



**Erfahrungen und Empfehlungen aus umgesetzten Projekten.**

Martina Schmitt, Seniorexpertin Klimaneutrale Gebäude, dena  
11. April 2024

# Erfahrungen aus der Praxis: Wärmepumpen in Bestandsgebäuden

**GEBÄUDEFORUM KLIMANEUTRAL**



**Praxisleitfaden für Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern**  
Status quo. Erfahrungen. Möglichkeiten.

**Partner**

**bwp** Bundesverband Wärmepumpe e.V.

**Fraunhofer ISE**

**GdW** Die Wohnungswirtschaft

## Motivation, Gebäude- und Technikdaten, Umsetzung und Ergebnisse, Lessons Learned

### Hybridanlage mit Hochtemperatur-Wärmepumpe und Gaskessel

Erschließung Wärmequelle mit Photovoltaisch-thermischen Kollektoren (PVT-Kollektoren)

**Motivation**

Die Volkswohnung GmbH vermittelt in Karlsruhe ca. 18.000 Wohnungen, wovon zwei Drittel mit Fernwärme versorgt werden. Für einige Gebäude im Stadtteil Durlach war kein Fernwärmegebiet vorgesehen. Für die Umstellung der über 25 Jahre alten Niedertemperatur (NT) Gaskessel auf eine nachhaltige und emissionsarme Wärmeversorgung wurde innerhalb des Forschungserhabens „Smartes Quartier Karlsruhe Durlach“ ein Quartierskonzept umgesetzt. Dabei erzeugt ein Blockheizwerk (BHKW) Wärme für einen Teil der Gebäude und Strom für den Betrieb von Wärmepumpenanlagen in zwei weiteren Gebäuden. Diese Gebäude wurden dabei mit verschiedenen Wärmepumpensystemen ausgestattet, um unterschiedliche Lösungen zu demonstrieren. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse und Erfahrungen mit der Wärmequellenerschließung über PVT-Kollektoren als hybrides Wärmepumpensystem dargestellt, gekoppelt mit einem Gas-Brennwertkessel zur Spitzenlastdeckung im Heizbetrieb.

**Gebäude**

**Größe:** Gebäude mit 30 Wohneinheiten, beheizte Wohnfläche: 2.200 m<sup>2</sup>

**Standort:** Karlsruhe, Ortsteil Durlach, Wohngebiet mit Zehnminutenbezug

**Energetischer Zustand:**

- **Aufbaugeschichte:** Baujahr 1963, Sanierung Gebäudehülle 1995 auf U-Wert von 0,42 W/m<sup>2</sup>K, Wärmeverzögerung durch 140 cm Gipskern, Verbrauch für Heizwärme: ca. 93 kWh/m<sup>2</sup>a und für Trinkwarmwasser: ca. 22 kWh/m<sup>2</sup>a
- **Maßnahmen:** aktiver Heizkörperpassiv zur Reduktion der Heizlasttemperatur, 2021 Einbau der Wärmepumpe und Einbindung in Quartierskonzept (Eigenstromversorgung über BHKW), neuer Gas-Brennwertkessel zur Spitzenlastdeckung

**Umsetzung und Ergebnisse**

**Senkung der Heizlasttemperatur:** Raumweise Heizlastberechnungen und die Prüfung der Leistung vorhandener Heizkörper ergaben eine mögliche Absenkung der Heizlasttemperatur auf 55/45 °C. Dafür wurden 9 % der Heizkörper getauscht und ein hydraulischer Abgleich vorgenommen.

**PVT als Strom- und Wärmequelle:** Die PVT-Kollektoren erzeugen Strom für die Motoren und speisen auf der gleichen Fläche die Wärme aus Solarstrahlung und Außenluft über den Kollektor, die über einen Schmelzleiter zur Wärmepumpe transportiert wird. Im Sommer entstehen dabei hohe Soletemperaturen, die auf 20 °C reduziert werden, passend zur Größe des Verdichters der Wärmepumpe. Im Winter sind die Temperaturen durch die Außenluftszugung geringer.

