



Dresdner ÖKOTHERM GmbH
Ingenieurbüro für Versorgungs- und
Gebäudetechnik

Dr.-Ing. Wolfgang Heße
e-mail:
w.hesse@dresdner-
oekootherm.de

Verbesserung der Energieeffizienz von Wärmeversorgungsanlagen

5. IFM Symposium am 15. April 2010



- **1. Energiekosten und -verbrauch**
- **2. Energieeffizienz**
 - Wärmebereitstellung
 - Wärmeverteilung
 - Wärmeanwendung (Heizung + TWWB)
- **3. Verbesserung der Energieeffizienz**
- **4. Einsatz neuer Techniken**
- **5. Zusammenfassung**
 - Informationsbereitstellung
 - Verbrauchscontrolling



Kostenentwicklung bei Heizöl

**Quelle:
www.tecson.de**



Wärmekosten bei Fernwärme und Erdgas (zwei Beispiele)



Fernwärme-Kosten DREWAG – Wohngebäude mit 36 WE – Heizung + TWWB

Bezeichnung	Einheit	Wert
Wohnfläche gesamt	m ²	2.355
Anzahl Wohneinheiten	1	36
Wohnfläche	m ²	65
Nennwärmeleistung	kW	82
spezifische Nennwärmeleistung	W/m²	35
Jahreswärmeverbrauch	MWh/a	247,93
spezifischer Jahreswärmeverbrauch	kWh/m²*a	105
Grundpreis mit Preisgleitfaktor	€/kW*a	40,71
Arbeitspreis mit Preisgleitfaktor	Ct/kWh	5,65
Grundkosten	€/a	3.337,88
Verbrauchskosten	€/a	14.009,13
Gesamtkosten netto	€/a	17.347,02
MwSt.		19%
Gesamtkosten brutto	€/a	20.642,95
spezifischer Preis pro Wohnfläche	€/m²*Monat	0,73
spezifischer Preis pro Wärmeeinheit	€/MWh	83,26



Wärme-Kosten bei Erdgaseinsatz und Nahwärmenetz für dasselbe Gebäude

Bezeichnung	Einheit	Wert
Wohnfläche gesamt	m ²	2.355
Anzahl Wohneinheiten	1	36
Wohnfläche	m ²	65
Nennwärmeleistung	kW	82
spezifische Nennwärmeleistung	W/m²	35
Jahreswärmeverbrauch	MWh/a	247,93
spezifischer Jahreswärmeverbrauch	kWh/m²*a	105
Grundpreis	€/a	174,00
Verbrauchsspreis einschl. Erdgassteuer	Ct/kWh	5,64
Grundkosten	€/a	174,00
Jahresnutzungsgrad Wärmebereitstellung und Wärmeverteilung		65%
Verbrauchskosten	€/a	21.512,87
Gesamtkosten netto	€/a	21.687,52
MwSt.		19%
Gesamtkosten brutto	€/a	25.808,15
spezifischer Preis pro Wohnfläche	€/m²*Monat	0,91
spezifischer Preis pro Wärmeeinheit	€/MWh	104,09



Fazit Kostenentwicklung und Wärmepreise

- Die Preise für fossile Brennstoffe werden in Zukunft weiter steigen, sind aber starken Schwankungen unterworfen.
- Ist die Wärmeversorgung mit einer Bereitstellung aus Brennstoffen verbunden, so sind die Wirkungsgrade der Energieumwandlung beim Wärmepreis zu berücksichtigen.
- Die Verbesserung der Energieeffizienz und der Einsatz erneuerbarer Energiequellen sind die beiden wichtigsten Maßnahmen zur Kostensenkung und zur Verringerung der Umweltbelastung.



2.

Energieeffizienz bei der Wärmeversorgung

Frage:

**Wie kann die Energieeffizienz
ermittelt und beurteilt werden ?**



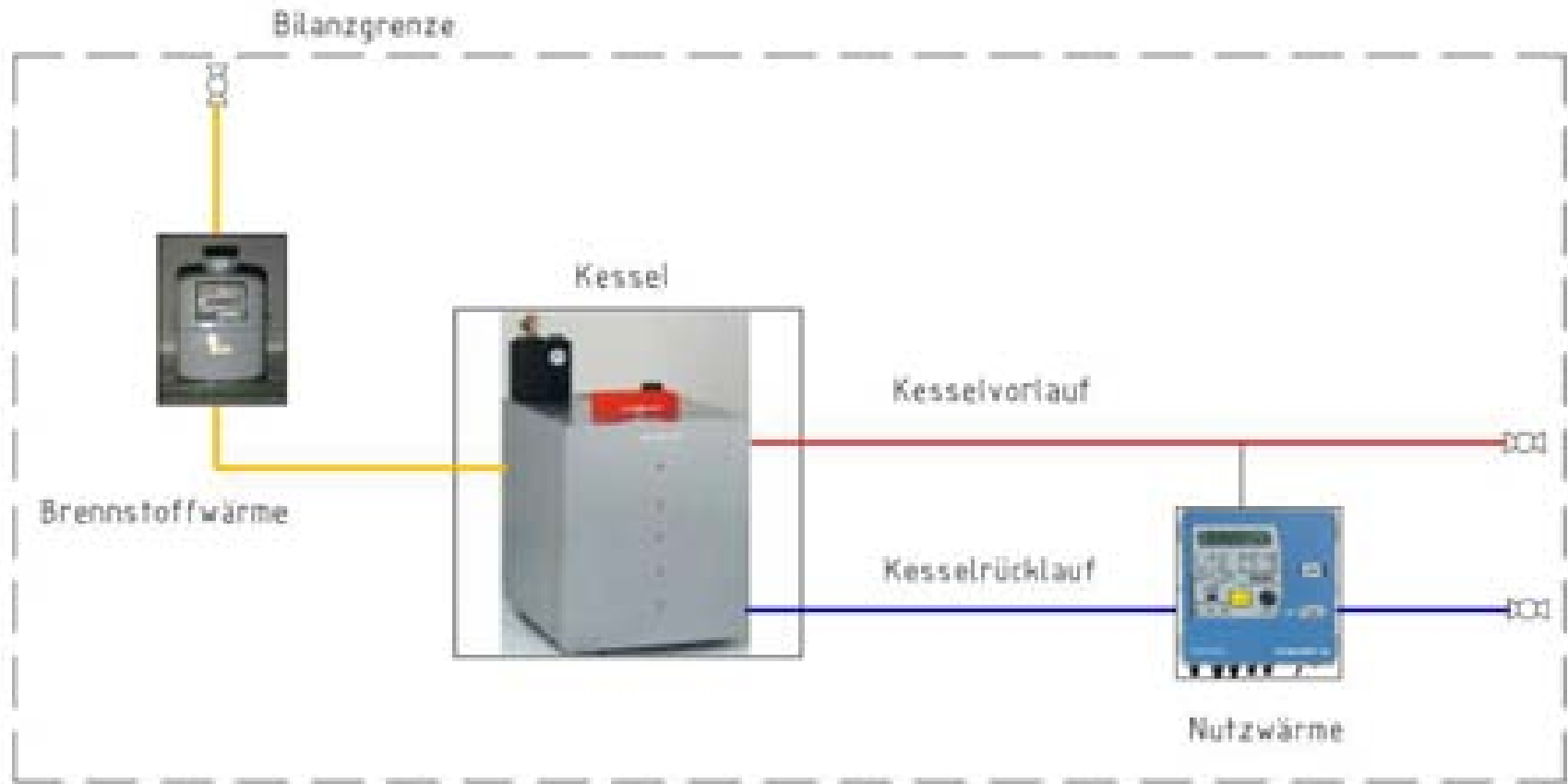
2.1

Energieeffizienz bei der Wärmebereitstellung

**(Beschränkung auf Heizkessel,
beim BHKW oder bei der
Wärmepumpe ist es ein wenig
komplizierter)**



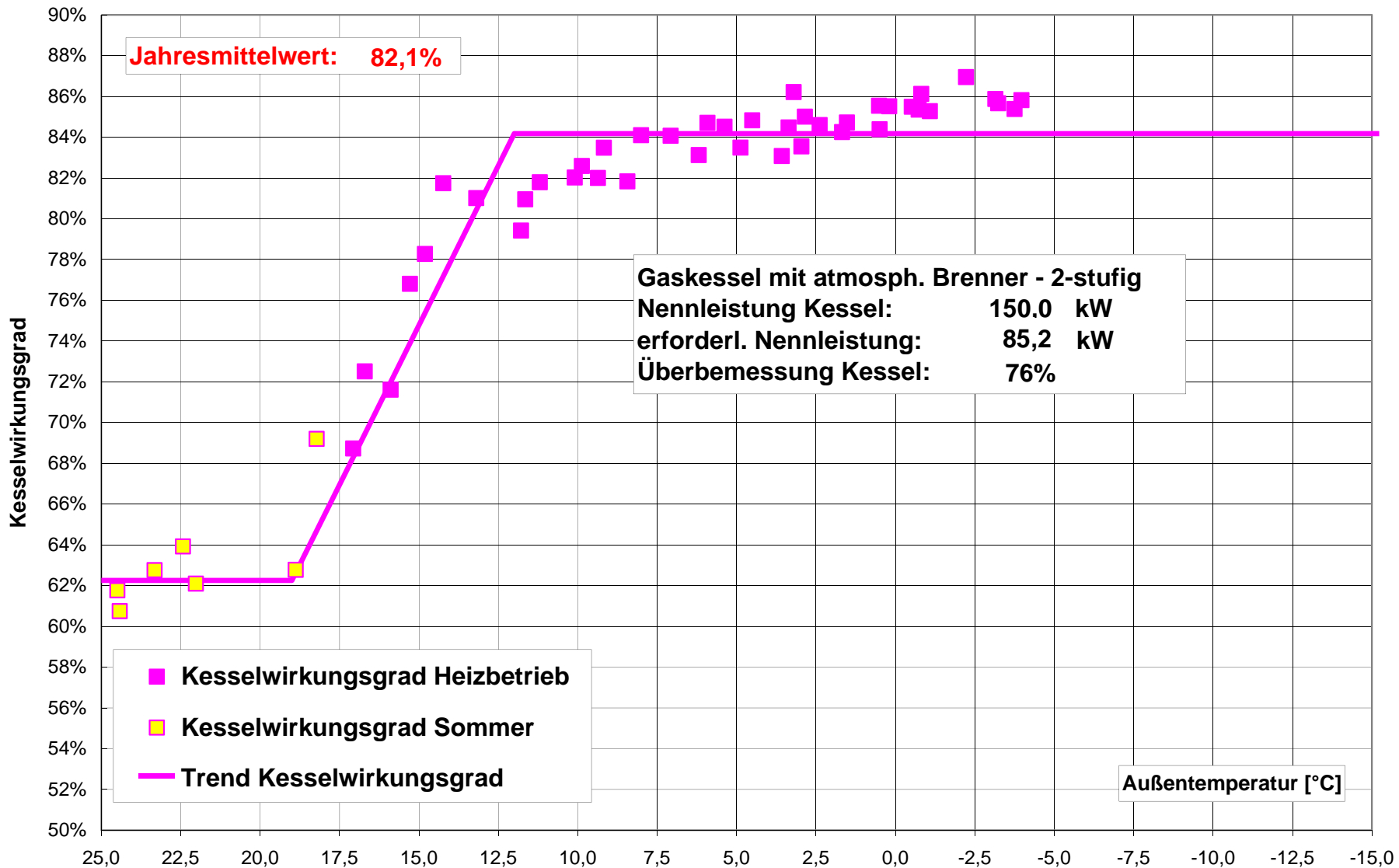
Energieeffizienz



$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Nutzwärme}}{\text{Brennstoffwärme}}$$



