

Endbericht für die KEM
Investitionsförderung „Pilotprojekte
Thermische Speicher für Wärme und
Kälte“ 2019

Biomasse Heizwerk Weizberg

Weiz, im Mai 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Executive Summary	3
2	Technische Beschreibung des Projektes	5
2.1	Darstellung der Ist-Situation (vor Umsetzung der Maßnahme).....	5
2.1.1	Anlagenbeschreibung	5
2.1.2	Problemstellung	6
2.2	Technische Beschreibung der beantragten Maßnahme	12
2.2.1	Zielsetzung des Vorhabens.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.2	Beschreibung der wesentlichen Projektinhalte	15
2.2.3	Pläne, Schemazeichnungen, Ablaufdiagramme, etc. .	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.4	Energie- und Stoffbilanzen zur Darstellung des Umwelteffektes durch Gegenüberstellung der Situation VOR und NACH Projektdurchführung	17
2.3	Zeitplan.....	20
2.4	Beschreibung der genehmigungsrechtlichen Situation	20
2.4.1	Denkmal- und Ortsbildschutz	20
2.4.2	Zugriff auf Regelung der dezentralen Warmwasserspeicher bei den Abnehmern.....	22
3	Relevanz des Vorhabens in Bezug auf das Förderprogramm.....	22
3.1	Regionale Aspekte	23
3.2	Beitrag zur Integration von erneuerbaren Energien	24
3.3	Innovationsgrad des Speichers und des Gesamtsystems (10)	25
3.4	Kosteneffizienz	27
4	Qualität des Vorhabens.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.1	Qualität der Planung.....	28
4.2	Eignung der Projektpartnerinnen und Projektpartner	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5	Ökonomisches Potenzial und technische Multiplizierbarkeit	28
5.1	Multiplizierbarkeit (technisch und ökonomisch).....	28
6	Referenzen	29

1 Executive Summary

Ziel des gegenständlichen Projektes war die Integration eines zentralen Wärmespeichers in das bestehende Heizwerk des Nahwärmenetzes im denkmal- und ortsbildgeschützten Stadtteil Weizberg sowie die Implementierung einer neuen Regelung mit einem vollintegrierten, intelligenten Lastmanagement mit gegenseitiger Kommunikation aller Anlagenkomponenten.

Die Kesselanlage des Heizwerkes wurde, aufgrund des fehlenden zentralen Wärmespeichers, größtenteils im nachteiligen Teil- bzw. Schwachlastbereich betrieben. Dies führte zu erhöhten Brennstoffverbräuchen sowie Schadstoffemissionen (CO-, NO_x-, Staub- und flüchtige unverbrannte C_nH_m-Emissionen). Darüber hinaus wurde aufgrund des fehlenden zentralen Speichers das Wärmenetz als thermische Puffer genutzt, um die gelieferte Wärme der Kessel v.a. in der Ausbrandphase aufzunehmen, um anschließend die dezentralen Warmwasserspeicher bei den Abnehmern versorgen zu können. Dadurch wurde das Wärmenetz ständig auf entsprechende hohe Vorlauftemperaturen gehalten und entstanden unnötige Wärmeverluste des Netzes (Verteilverluste).

Die Innovation dieses Projektvorhabens fand sowohl auf *Speicher- als auch Systemebene* statt. Einerseits auf *Systemebene* durch die Implementierung einer neuen Regelung mit einem zusammenhängenden Lastmanagement aller Anlagenkomponenten (Kesselanlage, zentraler Speicher, Netz und dezentrale Speicher bei den Abnehmern) durch gegenseitige Kommunikation dieser und durch Zugriff auf die Regelung der dezentralen Speicher bei den Abnehmern und andererseits auf *Speicherebene* mit der Integration eines zentralen Wärmespeichers in einem denkmal- und ortsbildgeschützten Stadtteil.

Erst die Implementierung des vollintegrierten, intelligenten Lastmanagement aller Anlagenkomponenten im Zusammenspiel mit dem zentralen Wärmespeicher und den dezentralen Wärmespeichern bei den Abnehmern ermöglicht die Minimierung der nachteiligen Betriebsweise der Kesselanlage und verhindert die Nutzung des Nahwärmenetzes als thermischen Puffer. Diese Maßnahmen werden die Flexibilität sowie die Energieeffizienz des gesamten Biomasseheizwerkes erhöhen. Im Wesentlichen werden dadurch folgende positiven Effekte erzielt:

- Nutzung des Wärmenetzes als thermischer Puffer wird vermieden → geringere Wärmeverluste (Verteilverluste), optimierte Brennstoffausnutzung
- Betrieb des Wärmenetzes in den Sommermonaten nur zu bestimmten Zeiten bei Warmwasserbedarf und nach Kommunikation mit den dezentralen Speichern → Geringere Wärmeverluste (Verteilverluste) und Einsparung von Pumpenergie
- Einsparung von Primärenergie (Brennstoffeinsparung) durch Wirkungsgraderhöhung → CO₂-Einsparung durch geringeren Energieaufwand für die Bereitstellung des Hackgutes (Herstellung, Transport, etc.)
- Geringere Schadstoffemissionen (Kohlenmonoxid (CO), Staub, NO_x und flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen (C_nH_m))
- Erhöhung der Lebensdauer der Anlagenteile → wesentliche Einsparung von ökologischen Ressourcen, welche durch eine frühzeitige Kompletterneuerung der Kesselanlage entstehen würden

Einer der maßgeblichen Gründe für den fehlenden Speicher und sonstige Effizienzsteigerungsmaßnahmen war der Standort des Heizwerkes im denkmal- und ortsbildgeschützten historischen Stadtkern Weizberg. Derzeit stellt die Integration von großen Wärmespeichern und sonstige Maßnahmen für Nahwärmenetze in historischen Stadtteilen aufgrund der strengen Auflagen des Ortsbild- und Denkmalschutzes eine sehr große Herausforderung dar.

Jedoch herrscht dadurch besonders in diesen ortsbild- und denkmalgeschützten Stadtteilen Nachholbedarf in Bezug auf Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energieträger.

Durch die Umsetzung des gegenständlichen Projektes durch die neuartige innovative Implementierung eines zentralen Wasser-Pufferspeichers und eines neuen Lastmanagements im ortsbild- und denkmalgeschützten Stadtkern Weizberg wurde dies demonstriert. Die bautechnischen Anforderungen zur Einhaltung des Ortsbild- und Denkmalschutzes wurden erfüllt.

Das gegenständliche Projekt ist daher als innovative Best-Practice-Anlage und als Vorbild für die vereinfachte technische aber vor allem ökonomische Umsetzung an weiteren ortsbild- und denkmalgeschützten Standorten dienen und zur wesentlichen Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger in historischen Stadtkernen führen.

Diese Projektvorhaben zeigt damit den Einsatz von einer bereits breit erprobten Technologie (Wasser-Pufferspeicher) für den kaum erprobten Einsatzbereich in denkmal- bzw. ortsbildgeschützten Stadtteilen und Gebäuden. Darüber hinaus stellt das neue Lastmanagement inkl. gegenseitiger Kommunikation aller Anlagenkomponenten auf Systemebene einen innovativen Ansatz dar. Aus diesen Gründen geht der Einsatz dieser Speicherlösung über den Stand der Technik hinaus und hebt den innovativen Charakter dieses Projektes hervor.

Zu Beginn dieser Projektbeschreibung erfolgt in Kapitel 2 die technische Beschreibung des Projektes mit der Darstellung der Ist-Situation (inkl. Problemstellung), der Beschreibung der geplanten Maßnahmen (inkl. Energie- und Stoffbilanzen) und der Darstellung der genehmigungsrechtlichen Situation. In den folgenden Kapiteln 3, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und 5 wird auf die wesentlichen Inhalte des gegenständlichen Projektes bezüglich der, im Leitfaden *Klima- und Energie- Modellregionen - Jahresprogramm 2019* angeführten, Auswahlkriterien des *Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014-2020 (LE 14-20)*: Regionale Aspekte, Beitrag zur Integration von erneuerbaren Energien, Innovationsgrad des Speichers und des Gesamtsystems, Kosteneffizienz, Qualität der Planung, Eignung der Projektpartnerinnen und Projektpartner und Multiplizierbarkeit (technisch und ökonomisch) eingegangen.

2 Technische Beschreibung des Projektes

2.1 Darstellung der Ist-Situation (vor Umsetzung der Maßnahme)

2.1.1 Anlagenbeschreibung

Das Nahwärmenetz und das Heizwerk der Genossenschaft „Biomasse Heizwerk Weizberg reg. Genossenschaft mbH“ wurde 1999 errichtet. Die Wärmeversorgung des Nahwärmenetzes mit 12 Abnehmern wird durch zwei mit regionalem Waldhackgut befeuerte Biomassekessel sichergestellt. Die größten Abnehmer sind ein Hotelbetrieb und die Pfarre Weizberg. Die Anlage wird zurzeit ohne Speicher sowie ohne zusätzlichen Öl- oder Gaskessel als Ausfallsicherheit betrieben. Kennwerte zum Wärmenetz sowie zur Kesselanlage können Tabelle 1 und Tabelle 2 entnommen werden. Tabelle 1 enthält auch eine Auflistung zur Verfügung stehender dezentraler Warmwasserspeicher (Ladespeicher) bei den Abnehmern des Wärmenetzes.

Die hohen Rücklauftemperaturen des Nahwärmenetzes wurden durch den Einsatz des Speichers und der neuen Regelung maßgeblich gesenkt. Daher wurden bereits beim zweitgrößten Abnehmer (Pfarre Weizberg) Optimierungsmaßnahmen (Erneuerung der Wärmetauscher, hydraulischer Abgleich, Erneuerung der Regelungsanlage, etc.) zur Senkung der Rücklauftemperaturen durchgeführt. Weitere Optimierungsmaßnahmen (zusätzlicher WW-Speicher und Wärmetauscher, Optimierung der Regelung, etc.) wurden beim größten Abnehmer (Hotelbetrieb) umgesetzt

Wärmenetz		
Anzahl der Wärmekunden	12	[-]
Trassenlänge	773	[trm]
Anschlussleistung	917	[kW]
Verkaufte Wärmemenge (2017/18)	1457	[MWh]
Temperaturen	Winter (Okt-Apr)	Sommer (Mai-Sep)
Vorlauf	81 [°C]	79 [°C]
Rücklauf	57 [°C]	58 [°C]
mittlere Spreizung	24 [°C]	21 [°C]
Dezentrale Warmwasserspeicher (Ladespeicher)		
Abnehmer 2	750	[Liter]
Abnehmer 5	500	[Liter]
Abnehmer 6	500	[Liter]
Abnehmer 8	500	[Liter]
Abnehmer 13	300	[Liter]

Tabelle 1: Kennwerte des Wärmenetzes

Kesselanlage	
Nennleistung	840 [kW]
Kessel 1	300 [kW]
Kessel 2	540 [kW]
Verbrauchtes Waldhackgut (2017/18)	1896,3 [srm]
	417,68 [atr. to]
	22,8 [% F]

Tabelle 2: Kennwerte der Kesselanlage (2 Hackgutkessel).

Siehe Anhang: <<Hydraulikschema – Heizwerk BESTAND>>, <<Hydraulikschema – Heizwerk NEU + dez. Speicher>>

2.1.2 Problemstellung

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht lässt sich das Betriebsjahr des Heizwerkes in drei verschiedene Perioden unterteilen, welche nachfolgend näher erläutert werden.