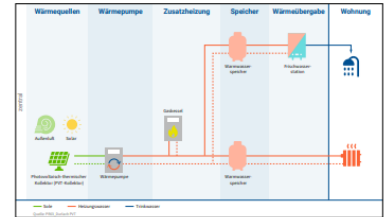
**Hochtemperatur-Wärmepumpe erzeugt Trinkwarmwasser im Sommer mit hoher Effizienz:** Die Wärmepumpe kann Temperaturen bis 70 °C erreichen. Somit ist eine Trinkwassererwärmung auf hohe Temperaturen möglich. Im Sommer wird

das Trinkwarmwasser allein durch die Wärmepumpe und mit hoher Effizienz erzeugt, es ergibt sich eine mittlere JAZ für die Trinkwassererwärmung von 3,0. Im Winterbetrieb unterstützt der Gas-Brennwertkessel die Wärmepumpe. Diese wird bei 0 °C Außenlufttemperatur drangeschaltet und überbrückt ab -5 °C die Wärmeversorgung. Die hohe thermische Leistung des Gaskessels wurde aufgrund der Redundanz und sicheren Wärmeversorgung gewählt.

**Quartier- und Quartierskonzept:** Die Wärmepumpe wird zum Teil mit Strom aus Eigenzeugung des BHKW im Quartier versorgt. Die Wärmepumpe wird über ein Contractingmodell der Tochtergesellschaft Karlsruhe Energiepartner GmbH (KEG) betrieben.

**Weitere Informationen zum Forschungserhaben:** „Smartes Quartier Karlsruhe Durlach“. Das Forschungsvorhaben wurde gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).

### Anlagenschema



**Anlagenbeschreibung**

**Wärmepumpe/Zusätzlicher Wärmeerzeuger:** Hochtemperatur-Wärmepumpe (Innk). Vorlauftemperatur von 70 °C mit thermischer Leistung von 55 kW, Gas-Brennwertkessel (90 kW) zur Deckung von Spitzenlasten

**Wärmequelle:** Außenluft und Solarstrahlung über PVT-Kollektoren

**Trinkwassererwärmung:** Erzeugung zentral über Heizsystem und Verteilung über zentrale Frischwasserstation mit Zirkulation, drei Pufferspeicher à 850 Liter

**Lessons Learned**

**Schaltschaltung und -übertragung vertragen:** Die Inbetriebnahme der Wärmepumpe wurde durch zu hohe Schaltnennleistungen verzögert. Die Leistungselektronik (Frequenzumrichter) war nicht auf einen geräuscharmen Betrieb optimiert und Vibrationen der Wärmepumpe wurden über den Bauplaner im Gebäude übertragen. Durch Anpassung der Drehung der Luftführung konnten die Frequenzen weiter abgesenkt werden und die Wärmepumpe wurde mit speziellen Dämmmaterialien vom Bauplaner entkoppelt. Im Ergebnis läuft die Anlage innerhalb der Schallgrenzwerte und beschwerdefrei.

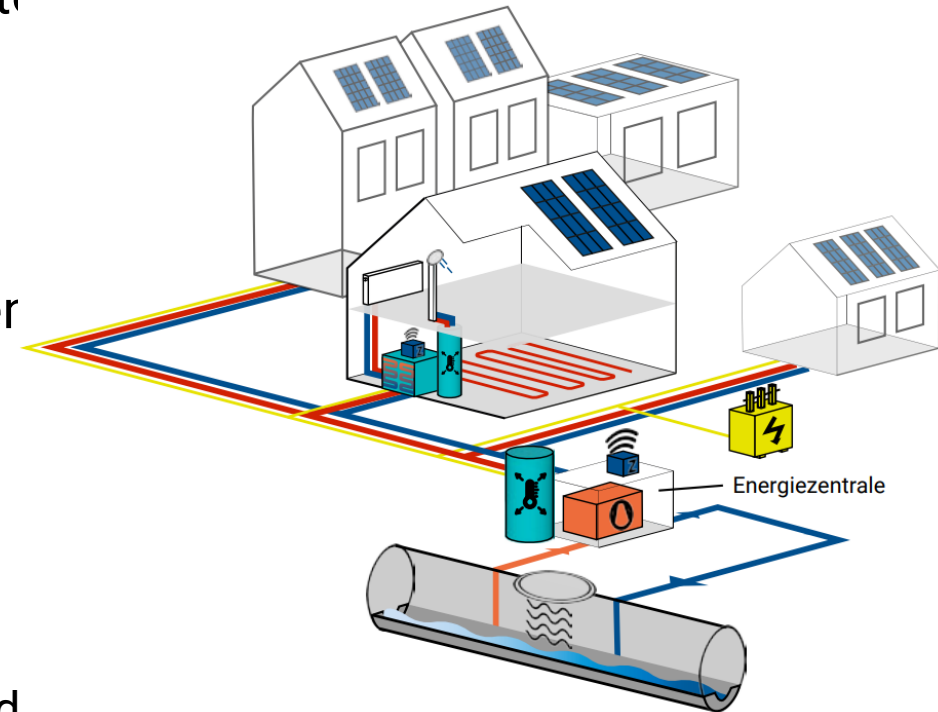
**Auswahl aufwandiger abgestimmter Komponenten erhöhen Effizienz:** Beim Einsatz von PVT als Wärmequelle ist die Auswahl der passenden Sole-Wärmepumpe zu beachten. Diese sind üblicherweise auf die Wärmepumpentemperatur eines Einzelkollektors ausgelegt. Dieser gemeinsam im Sommer geringere und im Winter höhere Quelltemperatur als ein PVT-Kollektor im Winter treten durch die Außenluftszugung (hohe Soletemperaturen auf (-1 °C)) als bei dringlichkeitskopplierten Kollektoren. Die Wärmepumpe sollte daher auch auf hohe Quelltemperaturen ausgelegt sein.

