

Praxisbeispiele aus energetischer Optimierung kleiner Fernwärmern

K. Paar, O. Pomberger

Güssing Energy Technologies GmbH, 7540 Güssing, Österreich

ABSTRACT:

Biomasse-Nahwärmenetze sind ein wichtiger Beitrag zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung und fördern zugleich die regionale Wertschöpfung. Der effiziente und emissionsarme Betrieb derartiger Anlagen setzt jedoch eine intelligente Vernetzung zwischen der Energiebereitstellung, der Energiespeicherung und der Energieverteilung voraus. Erst dadurch kann eine gezielte Anpassung der Lastverteilung an die optimalen Betriebsbedingungen der Wärmeversorgungseinheit unter Berücksichtigung der Nutzeranforderungen erfolgen. Derzeit werden hingegen die Fernwärmenetze bedarfsorientiert betrieben. Das bedeutet, dass die Leistung des Wärmeerzeugers immer an den momentanen Bedarf aller Wärmeabnehmer angepasst wird. Dies führt zu ungünstigen Betriebspunkten mit geringen Wirkungsgraden und hohen Emissionswerten. Aus diesem Grund werden zurzeit viele Forschungsaktivitäten im Bereich intelligenter, prädiktiver Netzregelung durchgeführt.

Doch es liegt auch noch sehr großes Potential in der regelungstechnischen Optimierung von bestehenden Fernwärmanlagen, ohne Änderungen an Regelungsalgorithmen und ähnlichem durchzuführen. In diesem Beitrag soll ein Erfahrungsbericht aus regelungstechnischen und anderen Optimierungsmaßnahmen an kleinen Fernwärmenetzen gegeben werden. Dabei werden einerseits Analyse- und Bewertungskennzahlen präsentiert, typische, immer wiederkehrende Problemfälle aufgezeigt und die Ergebnisse aus den gemachten Optimierungsmaßnahmen vorgestellt.

Das Paper soll auch aufzeigen, dass neben Forschungsprojekten auch die Umsetzung von bestehendem Know-How einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele liefern kann und muss.

1. EINLEITUNG

Biomasse-Nahwärmenetze als wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung sind in Österreich, gerade auch im Burgenland, weit verbreitet. Eine Vielzahl dieser Anlagen wird bedarfsorientiert betrieben, was teilweise zu ungünstigen Betriebspunkten beim Kessel (Schwachlast, stark wechselnde Lasten) und damit zu verschlechterten Emissionswerten führt. Auch in der Netz-Regelung ist noch großes Optimierungspotential vorhanden. Derzeit gibt es daher viel Forschungstätigkeit in Richtung intelligenter Regelstrategien, welche auf prädiktiven Ansätzen basieren.

Im Vergleich dazu soll anhand des Beispiels Nahwärmenetz Mischendorf im Bezirk Oberwart gezeigt werden, wie viel Potential noch darin liegt, bestehendes Know-How einzusetzen und damit Einsparungen und eine Verbesserung der Betriebssituation zu erwirken.

2. KENNZAHLEN ZUR BEWERTUNG

Zur Analyse und Bewertung eines kleinen Nahwärmenetzes bedarf es einiger Kennzahlen, die mithilfe der gespeicherten Daten der Heizwerk-Visualisierung oder mittels Messungen ermittelt und errechnet werden können. Bestehende Messinfrastruktur wie Wärmemengen- und Durchflusszähler sowie Temperaturfühler sind von großem Vorteil, wichtig ist allerdings auch die laufende Aufzeichnung der Messdaten und die Zugänglichkeit dieser. Messtechnisch gut ausgebaute Nahwärmenetze wie jenes in Mischendorf verfügen auch über fernauslesbare Zähler in den Übergabestationen, bei denen in Echtzeit die Verbrauchs- und Durchflussdaten sowie andere Daten zu Ventilstellungen und Boilerladung abgegriffen werden können.

