

Wärmeverteilung mit dezentralen Nahwärmenetzen

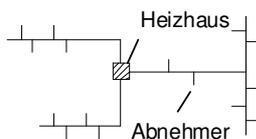
Dr.-Ing. Matthias Gaderer

Technische Universität München, Lehrstuhl für Energiesysteme
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching
gaderer@tum.de, 089 289 16292

Die Investitionskosten in die Wärmeverteilung sind erheblich. Bei einer Wärmeversorgung bestehend aus Hackschnitzelheizwerk und Nahwärmenetz betragen die Kosten für das Nahwärmenetz 35–60 % der Gesamtkosten. Für dezentrale Energieversorgungssysteme stellt das meist eine erhebliche Realisierungshürde dar. Meist besteht weder ein Wärmeverteilsystem noch ein Heizwerk und beides ist neu zu errichten. Insbesondere sind davon betroffen Biomasse basierte Anlagen, wie Holzhackschnitzelheizwerke oder Biogasanlagen, sowie geothermisch oder solarthermisch basierte Wärmeversorgungssysteme.

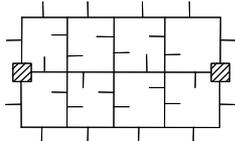
In der Regel werden bei mittleren und kleineren Netzen die Nahwärmenetze als sogenannte Strahlnetze, vergleichbar einer Baumstruktur ausgehend von einem Heizhaus, ausgeführt. Das stellt eine günstig und regeltechnisch handhabbare Lösung dar. Komplexe Ring- oder Maschennetze, bei denen mehrere verschiedene Wärmeerzeuger an verschiedenen Standorten eingebunden werden, sind dagegen seltener oder komplexer. Abbildung 1 zeigt zwei unterschiedliche Netzbauvarianten.

Strahlnetz



- für kleinere und mittlere Netzanlagen
- ergibt die geringste Trassenlänge
- günstige und einfache Netzvariante

Maschennetz



- für große Netzanlagen
- Wärmeerzeuger an verschiedenen Orten möglich
- ergibt ein langes Leitungsnetz
- teure Netzvariante
- optimale Versorgungssicherheit möglich

Abbildung 1: Beispiele verschiedener Netztypen

Den Verlusten der Nahwärmenetze kommt eine große wirtschaftliche Bedeutung zu. So betragen die Netzverluste in dezentralen Nahwärmenetzen je nach Dichte der Abnehmer (Leistungsbelegung) im Jahresmittel in der Regel zwischen 10 und 35 % der zugeführten Energie. Bei Auslegungstemperaturen des Systems verringert sich dieser Verlust auf etwa die Hälfte (Abbildung 2).

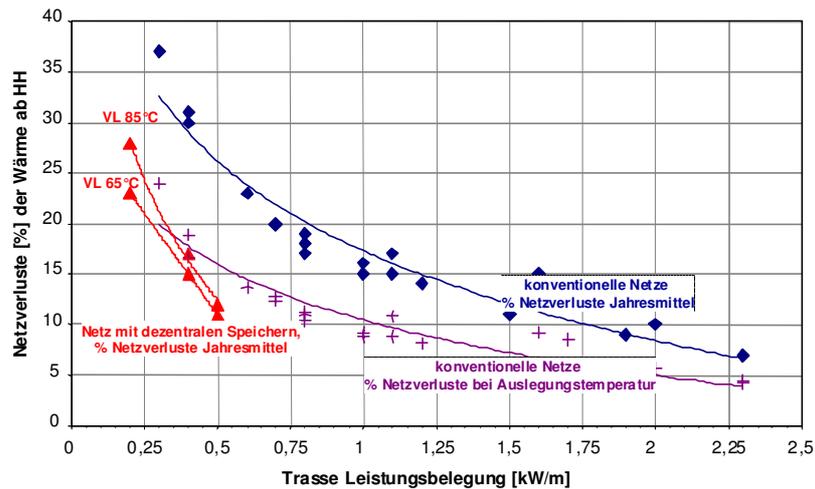


Abbildung 2: Berechnete Verluste von Nahwärmenetzen in % der Wärme ab Heizhaus (HH) als Funktion der angeschlossenen Wärmeleistung, VL ... Vorlauftemperatur

Typische Netzbelegungen betragen 0,5–1,75 kW/m bzw. 1.000–2.500 kWh/m. Ein sehr modernes Einfamilienhaus benötigt heute etwa 8 kW Anschlussleistung und 10.000 kWh pro Jahr. Daraus ergibt sich, dass pro Haus < 10 m Trassenlänge anfallen sollten.

