

# Wärmepumpen-Initiative Niedersachsen

## Die Wärmepumpe in (fast) jedes Haus

Orientierungshilfen und Leitlinien zur Installation effizienter Wärmepumpensysteme in Bestandsgebäuden

### Einleitung

Studien zur Transformation des deutschen Energiesystems identifizieren mit erneuerbarem Strom angetriebene Wärmepumpen als die Schlüssel-technologie für die CO<sub>2</sub>-neutrale Bereitstellung von Raumwärme und Trinkwarmwasser im Gebäudesektor. Das vorliegende Papier zeigt wie der Weg für die Planung, Umsetzung und den Betrieb effizienter Wärmepumpenheizungsanlagen in Bestandsgebäuden gestaltet werden kann.

Das Papier bietet Planer:innen und Installationsbetrieben sowie Energieberater:innen und Eigentümer:innen eine erste Orientierung für den Umstieg von einer auf Verbrennung basierenden Wärmeversorgung hin zu einer auf erneuerbaren Niedertemperaturwärmequellen und Strom basierenden Versorgung. Als Einstieg in die Thematik Wärmepumpe für Bestandsgebäude soll es helfen, gebäudespezifische Lösungen mit einer Wärmepumpe zu finden und eine Variantenprüfung objektiv zu bewerten. Dazu unterstützen die im Folgenden formulierten Themen und Aussagen die komplexe Aufgabe, viele einzelne Bestandsgebäude effizient mit Wärmepumpen zu betreiben. Das Faktenpapier wird fortlaufend weiterentwickelt, um neuen Erkenntnissen und Diskussionsergebnissen Raum zu geben.

### Grundsätzliches

#### 1) Eine Wärmepumpe verhält sich nicht so wie ein Heizkessel

Auch wenn Wärmepumpen, genau wie Heizkessel, Wärme permanent und regelbar bereitstellen können, gibt es zwischen beiden Wärmeerzeugern wesentliche Unterschiede. Diese

### Inhalt:

#### Grundsätzliches

#### Wichtiges Kriterium: Niedriges Temperaturniveau

#### Integration in die Bestandsanlage und in das Gebäude

#### Monitoring gibt Auskunft über die Qualität der Technik im Betrieb

#### Der Weg zur Wärmepumpe

#### Wärmepumpen-Initiative Niedersachsen

#### Autoren

sind bei der Planung und Umsetzung zu berücksichtigen, wenn eine Wärmepumpe einen Heizkessel ersetzen soll.

#### Wirkprinzip

Heizkessel stellen Wärme durch die Verbrennung (chemische Reaktion) meist fossiler Brennstoffe bereit. Wärmepumpen transportieren mittels eines thermodynamischen Kreisprozesses Umweltwärme auf das benötigte Nutztemperaturniveau und setzen dafür elektrische Energie ein.

#### Temperatur

Wärmeerzeuger in Haushalten verwenden heute meist Wasser als Wärmeträger mit einem Temperaturniveau von bis zu 90 °C. Die Verbrennung in Heizkesseln erreicht, abhängig vom Brennstoff, sehr hohe Temperaturen von mehreren hundert Grad Celsius. Diese hohen

Temperaturen sind im Gegensatz zu vielen industriellen Prozessen für die Raumwärme- und Trinkwarmwasserbereitung nicht erforderlich. Wärmepumpen heben hingegen die Temperatur einer Wärmequelle auf das im Haushalt benötigte Temperaturniveau an, stellen also nur die wirklich benötigte Temperatur bereit.

Die Temperaturdifferenz von Wärmequelle und Heizsystem hat einen wesentlichen Einfluss auf die Effizienz der Wärmepumpe. Auch die momentane Leistung der Wärmepumpe nimmt mit steigender Temperaturdifferenz ab. Dies stellt einen grundlegenden Unterschied zu Heizkesseln dar, die eine solche Abhängigkeit nicht aufweisen (s. Thema IV).

