



# Analyse Dimensionierung Wärmeerzeuger

Schlussbericht

## **IMPRESSUM**

### **Auftraggeberin:**

Stadt Zürich,  
Amt für Hochbauten,  
Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik,  
Amtshaus III, Lindenhofstrasse 21  
8021 Zürich

### **Bearbeitung:**

Amstein + Walthert AG  
Benjamin Furmansky  
Andreasstrasse 11  
8050 Zürich  
benjamin.furmansky@amstein-walthert.ch

### **Projektleitung:**

Thomas Kessler  
Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik,  
Amt für Hochbauten

### **Projektteam:**

Thomas Kessler (Stadt Zürich, Amt für Hochbauten)  
Thomas Herrmann (Stadt Zürich, Immobilien)  
Benjamin Furmansky (Amstein + Walthert AG, Zürich)  
Robert Uetz (Amstein + Walthert AG, Zürich)

Zürich, Januar 2017

# Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung .....	4
2	Ausgangslage und Zielsetzungen .....	7
2.1	Ausgangslage .....	7
2.2	Zielsetzungen .....	7
2.3	Relevanz der Mess-Infrastruktur .....	7
3	Grundlagen .....	8
4	Analyse .....	11
4.1	Alterszentrum Wildbach .....	12
4.2	Pflegezentrum Bombach .....	14
4.3	Pflegezentrum Riesbach .....	16
4.4	Sozialzentrum Albisriederhaus .....	18
4.5	Schulanlage Falletsche .....	20
4.6	Schulanlage Holderbach .....	22
4.7	Schulanlage Limmat .....	24
4.8	Schulanlage Käferholz .....	26
4.9	Sporthalle Hardau .....	28
4.10	Amtshaus Parkring 4 .....	30
4.11	Verwaltung Kreisgebäude 3 .....	32
5	Interpretation und Schlussfolgerung .....	34
5.1	Ursache von gemessenen Leistungsspitzen .....	34
5.2	Überdimensionierungsfaktoren des Gesamtsystems .....	34
5.3	Auswirkungen der Überdimensionierung .....	36

# 1 Zusammenfassung

## Ausgangslage

Im Auftrag des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich und in Zusammenarbeit mit Immobilien Stadt Zürich sollen Wärmeleistungs-Messdaten (Stundenwerte) von 11 ausgewählten Liegenschaften mit den installierten Wärmeerzeugerleistungen verglichen werden. Als Metedaten wurden die SMA Metedaten der SMA Station Zürich-Fluntern verwendet. Die Hauptnutzungen der ausgewählten Objekte sind: Pflegeeinrichtungen, Schulanlagen, Sporthallen und Verwaltungsgebäude.

Die gewonnenen Erkenntnisse sind hilfreich für die Erarbeitung zukünftiger Planungs- und Auslegungsprozesse.

## Vorgehen

Hauptbestandteil der Analyse bildet der Vergleich der Lastspitzen mit den realen Leistungskapazitäten der jeweiligen Wärmeerzeuger. Die gesamthaft erzeugte Wärmeleistung innerhalb der einzelnen Objekte wird im Tagesprofil abgebildet. Praktischerweise sind in den jeweiligen Profilen die installierten Heizleistungen der einzelnen Wärmeerzeuger, sowie für bivalente Systeme die kumulierte Heizleistung vermerkt. Typische Muster der Verbraucher, welche erhebliche Auswirkungen auf die Heizleistung aufweisen, werden ermittelt und markiert.

Der Vergleich der Wärmeerzeuger mit dem realen Leistungsverhalten der Anlage wird in Form von Überdimensionierungsfaktoren wiedergegeben. Dieser wird anhand der maximal auftretenden Leistungsspitzen und der gesamthaft installierten Heizleistung berechnet.

Zusätzlich wird als separate Betrachtung ein allfälliges Brechen der Spitzenlasten, wie beispielsweise durch gestaffelte Warmwasserladung oder Verschieben der Nachtabsenkung, betrachtet.

## Leistungsverhalten der Wärmeerzeuger

Anhand der Analyse wird ersichtlich, dass die Heizleistung vor allem durch folgende Punkte beeinflusst wird:

- Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung (Zeitpunkt der Freigabe und Häufigkeit der Ladung)
- Spitzenlast nach Aufhebung der Nachtabsenkung
- Spitzenlast aufgrund paralleler Ladung des Warmwassers und Aufhebung der Nachtabsenkung der Raumheizung

Bei der Warmwasser-Ladung sind vor allem die häufigen und kurzen Ladezyklen auffällig. Diese werden überwiegend durch Verluste der Warmwasser-Zirkulation verursacht. Je nach Konzept ergibt sich dann ein Anheben der Wassertemperatur des Wärmeerzeugers und ein sinkender Erzeugerwirkungsgrad.

## Überdimensionierungsfaktoren

In 10 von 11 Objekten ist die installierte Wärmeerzeugung gegenüber der realen Leistungskapazität um Faktor 1.4 bis 3.1 überdimensioniert.

Teilweise wurde die Gebäudehülle saniert, ohne gleichzeitig die Wärmeerzeugung anzupassen. Die Wärmeerzeugungen wurden in diversen Objekten redundant geplant, jedoch sind oftmals beide Wärmeerzeuger gleichzeitig in Betrieb.

Sofern der Betrieb dies erlaubt, wird für neue Bauvorhaben des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich keine redundante Wärmeerzeugung mehr vorgesehen, sondern lediglich Anschlussstutzen für einen allfälligen Einsatz einer mobilen Heizzentrale eingebaut. Problematische Objektarten, wie beispielsweise Spitäler, bilden die Ausnahme dieser Regelung.

Unter Berücksichtigung der sanierten Gebäudehüllen, ohne Anpassung der Wärmeerzeugung, so wie einer allfälligen Redundanz sind noch 8 von 11 Objekten überdimensioniert.

Werden mögliche Leistungsspitzen gemindert, wie beispielsweise durch gestaffelten Aufheizbetrieb, so beträgt der Überdimensionierungsfaktor zwischen 2.0 und 5.2.

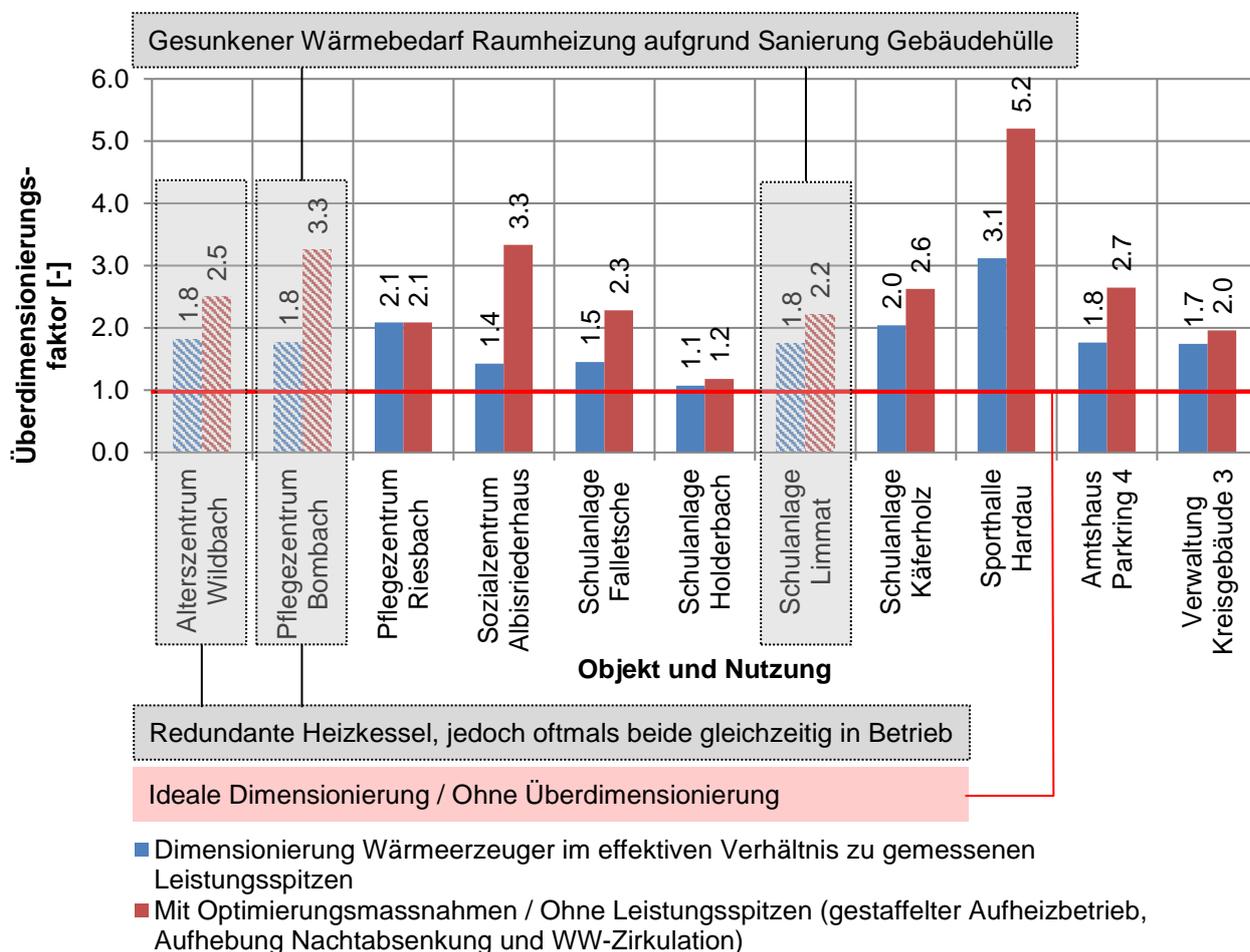


Abbildung 1: Überdimensionierungsfaktoren des Gesamtsystems im Vergleich zu den effektiv gemessenen und ohne Leistungsspitzen

Je höher der Überdimensionierungsfaktor, desto grösser ist die Differenz zwischen installierter Heizleistung und dem realen Lastverhalten der Wärmeerzeugung. Im real gemessenen Betrieb fallen besonders die Leistungsspitzen, welche aufgrund gleichzeitiger Versorgung der Raumheizung und Warmwasser-Aufbereitung entstehen, ins Gewicht (Seite 5, Abbildung 1, blaue Säulen).

Mit Optimierungsmaßnahmen liessen sich die Leistungsspitzen reduzieren, um so den Bedarf an Heizleistung weiter zu senken. Die Differenz zwischen installierter Wärmeerzeugung und dem realen Heizleistungsbedarf, bzw. der Überdimensionierungsfaktor steigen bei Optimierungsmaßnahmen weiter an (Seite 5, Abbildung 1, rote Säulen). Beispielsweise mit folgenden Massnahmen wäre eine Reduktion der Leistungsspitzen möglich:

- Gestaffelter Aufheizbetrieb
- Bedürfnis- / zeitgesteuerte Warmwasser-Zirkulation
- Leistungsbegrenzung Wärmeerzeuger
- Warmwasser-Wärmetauscher kann möglicherweise auf tiefste Leistungsstufe des Wärmeerzeugers ausgelegt werden, sofern entsprechende Regulierung vorhanden ist
- Heizkessel bei bivalenten Systemen über Zeitprogramm- und/oder Aussenlufttemperaturgeführter Steuerung während Übergangszeit, sowie bei Lastspitzen sperren

### **Auswirkungen der Überdimensionierung**

Als technische und betriebliche Auswirkung sinkt bei einstufigen Wärmeerzeugern meist der Erzeugerwirkungsgrad (erhöhte Anzahl Brennerstarts und hohe Auskühlverluste). Modulierende Anlagen reagieren weniger ausgeprägt auf eine Überdimensionierung. Der Wirkungsgrad steigt hier im Teillastbetrieb gar leicht an (tiefere Abgastemperaturen und allfällig höhere Kondensationsausbeute), jedoch nur solange die Wärmeleistung innerhalb des regelbaren Bereiches des Brenners liegt.