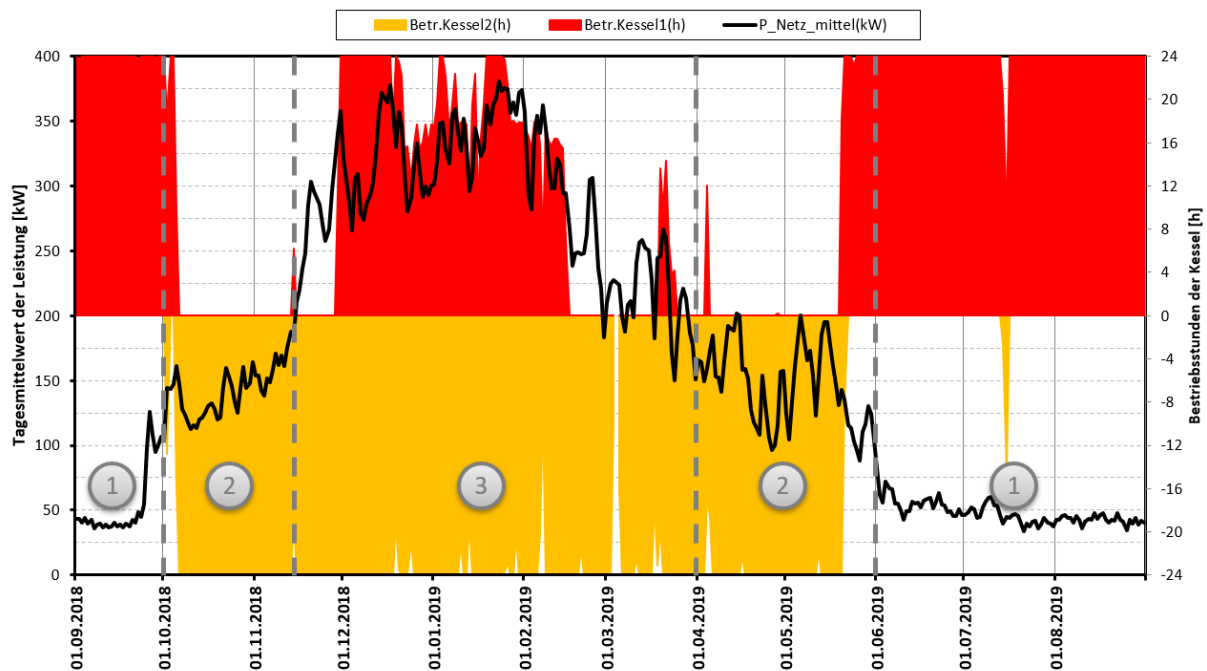


Abbildung 1: Tages-Mittelwerte der Leistung des Nahwärmenetzes sowie Betriebszeiten der beiden Kessel.

2.1.2.1 Nachteiliger Teil-/Schwachlastbetrieb der Kesselanlage

Periode 1 (Juni bis September)

Der geringe Wärmebedarf im Sommer zur Sicherstellung der Warmwasserversorgung der Abnehmer (siehe Abbildung 1) erfordert den Betrieb des kleineren Kessels (Kessel 1 – 300 kW) von Juni bis September bei sehr niedriger Teillast (8% bis 15%). Dadurch ist ein kontinuierlicher Betrieb des Kessels nicht möglich und es kommt zu dem in Abbildung 2 dargestellten zyklischen Betrieb des Kessels. Die nicht kontinuierliche Betriebsweise ist aus den oszillierenden Betriebsparametern (Kesseltemp., Abgastemp., Rest O₂ Wert und Sek. Luftstufe IST) erkennbar. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich setzen sich die wiederholenden Zyklen aus den Feuerungsphasen Einschub, Zündung und Hochlauf (Anheizphase) sowie dem Regelbrand und dem anschließenden Ausbrand zusammen. Diese Zyklen wiederholen sich in den Sommermonaten (Periode 1) rund 13 bis 15 -mal pro Tag. Folglich sind rund 2/3 der Betriebszustände in der Anheiz- und Ausbrennphase.

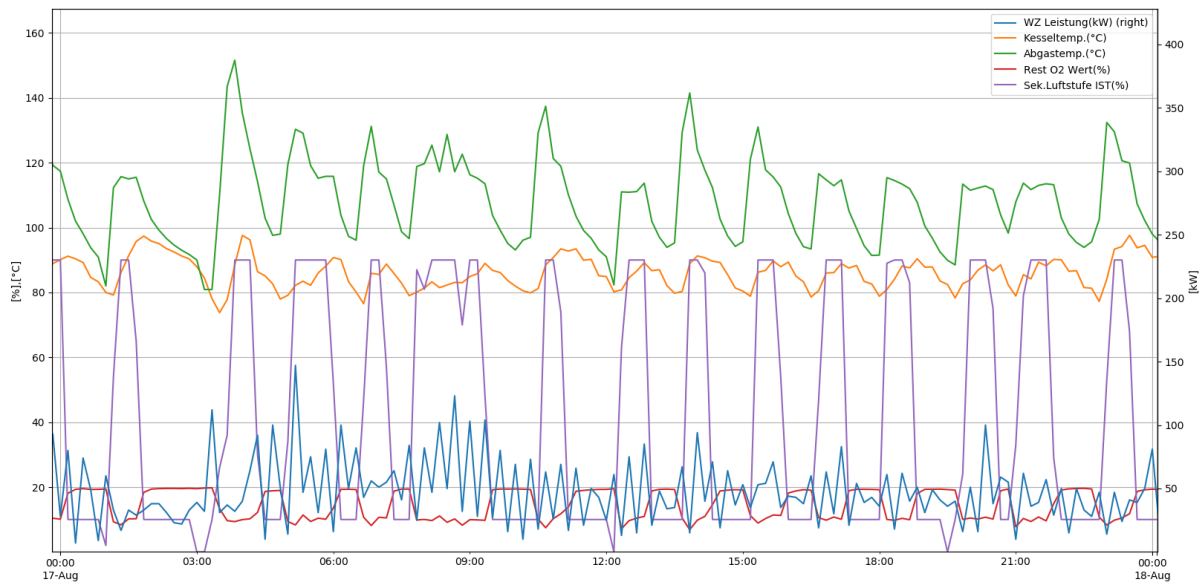


Abbildung 2: Diverse Betriebsparameter von Kessel 1 an einem typischen Tag in Periode 1.

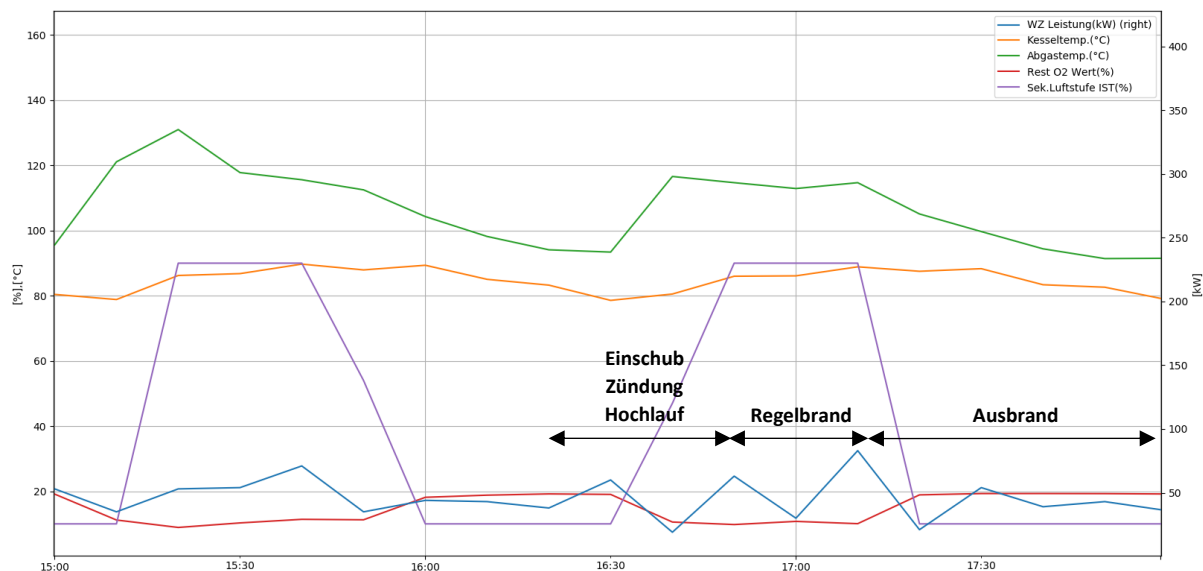


Abbildung 3: Diverse Betriebsparameter von Kessel 1 für einen Zyklus an einem Tag in Periode 1 (17.08.2019, 15:00 bis 18:00 Uhr).

Dieser zyklische Betrieb führt zu folgenden nachteiligen Betriebsverhältnissen der Kesselanlage:

- Verringerter Wirkungsgrad in Anheiz- und Ausbrandphase gegenüber Regelbrand
- Erhöhte CO-, NO_x-, Staub- und flüchtige unverbrannte C_nH_m-Emissionen in Anheiz- und Ausbrandphase gegenüber dem Regelbrand:

Dazu wurde eine Abgasmessung an einem der Kessel durchgeführt. Abbildung 4 zeigt die CO-Emission in den jeweiligen Feuerungsphasen. Durchschnittlich ergeben sich durch den zyklischen Betrieb in der Anheiz- und Ausbrandphase um das 9-fach¹ höhere CO-Emissionen gegenüber dem Regelbrand.

¹ Bezogen auf Normkubikmeter (Nm³) bei Normbedingungen (Temp. = 0 °C, Druck = 1013 mbar).

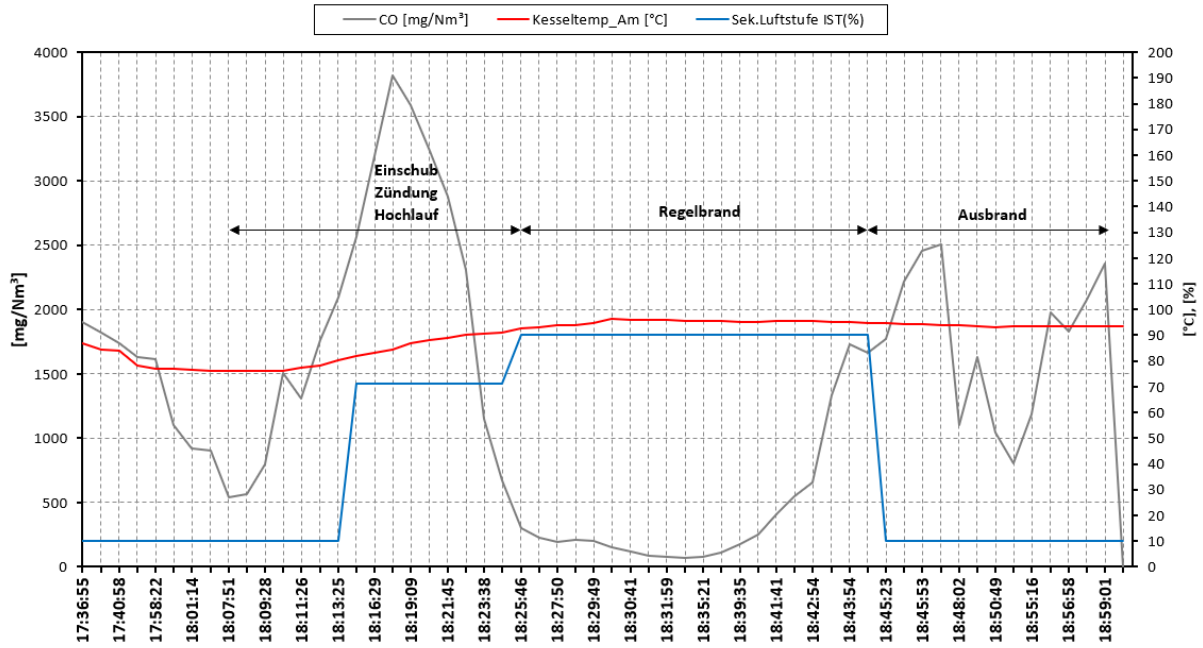


Abbildung 4: Abgasmessung von Kessel 1.

Periode 2 (Oktober bis Mitte November, April und Mai)

Wie aus Abbildung 1 entnommen werden kann, geht der große Kessel (Kessel 2 – 540 kW) bereits Anfang Oktober in Betrieb, obwohl die durchschnittliche Leistung des Nahwärmenetzes unter den 300 kW Nennwärmeleistung von Kessel 1 liegt und nur einzelne Lastspitzen über 300 kW auftreten und ein Großteil der gemessenen Leistungswerte unter 300 kW liegen (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Mit einem Speicher könnten diese Lastspitzen abgedeckt werden und die Wärmeversorgung könnte bis Mitte November mit dem kleineren Kessel sichergestellt werden. Nachdem jedoch kein Speicher vorhanden ist, muss aufgrund der Leistungsspitzen Kessel 2 in Betrieb gehen und wird daher aufgrund der niedrigen Leistungsanforderung des Netzes, analog zu Kessel 1 in Periode 1 (siehe oben), im nachteiligen Teil-/Schwachlastbereich betrieben.