Wirkungsgradverlauf eines Gaskessels





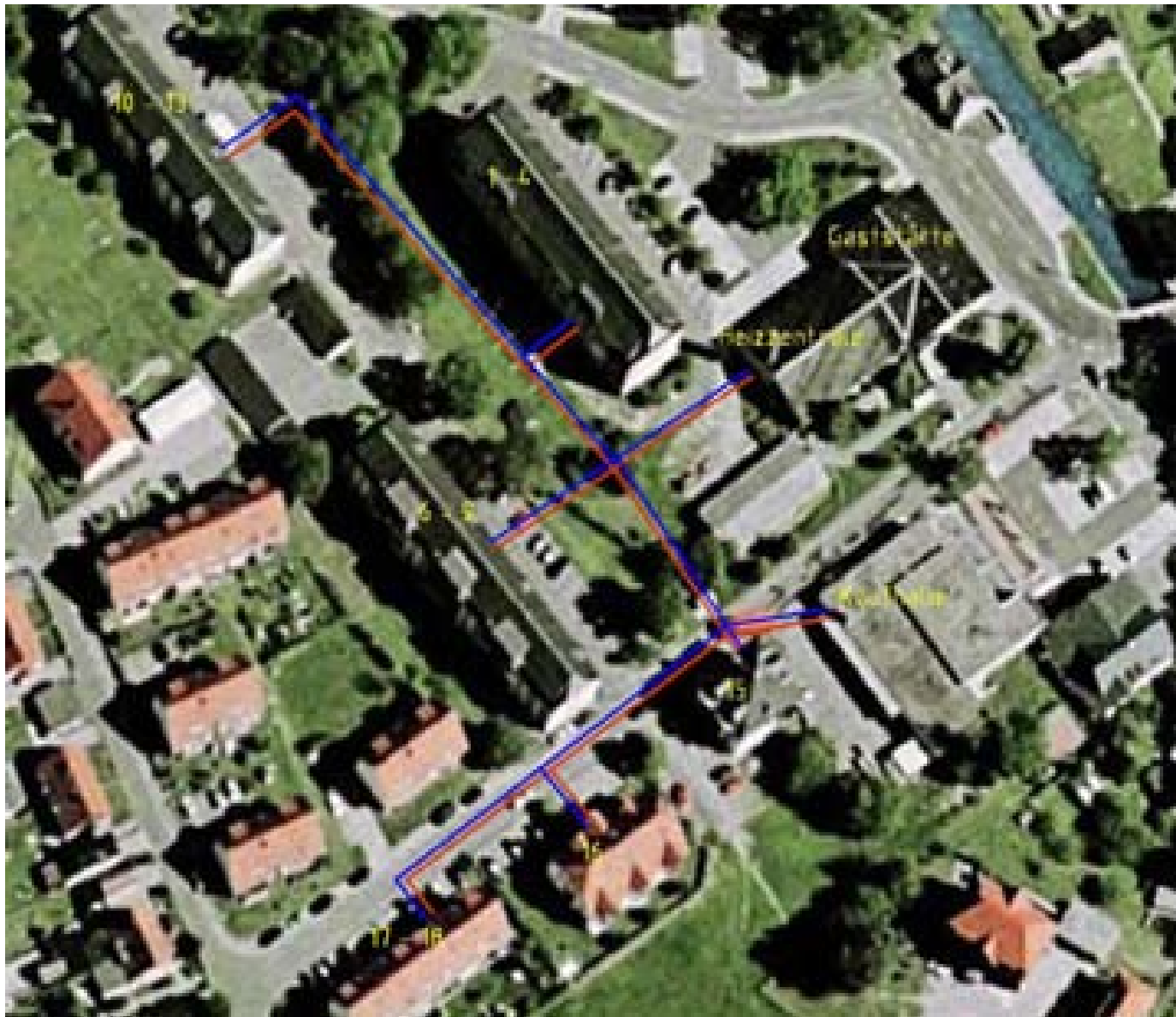
2.2

Energieeffizienz bei der Wärmeverteilung

**(gemeint sind
Wärmeverteilungsnetze)**

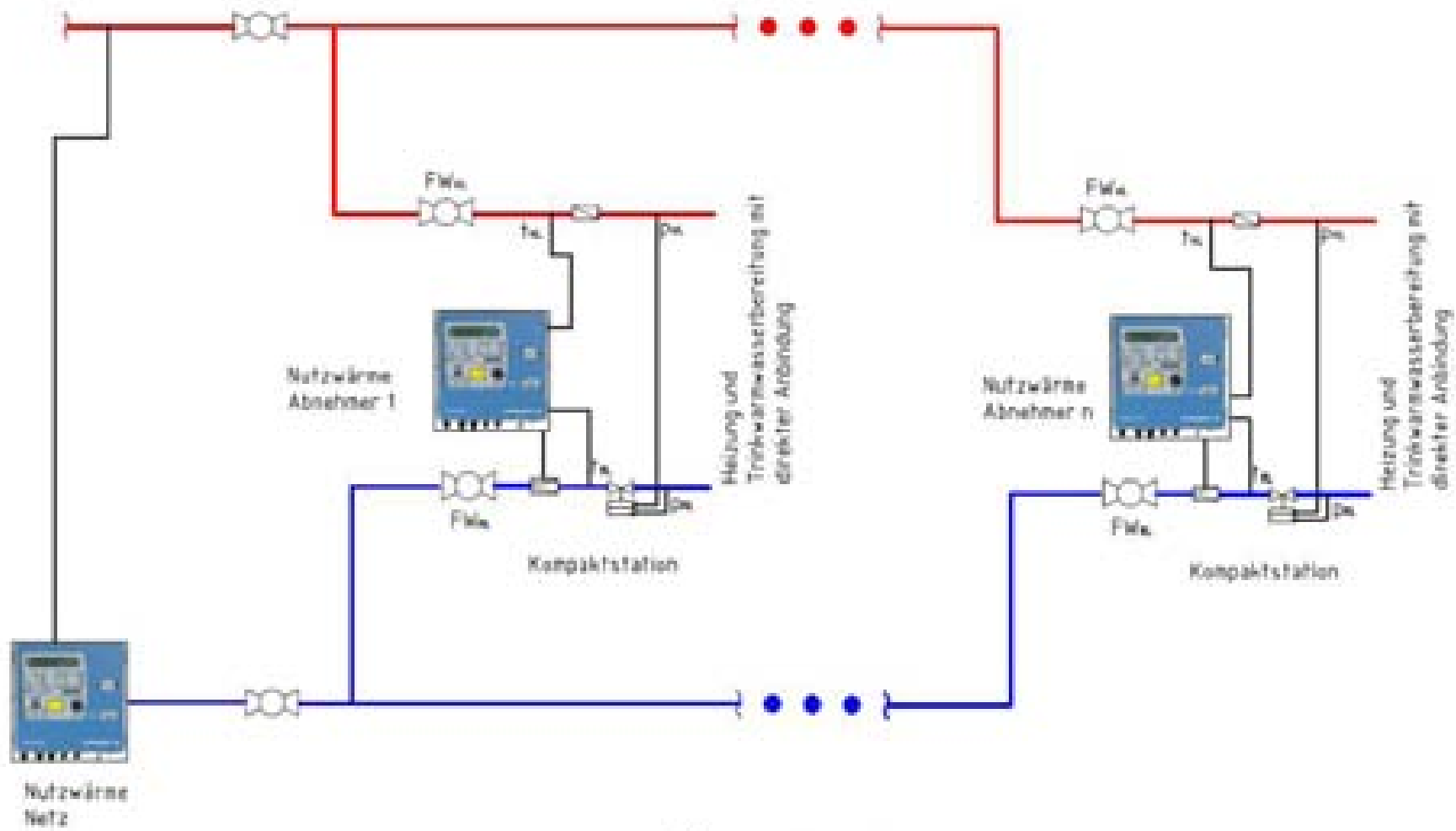


Lageplan kommunales Nahwärmenetz





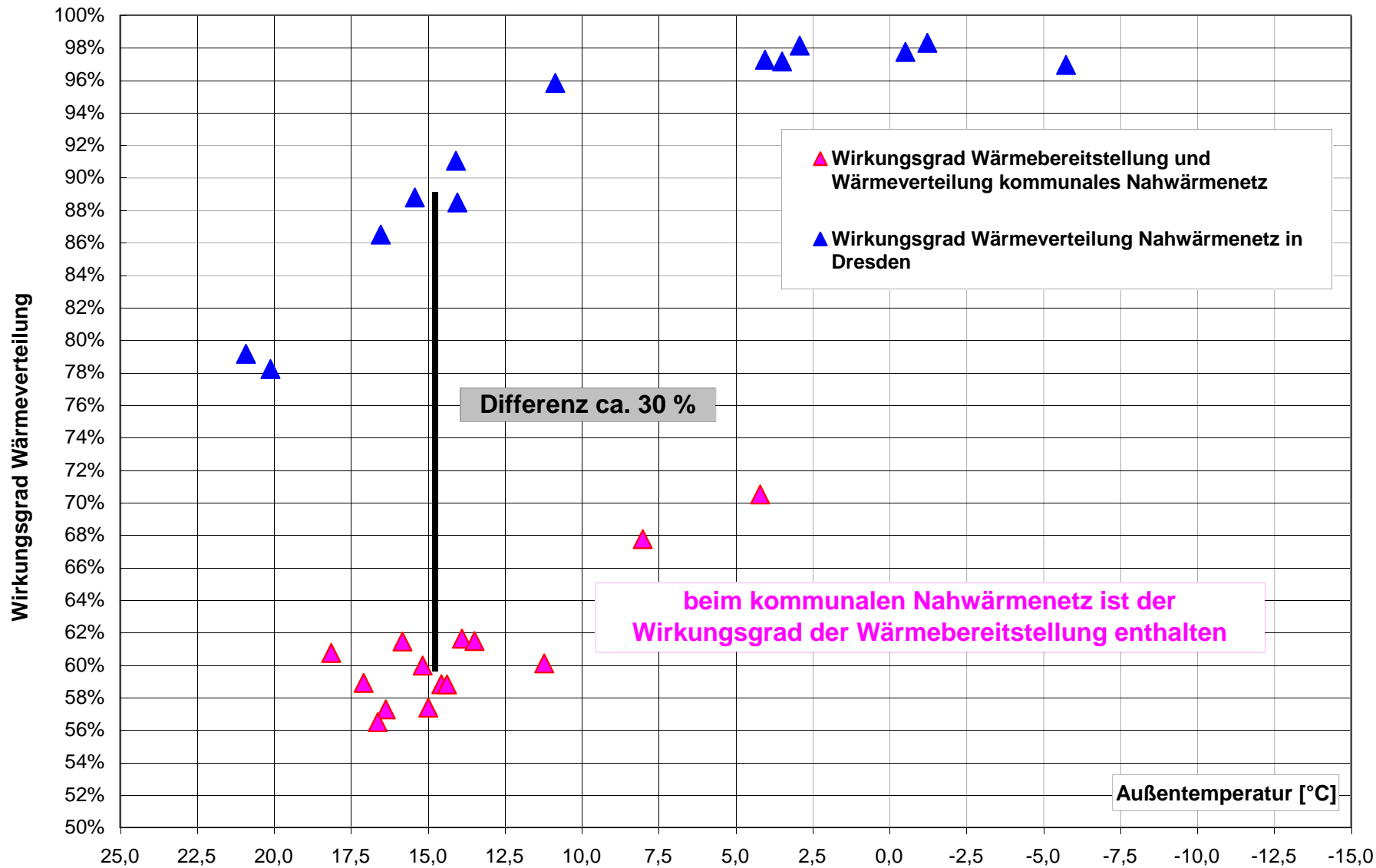
Energieeffizienz



Wirkungsgrad = $\frac{\sum \text{Nutzwärme Abnehmer}}{\text{Nutzwärme Netz}}$



Energieeffizienz Wärmeverteilung





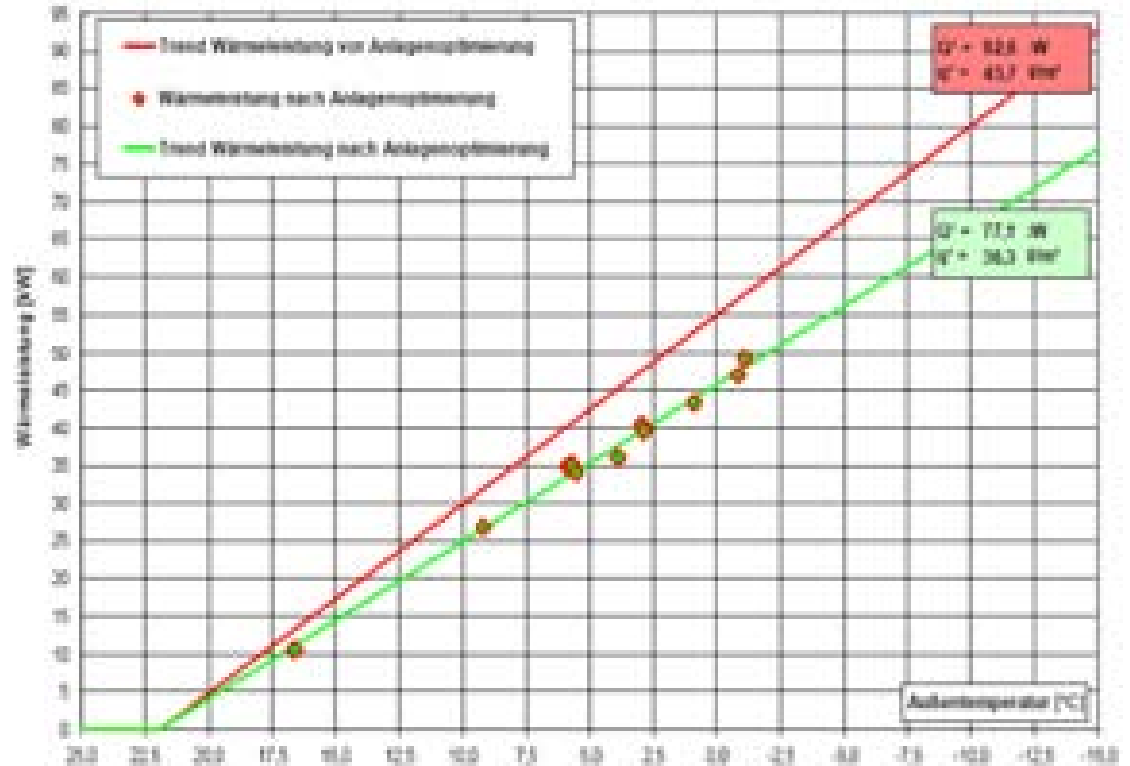
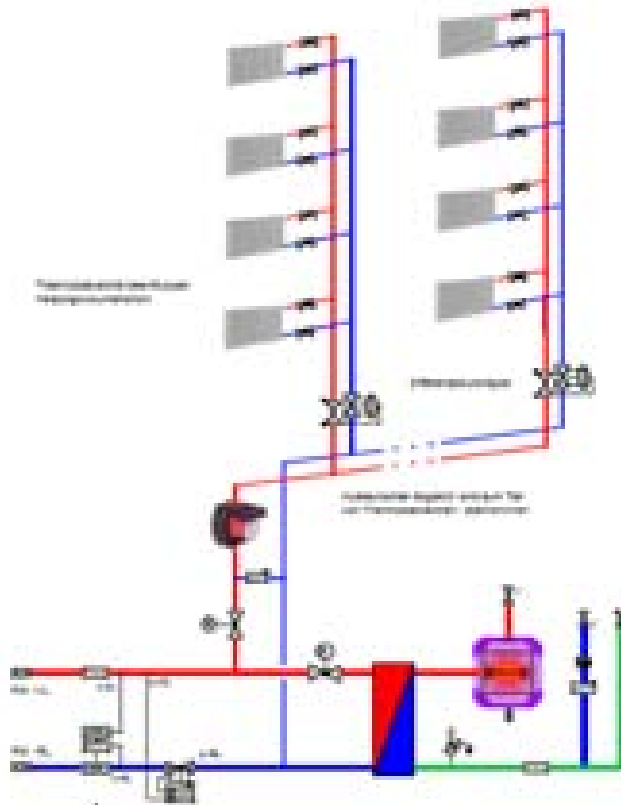
2.3

