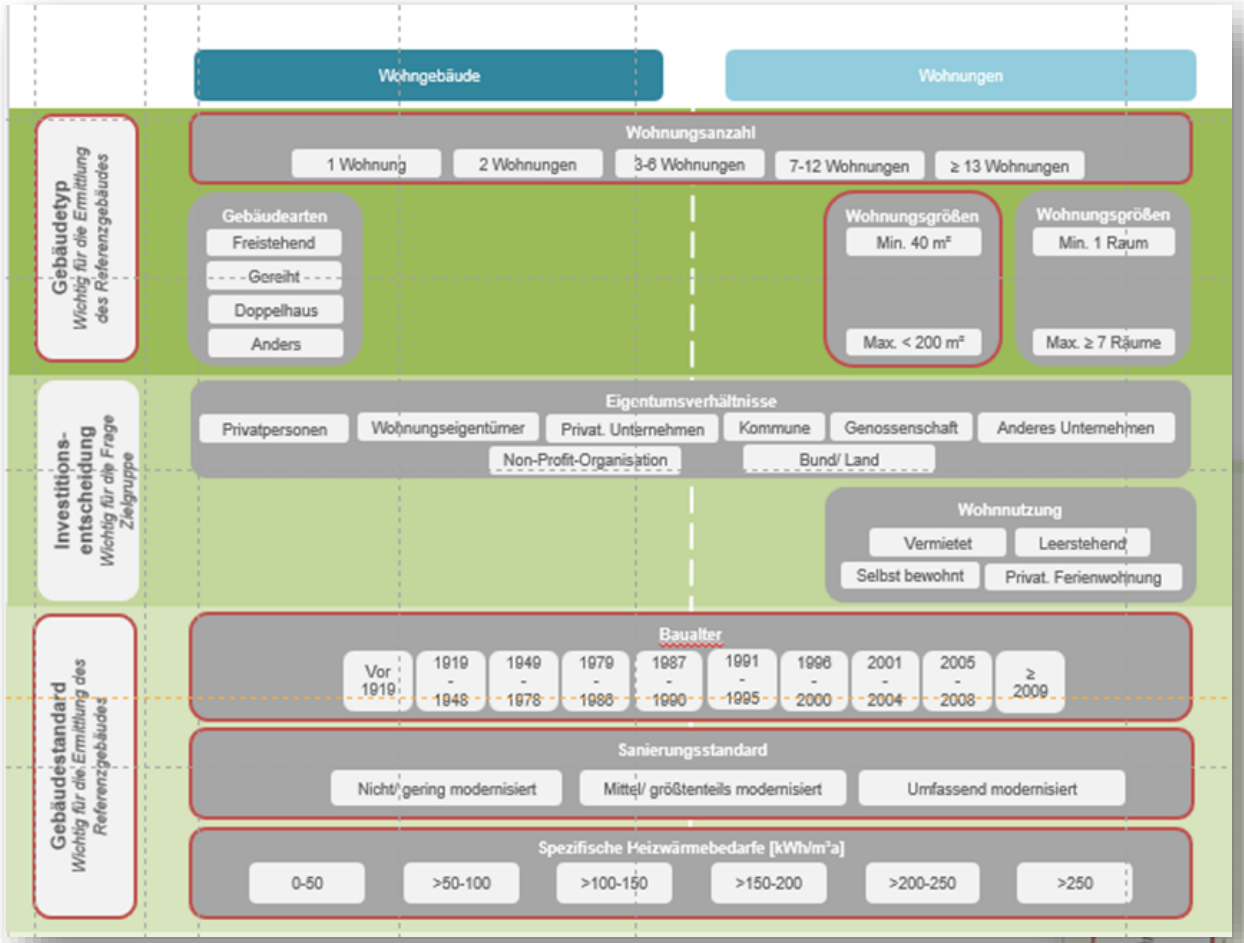
- Quellen und Verteilung:
  - zentrale Nahwärmeversorgung mit Wärmepumpe und Abwasser als Quelle
  - zentrale Erdwärme mit Netz für einzelne WP (Etagenversorgung) in Gebäuden

Randbedingungen - Recherche

Was sind die Randbedingungen / Einsatzbedingungen für die kompakte, modulare Wärmepumpe?

- Baualter
- Gebäudestandard / Sanierungsstand
- Heizenergiebedarf
- Trinkwarm-wasser
- vorh. Wärmeerzeuger
- Wohnfläche
- Vorlauftemperaturen
- Gebäudetyp (EFH, MFH, …; Anzahl WE)
- Heiz- / Übergabesystem

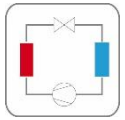
Anwendungsfälle: Der Entscheidungsbaum!



Was sind Randbedingungen für eine kompakte, modulare Wärmepumpe?