**Effizienzerhöhung durch Anpassung der Regelung und Betriebsansteuerung:** Durch die Auswertung von Messungen im Betrieb der Anlage (Monitoring) zeigt sich Optimierungspotenzial. Teile der Heizungsanlage (Speicher) werden auch dann durchschaltet, wenn sie nicht genutzt werden, was zu Bereitstellungsverlusten führt. Dies kann durch Anpassung der Regelung verhindert werden. Weitere Potenzial für Effizienzsteigerung ergibt sich z. B. durch die Nutzung höherer Außenlufttemperaturen und isolierter Einstrahlung in bestimmten Zeiten. Durch die Anpassung von Zeitprogrammen kann die Quelltemperatur angehoben und damit die Effizienz weiter erhöht werden. Voraussetzung dafür ist die entsprechend große Dimensionierung des Speichers.

**PVT-Kollektoren generieren Wärme aus Außenluft und Solarstrahlung platzsparend und geräuscharm:** Durch die Nutzung der PV-Fläche auch als Wärmequelle ist kein zusätzlicher Platz für eine Außenluftsaugung oder einen Lüftkörper notwendig. Es werden keine Geräusche erzeugt (wie z. B. über Ventilatoren) und durch die Montage auf dem Dach ist die Anlage vor Vandalismus geschützt.

# Neue Ansätze mitdenken: Gebäudeverbund und Innovationen

- Versorgung im **Gebäudeverbund und Quartier** bietet erweitertes Spektrum der Lösungen, z.B. bei Wärmequellennutzung
- **Innovationen bzw. Neuentwicklungen** ermöglichen neue Ansätze, z.B.
  - Photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT)
  - Ultrafiltration bei Trinkwassererwärmung
  - Serielles Sanieren mit vorgefertigten Fassaden- und Technikelementen



Wärmenutzung aus Abwasserkanal im Quartier

# Hybridanlage und Hochtemperatur-Grundwasser-Wärmepumpe

- **Hybridanlage: Außenluft-WP und Gas-Brennwertkessel mit Heizkörper**

- vor Sanierung:

effizienter WP-Hybrid-Betrieb, da **Absenkung Vorlauftemp.** auf 43°C

- nach Sanierung:

WP stellt allein Heizwärme bereit, Kessel zur Trinkwassererwärmung

- **Ersatz von Grundwasser-Wärmepumpen aus Jahr 2002:**

- Hohes Effizienzpotenzial wurde nicht genutzt, zu hoher Heizstabeinsatz → **Betriebskontrolle essentiell**
- Monovalente Betriebsweise mit zwei WP: eine Niedertemperatur-WP für Heizbetrieb und **Hochtemperatur-WP für Trinkwasser**
- Contractingmodell mit Effizienzgarantie

