



Sonderdruck aus BWK 12-2012

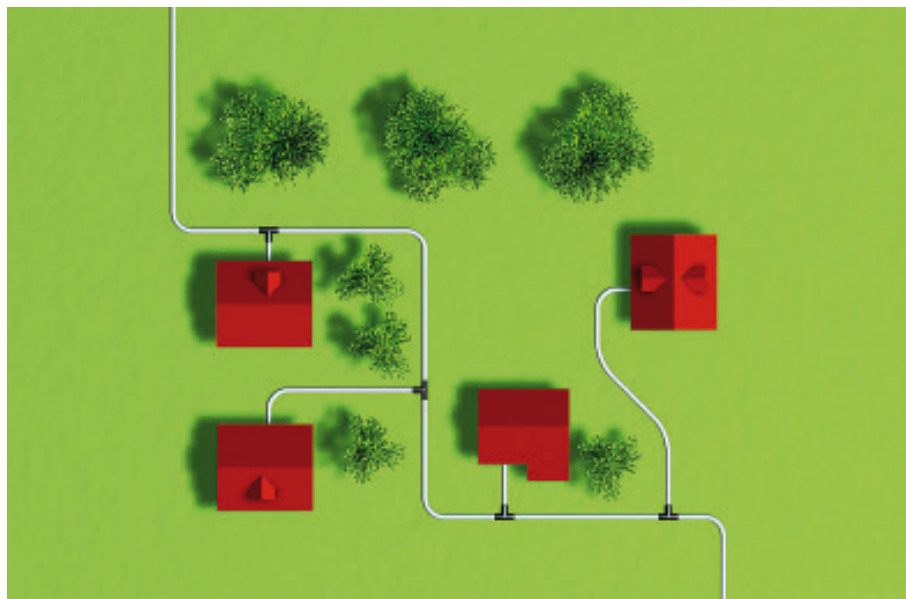
Effiziente Planung von Nahwärmenetzen

Gleichzeitigkeit – der unterschätzte Faktor

Gleichzeitigkeit – der unterschätzte Faktor

NAHWÄRMENETZE |

Wärmeverteilungsnetze sollten möglichst effizient ausgelegt werden. Dabei spielt der Gleichzeitigkeitsfaktor eine wichtige Rolle. Dieser wurde jedoch bisher in kleinen Nahwärmenetzen kaum berücksichtigt. Bei konsequenter Berücksichtigung können die Hauptleitungen allerdings um mindestens eine Dimension reduziert werden, mit erheblichen Investitionseinsparungen je nach Leitungslänge und Netzgeometrie.



Bedingt durch den individuellen, zeitlich unterschiedlichen Verlauf der Leistungsanforderung der einzelnen Abnehmer in Versorgungsnetzen kommt es zu einer zeitlichen Streuung der Leistungsspitzen. Dadurch verringert sich die tatsächlich erforderliche maximale Gesamtleistung gegenüber der Summe der nominellen Nennleistungen der einzelnen Abnehmer. Dieser Effekt wird als Gleichzeitigkeit bezeichnet und stellt eine wesentliche Kenngröße für die Dimensionierung von Versorgungsnetzen dar.

Bei der Planung von Stromnetzen oder im Bereich der Wasserversorgung spielt der Gleichzeitigkeitsfaktor eine wichtige Rolle. Bei der Dimensionierung von Stromleitungen etwa wird berücksichtigt, dass nie der gesamte Leistungsumfang gleichzeitig von den Verbrauchern angefordert wird. Hier werden im analogen Netzbereich Gleichzeitigkeiten von $< 0,3$ angesetzt.

Auch bei der Planung von Nahwärmenetzen kommt dem Gleichzeitigkeitsfaktor eine wichtige Bedeutung zu. Um Netz und Wärmeerzeugungsanlagen optimal auslegen zu können, muss die innerhalb des Nahwärmenetzes maximal benötigte Leistung ermittelt werden.

In der folgenden Gleichung wird der Gleichzeitigkeitsfaktor auf den Zeitpunkt der Maximalleistung bezogen:

$$GLF = \frac{\sum_{i=1}^m P_i(t_{MAX})}{\sum_{i=1}^m P_{N,i}} \quad (1)$$

mit:

GLF: Gleichzeitigkeitsfaktor;

$P_i(t_{MAX})$: abgenommene Leistung [kW] des Abnehmers zum Zeitpunkt t_{MAX} der maximalen Leistungsanforderung der betrachteten Gruppe;

$P_{N,i}$: Nennleistung [kW] des Abnehmers i ;

m : Anzahl der Abnehmer in der betrachteten Gruppe.

