



FORSCHUNGSNETZWERK INDUSTRIE UND GEWERBE

ERGEBNISSE DES 2. WORKSHOPS

„INDUSTRIE- UND GROßWÄRMEPUMPEN“

Impressum

Herausgeber
Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Redaktion und verantwortlich für den Inhalt
Forschungsnetzwerk Industrie und Gewerbe – Forschungsfeld Wärmepumpen und Kältetechnik



FORSCHUNGSFELD
WÄRMEPUMPEN
UND KÄLTETECHNIK

Gestaltung und Produktion
Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Stand
Oktober 2025

Bildnachweise:
Titel: ©MAN Energy Solutions SE

Die Inhalte des Ergebnis-papiers gehen auf den 2. Workshop zu Industrie- und Großwärmepumpen des Forschungsfelds Wärme-pumpen und Kältetechnik am 15.05.2025 in Berlin zurück. Die Autoren dieser Ergebniszusammenfassung sind Dr. Marek Miara (Kurator des Forschungsfeldes „Wärmepumpen und Kältetechnik“), Prof. Dr. Peter Schossig (Fraunhofer ISE, IEA TCP Executive Committee, stellvertretender Delegierter für Deutschland) und Andreas Burger (Fraunhofer ISE). Die Ergebnisauswertung erfolgte auf Grundlage der Gruppenarbeitsergebnisse, dokumentiert durch die Gruppenarbeitsleitenden Fabian Ahrendts (Fraunhofer IEG) und Prof. Dr. Panagiotis Stathopoulos (DLR) sowie der Auswertung eines umfassenden Fragebogens.

Das Kuratorium des Forschungsfelds möchte sich bei allen Teilnehmenden und Mitwirkenden des Workshops für die aktive Mitarbeit und ihr Engagement bedanken.

Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALT

1.	Einführung	2	
2.	Ergebnisse des 2. Workshops "Industrie und Großwärmepumpen"	3	
3.	Handlungsempfehlungen	5	
	Anhang	7	
	Autoren	8	

1. EINFÜHRUNG

Das Forschungsfeld „Wärmepumpen und Kältetechnik“ hat am 15. Mai 2025 zu einem Workshop eingeladen, mit der Zielsetzung, Hintergründe des zögerlichen Hochlaufs von Industrie- und Großwärmepumpen im direkten Austausch mit Fachleuten von Herstellern, Anwendern, Planungsbüros, Verbänden sowie aus der Finanzbranche und der Forschung zu analysieren und konkrete Hemmnisse und Handlungsbedarfe zu identifizieren.

Mit diesem Dokument werden die Ergebnisse dieses Workshops auf Grundlage der Gruppenarbeitsergebnisse und eines umfangreichen Fragebogens zusammengefasst, die wichtigsten Hemmnisse für den Markthochlauf beschrieben und spezifische Handlungsempfehlungen für politische Entscheidungsträger benannt.

Die im Anhang aufgeführten Teilnehmenden Institutionen haben dazu beigetragen, dieses Dokument zu erstellen und hatten vor der Veröffentlichung die Gelegenheit, das Dokument zu kommentieren.

2. ERGEBNISSE DES 2. WORKSHOPS „INDUSTRIE- UND GROSSWÄRMEPUMPEN“

Eine beachtliche Anzahl deutscher und europäischer Hersteller steht in den Startlöchern, um mit Industrierärmepumpen und Wärmepumpenkomponenten Lösungen für eine Transformation der industriellen Wärmeversorgung anzubieten und sich langfristig erfolgreich im Industrierärmepumpenmarkt zu positionieren. Gegenwärtig wird die Technologie jedoch zur Prozesswärmebereitstellung in der Industrie kaum eingesetzt. Insbesondere für Temperaturen über 125 °C fehlen Referenzen. Gleichzeitig kann im Bereich der Fernwärme eine wachsende Anzahl an Großwärmepumpen realisiert werden.

Die Industrie hat, im Vergleich zum Gebäudebereich, sehr niedrige spezifische Kosten für fossile Energieträger sowie einen hohen Kostendruck durch internationalen Wettbewerb. Wenn neue Technologien sich mit Peripherie- und Prozessänderungskosten nicht eindeutig rechnen und zumindest wirtschaftlich sind, ist ein breiter Einsatz unwahrscheinlich. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass Unternehmen den Einsatz neuer Technologien, einschließlich der Kosten für die Umstellung wirtschaftlich vertreten können.