Eine wichtige Kennzahl ist der Wärmeverlust im Netz, welcher durch die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf- bzw. Rücklauf- und Erdreichtemperatur kommt. Die Ermittlung dieser Verluste erfolgt rechnerisch aus einer Subtraktion der verkauften Energie von der bereitgestellten, also ins Netz gelieferten Energie. Dabei wird die Summe der Energiemengen der Verbrauchszähler von der Energiemenge des Netzzählers abgezogen. Es ergibt sich der Netzverlust, welcher mit der eingespeisten Energie in Bezug gesetzt werden kann und somit die prozentuellen Netzverluste darstellt.

Eine weitere, oft unterschätzte Kennzahl ist der spezifische Volumenstrom. Dieser gibt die für eine bestimmte Energiemenge durchs Netz gepumpte Wassermenge an und wird in Kubikmetern pro Megawattstunde thermisch [$\text{m}^3/\text{MWh}_{\text{th}}$] definiert. Diese Kennzahl gibt Aufschluss über den Pumpenergieaufwand des Nahwärmenetzes.

3. TYPISCHE PROBLEMFÄLLE

Das größte Problem, welches oftmals bei kleinen Fernwärmen auftritt, sind hohe Netzverluste, vor allem in den Sommermonaten. Diese kommen oft durch eine zu schwache Trassenbelegung, aber auch fehlende Großverbraucher wie Industrie und Gewerbe, geschuldet der ländlichen Umgebung, zustande. Da im Sommer in der Regel kein Heizbetrieb von Nöten ist, beschränkt sich die Wärmeabnahme auf die Boilerladung zur Warmwasserbereitung bei den Abnehmern. Dadurch sinkt die verkaufte Energiemenge in dieser Zeit stark. Die absoluten Netzverluste ändern sich über das Jahr nur geringfügig, da die Fernwärmeleitungen in einer Tiefe verlegt sind, in der die Schwankungen der Erdreichtemperatur relativ gering sind. Die relativen Netzverluste steigen im Sommer jedoch aufgrund der oben erwähnten Abnahme der verkauften Energiemenge stark an. Die Abb. 1 zeigt die relativen Netzverluste des untersuchten Netzes. Bei den im Diagramm gezeigten Werten handelt es sich um Durchschnittswerte der betrachteten 3 Jahre.