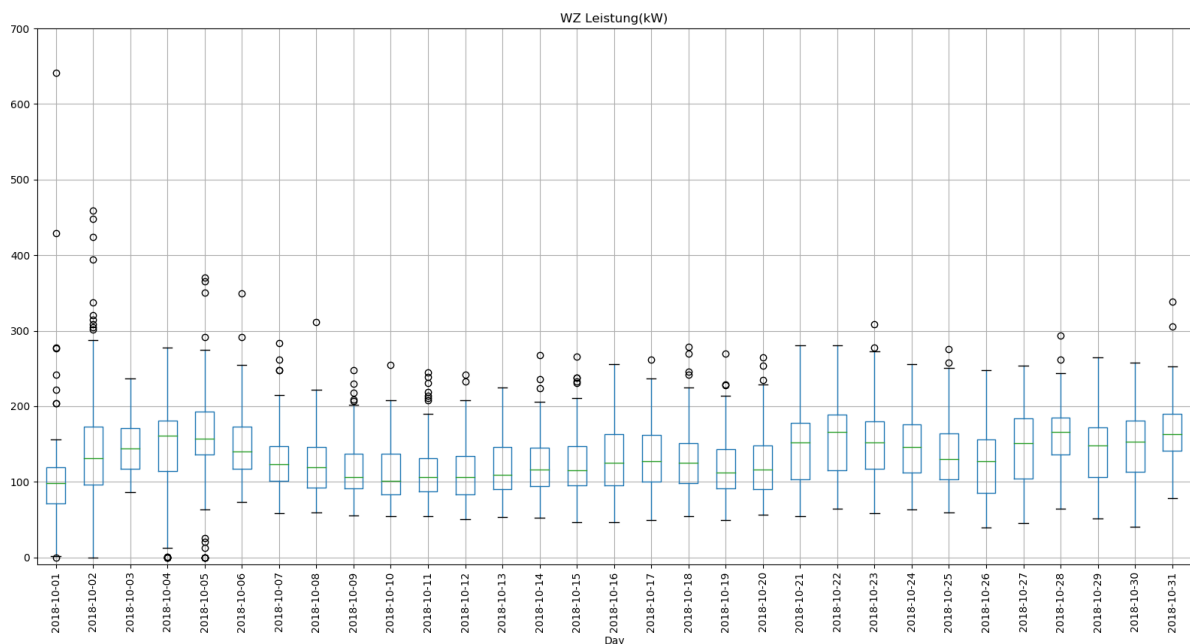


Abbildung 5: Boxplots der Leistung (in kW) des Nahwärmenetzes im Oktober 2018. Kreise: Ausreißer, oberer Whisker: 1,5*IQR von Box, Box oben: oberes Quartil, Box mitte: Median, Box unten: unteres Quartil, unterer Whisker: 1,5*IQR von Box

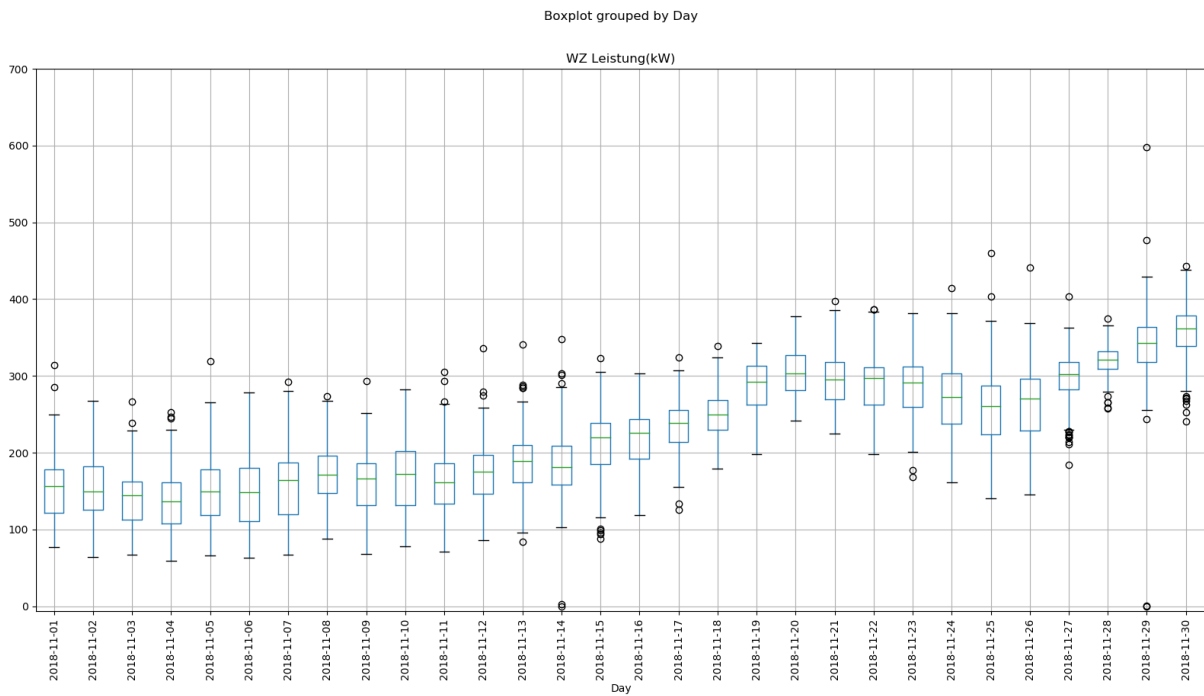


Abbildung 6: Boxplots der Leistung (in kW) des Nahwärmenetzes im November 2018. Kreise: Ausreißer, oberer Whisker: $1,5 \cdot \text{IQR}$ von Box, Box oben: oberes Quartil, Box mitte: Median, Box unten: unteres Quartil, unterer Whisker: $1,5 \cdot \text{IQR}$ von Box

Periode 3 (Mitte November bis März)

Wie aus Abbildung 1 entnommen werden kann, geht in der Kernheizperiode zusätzlich zum großen Kessel auch der kleine Kessel in Betrieb, um einzelne Lastspitzen im Bereich von 500 kW abzudecken (siehe Abbildung 7). Daher wird wiederum Kessel 1 im nachteiligen Teil-/Schwachlastbereich betrieben.

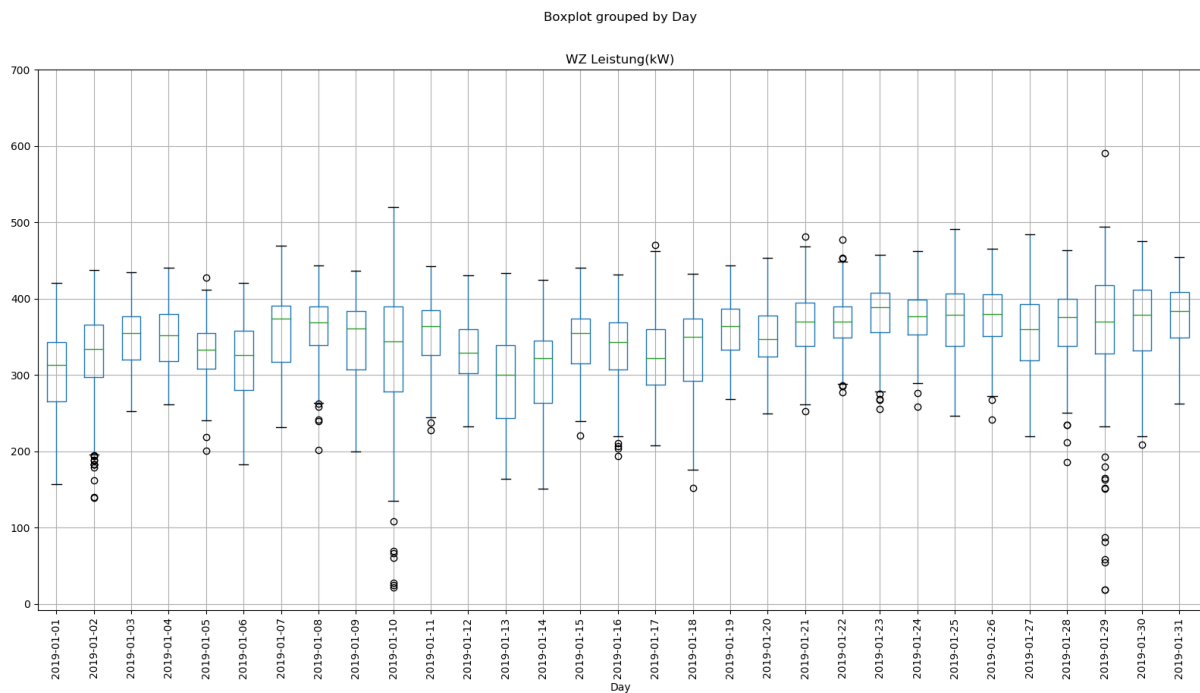


Abbildung 7: Boxplots der Leistung (in kW) des Nahwärmenetzes im Jänner 2019. Kreise: Ausreißer, oberer Whisker: $1,5 \cdot \text{IQR}$ von Box, Box oben: oberes Quartil, Box mitte: Median, Box unten: unteres Quartil, unterer Whisker: $1,5 \cdot \text{IQR}$ von Box

2.1.2.2 Nutzung des Wärmenetzes als thermischer Puffer

Obwohl bei den einzelnen Abnehmern dezentrale Warmwasserspeicher installiert sind, welche zur Deckung des Warmwasserbedarfes nur ein- bis zwei Mal täglich beladen werden müssten, muss das Wärmenetz v.a. in den Sommermonaten (Periode 1) ständig mit hohen Temperaturen und entsprechenden Durchflüssen betrieben werden. Aufgrund des fehlenden zentralen Wärmespeichers im Heizwerk wird das Wärmenetz als thermische Puffer genutzt, um die gelieferte Wärme der Kessel v.a. in der Ausbrandphase aufzunehmen und um die dezentralen Warmwasserspeicher anschließend versorgen zu können. Dadurch wird das Wärmenetz, um die Speicherfähigkeit des Netzes auszunutzen, ständig auf entsprechend hohe Vorlauftemperaturen gehalten (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9) und es entstehen unnötige Wärmeverluste des Netzes (Verteilverluste) sowie unnötige Stromverbräuche der Netzpumpen, welche mit einem zentralen Speicher im Heizwerk verhindert werden könnten.

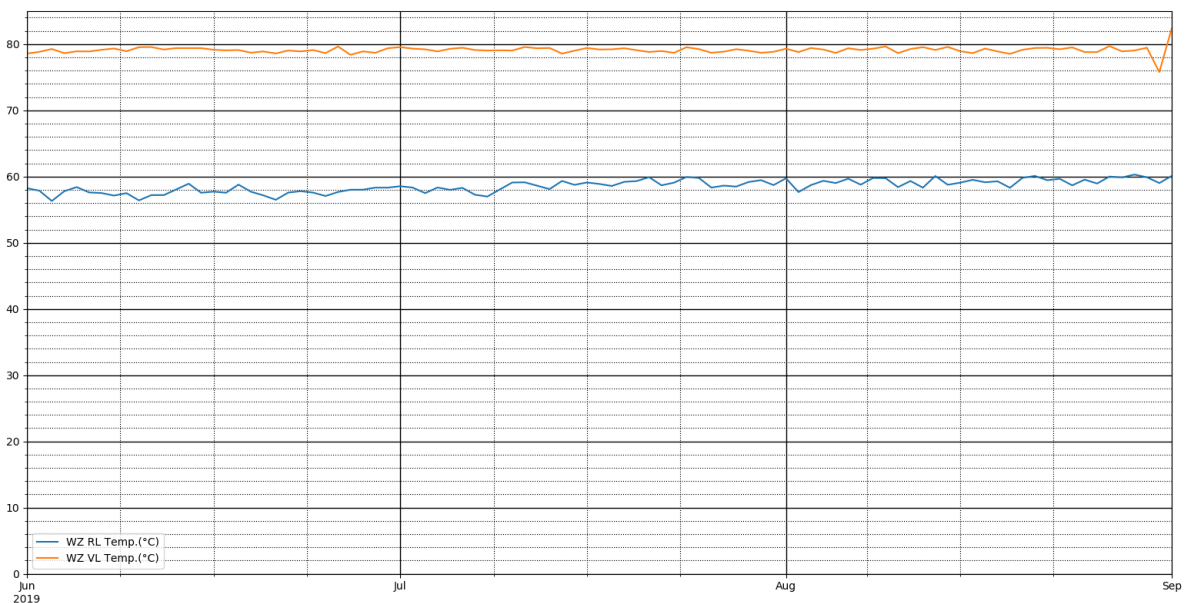


Abbildung 8: Tages-Mittelwerte der Vor- und Rücklauftemperaturen (in °C) des Nahwärmenetzes in den Sommermonaten.