Energieeffizienz bei der Wärmeanwendung (Heizung und TWWB)

**Es werden nur Aspekte der
Betriebsführung der
Anlagentechnik betrachtet**

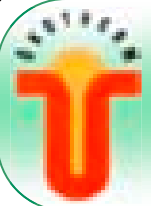


Energieeffizienz



$$\text{Einsparung} = (Q_{a,\text{vor}} - Q_{a,\text{nach}}) / Q_{a,\text{vor}} [\%]$$

Jahreswärme-
verbrauch
 Q_a



Verbrauchserfassung und -auswertung

Verbrauchserfassung und -auswertung



**Welche Informationen
sollten für die Beurteilung
der Wärmeversorgung
von Gebäuden
zur Verfügung stehen ?**



1. Jahreswärmeverbrauch in kWh/a

bzw. besser

**spezifischer, auf die
Wohnfläche bezogener
Wert in kWh/m²*a**



Der Wärmeverbrauch für die Gebäudeheizung wird maßgeblich von der Außentemperatur bestimmt und muss deshalb normiert werden, um vergleichbar zu sein



Nennwärmeleistung

2. Erforderliche Nenn- wärmeleistung in kW

bzw. besser

**spezifischer, auf die
Wohnfläche bezogener
Wert in W/m^2**



Wärmeleistung heizfreie Zeit

3. Wärmeleistung in der heizfreien Zeit in kW

bzw. besser

**spezifischer, auf die
Wohnfläche bezogener
Wert in W/m^2**



4. Außentemperatur, bei welcher der Heizbetrieb beginnt

(so genannte Heizgrenztemperatur)



**Alle genannten Informationen
sollen messtechnisch
gewonnen werden.**

**Es werden dazu nur Daten aus
Zählern (Wärme, Gas) und die
Außentemperatur benötigt.**



Wenn kein Wärmezähler vorhanden ist, so ist der Verbrauch am Gaszähler oder am Füllstand des Heizöltanks festzustellen.

Es gilt den Verbrauch durch Erfassung von Datum/Uhrzeit und Zählerstand festzuhalten.



Monatswerte in Wärmehzählern

Moderne Wärmehzähler speichern zum Monatsersten die interessierenden Verbrauchsdaten

Datum	Q_{FW} [MWh]	V_{FW} [m ³]	$V_{FW,max}$ [m ³ /h]	$Q_{FW,max}$ [kW]	$t_{VL,max}$ [°C]	$t_{RL,max}$ [°C]
Mo 01.01.07 00:00	345,063	15.251,560	1,872	49,2	89	62
Do 01.02.07 00:00	366,039	16.101,250	2,100	54,0	97	67
Do 01.03.07 00:00	385,392	16.904,970	2,208	42,4	86	61
So 01.04.07 00:00	403,127	17.675,750	2,016	43,0	82	61
Di 01.05.07 00:00	414,278	18.228,530	1,560	31,4	83	65
Fr 01.06.07 00:00	421,432	18.664,830	1,176	26,8	78	63
So 01.07.07 00:00	425,238	18.996,430	0,828	13,4	76	63
Mi 01.08.07 00:00	429,113	19.318,480	0,804	14,4	70	63
Sa 01.09.07 00:00	432,913	19.634,880	0,792	18,8	75	63
Mo 01.10.07 00:00	442,687	20.116,970	1,764	27,4	75	69
Do 01.11.07 00:00	457,994	20.803,520	1,848	45,0	86	70
Sa 01.12.07 00:00	480,062	21.682,190	1,932	52,4	90	64
Di 01.01.08 00:00	505,651	22.642,600	2,088	58,0	97	66



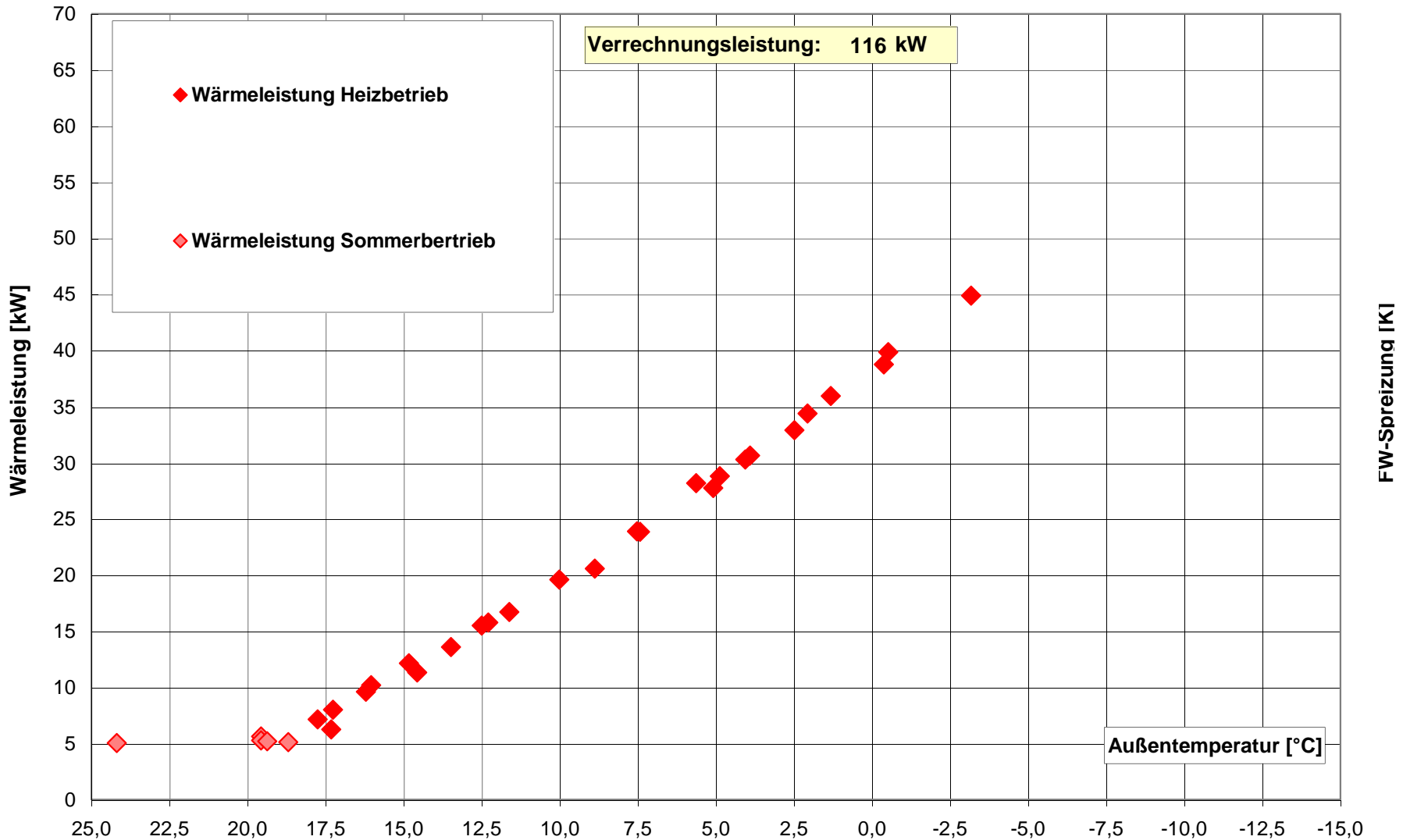
Darstellung in Abhängigkeit von der Außentemperatur

Erforderlich ist „nur“ die Darstellung der Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur.

Die Außentemperatur kann z. B. der Internetseite der DREWAG entnommen werden.

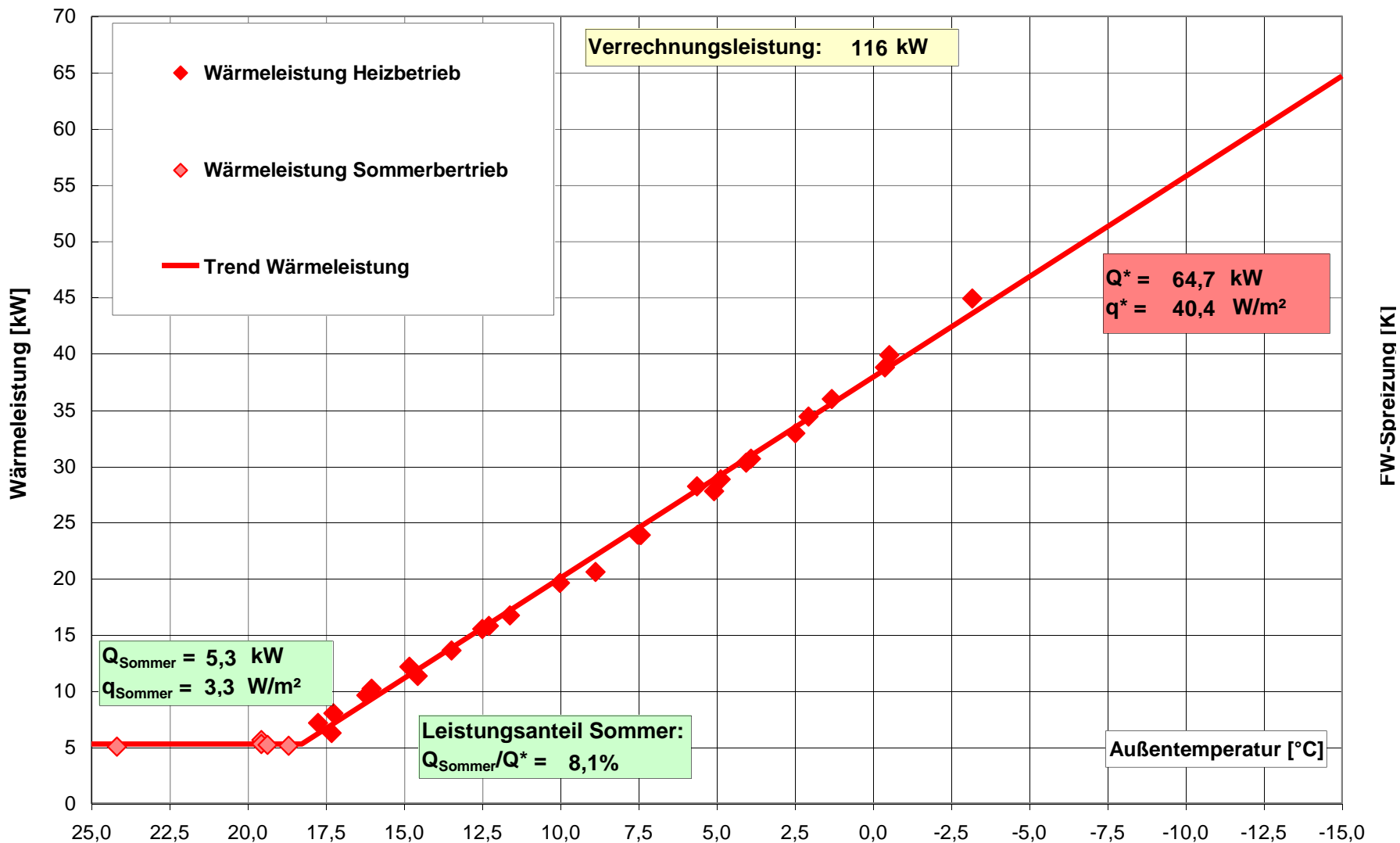
Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur

Mustergebäude - Wärmeleistung und FW-Spreizung in Abhängigkeit von der Außentemperatur



Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur

Mustergebäude - Wärmeleistung und FW-Spreizung in Abhängigkeit von der Außentemperatur



FW-Spreizung [K]



Fazit zur Energieeffizienz

- Leider sind die messtechnischen Voraussetzungen zur Ermittlung der Energieeffizienz oft nicht oder nur ungenügend vorhanden.
- Des Weiteren wird die Notwendigkeit zur Verbrauchserfassung und –analyse ebenfalls nicht mit der erforderlichen Sorgfalt ausgeübt.
- Die messtechnische Ermittlung der Kenngrößen zur Beurteilung der Energieeffizienz liefert ebenfalls wichtige Informationen über erforderliche Nennleistungen von Anlagen.



3.

