

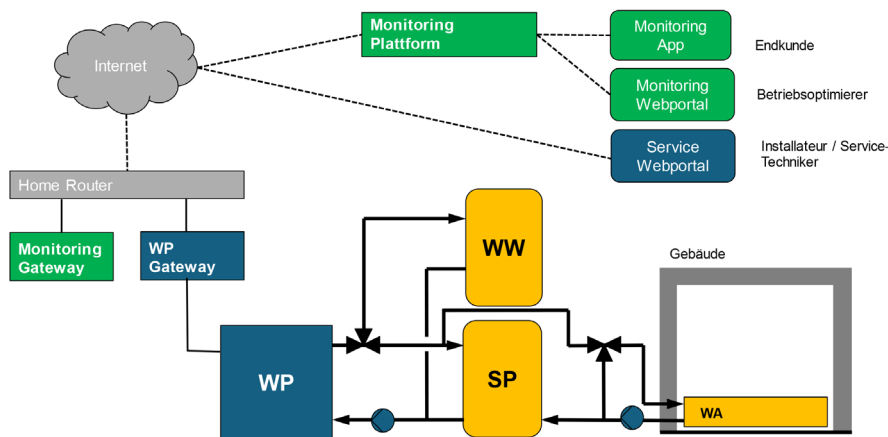
# WÄRMEPUMPEN: POTENZIAL VOLL NUTZEN

Wärmepumpen sind der Schlüssel zu einer energieeffizienten Elektrifizierung von Heizungen auf der Grundlage von Umweltwärme. Um das energie- und klimapolitische Potenzial dieser Technologie voll auszuschöpfen, sind weitere Anstrengungen bei Qualitätssicherung, Komponentenentwicklung und Digitalisierung nötig. So der Tenor der nationalen Wärmepumpen-Tagung, die Ende Juni in Bern Fachpersonen aus Forschung, Industrie und Verwaltung zusammenbrachte.



Rund 180 Personen nutzten die Tagung «News aus der Wärmepumpen-Forschung» in Bern für den fachlichen Austausch. Foto: FWS/MKR

## Stufe 2: Hersteller-unabhängige Monitoring-Plattform nutzen (für EFH und MFH)



Pierre Christe (BFE), David Zogg (FHNW) und Silvan Bernal (OST) diskutierten an der Wärmepumpen-Tagung mögliche Ansätze für ein skalierbares Monitoring von Wärmepumpensystemen. Die Illustration zeigt beispielhaft, wie Betriebsdaten aus Wärmepumpe (WP), Warmwasserbereitung (WW) und Speicher (SP) für Qualitätsnachweis, Betriebsoptimierung und Energiemanagement genutzt werden könnten. Illustration: FHNW

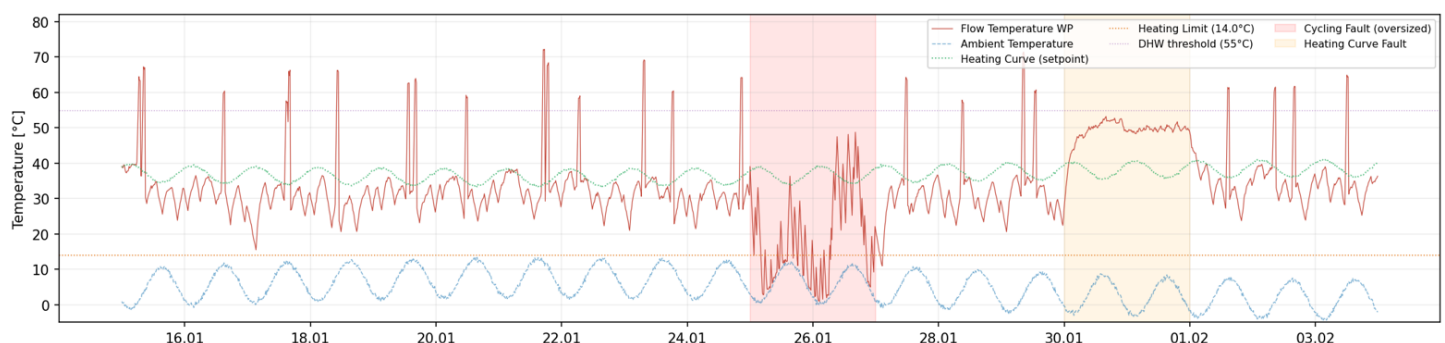
Fast 150 Jahre ist es her, seit in Bex (VD) in einem Salzwerk die erste industriell genutzte Wärmepumpe zum Einsatz kam. Die Technologie hat seither nicht nur einen hohen Reifegrad erreicht, Wärmepumpen gelten heute als Schlüsseltechnologie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung von Wohngebäuden und zunehmend auch von Industrieprozessen. Knapp drei Fünftel aller in der Schweiz verkauften Heizsysteme zur Erzeugung von Raumwärme waren 2025 Wärmepumpen, so die Zahlen der Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz.