Für die Berechnung des Gleichzeitigkeitsfaktors werden unterschiedliche Abnehmergruppen einbezogen: Betrachtet man bei der Dimensionierung der Wärmeerzeugungsanlagen alle zu versorgenden Abnehmer, werden bei der Auslegung des Netzes einzelne Rohrabschnitte dimensioniert. In die Berechnung werden daher nur jene Abnehmer einbezogen, deren hydraulischer Strömungspfad über den betrachteten Rohrabschnitt führt [1].

Ganz allgemein wird der Gleichzeitigkeitsfaktor durch die Zahl der Wärmeabnehmer beeinflusst, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind: Die Differenz zwischen der tatsächlich erforderlichen maximalen Gesamtleistung ab dem Heizhaus beziehungsweise Heizkraftwerk und der Summe der individuellen Maximalleistungen nimmt mit steigender Abnehmeranzahl zu. Jedoch spielen auch die Höhe der Nennleistung und der Gebäudetyp für die exakte Ermittlung des Gleichzeitigkeitsfaktors eine wesentliche Rolle.

Ermittlung des Gleichzeitigkeitsfaktors

Für homogene Nahwärmenetze, in denen Abnehmer mit ähnlich großer Wärmeleistung sowie ähnlich großen durchschnittlichen Wärmeverbräuchen vorkommen, kann der Gleichzeitigkeitsfaktor berechnet werden.

In einer Untersuchung auf Basis der Stundenmittelwert-Abnahmeleistungen bei mit Biomasse befeuerten Nahwärmenetzen ergab sich der in **Bild 1** dargestellte Gleichzeitigkeitsverlauf (blauer Graph). Der ermittelte Gleichzeitigkeitsverlauf für die Gesamtwärmeleistung

wurde durch folgende Gleichung mit den Parametern a bis d angenähert, somit kann für homogene Nahwärmenetze bzw. einzelne Stränge von Wärmenetzen der Gleichzeitigkeitsfaktor mit Gleichung (2) berechnet werden:

$$GLF_{ges}(n) = a + \frac{b}{1 + \left(\frac{n}{c}\right)^d} \quad (2)$$

mit:

$GLF_{ges}(n)$: Gleichzeitigkeitsfaktor der Gesamtwärmeleistung [1];

n: Anzahl der Abnehmer;

a = 0,4497;

b = 0,5512;

c = 53,8438;

d = 1,7627.

Der Parametersatz läuft asymptotisch gegen den Wert von 0,45. Für die Untersuchung wurden die Wärmezählerdaten der Salzburger Heizwerke von den Ortschaften Tamsweg und Strasswalchen ausgewertet. Insgesamt konnte somit auf Daten von 559 Anschlussnehmern zurückgegriffen werden. Bei beiden Netzen ist eine gemischte Abnehmerstruktur aus Wohngebäuden verschiedenen Alters, Gewerbe- und Nutzgebäuden vorhanden. Unter Anwendung statistischer Methoden konnte die Näherungsfunktion für den Gleichzeitigkeitsfaktor in Abhängigkeit der Anzahl der Abnehmer ermittelt werden. Die Gleichzeitigkeit ist bezogen auf die Summe der Abnehmer-Nennleistungen. Diese wurden im Rahmen der Untersuchung für jeden Abnehmer auf Basis der stündlich aufgezeichneten Abnahmewerte an den Hausübergabestationen für die jeweilige Nennleistung ermittelt bzw. extrapoliert [1].

Literatur

[1] Winter, W.; Haslauer, T.; Oberberger, I.: Untersuchungen der Gleichzeitigkeit in kleinen und mittleren Nahwärmenetzen. In: Euroheat & Power (2001), Nr. 9/10.

[2] Scharf, P.: Evaluierung eines Berechnungsansatzes zur Bestimmung des Gleichzeitigkeitsfaktors bei Nahwärmenetzen. Bachelorarbeit im Fachbereich Maschinenbau und Versorgungstechnik an der Fachhochschule Nürnberg, 2012.

[3] Gaderer, M.: Wärmeversorgung mit fester Biomasse bei kleiner Leistung. Dissertation an der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München, 2007.