Bei Wärmepumpen mit Erdsonden als Wärmequelle ist im Falle einer Überdimensionierung die Länge der Sonden zu hoch ausgelegt. Dadurch ist der thermische Widerstand der Sonden im Teillastbetrieb wegen laminarer Strömung erhöht. Gleichzeitig sinkt bei häufigen, jedoch kurzen Laufzeiten (On-Off-Betrieb) die Lebensdauer der Wärmepumpenkomponenten.

Eine massive Überdimensionierung ist oft auch die Ursache für pendelnde Regulierungen, da die Regelventile im Kleinstlastbetrieb nicht mehr derart herunter regulieren können (pendeln zwischen minimalem Regelbereich und ganz geschlossen).

Aus ökonomischer Sicht wirken sich besonders die Investitionskosten von Heizkesseln, Wärmepumpen und Erdsondenbohrungen negativ aus. Neben den erhöhten Energiekosten aufgrund eines schlechteren Wirkungsgrades, wird bei einer Überdimensionierung der Wärmeerzeugung oft auch die Leistungs- bzw. Anschlussgebühr teurer.

## 2 Ausgangslage und Zielsetzungen

### 2.1 Ausgangslage

Das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich entwickelt und realisiert mit den zuständigen Anlaufstellen, wie Fachplaner oder ausführende Betriebe, Bauvorhaben für die Stadt Zürich.

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes soll für ausgewählte Liegenschaften das reale Leistungsverhalten der Wärmeerzeugung im Betrieb analysiert und mit der installierten Wärmeleistung verglichen werden. Die Analyse soll als Basis für zukünftige Planungsprozesse dienen und den Dimensionierungsprozess der Wärmeerzeuger optimieren, so dass diese möglichst optimal dem realen Leistungsbedarf entsprechen. Das reale Leistungsverhalten wird mittels Messdaten (Stundenwerte) ermittelt.

### 2.2 Zielsetzungen

Folgende Zielsetzungen werden mit der Analyse erfüllt:

- Die energierelevanten Wärmeerzeuger und Verbraucher sind erfasst und dokumentiert
- Der Zusammenhang zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch ist ermittelt und analysiert
- Die thermischen Lastprofile der letzten drei Jahre sind anhand der Messdaten zusammengetragen und interpretiert
- Das reale Leistungsverhalten ist mit der installierten Wärmeerzeugerdimension verglichen und dokumentiert
- Die gewonnenen Erkenntnisse sind im Bericht zusammengefasst und interpretiert

### 2.3 Relevanz der Mess-Infrastruktur

Die vorliegende Analyse der Wärmeerzeuger basiert auf Messdaten, welche die Immobilien der Stadt Zürich zur Verfügung stellt. Die daraus geschlossenen Aussagen sind nur dank aussagekräftiger Messdaten möglich. Eine möglichst breite Mess-Infrastruktur ist eine Voraussetzung für die Beurteilung der Objekte.

# 3 Grundlagen

Zur Ausarbeitung der Analyse stehen Amstein + Walthert folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Aussentemperaturen ab Meteostation Zürich-Fluntern von Januar 2013 - Juni 2016
- Stündliche Messwerte ab "Immobox" von Januar 2013 - Juni 2016

Die Energiedaten wurden seitens Amstein + Walthert anhand Erfahrungswerten überprüft und plausibilisiert.

Ausserdem wurden Amstein + Walthert zu einzelnen Objekten zusätzlich folgende Unterlagen zugestellt:

- Falblatt mit Eckdaten (Nutzungen, Flächen) des Objektes
- Antrag Minergie-Zertifikat
- Anlage-, Funktions- und Regelbeschrieb
- Erneuerungskonzept und Machbarkeitsstudie

Objekt und Nutzung	Unterlagen			Wärmeerzeuger [kW]					Heizleistung Total [kW]	Monovalent	Bivalent Parallel	Wärme-verbraucher			Bemerkungen
	Messschema	Prinzipschema	SIA 380/1	Oel	Gas	Luft	Wärmepumpe Erdsonden Grundwasser	Sonstige				Raumheizung	Warmwasser	Lüftung	
Alterszentrum Wildbach	X	X <sup>1</sup>	X	2 x 250				Solarthermie	500	X		kA	X	X	Nicht enthalten in gesamter Heizleistung: Solarthermie.
Pflegezentrum Bombach	X	X	X	2 x 850				BHKW <sup>2</sup> , 250 kW <sub>th</sub>	1'950		X	X	X	X	Nicht enthalten: Versorgung Fremdverbraucher via Fernleitung.
Pflegezentrum Riesbach	X	X			400	122			522		X	kA	X	X	Unvollständige Messdaten für die Raumheizung.
Sozialzentrum Albisriederhaus	X	X			250				250	X		kA	X	X	Nicht enthalten: Versorgung Fremdverbraucher via Fernleitung und Abwärmenutzung Kälteanlage Restaurant zur WW-Vorwärmung.
Schulanlage Falletsche	X	X		240			160		400		X	X	X	X	Enthält Teil Altbau und Neubau: Neubau via Wärmepumpe und besteh. Gasheizkessel. Altbau über besteh. Gasheizkessel.
Schulanlage Holderbach	X	X			kA <sup>3</sup>		118		118 <sup>3</sup>	X		X	X		Heizleistung Gastherme und Elektroheizpatrone für Warmwasser-Aufbereitung nicht enthalten.

Tabelle 1: Übersicht und Grundlagenverzeichnis. Leistungsangaben der Wärmepumpen bezogen auf den Auslegezustand.

kA = Keine Angaben vorhanden

<sup>1</sup> Prinzipschema Luftheritzer (exkl. Wärmeerzeugung/-verteilung)

<sup>2</sup> Analyse beschränkt sich auf die thermische Leistung

<sup>3</sup> Heizleistung exkl. Gastherme und Notheizung der Warmwasser-Aufbereitung

Objekt und Nutzung	Unterlagen			Wärmeerzeuger					Heizleistung Total [kW]	Monovalent	Bivalent Parallel	Wärmeverbraucher			Bemerkungen
				Oel	Gas	Luft	Wärmepumpe Erdsonden Grundwasser	Sonstige				Raumheizung	Warmwasser	Lüftung	
Schulanlage Limmat	X	X			425				Abwasser-WP, 240	665		X	X	X	---
Schulanlage Käferholz	X				460					460	X		kA	X	Unvollständige Messdaten für die Raumheizung. Nur vereinzelt Verbraucher abgebildet.
Sporthalle Hardau		X	X					Fernwärme 300-390 <sup>4</sup>	300 - 390 <sup>4</sup>	X		X <sup>5</sup>	X	X	Nieder- und Hochtemperaturniveau zusammengefasst betrachtet.
Amtshaus Parkring 4	X	X			65		94			159		X	X	X	Unvollständige Messdaten für die Raumheizung. Nur vereinzelt Verbraucher abgebildet.
Verwaltung Kreisgebäude 3	X	X	X				157			157	X		X	X	Nicht enthalten: Versorgung Fremdverbraucher via Fernleitung und Abwärmennutzung Gewerbliche Kälte zur WW-Vorwärmung

Tabelle 1 (Fortsetzung): Übersicht und Grundlagenverzeichnis. Leistungsangaben der Wärmepumpen bezogen auf den Auslegezustand.

kA = Keine Angaben vorhanden

<sup>4</sup> Variiert je nach Systemtemperaturen (siehe Kapitel 4.9 auf Seite 28)

<sup>5</sup> Fussbodenheizung und TABS

# 4 Analyse

## Vorgehen

Im Rahmen der vorliegenden Analyse werden die Messdaten mit der installierten Heizleistung verglichen. Hauptaugenmerk bildet der Vergleich der Lastspitzen mit der Leistungskapazität der installierten Wärmeerzeugung. Die Auswirkungen der Wärmeverbraucher auf das Lastverhalten der Wärmeerzeuger werden mithilfe der Tagesprofile aufgezeigt, wobei die Tagesprofile jeweils die gesamte Heizleistung abbilden. Typische Muster der einzelnen Leistungsprofile, welche erhebliche Auswirkungen auf die Heizleistung haben, sind in den jeweiligen Diagrammen mit den Indizes A, B und C vermerkt.

Für bivalente Systeme sind die Heizleistungen einzeln, je Wärmeerzeuger aufgetragen. Dies erlaubt eine Aussentemperatur-spezifische Bewertung und besonders für Wärmepumpensysteme mit Aussenluft als Wärmequelle einen Leistungsvergleich mit dem Auslegepunkt. Wärmepumpensysteme mit Erdwärme, Grund- oder Abwasser als Wärmequelle werden als annähernd unabhängig von der Aussentemperatur betrachtet.

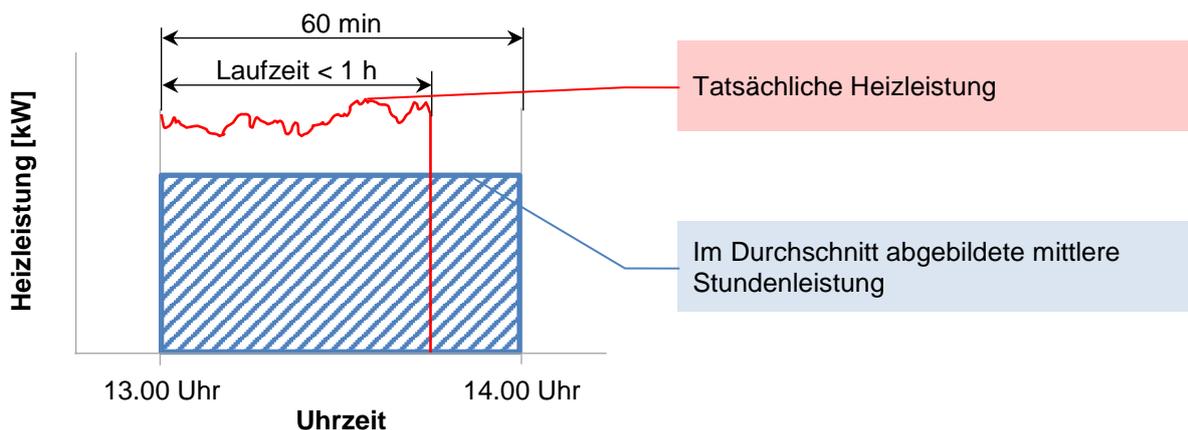
## Verwendete Messdaten

Die Messwerte aus der Messperiode von Januar 2013 - Juni 2016 unterscheiden sich nur geringfügig voneinander. Insbesondere für das Jahr 2015 sind die Messdaten mehrheitlich vorhanden und plausibel. Aus diesem Grund wird repräsentativ für alle Messergebnisse lediglich das Jahr 2015 aufgeführt.

Die lokal vom Aussenfühler ab Leitsystem gemessenen Aussentemperaturen liegen im Vergleich zu den Messdaten der nahegelegenen Meteostation Zürich-Fluntern tendenziell hoch. Als mögliche Ursache kann beispielsweise eine ungeeignete Platzierung des Aussenfühlers (erhöhte Sonneneinstrahlung) oder eine am Aussenfühler nahegelegene Wärmequelle (z.B. anströmende Fortluft) verantwortlich gemacht werden. Aus diesem Grund werden für die nachfolgende Analyse der Energiedaten die stündlichen Messdaten aus der Meteostation Zürich-Fluntern eingesetzt.

