

Passivhaus⁺

Kompendium 2021

spürbar besser bauen

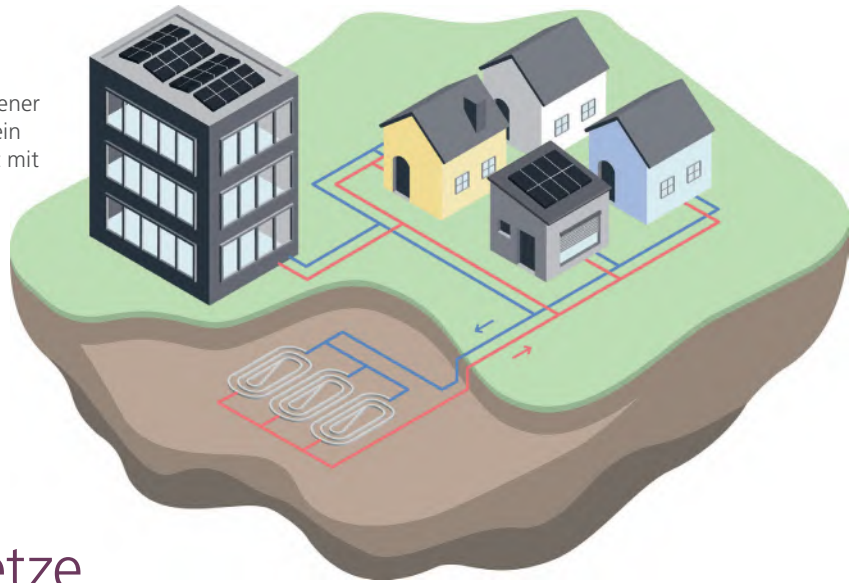


KLIMAGERECHT BAUEN –
dem Gesetz weit voraus

INNOVATIVE KONZEPTE
für Passivhaus & Co.

GESUNDE RAUMLUFT
als Infektionsschutz

Einbindung verschiedener Gebäudetypen über ein kaltes Nahwärmenetz mit oberflächennahester Geothermie.

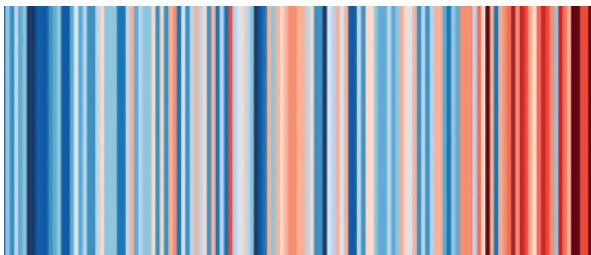


Kalte Nahwärmenetze

Regenerative Heiz- und Kühllösung für Passivhäuser

von Robin Zeh, Björn Ohlsen und Volker Stockinger

Schon die Zertifizierungskriterien eines Passivhauses¹ zeigen, dass der Kühlbedarf im Energiekonzept eine ähnlich große Rolle wie der Heizbedarf spielt. Im Passivhaus darf er, genau wie der Heizenergiebedarf, 15 kWh/(m²a) nicht überschreiten plus einem zulässigen Entfeuchtungsbeitrag. Mit dem Klimawandel ist es mittlerweile auch in Deutschland so, dass ein Hitzesommer den nächsten jagt. Neun der zehn heißesten Jahre seit Beginn der Temperaturmessung in Deutschland entfallen auf die letzten Jahre. Das Jahr 2018 war sogar global das viertwärmste Jahr² überhaupt. Veranschaulicht wird diese Entwicklung durch die, von Ed Hawkins entwickelten „Warming Stripes“ – im Deutschen auch Wärmestreifen oder Klimabarcode genannt.