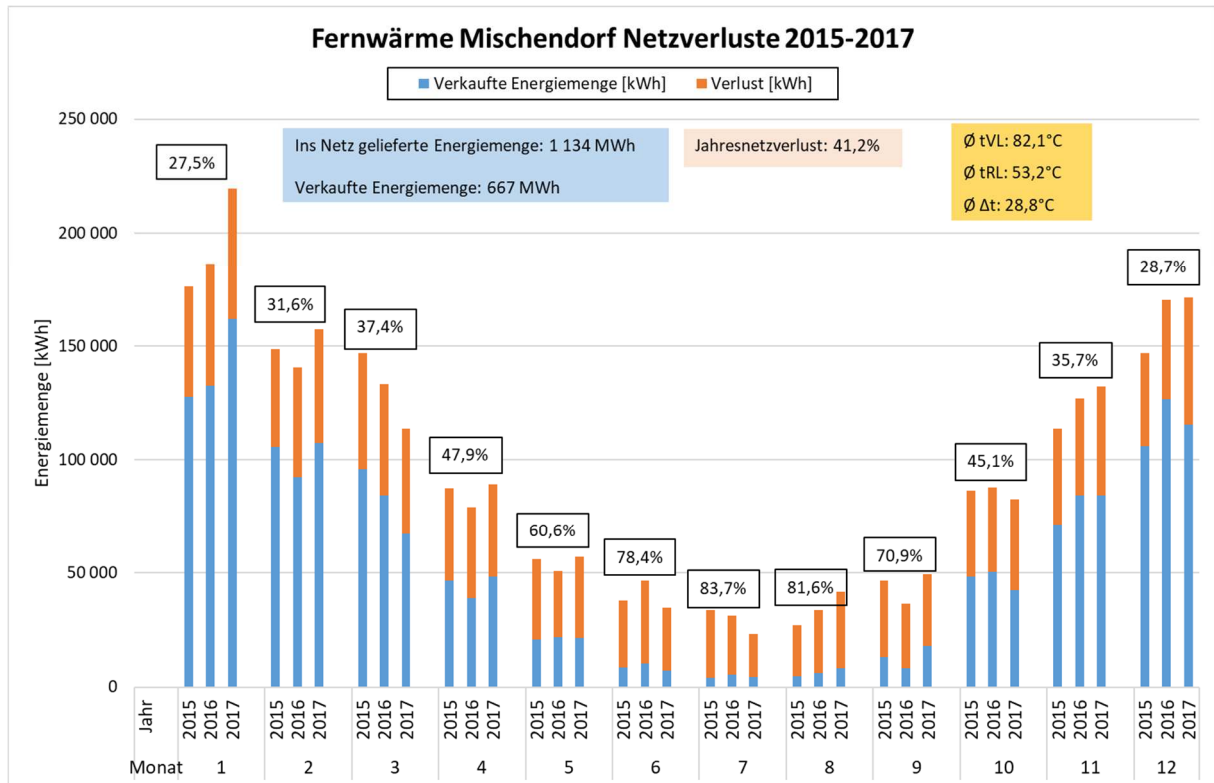


Abb. 1: Netzverluste in den Jahren 2015-2017

Ein weiteres Problem kleiner Fernwärmesysteme ist die Dimensionierung der Hauptpumpe. Diese wird oftmals früh zu Projektbeginn ausgelegt – in dieser Projektphase ist die Zahl der potentiellen Abnehmer noch hoch. Oftmals kommt es dann jedoch zu deutlich weniger tatsächlichen Anschlüssen als geplant. Ein weiterer Punkt ist der Sicherheitsgedanke bei der Pumpenauslegung (Reserven der Hauptpumpe für zukünftige Anschlüsse). Die Auslegung der Pumpe erfolgt damit für einen Betriebspunkt, der in der Realität selten bis nie tatsächlich erreicht wird. Für die tatsächlichen Betriebsbedingungen ist die Pumpe dann meist deutlich zu groß.

Führt eine Pumpe in einem Bereich mit sehr geringem Volumenstrom, so kann die Leistung der Pumpe selbst mit einem Frequenzumrichter nicht unter eine gewisse Schwelle gedrosselt werden (meist ca. 20 % der Nenndrehzahl). Im untersten Bereich ergibt sich oft ein schlechter Gesamtwirkungsgrad der Pumpe, welcher in der Praxis durchaus bei unter 10 Prozent liegen kann. Dies führt zu hohem Stromverbrauch und somit hohe Kosten für den Heizwerksbetreiber. Dieses Problem ist anhand einer Volumenstromverteilung der Jahre 2015-2017 in der Abb. 2

veranschaulicht.