#### **Effizienz**

Ein Heizkessel gibt aufgrund seiner Wärmeverluste immer weniger Nutzenergie ab als ihm im Brennstoff zugeführt wird. Die Wärmepumpe kann ein Mehrfaches der ihr zugeführten elektrischen Energie als Nutzwärme abgeben, da sie Umweltwärme lokal erschließt und nutzbar macht. Bei Wärmepumpen ist es wichtiger als bei Gas- oder Ölkesseln, dass häufige Ein- und Ausschaltvorgänge („Takten“) vermieden werden (s. Thema VIII). Werden die Eigenschaften der Wärmepumpe in der Planung berücksichtigt, erhält man effiziente Systeme mit hoher Lebensdauer.

#### **Kältemittel**

Kältemittel sind ein zentraler und notwendiger Bestandteil innerhalb von Wärmepumpen, um Wärme von einem niedrigen auf ein höheres Temperaturniveau zu transportieren.

Eine Vielzahl von Eigenschaften wie der Dampfdruck, die volumetrische Wärmeleistung, die Toxizität oder die Brennbarkeit sind bei der Auswahl eines Kältemittels zu berücksichtigen. Synthetische Kältemittel wie z. B. R-410A wurden mit Blick auf diese Eigenschaften optimiert und haben deshalb eine weite Verbreitung gefunden. In Folge von Erkenntnissen zu ihren negativen Auswirkungen auf die Umwelt bzw. das Klima wird ihr Einsatz jedoch schrittweise durch die Gesetzgebung eingeschränkt. Dies hat die Entwicklung von Wärmepumpen mit klimafreundlicheren, insbesondere natürlichen

Kältemitteln wie z. B. R-290 (Propan) beschleunigt.

Gerade für außen aufgestellte Wärmepumpen sind inzwischen Geräte mit natürlichen Kältemitteln verfügbar. Sofern möglich, sollten diese Wärmepumpen bevorzugt eingesetzt werden.

### **II) Aus technischer Sicht kann jedes Gebäude mit Wärmepumpe und Radiatoren effizient und umweltfreundlich beheizt werden**

Falsch sind Aussagen wie „Wärmepumpen können nur im Neubau bzw. nach umfassenden Dämmmaßnahmen eingesetzt werden“ oder „Wärmepumpe funktioniert nur mit Flächenheizung“.

Mit einfachen Modellrechnungen lässt sich zeigen, dass mit ausreichend dimensionierten Radiatoren auch bauphysikalisch ungünstige Gebäude (unsanierter Bestand) mit maximalen Vorlauftemperaturen von 55 °C beheizt werden können. Damit können auch diese Gebäude durch marktverfügbare Wärmepumpen beheizt werden. Der im Einzelfall möglicherweise hohe Aufwand zur Anpassung der Heizkörper ist allerdings zu berücksichtigen (siehe Thema VII).

### **III) Ist eine permanent verfügbare Niedertemperatur-Wärmequelle erschließbar?**

Umweltwärme wird von Wärmepumpen unter Einsatz von elektrischer Energie für Verwendungen im Gebäude auf ein höheres Temperaturniveau gehoben. Umweltwärme lokal und nachhaltig erschließen zu können ist daher die zentrale Voraussetzung für die Realisierung einer Wärmepumpenanlage.

Für die individuelle Erschließung von Wärme aus Luft, Erdreich, Gewässern, Solarstrahlung, Abwärme und diverser Kombinationen vorgenannter Quellen existiert eine Vielzahl technischer Lösungen, die hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit vergleichend zu bewerten sind. Insbesondere in verdichteten Bausituationen ist auch eine zentrale Erschließung und gemeinsame Versorgung über ein Quellwärmenetz eine Option.

## **Wichtiges Kriterium: Niedriges Temperaturniveau**

### **IV) Wärmebereitung mit Wärmepumpen sollte nur wenig oberhalb des Nutztemperaturniveaus erfolgen**

Die Wärmepumpe ist ein temperatursensitiver Wärmeerzeuger – eine Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Senke (Nutzen) um 10 ° führt zu einem 20-25% höheren elektrischen Energiebedarf. Somit arbeitet die Wärmepumpe mit maximaler Effizienz, wenn sie die Wärme auf dem geringstmöglichen Temperaturniveau bereitstellt. Dies sollte so wenig wie möglich über dem Nutz- bzw. Bedarfstemperaturniveau liegen.