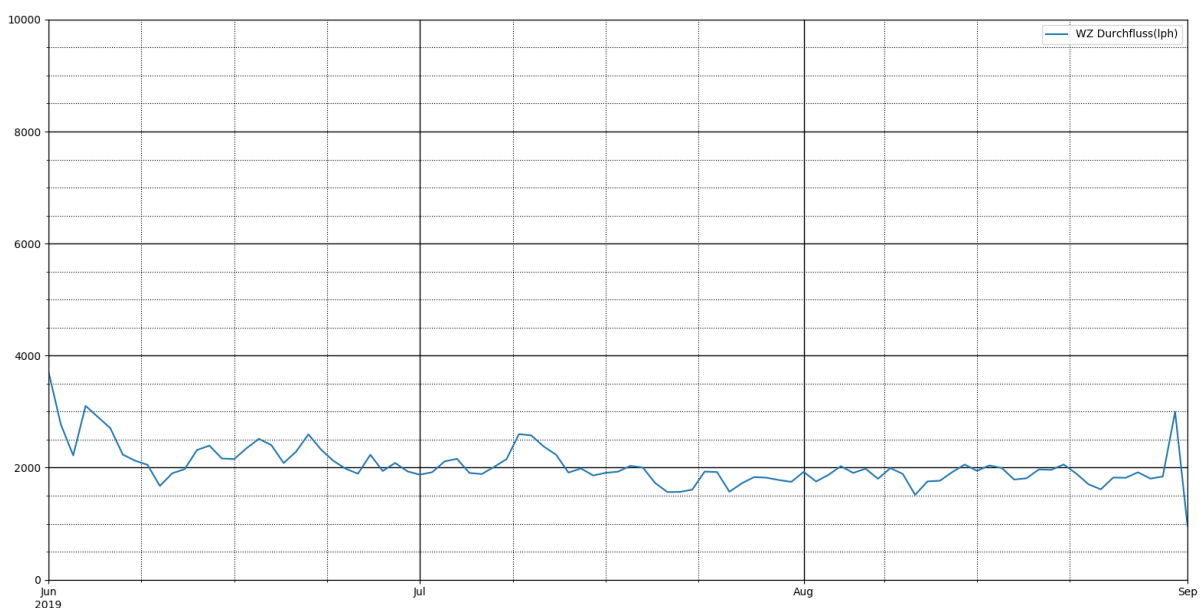


Abbildung 9: Tages-Mittelwerte der gemessenen Volumenstrom-Werte (in l/h) des Nahwärmenetzes in den Sommermonaten.

2.1.2.3 Denkmal- und ortsbildgeschützter historischer Stadtteil

Der Standort des Heizwerkes befindet sich im denkmal- und ortsbildgeschützten, historischen Stadtteil Weizberg (siehe Abbildung 10). Bauliche Veränderungen müssen daher den strengen Auflagen des Ortsbild- und Denkmalschutzes entsprechen (siehe Kapitel 2.4). Deshalb stellen Maßnahmen in Bezug auf Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energieträger für dieses Heizwerk eine sehr große Herausforderung dar und waren bisher einer der Hauptgründe für den fehlenden zentralen Speicher im Heizwerk sowie weiterer Effizienzsteigerungsmaßnahmen.



Abbildung 10: Denkmal- und ortsbildgeschützter historische Stadtteil Weizberg (Quelle: W.E.I.Z)



Abbildung 11 eingebauter Speicher (Quelle: W.E.I.Z.)

2.2 Technische Beschreibung der umgesetzten Maßnahme

2.2.1 Umsetzung und Ziel der Maßnahme

Ziel war die Integration eines zentralen Wärmespeichers im Heizwerk des Nahwärmenetzes im denkmal- und ortsbildgeschützten Stadtteil Weizberg sowie die Implementierung einer neuen Regelung mit einem zusammenhängenden Lastmanagement aller Anlagenkomponenten (Kesselanlage, zentraler Speicher, Netz und dezentrale Speicher bei den Abnehmern) durch gegenseitige Kommunikation dieser. Dieses vollintegrierte, intelligente Lastmanagement aller Anlagenkomponenten im Zusammenspiel mit dem zentralen und dezentralen Wärmespeichern ermöglichen die Minimierung der nachteiligen zyklischen Betriebsweise der Kesselanlage und verhindern die Nutzung des Nahwärmenetzes als thermischen Puffer (siehe Kapitel 2.1.2). Diese Maßnahmen erhöhen die Flexibilität sowie die Energieeffizienz des gesamten Biomasseheizwerkes.

Im Detail werden folgende verbesserten Betriebsweisen für die unterschiedlichen Perioden des Betriebsjahres gegenüber der IST-Situation erst durch das neue Lastmanagement im Zusammenspiel mit den Wärmespeichern (zentral und dezentral) ermöglicht:

- *Periode 1 (Juni bis September):*

Kessel 1 belädt den Speicher einmal täglich im vorteilhaften höheren Volllastbereich, anstatt stets in niedriger Teil-/Schwachlast und wird danach außer Betrieb genommen. Der Rest des Tagesbedarfes wird aus dem Speicher gedeckt. Für die angestrebte Speichergröße von 38 m³

ergibt sich eine max. Speicherkapazität¹ von rund 1327 kWh. Die Deckung des in Abbildung 12 dargestellten Energieverbrauches des Netzes in Periode 1 kann mit dieser Betriebsweise sichergestellt werden.

Durch die Integration des neuen Lastmanagements im Zusammenspiel mit den Wärmespeichern (zentral und dezentral) wird sichergestellt, dass Kessel 1 kontinuierlich im vorteilhaften höheren Lastbereich betrieben werden kann und trotzdem die Nutzung des Netzes als thermischer Puffer verhindert wird. Überschüssige Wärme der Kesselanlage (v.a. in der Ausbrandphase) wird im zentralen Wärmespeicher zwischengespeichert, um dann bedarfsgerecht durch Kommunikation mit den dezentralen Speichern (siehe Tabelle 1) ohne erhöhte Verteilverluste an die Abnehmer verteilt werden zu können. Im Detail wird durch das neue Lastmanagement und durch vollständigen Zugriff auf die Regelung der dezentralen Warmwasserspeicher der Abnehmer, folgende Betriebsweise in den Sommermonaten ermöglicht:

Das Wärmenetz soll in den Sommermonaten nur bei Warmwasserbedarf der Abnehmer und nach Kommunikation mit den dezentralen Speichern betrieben werden. Den Rest der Zeit soll das Wärmenetz mit verminderten Temperaturen und Volumenströmen gefahren werden. Dadurch sollen einerseits die Verteilverluste vermindert und andererseits Pumpenenergie eingespart werden. Bei einer angenommen max. Beladeleistung der dezentralen Warmwasserspeicher von 550 kW ($10,5 \text{ m}^3/\text{h}$)² und einem durchschnittlichen Tagesbedarf von 1100 kWh (siehe Abbildung 12) müsste somit das Wärmenetz nur zwei Stunde pro Tag³ auf Volllast betrieben werden. Die restliche Zeit wird das Wärmenetz mit Vorlauftemperaturen von 45°C, bei einem verminderten Volumenstrom von 0,8 m³/h betrieben⁴.

- *Periode 2 (Oktober bis Mitte November, April und Mai):*

Kessel 1 wird, anstatt Kessel 2 im nachteiligen Teil-/Schwachlastbereich, kontinuierlich im vorteilhaften höheren Lastbereich betrieben und die auftretenden einzelnen Lastspitzen (siehe Abbildung 5) in dieser Periode werden durch den Speicher abgedeckt. Dadurch können bspw. Leistungsspitzen von 400 kW für eine Dauer von rund 3,3 h durch den Speicher abgedeckt und die Wärmeversorgung sichergestellt werden⁵.

Durch die Integration des neuen Lastmanagements im Zusammenspiel mit den Wärmespeichern (zentral und dezentral) wird sichergestellt, dass Kessel 1 kontinuierlich im vorteilhaften höheren Lastbereich betrieben werden kann und trotzdem die Nutzung des Netzes als thermischer Puffer verhindert wird. Überschüssige Wärme der Kesselanlage (v.a. in der Ausbrandphase) wird im zentralen Wärmespeicher zwischengespeichert, um dann bedarfsgerecht durch Kommunikation mit den dezentralen Speichern ohne erhöhte Verteilverluste an die Abnehmer verteilt werden zu können.

- *Periode 3 (Mitte November bis März):*

Kessel 2 wird kontinuierlich im vorteilhaften höheren Lastbereich betrieben und die auftretenden einzelnen Lastspitzen (siehe Abbildung 7) in dieser Periode werden durch den Speicher abgedeckt und eine Zuschaltung von Kessel 1 im nachteiligen Teil-/Schwachlastbereich ist nicht mehr nötig. Durch den Speicher können bspw. Leistungsspitzen

¹ $1,164 \text{ [kWh/(m}^3\text{K)]} \times 38 \text{ [m}^3\text{]} \times 30 \text{ [K]} = 1327 \text{ [kWh]}$

² $550 \text{ [kW]} / 40 \text{ [K]} / 1,164 \text{ [kWh/(m}^3\text{K)]} = 10,5 \text{ [m}^3\text{/h]}$

³ $1100 \text{ [kWh]} / 550 \text{ [kW]} = 2 \text{ [h]}$

⁴ Um Schäden an den Fernwärmeleitung aufgrund von thermischen Ausdehnungen zu vermeiden, kann das Netz nicht vollständig außer Betrieb genommen werden. Daher muss das Netz mit einem Mindestvolumenstrom betrieben werden.

⁵ $1,164 \text{ [kWh/(m}^3\text{K)]} \times 38 \text{ [m}^3\text{]} \times 30 \text{ [K]} / 400 \text{ [kW]} = 3,3 \text{ [h]}$

von 600 kW für eine Dauer von rund 2,2 h abgedeckt und die Wärmeversorgung sichergestellt werden¹.

Durch die Integration des neuen Lastmanagements im Zusammenspiel mit den Wärmespeichern (zentral und dezentral) wird sichergestellt, dass Kessel 2 kontinuierlich im vorteilhaften höheren Lastbereich betrieben werden kann und trotzdem die Nutzung des Netzes als thermischer Puffer verhindert wird. Überschüssige Wärme der Kesselanlage (v.a. in der Ausbrandphase) wird im zentralen Wärmespeicher zwischengespeichert, um dann bedarfsgerecht durch Kommunikation mit den dezentralen Speichern ohne erhöhte Verteilverluste an die Abnehmer verteilt werden zu können.