## Dargestellte Heizleistungen

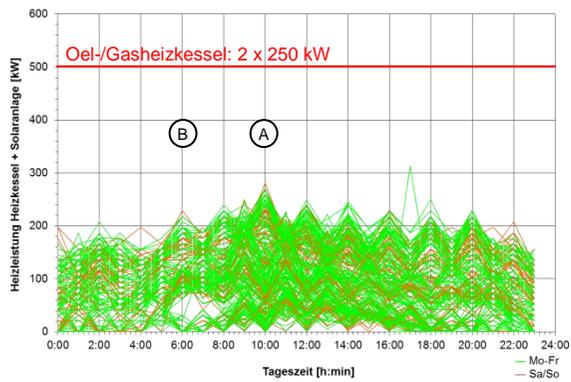
Die nachfolgend dargestellten Heizleistungen basieren auf den Stundenwerten der Messdaten. Die Heizleistung der Wärmeerzeuger entspricht bei Laufzeiten kleiner einer Stunde nur der mittleren Heizleistung über die betroffene Stunde und nicht der tatsächlich maximalen Heizleistung. Die tatsächliche maximale Heizleistung der Wärmeerzeuger kann daher höher liegen als nachfolgend abgebildet ist.



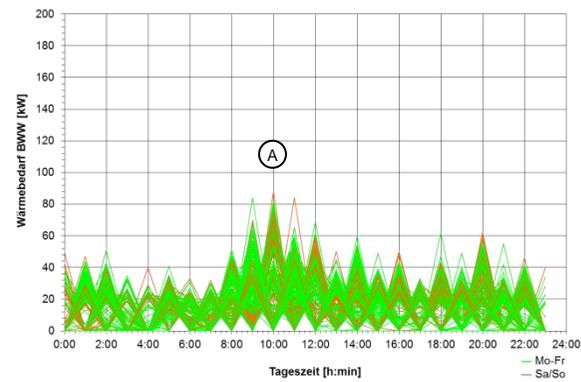
## 4.1 Alterszentrum Wildbach

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Oel-/Gas-heizkessel	Solarthermie	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	2 x 250 kW	keine Angaben	Keine Angaben zu Typ und Leistung	Keine Angaben zur Leistung	Luftheritzer, 36 kW	Keine

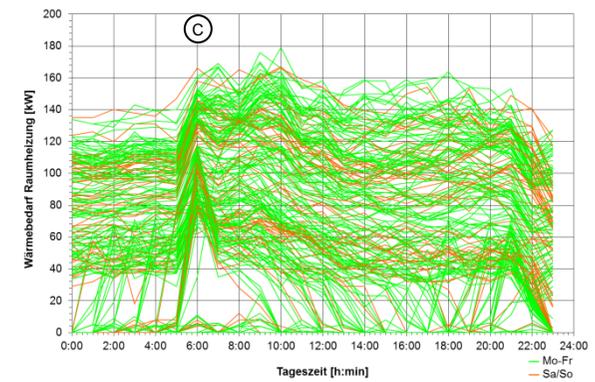
Tagesprofil Wärmezeugung Gesamt 2015:



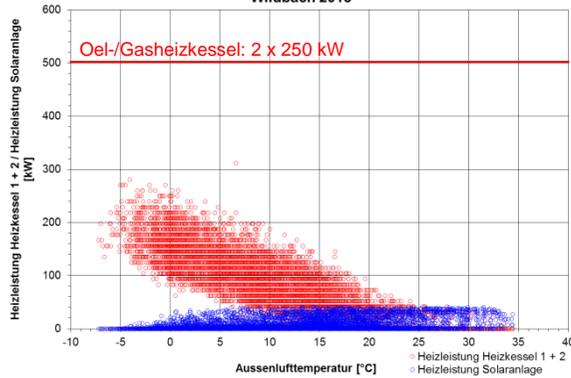
Tagesprofil Warmwasser-Aufbereitung 2015:



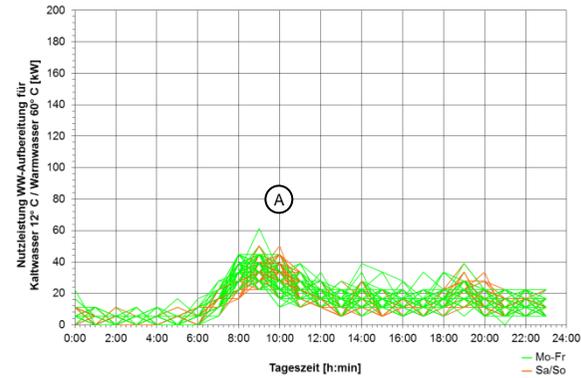
Tagesprofil Raumheizung 2015:



Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:  
Wildbach 2015



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:



Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

— Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger

— Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger

Ⓐ Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung

Ⓑ Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung

Ⓒ Spitzenlast nach Nachtabenkung / Sperrzeiten

## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist nur vermeintlich um Faktor 1.8 überdimensioniert

- Redundante Oel-/Gasheizkessel, jedoch oftmals beide gleichzeitig in Betrieb
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

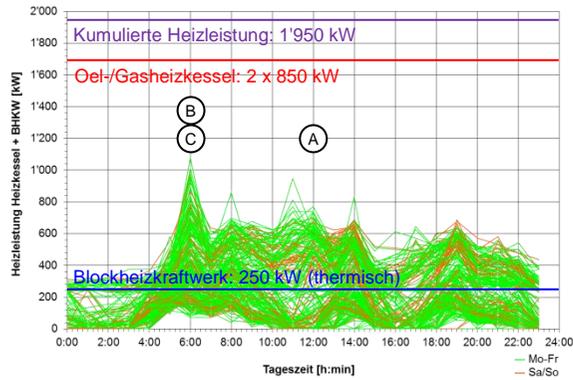
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Solarthermie in gesamter Heizleistung nicht enthalten
- Wärmeerzeuger vorwiegend nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben

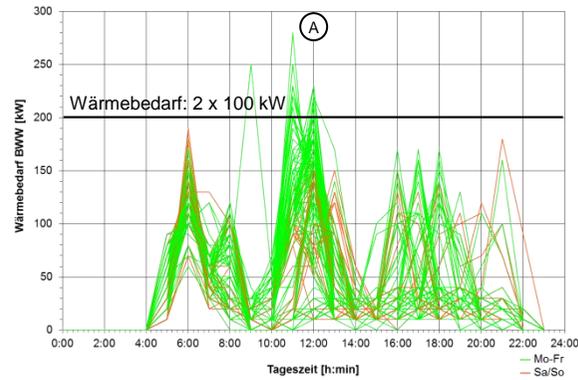
## 4.2 Pflegezentrum Bombach

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Oel-/Gas-heizkessel	Blockheizkraftwerk	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	2 x 850 kW	250 kW (thermisch)	Heizkörper, 134 kW	2 x 100 kW	Luftheritzer, 136 kW	Raumheizung, 690 kW

Tagesprofil Wärmeerzeugung Gesamt 2015:



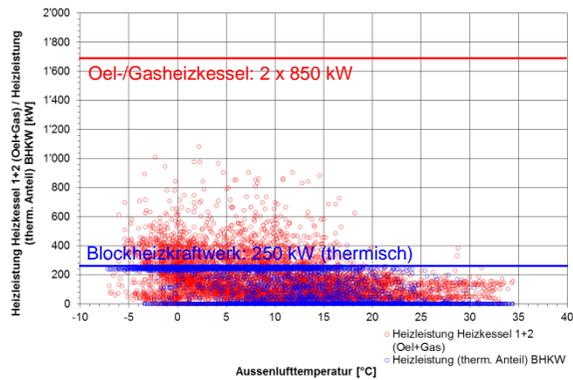
Tagesprofil Warmwasser-Aufbereitung 2015:



Tagesprofil Raumheizung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger	Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger	Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung	Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung	Spitzenlast nach Nachtabenkung / Sperrzeiten
---	---	---	--	--

## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



## Auswertung und Anmerkungen

### **Dieses Objekt ist nur vermeintlich um Faktor 1.8 überdimensioniert**

- Redundante Oel-/Gasheizkessel, jedoch oftmals beide gleichzeitig in Betrieb
- Sanierung der Gebäudehülle ohne Änderung der Wärmeerzeugung

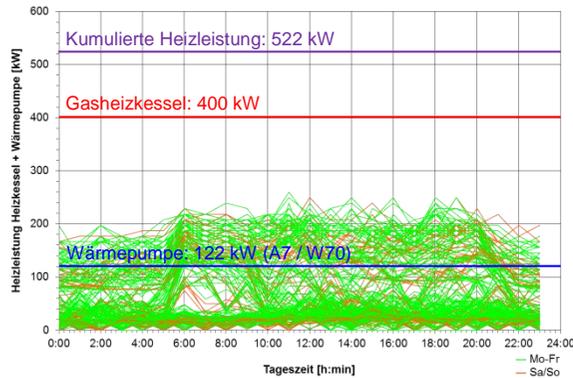
### **Anmerkungen zur Analyse:**

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- Diverse Verbraucher (Raumheizung, Lüftung) ungemessen
- Fremdverbraucher (Personalhaus, Alterssiedlung) nicht als Verbraucher aufgeführt

### 4.3 Pflegezentrum Riesbach

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Gasheizkessel	Luft/Wasser-Wärmepumpe	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	400 kW	Bei L 7° C / W 70°C: 122 kW	Fussbodenheizung, 204 kW	2 x 60 kW	Keine Angaben zu Typ, 88 kW	Leistung in Raumheizung inbegriffen

Tagesprofil Wärmeerzeugung Gesamt 2015:



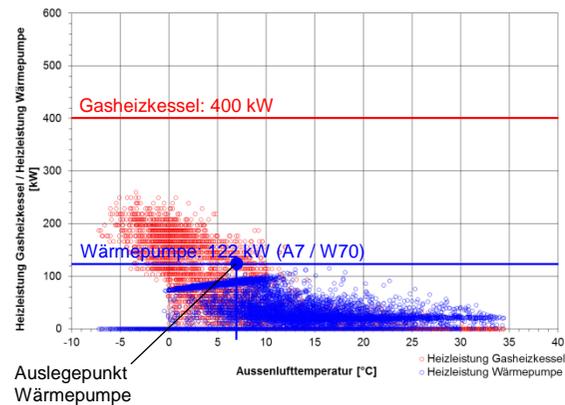
Tagesprofil Warmwasser-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Tagesprofil Raumheizung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Auslegungspunkt Wärmepumpe

Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

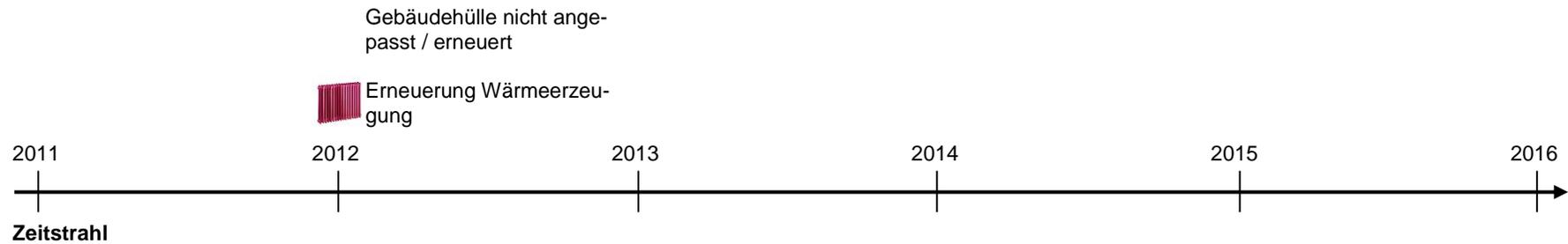
Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

- Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger
- Einzelne Heizleistung
- pro Wärmeerzeuger

## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist um Faktor 2.1 überdimensioniert

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

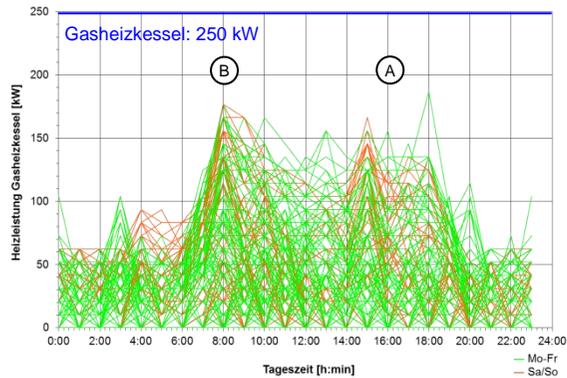
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Diverse (Fremd-)Verbraucher (Raumheizung, Lüftung, WW-Aufbereitung) ungemessen

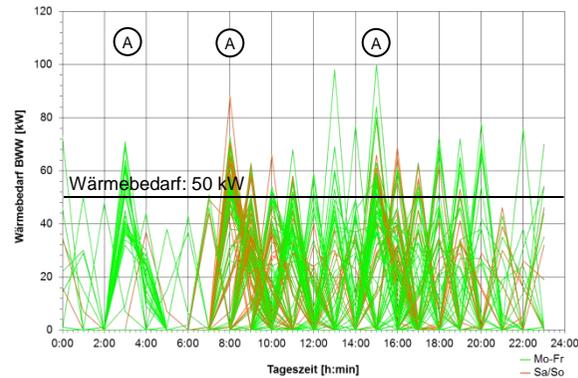
#### 4.4 Sozialzentrum Albisriederhaus

<b>Wärmeerzeuger / -Verbraucher</b>	Gasheizkessel	---	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
<b>Typ / Wärmeleistung (geplant)</b>	250 kW	---	Keine Angaben zu Typ, 71 kW	50 kW	Luftheritzer, 92 kW	Raumheizung und Lüftung, 44 kW

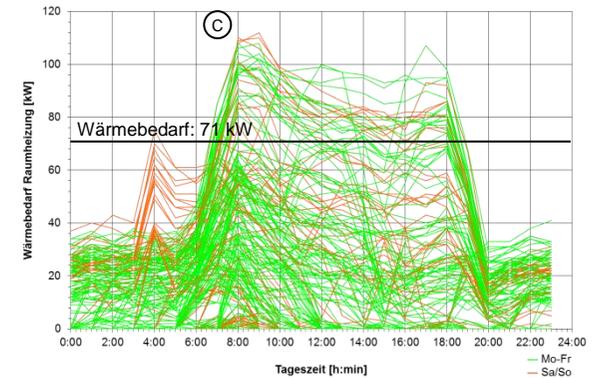
**Tagesprofil Wärmeerzeugung Gesamt 2015:**



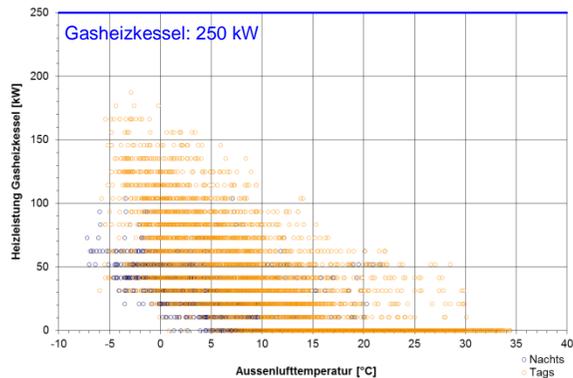
**Tagesprofil Warmwasser-Aufbereitung 2015:**



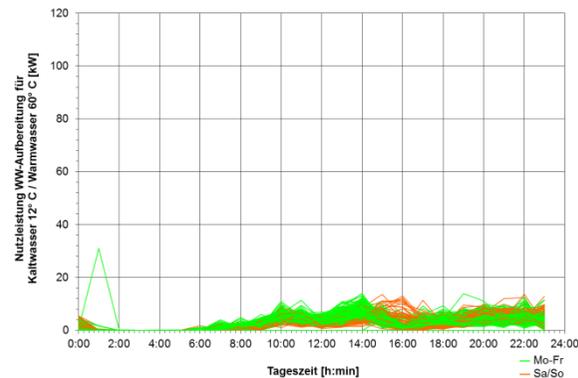
**Tagesprofil Raumheizung 2015:**



**Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:**



**Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:**



**Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:**

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger	Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger	Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung	Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung	Spitzenlast nach Nachtabsenkung / Sperrzeiten
---	---	---	--	---

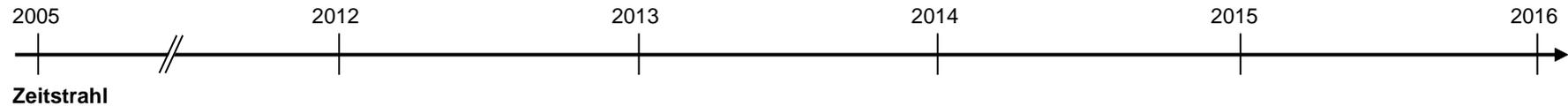
## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



Umbau / Instandsetzung  
Gebäude



Erneuerung Heizung



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist um Faktor 1.4 überdimensioniert

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle
- Anlage wird mit höheren Systemtemperaturen betrieben als ursprünglich ausgelegt

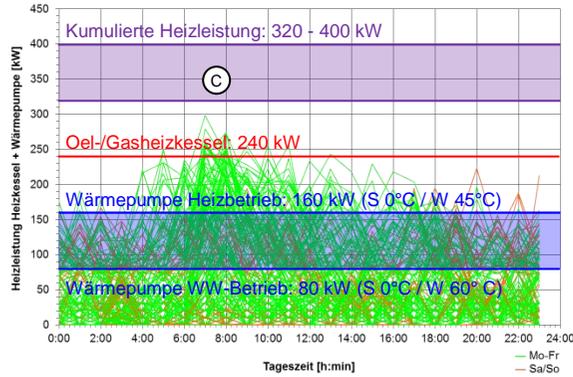
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- Hohe Verluste bei der Warmwasser-Aufbereitung durch die Warmwasser-Zirkulation
- Abwärmenutzung Kälteanlage Restaurant zur WW-Vorwärmung nicht berücksichtigt
- Energiezähler Gasheizkessel (Impulszähler) mit zu niedriger Auflösung
- Fremdverbraucher (Apotheke, Restaurant) nicht als Verbraucher aufgeführt

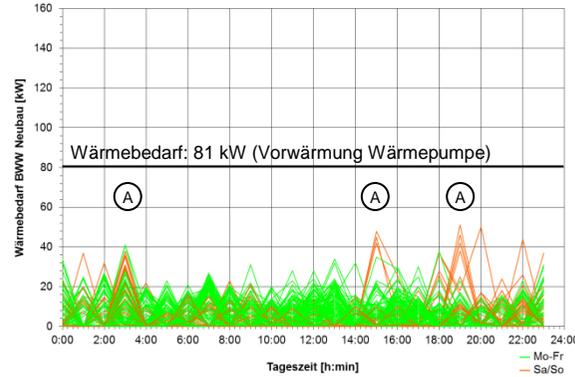
## 4.5 Schulanlage Falletsche

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Oel-/Gas-heizkessel	Erdsonden-Wärmepumpe	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	240 kW	Bei S 0°C / W 45°C: 160 kW	HK/Fussbodenh., k. A. zur Leistung	Vorwärmung via WP, 81 kW	Keine Angaben zu Typ und Leistung	Keine

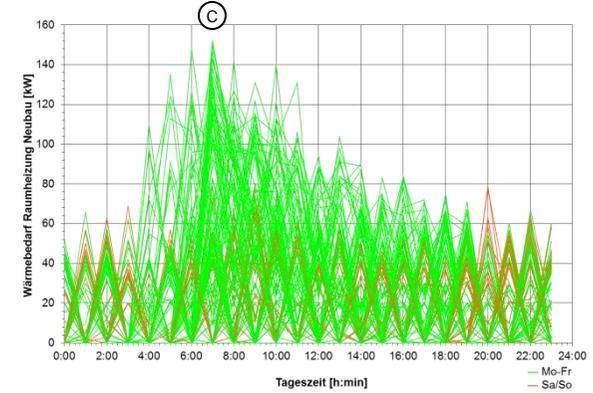
Tagesprofil Wärmezeugung Gesamt 2015:



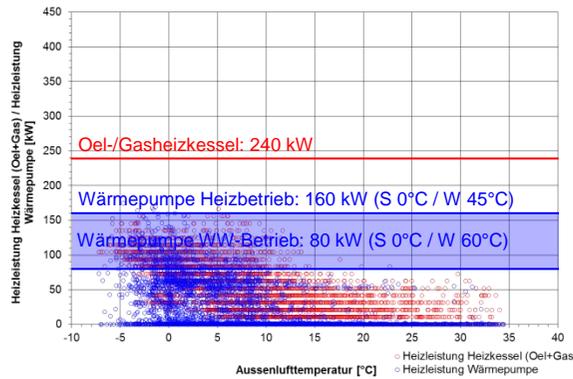
Tagesprofil WW-Aufbereitung 2015:



Tagesprofil Raumheizung/Lüftung 2015:



Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Messdaten unvollständig

Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:

In Tagesprofil Raumheizung/Lüftung enthalten

**Legende:**

— Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger

— Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger

Ⓐ Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung

Ⓑ Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung

Ⓒ Spitzenlast nach Nachtabenkung / Sperrzeiten

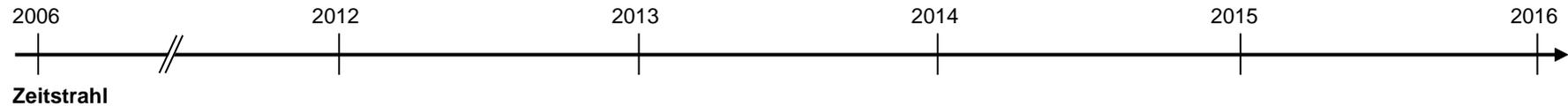
## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



Instandsetzung / Erweiterung Gebäude



Erneuerung Heizung



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist um Faktor 1.5 überdimensioniert

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

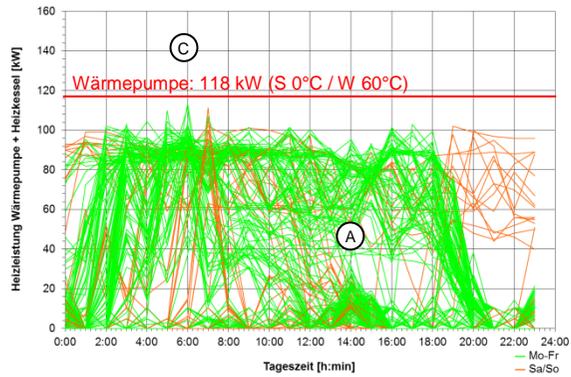
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- "Neubau" (Raumheizung, WW-Aufbereitung, Lüftung) via Wärmepumpe und Gasheizkessel "Altbau" erschlossen
- "Altbau" (Raumheizung, WW-Aufbereitung, Lüftung) via Gasheizkessel "Altbau" erschlossen
- 2 Betriebsarten Wärmepumpe: Raumheizung mit  $T_{VL} 45^{\circ} C$  (160 kW) und WW-Aufbereitung mit  $T_{VL} 60^{\circ} C$  (80 kW)
- Raumheizung, Lüftung "Altbau" und WW-Nachwärmung "Neubau" (via Gasheizkessel) ungemessen