Als weiterer Effekt werden durch niedrigere Systemtemperaturen Wärmeverluste bei der Speicherung und Verteilung beträchtlich reduziert. Wärmeverluste treten zudem auf dem höchsten Temperaturniveau im Speicher- und Verteilsystem auf. Die Deckung dieser Verluste mit einer Wärmepumpe findet daher immer mit geringster Effizienz statt. Wärmeverluste sind also möglichst weitgehend durch geeignete Planung und Betrieb zu reduzieren. So sind wärmeleitende Leitungen und Speicher vollständig mindestens nach den Vorgaben des Gebäude Energie Gesetz (GEG) zu dämmen.

### **V) Raumheizung und Trinkwasserbereitung sind grundsätzlich separat zu betrachten**

Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung benötigen unterschiedliche Nutztemperaturen und weisen unterschiedliche jahreszeitliche Bedarfsprofile auf. Zur Steigerung der Wärmepumpeneffizienz ist die Vorlauftemperatur für den Heizkreis abzusenken (siehe Thema VII).

Die Trinkwarmwasserbereitung kann wegen Hygiene- und Komfortanforderungen höhere Temperaturen erfordern und ggf. signifikante Verteilverluste verursachen.

Aufgrund der unterschiedlichen Bedarfsprofile von Raumheizung und Trinkwarmwasser sollte also eine separate Betrachtung erfolgen. Kombinierte Lösungen sind möglich, sofern sie die unterschiedlichen Bedarfsarten auch im alleinigen Betrieb effizient versorgen.

### **VI) Bei höherem flächenspezifischem Wärmebedarf steigt der Aufwand für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb**

Hohe spezifische Wärmebedarfe erfordern meist höhere Vorlauftemperaturen. Je nach verwendetem Kältemittel können aktuelle Standard-Wärmepumpen für Gebäude maximale Vorlauftemperaturen von etwa 60 °C bis über 80 °C bereitstellen. Hohe Vorlauftemperaturen haben allerdings immer den Nachteil niedrigerer Effizienz und eines dadurch höheren Stromverbrauchs der Wärmepumpe, (s. Themen I) und IV). Eine optimierte Einstellung oder die Anpassung der Heizungsanlage mittels leistungsfähigerer Heizkörper kann die erforderliche Vorlauftemperatur reduzieren. Hilfreich sind hierbei auch Dämmmaßnahmen am Gebäude.

Wenn die benötigte Vorlauftemperatur nicht weit genug absenkbar ist, kann ein bivalentes Heizsystem zum Einsatz kommen. In diesem Fall sollte die Wärmepumpe den größten Teil der Wärme (über 80 %) allein bereitstellen. Bei hohen Heiztemperaturen, die in der Regel mit geringen Außenlufttemperaturen zusammenfallen, ergänzt oder übernimmt ein weiterer Wärmeerzeuger wie z. B. der bestehende Heizkessel (Spitzenlastkessel). Bivalente Systeme haben zwar eine höhere Komplexität, sie spielen aber ihre Vorteile, wie geringere Dimensionierung, effizienterer und netzdienlicher Betrieb der Wärmepumpe insbesondere im Mehrfamilienhausbestand aus.

### **VII) Vorlauftemperatur im Gebäude durch Austausch zu knapp dimensionierter Heizkörper absenken**

Minimal benötigte Vorlauftemperaturen vorhandener Heizkörper sind auf Basis der raumweisen Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 zu bestimmen. Diese iterative Berechnung erlaubt eine Eignungsbewertung des existierenden Heizsystems und zeigt, wie stark die Vorlauftemperaturen abgesenkt werden können.

Das Vorgehen ist Teil des vorgeschriebenen und auch unbedingt durchzuführenden hydraulischen Abgleichs nach Verfahren B der VDZ bzw. ZVSHK Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“. Hierbei wird für jeden Heizkörper die

erforderliche Vorlauftemperatur berechnet. Aus dem Vergleich aller Heizkörper werden die kritischen Heizkörper mit hohen Vorlauftemperaturen identifiziert, die bei der geplanten Heizkreistemperatur nicht die erforderliche Leistung erbringen und ggf. ausgetauscht werden müssen.