**Einfache Maßnahmen
zur Verbesserung der
Energieeffizienz**

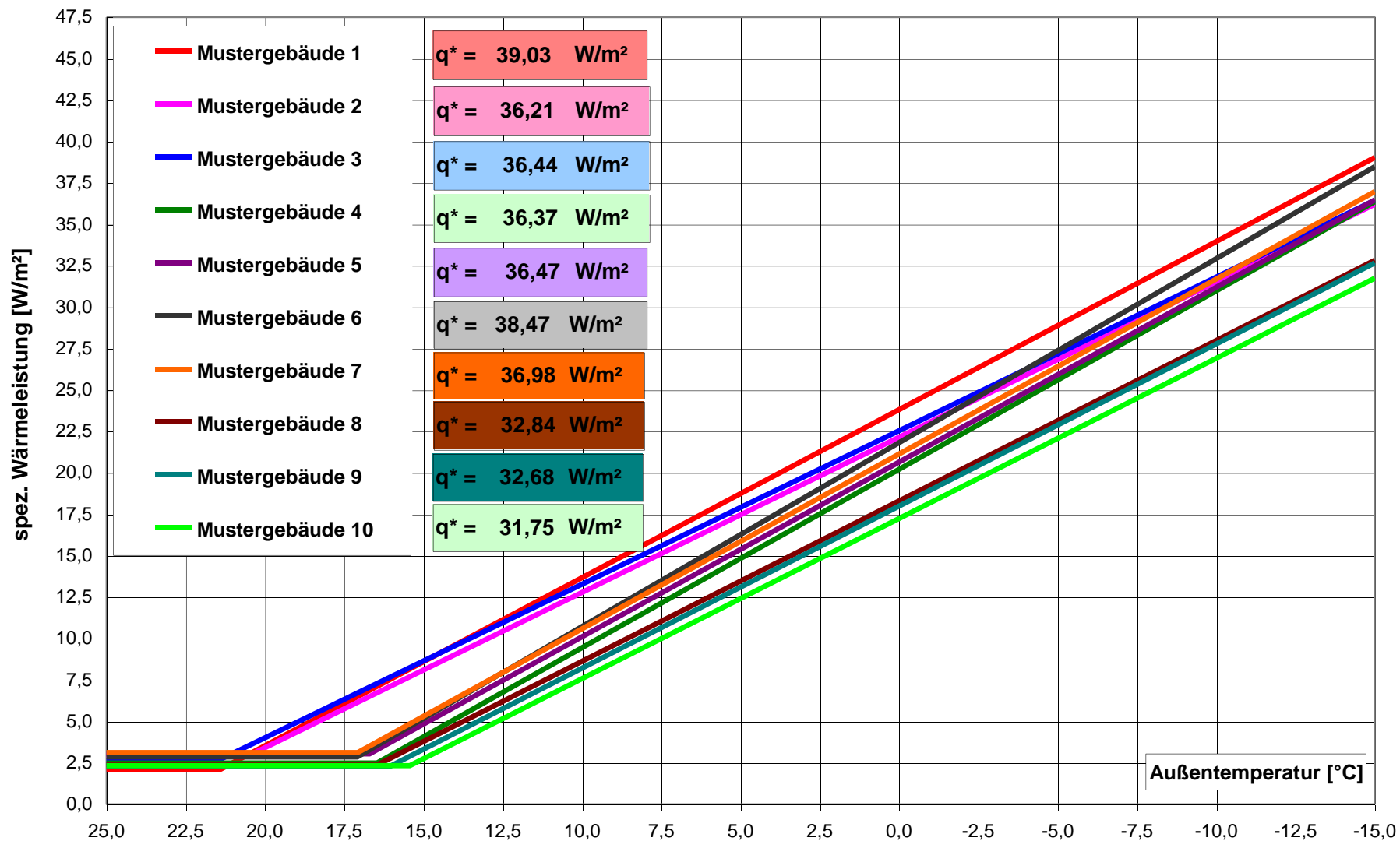


Beurteilung des Teillastverhaltens



Beurteilung des Teillastverhaltens

Mustergebäude - spez. Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur



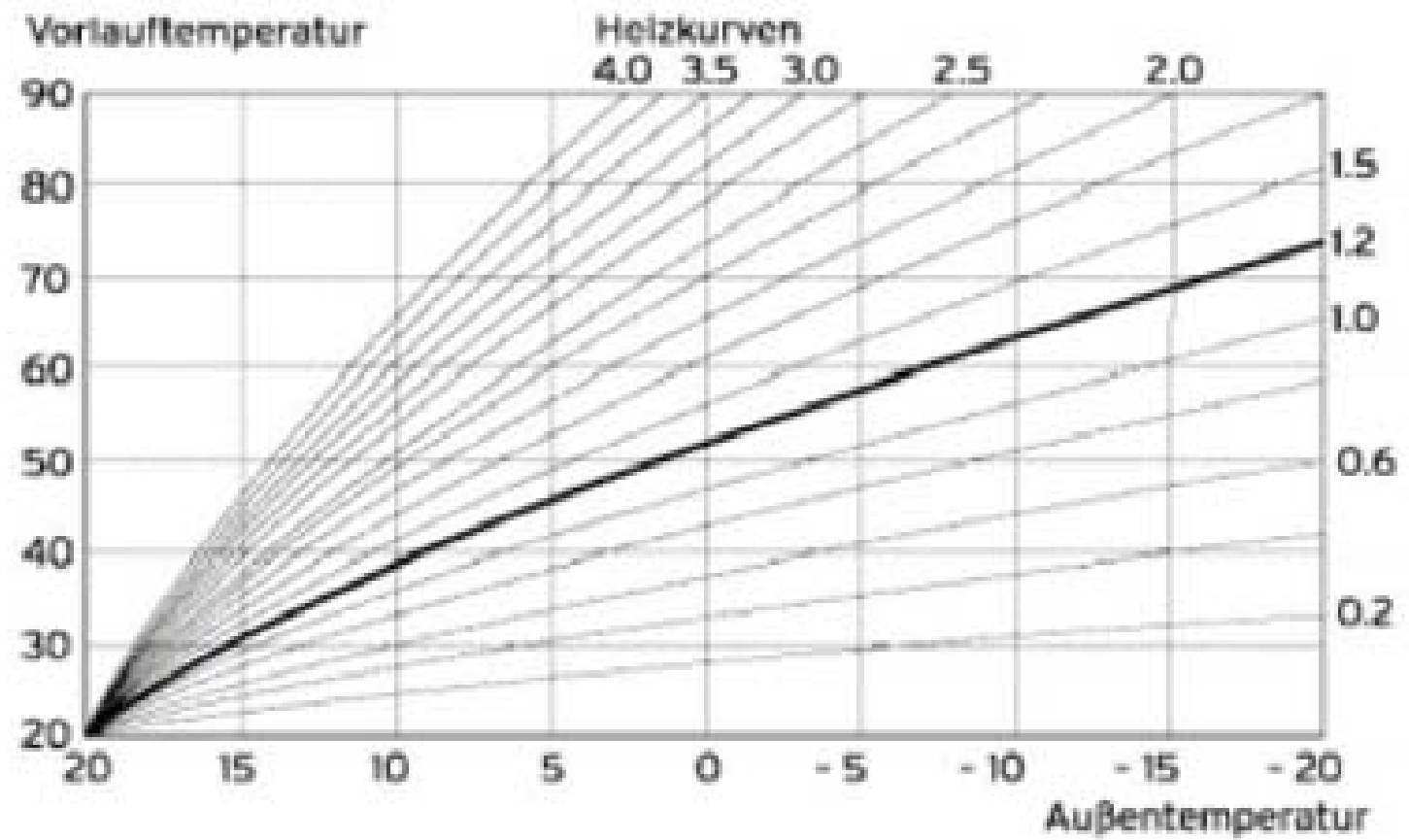


Optimierung der Anlageneinstellungen

Optimierung der Anlageneinstellung durch Veränderung der Fahrkurveneinstellung



Einstellparameter für die Fahrkurve





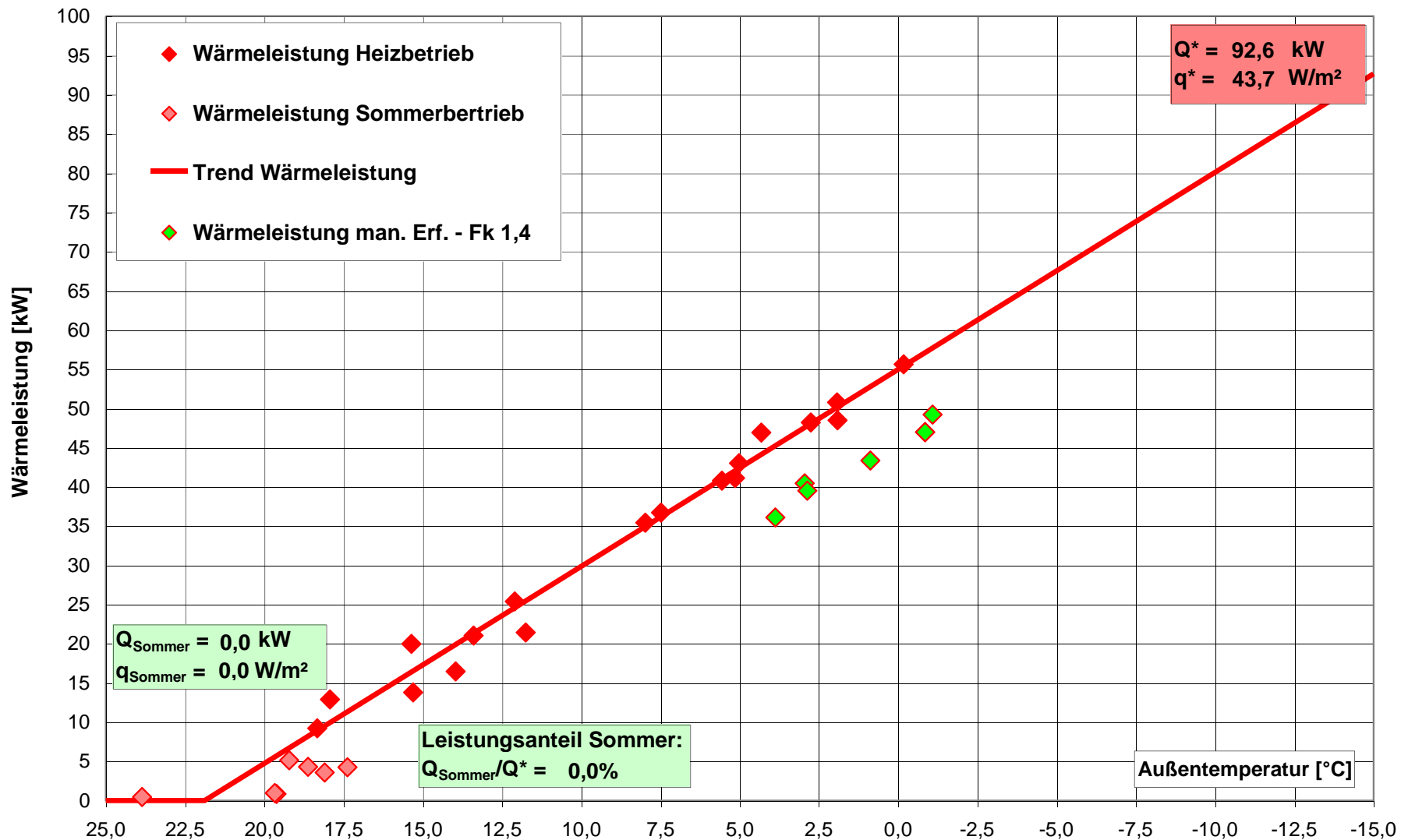
Anlageneinstellungen





Verbrauchseinsparung durch Fahrkurvenabsenkung

Mustergebäude - Wärmeleistung und FW-Spreizung in Abhängigkeit von der Außentemperatur





**Ebenfalls meist zu hoch
eingestellt:**

Die Heizkreispumpen



Heizkreispumpen





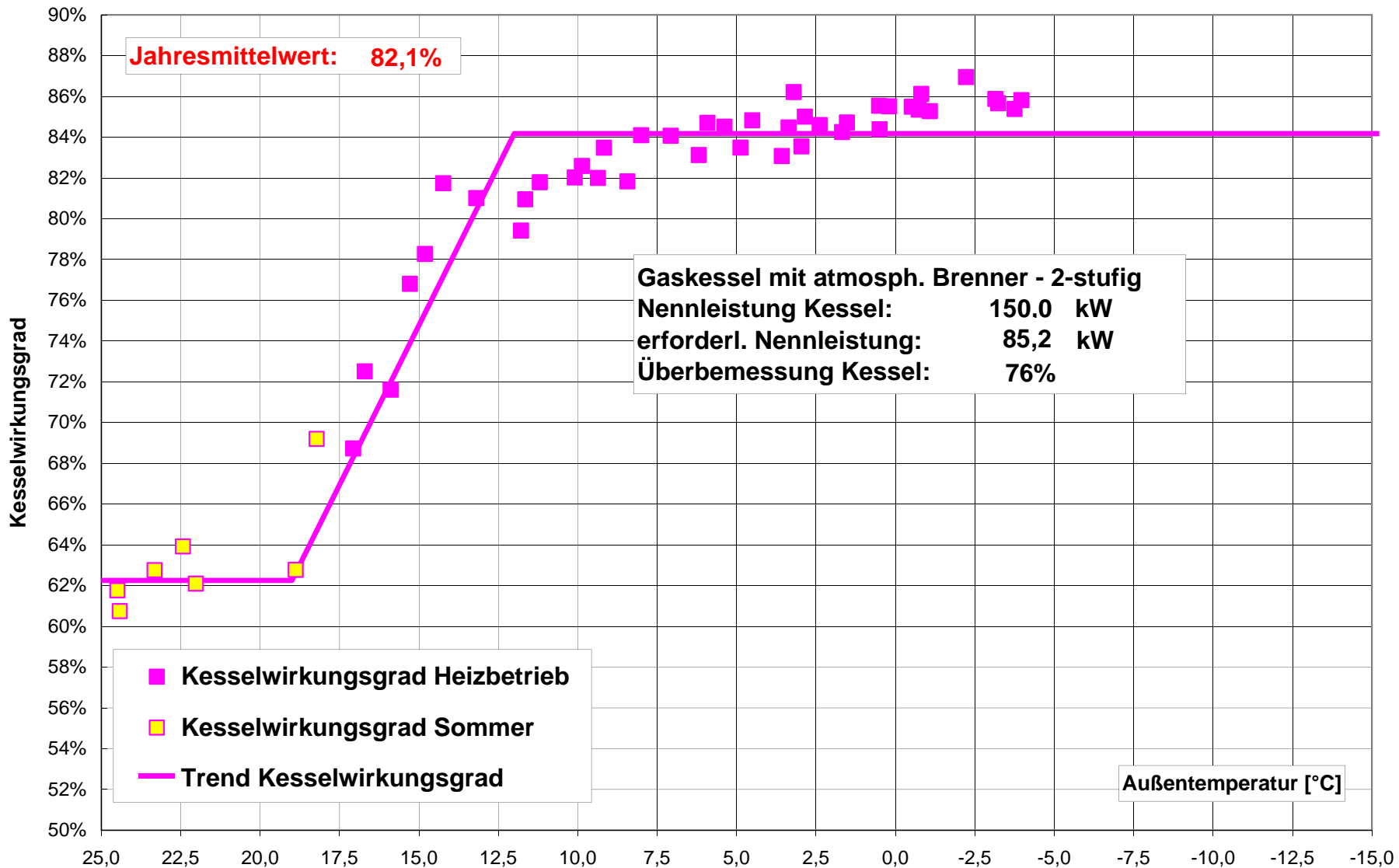
- **Fazit zur Anlageneinstellung:**
- Die Veränderungen sollten zielgerichtet in kleinen Schritten erfolgen
- Durch begleitende Verbrauchserfassung und Auswertung können die Erfolge zeitnah bewertet werden
- Einsparungen von 10 % bis 20 % sind realistisch