Klimabarcode für Bayern (1881-2020) zur Veranschaulichung der Klimaerwärmung in Deutschland.³

Daran wird deutlich, dass der Kältebedarf in Zukunft einen immer größeren Stellenwert einnehmen wird, da mit zunehmender Jahresmitteltemperatur das Überhitzungsrisiko der Städte in den Sommermonaten steigt.⁴ Dadurch entwickelt sich gerade bei Bürogebäuden, aber auch zunehmend in Wohngebäuden, ein stetig steigender Trend hin zur Gebäudeklimatisierung.^{5, 6} Passivhäuser werden im Idealfall mit Hinblick auf den Heizenergiebedarf nach Süden ausgerichtet, um die größten solaren Erträge in den Wintermonaten zu erzielen. Allerdings erhöht das die Gefahr der sommerlichen Überhitzung trotz hoch wärmedämmter Verglasung. Hier kann ein stetiger Wärmestrom durch das Fenster zum Aufheizen des Gebäudes beitragen.

Herkömmliche Kühlmethode von Passivhäusern, wie die Vorkühlung der Zuluft der Lüftungsanlage mit einem Erdwärmetauscher oder das Öffnen der Fenster bei Nacht, können aufgrund der steigenden Umgebungstemperaturen stetig geringer ausfallen. Auch dient die konsequente Verschattung der Fensterflächen mit außenliegenden Verschattungsmethoden nicht

der dauerhaften Wohnraumklimatisierung. Um die 15 kWh/(m²a) aktiver Kühlung gemäß Passivhausdefinition zu gestalten, werden derzeit vorwiegend elektrisch betriebene Kälteanlagen eingesetzt. Beim Einsatz einer erdgekoppelten Sole-Wärmepumpe kann jedoch neben der Bereitstellung von Heizwärme für das Gebäude und die Brauchwassererwärmung auch erneuerbare Kälteenergie passiv bereitgestellt werden. Neben Einzelanlagen für die Erdwärmenutzung je Gebäude kann die Versorgung der Wärmepumpe für ein Passivhaus auch über ein kaltes Nahwärmenetz (KNW-Netz) erfolgen, wodurch es von den Synergieeffekten der Gebäudevernetzung profitieren kann.

Kalte Nahwärmenetze

Kalte Nahwärmenetze stellen die logische Weiterentwicklung herkömmlicher Fernwärmenetze auf niedrigem Temperaturniveau dar, um die bisher zwangsläufig entstandenen Wärmeverteilungsverluste zu vermeiden.⁷ Durch den ansteigenden Gebäudestandard und den daraus resultierenden absinkenden Wärmebedarf steigt der prozentuale Anteil der Wärmeverteilungsverluste bei konventionellen Netzen deutlich und liegt bei bis zu 50 % der eingespeisten Wärme. Im KNW-Netz hingegen wird das Trägermedium, in der Regel ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole), auf dem Temperaturniveau des umgebenden Erdreiches zum Endnutzer befördert. Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus treten in den unisolierten Rohrleitungen keine Wärmeverluste mehr auf, sondern werden meistens sogar Wärmegewinne realisiert.

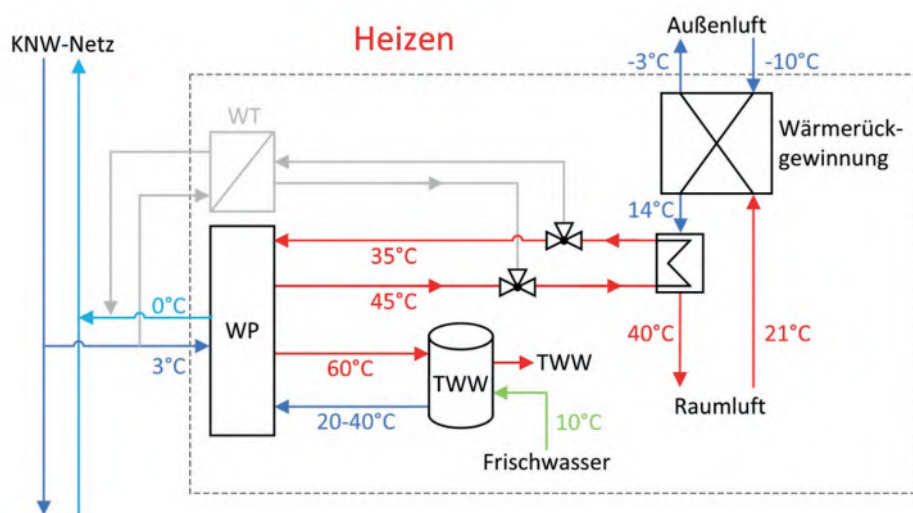
Ein KNW-Netz bietet zudem auch aus hydraulischer Sicht interessante Optionen. Bei einem herkömmlichen Fernwärmenetz ist der Energiefluss im Regelfall „unidirektional“, also von der Wärmequelle (z. B. Heizkraftwerk) hin zur Wärmesenke (z. B. Industrie, Gewerbe, Haushalte). In einem KNW-Netz ist ein „bidi-

