

Öffentliche und kommunale Gebäudeobjekte mit Wärmepumpe

Überblick

Anregungen

Referenzobjekte



INHALT

Vorwort	3
Elektrifizierung des Wärmesektors	4
Wärmequellen für Wärmepumpen	5
BWP-Fachpublikationen	8
BWP-Planungs- und Rechentools	8
Projektübersicht	9
1) SOZIALER WOHNUNGSBAU Hamburg	10
2) FEUERWACHE Lahntal.....	12
3) KINDERKRIPPE Wenzelbach	14
4) HEILTHERME Bad Lobenstein	15
5) OBERSCHULE Nürnberg	16
6) GEMEINDEAMT Mehltheuer	18
7) RATHAUS Fürth	19
8) MEHRZWECKHALLE Altenplos.....	20
9) GRUNDSCHULE Dresden	22
10) KINDERTAGESSTÄTTE Holzminden.....	23
11) HISTORISCHES GEMEINDEHAUS Hunding	24
12) FACHHOCHSCHULMENSA Soest	26

VORWORT



Liebe Leser,

in dieser Referenzbroschüre stellen wir Ihnen einige Beispiele aus der Praxis vor, bei denen Wärmepumpen für die Wärmeversorgung in öffentlichen und kommunalen Gebäuden und Einrichtungen sorgen. Städte und Gemeinden sind Schlüsselakteure im Klimaschutz. Die Aktivitäten einzelner Vorreiter auf kommunaler und regionaler Ebene können Orientierung bieten, denn gerade Kommunen leisten einen maßgeblichen Beitrag zur Umsetzung von globalen und nationalen Klimaschutzzielen.

Zur Erreichung der ausgerufenen deutschen Klimaschutzziele im Wärmesektor ist es erforderlich, dessen vollständige Dekarbonisierung voranzutreiben. Dafür werden mit dem Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) und der Aufstockung der Förderprogramme zur Stadtsanierung die Stellweichen gesetzt. Bei der regionalen Umsetzung dieses Gesetzes kommt den kommunalen und öffentlichen Gebäuden eine Vorreiterrolle zu. Momentan haben Wärmepumpen in diesem Bereich noch nicht den Verbreitungsgrad erreicht, wie dies im privaten Wohnungsneubau der Fall ist. Das liegt unter anderem an der begrenzten Bekanntheit von Best-Practice-Beispielen, welche Vertrauen in neue Lösungen schaffen können. Dieses Defizit muss beseitigt werden, denn öffentliche und kommunale Gebäude sind auf die Bereitstellung von hocheffizienter erneuerbarer Wärme angewiesen. Eine Wärmepumpe

kann darüber hinaus auch zum Kühlen eingesetzt werden und macht eine Aufgabenteilung auf zwei getrennte Heiz- bzw. Kühlvorrichtungen obsolet. Bestenfalls besteht ein gleichzeitiger Wärme- und Kältebedarf, der von Wärmepumpen mit hoher Effizienz gedeckt werden kann. Dies ist insbesondere in öffentlichen Gebäuden mit anspruchsvollem und wechselndem Nutzungsbedarf, wie z. B. Sporthallen, Schwimmbädern, Rathäuser etc. der Fall. Mit einem durchdachten Wärmepumpen-Systemdesign sind hohe energetische und somit wirtschaftliche Einsparungen möglich, die ebenfalls der Umwelt zugutekommen und letztendlich knappe öffentliche Mittel schonen.

Dabei lässt sich, egal ob mit Grundwasser, Luft, Abwasser oder Erdwärme, einzeln oder in Kaskade geschaltet, für fast jedes Objekt eine individuelle und bedarfsgerechte Lösung finden. Und das Beste: Wer sich für eine Wärmepumpe entscheidet, kann staatliche Fördergelder beantragen! Auf den folgenden Seiten haben wir unterschiedliche Anwendungsszenarien für Sie zusammengestellt. Weitere Informationen erhalten Sie über unseren Verband. Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre!

Ihr Martin Sabel

Geschäftsführer Bundesverband Wärmepumpe e. V.



WÄRMEKONZEPTE FÜR KOMMUNALE UND ÖFFENTLICHE GEBÄUDE

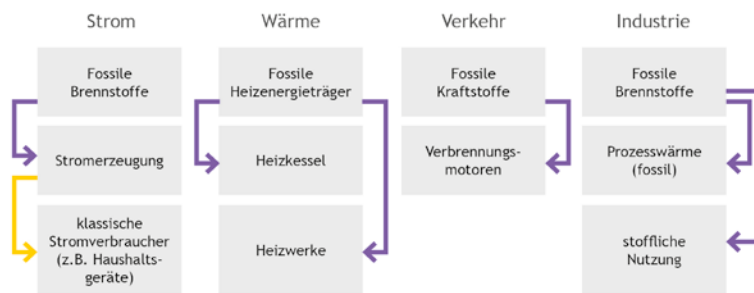
Elektrifizierung des Wärmesektors

Der Einsatz von Wärmepumpen in Privathäusern, Quartieren oder der Industrie ist ein entscheidender Baustein, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung und der EU zu erreichen. Doch auch den kommunalen und öffentlichen Gebäudeobjekten kommt hierbei eine Schlüsselposition zu, da der Klimaschutz immer zuerst auf der lokalen Ebene durch beispielhaftes Verhalten beginnt. Im Einklang mit dem Pariser Klimaschutzabkommen ist es daher erforderlich den Wärmesektor für alle Gebäudearten bis 2050 zu dekarbonisieren.

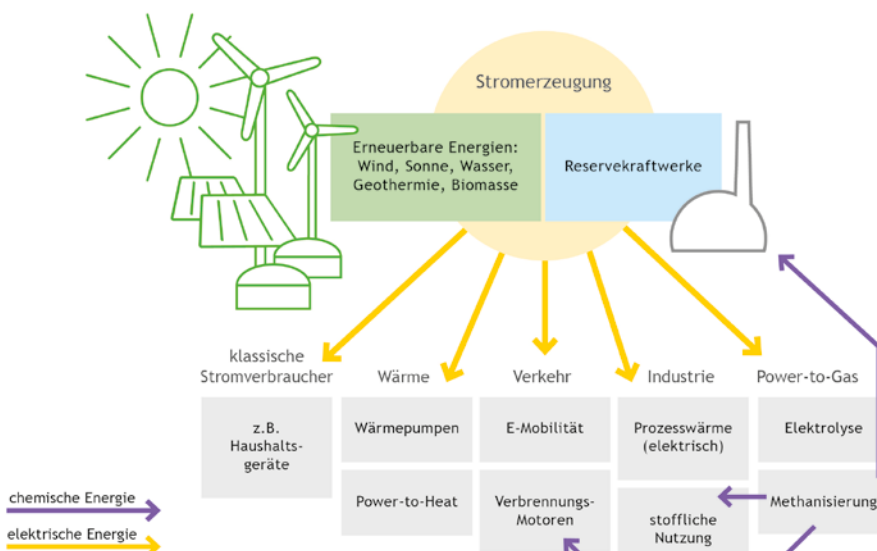
Dabei wird die alte Denkhaltung, dass Strom zu kostbar ist, um daraus Wärme zu gewinnen, mittlerweile als überholt angesehen. Es ist allgemein anerkannt, dass erneuerbarer Strom die Leitenergie der Zukunft ist. Strom- und

Wärmesektor müssen und werden miteinander verschmelzen, um dadurch wesentliche Synergieeffekte zur Erreichung der Energie- und Klimaziele auszuschöpfen. Diese so genannte Sektorkopplung bedeutet einerseits, dass der Energieträger Strom stärker als bisher zur Bereitstellung von Wärme/Kälte, sowie im Transport und bei der Güterherstellung eingesetzt werden muss, was andererseits ebenfalls nach einer effizienteren und flexibleren Nutzung des erneuerbaren Stroms verlangt.