Auch wenn sich Wärmepumpen unterdessen als nachhaltige Heizlösung breit etabliert haben, gibt es weiterhin Herausforderungen technischer, betrieblicher und regulatorischer Art. Das zeigte die Tagung «News aus der Wärmepumpen-Forschung», die Ende Juni in Bern zum 32. Mal stattfand. Rund 180 Interessierte folgten der Fachtagung, die vom

Forschungsprogramm Wärmepumpen und Kältetechnik des Bundesamts für Energie (BFE) organisiert wird.

### Leistungsversprechen einhalten

Wärmepumpen sind neben der Elektrifizierung des Verkehrs die wichtigste Technologie für die Dekarbonisierung des Energiesystems und die Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2050. Gemäss den Energieperspektiven 2050+ (EP2050+) des Bundes muss der Bestand an Wärmepumpen in den kommenden Jahrzehnten vervielfacht werden. Damit dies gelingt, ohne das Energiesystem unnötig zu überlasten, müssen Wärmepumpen ihr Leistungsversprechen nicht nur auf dem Prüfstand erfüllen, sondern auch im realen Betrieb über die gesamte Nutzungsdauer hinweg. Gleichzeitig gewinnt die Einbindung der Anlagen in das Energiesystem an Bedeutung, damit Flexibilität genutzt und Stromangebot und -nachfrage besser aufeinander abgestimmt werden können.



FHNW-Forscher Parantapa Sawant hat ein Software-Werkzeug zum Auffinden von Betriebsfehlern bei Wärmepumpen entwickelt. Die Grafik zeigt für eine Drei-Wochen-Periode im Winter den Zeitreihenverlauf der Vorlauftemperatur (rot), der Aussentemperatur (blau) und des Sollwerts der Heizkurve (grün). Fehlerperioden sind farblich hervorgehoben: rot für zyklische Fehler (Takten), gelb für Fehler in der Heizkurveneinstellung. Grafik: FHNW

Das war der Hintergrund des Referats, das Pierre Christe (BFE) an der Wärmepumpentagung hielt, gemeinsam mit David Zogg (Fachhochschule Nordwestschweiz) und Silvan Bernal (Ostschweizer Fachhochschule). Die Ausführungen stützten sich auf eine Branchenumfrage sowie auf die Erkenntnisse eines Feldmessprogramms, das vom BFE gefördert wird und das seit nunmehr 30 Jahren die Leistung von Wärmepumpen unter realen Betriebsbedingungen untersucht.

### Erweiterte Qualitätssicherung

Die Umfrageergebnisse und die Feldmessungen zeigen: Zwar ist die Wärmepumpentechnologie heute insgesamt ausgereift, doch bestehen weiterhin Verbesserungspotenziale, insbesondere im volumenstarken Marktsegment der Anlagen bis 70 kW, wie sie in Einfamilienhäusern und kleineren Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden. Die Ursachen liegen häufig nicht in den Wärmepumpen selbst, sondern im Gesamtsystem. Dazu zählen beispielsweise Überdimensionierung, Schwächen bei der Systemintegration, nicht optimal abgestimmte Regelstrategien oder eine begrenzte Nutzung von Eigenverbrauchs- und Flexibilitätspotenzialen. Vor diesem Hintergrund wird eine Weiterentwicklung der Qualitätssicherung diskutiert, welche bestehende Instrumente wie das Wärmepumpen-Systemmodul (WPSM) oder die Leistungsgarantie ergänzt und verbessert. Ziel ist eine stärker system- und betriebsorientierte Qualitätssicherung, welche die reale Performance der Anlagen über den Lebenszyklus besser berücksichtigt.