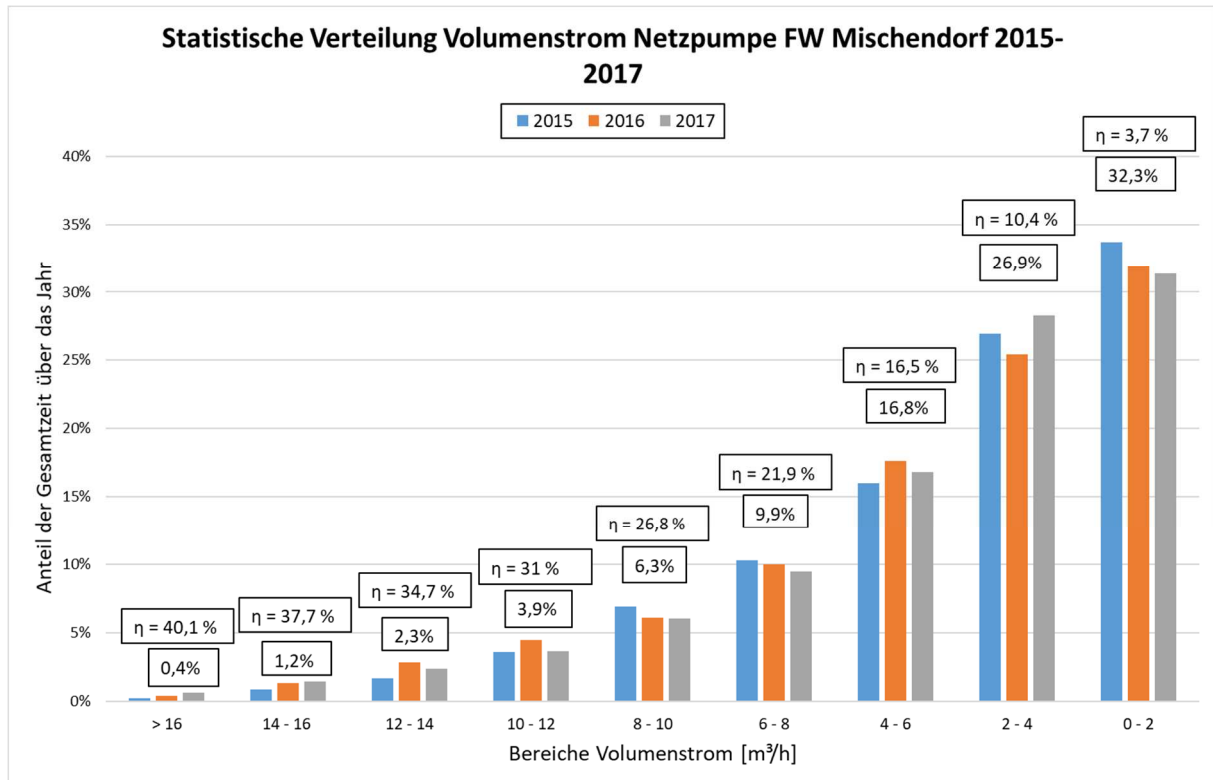


Abb. 2: Volumenstromverteilung und dazugehörige Pumpenwirkungsgrade in Mischendorf 2015-2017

Abb. 2 zeigt Volumenstrombereiche, in denen die Netzpumpe betrieben wird. Bei den im Diagramm angegebenen Werten handelt es sich um Durchschnittswerte aus den drei betrachteten Jahren. So ist beispielhaft zu sehen, dass der Volumenstrom in 9,9 % der Zeit in einem Bereich von 6 bis 8 m³/h liegt. In diesem Bereich hat die Bestandpumpe jedoch einen Gesamtwirkungsgrad von lediglich 21,9 %. Deutlich ist auch zu sehen, dass ein Großteil der Zeit eher kleine Volumenströme im Netz gefordert sind, in denen jedoch der Pumpenwirkungsgrad sehr schlecht ist.

Mit dem eben genannten Problem Hand in Hand gehen auch die Netzverluste. Hohe Volumenströme und hohe Rücklauftemperaturen führen auch zu hohen Netzverlusten. Eine zu groß dimensionierte Pumpe trägt also auch dazu bei, die Verluste im Verteilnetz zu erhöhen.

Schlecht einregulierte Großverbraucher stellen in kleinen Nah- und Fernwärmenetzen des Öfteren ein Problem dar, wenn deren Spreizung, also der Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf, zu klein ist. Dies kommt unter anderem durch falsch ausgeführte oder nicht fernwärmetaugliche Schaltungen auf der Sekundärseite zustande. Durch sekundärseitige Optimierung (regelungstechnisch sowie durch Tausch von Pumpen bzw. Änderung von Schaltungen) lässt sich die Spreizung erhöhen, wodurch der gepumpte Volumenstrom bei gleicher übertragener Energiemenge sinkt. Dadurch können der Pumpaufwand und die Netzverluste nachhaltig verringert werden.