Ehemaliger Energie-träger	Heizungstyp	Heizsystem-Varianten	Übergabe-system	Puffer-speicher	Kühlen	VL-Temperature n
Gas	Etagenheizung	1.1 WP zentral (eine WP für RH + TWW)	Stat. Heizkörper alt	Ja	Ja	30 - 40°C
Öl	Zentralheizung	1.2 WP zentral (jeweils WP für RH + TWW)	Stat. Heizkörper neu	Nein	Nein	40 - 50°C
Biomasse	Blockheizung	1.3 WP zentral (RH), 2.Erzeuger für TWW	Fußboden-heizung			50 - 60°C
Wärme-pumpe	Ofen/ Kamin	1.5 Hybrid (RH + TWW)				> 60°C
Anderes		2.2 WP zentral (RH), TWW über DLE				
		4.1 WP dezentral a) RH + TWW b) RH und TWW über DLE				

Anwendungsfälle

		Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6	Fall 7	Fall 8
	Wohnungs-größe (Wfl.)	130 m²			70 m² je Wohneinheit (Gebäude hat 6 Wohneinheiten)				
	Sanierungs-standard	mittel/größtenteils modernisiert (Modernisierungen an einigen/ mehreren Bauteilen bzw. -flächen); alle Varianten mit Baujahr 1960							
	spez. Heizwärme-bedarf	170 kWh/m²a			135 kWh/m²a				
	Anordnung WP	zentral 1.1	zentral 1.2	zentral 2.2	zentral 1.1	zentral 1.2	zentral 2.2	dezentral 4.1 a	dezentral 4.1b
	Heiz-wärme								
	Übergabe-system	Heizkörper (VL-Temperatur 40 – 50°C)							

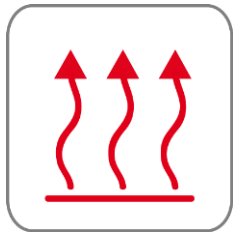
Anwendungsfälle: weitere Betrachtungen

Speichereinfluss

- TWW
- Pufferspeicher

Kühlung

- Raumkühlung



Heizwärme

- Fussbodenheizung – Vorlauftemperaturen 30 – 40°C

Welche Fragen sind offen?

Anregungen und Fragen

Komponenten

- Vergleich mit Kühlschrank oder WW-Wärmepumpe – Betrachtung und Übertragung der WP-Bauteile.
- Auf wie viele Betriebsstunden sind die WP im Auto ausgelegt? Wie stark unterscheiden sich diese von den WP zur Gebäudeheizung?
- Aussage der Autohersteller zur Lebensdauer der Wärmepumpen?
  Bei einer Laufleistung eines Autos von 200.000 km mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 50km/h läuft die Wärmepumpe im Auto maximal 4.000 h.
  Das ist nicht viel für die Beheizung eines Gebäudes.
- Herkunft der Verdichter: Gibt es Verdichter aus Deutschland oder kommen alle aus China?
- Welche Leistungsbandbreite ist vorgesehen, Teillast bis wie weit hinunter?
  → je Module soll eine Leistung von max. 6 kW bereitgestellt werden, vermutlich sogar eher max. 3 kW
- Werden Invertermotoren eingesetzt? → JA!
- Wie ist die Perspektive für die Einbindung von Turboverdichtern statt Verdrängermaschinen, um die Kältemittelfüllung in der WP zu verringern?

Anregungen und Fragen

Anwendung

- Die vorgestellte Lösung bezieht sich meiner Meinung nach auf Sole/Wasser-WP. Wie wollen Sie eine Luft/Wasser-WP minimieren?
- Wenn das Layout dem einer Gas-Kombitherme entspricht, dann kann ohne große Änderungen an der Hydraulik die WP gg die alte Gastherme getauscht werden

Weitere Betrachtungen

- Qvantum hat schon so ein ähnliches Produkt zum schnellen Warten/Instandhalten
- Kosten
  - Könnte in Ihrem Konzept aus Kostengründen auf den Einbau eines Heizstabs verzichtet werden?
- Einbauzeit
- Lebensdauer
  - „Unsere TWW-Wärmepumpe lief 35 Jahre lang und wurde nicht wegen Defekt ausgetauscht.“

Was würden Sie sich für die kompakte, modulare Wärmepumpe wünschen?

Was wünschen Sie sich allgemein für den Wärmepumpeneinbau /-tausch?