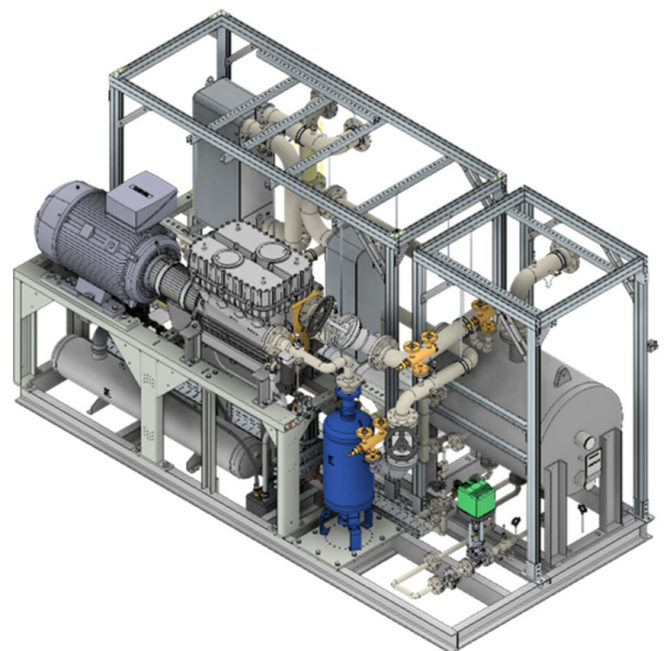
Laut BFE-Experte Christe stehen dabei insbesondere die Systemintegration, die langfristige Betriebseffizienz, die kontinuierliche Optimierung sowie die Auswirkungen auf das Stromsystem im Zentrum. Diskutiert werden unter anderem standardisierte Leistungskennzahlen und praxistaugliche Nachweise der realen Betriebseffizienz. Auf dieser Grundlage könnten Anlagen mit erkennbarem Optimierungspotenzial gezielt identifiziert und verbessert werden. Für die Betriebsphase werden zudem Ansätze geprüft, welche eine Überprüfung der Anlagenperformance nach einer gewissen Betriebszeit ermöglichen. Voraussetzung dafür sind einheitliche Kennzahlen, belastbare Referenzwerte und ein skalierbarer Ansatz, der sowohl den Anforderungen der Praxis als auch den Bedürfnissen des Vollzugs gerecht wird.

### Industriedampf aus der Wärmepumpe

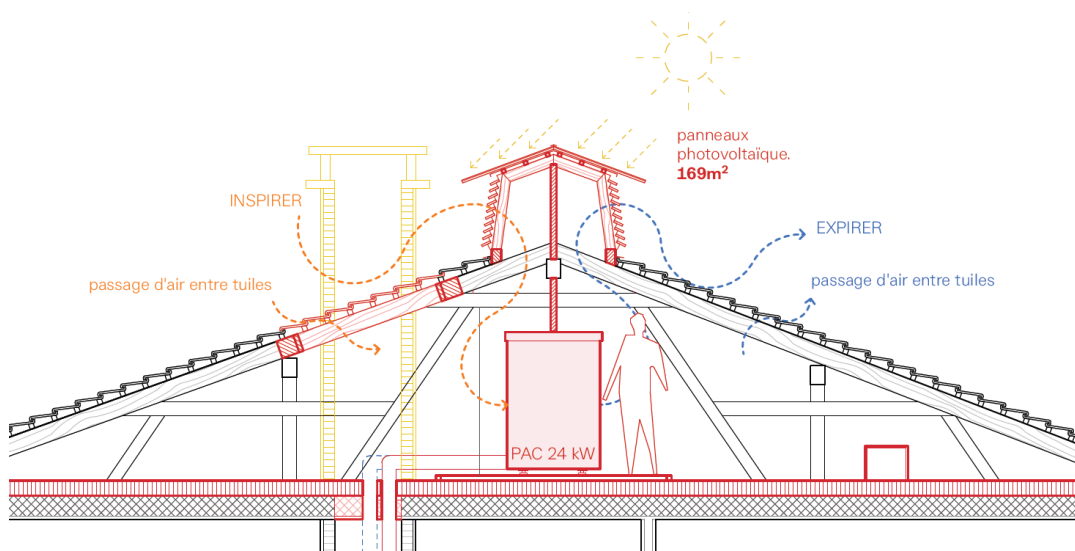
Passend zum Thema Betriebsoptimierung stellte FHNW-Forscher Parantapa Sawant in Bern ein Software-Werkzeug