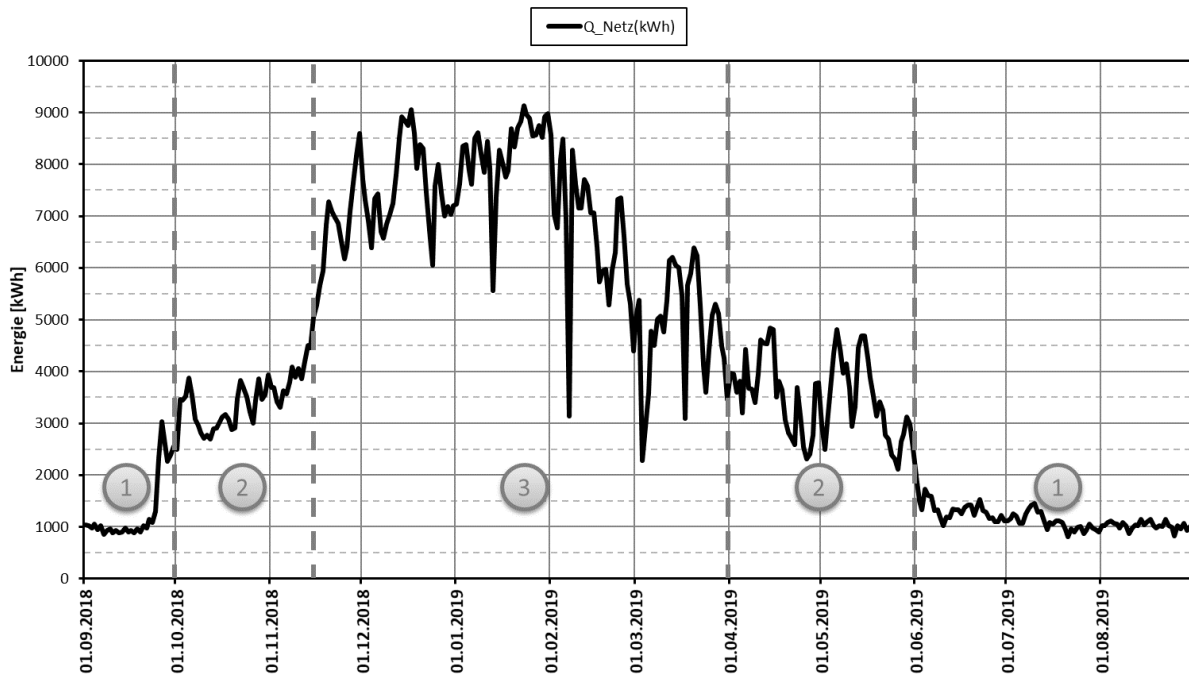


Abbildung 12: Tageswerte der ans Netz gelieferten Energie.

Durch die Integration des neuen Lastmanagements und des zentralen Wärmespeichers werden folgende positive Effekte erzielt:

- Nutzung des Wärmenetzes als thermischer Puffer wird vermieden → geringere Wärmeverluste (Verteilverluste), überschüssige Wärme der Kesselanlage wird optimal genutzt
- Betrieb des Wärmenetzes in den Sommermonaten nur zu bestimmten Zeiten bei Warmwasserbedarf und nach Kommunikation mit den dezentralen Speichern bei den Abnehmern → Geringere Wärmeverluste (Verteilverluste) und Einsparung von Pumpenergie
- Allgemein dynamischerer Betrieb des Nahwärmenetzes möglich → Verbraucher können ohne die Trägheit der Kesselanlage schneller mit den nötigen Temperaturen bedient werden

Des Weiteren wird aufgrund der geplanten Maßnahmen durch Lastausgleich und Spitzenlastabdeckung der nachteilige Teil-/Schwachlastbetrieb der Kesselanlage (siehe Kapitel 2.1.2) vermieden bzw. reduziert und damit folgende positiven Effekte erzielt:

- Erhöhung des Wirkungsgrades der Brennstoffkessel → Einsparung von Primärenergie (Brennstoffeinsparung) → CO₂-Einsparung durch geringeren Energieaufwand für die Bereitstellung des Hackgutes (Herstellung, Transport, etc.)

¹ $1,164 \text{ [kWh/(m}^3\text{K)]} \times 38 \text{ [m}^3\text{]} \times 30 \text{ [K]} / 600 \text{ [kW]} = 2,2 \text{ [h]}$

- Geringere Schadstoffemissionen (Kohlenmonoxid (CO), Staub, NO_x und flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen (C_nH_m))
- Erhöhung der Lebensdauer der Anlagenteile → wesentliche Einsparung von ökologischen Ressourcen, welche durch eine frühzeitige Kompletterneuerung der Kesselanlage entstehen würden
- Erhöhung der Kehrintervalle (aufgrund des Ein/Aus-Betriebes der Kesselanlage stehen mehr Zeitfenster zur Verfügung) → Erhöhung des Wirkungsgrades, Verringerung der Schadstoff-Emissionen
- Verlängerung der Wartungsintervalle → geringere Wartungskosten

2.2.2 Beschreibung der wesentlichen Projektinhalte

Im Rahmen dieses Projektes wurde zuerst ein Zubau zum bestehenden Heizhaus zur Unterbringung eines Wärmespeichers, eines Maschinenraums, eines Schaltraums, einer Stützwand sowie damit einhergehende Geländeänderungen gemacht.



Abbildung 13 Zubau (Quelle W.E.I.Z.)

Des Weiteren wurde ein Wasser-Pufferspeicher mit einem Speichervolumen von 38 m³ installiert. All diese Maßnahmen sind unter Einhaltung der genehmigungsrechtlichen Situation (siehe Kapitel 2.4) gemäß den denkmal- und ortsbildschutzrechtlichen Gegebenheiten erfolgt. Diese Anforderungen konnten nur durch eine teilweise über das Geländeniveau ragende, kuppelförmige Konstruktion des Oberteils und durch eine an die Umgebung angepasste, „unauffällig“ gestaltete Fassade erfüllt werden (siehe Abbildung 14).



Abbildung 14 Speicher Quelle (W.E.I.Z.)

Neben dem Speicher wurden die zusätzlich benötigten peripheren Komponenten wie Verrohrung, Ausdehnungsanlage, Netzpumpe und Wärmezähler neu installiert.

Des Weiteren wird eine neue Regelung mit einem zusammenhängenden Lastmanagement aller Anlagenkomponenten (Kesselanlage, zentraler Speicher, Netz und dezentrale Speicher bei den Abnehmern) durch gegenseitige Kommunikation, inkl. Zugriff auf die Regelung der dezentralen

Speicher bei den Abnehmern (siehe Tabelle 1), implementiert. Außerdem wurde eine neue Visualisierung der Regelung und Datenaufzeichnung gemäß qm heizwerke installiert.

Derzeit leider noch keine Monitoringdaten verfügbar, können bei Bedarf nachgereicht werden

2.2.2.1 Kostenaufstellung

Tabelle 3 zeigt eine vorläufige Kostenaufstellung der geplanten Maßnahmen.

Kostenposition	Kosten [€]	Kosten nach Umsetzung
1 Pufferspeicher	55.633,75	53.336,52
2 Heizung - Verrohrung	44.687,49	53.922,01
3 Regelung	18.961,07	27.917,98
5 Elektroinstallation	19.251,60	8.080,67
4 Notheizzentrale und Wasseraufbereitung	15.466,15	6.349,30
5 Baukosten für Heizraumzubau lt. LV	116.174,56	115.000,00
6 Planung und Ausschreibung	22.227,90	11.878,25
Summe zuzügl. MwSt	292.402,53	276.484,73

Tabelle 3: Geschätzte Kosten und echte Kosten der geplanten / umgesetzten Maßnahmen.

2.2.3 Energie- und Stoffbilanzen zur Darstellung des Umwelteffektes durch Gegenüberstellung der Situation VOR und NACH Projektdurchführung

2.2.3.1 Wirkungsgradkennlinie der Kessel

Um den Brennstoffverbrauch des aktuellen Betriebsjahres (01.09.2018 bis 01.09.2019) und den zukünftigen Brennstoffverbrauch nach Integration des Speichers berechnen zu können, wurde zuerst eine Wirkungsgradkennlinie in Abhängigkeit der Last der Kessel generiert. Als Basis wurden dafür Werte aus der Literatur [1,2] verwendet. Abbildung 15 zeigt die generierte Wirkungsgradkennlinie in

Abhängigkeit der Kessellast. Die generierte Wirkungsgradkennlinie wurde dabei mit einem Potenzansatz der Form $f(x) = a \cdot x^n$ grafisch an die Literaturwerte angenähert.

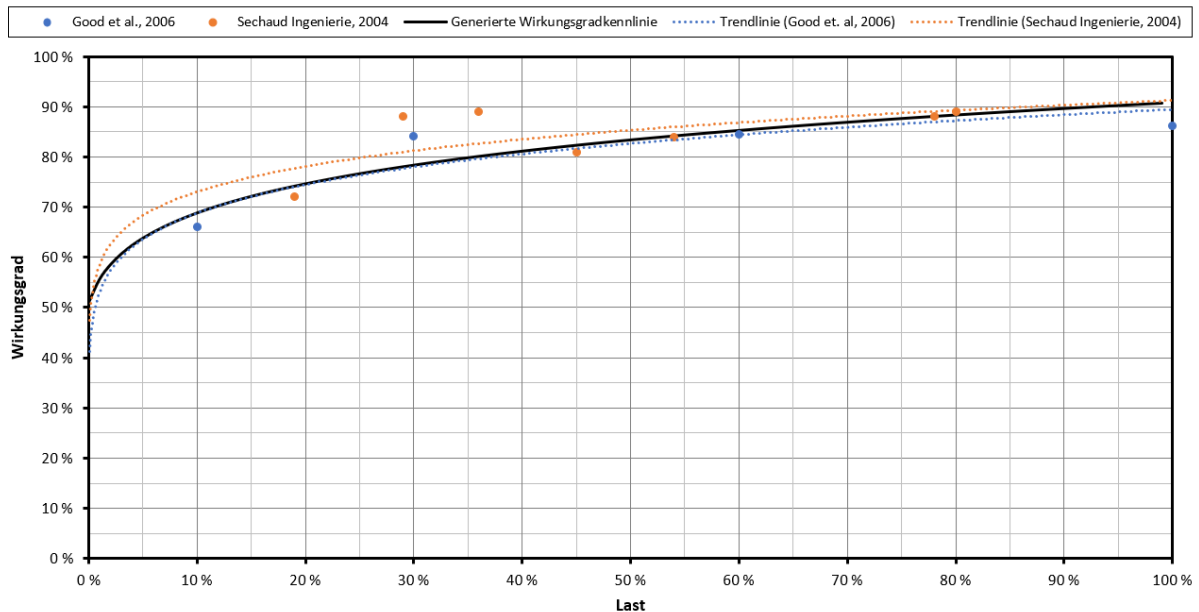


Abbildung 15: Generierte Wirkungsgradkennlinie der Kessel aus Literaturwerten. [1,2]

2.2.3.2 Berechnung des aktuellen Brennstoffverbrauchs

Der Brennstoffverbrauch des aktuellen Betriebsjahres wurde aus den gemessenen Leistungswerten des Netzes (im 10-Minuten-Intervall) auf Basis der generierten Wirkungsgradkennlinie in Abhängigkeit der jeweiligen aktuellen Kessellast berechnet.

2.2.3.3 Berechnung der aktuellen Verteilverluste in den Sommermonaten

Die aktuellen Wärmeverluste des Wärmenetzes (Verteilverluste) in den Sommermonaten (Juni bis September) wurden aus den gemessenen Vor- und Rücklauftemperaturen des Netzes (im 10-Minuten-Intervall) und aus der Literaturwerten [3] für die spezifischen Wärmeverluste je Trassenmeter berechnet. Dabei wurde die Rohr-Art¹ und die unterschiedlichen Rohrdimensionen (DN) mit den jeweiligen Rohrlängen des Wärmenetzes berücksichtigt. Für die Erdreichtemperatur wurde eine konstante Temperatur von 10 °C angenommen.

2.2.3.4 Berechnung der aktuell benötigten Pumpenenergie in den Sommermonaten

Die aktuell benötigte Pumpenenergie des Wärmenetzes in den Sommermonaten (Juni bis September) wurde aus den gemessenen Volumenströmen (im 10-Minuten-Intervall) und der Leistungskurve der Pumpe² lt. Herstellerdatenblatt berechnet.

2.2.3.5 Berechnung des zukünftigen Brennstoffverbrauchs und der zukünftigen Verteilverluste und Pumpenenergie in den Sommermonaten

Der zukünftige Werte wurde gemäß der geplanten Betriebsweise für die unterschiedlichen Perioden des Betriebsjahres (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) nach folgenden Berechnungsansätzen berechnet:

- Periode 1 (Juni bis September):
Brennstoffverbrauch

¹ Verbaute Rohr-Art: Kunststoffmantelrohr in Doppelrohrausführung

² Verbaute Netzpumpe: Wilo IPn 40/140-1,5/2

Es wurde dazu für mehrere typische Tage in dieser Periode der Brennstoffverbrauch, unter der Annahme, dass der Kessel den Speicher unter Volllast belädt und dann abschaltet berechnet. Danach wurde die Brennstoffeinsparung gegenüber dem tatsächlich gemessenen Brennstoffverbrauch für diese Tage berechnet.