Wirkungsgrade von Kesselanlagen und typische Betriebsweisen

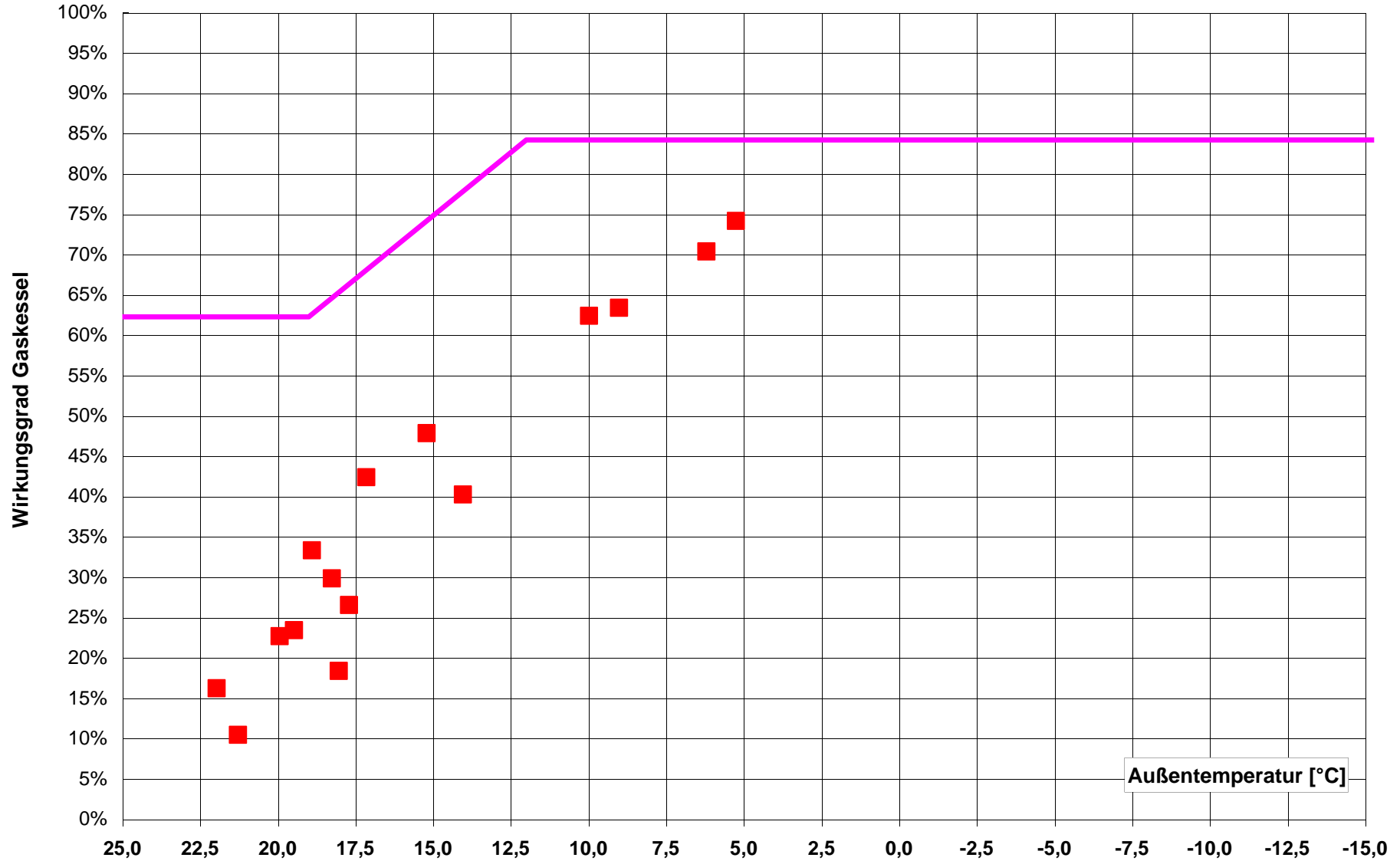


Wirkungsgradverlauf eines Gaskessels



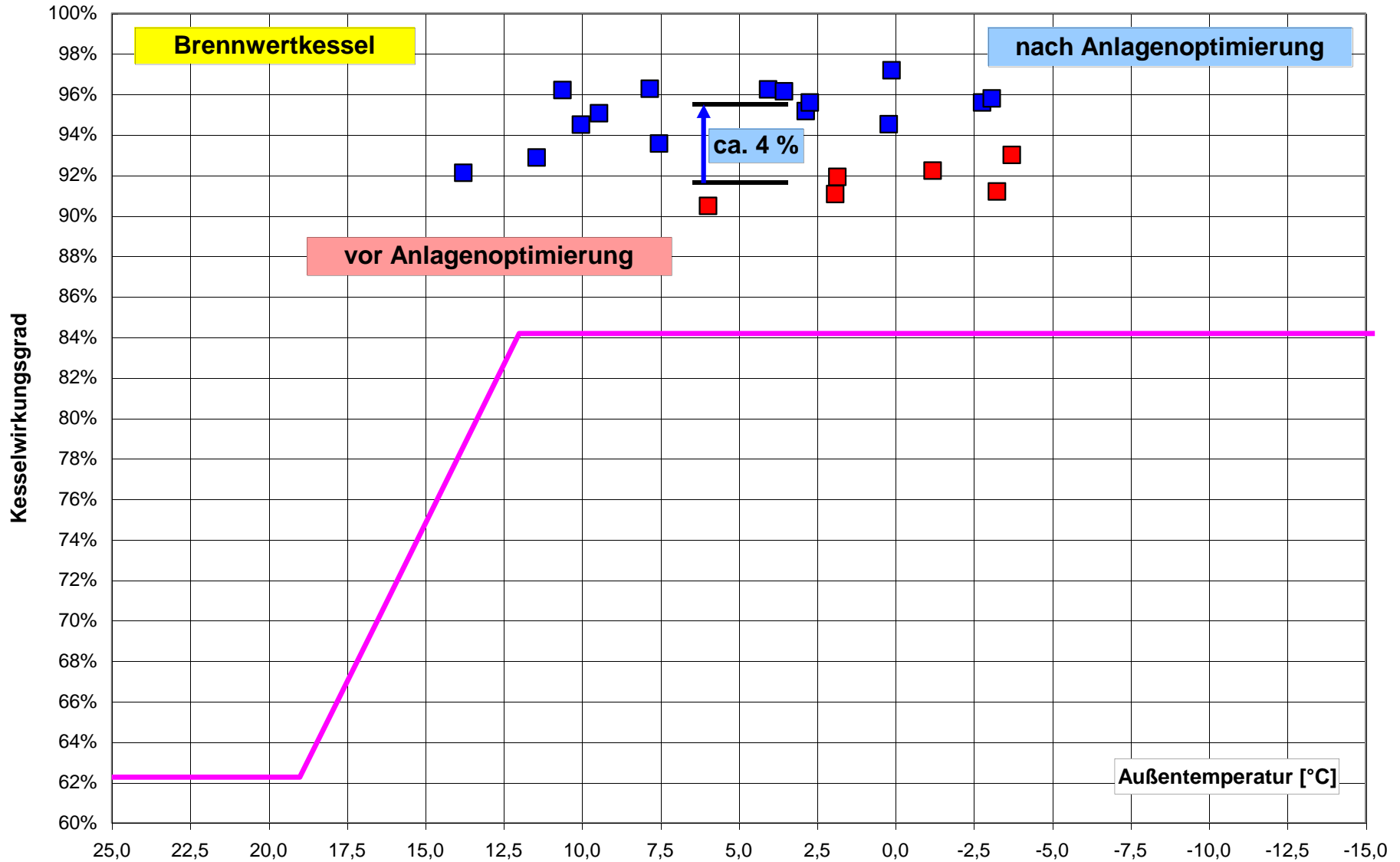


Besonders schlechtes Beispiel für die Effizienz eines Gaskessels





Ersatz eines Niedertemperaturkessels durch einen Brennwertkessel

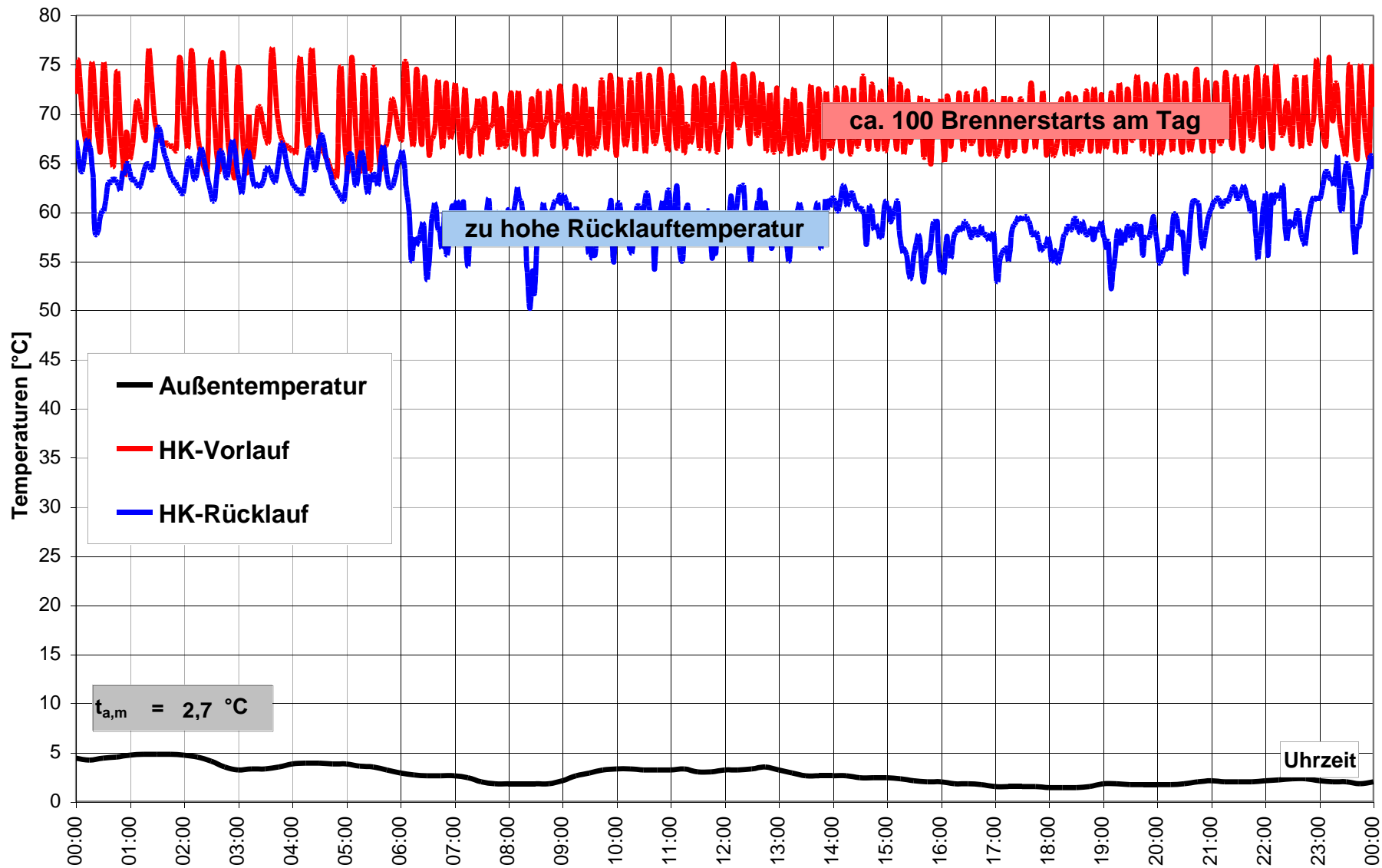




Austausch eines Niedertemperaturkessels durch einen Brennwertkessel

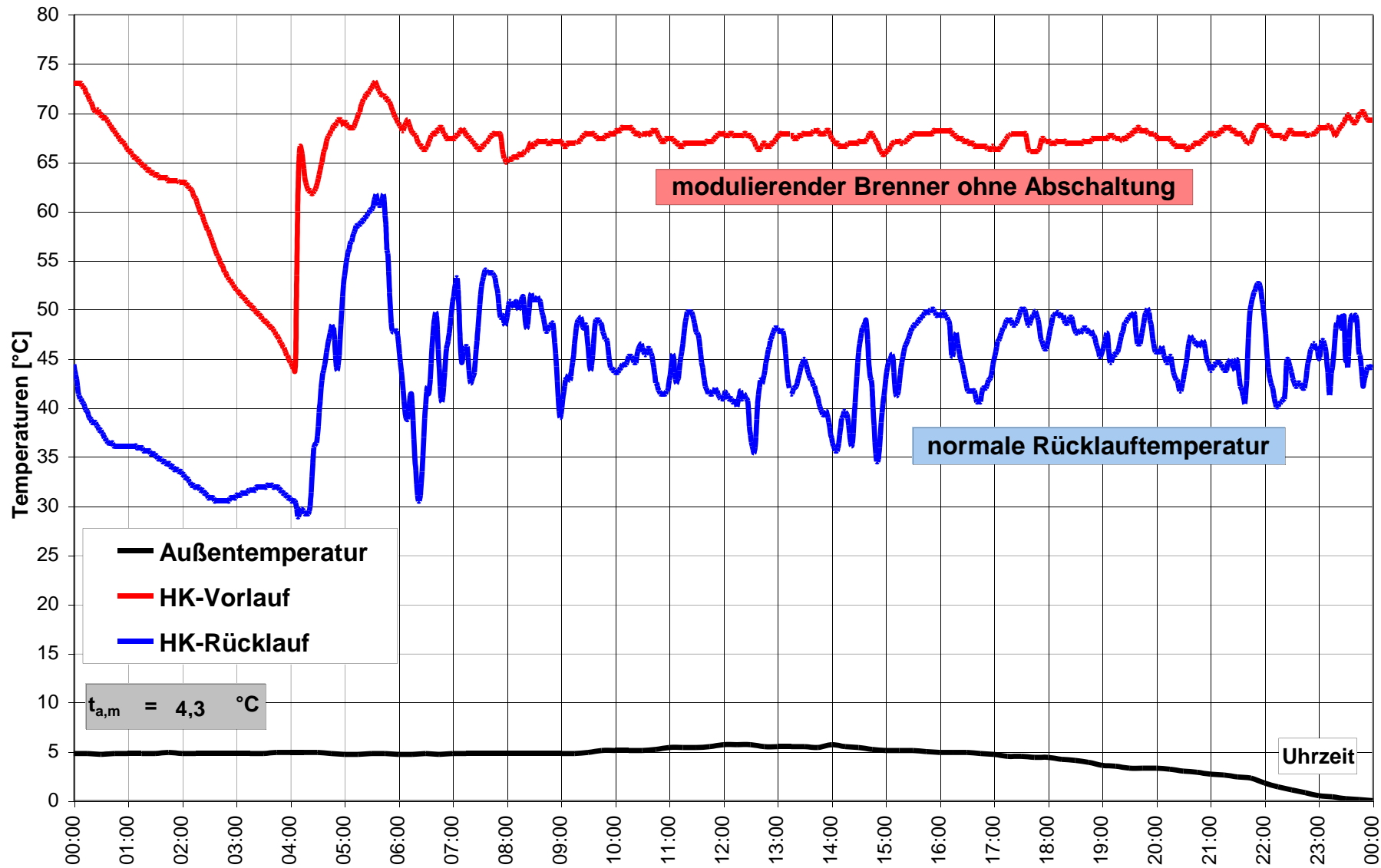