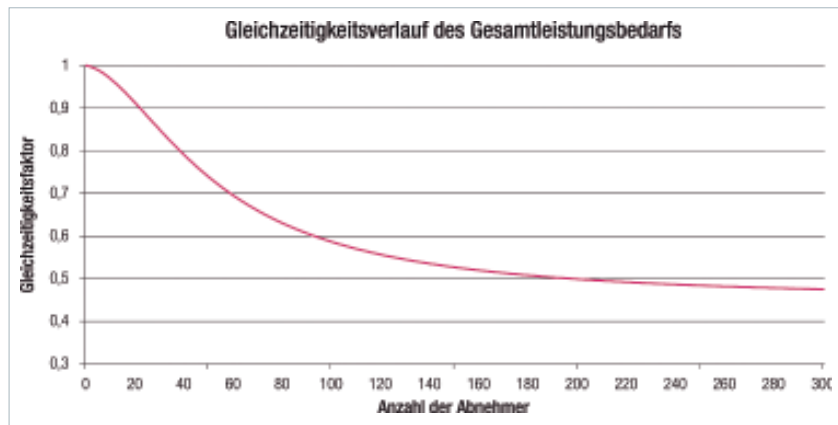


Bild 1

Gleichzeitigkeitsverlauf in Abhängigkeit der Anzahl der Anschlussnehmer [1].

Nahwärmenetz Meßkirch

Beispielhaft sei hier das Nahwärmenetz der Kleinstadt Meßkirch im Landkreis Sigmaringen genannt, das durch den Projektentwickler „Solarcomplex“ geplant, gebaut und betrieben wird. Die angeschlossenen Gebäude des Netzes sind zu 85 % Einfamilienhäuser, der angeschlossene Rest besteht aus Mehrfamilienhäusern, einer Schule inklusive Turnhalle sowie der lokalen Stadthalle und Rettungswache. Das Netz ist dadurch von relativ heterogener Struktur mit einem Leistungsbereich zwischen 10 bis knapp 400 kW. Ausgelegt wurde das Netz auf übliche Vorlauf-/Rücklauftemperaturen (80 °C / 60 °C).

Bei 67 Abnehmern wurde für das Wärmenetz ein durchschnittlicher Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 angesetzt, das heißt, das Netz wurde auf 70 % der Summe aller einzelnen Anschlussleistungen ausgelegt. Bei der Untersuchung der Netzleistung im kältesten Zeitraum des Jahres 2011/12 wurde trotzdem festgestellt, dass kleinere Reserven an Mehrleistung vorhanden waren.

Aus den Klimadaten der Region ist darüber hinaus ersichtlich, dass dieser maximale Leistungsbedarf nur an sehr wenigen Tagen im Jahr zu erwarten ist. Im restlichen Jahreszeitraum ist die benötigte Wärmeleistung deutlich geringer, so dass sich hier Gleichzeitigkeiten deutlich << 0,7 ergeben [2].

Generell können erhöhte Leistungsbedarfe teilweise auch schon durch kurzzeitige Anhebung der Vorlauftemperatur oder des Volumenstroms im Netz ohne Probleme zur Verfügung gestellt werden. Aufgrund der wenigen Tage im Jahr, an denen solche Maßnahmen notwendig

Die Formel gilt allerdings nur für Abnehmer mit ähnlich großer Wärmeleistung und Mischgebieten mit sowohl Altbauten als auch sanierten Gebäuden bis hin zu Neubauten. Befinden sich in der betrachteten Gruppe ein oder mehrere Abnehmer mit deutlich größerer Wärmeleistung als die der restlichen Abnehmer, so verändert sich die Gleichzeitigkeit hin zu größeren Gleichzeitigkeitswerten.

Ganz allgemein ist festzuhalten, dass bei Wohngebieten mit ausschließlich Altbauten der Gleichzeitigkeitsfaktor geringer ist als bei Neubausiedlungen. Einer der Hauptgründe dafür ist die heutige deutlich effizientere Heizungstechnik und die damit verbundene geringere erforderliche Leistung für die Gebäudeheizung, die jedoch im Auslegungszustand kontinuierlicher benötigt wird, im Vergleich zu den größeren Schwankungen der Leistungsabnahme bei älteren Gebäuden.

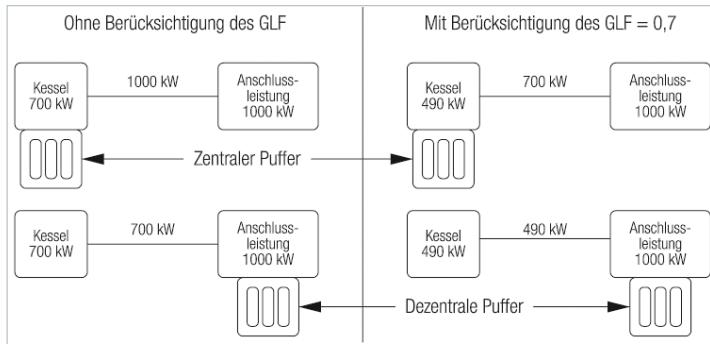
Heterogene Netze

Die Mehrzahl der in den letzten Jahren auf Basis Bioenergie entstandenen Nahwärmenetze ist allerdings heterogen, mit sehr unterschiedlichen Leistungsbedarfen. Hier fehlte bisher die Berechnungsgrundlage, um den Gleichzeitigkeitsfaktor exakt zu ermitteln.