In diesem Zusammenhang sind bei öffentlichen und kommunalen Gebäuden, wie Rathäusern, Kinderkrippen, Schwimmbädern, Feuerwachen usw., welche einen vergleichsweise hohen Wärme- und Energiebedarf aufweisen, noch große Potentiale erkenn- und abschöpfbar. Wärmepumpen bilden an dieser Stelle den zentralen Verknüpfungspunkt zwischen den einzelnen Sektoren.



Alte Energiewelt:
Fossile Brennstoffe,
getrennte Sektoren



Neue Energiewelt:
Erneuerbare Energie,
Sektorkopplung

Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen und facettenreichen Wärmequellen

Wärmequellen

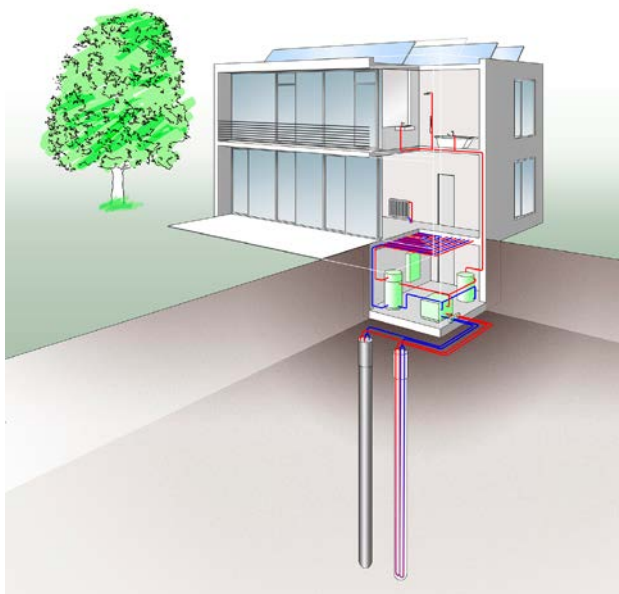
Die anschließenden Referenzprojekte zeigen, dass der Kombination unterschiedlicher Wärmequellen (Erdwärme, Grundwasser, Abwärme) und der Einbindung weiterer Energie- und Wärmeerzeuger (KWK, PV, Solarthermie) kaum Grenzen gesetzt sind. Ebenso ist eine bivalente Heizungsanlagen denkbar. Hierbei wird von der Wärmepumpe die Grundversorgung, z. B. die Erwärmung von Heizungs- und Trinkwasser, übernommen. Darüber hinaus benötigte Wärme, wie es etwa bei extrem niedrigen Temperaturen vorkommen kann, wird von einem automatisch zugeschalteten Brennwertkessel geliefert. Viele Wärmepumpenanlagen sind zudem umkehrbar und können zum Kühlen eingesetzt werden.

Folgend soll die Funktionsweise der Wärmepumpe in Kombination mit unterschiedlichen Wärmequellen verdeutlicht werden. Dabei gibt es eine Vielzahl denkbarer Optionen, die im

Grunde für jede Art von Objekt nutzbar und miteinander kombinierbar sind:

- Erdwärme (Erdsonden, Erdkollektoren, Energiepfähle, Erdspeicher, Eisspeicher)
- Wasser (Grundwasser, Flüsse, Seen, Quellwasser)
- Abwärme bzw. Abluft (Kühlanlagen, andere Industrieprozesse)
- Abwasser (mit konstant hoher Temperatur)
- Solarthermie (insbesondere bei großen Freiflächen)
- Bioenergie- oder KWK-Anlagen

Eine detaillierte Beschreibung der wesentlichsten Wärmequellen, welche für den Betrieb einer Wärmepumpe im anspruchsvollen kommunalen Bereich in Frage kommen, finden Sie auf den folgenden Seiten.



Wärmequelle Erde:

Wärmepumpen, die ihre Wärmeenergie über Erdsonden, Erdkollektoren, Erdwärmekörbe, Grabenkollektoren oder Energiepfähle beziehen, nutzen die im Erdreich gespeicherte Wärme.

Bei dieser Wärmequelle zirkuliert eine frostsichere Flüssigkeit, die Sole, in einem geschlossenen Kreislauf durch ein Kunststoffrohr. So können z. B. Erdsonden ab einer Tiefe von 10 Metern auf die natürliche, ganzjährig konstante Temperatur der Erde zugreifen. So ermöglicht die Wärmepumpe in Kombination mit Erdwärme eine besonders hohe Effizienz bei geringem Platzverbrauch. Daneben sind sie aber auch ideale Wärmeübertrager für natürliches Kühlen. Daneben gibt es bspw. noch Erdwärmekollektoren bzw. -körbe, die auf die unmittelbar unter der Grasnarbe vorhandene Wärme zurückgreifen.

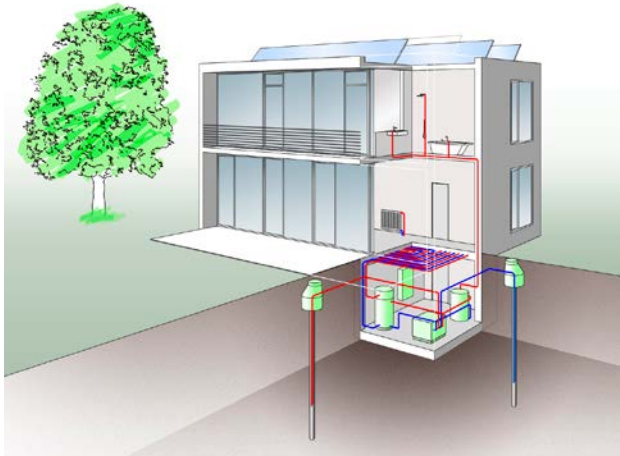
Da diese Wärme Ihre Energie aus Sonne und Regen bezieht, wird viel unversiegelte Freifläche benötigt.

Bei einer Bohrung ins Erdreich sind besondere genehmigungspflichtige Vorgaben zu beachten, die bei der jeweiligen Landesbehörde zu erfragen sind. Dafür können bei der Erschließung von Erdwärme vergleichsweise hohe staatliche Förderungen beantragt werden.

Wärmequelle Wasser:

Grundwasser ist ein sehr guter Wärmespeicher mit ganzjährig relativ konstanten Temperaturen. Selbst an kalten Wintertagen besitzt das Wasser noch eine Temperatur von 7 bis 12 °C. Ist Grundwasser in ausreichender Menge und Qualität vorhanden, kann es als Wärmequelle genutzt werden. Wasser/Wasser-Wärmepumpen sind vorwiegend für größere Projekte gut geeignet, da sie einen großen Planungsaufwand erfordern.

Für den Einsatz von Grundwasserwärmepumpen sind zwei Brunnenbohrungen erforderlich: Vom Saugbrunnen transportiert eine Förderpumpe das Grundwasser zur Wärmepumpe. Diese entzieht dem Wasser Wärmeenergie da-



mit es dann, abgekühlt auch 5 °C, über einen Schluckbrunnen dem Erdreich wieder zugeführt werden kann.