Typischer Tagesgang eines Heizkessels mit atmosphärischem Brenner





Brennwertkessel mit modulierendem Brenner



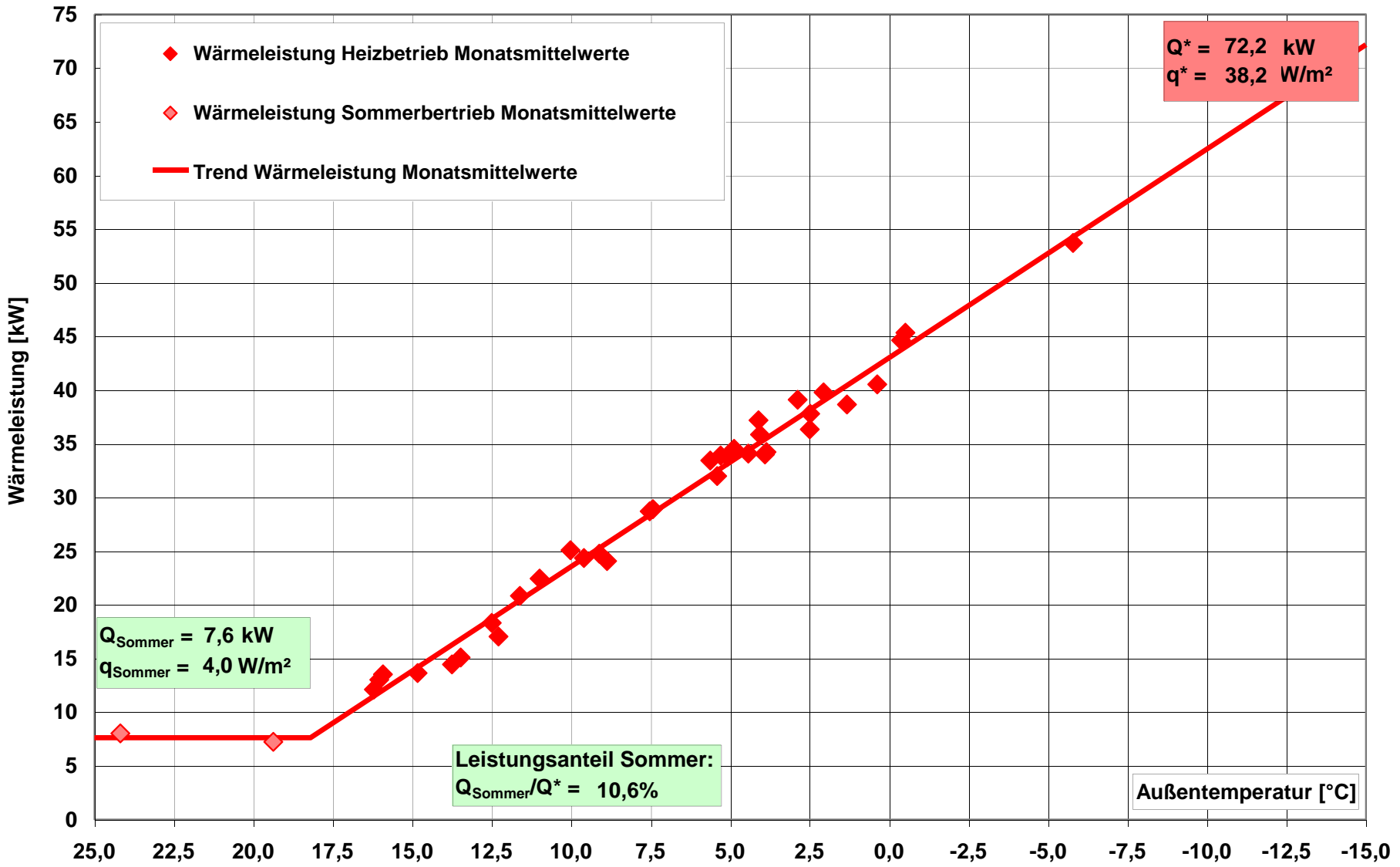


Durch die Kesselerneuerung werden Grund- und Verbrauchskosten verringert.

Bei der Gasversorgung sind allerdings die Grundkosten verhältnismäßig gering, in der Regel kleiner als 10,- €/kW*a.

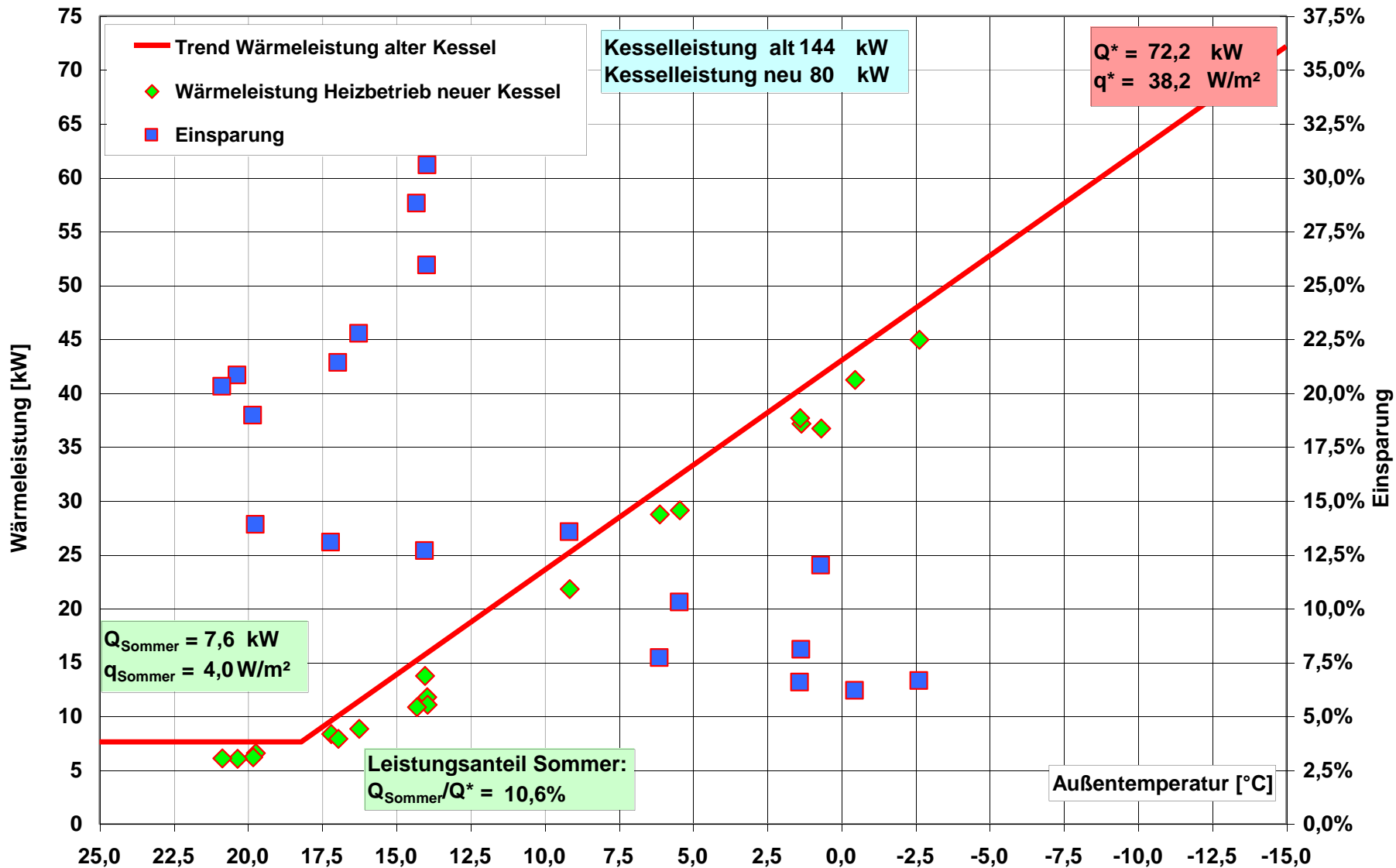


Erneuerung Heizkessel





Verbrauchseinsparung durch Erneuerung Heizkessel





4.