Zusätzlich kann auch eine zu hoch voreingestellte Heizkurve ein Problem darstellen, d.h. selbst bei hohen Außentemperaturen werden noch hohe Vorlauftemperaturen gefahren.

4. PRAKTISCHE ERGEBNISSE

Um die Netzverluste und den Pumpstromaufwand in Mischendorf zu reduzieren, wurde eine zur bestehenden Netzpumpe parallel geschaltete zweite, kleinere Netzpumpe für den Kleinbereich eingebaut. Die Auswahl der neuen mehrstufigen Hochdruckkreiselpumpe war notwendig, um auch bei geringen Volumenströmen das Druckniveau im Netz mit vernünftigem Wirkungsgrad halten zu können, damit die Versorgung aller Abnehmer im Netz einwandfrei gewährleistet ist. Als weitere Verbesserung wurde die Pumpenregelung im Nahwärmenetz auf eine Differenzdruckregelung am Netzende umgebaut, um so den Betrieb der Anlage mit unnötig hohen Pumpendrehzahlen zu vermeiden. Dies zeigt sich sehr deutlich in der Auswertung der Stromverbräuche für die Monate August 2018, vor der Optimierung und August 2019, danach.

Wie in Abb. 3 zu sehen ist, konnte der durchschnittliche elektrische Energieverbrauch des Kesselhauses von 87 kWh/d im August 2018 auf 19 kWh/d reduziert werden, was fast ausschließlich auf den Betrieb der Kleinbereichspumpe zurückzuführen ist.