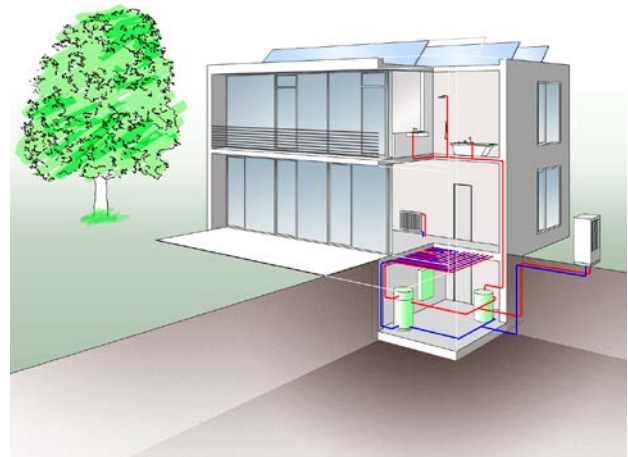
Bei dieser Wärmequelle ist vor allem zu beachten, dass im Vorfeld eine Wasseranalyse erstellt werden muss und dass Bohrungen auch hier genehmigungspflichtig sind. Diesen Aufwand würdigt der Gesetzgeber mit einer, im Vergleich zu der Erschließung anderer Wärmequellen, hohen staatlichen Bezuschussung.

Wärmequelle Luft/Abluft:

Luftwärmepumpen nutzen die Umgebungsluft zum Heizen. Im Vergleich zu anderen Wärmepumpenanlagen stehen sie durch vergleichsweise geringe Investitionskosten hervor und sind insbesondere für Neubauten mit geringem Wärmebedarf gut geeignet.

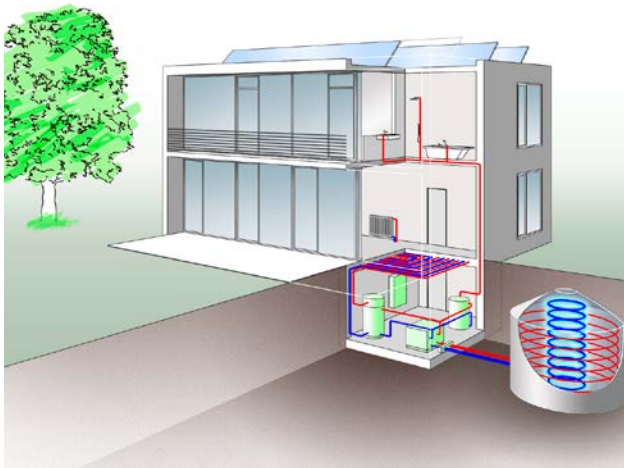
Doch auch Abluft diverser Prozesse (wie. z.B. von Rechenzentren) lässt sich effizient mit einer Wärmepumpe nutzbar machen, z. B. zum Kühlen. So muss in vielen Wirtschaftszweigen bspw. Prozesswasser gekühlt werden, was häufig mithilfe von Kühltürmen geschieht. Eine Wärmepumpe wäre hier meist die effizientere und auch wirtschaftlichere Lösung. Gerade dann, wenn die aus diesem Prozess entzogene Wärme an anderer Stelle wieder zugeführt werden kann.

Für Luftwärmepumpen sind keine besonderen Genehmigungen erforderlich. Lediglich rechtliche Vorschriften hinsichtlich des Lärmschutzes sind zu beachten.



Link zur BWP-Webseite - Funktionsweise und Wärmquellen von Wärmepumpen:

<https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen>



Wärmequelle Eisspeicher:

Ein Eisspeicher ist eine im Erdboden vergrabene, mit Wasser gefüllte Betonzisterne, in deren Inneren Leitungen verlegt sind. Durch diese fließt eine frostsichere Flüssigkeit, die dem Wasser im Speicher die Wärme entzieht. Selbst wenn die Temperatur des Wassers unter den Gefrierpunkt sinkt, kann das System weiter Energie gewinnen.

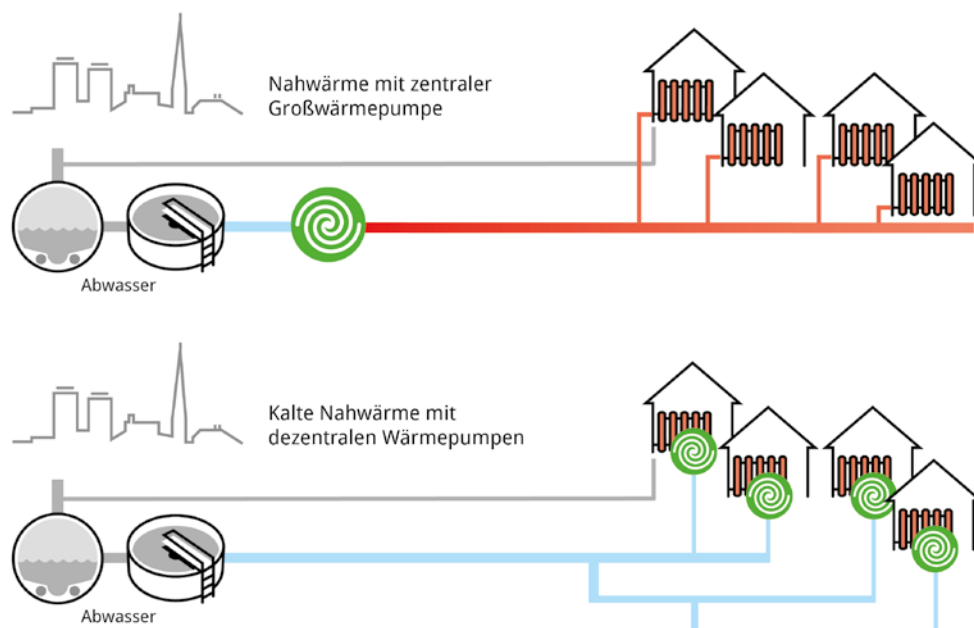
Im Verlauf des Gefrierprozesses wird die so genannte Kristallisationswärme frei, währenddessen liegt die Temperatur des Wassers konstant bei 0 °C. Die Energie, die das Wasser in dieser Phase freisetzt, ist enorm. Das Wärmereservoir des Eisspeichers wird meistens von einer auf dem Dach befindlichen einfachen Solarthermie-Anlage konstant wieder aufgeladen.

Auch aus dem Erdboden bezieht der Speicher beständig Wärme. Neben der Heizung und ganzjährigen Warmwasserbereitung eignet sich das System ebenfalls besonders gut zur Gebäudekühlung im Sommer. Zu diesem Zweck wird die Wärme aus dem Gebäudeinneren in dem Speicher zwischengelagert, um später wieder für Heizzwecke zur Verfügung zu stehen.

Wärmequelle Abwasser:

Die Gewinnung von Wärmeenergie aus Abwasser kann über unterschiedliche Anwendungsprinzipien und Technologien erfolgen. Grundlegend ist allen Modellen jedoch, dass dem Abwasser durch einen Wärmeübertrager Energie entzogen und auf ein Medium übertragen wird.

Meistens werden gleich mehrere Wohneinheiten bzw. Siedlungen und Quartiere durch eine Abwasser-Wärmeübertrageranlage mit Wärme versorgt. Dies erfolgt meistens über ein Wärmenetz. Bei relativ kurzen Distanzen von der Wärmequelle zum Verbrauchsort wird die Heizenergie durch die Wärmepumpe auf das notwendige Temperaturniveau gebracht und zur Verbrauchsstelle transportiert (Nahwärme). Bei vergleichsweise größeren Distanzen zwischen Quelle und Verbrauch kann die Wärme auf dem ursprünglichen Temperaturniveau kostengünstig transportiert werden und erst am Verbrauchsort durch dezentrale Wärmepumpen aufbereitet werden (kalte Nahwärme).



Fundiert informiert zur Planung und Förderung

Die Entscheidung, ein Gebäude mithilfe von Wärmepumpen energieeffizient und umweltfreundlich mit Wärme zu versorgen, ist für jede Kommune ein entscheidender Schritt nach vorne.

Damit das Projekt ein Erfolg wird, ist es wie in jedem Wärmeversorgungsprojekt besonders wichtig, bereits früh in der Planung mögliche Hindernisse zu identifizieren und zu umgehen. Dazu gehört unter anderem das Einhalten technischer und rechtlicher Vorgaben. Bei der Planung von Gewerbeobjekten und Industrieanlagen mit Wärmepumpen sind dies z. B.:

- Umsetzung der Trinkwasserverordnung
- Einhaltung der Schallschutzrichtlinien
- Beachtung der energetischen und tiefenbohrtechnischen Vorgaben.