rektonaler“ Energiefluss möglich. Es können gleichzeitig positive und negative Energieflüsse, durch beispielsweise gleichzeitiges Heizen und Kühlen, auftreten.⁸ Außerdem werden fortlaufend Wärmegewinne erzielt und weitere Abwärmequellen können erschlossen werden. Somit ist der Energiefluss im KNW-Netz nie dauerhaft gleichgerichtet. Einzelne Gebäude können selbst Energie in Form von Abwärme in den Wärmeverbund liefern. Passivhäuser können hiervon doppelt profitieren. In den Sommermonaten kann mit dem KNW-Netz direkt gekühlt und die Abwärme aus dem Wohnraum in das Netz abgegeben werden. In den Wintermonaten wird die im Netz gespeicherte Wärme für die Gebäudeheizung durch die Wärmepumpe im Passivhaus bereitgestellt. Ist die im Netz gespeicherte Wärmeenergie nicht ausreichend, so liefert eine zentrale Wärmequelle, beispielsweise ein zentrales geothermisches System, die restliche Energie.

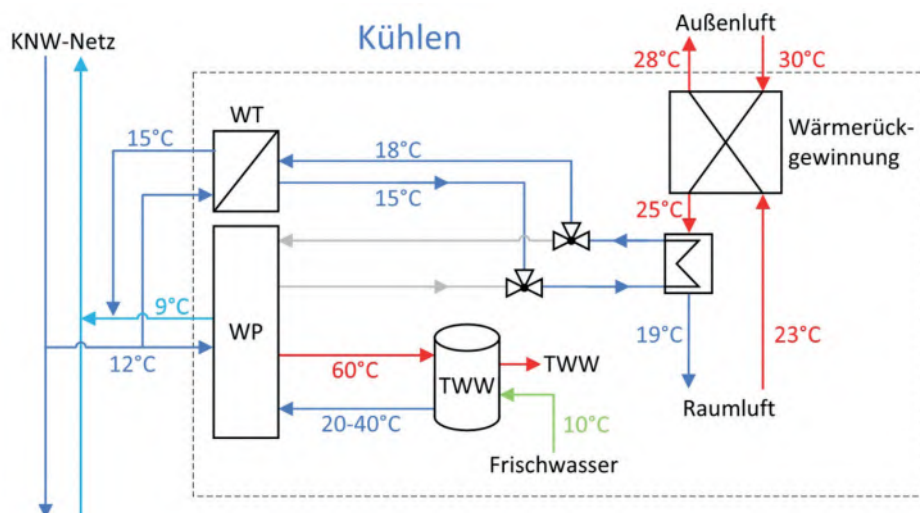
Einbindung der kalten Nahwärme in das Passivhaus

Eine Wärmepumpe, die über ein kaltes Nahwärmenetz versorgt wird, bietet den Vorteil, dass sie zwischen Brauchwasser-, Heizungs- und Kältebereitung wechseln kann. Typischerweise stellt die Wärmepumpe im Winter die meiste Zeit Heizwärme auf einem Temperaturniveau von idealerweise 35 °C für Flächenheizsysteme bereit und wechselt bei Bedarf in den Brauchwasserbetrieb mit etwa 60 °C. Wird die Wärmepumpe in ein Passivhaus integriert, könnte sie neben der typischen Brauchwasserbereitung auch die Wärmeversorgung für einen thermischen Luftheizer oder andere Wärmeübertrager übernehmen.