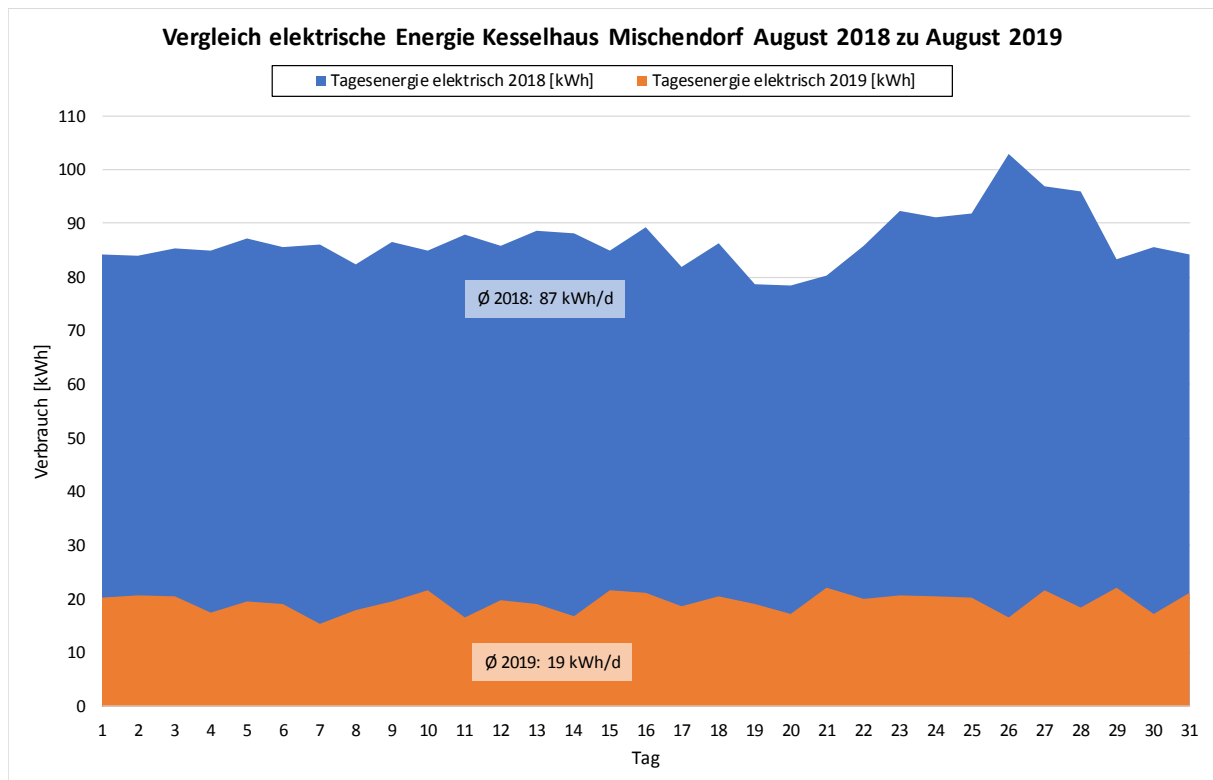


Abb. 3: Stromverbrauch August 2018 und August 2019

Bei der Auswertung der Verlustdaten wurde auch ein Großverbraucher bestimmt, bei dem zur Steigerung der Spreizung sekundärseitige Umbaumaßnahmen durchgeführt wurden. Dies senkt den Energieverbrauch des Verbrauchers und hilft dem Heizwerksbetreiber bei der Optimierung seines Netzes. Vor Beginn der sekundärseitigen Optimierungen gab es bei dem ausgewählten Verbraucher wahrscheinlich ein Problem mit den 7 Beimischschaltungen und dem Wärmetauscher der Übergabestation. Um dieses Problem zu lösen, wurde vermutlich später eine hydraulische Weiche mit starrer Pumpe eingebaut. Dies führte bei einem Rückgang der Abnahme zu einer hohen Rücklauftemperatur, da die Hauptpumpe weiter denselben Volumenstrom zum Verteiler förderte, die Abnehmer jedoch weniger Volumenstrom benötigten. Die Situation vor dem Umbau ist in der Abb. 4 zu erkennen.

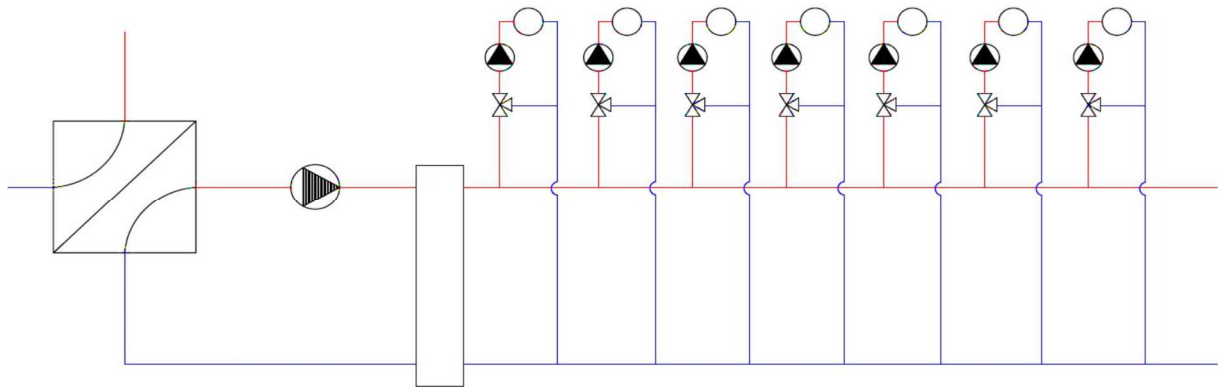


Abb. 4: Anlage des Kunden vor der Optimierung

Um dem Problem zu begegnen und die Rücklauf­temperatur zu senken, wurde eine Hocheffizienzpumpe mit Differenztemperaturregelung verbaut, die automatisch mit dem Volumenstrom zurückfährt, sobald die Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf­temperatur sinkt. Die Abb. 5 zeigt die Schaltung des Kunden nach dem Umbau. Dieser Umbau brachte mit überschaubarem Aufwand eine deutliche Verbesserung der Situation.