Erneuerung der Wärmeversorgungstechnik

- Jahresdauerlinie Wärmeverbrauch
- Einsatz verschiedener Techniken

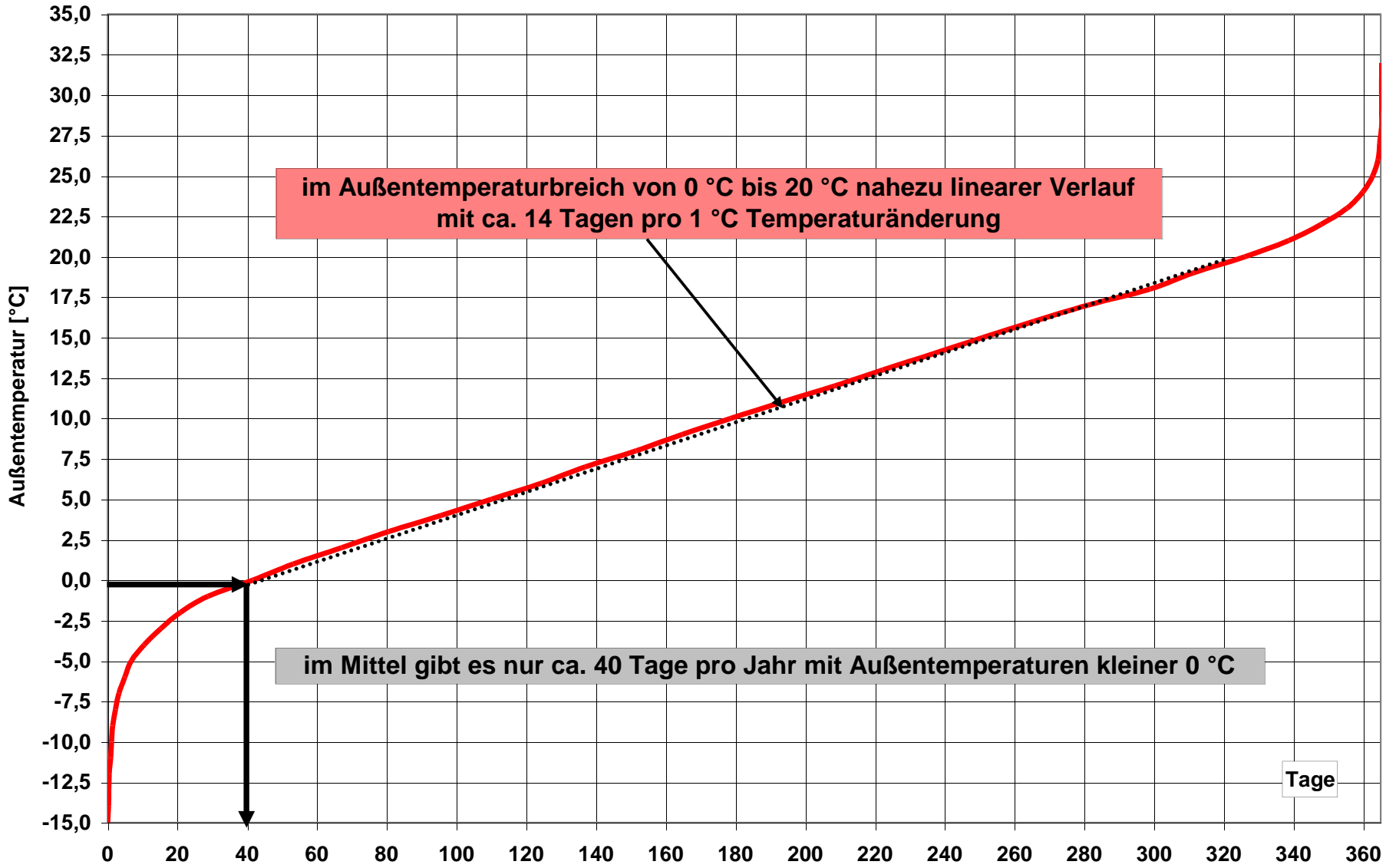


4.1

Jahresdauerlinie des Wärmeverbrauchs

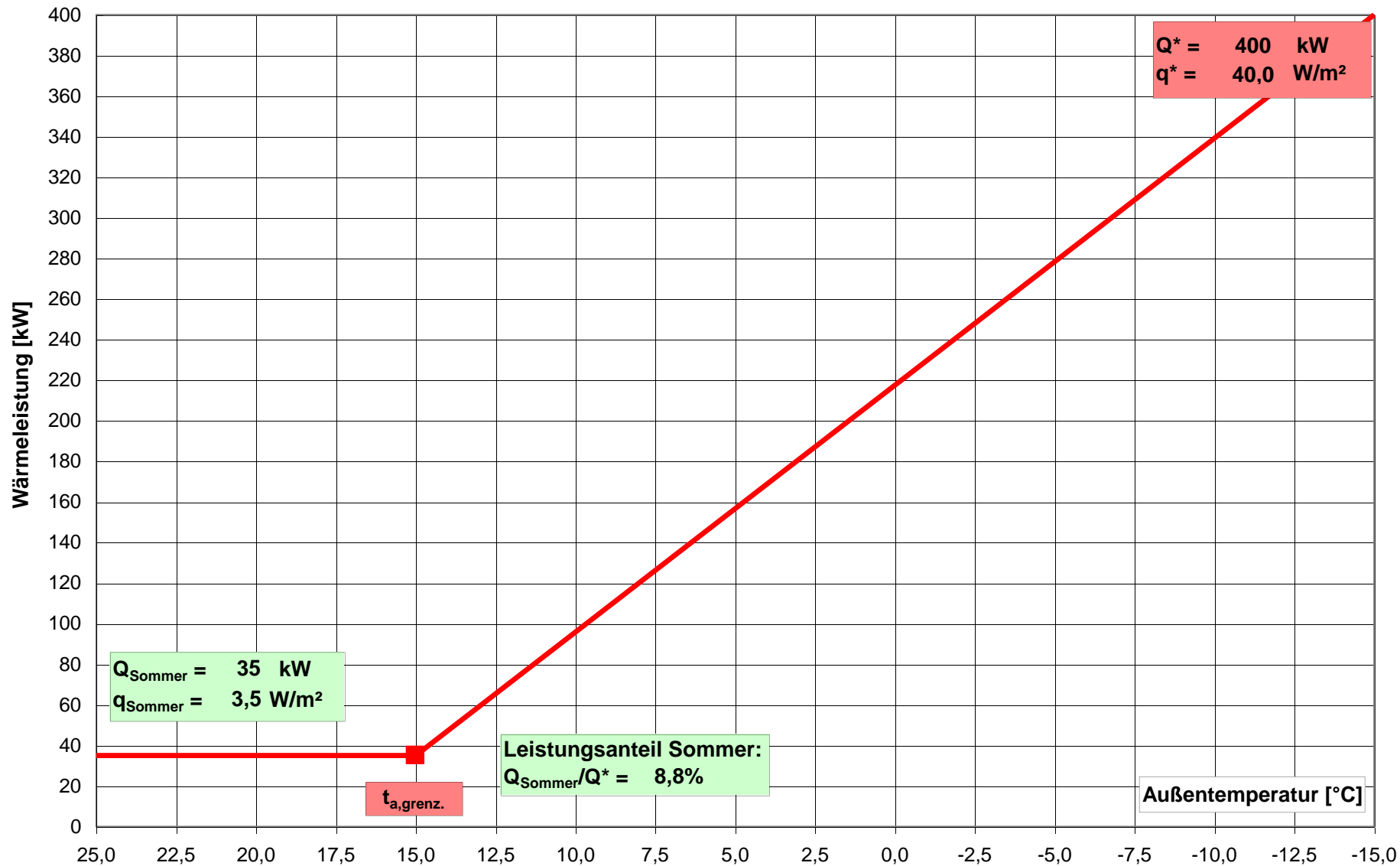


Jahresdauerlinie Mittelwert 2001 bis 2009 - Messstelle Großenhainer Straße 144



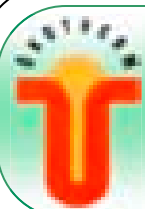


Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur

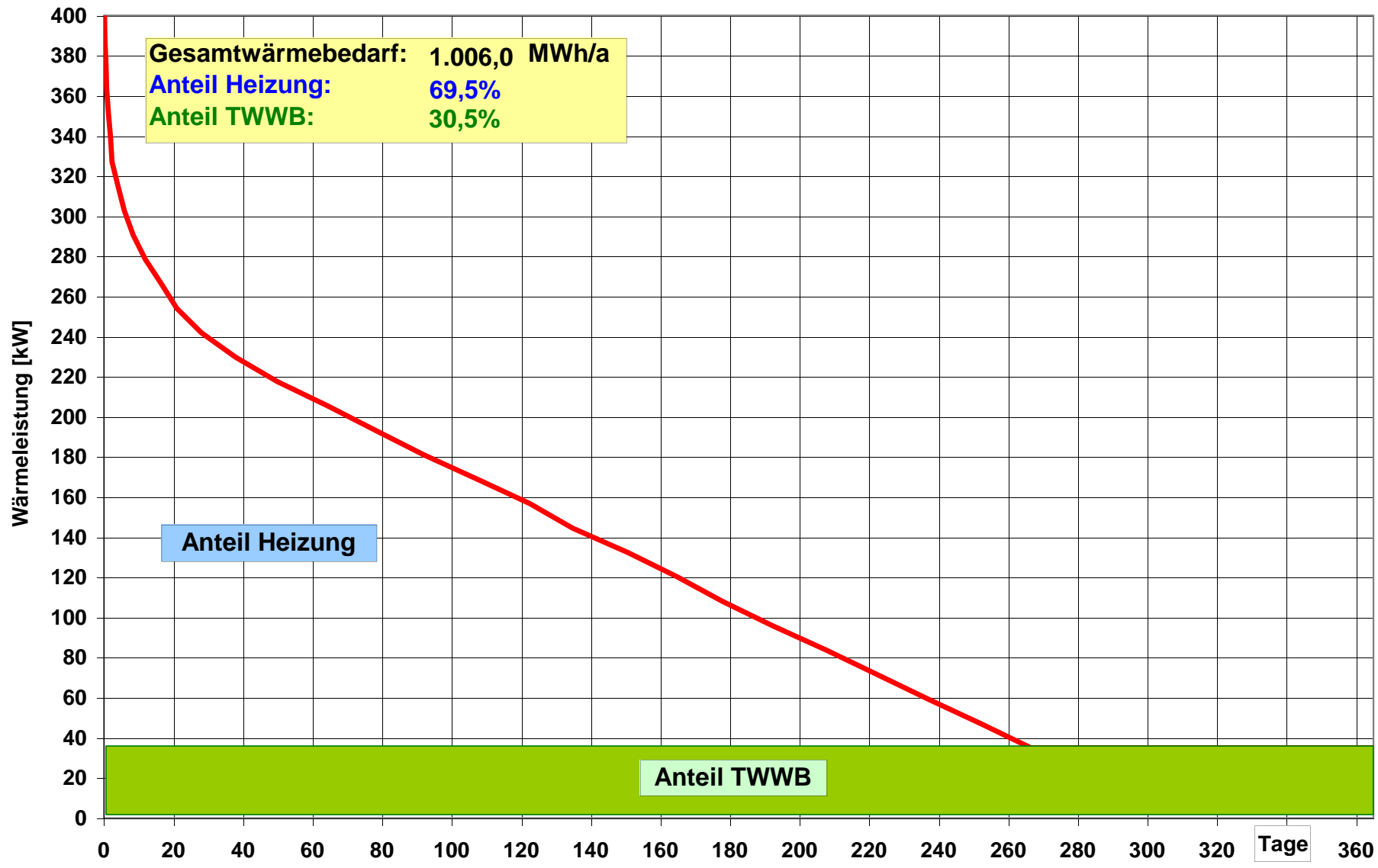




**Mit Kenntnis der Wärmeleistung
in Abhängigkeit von der
Außentemperatur kann die
Jahresdauerlinie für die
Wärmeleistung angegeben
werden**