vor, das dabei helfen soll, mit Algorithmen des Maschinellen Lernens Betriebsfehler wie Takten und fehlerhafte Heizkurven-einstellungen anhand von Abweichungen bei der vorhergesagten Vorlauftemperatur leicht zu erkennen. Es war nur einer von zahlreichen innovativen Ansätzen, die an der Wärmepumpen-Tagung vorgestellt wurden: Carolina Fraga (Services Industriels de Genève, Programme éco21) berichtete über Instrumente zur raschen und kostengünstigen Planungsunterstützung (Outil PAC Immo), Qualitätssicherung (SOSPAC) und Leitfäden zur architektonischen Integration von Wärmepumpen. Cordin Arpagaus (OST) präsentierte eine aktuelle Marktübersicht zu Hochtemperatur-Wärmepumpen und berichtete über erste Wärmepumpen zur Erzeugung von Prozessdampf in der Schweiz, die dieses Jahr in der Fleischindustrie und bei einem Pharmaunternehmen in Betrieb gehen und damit neue Perspektiven für die Nutzung von Wärmepumpen aufzeigen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Tagung lag bei Kältemitteln. Loïc Schmidely (Bundesamt für Umwelt) informierte über die Neuregelungen der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV), die Anfang 2027 in Kraft treten. Ein wichtiges Ziel besteht darin, Kältemittel aus teilhalogenierten



Im laufenden Jahr werden in der Schweiz erstmals dampferzeugende Wärmepumpen in Betrieb genommen. Im Bild: dampferzeugende Wärmepumpe mit 360 kW Heizleistung, die in einem Fleischindustriebetrieb eingesetzt wird und 140 °C Dampf bei 3,6 bar bereitstellt. Als Wärmequelle dient Abwärme von 88 °C, als Kältemittel wird Pentan (R601) eingesetzt. Der COP beträgt rund 5. Bildquelle: SPH Sustainable Process Heat GmbH, Deutschland



Carolina Fraga (Services Industriels de Genève) sprach in Bern unter anderem über die architektonische Integration von Wärmepumpen in grosse Gebäude. Im Bild: Eines der Ergebnisse der Studienaufträge für den möglichen Einbau einer Wärmepumpe unter einem Giebeldach. Illustration: atelier bonnet architectes

Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) einzudämmen, die sehr klimaschädlich sind, ebenso Hydrofluorolefine (HFO), deren Abbauprodukte die Umwelt schädigen. Damit unterstützt der Gesetzgeber den Trend von synthetischen zu natürlichen Kältemitteln wie Propan (R290), Ammoniak (R717) und CO<sub>2</sub> (R744).

### Blick in die digitale Zukunft

Zum Abschluss der Tagung wagte Thomas Nowak vom kleinen, aber aufstrebenden schwedischen Wärmepumpen-Hersteller Qvantum Industries AB einen Blick in die Zukunft. Der frühere Generalsekretär des Europäischen Wärmepumpen-Branchenverbands EHPA sieht die Wärmepumpen als Schnittstelle zwischen Strom und Wärme: «Wärmepumpen sind in diesem Kontext keine Last, sondern ein flexibler Nachfrager, der Erzeugungsspitzen absorbiert, Netzstabilität unterstützt und den Eigenstromverbrauch optimiert», so Nowak. Damit generierten Wärmepumpen einen Systemnutzen, der Geld wert sei und «perspektivisch kostenfreies Heizen und Kühlen denkbar» erscheinen lasse. Voraussetzung, dass es zu dieser Revolution komme, seien eine digitalisierte Netzinfrastruktur, flexible Tarife und zeitvariable Netzentgelte. Die Nachfrage nach Wärmepumpen sollte sich in Reaktion auf den zu beobachtenden Trend der Elektrifizierung und dem Bedarf an Kühllösungen auf hohem Niveau stabilisieren.

Die Wärmepumpen-Branche rief Nowak zu einer konsequenten Digitalisierung und Prozessinnovationen auf. So liessen sich Auslegungsempfehlungen automatisiert aus den vorhandenen Gebäudedaten ableiten. Mit einer zentralen Vor-

fertigung hydraulischer Module lasse sich die Montagezeit auf der Baustelle verkürzen. Installation, Inbetriebnahme und Online-Überwachung liessen sich mit digitalen Instrumenten effizienter gestalten. Herstellern riet er, «nicht nur das Gerät, sondern auch das Installationssystem inkl. Planungssoftware, vormontierte Systemkomponenten und digitaler Inbetriebnahme als Gesamtlösung anzubieten.» So könnten sie mit Wärmepumpen eine erweiterte Wertschöpfung erzielen.

- Die gedruckte **Dokumentation** zur 32. Tagung des Forschungsprogramms «Wärmepumpen und Kältetechnik» des Bundesamts für Energie finden Sie [hier](#).
- **Auskünfte** erteilen [Stephan Renz](#), externer Leiter des BFE-Forschungsprogramms Wärmepumpen und Kälte, oder [Elene-Lavinia Niederhäuser](#), Bereichsleiterin des BFE-Forschungsprogramms Wärmepumpen und Kälte..
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Wärmepumpen und Kälte finden Sie [hier](#).