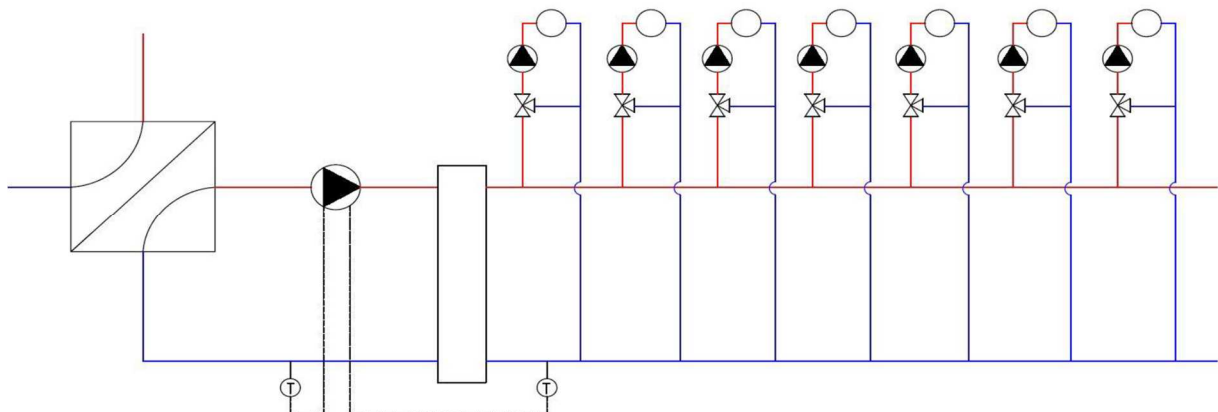


Abb. 5: Anlage des Kunden nach der Optimierung

Werden nun die Rücklauf­temperaturen und Volumen­ströme des Großverbraucher­ers im Vergleich betrachtet, zeigt sich deutlich die Verbesserung (Abb. 6). Trotz der gestiegenen gelieferten Energiemenge (witterungs­bedingt) im Vergleichszeitraum hat sich der Volumenstrom mehr als halbiert und die Rücklauf­temperatur wurde um fast 20 °C gesenkt.