Um auf jede fachliche Frage eine schnelle und sichere Antwort zu finden, stellt der Bundesverband Wärmepumpe auf seiner Internetseite eine umfangreiche Auswahl an Fachpublikationen zur Ansicht und zum Download zur Verfügung.



BWP-Webseite - Förderung:
[/waermepumpe/foerderung](https://www.waermepumpe.de/foerderung)



BWP-Webseite - Fachpublikationen:
[/verband/publikationen](https://www.waermepumpe.de/verband/publikationen)

Auswahl BWP-Publikationen:

- Kundenratgeber Erdwärme
- Leitfaden Hydraulik
- Leitfaden Schall
- Leitfaden Energieeffizienz
- Ratgeber Energieeinsparverordnung
- Ratgeber Energie aus Abwasser
- Förderratgeber Wärmepumpe
- Praxisratgeber Modernisieren mit der Wärmepumpe
- Siedlungsprojekte und Quartierslösungen mit Wärmepumpe
- Gewerbeobjekte und Industrieanlagen mit Wärmepumpe

Der Einbau einer Wärmepumpe wird darüber hinaus staatlich durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert. Wichtig dabei ist, dass die Antragstellung immer vor Auftragserteilung erfolgen muss!

Bitte beachten Sie, dass die aktuellen Förderprogramme aufgrund der gegenwärtigen klimapolitischen Lage potentiellen Änderungen unterliegen. Neben den Förderprogrammen des Bundes bieten auch viele Bundesländer oder Energieversorger Förderung für Wärmepumpen an. Bitte informieren Sie sich zum aktuellen Stand der Förderung unter [waermepumpe.de](https://www.waermepumpe.de)!

Planungs- und Rechentools

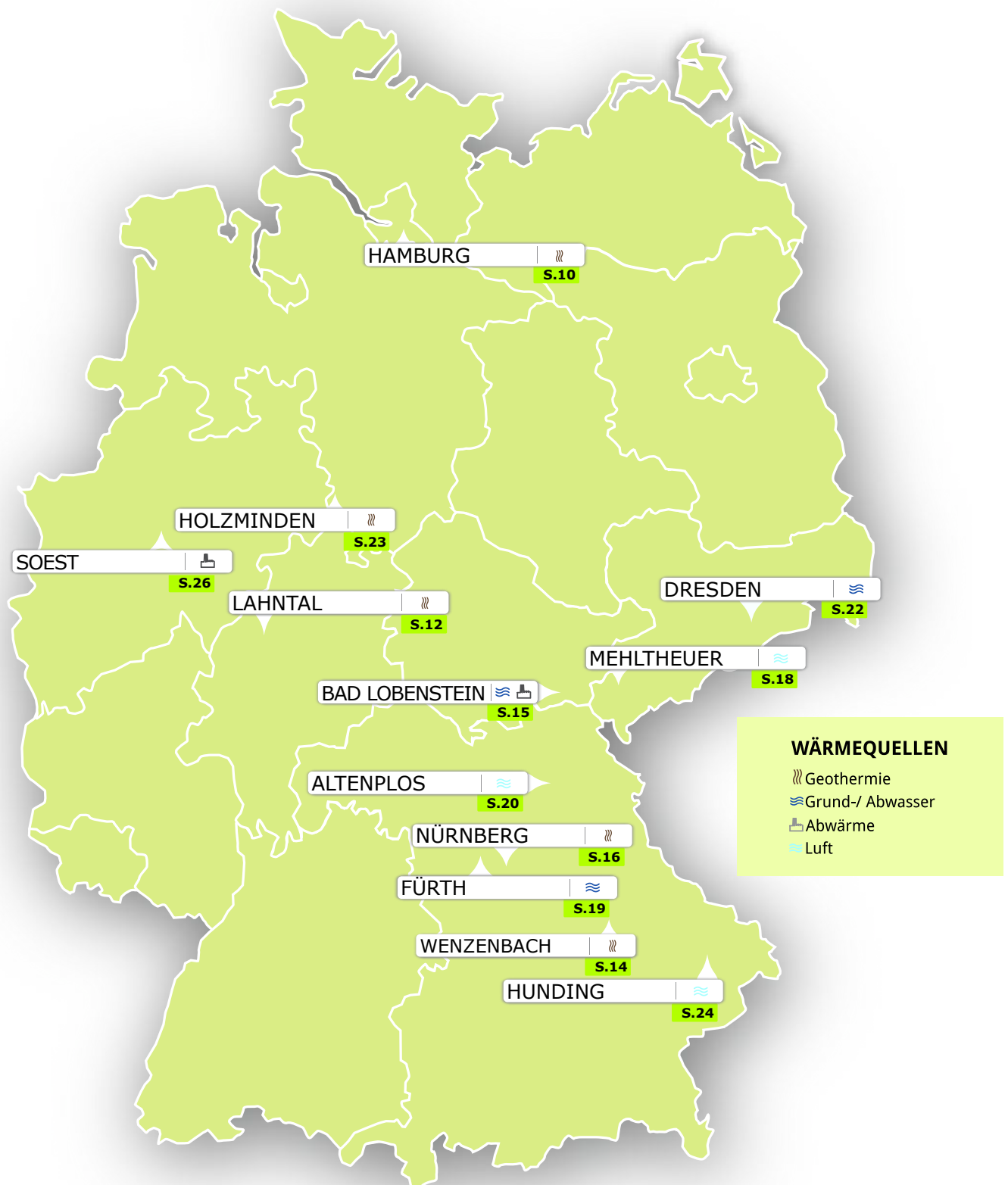
Der Bundesverband Wärmepumpe hat auf seiner Internetseite eine umfassende Sammlung von Planungs- und Rechentools zusammengestellt. Diese sollen Handwerker, Planer und Interessierte dabei unterstützen, Wärmepumpen fachgerecht einzubauen. Dabei handelt es sich unter anderem aber nicht ausschließlich um:

- Heizlastrechner
[waermepumpe.de/heizlastrechner](https://www.waermepumpe.de/heizlastrechner)
- JAZ-Rechner
[waermepumpe.de/jazrechner](https://www.waermepumpe.de/jazrechner)
- Schallrechner
[waermepumpe.de/schallrechner](https://www.waermepumpe.de/schallrechner)
- Förderrechner
[waermepumpe.de/foerderrechner](https://www.waermepumpe.de/foerderrechner)
- Klimakarte
[waermepumpe.de/normen-technik/klimakarte](https://www.waermepumpe.de/normen-technik/klimakarte)
- Heizkörperrechner
[waermepumpe.de/heizkoerperrechner](https://www.waermepumpe.de/heizkoerperrechner)
- Rechner Verbundanlagenlabel
www.heizunglabel.de

Wärmepumpen im kommunalen Bereich

ORTE

Die hier aufgeführten öffentlichen Objekte stellen eine kleine Auswahl größerer Projekte dar, bei denen auf die Nutzung von Wärmepumpen zurückgegriffen worden ist. Die Projekte werden auf der entsprechenden Seitenzahl ausführlicher vorgestellt. Ihr Projekt fehlt oder Sie sind auf der Suche nach weiterführenden Informationen? Sprechen Sie uns an! Unsere Kontaktdaten finden Sie auf der Rückseite dieser Publikation.





Bauherr/in	Bauunternehmen Peter Ahrens GmbH
Objektyp	Sozialer Wohnungsbau mit 74 Wohneinheiten
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Erdwärme
Heizungsanlage	Bosch Sole/Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Wärmetauscher, Heizwasser-Pufferspeicher und Spitzenlastkessel (Gas)
Heizleistung (Wärmepumpe)	80 kW
Ökologie & Ökonomie	Die erfolgreiche Verbindung von Solarthermie, Erdwärme- und Brennwerttechnik reduziert Energieverluste und leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der EnEV-Ziele.