Der zukünftige Brennstoffverbrauch für die gesamte Periode wurde anschließend aus der erhaltenen Brennstoffeinsparung für die typischen Tage und den tatsächlich gemessenen Leistungswerten im 10-Minuten-Intervall kalkuliert.

Verteilverluste

Die Verteilverluste wurde gemäß der in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebenen Betriebsweise berechnet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass 2 Stunden pro Tag das Wärmenetz mit erhöhten Temperaturen betrieben wird und die dezentralen Warmwasserspeicher beladen werden und den Rest des Tages (22 Stunden) wird das Wärmenetz mit reduzierten Temperaturen sowie reduziertem Volumenstrom betrieben. Die Wärmeverluste wurden anschließend aus den angenommenen Temperaturen und aus den Literaturwerten [3] für die spezifischen Wärmeverluste je Trassenmeter berechnet.

Pumpenenergie

Die Pumpenenergie wurde analog zu den Verteilverlusten mit den angenommenen Volumenströmen (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) und der Leistungskurve der Pumpe berechnet.

- *Periode 2 (Oktober bis Mitte November, April und Mai):*

Brennstoffverbrauch

Für die Berechnungen in dieser Periode wurde angenommen, dass der kleine Kessel (Kessel 1) alleine die Leistungsanforderungen des Netzes übernimmt. Der Brennstoffverbrauch wurde folglich im 10-Minuten-Intervall aus den tatsächlich gemessenen Leistungswerten und der generierten Wirkungsgradkennlinie in Abhängigkeit der Kessellast berechnet.

- *Periode 3 (Mitte November bis März):*

Brennstoffverbrauch

Die Berechnungen für Periode 3 wurden analog zu den Berechnungen in Periode 2 durchgeführt. Jedoch anstatt von Kessel 1 wurde Kessel 2 verwendet.

2.2.3.6 Berechnete zukünftige Energie- und Schadstoffeinsparungen

Tabelle 4 zeigt die Resultate der oben beschriebenen Berechnungen.

		Vorher	Nachher
Verteilverluste (Jun.-Sept.)	[MWh]	19,37	11,54
Einsparung	[MWh]	7,82	
	[%]	40,40	
Pumpenenergie (Jun.-Sept.)	[kWh]	3 024,58	2950,43
Einsparung	[kWh]	74,15	
	[%]	2,45	
Eingesetzte Brennstoffenergie	[MWh]	1 805,67	1 700,31
Einsparung	[MWh]	105,36	
	[%]	5,83	

Eingesetzte Brennstoffmenge¹	[srm]	1 894,19	1 783,67
Einsparung	[srm]	110,52	
	[%]	5,83	
Einsparung CO₂-äquiv. Emissionen (Brennst.)²	[t/a]	1,69	
Einsparung sonst. Schadstoffe (Brennst.)³			
- CO	[kg/a]	332,06	
- NO _x	[kg/a]	48,74	
- Staub	[kg/a]	30,72	
- C _n H _m	[kg/a]	67,13	
Einsparung CO₂-äquiv. Emissionen (PumpenEn)⁴	[kg/a]	25,80	
Einsparung CO₂-äquiv. Emissionen (Gesamt)	[t/a]	1,71	
Theoretische CO₂-Einsparung⁵	[t/a]	32,77	

Tabella 4: Berechnete zukünftige Energie- und Schadstoffeinsparungen.

2.3 Zeitplan

Alles wurde wie geplant umgesetzt.

2.4 Beschreibung der genehmigungsrechtlichen Situation

2.4.1 Denkmal- und Ortsbildschutz

Das Grundstück (Gst. Nr. 1185/1, KG 68266 Weiz, EZ 2153) des Heizwerkes im historischen Stadtkern Weizberg befindet sich, gemäß Flächenwidmungsplan (siehe Abbildung 16), in einer ortsbild- und denkmalgeschützten Zone. In Österreich unterliegen der Ortsbild- und Denkmalschutz in historischen Stadtkernen oder anderen Stadtteilen dem Bau⁶- und Raumordnungsgesetz⁷ der Länder bzw. dem österreichischen Denkmalschutzgesetz⁸. Der Ortsbild- und Denkmalschutz wird in den jeweiligen Ortsbildschutzzonen⁹ in diesem Zusammenhang im Rahmen von Baubewilligungen durch einen Ortsbildsachverständigen bewahrt. Bauliche Veränderungen in Ortsbildschutzgebieten bedürfen daher einer Baubewilligung inkl. eines positiven Ortsbildschutzgutachten.

¹ Berechnungsbasis: Hu=953,27 kWh/srm (25% atro) [3].

² Eingesparte Emission für die Bereitstellung des Waldhackgutes (Herstellung, Transport, usw.); Berechnungsbasis: CO₂-äquivalenter Emissionsfaktor=16 g/kWh_{EE(Bst.)}; Mittelwert der Emissionsfaktoren aus [3], [4] und [5], nachdem die Emissionsfaktoren aus der Literatur sehr hohe Schwankungsbreiten aufweisen.

³ Eingesparte Emissionen aufgrund der Brennstoffeinsparung; Berechnungsbasis: CO=3,15 g/kWh_{EE(Bst.)}, NO_x=0,46 g/kWh_{EE(Bst.)}, Staub=0,29 g/kWh_{EE(Bst.)}, C_nH_m=0,64 g/kWh_{EE(Bst.)}; Mittelwerte der Emissionsfaktoren für Österreich und Deutschland aus [3].

⁴ Eingesparte Emissionen aufgrund eingesparter Pumpenenergie mit allg. Strom-Mix von Österreich bewertet; Berechnungsbasis: CO₂-äquivalenter Emissionsfaktor=348 g/kWh_{EE}; Mittelwert der Emissionsfaktoren aus [4] und [5].

⁵ Ist jene CO₂-Einsparung die aufgrund des geringeren Brennstoffverbrauchs entstehen würde, wenn der eingesparte Brennstoff mit dem CO₂-äquivalenten Emissionsfaktor von Heizöl bewertet werden würde, mit der Annahme, dass die eingesparte Biomasse dieses Heizwerkes den Brennstoff eines anderen fossil befeuerten Heizwerkes substituieren könnte bzw. die Spitzenlastabdeckung des Heizwerkes nicht durch einen Speicher, sondern durch einen Ölkessel erfolgen könnte. Berechnungsbasis: CO₂-äquivalenter Emissionsfaktor=311 g/kWh_{EE(Bst.)} aus [4].

⁶ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000070>

⁷ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000069>

⁸ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009184>

⁹ <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10025584/686638/>

Wie aus Abbildung 17 ersichtlich, ist das bestehende Heizwerk nordöstlich der bestehenden Aufbahnhalle bzw. südwestlich der bestehenden Volksschule unter dem bestehenden Geländeneiveau angesiedelt. Der geplante Zubau zur Unterbringung eines Wärmespeichers, eines Maschinenraums, eines Schaltraums, einer Stützwand sowie damit einhergehende Geländeänderungen an der Südwestseite des Heizhauses, hinter der Aufbahnhalle, beeinflussen somit direkt das bestehende Ortsbild.

Daher sind aufgrund der genehmigungsrechtlichen Situation durch spezielle bauliche Maßnahmen folgende Anforderungen zu erfüllen:

- größtenteils unterirdische Implementierung unter dem Geländeneiveau ist anzustreben,
- Ausnutzung von bereits bestehenden Gebäuden zur Verdeckung des Zubaus und damit verbundene Einschränkungen bezüglich der Abmessungen des Zubaus,
- speziell angepasste Gestaltung der sichtbaren Fassaden hinsichtlich Farbe und Geometrie unter Einhaltung der Anforderung an Witterungsbeständigkeit,
- minimalinvasive Integration, um bestehende natürliche Gegebenheit wie z.B. Baum- und Buschbestand nicht zu beeinflussen.

Durch die neuartige bautechnische Integration des Speichers im historischen ortsbild- und denkmalgeschützten Stadtkern sollen all diese Anforderungen erfüllt werden und sichergestellt werden, dass sich der Zubau unauffällig in das Gesamtbild einfügt und keine nachteiligen Auswirkungen auf das Ortsbild nach sich zieht.



Abbildung 16: Auszug aus dem Flächenwidmungsplan des Fokusgebiets Weizberg (Quelle: Flächenwidmungsplan Nr. 1.0 – Stadtgemeinde Weiz, Stand: 26.03.2018, Original: http://www.weiz.at/files/stadt-weiz/dokumente/Verordnungen/fwp_weiz_kl_1.pdf)

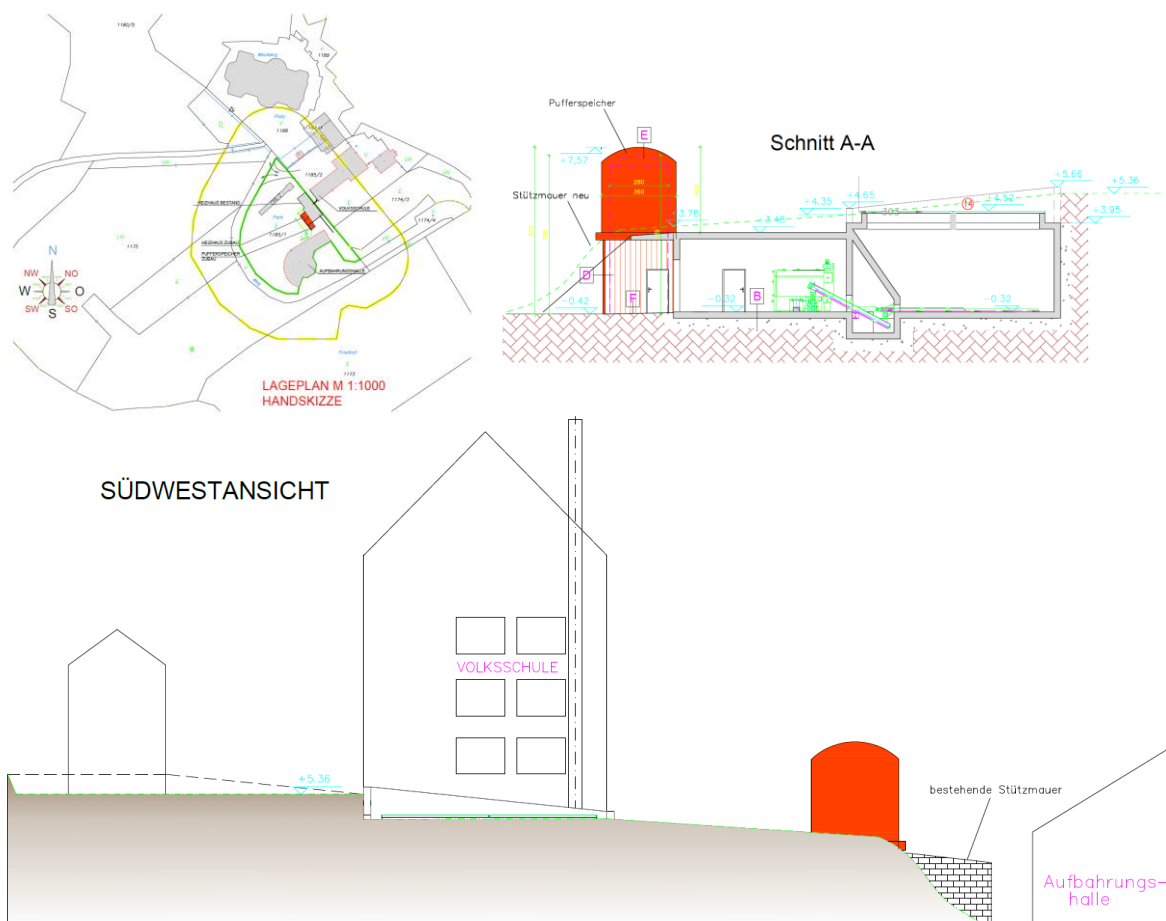


Abbildung 17: Auszug aus vorläufigen Entwurfsplänen.