## Integrations in die Bestandsanlage und in das Gebäude

### VIII) Ein parallel eingebundener Pufferspeicher dient der hydraulischen Integration der Wärmepumpe in die Wärmeversorgungsanlage

Wärmepumpen benötigen meist höhere Volumenströme als Heizkessel und sie sollten mit geringerer Takthäufigkeit betrieben werden. Gründe dafür sind gerätespezifische Mindestlaufzeiten und -stillstandzeiten sowie ggf. auch technische Anschlussbedingungen des Energieversorgungsunternehmens. Weiterhin können Wärmepumpen Wärme zum Abtauen des Verdampfers oder zur Überbrückung von Unterbrechungen der Stromversorgung in Wärmepumpentarifen benötigen. Als Lösung bieten sich parallel eingebundene Pufferspeicher an, die zu einer hydraulischen Entkopplung zwischen Wärmeerzeugungs- und Wärmenutzungskreis führen und thermische Kapazität bereitstellen.

Gut eingebundene Pufferspeicher können das für Wärmepumpen ungünstige Mischen unterschiedlicher Temperaturschichten reduzieren. Dazu sollte der Vorlauf der Wärmepumpe zeitgleich auftretende Bedarfe ohne Umwege durch den Speicher versorgen. Die Dimensionierung des Speichers sollte sich an der VDI 4645 orientieren.

Das beschriebene Systemkonzept ist einfach und verständlich, robust im Betrieb sowie flexibel und erweiterbar. Da es die erforderlichen Funktionen wie hydraulische Entkopplung, Laufzeitverlängerung, Taktreduktionen und Wärmespeicherung übernimmt, sollte es als Standardkonzept betrachtet werden. Eine Installation kann auf einen Parallelpuffer verzichten, wenn andere technische Ausführungen zu gleichwertigen oder gar besseren Funktionen der Wärmepumpenanlage

führen. Dies hilft auch bei den häufig auftretenden Standflächenproblemen.

Da ein thermischer Speicher immer Wärmeverluste verursacht, sind Speicherdesign und -ausführung von hoher Bedeutung. Nachfolgend sind einige relevante Aspekte zusammengefasst:

- › sehr gute und enganliegende Wärmedämmung (inkl. Bodendämmung)
- › Vermeidung von Wärmebrücken durch nicht genutzte Stützen und durch lückenlose Anbindung der Rohrleitungs-dämmung an die Speicher-dämmung
- › Vermeidung von Einrohrzirkulation durch ausreichend siphonierte Anschlüsse in dauerhaft warmen Bereichen
- › hohe Qualität der Temperaturschichtung durch Reduktion der Geschwindigkeit des einströmenden Wassers und ggf. mischungsvermeidende Anschlüsse bzw. Einbauten

Bei gutem Speicherdesign übertreffen die systemischen Vorteile die an Wärmespeichern immer auftretenden Wärmeverluste bei weitem.

### IX) Dezentrale Erwärmung von Trinkwasser ermöglicht Hygiene und Effizienz

Die Hygieneanforderungen (siehe DVGW W 551, DIN 1988-200) führen bei zentraler Trinkwarmwasser-bereitung zu notwendigen Wärmeerzeuger-temperaturen von bis zu 30 ° über Zapftemperatur. Das mindert signifikant die Wärmepumpeneffizienz und erhöht zugleich Speicher- und Verteilverluste. Zudem wird die maximale Vorlauftemperatur vieler Wärmepumpen überschritten. Wenn eine zentrale Trinkwassererwärmung weiterbetrieben werden muss, ist hierfür z. B. der Einsatz einer geeigneten, separaten Wärmepumpe eine Option.

In Mehrfamilienhäusern, bei denen eine Umrüstung auf dezentrale Trinkwassererwärmung einfach möglich ist, empfiehlt sich dieser Schritt. So kommen dezentrale Wohnungsstationen mit leistungsfähigen Wärmeübertragern, versorgt aus einem zentralen Pufferspeicher, mit deutlich geringeren Temperaturen aus. Zur weiteren Temperaturabsenkung der zentralen Trinkwassererwärmung dient ggf. eine elektrische Nacherwärmung in der Wohnungsstation. Auch

dezentrale elektrische Durchlauferhitzer können eine Option sein.