Der entscheidende Vorteil der Nutzung einer erdgekoppelten Wärmepumpe in einem Passivhaus liegt jedoch in der Kühlfunktion durch die Kombination mit dem kalten Nahwärmenetz, ohne dass zusätzliche Investitionen und Flächenbedarfe für eine Wärme-/Kältequelle im Garten entstehen. Im passiven Kühl-



Einbindung einer Wärmepumpe in ein Passivhaus zum bedarfsgerichten Heizen und Kühlen durch ein kaltes Nahwärmenetz.



betrieb dient die Wärmepumpe als Wärmeübertrager, der im Sommer die Wärme aus dem Gebäude an die ca. 12 °C kalte Sole aus dem KNW-Netz abgibt. Hierfür wird ein Bypass-Wärmetauscher in der Wärmepumpe genutzt. Somit muss dafür nur die Heizungsumwälzpumpe arbeiten, was zu einer hocheffizienten Wohnraumklimatisierung führt.

Demzufolge können mit einer erdgekoppelten Wärmepumpe und einem Wärmeübertrager sowohl die Heizwärme, das Brauchwasser als auch die Kühlung aus regenerativer Energie bereitgestellt werden. Getrennte Wärme- und Kälteerzeuger sind dadurch nicht nötig, was neben den Kosten- auch zusätzliche Platzersparnisse mit sich bringt.

In der Abbildung auf Seite 127 ist die Einbindung der Wärmepumpe in das Wärme- und Kältekonzept des Passivhauses mit beispielhaften Temperaturwerten dargestellt.

Vernetzte Quartiere der Zukunft schon heute – ein Ausblick

In Zukunft werden Gebäude – besonders im städtischen Gebiet – immer mehr sowohl elektrisch als auch thermisch miteinander vernetzt sein. Gebäude, so auch Passivhäuser, bekommen die Möglichkeit, sich von reinen „Consumern“ hin zu sogenannten „Prosumern“ zu entwickeln, die zu bestimmten Zeiten auch Energie in vorgelagerte Netze rückspeisen können. Von Gebäuden mit Photovoltaikanlagen ist das Prinzip im Strombereich bereits bekannt. KNW-Netze überführen dies nun auch in den Wärme- und Kältesektor. Für Siedlungen wird dies vereinzelt schon umgesetzt, z. B. in Bad Nauheim Süd oder im Hüttengelände in Neustadt am Rübenberge. Über ein kaltes Nahwärmenetz und das Stromnetz können alle Häuser elektrisch und thermisch vernetzt werden. Stromüberschüsse aus der Photovoltaikanlage eines Wohngebäudes können so beispielsweise in anderen Gebäuden für die Heizung oder Brauchwasserbereitung mittels Wärmepumpe genutzt werden. Kältebedarfe können wie oben beschrieben über das kalte Nahwärmenetz gedeckt werden und liefern Abwärme ins Netz, die zeitlich und räumlich getrennt wieder genutzt werden kann. Somit wird die überschüssige Wärme nicht einfach als „Abfallprodukt“ an die Umwelt abgegeben, sondern dem Gesamtsystem wieder zugeführt. Je mehr unterschiedliche Gebäudetypen angeschlossen sind, desto stärker können solche Synergieeffekte genutzt werden. So haben beispielsweise Passivhäuser im Frühjahr schon einen Kühlbedarf, welcher durch Wärmerückspeisung ins Netz zum Heizen von anderen Gebäuden mit niedrigeren Energiestandards genutzt werden kann. Noch höhere Effekte lassen sich durch intelligente, miteinander vernetzte Wärmepumpen erzielen. Diese könnten bei hohen Stromüberschüssen und anhand des prognostizierten Wärmebedarfs der nächsten Stunden entscheiden, ob der Strom ins Netz eingespeist und vergütet oder ob er genutzt wird, um die Heizungs- bzw. Brauchwasserspeicher in den Gebäuden aufzufüllen. Dadurch wird die Eigenverbrauchsquote im Quartier gesteigert, wirtschaftliche Anreize gesetzt und das öffentliche Stromnetz entlastet, da weniger und geringere Produktions- und Verbrauchsspitzen auftreten.