2.4.2 Zugriff auf Regelung der dezentralen Warmwasserspeicher bei den Abnehmern

Um die Implementierung der neuen Regelung mit einem zusammenhängenden Lastmanagement durch gegenseitige Kommunikation aller Anlagenkomponenten (Kesselanlage, zentraler Speicher, Netz und dezentrale Speicher bei den Abnehmern) zu ermöglichen, ist der Zugriff auf die Regelung der dezentralen Warmwasserspeicher bei den Abnehmern (siehe Tabelle 1) nötig. Diese Vereinbarung konnte bereits mit den entsprechenden Abnehmern durch eine Erweiterung des Wärmeliefervertrages sowie der Wartungsvereinbarung erzielt werden.

3 Relevanz des Vorhabens in Bezug auf das Förderprogramm

In den folgenden Kapiteln wird auf die wesentlichen Inhalte des gegenständlichen Projektes bezüglich der, im Leitfaden *Klima- und Energie- Modellregionen - Jahresprogramm 2019¹* angeführten, Auswahlkriterien des *Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014-2020 (LE 14-20)*

¹https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/KEM/kem_leitfaden.pdf

eingegangen. Detaillierte technische Beschreibungen zum Projektvorhaben können Kapitel 2 entnommen werden.

3.1 Regionale Aspekte

Wesentliche Argumente: *Vollständig in Klima- und Energiestrategien von Stadtgemeinde Weiz, KEM Weiz-Gleisdorf und katholische Kirche Steiermark integriert; regionale Wertschöpfung durch regionales Waldhackgut*

Das gegenständliche Projekt ist vollständig in die regionalen Klima- und Energiestrategien der Stadt Weiz, der KEM Weiz-Gleisdorf und der katholischen Kirche Steiermark integriert. Im Folgenden werden kurz die wesentlichen Punkte dieser Strategien zusammengefasst:

Stadtgemeinde Weiz

Die Stadtgemeinde Weiz hat sich mit dem Energie- und Klimaaktionsplan (SECAP)¹ das Ziel gesetzt bis 2030 die Pro-Kopf CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 40 % zu reduzieren. Das bedeutet folglich eine Transformation der Energieversorgung weg von konventionellen, gut kontrollierbaren, fossilen Energiequellen hin zu fluktuierenden und damit in der Erzeugung schwer kontrollierbaren Energiequellen in Kombination mit Speichertechnologien und Energieeffizienz-Maßnahmen. Zwar steigt der Anteil der Erneuerbaren vor allem im Strom und Wärmesektor in Weiz, jedoch gibt es im Verkehr, in der Industrie und eben vor allem in denkmal- bzw. ortsbildgeschützten Gebäuden und Stadtteilen Nachholbedarf.

Katholische Kirche Steiermark

Einer der Hauptabnehmer des Biomasseheizwerkes Weizberg ist die Pfarre Weizberg mit der Basilika Weizberg. Die Klima- und Energiestrategie der katholischen Kirche Steiermark ist mit 1. Oktober 2018 durch Bischof Dr. Wilhelm Krautwaschl in Kraft gesetzt worden. Die Grundlagen für diese Klima- und Energiestrategie wurden in den Beschlüssen der Österreichischen Bischofskonferenz vom 11. November 2015 in drei Ökologie-Zielen festgehalten: a) Senkung des Energiebedarfs, b) Steigerung der Energieeffizienz und c) Deckung des verbleibenden Energiebedarfs durch erneuerbare Energien.

KEM Weiz-Gleisdorf

Eine effiziente Nutzung der vorhandenen Ressourcen verfolgt die übergeordnete Klima- und Energie-Modelregion „Energiregion Weiz-Gleisdorf“, mit dem Ziel 100% der Ressourcennutzung für Strom, Wärme und Mobilität durch erneuerbare Energieträger bis 2050. Die Erreichung dieser Ziele setzt auch eine Optimierung der vorhandenen Systeme in Bezug auf den Nahwärmeausbau, den dazugehörigen Einsatz von Speichern sowie die Erhöhung der Energieeffizienz voraus, wie auch aus den Aussagen des lokalen Entwicklungskonzeptes entnommen werden kann:

- „Es ist in allen Sektoren eine drastische Erhöhung der Energieeffizienz notwendig, nur so kann der Energieeinsatz reduziert werden – insb. der Gebäudebereich (Sanierungen).“
- „Für eine bessere Einbindung von Erneuerbaren sind Speichertechnologien strategisch zu entwickeln.“

Das Biomasseheizwerk Weizberg bietet schon derzeit eine Wärmeversorgung mit dem CO₂-neutralen und zu 100% erneuerbaren Energieträger Holz, jedoch ist die Anlage auf Grund eines fehlenden thermischen Energiespeichers derzeit ineffizient. So wird derzeit mehr Holz verheizt als notwendig und der lokal begrenzte Flächenverbrauch ist wesentlich höher als notwendig. Die Integration eines thermischen Energiespeichers in das bestehende Heizwerk und die Implementierung eines neuen

¹ <http://www.weiz.at/umwelt/projekte/klimawandelanpassung/>

Lastmanagements kann dem entgegensteuern und zur effizienteren Flächennutzung beitragen. Darüber hinaus bleibt durch den Einsatz von regionalem Waldhackgut von regionalen Landwirten die Wertschöpfung in der Region.

Um zukünftig in der Stadtgemeinde Weiz, in der Pfarre Weizberg und in der Energieregion Weiz-Gleisdorf auch jene Gebäude oder Stadtteile, die unter Denkmal- bzw. Ortsbildschutz stehen durch erneuerbare Energieträger versorgen zu können und in Bezug auf Energieeffizienz zu optimieren, sind derzeit vor allem auf lokaler und regionaler Ebene kreative, intelligente und „smarte“ Lösungen gefragt. Eine solche lokale, nationale und europäische Best-Practice-Lösung wäre der innovative Einsatz eines thermischen Energiespeichers innerhalb der Denkmal- bzw. Ortsbildschutzzone der Basilika Weizberg.

Die Integration eines thermischen Energiespeichers sowie des vollintegrierten, intelligenten Lastmanagements in das bestehende Biomasseheizwerk Weizberg, zur Erhöhung der Flexibilität und Energieeffizienz, gliedert sich somit vollständig und nahtlos in die regionalen Klima- und Energieziele ein.

3.2 Beitrag zur Integration von erneuerbaren Energien

Wesentliche Argumente: *100% erneuerbare Energie für zukünftigen Speicher; geringere CO₂-Emissionen durch: geringerer Energieaufwand für Bereitstellung des Hackgutes, geringerer Verteilverluste und Einsparung von Pumpenergie; weniger Schadstoffemissionen v.a. CO und Staub (Feinstaub)*

Die Energieversorgung des Nahwärmenetzes Weizberg erfolgt zurzeit monovalent mittels Hackgut-Biomassekessel. Nachdem Biomasse als CO₂-neutral gilt, kann die Energieversorgung bereits vor der geplanten Maßnahme als vollständig erneuerbar angesehen werden. Bei Integration eines thermischen Energiespeichers in das bestehende Heizwerk wird daher auch dieser Speicher zukünftig zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen gespeist werden. Dennoch entstehen zukünftig geringere CO₂-Emission durch den geringeren Energieaufwand für die Bereitstellung des Hackgutes, durch Brennstoffeinsparungen aufgrund geringerer Wärmeverluste des Netzes (Verteilverluste) sowie durch Einsparung von Pumpenergie. Darüber hinaus entstehen weniger Schadstoffemissionen (v.a. CO und Staub) durch die Verbrennung.

Durch die Integration des neuen Lastmanagements und des zentralen Wärmespeichers und werden folgende positiven Effekte erzielt:

- Nutzung des Wärmenetzes als thermischer Puffer wird vermieden → geringere Wärmeverluste (Verteilverluste), überschüssige Wärme der Kesselanlage wird optimal genutzt
- Betrieb des Wärmenetzes in den Sommermonaten nur zu bestimmten Zeiten bei Warmwasserbedarf und nach Kommunikation mit den dezentralen Speichern bei den Abnehmern → Geringere Wärmeverluste (Verteilverluste) und Einsparung von Pumpenergie
- Allgemein dynamischerer Betrieb des Nahwärmenetzes möglich → Verbraucher können ohne die Trägheit der Kesselanlage schneller mit den nötigen Temperaturen bedient werden

Des Weiteren wird aufgrund der geplanten Maßnahmen durch Lastausgleich und Spitzenlastabdeckung der nachteilige Teil-/Schwachlastbetrieb der Kesselanlage (siehe Kapitel 2.1.2) vermieden bzw. reduziert und damit folgende positiven Effekte erzielt:

- Erhöhung des Wirkungsgrades der Brennstoffkessel → Einsparung von Primärenergie (Brennstoffeinsparung) → CO₂-Einsparung durch geringeren Energieaufwand für die Bereitstellung des Hackgutes (Herstellung, Transport, etc.)

- Geringere Schadstoffemissionen (Kohlenmonoxid (CO), Staub, NO_x und flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen (C_nH_m))
- Erhöhung der Lebensdauer der Anlagenteile → wesentliche Einsparung von ökologischen Ressourcen, welche durch eine frühzeitige Kompletterneuerung der Kesselanlage entstehen würden
- Erhöhung der Kehrintervalle (aufgrund des Ein/Aus-Betriebes der Kesselanlage stehen mehr Zeitfenster zur Verfügung) → Erhöhung des Wirkungsgrades, Verringerung der Schadstoff-Emissionen
- Verlängerung der Wartungsintervalle → geringere Wartungskosten

Quantitativ (siehe Kapitel 2.2.3.6) würde die Brennstoffeinsparung in den Sommermonaten aufgrund der geringeren Verteilverluste sich auf rund 8 MWh belaufen und eine Verringerung der Verteilverluste um ca. 40 % bedeuten. Damit einhergehend würde die eingesparte Pumpenenergie (Pumpenstrom) für die Sommermonate rund 74 kWh betragen.

Insgesamt würde sich aufgrund der effizienteren Betriebsweise der Kesselanlage und der geringeren Verteilverluste die jährliche Einsparung von Brennstoffenergie auf rund 105 MWh bzw. 110 srm Waldhackgut belaufen. Zusammen mit der eingesparten Pumpenenergie ergibt das eine Einsparung von rund 1,7 t CO₂-äquivalenten Emissionen pro Jahr, welche ansonsten für die Bereitstellung des Hackgutes bzw. aufgrund des Pumpenstroms anfallen würden. Darüber hinaus ergeben sich folgende sonstige Schadstoffeinsparungen aufgrund der Verbrennung: CO ca. 332 kg/a, NO_x ca. 49 kg/a, Staub ca. 31 kg/a und C_nH_m ca. 67 kg/a. Wobei vor allem sehr relevant die Staub-Emissionen sind, nachdem Weiz als Feinstaub belastete Region gilt.

Weiters zeigte eine durchgeführte Abgasmessung an einem der Kessel, dass in der Anheiz- und Ausbrandphase um das 9-fache höhere CO-Emissionen gegenüber dem Regelbrand entstehen (siehe Kapitel 2.1.2). Der v.a. im Sommer auftretende zyklische Betrieb (ständige Wechsel zwischen Regelbrand und Anheiz- und Ausbrandphase) mit diesen erhöhten CO-Emissionen würde durch Integration des Speichers und des neuen Lastmanagements vermieden werden.

Abschließend kann auch noch eine theoretische CO₂-Einsparung angenommen werden, welche sich ergeben würde, wenn der eingesparte Brennstoff mit dem CO₂-äquivalenten Emissionsfaktor von Heizöl bewertet werden würde, mit der Annahme, dass die eingesparte Biomasse dieses Heizwerkes den Brennstoff eines anderen fossil befeuerten Heizwerkes substituieren könnte bzw. die Spitzenlastabdeckung des Heizwerkes nicht durch einen Speicher, sondern durch einen Ölkessel erfolgen könnte. Diese theoretischen CO₂-Einsparungen ergeben eine Verminderung der CO₂-Emissionen von rund 33 t/a (siehe Kapitel 2.2.3.6).