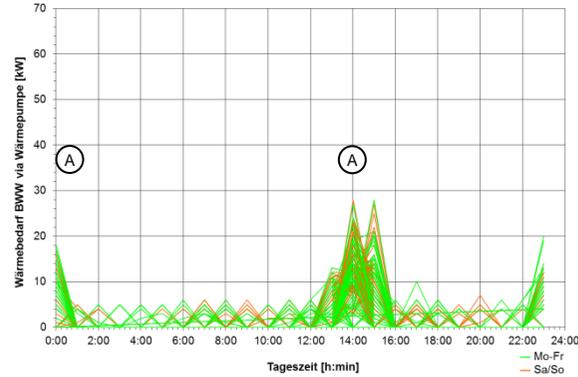
## 4.6 Schulanlage Holderbach

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Erdsonden-Wärmepumpe	Gastherme	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	Bei S 0°C / W 60°C: 118 kW	K. A. zur Leistung (WW-Nachw.)	HK/Fussbodenh., 133 kW	Keine Angaben zur Leistung	Keine	Keine

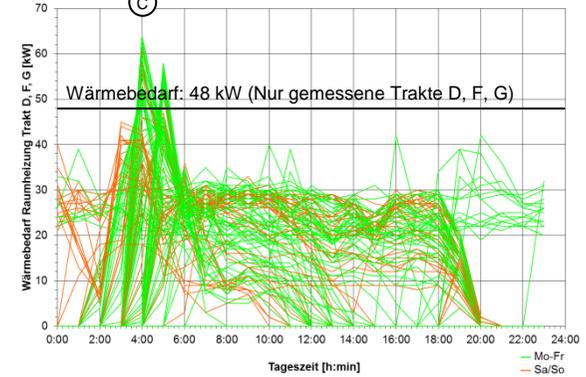
Tagesprofil Wärmezeugung Gesamt 2015:



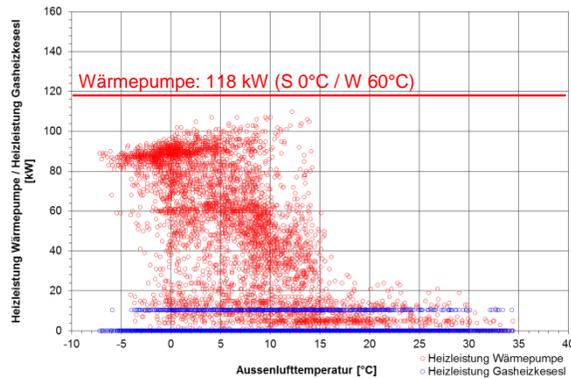
Tagesprofil Warmwasser-Aufbereitung 2015:



Tagesprofil Raumheizung 2015:



Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

— Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger

— Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger

Ⓐ Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung

Ⓑ Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung

Ⓒ Spitzenlast nach Nachtabsenkung / Sperrzeiten

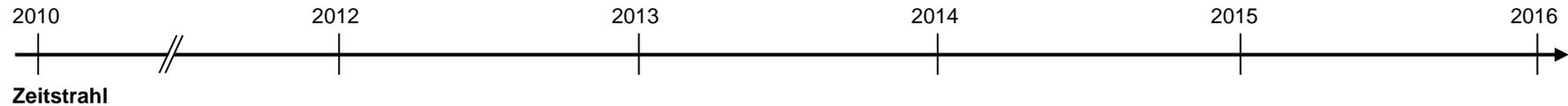
## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



Instandsetzung Gebäude



Erneuerung Heizung



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist nur unwesentlich überdimensioniert (Faktor 1.1)

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

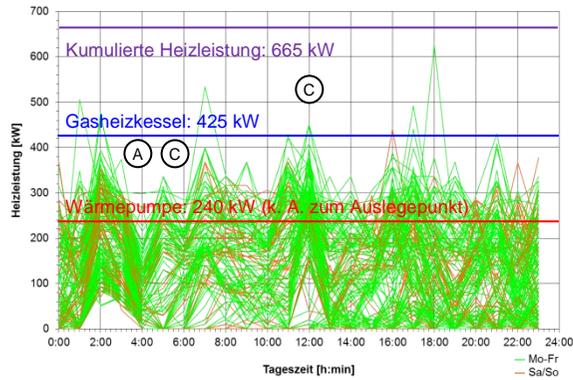
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Heizleistung Gastherme und Elektroheizpatrone (WW-Aufbereitung) nicht enthalten
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- Energiezähler Gastherme (Impulszähler) mit zu niedriger Auflösung
- Diverse Verbraucher (Raumheizung/WW-Aufbereitung) ungemessen

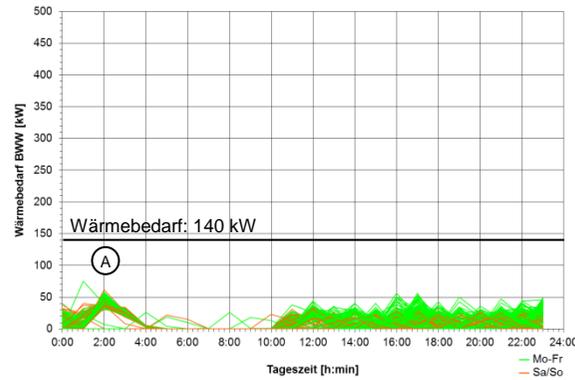
## 4.7 Schulanlage Limmat

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Gasheizkessel	Abwasser-Wärme-pumpe	Raumheizung	Warmwasser-Auf-bereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	425 kW	k.A. zu Auslegung, 240 kW	K.A. zu Typ, 462 kW	140 kW	Keine	RH/Lüftung/WW, k.A. zu Leistung

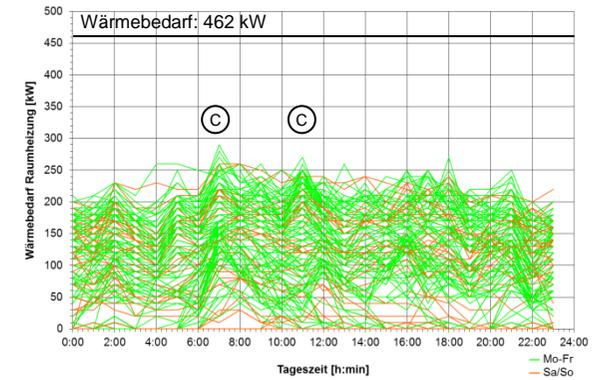
Tagesprofil Wärmeerzeugung Gesamt 2015:



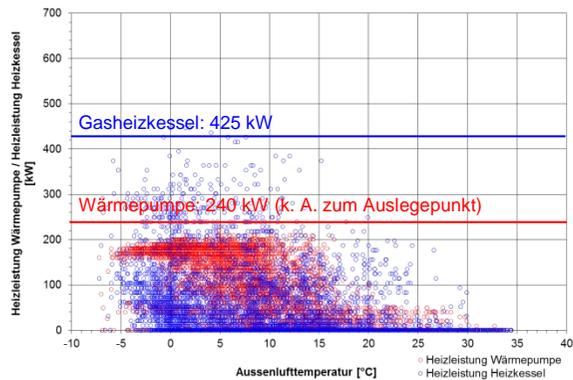
Tagesprofil Warmwasser-Aufbereitung 2015:



Tagesprofil Raumheizung 2015:



Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

— Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger

— Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger

Ⓐ Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung

Ⓑ Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung

Ⓒ Spitzenlast nach Nachtabenkung / Sperrzeiten

## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist nur vermeintlich um Faktor 1.8 überdimensioniert

- Sanierung der Fenster ohne Änderung der Wärmeerzeugung
- Jedoch keine redundante Wärmeerzeugung

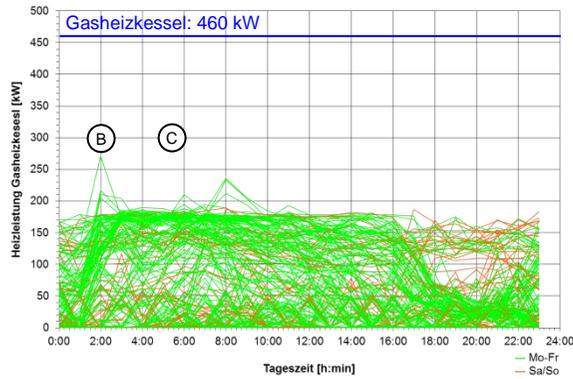
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- Wärmebedarf WW-Aufbereitung (ca. Faktor 2.3) und Raumheizung (ca. Faktor 1.5) zu hoch ausgelegt
- Diverse (Fremd-)Verbraucher (Raumheizung, WW-Aufbereitung Turnhalle und Wohnungen) ungemessen

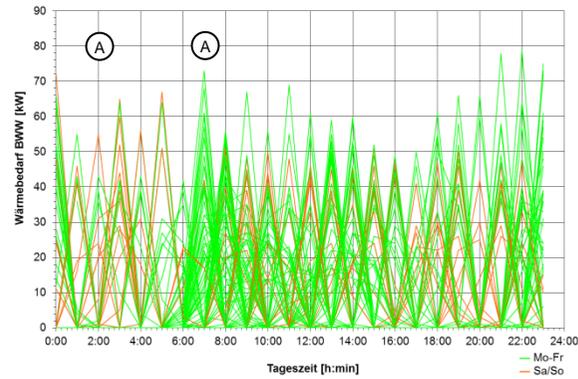
## 4.8 Schulanlage Käferholz

<b>Wärmeerzeuger / -Verbraucher</b>	Gasheizkessel	---	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
<b>Typ / Wärmeleistung (geplant)</b>	460 kW	---	Keine Angaben zu Typ und Leistung	Keine Angaben zur Leistung	Keine	Raumheizung, k.A. zu Leistung

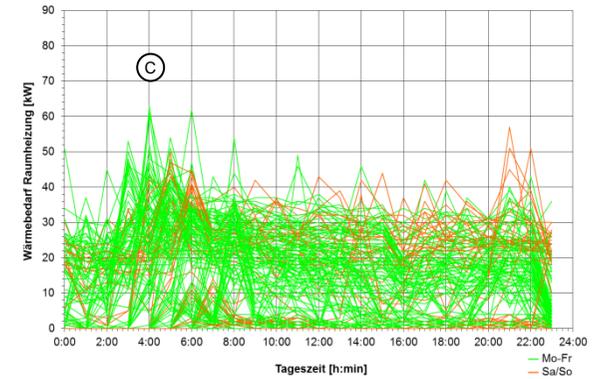
**Tagesprofil Wärmeerzeugung Gesamt 2015:**



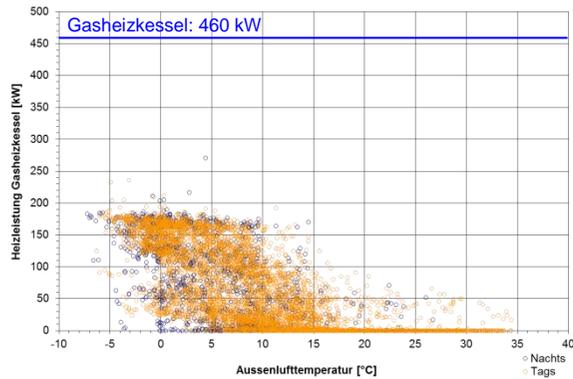
**Tagesprofil WW-Aufbereitung 2015:**



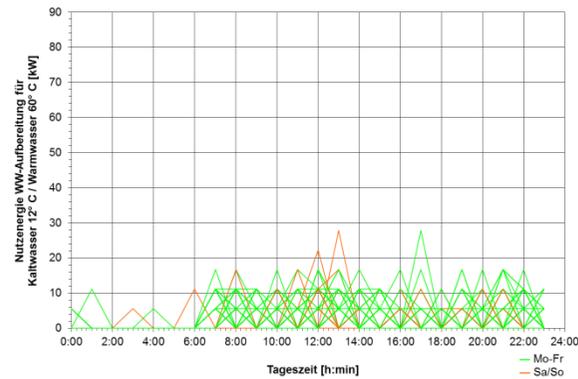
**Tagesprofil Raumheizung 2015:**



**Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:**



**Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:**



**Legende:**

— Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger

— Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger

Ⓐ Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung

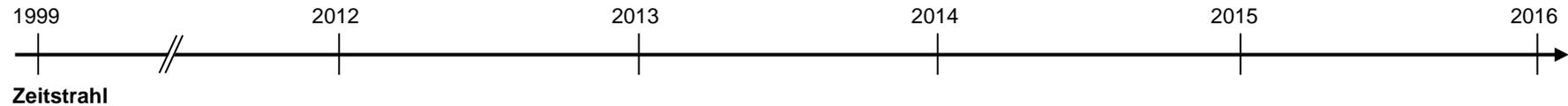
Ⓑ Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung

Ⓒ Spitzenlast nach Nachtabsenkung / Sperrzeiten

## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen

 Instandsetzung /  
Erweiterung Gebäude

 Erneuerung Heizung



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist um Faktor 2.0 überdimensioniert

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

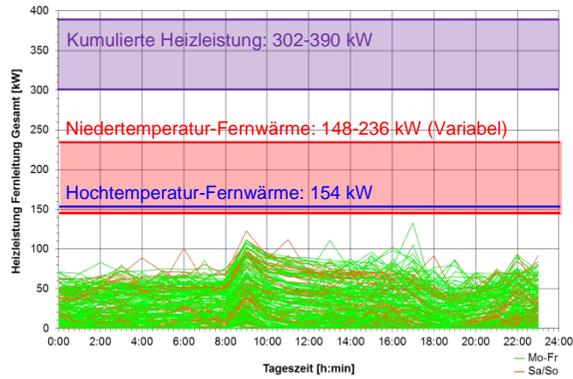
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Hohe Verluste bei der Warmwasser-Aufbereitung durch die Warmwasser-Zirkulation
- Diverse Verbraucher (Raumheizung) ungemessen
- Fremdverbraucher (Wohnungen) nicht als Verbraucher aufgeführt

## 4.9 Sporthalle Hardau

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Niedertemp.-Fernw. (30°-44° C)	Hochtemp.-Fernw. (75°/35° C)	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	148 - 236 kW (Var. Temperaturen)	154 kW	Fussbodenheizung / TABS, 101 kW	243 kW (Vor- und Nachwärmung)	Luftherhitzer, 47 kW	Keine

Tagesprofil Wärmeerzeugung Gesamt 2015:



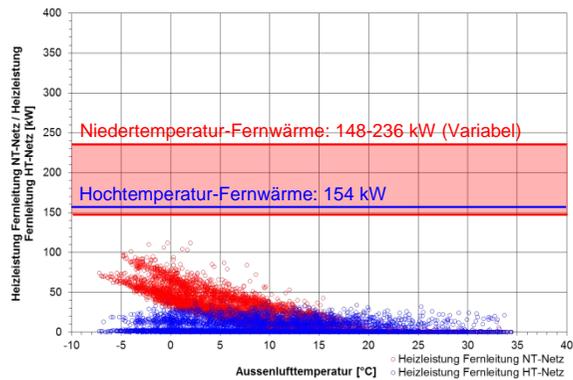
Tagesprofil WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Tagesprofil Raumheizung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:

Keine Messdaten vorhanden

**Legende:**

- Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger
- Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger

## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen

Neubau im Jahr 2007. Bisher keine Sanierungen (Gebäudehülle/Heizung) durchgeführt.

## Auswertung und Anmerkungen

### **Dieses Objekt ist um Faktor 3.1 überdimensioniert**

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

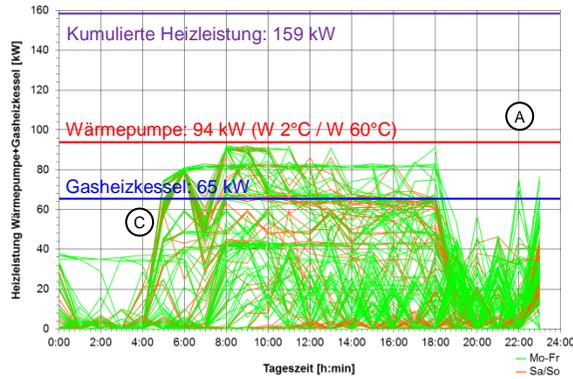
### **Anmerkungen zur Analyse:**

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Nieder- und Hochtemperaturniveau zusammengefasst betrachtet
- Versorgung Raumheizung, Lüftung und WW-Vorwärmung via Niedertemperatur-Netz
- Hochtemperatur-Netz lediglich zur WW-Nachwärmung

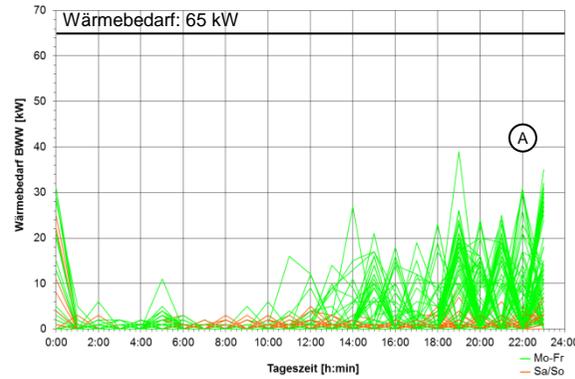
### 4.10 Amtshaus Parkring 4

Wärmeerzeuger / -Verbraucher	Gasheizkessel	Grundwasser-Wärmpumpe	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
Typ / Wärmeleistung (geplant)	65 kW	Bei W 2°C / W 60°C: 94 kW	Fussbodenh., 78 kW	65 kW	Monobloc, 35 kW	Keine

Tagesprofil Wärmezeugung Gesamt 2015:



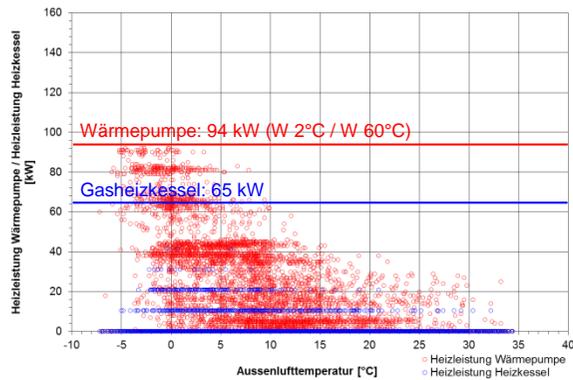
Tagesprofil WW-Aufbereitung 2015:



Tagesprofil Raumheizung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

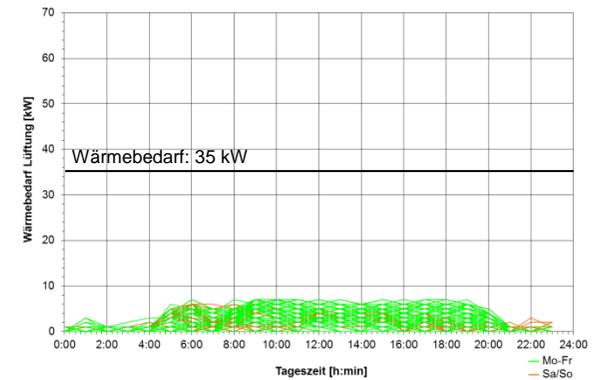
Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:



Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:

Keine Messdaten vorhanden

Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:



**Legende:**

Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger	Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger	Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung	Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung	Spitzenlast nach Nachtabsenkung / Sperrzeiten
---	---	---	--	---

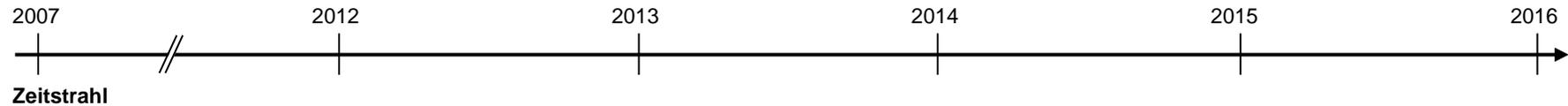
## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



Instandsetzung Gebäude



Erneuerung Heizung



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist um Faktor 1.8 überdimensioniert

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

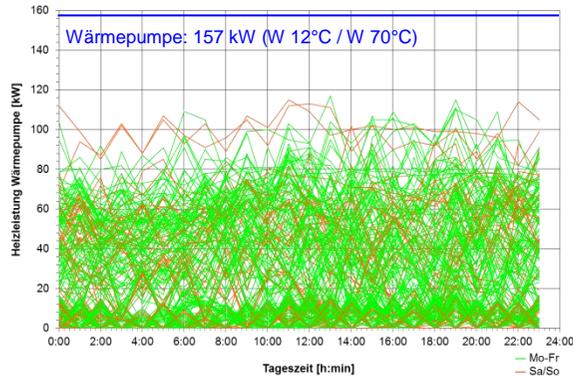
### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- Energiezähler Gasheizkessel (Impulszähler) mit zu niedriger Auflösung
- Wärmebedarf WW-Aufbereitung (ca. Faktor 2.2) und Lüftung (ca. Faktor 4.4) zu hoch ausgelegt

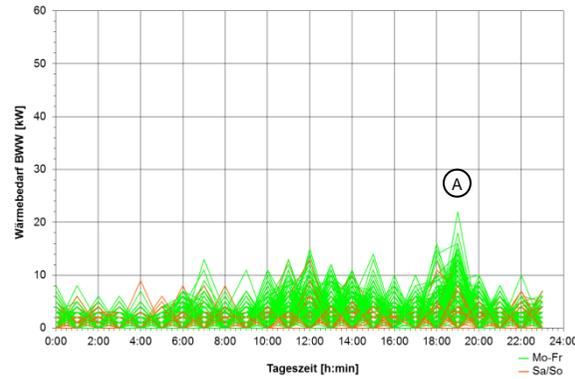
### 4.11 Verwaltung Kreisgebäude 3

<b>Wärmeerzeuger / -Verbraucher</b>	Grundwasser-Wärmepumpe	---	Raumheizung	Warmwasser-Aufbereitung	Lüftungsanlage	Fremdverbraucher
<b>Typ / Wärmeleistung (geplant)</b>	Bei W 12°C / W 70°C: 157 kW	---	Fussbodenh., 55 kW	Keine Angaben zur Leistung	Luftherhitzer, 10 kW	RH/Lüftung/WW, 70 kW (exkl. WW)

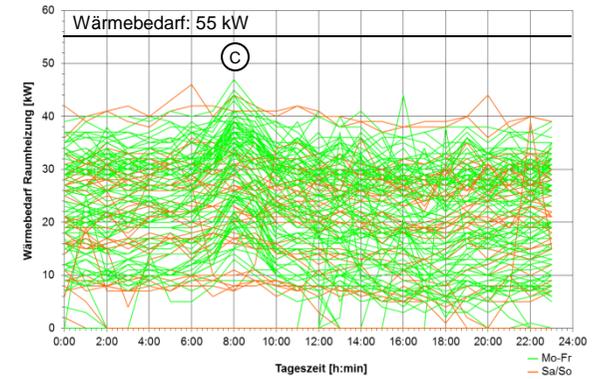
**Tagesprofil Wärmezeugung Gesamt 2015:**