Hauseigentümer übernehmen damit neue Rollen, die über die eigene Gebäudetechnik hinausreichen, womit sie den Klimaschutz – durch vernetzte Energiesysteme der Zukunft – aktiv mitgestalten.⁹

Quellen

- 1 Passivhaus Institut, „Kriterien für den Passivhaus-, EnerPHit- und PHI-Energiesparhaus-Standard“. Version 9f, Stand 26.08.2016; Darmstadt.
- 2 Umweltbundesamt, „Die vergangenen fünf Jahre waren weltweit die wärmsten“. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/die-vergangenen-fuenf-jahre-waren-weltweit-die>. Letzter Zugriff 20.08.2020.
- 3 Wetter.de, „Ed Hawkins Warming Stripes“. Verfügbar unter: <https://www.wetter.de/cms/showyourstripes-hier-finden-sie-die-klimawandel-barcode-fuer-alle-16-bundeslaender-4577342.html>. Letzter Zugriff 20.08.2020.
- 4 A. Marx, „Dürremonitor Deutschland“. Verfügbar unter: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>. Letzter Zugriff 07/2020.
- 5 Umweltbundesamt, „Gebäudeklimatisierung“. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/anwendungsbereiche-emissionsminderung/gebäudeklimatisierung>. Letzter Zugriff 08/2020.
- 6 T. Kenkmann, I. Stieß, C. Winger, B. Birzler-Harder, G. Sunderer, „Entwicklung des Energiebedarfs für die Wohngebäudeklimatisierung in Deutschland“. 11. Internationale Energiewirtschaftstagung (IEWT) 2019, Wien.
- 7 R. Zeh, V. Stockinger, „Kalte Nahwärme - Wärme- und Kälteversorgung der Zukunft für Quartiere“. In: Ingenieur Spiegel. 2018(1): Seite 24-26. Bingen am Rhein.
- 8 M. Sulzer, D. Hangartner, „Kalte Fernwärmenetze (Anergienetze). Grundlagen-/Thesenpapier“. 2014; Horv.
- 9 U. Ehrenstein, A.-K. Knemeyer, „Energieausgleich als Weg zu sicherer und wirtschaftlicher Strom- und Wärmeversorgung“. In: Ökologisches Wirtschaften, 2.2017(32): Seite 40-45. München.



ROBIN ZEH

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Technischen Hochschule Nürnberg. Seit 2017 setzt er sich intensiv mit kalten Nahwärmenetzen und oberflächennaher Geothermie auseinander. In diversen Forschungsvorhaben untersucht er das Zusammenspiel von Großkollektoranlagen mit kalten Nahwärmenetzen zur Energieversorgung ganzer Siedlungen. www.th-nuernberg.de



BJÖRN OHLSEN

kommt aus der Energieverfahrenstechnik und koordiniert die Forschungsvorhaben der Energie PLUS Concept GmbH. Er forscht dort u. a. an verbesserten Einsatzmöglichkeiten von oberflächennahen Erdwärmekollektoren im urbanen Raum und sogenannten Erdeisspeichern. www.energie-plus-concept.de



PROF. DR.-ING. VOLKER STOCKINGER

forscht seit über zehn Jahren an Energieversorgungskonzepten für Siedlungen und Quartiere. 2018 hat er die Energie PLUS Concept GmbH gegründet und ist seit 2019 Professor für energiegerechtes Bauen und Gebäudetechnik an der Technischen Hochschule in Nürnberg. www.th-nuernberg.de