Nach den Ergebnissen des Fragebogens werden finanzielle Aspekte als relevantestes Hemmnis für den Markthochlauf von Industrierärmepumpen gesehen. Über 60 % der Befragten bewerten finanzielle Hemmnisse als sehr hoch, über 25 % als hoch. Regulatorische Aspekte werden mehrheitlich (50 %) als hoch bewertet. Technische Hemmnisse werden von rund 65 %, als hoch oder mittel bewertet während rund 30 % diese als gering betrachten.

Die wichtigsten finanziellen, regulatorischen, technischen und planerischen Hemmnisse werden in den folgenden Abschnitten benannt.

2.1 Finanzielle Hemmnisse

- **Strom- zu Gaspreisverhältnis:** Die aktuelle Preissituation begünstigt den weiteren Einsatz fossiler Brennstoffe und hemmt die Elektrifizierung. Die Betriebskosten von Wärmepumpen sind trotz eines hohen COPs oft höher als die auf der Verbrennung von Erdgas basierende Wärmeversorgung.
- **Hohe Umlagen/Netzentgelte:** Diese priorisieren nicht die notwendige Betriebsflexibilität (Fehl-

anreize 7000-Stunden-Regelung) und schränken die Wirtschaftlichkeit weiter ein.

- **Hoher CAPEX:** Investitionskosten, insbesondere die Integrationskosten und Kosten für vorgelagerte Energieeffizienzmaßnahmen stellen eine erhebliche Hürde dar.
- **Eingepreiste Risiken:** Aufgrund einer sehr geringen Anzahl an Referenzprojekten und Betriebserfahrung, insbesondere im Temperaturbereich über 125 °C, müssen höhere Risiken eingepreist werden.
- **Fehlende Investoren- & Betreibermodelle:** Investment- und Betreibermodelle könnten dringend notwendige Investitionen in den Bereich der industriellen Wärmetransformation lenken. Durch Betreibermodelle wird die Wärmebereitstellung von der Versorgungsinfrastruktur zum Kernprodukt, was eine höhere Priorität und Innovationsbereitschaft nach sich zieht. Diese Initiativen werden derzeit durch geringe Renditeerwartungen und hohe Finanzierungsrisiken gehemmt.
- **Geringe finanzielle Planungssicherheit:** Mangelnde finanzielle Planungssicherheit im Hinblick auf zukünftige Belastungen (CO₂-Preis, Netzentgelte, Verfügbarkeit von elektrischer Anschlussleistung, Netzstabilität) hemmen Investitionen.

2.2 Regulatorische Hemmnisse

- Eine ambivalente politische Zielsetzung bei der Defossilisierung der Prozesswärmeerzeugung und Unklarheiten bzgl. CO₂-Preisen und PFAS-Regularien führen zur Strategie des Abwartens.
- Fehlanreize durch aktuelle Netzentgeldregelung: Durch die 7000-Stunden-Regel wird der netzdienliche Einsatz von Industrierärmepumpen benachteiligt.
- **Mangelhafte regulatorische Klarheit:** Unzureichende Standardisierung in Genehmigungsverfahren und Normen, beispielsweise beim Einsatz brennbarer Kältemittel, führt zu Unvorhersehbarkeiten und Verzögerungen.

- **Komplexe Förderprogramme:** Komplexe Förderprogramme mit kurzer Laufzeit erschweren es Unternehmen, langfristige Pläne zu entwickeln.
- **Lange Genehmigungszeiten** durch nicht vorhandene oder unklare Regularien.