### **X) Wärmepumpenintegration in Bestandsgebäude: Vielfältige Lösungen existieren**

Eine Wärmepumpenanlage mit Speicher(n) benötigt Platz für die Aufstellung und Installation, die Anbindung der Quellwärme sowie der Raumheiz- und Trinkwasseranlagen und an die elektrische Versorgung. Bestandsgebäude weisen z.T. sehr unterschiedliche Möglichkeiten dafür auf.

Eine zielgerichtete Planung sollte mit einer Aufnahme der lokalen Gegebenheiten (Lage und Raumgröße der Wärmezentrale, vorhandene elektrische Anschlüsse, Erschließung einer Wärmequelle) beginnen, um ggf. Herausforderungen (z. B. Platzangebot, Türöffnungen, Führung der Wärmequellenleitung und ihre Dämmung, etc.) früh zu identifizieren und angepasste Lösungen auswählen zu können. Die Vielzahl der Gewerke, Aufgaben und Optionen verlangen eine sorgfältige Planung und ggf. vorbereitende Arbeiten.

Insbesondere für die marktdominierenden Wärmepumpen, die die Umgebungsluft als Wärmequelle nutzen, werden unterschiedliche Bauformen angeboten. Daraus ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten zur Integration ins Gebäude:

- › Monoblock-Geräte vereinen alle Komponenten des Kältekreis in einem Gehäuse. Außen aufgestellte Monoblock-Geräte transportieren bereits die Heizwärme mittels Wasser von der Wärmepumpe ins Innere des Hauses. Innen aufgestellte Monoblock-Geräte saugen die Umgebungsluft ins Haus, entziehen dieser die nötige Quellwärme und heben diese auf das Nutztemperaturniveau an. Die abgekühlte Luft wird zurück in die Umgebung geleitet.
- › Bei Split-Geräten sind die Komponenten des Kältekreis in getrennten Gehäusen angeordnet. Entsprechend kann bei Luft/Wasser-Systemen eine Inneneinheit mit Verdichter und Verflüssiger im Heizungsraum stehen und über Kältemittelleitungen mit einem außen aufgestellten Verdampfer verbunden sein. Bei Luft/Luft-Systemen (Split-Klimaanlagen) wird auf einen zusätzlichen Wärmeträger verzichtet. Die Inneneinheit dieser

Systeme befindet sich direkt im zu beheizenden Raum und erwärmt die Raumluft. Die Umgebungswärme wird mittels einer Außeneinheit aufgenommen und über eine Kältemittelleitung zur Inneneinheit transportiert.

Split-Wärmepumpen weisen meist höhere Kältemittelfüllmengen als Monoblock-Geräte auf.

### **Monitoring gibt Auskunft über die Qualität der Technik im Betrieb**

#### **XI) Sicherung des effizienten Wärmepumpenbetriebs durch fortlaufendes Monitoring**

Die hohe Temperatursensitivität und die hydraulischen Besonderheiten von Wärmepumpen führen dazu, dass relativ kleine Mängel (z. B. in der Gebäudeanlage oder im Quellwärmesystem) große Auswirkung auf die Effizienz haben können.

Daher sollte ein Monitoringsystem, bestehend aus mindestens einem Strom- und einem Wärmemengen-zähler (optional: weitere Temperatursensoren) in jede Wärmepumpenanlage installiert werden und ab der Inbetriebnahme kontinuierlich Messwerte erfassen. Auf Basis der Messwerte werden Kennwerte bestimmt, die jederzeit eine Effizienzbewertung ermöglichen. Eine automatisierte Evaluation erlaubt die zeitnahe Identifikation von Mängeln und Optimierungspotentialen individueller Anlagen.