Wohnungsgesellschaft Adorf mbH in Sachsen



Heizwärmebedarf: 216 kWh/m<sup>2</sup>a und 50 kWh/m<sup>2</sup>a

Eigentümergeinschaft in Freiburg



Gebäudeverbund mit 43 Wohneinheiten

# Erdreich-Wärmepumpe und dezentrale Luft-Luft-Systeme

## Sole-Wasser Wärmepumpe mit Wärme aus Erdsonden und Abluft

- **Ganzheitlicher Ansatz mit serieller Sanierung** der Hülle und Wärmeversorgung, Heizkörpertausch und Absenkung auf 45°C VL-Temp.
- **Sanierung im bewohnten Zustand** mit Aufbau Wärmepumpenanlage parallel zum bestehenden Heizraum

Vonovia SE in Bochum



## Luft-Luft-Wärmepumpen als Ersatz für Gasetagenheizung

- **Dezentrale wohnungsweise Umstellung auf Multi-Splitgeräte**, keine Zentralisierung der Wärmeversorgung mit aufwendiger Strangverlegung
- Trinkwarmwasser wird dezentral elektrisch erwärmt
- Zufriedenheit und Akzeptanz der Mieterschaft

LEG Immobilien SE Duisburg und Leverkusen



Inneneinheiten und Außeneinheiten der Splitgeräte

# Empfehlungen für Strategie und Konzeption

Welche Gebäude mit welchem Umsetzungskonzept?

- **Bewertung des Gebäudeportfolios:** Energieberatung, Sanierungsfahrplan
- **Quartiersansatz prüfen:** Synergien im Gebäudeverbund nutzen
- **Variantenvergleich** mit verschiedenen Technikkonzepten und Wärmequellen für Investitions-, Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen
- **Betriebsüberwachung einplanen:** effizienten Betrieb der Anlage und Systemkomponenten überwachen
- **Knowhow und Ressourcen im Unternehmen aufbauen:** technische Mitarbeitende schulen und weiterbilden; Netzwerke für Erfahrungsaustausch nutzen
- **Einbindung der Mieterschaft:** Informieren der Mieterschaft über geplante Änderungen (z. B. reduzierte Heizkörpertemperaturen) und aktives Einbinden unterstützen Akzeptanz und effizienten Betrieb



# Empfehlungen für Planung und Betrieb

Komponenten der Wärmequelle, -pumpe, -verteilung, -speicherung

- **Absenkung der Heizkreistemperatur:** raumweise Heizlastberechnung, Anpassung der Heizflächen, Heizkurve absenken, hydraulischer Abgleich
- **Bestandsdaten wohnungsweise erheben:** bauliche Änderungen sind meist in Plänen nicht verlässlich notiert.
- **Auswahl und Dimensionierung der Komponenten:** Auslegungsparameter einzelner Komponenten und Aggregate beachten und aufeinander abstimmen, Wärmepumpe nicht überdimensionieren
- **Platzbedarf und Aufstellort der Wärmepumpenanlage:** Platz für Komponenten der Anlage sowie deren hydraulische Einbindung berücksichtigen, Schutz vor Vandalismus berücksichtigen
- **Betriebsüberwachung:** Zählerkonzept erstellen, Messstellen festlegen; Datenschnittstellen, -übertragung und Analyse der Zählerdaten; Anforderung der Effizienzanzeige als Fördervoraussetzung beachten



