



# Optimierung von Wärmenetzen bei KWK-Anlagen



# Optimierung von Wärmenetzen bei KWK-Anlagen

## Wärmenetze als „Bestandteil“ von KWK-Anlagen

In der Vergangenheit wurde häufig eine strikte Trennung der Wärmeerzeugung von der Wärmeverteilung praktiziert. Bei der Auslegung der Wärmeerzeugungsanlage wurden die Parameter des Wärmenetzes quasi als fixe Eingabegrößen betrachtet.

Mehr und mehr setzt sich aber die Erkenntnis durch, dass Erzeugung und Verteilung als Gesamtsystem zu betrachten und zu optimieren sind. Steht der Neubau oder die Modernisierung einer Wärmeerzeugungsanlage an, sollte auch untersucht werden, ob eine Optimierung des Wärmeverteilungssystems möglich ist. Insbesondere beim Einsatz von Gasturbinen besteht durch die gemeinsame Betrachtung von Erzeugung und Verteilung ein großer Optimierungsspielraum.

*Für die Auslegung von Wärmenetzen sind maßgebend:*

- der Wärmedurchsatz,
- die Wärmehöchstlast, d. h. die unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors errechnete Summe der Wärmeanschlusswerte aller Abnehmer,
- die Umlaufgeschwindigkeit des Wärmeträgers und dessen
- Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf, die so genannte Temperaturspreizung.

Moderne Netze streben eine möglichst hohe Spreizung, bei niedriger Rücklauftemperatur, an, da diese einen wichtigen Einflussfaktor für den wirtschaftlichen Betrieb darstellt. Übertragungskapazität, Pumpaufwand, Wärmeverluste und der Wirkungsgrad bei Kraft-Wärme-Kopplungen hängen von diesem Parameter ab.

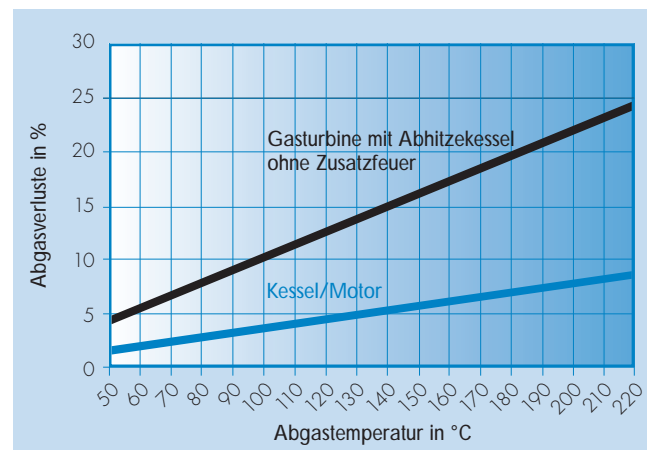
*In Bezug auf den Gesamtnutzungsgrad einer KWK-Anlage spielt die Temperaturspreizung eine entscheidende Rolle:*

- Die Rücklauftemperatur sollte möglichst stark abgesenkt werden, denn ein hoher Rücklauf ist gleichbedeutend mit höheren Wärmeverlusten, kleinerer Temperaturspreizung, d. h. größerer Wassermenge und somit größerem Pumpaufwand, eingeschränkter Übertragungskapazität des Netzes und niedrigerem Erzeugungswirkungsgrad bei Kraft-Wärme-Kopplungen.

- Die Vorlauftemperatur des Fernwärmenetzes sollte so tief wie möglich gehalten werden, denn sie hat direkten Einfluss auf die Stromausbeute der Kraft-Wärme-Kopplung, die Wärmeverluste im Fernwärmenetz sowie auf die durch das Temperaturniveau resultierenden Sicherheitsanforderungen. Bei bestehenden Netzen kann eine niedrigere Vorlauftemperatur nur erreicht werden, wenn zuvor die Rücklauftemperatur abgesenkt wurde.

## Absenkung von Vor- und Rücklauftemperatur – Einfluss auf den Nutzungsgrad

Eine Senkung des Temperaturniveaus der Wärmeauskopplung ermöglicht grundsätzlich eine Absenkung der Abgastemperatur und damit der Abgasverluste. Die tatsächlichen Einsparungen hängen von der jeweiligen Anlagenkonfiguration ab. Zum Teil können sie erst durch die Installation zusätzlicher Abgaswärmetauscher erschlossen werden. Das große Potenzial, das die Absenkung der Abgastemperatur bietet, zeigt die folgende Abbildung.



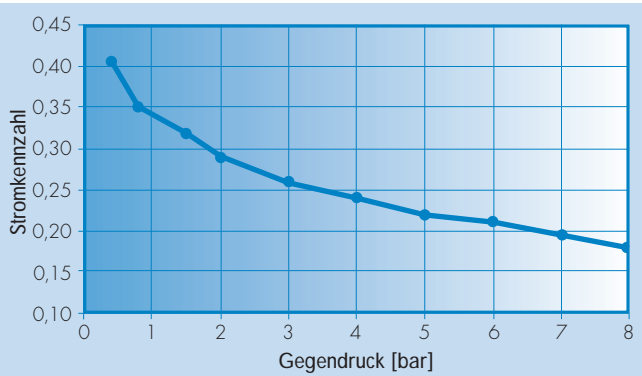
Es wird deutlich, dass die Absenkung der Abgastemperatur bei Gasturbinen-Heizkraftwerken mit ungefeuerten Abhitzekegeln, auf Grund des großen Abgasmassensstromes, erheblich höhere Einsparpotenziale erschließen kann als bei konventionellen Kesselanlagen oder gasmotorischen Blockheizkraftwerken.