Sozialer Wohnungsbau mit Wärmepumpen-Nahwärmenetz

Im Hamburger Stadtteil Fuhlsbüttel entstanden auf dem Gelände des ehemaligen Ortsamtes drei Neubauten mit insgesamt 74 Wohneinheiten. Der Bau der zwischen 50 und 120 m² großen Wohnungen wurde öffentlich gefördert, da diese unter anderem Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen zur Verfügung stehen sollen.

Das durchdachte Heizungssystem, welches als ein eigenes Nahwärmenetz anzusehen ist, besteht aus einer Verknüpfung der drei Wärmeerzeuger Solarthermie, Erdwärme- und Brennwerttechnik. Für die Nutzbarmachung der Geothermie wurden 18 Bohrungen bis zu einer jeweiligen Tiefe von 130 Meter durchgeführt. Die Solarthermie-Anlage sorgt mit über 50 Flachkollektoren für die Bereitstellung von Warmwasser, welches über einen Wärmetauscher dezentral in den jeweiligen Wohneinheiten aufbereitet wird und bis zu 14 Liter 55 °C warmes Wasser pro Minute liefert. Die Gas-Brennwerttherme wird nur zu Spitzenlastzeiten dazugeschaltet, um eine ausfallsichere Wärmebereitstellung zu garantieren.

Das Heizsystem ist durch die Kombination verschiedener Wärmeerzeuger äußerst energieeffizient bei der Wärmeerzeugung. Das stete Monitoring des Bauherren hat ergeben, dass die 74 Wohnungen in den drei Hausteilen jeweils einen Jahres-Primärenergiebedarf von nur knapp 25 kWh/m² aufweisen. Auch aus diesem Grund trägt das Bauvorhaben zu recht den Titel Niedrigstenergiehaus.



Kostenlose Erdwärme für Freiwillige Feuerwehr

Im hessischen Lahntal hat die Gemeinde mehr als 2,5 Millionen Euro in den Neubau eines Feuerwehrhauses für die Ortsteile Goßfelden, Sarnau und Göttingen investiert. Bei der Planung stand schon zu Anfang die wesentliche Bedeutung der Einbindung regenerativer Energiesysteme im Vordergrund. Dementsprechend wurde der Einbau einer Wärmepumpenanlage befürwortet, welche kostenfreie Umweltenergie nutzbar machen kann und unabhängig von fossilen Energien ist.

Beim vorliegenden Objekt sorgen insgesamt drei Sole/Wasser-Wärmepumpen mit jeweils 23 kW Leistung für die Sicherstellung des Heizbetriebes. Da die Wärmepumpen in Kaskade geschaltet sind, passt sich die Heizleistung ganz bequem dem Wärmebedarf durch Zu- und Abschaltung einzelner Wärmepumpen an. Der bedarfsgerechte Betrieb sorgt für maximale Energieeffizienz der drei gekoppelten Wärmepumpen, welche über 9 Erdsonden mit der benötigten Umweltenergie versorgt werden.

Die Verteilung der Wärmeenergie erfolgt über zwei Fußbodenheizungssysteme in der Fahrzeughalle und in den Aufenthalts- bzw. Verwaltungsräumen. Für die 500 m² große Fahrzeughalle wurde eine spezielle Industrieflächenheizung verbaut, die speziell für die Belastung durch schwere Feuerwehrfahrzeuge ausgelegt ist. In dem restlichen Gebäude wurden auf 700 m² normale Flächenheizungen verlegt. Die beiden Fußbodenheizungssysteme kommen zusammengenommen auf 10.000 Meter Systemrohr und sind in 81 Heizkreise aufgeteilt. Das praktisch unsichtbare Heizsystem ermöglicht eine freie und variable Raumnutzung im Feuerwehrhaus Lahntal.

Die Einbindung regenerativer Energiesysteme ermöglicht die Nutzung kostenfreier Umweltenergie und ist somit unabhängig von fossilen Energiequellen.



PROJEKT 2
LAHNTAL



STECKBRIEF

Bauherr/in	Gemeinde Lahntal
Objekttyp	Feuerwehrhaus
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Erdwärme
Heizungsanlage	3x Roth Sole/Wasser-Wärmepumpen in Kaskade mit insgesamt 1.200 m ² Flächenheizung
Heizleistung (Wärmepumpe)	3x 23 kW
Ökologie & Ökonomie	Durch die Erschließung einer kostenlosen Wärmequelle können im hohen Maße Betriebskosten eingespart und klimaschädliche Emissionen vermieden werden.

WENZENBACH

Wärmepumpe für „Zaubergarten“

Mit dem Neubau der Kinderkrippe Zaubergarten sind in Wenzelnbach bei Regensburg 24 Krippenplätze für Kleinkinder bis drei Jahre entstanden.

Das Gebäude ist ein so genanntes Plus-Energie-Haus und weist somit über eine positive Energiebilanz auf. Diese wird maßgeblich durch die verbaute Sole/Wasser-Wärmepumpe in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage mit 39 Modulen bedingt. Die Heizanlage erzeugt das ganze Jahr hindurch angenehme Temperaturen, bei denen man gut spielen, essen und schlafen kann. In der kalten Jahreszeit beheizt die Wärmepumpe das Gebäude, im Sommer übernimmt sie das kostengünstige Kühlen.

Als Wärmequelle dienen zwei etwa 90 Meter tiefe Erdwärmesonden. Eine Soleflüssigkeit zirkuliert in den senkrecht in die Erde eingebrachten Kunststoffrohren, wird erwärmt und transportiert die so aufgenommene Wärme zur Wärmepumpe. Die mit der Wärmepumpe erzeugte Temperatur des Heizwassers von 36 °C ist für den Betrieb der Fußbodenheizung besonders wirtschaftlich.



STECKBRIEF

Bauherr/in	Johanniter-Unfall-Hilfe e. V.
Objekttyp	350 m ² große Kinderkrippe mit 3000 m ² Spielfläche
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Erdwärme
Heizungsanlage	Stiebel Eltron Sole/Wasser-Wärmepumpen mit PV-Anlage
Heizleistung (Wärmepumpe)	13 kW
Ökologie & Ökonomie	Das Plus-Energie-Haus erzeugt im Durchschnitt mehr als 1000 kW/h im Jahr mehr als es verbraucht. Die überschüssige Energie wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Das ist nicht nur wirtschaftlich attraktiv, sondern schont ebenfalls die Umwelt.

BAD LOBENSTEIN

Grundwasserwärme für nachhaltigen Badespaß

Für die ARDESIA-Therme in Bad Lobenstein wurde ein individuelles und nachhaltiges Energiekonzept mit Wärmerückgewinnung entwickelt: In zwei Bauabschnitten wurden insgesamt drei Wärmepumpen zur Nutzung der gewonnenen Wärme im Heizkreislauf, ein Wärmetauscher zur Rückgewinnung der Abwärme sowie ein hocheffizientes Blockheizkraftwerk zur Eigenstromversorgung errichtet.

Die eingesetzten Wasser/Wasser-Wärmepumpen greifen auf die zuvor nicht genutzte Abwärme zweier unterschiedlicher Wärmequellen zurück: Mit dem Rückspülwasser der Filteranlage und der Abluft der Lüftungsanlage beheizen die Wärmepumpen Innen- sowie Außenbecken der Therme. Jede einzelne Wärmepumpe besitzt zwei Verdichter, so dass durch Leistungsreduzierung ein hocheffizienter Betrieb auch bei Teillast möglich ist.