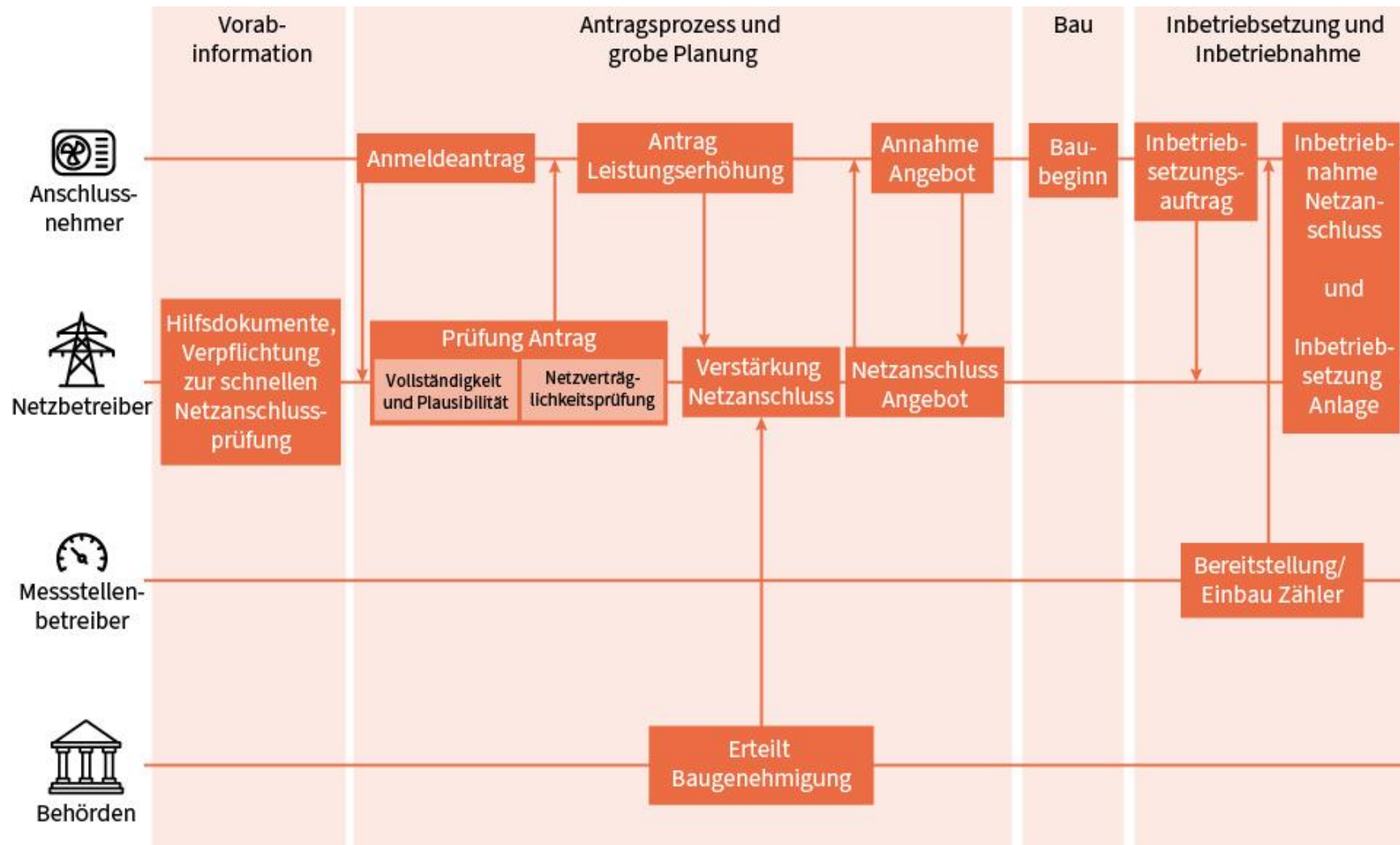
# Stromversorgung der Wärmepumpenanlage

## Netzanschluss, Installation und Steuerung

- **Ertüchtigung der Elektroinstallation:** Bestandsgebäude bedürfen oft der Ertüchtigung und Nachrüstung der Elektroinstallationen bzw. Hausanschlüsse; der Platzbedarf steigt z. B. durch zusätzliche Zähler, Steuergeräte.
- **Frühzeitige Anmeldung beim Netzbetreiber:** Steuerbare Verbraucher wie Wärmepumpen müssen beim Netzbetreiber angemeldet werden, ggf. ist eine Leistungsverstärkung durch den Netzbetreiber notwendig (Zeit und ggf. Baukostenzuschuss einplanen).
- **Kapazitäten für Anschlussleistung:** elektrischen Leistungsbedarf der Komponenten bewerten und mit Kapazitäten des Hausanschlusses abgleichen, ggf. Erweiterung der Anschlussleistung beantragen bzw. mit Netzbetreiber abstimmen
- **Schnittstelle zur netzdienlichen Steuerung:** Schnittstelle für zertifiziertes Smart Meter Gateway (Standard SG-ready, VHP-ready)
- **Zählerersetzung beauftragen:** Netzbetreiber oder Messstellenbetreiber mit Zählerersetzung beauftragen



# Netzeinbindung und Beteiligte



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.