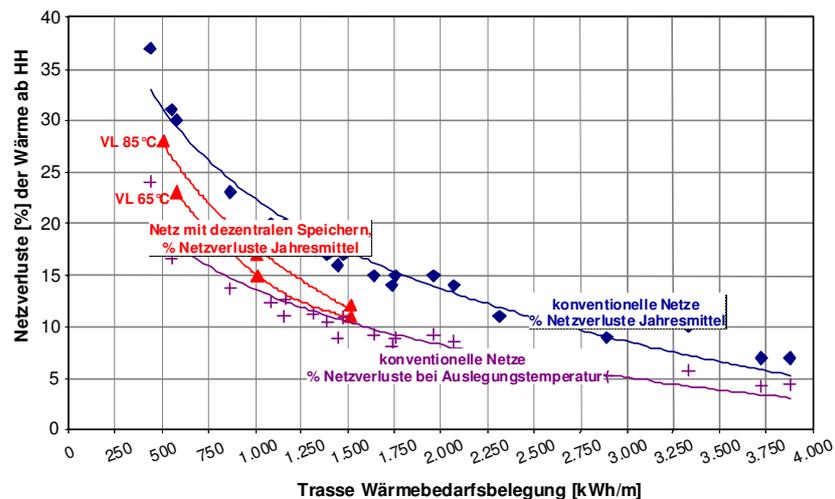


Abbildung 3: Berechnete Verluste von Nahwärmenetzen in % der Wärme ab HH als Funktion der abgenommenen Jahresenergie.

Analysen realisierter Netze zeigen, dass für dezentrale Netze aus wirtschaftlicher Sicht Werte von >1,5 kW/m bzw. >2.000 kWh/m anzustreben sind [1], [2], [3]. In ländlichen Regionen mit überwiegender Einfamilienhausbebauung ist das jedoch kaum zu erreichen. Die Investitionen in dezentrale Netze betragen zwischen 200–500 €/m Trasse. Kosteneinsparungen und die Reduktion der Netzverluste sind vor allem durch Vermeidung von Überdimensionierungen möglich. Um eine Überdimensionierung von Netzen und Wärmeerzeuger zu vermeiden, ist insbesondere der Aspekt der maximal gleichzeitig erforderlichen Leistungsabnahme von Bedeutung. Der sogenannte Gleichzeitigkeitsfaktor beschreibt dabei das Verhältnis von tatsächlich erforderlicher Leistung zu angeschlossener Nenn-Abnehmerleistung.

Die Gleichzeitigkeit ist auch relevant für die Festlegung der erforderlichen Leistung der Kessel im Heizhaus und der Auslegung der Grund- und Spitzenlastverteilung. Ohne Berücksichtigung der

Gleichzeitigkeit der Abnehmer werden die Kesselleistungen im Heizhaus und die Netzleitungen in der Regel überdimensioniert. Nun gibt es für die Ermittlung der Gleichzeitigkeit bei der Trinkwarmwasserversorgung verschiedene Modelle und Normen zur Leistungsermittlung [4], [5],[6]. Für die vorhandene Gleichzeitigkeit der Heizleistung von Gebäuden gibt es jedoch bisher keine Untersuchungen und Modelle. Erste Untersuchungen über die Gleichzeitigkeit auf Basis der Stundenmittelwert-Abnahmeleistungen bei mit Biomasse befeuerten Nahwärmenetzen wurden im Rahmen des Projektes [7] durchgeführt. In weiteren Untersuchungen [8] konnte an spezifischen Abnehmergruppen in Nahwärmenetzen die Gleichzeitigkeit der Leistungsanforderung in Abhängigkeit des Gebäudestandards ermittelt werden. Als Gebäudestandard kann der spezifische Energieverbrauch der Gebäude je m² beheizter Wohnfläche und Jahr benutzt werden. Die Ergebnisse des Gleichzeitigkeitsverlaufes für die Gesamtleistung auf Basis von Stundenmittelwerten sind in Abbildung 4 dargestellt.