#### **XII) Verbesserte Steuerung der Wärmewende durch übergeordnete Erkenntnisse aus Evaluation im Feld**

Die flächendeckende Auswertung von Betriebsdaten ermöglichen die zielgerichtete Weiterentwicklung von Produkten, Planungs- und Installationsprozessen, Aus- und Weiterbildung sowie regulatorischen Rahmenbedingungen und Förderprogrammen. Auf diese Weise kann der Erfolge der Wärmewende quantifiziert und die Effizienz von Fördermaßnahmen optimiert werden.

## Der Weg zur Wärmepumpe

Damit die Wärmepumpe ihre Schlüsselrolle erfolgreich wahrnehmen kann, schlagen wir nachfolgenden „Weg zur Wärmepumpe“ vor. Die vier zeitlich aufeinander folgenden Schritte können unmittelbar nacheinander ausgeführt werden, so dass die Wärmepumpenanlage vollständig innerhalb kurzer Zeit umgesetzt wird. Denkbar sind aber auch zeitlich abgegrenzte Teilprojekte, die für den jeweils nächsten Schritt eine umfassende Dokumentation benötigen.

### Vorbetrachtungen

- › Ist eine Wärmequelle verfügbar und erschließbar? (s. Thema III)
- › Gibt es einen geeigneten Standort für eine Wärmepumpe auf dem Grundstück?
- › Bestehende bauliche Situation und Wärmeversorgung analysieren (s. Themen V) VII) und IX)
- › Ist der vorhandene Heizungsraum ausreichend groß für Wärmepumpe und ggf. Pufferspeicher (s. Thema VIII) und X)?

### Vorbereitende Maßnahmen

- › Getrennte Betrachtung von Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung,
- › Anlagentechnik ertüchtigen und Temperaturen durch hydraulischen Abgleich absenken,
- › Absenkung der Heizkurve und ggf. Tausch kritischer Heizkörper
- › Hydraulische Einbindung des bestehenden Wärmeerzeugers mittels Pufferspeicher,
- › Ggf. Anpassung der Trinkwarmwasserbereitung (s. Themen IV), VII), VIII) und IX)

### Integration der Wärmepumpe

- › Detailplanung der Wärmepumpenanlage
- › Erschließung der Quelle und bauliche Integration
- › Inbetriebnahme und Übergabe inkl. Dokumentation (siehe Themen III) und X)

### Qualitätssicherung

- › Effizienten Betrieb durch Monitoring, Analyse und Optimierung dauerhaft sicherstellen (s. Thema XI)

Vorbereitende Maßnahmen sind auch bereits mit dem bestehenden fossilen Wärmeerzeuger sinnvoll, da so erste Energieeinsparungen realisiert werden und die gesamte Anlage für den Wechsel zur Wärmepumpe ertüchtigt wird.

Sowohl die vorbereitenden Maßnahmen als auch die Integration der Wärmepumpe erfordern Arbeiten an der Wärmeversorgungsanlage – es ist ein individueller und abgestimmter Plan mit Dokumentation festzulegen, welche Maßnahmen in welchem Schritt durchgeführt werden.

### Autoren:

**Rainer Tepe**, (proKlima – Der enercity-Fonds)

**Gunter Rockendorf**, (Berater  
Gebäudeenergiekonzepte)

**Dr. Georg Schuchardt**, (Klimaschutz- und  
Energieagentur Niedersachsen)

**Fabian Hüsing, Daniel Eggert, Maximilian Loth**, (Institut für Solarenergieforschung  
Hameln – ISFH)

Ansprechpartner: Fabian Hüsing,  
[huesing@isfh.de](mailto:huesing@isfh.de)

## Wärmepumpen-Initiative Niedersachsen

Die Wärmepumpen-Initiative Niedersachsen (WIN) will den Austausch und die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis verbessern, um die Verbreitung effizienter Wärmepumpensysteme als wesentlichen Baustein der Wärmewende in Niedersachsen zu beschleunigen. Der Gründungskreis der WIN besteht aus vier Partnerorganisationen:

- › Energieforschungszentrum Niedersachsen
- › Institut für Solarenergieforschung Hameln
- › Leibniz Universität Hannover
- › Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen

[www.klimaschutz-niedersachsen.de/waermepumpe](http://www.klimaschutz-niedersachsen.de/waermepumpe)

Stand: Februar 2024