STECKBRIEF

Bauherr/in	KGL - Kurgesellschaft Bad Lobenstein mbH
Objektyp	Moorheilbad
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Grundwasser, Abwärme
Heizungsanlage	2x Dimplex Wasser/Wasser-Wärmepumpen in Kaskade mit BHKW und Brennwerttherme
Heizleistung (Wärmepumpe)	2x 18 kW
Ökologie & Ökonomie	Die Wärmerückgewinnung durch Wärmepumpe aus der Abluft und dem Rückspülwasser allein konnte den Erdgasverbrauch der Therme um etwa 40 Prozent reduzieren. Statt der früheren 3,5 Millionen kWh pro Jahr liegt der Energiebedarf der Therme nur noch bei 2,0 Millionen kWh pro Jahr.



Schulneubau im Passivhaus-Standard mit Wärmepumpe

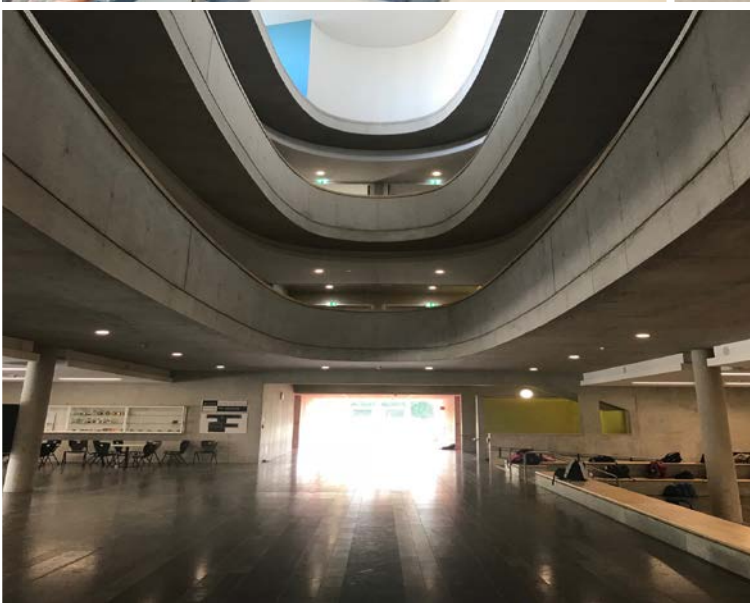
Als der Neubau der Johann-Pachelbel-Realschule und der staatlichen Fachoberschule Nürnberg II anstand, war für die Planer klar, dass sie höchste Ansprüche zusammenführen wollen. Der Neubau sollte architektonische Akzente setzen, ohne Abstriche bei Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit zu machen. Daher fiel die Wahl zur Beheizung und Kühlung der Schulgebäude auf eine erdgekoppelte Wärmepumpenanlage. Dafür wurden 52 Erdwärmesonden mit einer Länge von jeweils 70 Metern verarbeitet. Die Bohrarbeiten dauerten von Ende September bis Anfang November 2016. Im folgenden Jahr wurde der Schulbau zusammen mit der Wärmepumpenanlage in Betrieb genommen.

Das Heizsystem ist in ein ganzheitliches Gebäudeenergiekonzept integriert: Das Schulgebäude ist im Passivhaus-Standard errichtet und ist dadurch höchst energieeffizient, komfortabel, wirtschaftlich und umweltfreundlich zugleich. Eine sehr gut gedämmte, vorgehängte Fassade aus Ziegelmauerwerk und eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung tragen einen entscheidenden Teil dazu bei. Die angegliederte Sporthalle, bestehend aus einer Einfach- und einer Dreifachturnhalle, ist intern mit dem Schulgebäude und dem Heizsystem verbunden.



Die zur Unterstützung der Wärmepumpenanlage installierte Gas-Brennwert-Therme muss aufgrund der hohen Standards nur in Spitzenlastzeiten aktiviert werden. Auch abseits der energetischen Standards lässt die Schule keine Technikwünsche offen: Sämtliche Klassenzimmer sind mit modernen Whiteboards mit interaktiven Beamern ausgestattet. Den Nachhaltigkeitsgedanken rundet ein „grünes Klassenzimmer“ ab, in dem die Natur unmittelbar vor Ort studiert werden kann.





STECKBRIEF

Bauherr/in	Stadt Nürnberg
Objekttyp	Öffentliches Schulgebäude mit integrierter Turnhalle (15.885 m ² Nutzfläche)
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Erdwärme (52 Erdsonden), Solarthermie
Heizungsanlage	Viessmann Sole/Wasser-Wärmepumpe, Solarkollektoren, Pufferspeicher und Fußbodenheizung
Heizleistung (Wärmepumpe)	293 kW
Ökologie & Ökonomie	Die Erschließung einer kostenlosen Wärmequelle ermöglicht die Einsparung von Betriebskosten und vermeidet klimaschädliche Emissionen.

MEHLTHEUER

Energetische Sanierung mit Wärmepumpe

Das im Jahr 1910 errichtete Gebäude des Gemeindeamtes Mehltheuer wurde 2013 komplett saniert. Im Zuge der Sanierung wurden Fassade, Fenster und die Dämmung des Daches sowie der Wände ausgetauscht bzw. verbessert. Durch diese Maßnahmen wurde der Wärmebedarf des Gebäudes mehr als halbiert. Die Sanierung wurde über das Konjunkturprogramm für energetische Sanierung kommunaler Gebäude gefördert.

Neben der energetischen Sanierung wurde ebenfalls auf ein modernes Heizungskonzept gesetzt. Die Wahl fiel schnell auf eine effiziente Luft/Wasser-Wärmepumpe. Zur Sicherstellung des Heizbetriebs bei Spitzenlast wurde die alte Ölheizung gegen einen neuen und effizienteren Ölbrennwertkessel ausgetauscht. Durch den bivalenten Betrieb mit der Wärmepumpe können im Jahr so bis zu 7000 Liter Heizöl eingespart werden.



Während der täglichen dreistündigen Sperrzeit des Energieversorgungsunternehmens, in denen die Wärmepumpe nicht betrieben werden kann, sorgt ein Warmwasser-Elektrospeicher für die Sicherstellung des Heizbetriebs.

Das Beispiel des Gemeindeamtes Mehltheuer zeigt auf eindrucksvolle Weise, wie durch eine gezielte Sanierung erhebliche Einsparungen an Betriebskosten und Emissionen erzielt werden können.

STECKBRIEF

Bauherr/in	Gemeinde Mehltheuer
Objektyp	500 m ² großes Gemeindeamt
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Luft
Heizungsanlage	Dimplex Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Öl-Brennwertkessel und 500 Liter fassendem Elektro-Pufferspeicher
Heizleistung (Wärmepumpe)	40 kW
Ökologie & Ökonomie	Durch den Einbau einer effizienten Wärmepumpe und dem Austausch des alten Ölbrennwertkessels können Betriebskosten eingespart und klimaschädliche Emissionen vermieden werden. So werden im Jahr ca. 10.000 Euro an Betriebs- und Energiekosten eingespart.



Historisches Rathaus mit moderner Heiztechnik

Das 1840 errichtete und daher denkmalgeschützte Fürther Rathaus wurde im Jahr 2010 mit einem primärenergieschonenden und umweltfreundlichen Heizsystem ausgestattet. Dabei war die Wahl einer effizienten Wärmepumpe naheliegend. Als Wärmequelle dient ein vorhandener Abwasserkanal direkt vor dem Rathaus. Dort wurden 70 Wärmetauschelemente aus Edelstahl auf einer Länge von 70 Metern bündig auf die Kanalsohle in einer Tiefe von 8 Metern montiert. Die Entzugsleistung der eingebauten Wärmeübertrager beträgt 215 kW.