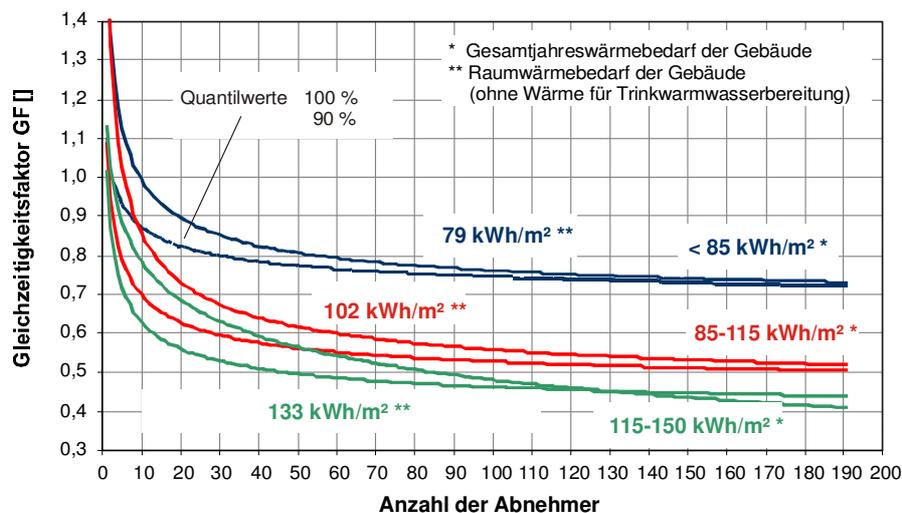


Abbildung 4: Gleichzeitigkeitsverlauf des Gesamtleistungsbedarfs [8]

Für Gebäude mit einem hohen Heizwärmebedarf ergibt sich bei den untersuchten Gebäudegruppen eine deutliche Gleichzeitigkeit. Für Gebäude mit sehr geringem Heizwärmebedarf zeigt sich eine geringere Gleichzeitigkeit d.h. höherer Gleichzeitigkeitsfaktor. Die Gleichzeitigkeit beruht bei Gebäuden mit geringem Heizwärmebedarf überwiegend auf der Gleichzeitigkeit aufgrund der Warmwassererzeugung. Die dafür erforderliche Leistung ist in der Regel größer im Vergleich zur Leistung für die Raumwärmeerzeugung. Bei Gebäuden mit hohem Wärmebedarf überwiegt dagegen die Leistung für die Raumwärmeerzeugung.

Die bisher gezeigten Ergebnisse zeigen, dass die Berücksichtigung einer Gleichzeitigkeit bei Nahwärmenetzen von großer Bedeutung ist. Eine weitere Veränderung des Systems erfolgt, wenn Pufferspeicher integriert werden. Der Effekt eines Speichers besteht darin, den zeitlichen Verlauf eines Leistungsbedarfes zu verändern und die Maxima des Leistungsbedarfes zu reduzieren. In einem Nahwärmenetz kann das durch einen zentralen Pufferspeicher im Heizhaus erfolgen. Der Effekt des Speichers wirkt dabei auf die Wärmeerzeugungsanlagen, nicht jedoch auf die Wärmeverteilung, d.h. auf das Nahwärmenetz zwischen Speicher und Abnehmer.

Pufferspeicher beim Abnehmer wirken dagegen auch auf das Nahwärmenetz und auf die Zuleitung zum Gebäude. Unterschiedliche Gruppen von Speicher wirken auf Hauptleitungen und alle Speicher wirken auf die Wärmeerzeuger im Heizhaus. Dadurch sinkt die maximale vom Heizwerk an die Speicher zu übertragende Leistung. Rohrleitungen und Pumpen können kleiner und somit kostengünstiger ausgelegt werden und im Heizhaus kann ein Grundlastwärmeerzeuger mit geringerer Leistung eingeplant werden.

Literatur

- [1] Österreichisches Kuratorium für Landtechnik (ÖKL) Merkblatt Nr. 67, Technisch-wirtschaftliche Standards für Biomasse-Fernheizwerke, 1999
- [2] Krapf, G.; Evaluierung bestehender Pilot- und Demonstrationsanlagen zur regenerativen Energieerzeugung auf Basis Biomasse in der BRD, 2000, Herausgeber C.A.R.M.E.N, www.carmen-ev.de
- [3] Rutschmann; Verbesserung der Wirtschaftlichkeit automatischer Holzfeuerungen, 1998
- [4] Deutsche Norm: DIN 4701, www.beuth.de
- [5] Deutsche Norm: DIN 4708 Teil 1, Zentrale Wassererwärmungsanlagen, www.beuth.de, 1994.
- [6] Recknagel; Sprenger; Schramek; Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, Oldenbourg Industrieverlag, München, ISBN 3-486-26450-8, Deutschland, 2001
- [7] Winter, W.; Optimierte Dimensionierung von Rohrleitungssystemen für dezentrale Biomasse-fernheizwerke - Projektphase II, BIOS Bioenergiesysteme GmbH, Dissertation, TU-Graz, 2001
- [8] Gaderer, M.; Wärmeversorgung mit fester Biomasse bei kleiner Leistung, ZAE Bayern & Lehrstuhl für Energiesysteme, Technische Universität München, Dissertation, TU München, 2007