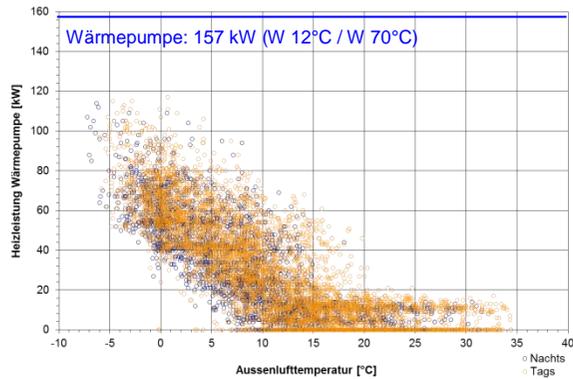
**Tagesprofil WW-Aufbereitung 2015:**



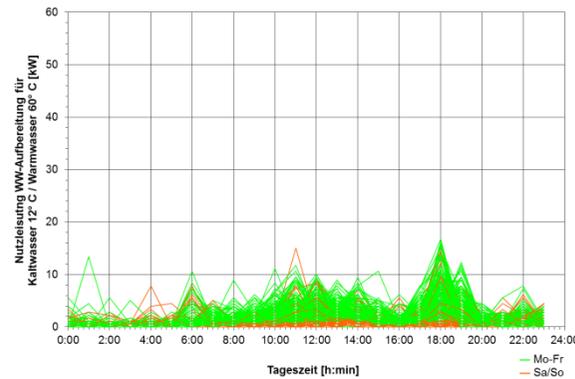
**Tagesprofil Raumheizung 2015:**



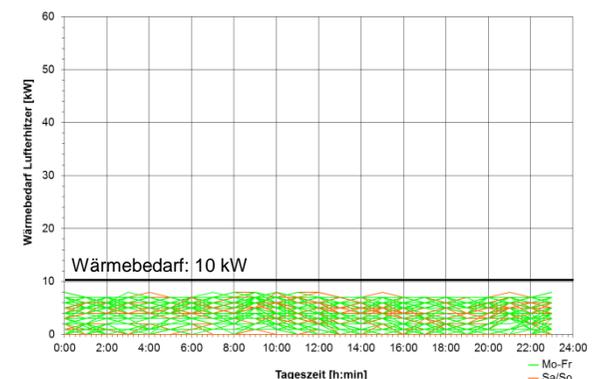
**Heizleistung (einzeln) Vs. Aussentemp. 2015:**



**Tagesprofil Nutzleistung WW-Aufbereitung 2015:**



**Tagesprofil Lüftungsanlagen 2015:**



**Legende:**

Kumulierte Heizleistung aller Wärmeerzeuger	Einzelne Heizleistung pro Wärmeerzeuger	Spitzenlast für die Warmwasser-Aufbereitung	Spitzenlast für parallele Versorgung BWW und Raumheizung	Spitzenlast nach Nachtabsenkung / Sperrzeiten
---	---	---	--	---

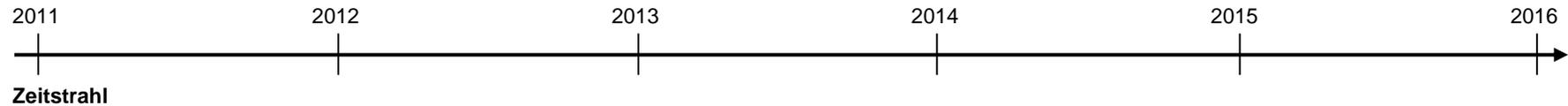
## Zeitlicher Verlauf der Sanierungsmassnahmen



Umbau / Instandsetzung  
Gebäude



Erneuerung Heizung



## Auswertung und Anmerkungen

### Dieses Objekt ist um Faktor 1.7 überdimensioniert

- Keine redundante Wärmeerzeugung
- Auslegung Wärmeerzeugung entspricht dem aktuellen Stand der Gebäudehülle

### Anmerkungen zur Analyse:

- Dargestellte Heiz- und Wärmeleistungen bilden die mittleren Stundenleistungen ab (siehe Kapitel 4.0, Seite 11)
- Wärmeerzeuger stark nach Spitzenlasten WW-Aufbereitung und Raumheizung getrieben
- Abwärmennutzung Gewerbliche Kälte zur WW-Vorwärmung nicht berücksichtigt
- Fremdverbraucher (Restaurant) nicht als Verbraucher aufgeführt

# 5 Interpretation und Schlussfolgerung

## 5.1 Ursache von gemessenen Leistungsspitzen

Im Allgemeinen beeinflussen Spitzenlasten die Heizleistung der Wärmeerzeuger erheblich. Vor allem nach einer Nachtabsenkung der Raumheizung oder Sperrzeiten für die Warmwasser-Aufbereitung treten hohe Leistungsspitzen auf.

Die Warmwasser-Ladungen werden mehrheitlich bereits nach kurzer Zeit wieder ausgelöst, welche oft durch die Verluste der Warmwasser-Zirkulation und weniger wegen dem Warmwasserverbrauch verursacht werden. Es sind deshalb sehr häufige Ladezyklen für das Warmwasser feststellbar, welche je nach Konzept ein Anheben der Wassertemperatur der Wärmeerzeuger (schlechteres COP Wärmepumpe bzw. keine Abgaskondensation) und damit eine Verschlechterung des Erzeugerwirkungsgrades verursachen.

## 5.2 Überdimensionierungsfaktoren des Gesamtsystems

### Vorgehen

Die Tagesprofile aus den jeweiligen Kapiteln im Bericht bilden jeweils die gesamthaft im Heizungssystem erzeugte Wärmeleistung ab. Zur Ermittlung der jeweiligen Überdimensionierungsfaktoren werden die Lastspitzen mit der Leistungskapazität der gesamthaft installierten Wärmeerzeugung (entspricht der kumulierten Heizleistung) verglichen.

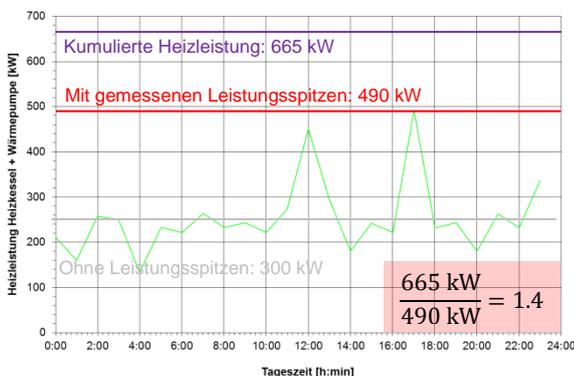
### Ableseung der Heizleistung anhand der gemessenen Leistungsspitzen

Im aktuellen Leistungsverhalten fallen besonders die Leistungsspitzen ins Gewicht. Entsprechend wird die kumulierte Heizleistung mit den Leistungsspitzen verglichen (Ablesebeispiel unten links: Markierung "Mit gemessenen Leistungsspitzen").

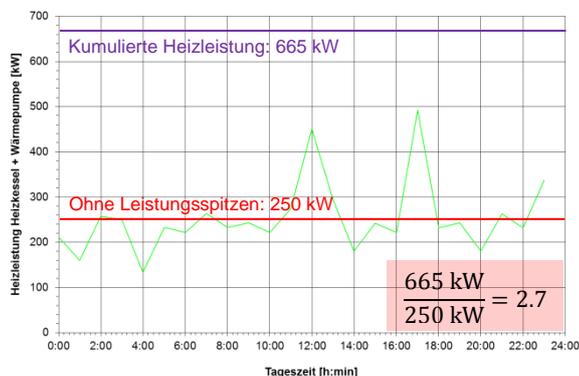
### Ableseung der Heizleistung ohne Leistungsspitzen

Mittels geeigneten Massnahmen, wie beispielsweise eines gestaffelten Aufheizbetriebes oder Aufhebung der Nachtabsenkung, liessen sich die Leistungsspitzen reduzieren. Für diesen Fall kann von einem reduzierten Wärmeleistungsbedarf ausgegangen werden, was den Überdimensionierungsfaktor weiter erhöht (Ablesebeispiel unten rechts: Markierung "Ohne Leistungsspitzen").

**Ablesebeispiel Überdimensionierungsfaktor nach real gemessenen Leistungsspitzen:**



**Ablesebeispiel Überdimensionierungsfaktor mit Optimierungsmassnahmen/ohne Leistungsspitzen:**



## Überdimensionierungsfaktoren

In 10 von 11 Objekten ist die installierte Wärmeerzeugung gegenüber der realen Leistungskapazität um Faktor 1.4 bis 3.1 überdimensioniert.

Teilweise wurde die Gebäudehülle saniert, ohne gleichzeitig die Wärmeerzeugung anzupassen. Des Weiteren wurde die Wärmeerzeugung in diversen Objekten redundant geplant, jedoch sind oftmals beide Wärmeerzeuger gleichzeitig in Betrieb.

Sofern der Betrieb dies erlaubt, wird für neue Bauvorhaben des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich keine redundante Wärmeerzeugung mehr vorgesehen, sondern lediglich Anschlussstutzen für einen allfälligen Einsatz einer mobilen Heizzentrale eingebaut. Problematische Objektarten, wie beispielsweise Spitäler, bilden die Ausnahme dieser Regelung.

Unter Berücksichtigung der sanierten Gebäudehüllen, ohne Anpassung der Wärmeerzeugung, so wie einer allfälligen Redundanz sind noch 8 von 11 Objekte überdimensioniert.

Werden mögliche Leistungsspitzen gemindert, wie beispielsweise durch gestaffelten Aufheizbetrieb, so beträgt der Überdimensionierungsfaktor zwischen 2.0 und 5.2.

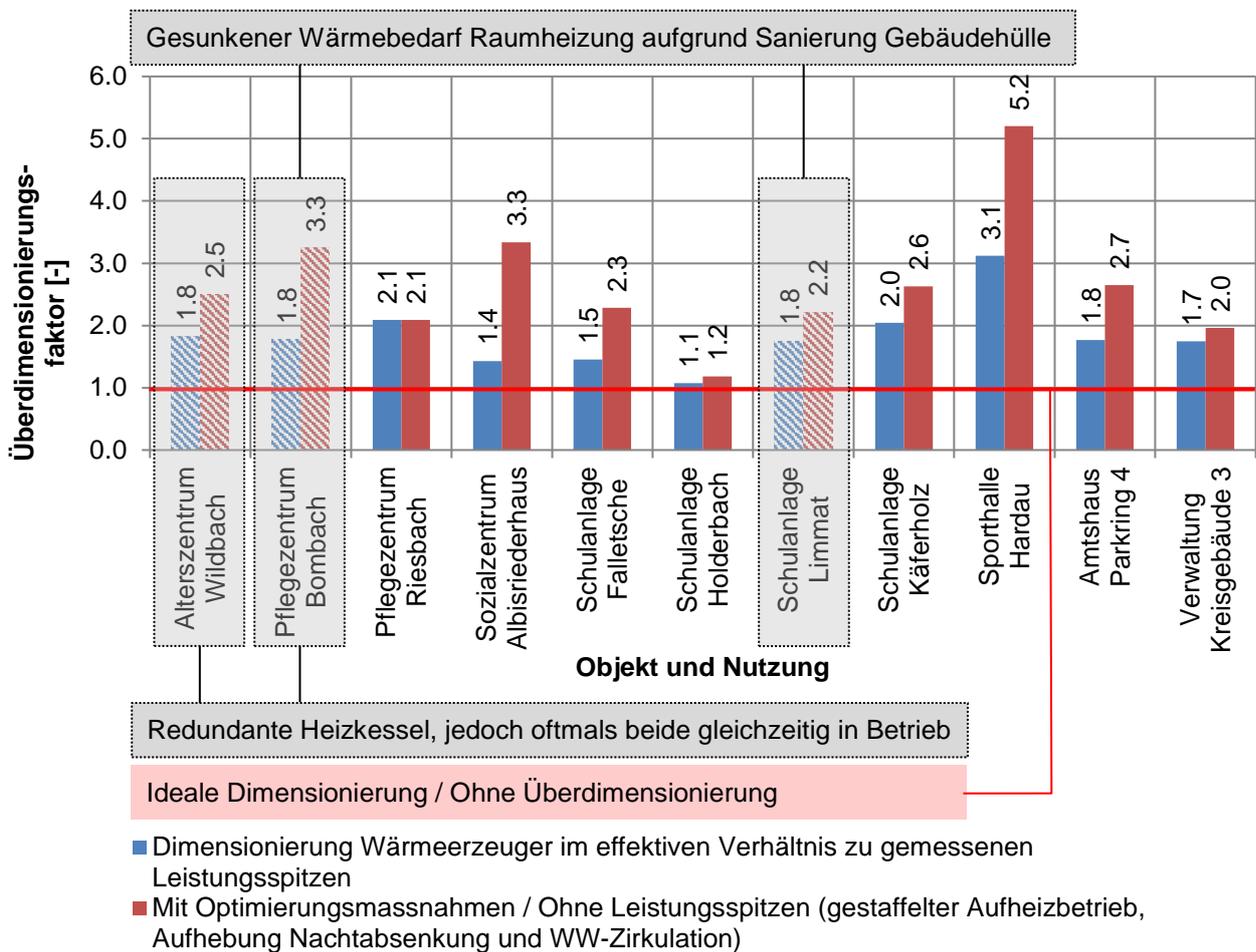


Abbildung 2: Überdimensionierungsfaktoren des Gesamtsystems im Vergleich zu den effektiv gemessenen und ohne Leistungsspitzen