Die dem Abwasser entzogene Wärme wird durch die Wärmepumpe auf die notwendige Heizungsvorlauftemperatur gebracht. Die Heizleistung der installierten Wärmepumpe beträgt 300 kW. Diese Leistung ist ausreichend für die Wärmeversorgung des gesamten Gebäudes. Nur an extrem kalten Tagen ist die Zuschaltung eines Gasheizkessels als Spitzenlastkessel erforderlich.

Zur Einbringung der Wärmepumpe wurde das Dach des Rathauses geöffnet und die Wärmepumpe mit einem Autokran in die Dachheizzentrale eingehoben. Die noch benötigten vertikalen Versorgungsleitungen konnten teilweise in vorhandenen Putzräumen untergebracht werden. Die Vor- und Rücklaufleitung von und zur Wärmepumpe sind so sicher in einem komplett abgeschirmten Versorgungsschacht integriert. Die Mehrkosten der Anlage in Höhe von ca. 150.000 Euro, gegenüber einer konventionellen Heizungsanlage, haben sich in einem Zeitraum von rund 7 Jahren vollständig amortisiert.



STECKBRIEF

Bauherr/in	Stadt Fürth
Objekttyp	Denkmalgeschütztes Rathaus (ca. 10.000 m ² Heizfläche)
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Abwasser
Heizungsanlage	Trane Wasser/Wasser-Großwärmepumpe mit Pufferspeicher und Gas-Brennwerttherme
Heizleistung (Wärmepumpe)	300 kW
Ökologie & Ökonomie	Nach dem Umbau des Heizungssystems können pro Jahr 130 Tonnen CO ₂ , 14 Tonnen Feinstaub und 220 MW/h Energie eingespart werden. Das führt zu Kosteneinsparungen vom ca. 20.000 Euro im Jahr.



Bei der vorherigen Schulturnhalle in Altenplos war ein Jahresverbrauch von 20.000 Litern Heizöl zu verzeichnen, der in strengen Wintern auch 40.000 Liter betragen konnte. Mit durchschnittlich nur 38.000 kWh Strom im Jahr für Licht, Kameras, Küche, Warmwasser und Heizung fährt die Mehrzweckhalle extrem günstig im Vergleich zur früheren Ölheizung. Die gesamten Energiekosten für Duschen, Mehrzweckraum und Halle liegen zwischen 6.000 und 8.700 Euro im Jahr. Der Kostenrahmen für die Energie bleibt jedoch immer günstiger als in den Vorjahren bei der Schulturnhalle. Die Umstellung ist somit nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch sparsamer. Die Anschaffungskosten für die neue Luft-Wasser-Wärmepumpe hat sich inzwischen amortisiert. Diese Erkenntnis brachte mich als Geschäftsführer der Mehrzweckhalle Altenplos (MA) GmbH einige Jahre später dazu, bei meinem neuen Hausbau in Altenplos im Jahr 2017 auch privat eine Luft/Wasser-Wärmepumpe zu installieren.“



Roland Dörfler

Kämmerer der Gemeinde Heinersreuth und Geschäftsführer der MA-GmbH



Innovatives Heizkonzept für anspruchsvolle Zwecke

Im Landkreis Bayreuth wurde für den Neubau einer Mehrzweckhalle im Jahr 2010 ein sehr ressourcenschonendes und innovatives Energie- und Heizkonzept umgesetzt. Die Halle befindet sich in der Gemeinde Altenplos, welche seit einer Gebietsreform zu dem Ort Heinersreuth gehört. Betrieben wird die Halle durch die Mehrzweckhalle Altenplos-GmbH.

Zur unabhängigen Stromversorgung wurden auf der kompletten Dachfläche des neu errichteten Gebäudes Photovoltaik-Module angebracht. Diese sorgen ebenfalls für den Betrieb der zwei kaskadierten Luft/Wasser-Wärmepumpen. Bei einem Gesamtenergiebedarf von rund 38.000 kWh im Jahr amortisierten sich die angebrachten Solar-Module schon nach wenigen Jahren.

Falls es an sonnigen Tagen zu einer Überproduktion von Solarstrom kommen sollte, wird dieser überschüssig produzierte Strom ins Netz eingespeist. Somit hat die Gemeinde Altenplos eine neue und nachhaltige Einnahmequelle erschlossen.

Während der täglichen dreistündigen Sperrzeit des Energieversorgungsunternehmens, in denen die Wärmepumpe nicht betrieben werden kann, sorgt ein Warmwasserspeicher für die Sicherstellung des Heizbetriebs. Die Wärmeverteilung erfolgt über Deckenstrahlplatten bzw. eine Fußbodenheizung. Daher ist die geringe Vorlauftemperatur von maximal 45 °C völlig ausreichend, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten.

STECKBRIEF

Eigentümer/in	Gemeinde Heinersreuth (Mehrzweckhalle Altenplos-GmbH)
Objekttyp	Mehrzweckhalle (mit ca. 600 m ² beheizter Fläche)
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Luft
Heizungsanlage	2x Dimplex Luft/Wasser-Wärmepumpe in Kaskade mit PV-Dach, Wärmegewinnungsanlage und Wärmeverteilung über Deckenstrahlplatten bzw. Flächenheizung
Heizleistung (Wärmepumpe)	2x 40 kW

Ökologie & Ökonomie

Durch den flächendeckenden Einbau von PV-Modulen wird im großen Maße eigener Strom für die Wärmepumpe produziert. Damit belaufen sich die Energiekosten im Jahr durchschnittlich auf ca. 6.000 bis 9.000 Euro. Im Vergleich zu einem konventionellen Heizsystem können so Betriebskosten eingespart und klimaschädliche Emissionen vermieden werden.



Grundwasser-Wärme versorgt Grundschule

Im Jahre 2010 wurde das Gebäude der Friedrich Schiller-Schule in Dresden um ein zusätzliches Gebäude erweitert. Der Neubau wurde als Niedrigenergiehaus errichtet und beherbergt aktuell die 62. Grundschule der Stadt. Geheizt werden die mehr als 800 m² für ca. 200 Schüler mit einer Grundwasser Wärmepumpe.

Zur Sicherung der Raumluftqualität und unter bauphysikalischen Aspekten wurde das Gebäude mit einer hoch-effizienten Wärmerückgewinnung ausgestattet. Die hauptsächlich genutzten Räume, also Klassen- und Gruppenräume, orientieren sich für bestmögliche solare Energiegewinne großzügig nach Südost und Südwest. Räume der Verwaltung, optimiert für Computerarbeitsplätze, sind hauptsächlich nach Norden orientiert. Neben der Rückgewinnungsanlage wird der Wärmebedarf der Schule mit Hilfe einer Grundwasser Wärmepumpe erbracht.

Für die Wasser/Wasser-Wärmepumpe wurde ein ca. 20 Meter tiefer Förder- und Injektionsbrunnen gebohrt sowie Wärmeübertrager zur Systemtrennung installiert. Die Brunnenanlage schafft einen Durchlauf von 15 m³/h, wobei das oberflächennahe Grundwasser durch die Elbnähe in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Die Heizflächen bestehen aus Deckenstrahlplatten, Fußbodenheizung und Stahlröhrenradiatoren. Im Sommer wird das Heizungssystem auch zur Kühlung der Schulräume genutzt. Um die Effizienz des Gebäudes noch zu steigern, plant die Stadt Dresden eine PV-Anlage für eine unabhängige Stromproduktion.



STECKBRIEF

Bauherr/in	Landeshauptstadt Dresden
Objekttyp	Grundschulgebäude mit integrierter Turnhalle (ca. 800m ² Heizfläche)
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Grundwasser
Heizungsanlage	Viessmann Hochtemperatur Wasser/Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung
Heizleistung (Wärmepumpe)	90 kW
Ökologie & Ökonomie	Jährliche Einsparungen von ca. 4.800 Euro Energiekosten und ca. 3.400 Euro Heizkosten im Vergleich zu Heizöl. Durch den Verzicht von Heizöl ergeben sich ferner Einsparung von ca. 65.000 kg CO ₂ im Jahr.