Durch den Einsatz von Brennwertwärmetauschern können zusätzlich zu den ausgewiesenen Einsparungen bei Abgastemperaturen unter 50 Grad weitere Potenziale erschlossen werden, die Nutzungsgrade von über 100 % ermöglichen.

## Vorlauftemperatur und elektrischer Wirkungsgrad

Während der elektrische Wirkungsgrad bei Gasmotoren und Gasturbinen von den Vor- und Rücklauftemperaturen

weitgehend unabhängig ist, hängt er bei Dampfturbinenprozessen direkt von dem Temperaturniveau der Wärmeauskopplung ab. Auch hier werden die konkreten Auswirkungen von der jeweils vorliegenden Anlagen- und Prozesssituation bestimmt. Exemplarisch sind sie im folgenden Bild dargestellt.



Am Beispiel einer Gegendruck-Dampfturbine (Frischdampfparameter 480 Grad, 60 bar) ist der Einfluss des Gegendrucks auf die Stromkennzahl dargestellt. Je höher die Vorlauftemperatur eines Wärmenetzes ist, umso höher ist auch der benötigte Gegendruck. Die Stromkennzahl, die das Verhältnis der im KWK-Prozess erzeugten Strom- zur erzeugten Wärmemenge beschreibt, nimmt mit steigendem Gegendruck erheblich ab. Im konkreten Beispiel könnte bei einem Gegendruck von 0,8 bar nahezu die doppelte Menge Strom wie bei einem Gegendruck von 8 bar erzeugt werden, ohne dass es zu einer Zunahme der Wärmeproduktion käme.

### Rücklauftemperatur und Stromerzeugung

Eine Senkung der Rücklauftemperatur reduziert die Dampfantnahme bei hohen Temperaturen und ermöglicht dementsprechend eine höhere Stromausbeute in der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage.

Für eine zweistufige Wärmeauskopplung resultiert zum Beispiel bei 10 Grad Rücklauftemperaturabsenkung eine Erhöhung der Stromproduktion um  $5 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{MWh}_{\text{th}}$ .

Gerade im Zusammenhang mit einer Modernisierung bestehender KWK-Anlagen durch neue GuD-Kraftwerke ist es daher möglich, durch Optimierungsmaßnahmen auf der Abnehmerseite eine Erhöhung der Gesamtwirtschaftlichkeit durch Verbesserung der Stromkennzahl zu erreichen.

**Neben den bisher genannten „KWK-spezifischen“ Effekten einer Netzoptimierung ergeben sich noch weitere Vorteile:**

### ● Rücklauftemperatur und Verteilungsverluste

Eine Senkung des Temperaturniveaus in der Rücklaufleitung des Wärmenetzes minimiert die Wärmeverluste, da die Differenz im Rücklauf zwischen Heizwasser und Umgebungstemperatur abnimmt. Eine Senkung der Rücklauftemperatur reduziert die Wärmeverluste um ca. 0,6 % pro Grad Celsius. Hieraus resultiert eine Reduktion in der Größenordnung von 1 % bezogen auf die eingespeiste Leistung bei 10 Grad Absenkung der Rücklauftemperatur.

### ● Rücklauftemperatur und Transportkosten

Wird die Rücklauftemperatur gesenkt, erhöht sich die Temperaturspreizung im Netz, mit der Folge, dass sich der notwendige Volumenstrom verkleinert.

Konsequenz: Verringerung der erforderlichen Pumpenleistung und damit eine Einsparung an aufzuwendenden Stromkosten.

Eine Erhöhung der Temperaturspreizung um 10 Kelvin reduziert die Förderleistung in der Größenordnung von 40 %.

Hierbei sind Vorteile von drehzahlgeregelten Pumpen eindeutig. Zur Verteilung der Wärme werden zwischen 4 und 10 kWh Strom pro MWh Wärme benötigt. Ohne drehzahlgeregelte Pumpen ist ein Strombedarf von mehr als 30 kWh pro MWh Wärme üblich.

### Fazit

Bei der Modernisierung bzw. beim Neubau einer Wärmeerzeugungsanlage sollte grundsätzlich eine Optimierung auf der Netz-/Abnehmerseite geprüft werden.

Durch diese Maßnahmen kann oftmals die Wirtschaftlichkeit der Erzeugungsanlage deutlich verbessert werden. Sollte diese Verbesserung allein nicht ausreichen, um die zur Optimierung des Netzes notwendigen Investitionen zu rechtfertigen, kann deren Wirtschaftlichkeit häufig erreicht werden, wenn neben den Effekten auf der Erzeugerseite auch die auf der Netzseite (Verteilungsverluste, Pumpstrom ...) berücksichtigt werden.

Gerade GuD-Anlagen profitieren von Netzoptimierungen in besonderer Weise, da hier oftmals eine Erhöhung der Stromkennzahl und damit eine Steigerung der (im Rahmen des KWK-Gesetzes geförderten) KWK-Stromerzeugung erreicht wird.