2.3 Technische Hemmnisse

- Die **Integration** in bestehende Prozesse und Infrastruktur führt zu technischen Herausforderungen.
- **Hohe Temperaturen:** Höhere Betriebstemperaturen bedingen neue Anforderungen an Materialien, Komponenten und Betriebsstrategien. Dies erfordert aufwändige Qualifizierungsaktivitäten und teilweise grundlegende Neuentwicklungen.
- **Umstellung auf Low-GWP-Kältemittel:** z. B. CO₂, H₂O, Ammoniak und Kohlenwasserstoffe wie Propan, Butan und Pentan und deren spezifische Einsatzgrenzen ziehen verschiedene technische Herausforderungen mit großem Forschungs- und Entwicklungsbedarf nach sich.
- **Sicherheitsaspekte:** Insbesondere im Zusammenhang mit der Umstellung auf Low-GWP-Kältemittel.
- **Ölhandling im Kältekreislauf:** Die Auswahl von Öl und Kältemittel ist wesentlich von den Betriebstemperaturen abhängig. Die Notwendigkeit, das Arbeitsmedium von Verunreinigungen wie Öl zu befreien, kann die Effizienz beeinträchtigen.
- **Regelfähigkeit:** Regeleigenschaften und Teillastwirkungsgrade für Bedarfsschwankungen u. a. im Zusammenhang mit einem netzdienlichen Betrieb sind zu optimieren.
- **Testmöglichkeiten für große Anlagen und Komponenten** sind aufwändiger als bei kleineren Gebäudewärmepumpen. Hier fehlt es an Infrastruktur und standardisierter Methodik.

2.4 Planerische Hemmnisse

- **Zu geringe Auswahl an Hochtemperaturwärmepumpen mit TRL 9 am Markt verfügbar:** Insbesondere für die häufig sehr spezifischen Anwendungsfälle.
- **Unzureichende Anzahl an Referenzanlagen am Markt:** Hemmen das Technologievertrauen und führen zu unzureichender Verfügbarkeit von Betriebserfahrung.
- **Hohe Anforderungen an eine zuverlässige, unterbrechungsfreie Wärmeversorgung:** Daraus resultieren Mehrkosten, z. B. durch Back-up-Lösungen, Überdimensionierung und Redundanz, die ggf. notwendig sind, um noch höhere Folgekosten einer Versorgungsunterbrechung zu vermeiden.
- **Mangelnde Planungserfahrung** durch unzureichende Anzahl an Referenzanlagen
- **Fehlende Planungs- und Auslegungswerkzeuge**
- **Unzureichender Wissenstransfer:** Zwischen Forschung, Herstellern, Anwendern und Planern. Betriebsdaten bestehender Anlagen ohne wissenschaftliche Begleitung werden i. d. R. nicht geteilt.
- **Absenken von Prozesstemperaturen** ist für wirtschaftliche Integration oft nötig und (aufgrund von Sicherheitszuschlägen) häufig möglich; Anwendungsunternehmen sind jedoch häufig skeptisch gegenüber Prozessmodifikationen (z. B. Austausch Wärmeübertrager, Rezertifizierung).
- **Komplexe Planungsprozesse:** Die Integration in bestehende Prozesse und Infrastruktur, Quellen-/Senken-Integration, Speicherintegration und vorgelagerte Effizienzmaßnahmen (z. B. Umstellung Dampf- zu Wassernetz, Temperaturniveauabsenkung, etc.) sowie eine möglichst netzdienliche Stromnetzkopplung und Betriebsweise erhöhen die Komplexität der Planung.

3. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

1. **Klare politische Signale** an Wirtschaft und Bevölkerung, dass die **Elektrifizierung der Wärmeerzeugung** zur Einhaltung der Klimaziele entschlossen fortgesetzt wird, mit der übergeordnete Zielsetzung, insbesondere im Bereich der Klimawende das Land zu einen und nicht durch unklare Ziele und einen ambivalenten Kurs zu spalten.
2. **Gestaltung attraktiver wirtschaftlicher Rahmenbedingungen:** Diese sind so zu gestalten, dass Prozesswärmeverbraucher, die auf eine Defossilisierung ihrer Wärmeversorgung setzen, finanziell begünstigt und nicht benachteiligt werden. Besonders ausschlaggebend für den wirtschaftlichen Einsatz ist das Strom-/Gaspreisverhältnis.
3. **Eine Netzentgeltbefreiung für den Betrieb von Industrierärmepumpen** als effektive Möglichkeit, das Strom- zu Gaspreisverhältnis positiv zu beeinflussen.
4. **Korrektur der 7000-Stunden-Regel:** Anreize für netzdienlichen Betrieb anstelle von Grundlastverbrauch schaffen.
5. **Betriebskostenförderung** abhängig vom Carnot COP mit einem festgelegten Gütegrad als Gegenentwurf zur im BEW festgelegten Abhängigkeit vom Hersteller COP (Vgl. BEW: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze).
6. **Betreiber- und Investitionsmodelle stärken:** Das Aufsetzen eines dezidierten Wärme-Infrastruktur-Fonds mit einem etablierten Asset Manager kann beispielsweise mit der KfW Capital als Co-Kapitalgeber angeschoben werden.
7. Referenzprojekte initiieren:
 - Phase 1: **Reallabor Industrierärmepumpen;** Realisierung von ca. 10 Demonstrationsanlagen in DE im Temperaturbereich 100 bis 200 °C mit enger wissenschaftlicher Begleitung.
 - Phase 2: Weitere **Referenzprojekte** schaffen: 20-30 Projekte initiieren mit wissenschaftlicher Begleitung für Feldmonitoring und Verbreitung (Ggf. 8. Energieforschungsprogramm plus Bundesförderung Industrie und Klimaschutz).
 - Phase 3: Weiterer **Markthochlauf**, möglichst durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen, ansonsten durch langfristig planbare Förderprogramme. Z. B. spezielle Klimaschutzverträge.
8. **Höhere Temperaturen gezielt fördern**, gestaffelt von 100 bis 200 °C. Die Marktrelevanz von Anwendungsfällen über 200 °C wird von einem Großteil der Teilnehmenden als gering eingeschätzt.
9. Einsatz von **Low-GWP-Kältemitteln gezielt fördern**.
10. **Harmonisierung der Genehmigungen** auf Landes- und Kommunalebene ist entscheidend, um die Genehmigungsprozesse zu vereinfachen, Risiken zu minimieren und den Markt zu stabilisieren.
11. **Verkürzung der Bewilligungsverfahren** von Förderprogrammen
12. **Digitalisierung der Genehmigungsverfahren** für eine verbesserte Effizienz und Transparenz der Vergabe.
13. Eine starke **Wissenschaftsförderung** in den Themenfeldern:
 - Wissenschaftliche Begleitung von **Demonstrationsprojekten**
 - **Low-GWP-Kältemittel:** Komponentenoptimierung, Wärmepumpen-Optimierung, Sicherheitskonzepte; u.a. Kohlenwasserstoffe, CO₂, H₂O, N₂, NH₃, ...
 - **Hochtemperaturwärmepumpen** bis 200 °C. TRL 6-9
 - **Teststände und Testverfahren** für Groß- und Hochtemperaturwärmepumpen
 - Auswirkungen durch **PFAS-haltige Kältemittel**
 - **Schmierstoffe und Ölhandling im Kältekreislauf**, insbesondere für Temperaturen > 100 °C

- **Prozessdampferzeugung und Thermalöl-erhitzung**
- **Netzdienlicher Betrieb von Wärmepumpen**
- **Integrationskonzepte/Integrationsstandards** für Versorgungs-, Prozess- und Anlagenebene
- **Anlagen und Systemmodellierung**
- **Energiesystemmodellierung** zur Bewertung der Technologie im Energiesystem und als Anhaltspunkt für langfristige Investitions-entscheidungen
- **Investoren- und Betreibermodelle:** Entwicklung, Erprobung und Bewertung
- Unterstützung für die **Standardisierung** von Genehmigungsverfahren und Erarbeitung von Normen (U.a. Fortführung des Förder-programms WIPANO)
- Analyse und Optimierung von **Planungs-prozessen** durch Informationsmaterialien, Guidelines, Planungswerkzeuge; Gezielte Unterstützung zur Anwendung der PINCH-Analyse
- Wissenstransfer

14. **Fachkräfteaus- und -weiterbildung fördern**

15. Den **Diskurs in diesem Format fortsetzen:**
 Der Bewertungsfragebogen zeigt in jeglicher Hinsicht eine sehr positive Resonanz. 95 % der Teilnehmenden würden das Format weiter-empfehlen.