Obwohl keine allgemein anerkannte Methode zur Berechnung des Gleichzeitigkeitsfaktors bekannt ist, werden in der Praxis Gleichzeitigkeitsfaktoren zwischen 0,5 bis 0,9 anhand von Erfahrungswerten angesetzt. Versierte Planungsbüros bzw. Planer mit Unterstützung von erfahrenen Ingenieuren wie dem RehaU-Planungszentrum setzen solche Faktoren schon seit einigen Jahren erfolgreich ein. Schon ab einer Anzahl von rund zehn Wärmeabnehmern kann mit Gleichzeitigkeiten < 1 gerechnet werden.

Bild 2

Einsatz von Pufferspeichern mit und ohne Gleichzeitigkeitsfaktor.



wären, ist der daraus resultierende Verschleiß nicht kritisch zu sehen. Hersteller wie Rehau haben hier umfangreiche Ergebnisse der Zeitstandfestigkeit der Rohrleitung auch bei höheren Temperaturen vorliegen. Selbst mit Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors bestehen also Reserven im Netz, die im Bedarfsfall ausgeschöpft werden können. Deswegen sollte deshalb bei der Auslegung von Nahwärmenetzen tendenziell eher schlanker dimensioniert werden.

Einsatz von Pufferspeicher

Ebenfalls entscheidend für die effiziente Dimensionierung des Wärmenetzes ist der Einsatz von Pufferspeichern. Bisher

wurden Pufferspeicher fast ausschließlich am Heizhaus installiert (zentraler Pufferspeicher). In diesem Fall wirkt der Effekt des Speichers auf die Wärmeerzeugungsanlagen, jedoch nicht auf die Wärmeverteilung, er hat also keinen Einfluss auf das Nahwärmenetz zwischen Speicher und Abnehmer. Im Gegenzug dazu besteht die Möglichkeit, viele kleine Pufferspeicher bei den einzelnen Abnehmern zu realisieren (dezentrale Pufferspeicher), Bild 2. Diese dezentralen Pufferspeicher haben sowohl positive Auswirkungen auf die Wärmeerzeugung als auch auf die Wärmeverteilung. Somit können die Wärmeerzeugungsanlagen und auch die Rohrleitungen und Pumpen kleiner und dadurch kostengünstiger

ausgelegt werden. Wird zudem noch der Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt, kann noch effizienter dimensioniert werden [3].

Fazit

In vielen Fällen werden Wärmeerzeuger und die angehängten Wärmenetze zu groß dimensioniert, um eine überhöhte Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Neben einfachen Maßnahmen im Netzbetrieb stellt insbesondere ein abgestimmtes Pufferspeichermanagement und der Ansatz eines adäquaten Gleichzeitigkeitsfaktors in der Dimensionierung von Nahwärmenetzen ein enormes Potenzial zur Reduzierung der Investitions- und langfristig der Betriebskosten dar. Beeinflusst wird der Gleichzeitigkeitsfaktor durch die Zahl und Art der Wärmeabnehmer, die an das Versorgungsnetz angeschlossen sind. Schon bei etwa zehn Anschlussnehmern besteht die Möglichkeit der Anwendung dieses Faktors. Bei größeren Netzen führt der Ansatz des Gleichzeitigkeitsfaktors zu einer Reduzierung der Hauptleitung um mindestens eine Dimension. Dadurch kann es zu Investitionseinsparungen je nach Leitungslänge und Netzgeometrie kommen.

www.rehau.de

© Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf 2012

Bau
Automotive
Industrie



Bene Müller, Vorstand der Solarcomplex AG, Projektentwickler und Betreiber u.a. von 7 Bioenergiedörfern am Bodensee (4.v. links)

„Bei der Realisierung effizienter Wärmenetze für unsere Bioenergiedörfer ist REHAU für uns seit Jahren ein verlässlicher Partner.“

www.rehau.de

PARTNERSCHAFT VERBINDET

- Internationale Erfahrung in der Planung und Entwicklung von dezentralen Wärmekonzepten
- Langjährige Zusammenarbeit mit den wichtigsten Know-how Trägern im Markt Bioenergie
- Innovationstreiber in der effizienten Planung von dezentralen Nahwärmenetzen