55 Beiträge / Umfrage geschlossen

Gute reparierbar, modular, nachhaltig
Wärmequellenmanagement
WP im Denkmal und enger Bebauung.
Bei der Auslegung (WP Leistung) beachten, dass auch Leerstand bei benachbarten Wohnungen relevant sein können
Kombination mit Wohnraumlüftung
Standardisierung, damit Ersatzteile für alle WP funktionieren
geringe Wartungskosten
Smarte Steuerung über App?
Leichter Einbau (Ohne Handwerker?), bzw. Azubi-fähiger Einbau --> Handwerkermangel in Zukunft
Außengerät klein, an Fassade anzubringen, gut aussehend, denkmalvertäglich
ggf. Möglichkeiten für DIY Installation
auch vom Mieter her gedacht bzw. für WEG, in der jeder eine individuelle Lösung bevorzugt.
Effizienzangabe, die die Regelung der Wärmepumpe und die zugehörige Hydraulik, enthält
Leichte Kombination mit Balkonsolarkraftwerken
integriertes Monitoring
Selbsttätiger Tausch einzelner Module ohne Handwerker
Kopplung mit intelligenten Haussystemen möglich - zur Koordinierung von Lüftung, PV, ...
Klarheit welche Regelung und welche Hydraulik in welchem Anwendungsfall genutzt werden sollte
nicht in Kombination mit ELD, um die Stromlast zu reduzieren
Integriertes System aus wohnungsweiser WP, Steckersolaranlage und Stromspeicher
Geringe Stromaufnahme zur Minimierung des Hausanschlusses
plug play module auch für verschiede wärmequellen
Innovationen auf der Expansionsseite. Annäherung an isentrope Expansion.
Leise, optimiert für dyn. Stromtarife mit PV, einfach Installation
15.000 € inkl. Einbau
Mehr Unabhängigkeit vom Handwerk
Open Source EMS
Robuste Heizungshydraulik
Hohe Modulationsfähigkeit
Einfachheit für Kunden - keine 30 undurchsichtige Positionen im Angebot
Fernwartung / Entstörung / Portallösung
WP als Plug and Play Lösung durch die Eigentümerschaft mit entsprechende Vorbereitung durch die Handwerker.
Berücksichtigung dyn. Stromtarife

1. Installation & Bedienbarkeit

- ggf. Möglichkeiten für DIY-Installation

  → DIY eher unrealistisch aus verschiedenen Sicherheitsaspekten wie Strom Kältemittel etc.

- einfache Installation / leichter Einbau (ggf. auch ohne Handwerker?)

  → verfügbare Fachhandwerker sind Bottleneck in Zukunft noch mehr, knappe Ressourcen entlasten

- Einfachheit für Kunden – keine 30 undurchsichtige Positionen

2. Energieverbrauch & Netzauslastung

- geringe Stromaufnahme zur Minimierung des Hausanschlusses
- optimiert für dynamische Stromtarife mit PV
- Berücksichtigung dynamischer Stromtarife
- nicht in Kombination mit ELD … zur Stromlastreduktion

3. Modularität & Flexibilität

- hohe Modulationsfähigkeit
- Plug & Play Module auch für verschiedene Wärmequellen
- nachhaltig

4. Einsatzbereiche & bauliche Aspekte

- WP im Denkmal (denkmalverträglich)
- WP in enger Bebauung
- Außengerät klein, ggf. an der Fassade anzubringen
- gut aussehend
- leise
- Standardisierung (Ersatzteile für alle WP)
- Effizienzangabe inkl. Hydraulik

5. Kosten & Wartung

- geringe Wartungskosten
- 15.000 € inkl. Einbau
- Unabhängigkeit vom Handwerk; selbsttätiger Tausch einzelner Module ohne Handwerker
- gut reparierbar

6. Steuerung & Monitoring & Abrechnung

- Smarte Steuerung über App?
- Fernwartung / Entstörung / Portallösung
- Integriertes Monitoring / Open Source EMS
- Kompatibilität mit Heizkostenabrechnung; bei hocheffizienten Gebäuden ist Heizkosten-abrechnungen fast so teuer wie die Heizkosten selber

7. Integration mit anderen Systemen

- Integriertes System aus wohnungsweiser WP, Steckersolaranlage und Stromspeicher
- leichte Kombination mit Balkonsolarkraftwerken
- Kombination mit Wohnraumlüftung
- Kopplung mit intelligenten Haussystemen … PV, Lüftung
- Effizienzangabe inkl. Hydraulik (selten)

Vorschau – nächste Termine im Rahmen von TEN und den Wochen der Wärme

06.10.2025 14:00 – 15:30 Uhr

Klimaneutrale Kommune im denkmalgeschützten Gebäudebestand

08.10.2025 14:00 – 15:30 Uhr

Dynamische Wärmesysteme der Zukunft: Wie Großwärmepumpen, thermische Speicher und elektrische Netze zusammen gedacht werden.

TEN.efzn – Wärme - IB1

Vielen Dank für Ihr Interesse!

QR Code zur Website von TEN.efzn

Gefördert mit Mitteln aus zukunft.niedersachsen, dem gemeinsamen Wissenschaftsförderprogramm des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur und der VolkswagenStiftung.