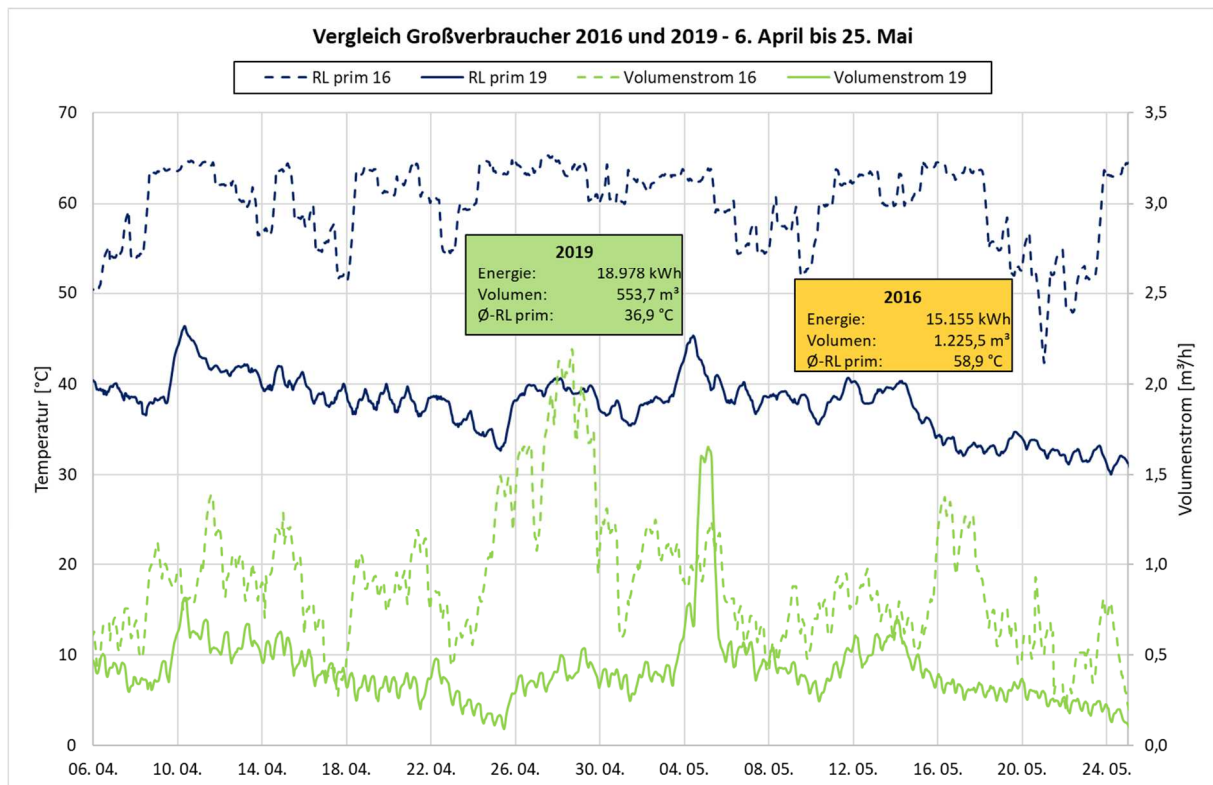


Abb. 6: Ergebnis der Optimierungsmaßnahmen beim Großverbraucher

Für die Fernwärmeübergabestation wurde darüber hinaus auch noch eine Absenkung der Heizkurve durchgeführt.

Im Heizhaus wurde ebenfalls die Heizkurve für die Netzvorlauftemperatur leicht gesenkt, da das Heizwerk zuvor in der warmen Jahreszeit mit zu hoher Vorlauftemperatur betrieben wurde.

Über die Fernauslese- und Regelfunktion der Abnehmer konnte zusätzlich eine für den Verbraucher kosten- und komfortneutrale Verschiebung der Boilerladezeiten zur Warmwasserbereitung durchgeführt werden. Dieses Instrument hilft vor allem, um Lastspitzen durch gleichzeitige Boilerladungen und Heizzeiten mehrerer Abnehmer zu glätten und gegebenenfalls Boilerladungen in Schwachlastzeiten des Kessels zu verschieben, um den Kesselbetrieb gleichmäßig und ohne starke Leistungsschwankungen zu gestalten.

Trotz der fortwährenden Optimierung zeigt sich jedoch, dass in den Sommermonaten aufgrund der fehlenden Abnahme kaum ein verlusttechnisch sinnvoller Betrieb möglich ist. Da von den 26 Abnehmern im Sommer nur 18 Abnehmer geringfügig Wärme beziehen, kann in Betracht gezogen werden, dass Nahwärmenetz über die Sommermonate komplett abzuschalten und die Warmwasserbereitung in den betroffenen Haushalten über Elektroheizstäbe zu realisieren. Dabei könnten die Mehrkosten für den in den Haushalten für die Warmwassererwärmung verbrauchten Strom pauschal als Guthaben in der Jahresabrechnung der Nahwärmeversorgung abgebolten werden.

5. FAZIT

Wie die dargelegten Ausführungen gezeigt haben, ist Optimierungspotential auch bei kleinen Anlagen vorhanden. Aufgrund des im Verhältnis zu großen Anlagen kleineren monetären Nutzen bei vergleichbaren Kosten werden in dieser Anlagengröße Optimierungsmaßnahmen jedoch sehr selten durchgeführt.

Darüber hinaus zeigt dieses Beispiel, dass eine konsequente Umsetzung von bestehendem Know-How notwendig ist, um den aktuellen „Stand der Technik“ auch in die Anwendung zu bringen. Dies ist nicht als Konkurrenz zu F&E Tätigkeiten zu sehen, sondern als Ergänzung.

Kontakt Daten Autor(en):

Klaus Paar, Oliver Pomberger

Wiener Straße 49

7540 Güssing

Email: k.paar@get.ac.at , o.pomberger@get.ac.at