Je höher der Überdimensionierungsfaktor, desto grösser ist die Differenz zwischen installierter Heizleistung und dem realen Lastverhalten der Wärmeerzeugung. Im real gemessenen Betrieb fallen besonders die Leistungsspitzen, welche aufgrund gleichzeitiger Versorgung der Raumheizung und Warmwasser-Aufbereitung entstehen, ins Gewicht (Seite 35, Abbildung 2, blaue Säulen).

Mit Optimierungsmassnahmen liessen sich die Leistungsspitzen reduzieren, um so den Bedarf an Heizleistung weiter zu senken. Die Differenz zwischen installierter Wärmeerzeugung und dem realen Heizleistungsbedarf, sowie folglich der Überdimensionierungsfaktor steigt bei Optimierungsmassnahmen weiter an (Seite 35, Abbildung 2, rote Säulen). Beispielsweise mit folgenden Massnahmen wäre eine Reduktion der Leistungsspitzen möglich:

- Gestaffelter Aufheizbetrieb
- Bedürfnis- / zeitgesteuerte Warmwasser-Zirkulation
- Leistungsbegrenzung Wärmeerzeuger
- Warmwasser-Wärmetauscher kann möglicherweise auf tiefste Leistungsstufe des Wärmeerzeugers ausgelegt werden, sofern entsprechende Regulierung vorhanden ist
- Heizkessel bei bivalenten Systemen über Zeitprogramm- und/oder Aussenlufttemperaturgeführter Steuerung während Übergangszeit, sowie bei Lastspitzen sperren

### 5.3 Auswirkungen der Überdimensionierung

#### 5.3.1 Technische und betriebliche Auswirkungen

##### Modulierende Heizkessel

Aufgrund von tieferen Abgastemperaturen im Teillastbetrieb zeichnen sich modulierende Gasheizkessel besonders durch einen leicht höheren feuerungstechnischen Wirkungsgrad aus. Vorausgesetzt sei ein Betrieb innerhalb des regelbaren Bereiches des Brenners.

Bei kondensierenden Anlagen (Brennwertkessel) steigt zudem die Ausbeute einer allfälligen Abgaskondensation, was den Wirkungsgrad der Anlage im Teillastbetrieb ebenso erhöht.

Wird die minimale Kesselleistung unterschritten, sinkt der Wirkungsgrad drastisch ab.

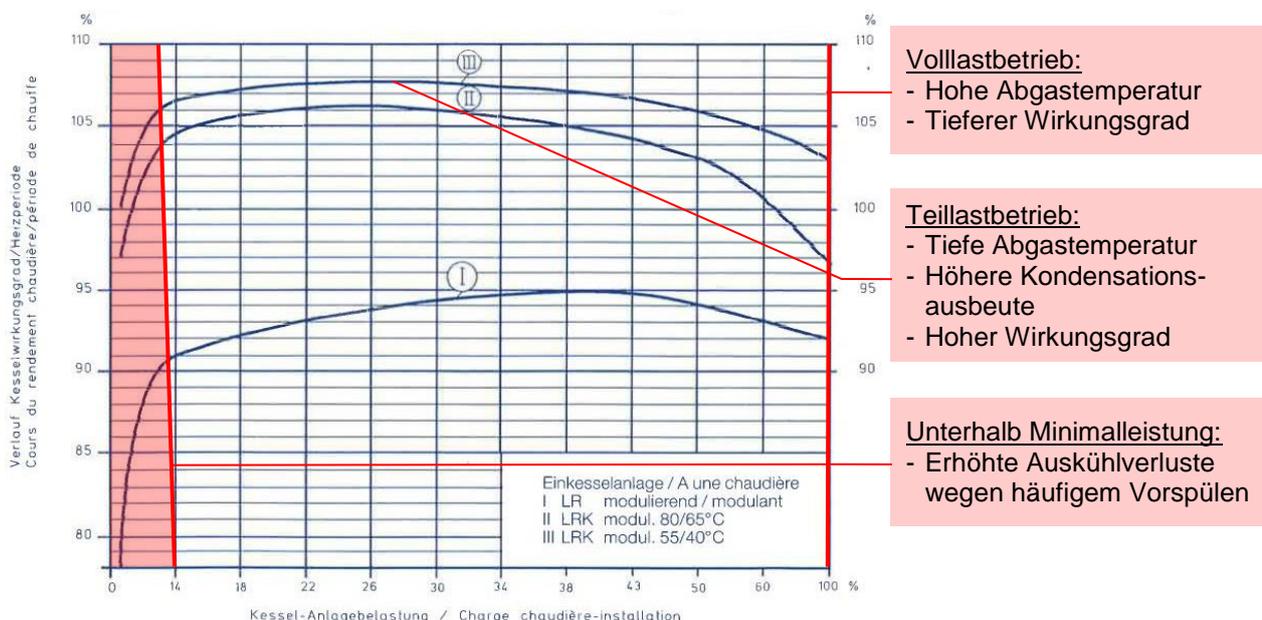


Abbildung 3: Kesselwirkungsgrad in Abhängigkeit der Kesselbelastung (Quelle: Technische Dokumentation Ygnis AG, Pyronox LRK)

## **Einstufige Heizkessel**

Im Gegensatz zu den modulierenden Gasheizkesseln sinkt bei einstufigen Heizkesseln der Jahresnutzungsgrad bei Überdimensionierung. Dies ist auf die erhöhte Anzahl der Brennerstarts und die entsprechend erhöhten Auskühlverluste des Heizkessels (Vorspülen des Brenners bei Start) zurückzuführen.

## **Ein- oder Mehrstufige Wärmepumpen**

Im Falle einer stufenregulierten Wärmepumpe führt eine überdimensionierte Anlage zu häufigeren Startsequenzen der Kompressoren und gegebenenfalls zu häufigen, jedoch kurzen Laufzeiten der Wärmepumpe (On-Off-Betrieb). Bei Unterschreitung der minimalen Laufzeit der Kompressoren bzw. Wärmepumpe sinkt die Lebensdauer der Anlage.

## **Fernwärme**

Gegenüber den vorhergehenden Wärmeerzeuger-Typen schlägt sich bei Fernwärmesystemen eine Überdimensionierung der Komponenten eher geringfügig nieder. Im Teillastbetrieb muss mit einem schlechteren Regelverhalten gerechnet werden. Da die Regulierventile und Wärmetauscher zu gross sind, kann ein pendeln der Regelorgane auftreten.

## **5.3.2 Ökonomische Auswirkungen**

### **Investitionskosten**

Neben den technischen und betrieblichen Auswirkungen schlägt sich eine Überdimensionierung ebenfalls auf die Investitions- und Unterhaltskosten nieder. Hinsichtlich der Baukosten sind besonders folgende Apparate betroffen:

- Heizkessel und Brenner
- Brennstoffversorgung (Gas / Öl)
- Kaminanlage
- Luft-Verdampfer (Luft-/Wasser-Wärmepumpe)
- Wasserfassungen (Grundwasser-Wärmepumpe)
- Erdsonden inkl. Bohrungen
- Wärmetauscher

Am Beispiel der beiden Objekte Sozialzentrum Albisriederhaus (monovalenter Gasheizkessel) und Schulanlage Holderbach (monovalente Wärmepumpe) soll nachfolgend die Auswirkung einer allfälligen Überdimensionierung auf die Investitionskosten beispielhaft aufgezeigt werden. Die Kosten wurden seitens Amstein + Walthert anhand Erfahrungswerten ermittelt. Die Angaben dienen lediglich als Richtwerte und sind nicht zur Weiterverarbeitung gedacht.

Beispielrechnung 1: Einsparpotential Investitionskosten Überdimensionierung  
Sozialzentrum Albisriederhaus

- Installierte Wärmeerzeugung: Gasheizkessel 250 kW
- Betriebsart: Monovalent
- Überdimensionierung anhand Leistungsspitzen (Differenz): 75 kW
- Überdimensionierung ohne Leistungsspitzen (Differenz): 175 kW

Bezeichnung	Kennwert/ Erfahrungswert A+W [CHF/kW]	Mehrkosten anhand Spitzenlasten (Leistungsdifferenz: 75 kW) [CHF]	Mehrkosten ohne Spitzenlasten (Leistungsdifferenz: 175 kW) [CHF]
Erschliessung Gasnetz	25.00	2'000.00	5'000.00
Gasheizkessel inkl. Brenner, Kamin	520.00	40'000.00	90'000.00
<b>Total Einsparpotential Investitionskosten</b>		<b>42'000.00</b>	<b>95'000.00</b>

Beispielrechnung 2: Einsparpotential Investitionskosten Überdimensionierung  
Schulanlage Holderbach

- Installierte Wärmeerzeugung: Wärmepumpe 118 kW
- Wärmequelle: Erdsonden
- Betriebsart: Monovalent
- Überdimensionierung anhand Leistungsspitzen (Differenz): 8 kW
- Überdimensionierung ohne Leistungsspitzen (Differenz): 18 kW

Bezeichnung	Kennwert/ Erfahrungswert A+W [CHF/kW]	Mehrkosten anhand Spitzenlasten (Leistungsdifferenz: 8 kW) [CHF]	Mehrkosten ohne Spitzenlasten (Leistungsdifferenz: 18 kW) [CHF]
Sole-/Wasser-Wärmepumpe	550.00	5'000.00	10'000.00
Erdsonden inkl. Bohrungen	300.00	3'000.00	5'000.00
<b>Total Einsparpotential Investitionskosten</b>		<b>8'000.00</b>	<b>15'000.00</b>

**Jahreskosten**

Zuzüglich müssen separat die wiederkehrenden Kosten betrachtet werden. Je nach Laufzeiten der zu gross dimensionierten Wärmeerzeuger können diese besonders ins Gewicht fallen. Namentlich betrifft dies folgende Kostenpunkte:

- Jahres- / Anschlussgebühren
- Service und Reparaturen
- Feuerungskontrollen
- Kaminfeger
- Energiekosten (Oel, Gas, Fernwärme)
- Elektrische Energiekosten
- Kapitalkosten / Abschreibungen