ANHANG

Teilnehmende

Fachleute von Herstellern, Anwendern, Planungs-büros, Verbänden sowie aus der Finanzbranche und aus der Forschung haben im Workshop und teilweise zusätzlich mit dem Fragebogen zur Erarbeitung der Inhalte beigetragen und waren bei dem Workshop mit der nachfolgend genannten Personenanzahl vertreten. Vertreterinnen und Vertreter des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE), des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und des Projektträgers Jülich (PtJ) waren beobachtend und teilweise als Sprecherinnen und Sprecher vertreten.

Forschende	21
Hersteller	17
BMWE, BAFA, PtJ	14
Anwender	10
Planungsbüros	6
Verbände	5
Finanzbranche	2

Dieses Dokument wurde allen Teilnehmenden vor der Übergabe an das BMWE zur Prüfung übermittelt. Allen Teilnehmenden wurde die Gelegenheit gegeben, Kom-mentare abzugeben oder Widerspruch zu erheben, was als stillschweigende Zustimmung aller Beteiligten interpretiert werden kann.

Institution	Art der Institution
Aerzener Maschinenfabrik GmbH	Großunternehmen
AGFW	Verband
AGO GmbH Energie + Anlagen	Großunternehmen
Agora Energiewende	Sonstiges
Agora Industrie	Forschungseinrichtung
ASCORI GmbH & Co. KG	Kleines oder mittleres Unternehmen
Atlas Copco	Großunternehmen
August Storck KG	Großunternehmen
B. Braun	Großunternehmen
BASF SE	Großunternehmen
BITZER Kühlmaschinenbau GmbH	Großunternehmen
Bringewatt-Beratung	Sonstiges
Bundesverband Wärme-pumpe e. V.	Verband
Currenta GmbH & Co. OHG	Großunternehmen
Decarbonization Investment Acceleration Services	Sonstiges

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)	Forschungseinrichtung
Drees & Sommer	Großunternehmen
DURST Lackier- & Trocknungsanlagen GmbH	Kleines oder mittleres Unternehmen
ecop Technologies GmbH	Kleines oder mittleres Unternehmen
EnBW AG	Großunternehmen
ETA-Solutions GmbH	Start-up
Evonik Operations GmbH	Großunternehmen
Fraunhofer CSP	Forschungseinrichtung
Fraunhofer IEE	Forschungseinrichtung
Fraunhofer IEG	Forschungseinrichtung
Fraunhofer ISE	Forschungseinrichtung
GEA Heating and Refrigeration GmbH	Großunternehmen
geoprime GmbH	Kleines oder mittleres Unternehmen
GETEC heat&power GmbH	Großunternehmen
Hamburg Institut	Kleines oder mittleres Unternehmen
Heaten Germany GmbH	Kleines oder mittleres Unternehmen
HKW Heizkraftwerksgesellschaft Cottbus mbH	Kleines oder mittleres Unternehmen
Hochschule Karlsruhe	Universität
Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH	Forschungseinrichtung

Johnson Controls	Großunternehmen
KEDi	Sonstiges
Leibniz Universität Hannover	Universität
Lübbers Anlagen- und Umwelttechnik GmbH	Kleines oder mittleres Unternehmen
MAN Energy Solutions SE	Großunternehmen
Rud. Otto Meyer Technik GmbH & Co. KG	Großunternehmen
RWTH Aachen	Universität
siz energieplus	Forschungseinrichtung
TU Dresden	Universität
Universität Bayreuth	Universität
Universität Paderborn	Universität

AUTOREN

Die Autoren dieser Ergebniszusammenfassung sind Dr. Marek Miara (Kurator des Forschungsfeldes „Wärmepumpen und Kältetechnik“), Prof. Dr. Peter Schossig (Fraunhofer ISE, IEA TCP Executive Committee, stellvertretender Delegierter für Deutschland) und Andreas Burger (Fraunhofer ISE). Die Ergebnisauswertung erfolgte auf Grundlage der Gruppenarbeitsergebnisse, dokumentiert durch die Gruppenarbeitsleitenden Fabian Ahrendts (Fraunhofer IEG) und Prof. Dr. Panagiotis Stathopoulos (DLR) sowie der Auswertung eines umfassenden Fragebogens.