Wärmepumpen-Heizsystem zum CO₂-freien Heizen und Kühlen

Die Plus-Energie-Kindertagesstätte in der Bahnhofstraße in Holzminden wird über Erdwärme beheizt und gekühlt. Eine umfassende Wärmedämmung und zusätzliche Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sorgen zudem für eine effiziente Nutzung der umweltfreundlich erzeugten Wärme und Kälte.

Die Kita wurde in Zusammenarbeit mit dem Studiengang Gebäudetechnik an der HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzminden/Göttingen entwickelt. Sie verfügt über eine kompakte Gebäudeform, hohe Wärmespeicherkapazitäten, eine starke Wärmedämmung, Energiegewinnfenster, eine luftdichte und wärmebrückenfreie Gebäudehülle und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

Das Plus-Energie-Haus wird mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe über die Fußbodenheizung beheizt und gekühlt.



STECKBRIEF

Bauherr/in	Stadt Holzminden
Objekttyp	Kindertagesstätte
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Erdwärme
Heizungsanlage	Stiebel Eltron Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung und Wärmerückgewinnung
Heizleistung (Wärmepumpe)	10 kW
Ökologie & Ökonomie	Das Plus-Energie-Haus erzeugt im Jahr mehr Energie als es verbraucht. Die überschüssige Energie kann somit in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Das ist nicht nur wirtschaftlich attraktiv, sondern schont ebenfalls die Umwelt.



Moderne Wärmepumpe für historisches Gemeindehaus

Die Sanierung des historischen Gemeindehauses im bayerischen Hunding erfolgte im Rahmen des bundesweiten Konjunkturpaketes II im Jahr 2011. Das markante Gebäude, das ursprünglich einmal die Dorfschule beherbergte, prägt das Ortsbild schon seit über einem Jahrhundert.

Aufgrund des mangelhaften energetischen und baulichen Zustands war es jedoch nur eingeschränkt nutzbar und stark sanierungsbedürftig. Vor der Sanierung verfügte das Gemeindehaus über keine Zentralheizung, sondern wurde in den Haupträumen (wie z. B. dem Bürgermeisterzimmer, den Vereinsräumen und einem von einer Bank genutzten Anbau) mittels Elektro-Nachtspeicheröfen beheizt. Teile des Erdgeschosses und das gesamte Dachgeschoss waren unbeheizt und nur als Abstellflächen nutzbar. Da stets im Voraus einer beabsich-

tigten Raumnutzung die Beladung der Speicheröfen aktiviert werden musste, war die Nutzung einiger Räume in der Heizperiode stark eingeschränkt bzw. unmöglich. Trotzdem waren die jährlichen Heizkosten mit 3.500 Euro vergleichsweise hoch.

Im Zuge der Sanierung wurden die 130 Jahre alten Außenmauern daher mit Vollwärmeschutz versehen, neue Fenster eingebaut, die Bodenplatte neu erstellt und gegen Erdreich gedämmt. Auch das Dachgeschoss wurde komplett neu aufgebaut und hochwertig gedämmt. Im Erdgeschoss wurden mehrere Räume zu einem großen Bürgersaal zusammengefasst. Für die Beheizung des Gebäudes fiel die Wahl schnell auf eine effiziente Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Flachheizkörper und einer geringen Vorlauftemperatur.

PROJEKT 11
HUNDING



STECKBRIEF

Bauherr/in	Gemeinde Hunding
Objekttyp	Historisches Gemeindehaus (ca. 330 m ² Nutzfläche)
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Luft
Heizungsanlage	Weishaupt Luft/Wasser-Wärmepumpe
Heizleistung (Wärmepumpe)	12,2 kW
Ökologie & Ökonomie	Jährliche Einsparungen von ca. 2.500 Euro Heizkosten nach Sanierung. Ferner ergeben sich durch den Verzicht auf die Elektro-Nachtspeicheröfen pro Jahr Einsparung von ca. 140 kg pro m ² .

Abwärmenutzung für Hochschulmensa

In der Fachhochschule Südwestfalen, genauer gesagt in der Campus-Mensa des Standortes Soest, wird seit 2011 warme Abluft mit Hilfe einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe zurückgewonnen. Die Abluft stammt aus der Lüftungs- und Kälteanlage des Gebäudes, welche anschließend mit einer Hochtemperatur-Wärmepumpe zurückgewonnen und so als Wärmequelle für weitere Heizanwendungen nutzbar gemacht wird.

Die Hochtemperatur-Wärmepumpe ist nahtlos in das Nahwärmenetz der Hochschule eingepasst. Im Sommer kann die Leitung des Nahwärmenetzes, welche das Mensagebäude versorgt, komplett von der eigentlichen Heizzentrale entkoppelt werden. Die Leistung der Wärmepumpe reicht aus, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Die Heiz- und Warmwasserversorgung der Mensa wird dann allein durch die Rückgewinnung von Niedertemperatur-Abwärme aus der Lüftungs- und Kälteanlage sichergestellt. Die Wärmepumpe entzieht dabei dem Abluftstrom bei niedriger Temperatur um etwa 15 °C Wärmeenergie und bringt diese auf ein für Heizzwecke geeignetes Temperaturniveau. Mit einer Gesamtheizleistung von etwa 45 kW erreicht die Hochtemperatur-Wärmepumpe eine Vorlauftemperatur von 80 °C. Die physikalischen Eigenschaften des eingesetzten Kältemittels CO₂ (R744) machen es möglich, die hohen Vorlauftemperaturen energieeffizient zu erzeugen.

Durch das beschriebene Heizsystem mit Wärmepumpe ist die Mensa im Stande rund 85 Prozent ihres Wärmebedarf durch Wärmerückgewinnung zu decken.



STECKBRIEF

Bauherr/in	Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW, Soest
Objekttyp	Mensa mit Nahwärmeanschluss innerhalb einer Hoschschulliegenschaft
Wärmequelle (Wärmepumpe)	Abwärme
Heizungsanlage	ENGIE Wasser/Wasser-Wärmepumpe in Wärmenetz integriert
Heizleistung (Wärmepumpe)	45 kW
Ökologie & Ökonomie	Durch die Abwärmenutzung zwecks Wärmepumpe können im Jahr rund 78.000 Euro Energiekosten eingespart werden. Ferner würden die CO ₂ -Emissionen der gesamten FH Soest um 18 Prozent gesenkt, was einer Menge von 29 Tonnen CO ₂ im Jahr entspricht.



Eine Kampagne des



Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Hauptstraße 3

10827 Berlin

Telefon: 030 208 799 711

E-Mail: info@waermepumpe.de

© Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

www.waermepumpe.de

IMPRESSUM

Die Inhalte der Broschüre wurden sorgfältig erarbeitet. Dabei wurde Wert auf zutreffende und aktuelle Informationen gelegt. Dennoch ist jegliche Haftung für Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen ausgeschlossen.

Redaktion: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

Layout / Grafiken: Kai Großjohann (BWP)

Quellennachweis: BWP e.V. (S.3-9); Bosch Thermotechnik GmbH (S.10-11, Titel); Roth Werke GmbH (S.12-13); STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG (S.14, 23); Glen Dimplex Deutschland GmbH (S.15, 18, 20-21, Titel); Fotoproduktionen Andreas Harbach (S.20); Gemeinde Heinersreuth (S.20-21); Viessmann Deutschland GmbH (S.16-17, 22); Stadt Fürth (S.19); HAWK - Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst (S.23, Titel); Max Weishaupt GmbH (S.24-25, Titel); ENGIE Refrigeration GmbH (S.26-27)

Stand: Dezember 2019