3.3 Innovationsgrad des Speichers und des Gesamtsystems (10)

Wesentliche Argumente: *Innovation auf Systemebene: vollintegriertes, intelligentes Lastmanagement mit gegenseitiger Kommunikation aller Anlagenkomponenten; Innovation auf Speicherebene: Integration eines Speichers in einem denkmal- und ortsbildgeschützten historischen Stadtteil*

Die Innovation dieses Projektvorhabens findet sowohl auf Speicher- als auch Systemebene statt. Einerseits auf Systemebene durch die Implementierung einer neuen Regelung mit einem zusammenhängenden Lastmanagement aller Anlagenkomponenten (Kesselanlage, zentraler Speicher, Netz und dezentrale Speicher bei den Abnehmern) durch gegenseitige Kommunikation dieser und andererseits auf Speicherebene mit der Integrationen eines zentralen Wärmespeichers in einem denkmal- und ortsbildgeschützten Stadtteil.

Implementierung eines vollintegrierten, intelligenten Lastmanagements

Ziel ist die Implementierung einer neuen Regelung mit einem zusammenhängenden Lastmanagement aller Anlagenkomponenten (Kesselanlage, zentraler Speicher, Netz und dezentrale Speicher bei den Abnehmern), inkl. Zugriff auf die Regelung der dezentralen Speicher bei den Abnehmern (siehe Tabelle 1), durch gegenseitige Kommunikation dieser. Dieses vollintegrierte, intelligente Lastmanagement aller Anlagenkomponenten im Zusammenspiel mit dem zentralen und den dezentralen Wärmespeichern ermöglicht die Minimierung der nachteiligen zyklischen Betriebsweise der Kesselanlage und verhindert die Nutzung des Nahwärmenetzes als thermischen Puffer (siehe Kapitel 2.1.2). Diese Maßnahmen erhöhen die Flexibilität sowie die Energieeffizienz des gesamten Biomasseheizwerkes.

Durch die Integration des neuen Lastmanagements im Zusammenspiel mit den Speichern wird sichergestellt, dass die Kesselanlage kontinuierlich im vorteilhaften hohen Lastbereich betrieben werden kann. Überschüssige Wärme der Kesselanlage (v.a. in der Ausbrandphase) wird im zentralen Wärmespeicher zwischengespeichert, um dann bedarfsgerecht durch Kommunikation mit den dezentralen Speichern an die Abnehmer verteilt werden zu können. Dadurch wird das Netz nicht als thermischer Puffer genutzt und die Verteilverluste minimiert. Dies führt zu einer optimierten Brennstoffausnutzung. Besonders in den Sommermonaten wird durch das neue Lastmanagement eine effiziente Betriebsweise ermöglicht. Das Wärmenetz soll in den Sommermonaten nur bei Warmwasserbedarf der Abnehmer und nach Kommunikation mit den dezentralen Speichern betrieben werden. Den Rest der Zeit soll das Wärmenetz mit verminderten Temperaturen und Volumenströmen gefahren werden. Dadurch sollen einerseits die Verteilverluste vermindert und andererseits Pumpenenergie eingespart werden.

Integration in einem denkmal- bzw. ortsbildgeschützten Stadtteil

Derzeit stellt die Integration von großen thermischen Energiespeichern für Nahwärmenetze in denkmal- bzw. ortsbildgeschützten Stadtteilen und Gebäuden eine sehr große Herausforderung dar. Die dazugehörigen baulichen Veränderungen müssen dabei den strengen Auflagen des Ortsbild- und Denkmalschutzes entsprechen (siehe Kapitel 2.4). Best-Practice-Beispiele dazu findet man daher in Österreich kaum. Jedoch besonders in diesen ortsbild- und denkmalgeschützten Stadtteilen herrscht dadurch oftmals Nachholbedarf in Bezug auf Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energieträger. Einen neuartigen innovativen Ansatz dahingehend stellt das gegenständliche Projekt mit der Integration eines zentralen thermischen Energiespeichers (Wasser-Pufferspeicher) im Heizwerk des Nahwärmenetzes im historischen Stadtkern Weizberg (siehe Abbildung 10) dar. Die bautechnischen Anforderungen zur Einhaltung des Ortsbild- und Denkmalschutzes:

- größtenteils unterirdische Implementierung unter dem Geländeniveau ist anzustreben,
- Ausnutzung von bereits bestehenden Gebäuden zur Verdeckung des Zubaus und damit verbundene Einschränkungen bezüglich der Abmessungen des Zubaus,
- speziell angepasste Gestaltung der sichtbaren Fassaden hinsichtlich Farbe und Geometrie unter Einhaltung der Anforderung an Witterungsbeständigkeit,
- minimalinvasive Integration, um bestehende natürliche Gegebenheit wie z.B. Baum- und Buschbestand nicht zu beeinflussen,

erfordern neuartige Lösungskonzepte für die Implementierung eines zentralen Speichers im Heizwerk.

Die Anforderungen an die Ortsbild und Denkmalgeschützten Vorgaben wurden durch eine nur teilweise über das Geländeniveau ragende, kuppelförmige Konstruktion des Oberteils und durch eine an die Umgebung angepasste, „unauffällig“ gestaltete Fassade erfüllt.

Das gegenständliche Projekt zeigt damit den Einsatz von einer bereits breit erprobten Technologie (Wasser-Pufferspeicher) für den kaum erprobten Einsatzbereich in denkmal- bzw. ortsbildgeschützten Stadtteilen und Gebäuden. Darüber hinaus stellt das neue Lastmanagement inkl. Kommunikation aller Anlagenkomponenten auf Systemebene einen innovativen Ansatz dar. Aus diesen Gründen geht der Einsatz dieser Speicherlösung über den Stand der Technik hinaus und weist damit einen hohen Innovationsgrad auf.

Baugenehmigung Speicher

GRUNDSTÜCKSVERZEICHNIS mit ZUSTIMMUNGSERKLÄRUNG:

Die nachstehend angeführten Anrainer erklären mit ihrer Unterschrift, daß sie den Bauplan begutachtet haben und sie gegen eine Bewilligung lt. § 24 Bewilligungsverfahren oder § 33 Anzeigeverfahren des Stmk. Baugesetzes 1995 keinen Einwand haben. Ab Leistung der Unterschrift hat der unterzeichnete Nachbar keine Parteistellung und keine Einspruchsmöglichkeit und wird zu einer Bauverhandlung im Bewilligungsverfahren nicht geladen.

KATASTRALGEMEINDE: 68266 WEIZ

Gst. Nr.: 1173; EZ 136
Gst. Nr.: 1188; EZ 138
Gst. Nr.: 1174/4; EZ 2122
Gst. Nr.: .158/2; 1175; 1180/5; 1185/1; EZ 2153
Besitzer: Römisch-katholische Pfarrkirche zur heiligen Maria
8160 Weizberg 13

Gst. Nr.: .157/3; EZ 143
Besitzer: Loder Johannes
8160 Weizberg 7

Gst. Nr.: 1185/2; EZ 371
Besitzer: Stadtgemeinde Weiz Wirtschaftsentwicklungs KEG
8160 Weiz Hauptplatz 7

Gst. Nr.: 1174/3; EZ 2353
Gst. Nr.: 1189; 1220/1; EZ 2370
Besitzer: Stadtgemeinde Weiz Wirtschaftsentwicklungs KEG
8160 Weiz Hauptplatz 7

Gst. Nr.: 1185/1; EZ 2153
Besitzer: Römisch-katholische Pfarrkirche zur heiligen Maria
8160 Weizberg 13

3.4 Kosteneffizienz

Wesentliche Argumente: Mehrinvestition ermöglichen positiven Umwelteffekt für ortsbild- und denkmalgeschützte historische Stadtkerne, Speichertechnologie energietechnisch kosteneffizienteste Lösung

Mehrinvestitionen entstehen größtenteils aufgrund der beschriebenen Implementierung des Speichers in einem ortsbild- und denkmalgeschützten historischen Stadtkern und die damit verbunden erschwerten, kostenintensiven baulichen Anforderungen. Diese sind jedoch dem erzielten positiven Umwelteffekt für ortsbild- und denkmalgeschützte historische Stadtkerne, welche erst durch diese Mehrinvestition ermöglicht werden, gegenüberzustellen.

Energetechnisch ist der eingesetzte Wasser-Pufferspeicher eine erprobte Technologie und kann aufgrund der hohen Anzahl an Ladezyklen (annähernd tägliche vollständige Be- und Entladung des Speichers, siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) verglichen mit anderen Speichertechnologien als kosteneffizienteste Lösung angesehen werden.

4 Umsetzung des Vorhabens

4.1 Qualität der Umsetzung

Es wurde alles wie geplant umgesetzt.



5 Ökonomisches Potenzial und technische Multiplizierbarkeit

5.1 Multiplizierbarkeit (technisch und ökonomisch)

Wesentliche Argumente: *Innovative Integration in historischen Stadtkernen; hohes Marktpotential in AT; Generelle Optimierungsmaßnahme zur Steigerung von Flexibilität und Effizienz von Biomasseheizwerken*

Durch den gegenständlichen innovativen Ansatz und trotz Zusatzaufwand wurde gezeigt, dass Flexibilitäts- und Energieeffizienzmaßnahmen generell, aber v.a. für Biomasseheizwerke in historischen- und denkmalgeschützten Stadtteilen sowohl ökonomisch als auch technisch durchführbar sind.

Ziel des gegenständlichen Projektes war es, den geplanten Wasser-Pufferspeicher unauffällig in das Gesamtbild einzufügen. Damit kann gezeigt werden, dass große thermische Energiespeicher in Zukunft auch in ortsbild- und denkmalgeschützten Gebäuden oder Stadtteilen eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Option zur Bereitstellung von Wärme und Kälte darstellen, vor allem in Hinblick

auf die Integration von erneuerbaren Energieträgern. Erst durch die Integration des zentralen Wärmespeichers wird zudem die Implementierung des vollintegrierten, intelligenten Lastmanagements ermöglicht, das zur massiven Steigerung der Flexibilität und Effizienz der Anlage führt.

Daraus ergibt sich, dass nach Weizer Vorbild, in ortsbild- und denkmalgeschützten Stadtteilen und daher an zahlreichen Standorten die Integration eines zentralen Wärmespeichers und neuem Lastmanagement zur Steigerung der Effizienz durch eine geländeintegrierte Bauweise der Anlage und durch Zugriff auf die Regelung der Abnehmer ermöglicht werden kann.

Die Anzahl von Städten mit historischem Stadtkern in Österreich beläuft sich derzeit auf 44 Städte¹. Zudem sind in Weiz 26², bzw. in Österreich 38.367, Denkmäler unter Schutz³. Daher weist diese innovative Integration ein hohes Marktpotential und Multiplizierbarkeit auf.

Die gegenständliche Anlage kann und soll daher in den nächsten Jahren als innovative Best-Practice-Anlage und als Vorbild für die vereinfachte technische aber vor allem ökonomische Umsetzung an vor allem eben diesen ortsbild- und denkmalgeschützten Standorten dienen und zur wesentlichen Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger als auch der Wirtschaftlichkeit von Nahwärmenetzen führen.

6 Referenzen

- [1] J. Good, T. Nussbaumer, J. Delcarte, Y. Schenkel, Determination of the Efficiencies of Automatic Biomass Combustion Plants – Evaluation of Different Methods for Efficiency Determination and Comparison of Efficiency and Emissions for Different Operation Modes, 2006.
- [2] F. Mermoud, A. Haroutunian, J. Faessler, B. Lachal, Impact of load variations on wood boiler efficiency and emissions; Archives Des SCIENCES. (2015) 12.
- [3] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke, Qualitäts-Management Holzheizwerke - Planungshandbuch, (2008).
- [4] Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-009/15, (2015). https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_26.03.15.pdf (accessed May 28, 2018).
- [5] ÖNORM EN ISO 52000-1, Energieeffizienz von Gebäuden - Festlegungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Teil 1: Allgemeiner Rahmen und Verfahren, Wien, 2018.

¹https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_St%C3%A4dten_mit_historischem_Stadtkern#%C3%96sterreich

²https://bda.gv.at/fileadmin/Dokumente/bda.gv.at/Publikationen/Verordnungen/Steiermark/Verordnung_-_Weiz.pdf

³<https://bda.gv.at/denkmalverzeichnis/>

https://bda.gv.at/fileadmin/Dokumente/bda.gv.at/Publikationen/Verordnungen/Steiermark/Verordnung_Weiz.pdf