Jahresdauerlinie des Wärmeverbrauchs





4.2

Einsatz verschiedener Techniken zur Wärmebereitstellung



Mini-BHKW und Gastherme - messtechnische Ausstattung

gute messtechnische Ausstattung

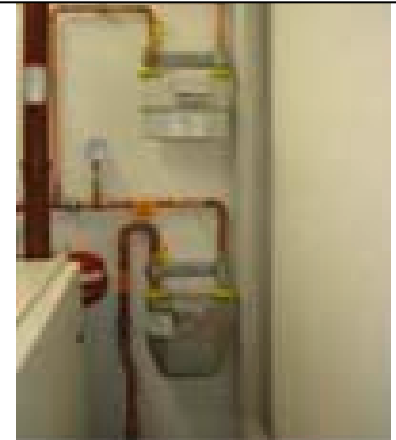
Wärmezähler BHKW



Wärmezähler Therme

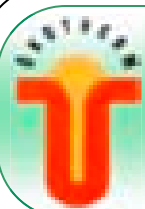


**Gaszähler gesamt
und BHKW**

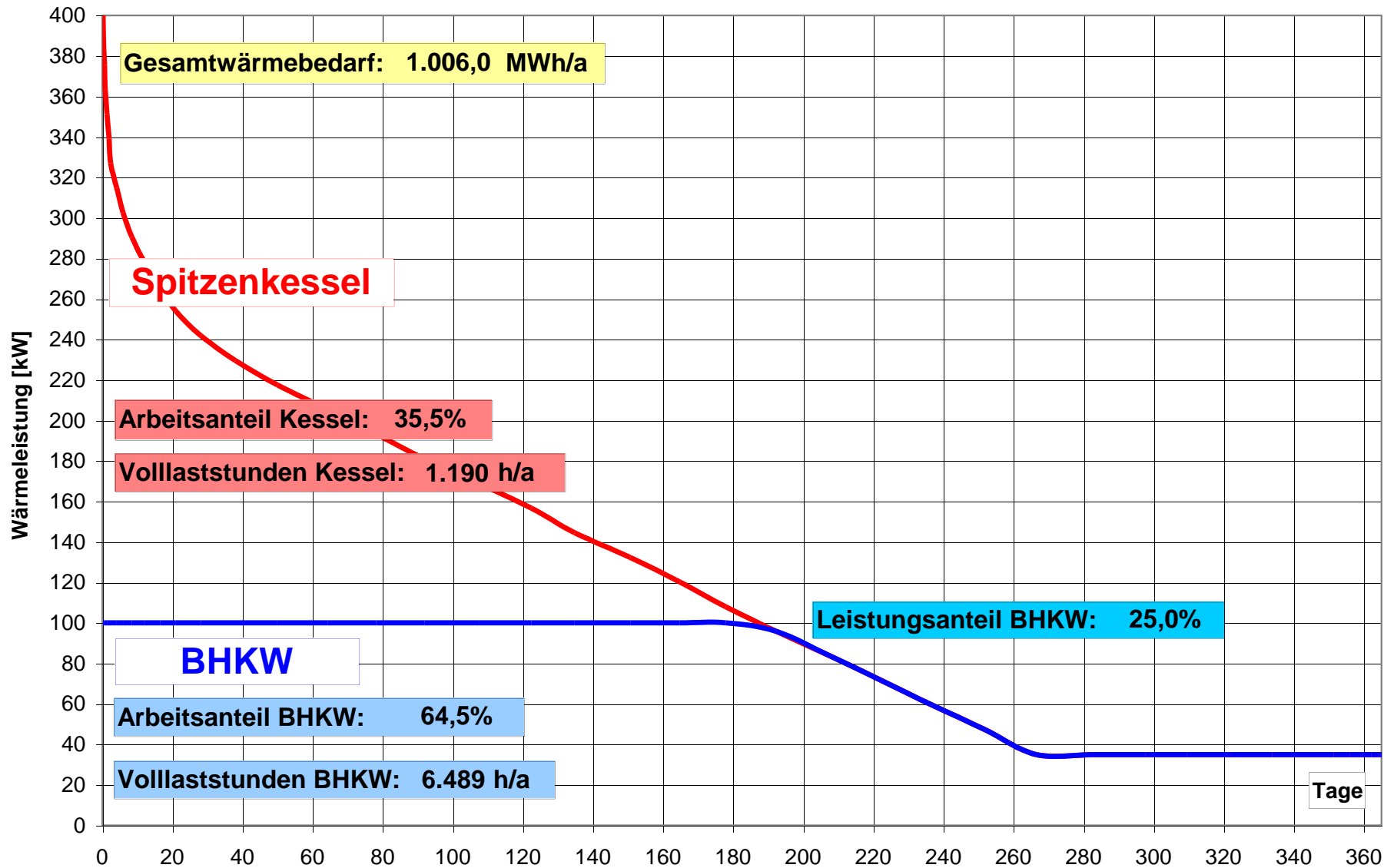


**Eltzähler Lieferung netto
abzügl. Eigenbedarf**



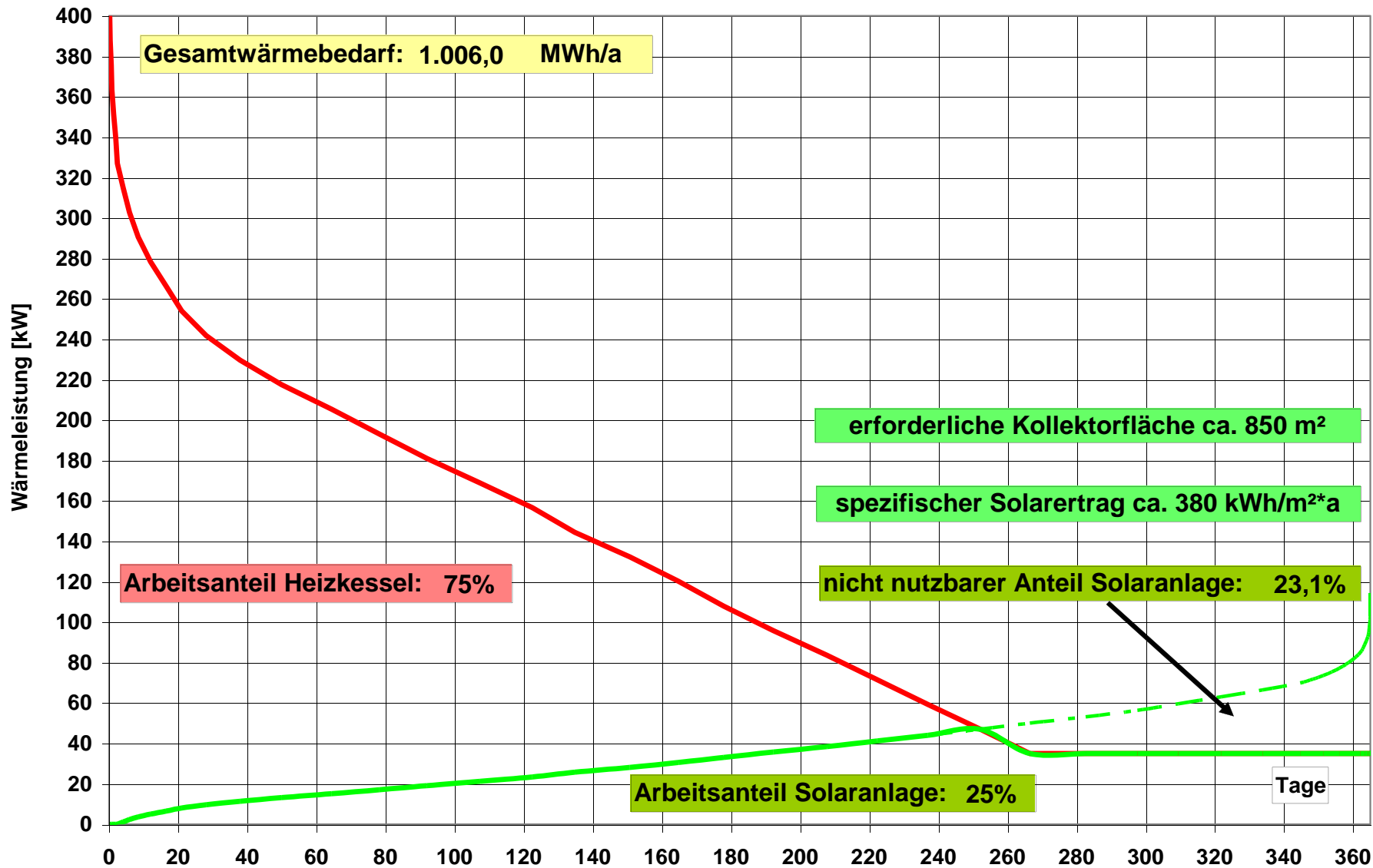


Spitzenlastkessel und BHKW





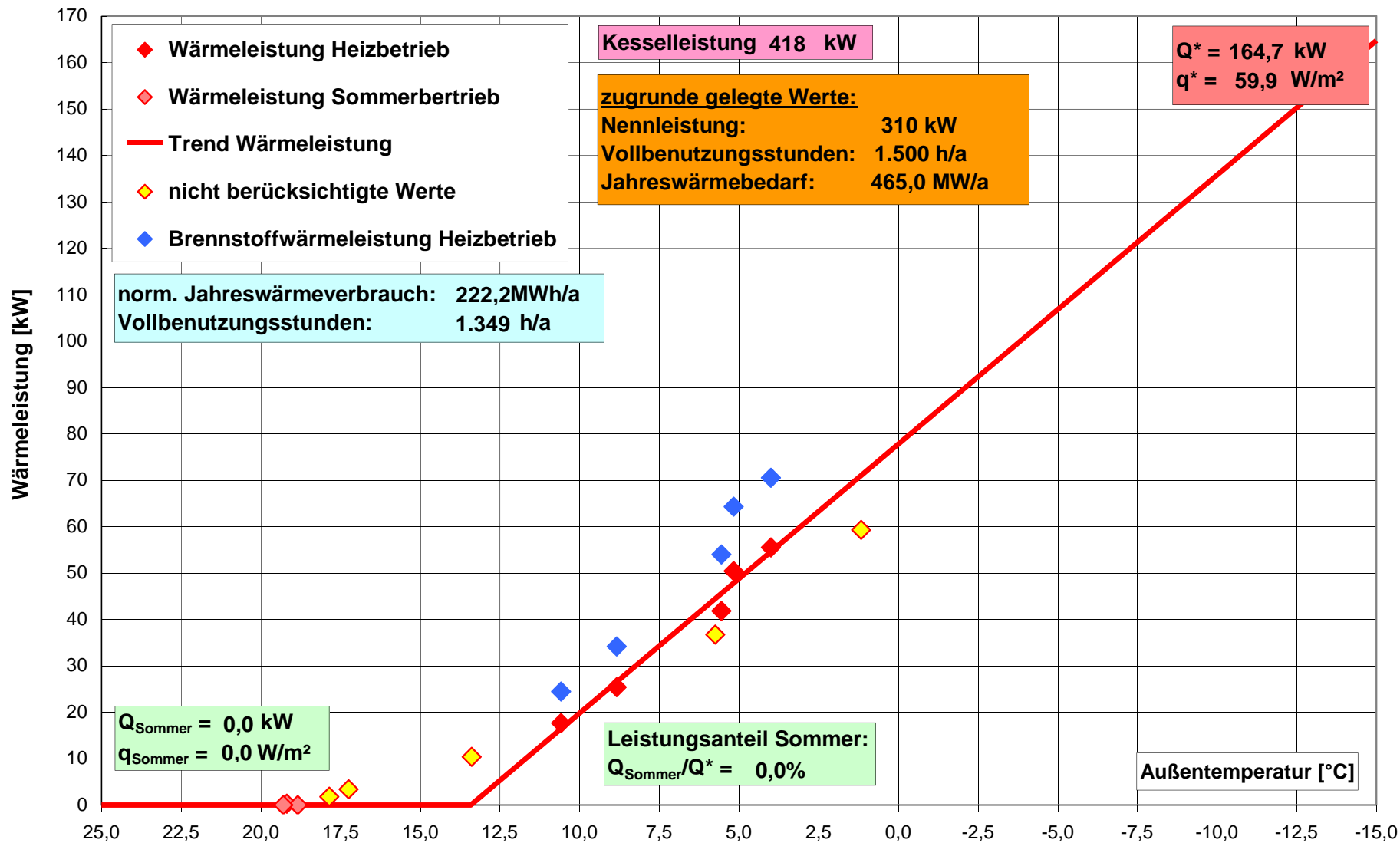
Spitzenlastkessel und thermische Solaranlage





falsche Bemessungsgrundlagen

Mustergebäude - Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur





**Wirtschaftlichkeitsberechnungen
zum Einsatz neuer Techniken
sollten auf der Grundlage
messtechnisch ermittelter
Lastgänge durchgeführt
werden**



5.

Zusammenfassung

- **Informationsbereitstellung**
- **Verbrauchscontrolling**



5.1

Informationsbereitstellung



- 1. Abrechnungen der Energielieferer
(hierbei liefern nur Monatsrechnungen die benötigten Informationen)**
- 2. In Wärmehählern gespeicherte Verbrauchsinformationen oder Angaben der Energielieferer**
- 3. Eigene manuelle Verbrauchserfassungen**



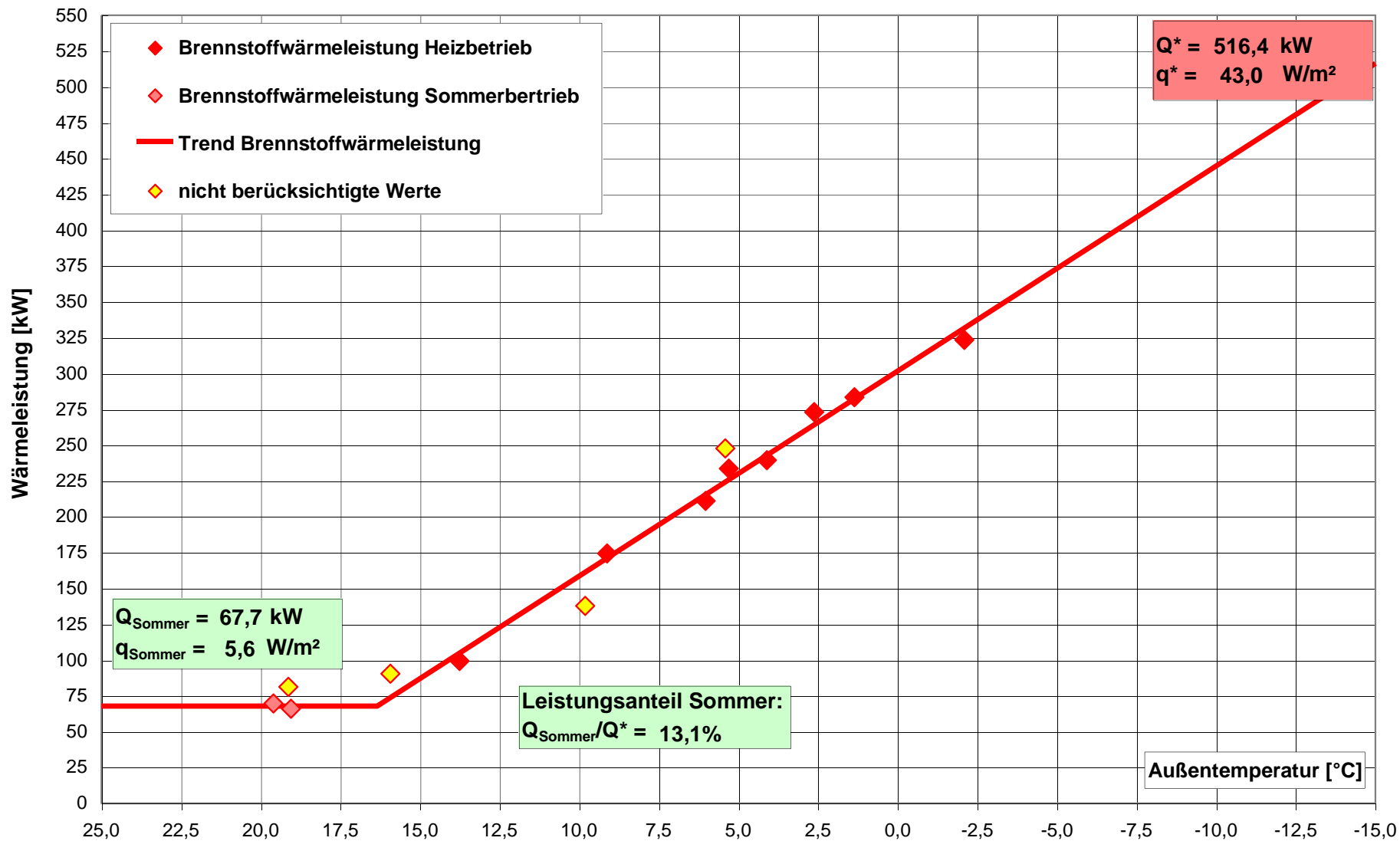
1. Monatsrechnungen der Energielieferer

Datum	Q_{Gas} [kWh]	Q_{Gas} [kWh]	$t_{a,m}$ [°C]	Gt [Kd]
Di 01.01.08 00:00		0		
Fr 01.02.08 00:00	178.050	178.050	4,1	492,6
Sa 01.03.08 00:00	162.614	340.664	5,3	426,3
Di 01.04.08 00:00	184.337	525.001	5,4	452,4
Do 01.05.08 00:00	125.581	650.582	9,1	326,0
So 01.06.08 00:00	67.215	717.797	15,9	143,6
Di 01.07.08 00:00	58.427	776.224	19,1	66,3
Fr 01.08.08 00:00	51.760	827.984	19,6	59,5
Mo 01.09.08 00:00	48.980	876.964	19,0	61,7
Mi 01.10.08 00:00	71.532	948.496	13,8	195,8
Sa 01.11.08 00:00	102.416	1.050.912	9,8	315,9
Mo 01.12.08 00:00	151.934	1.202.846	6,0	419,4
Do 01.01.09 00:00	203.232	1.406.078	2,6	539,0
So 01.02.09 00:00	240.677	1.646.755	-2,1	685,1
So 01.03.09 00:00	190.422	1.837.177	1,4	521,8
Mi 01.04.09 00:00				



Auswertung dieser Monatsverbräuche

Nahwärmeversorgung - Brennstoffwärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur





2. Monatswerte in Wärmehzählern

Datum	Q_{FW} [MWh]	V_{FW} [m ³]	$V_{FW,max}$ [m ³ /h]	$Q_{FW,max}$ [kW]	$t_{VL,max}$ [°C]	$t_{RL,max}$ [°C]
Mo 01.01.07 00:00	345,063	15.251,560	1,872	49,2	89	62
Do 01.02.07 00:00	366,039	16.101,250	2,100	54,0	97	67
Do 01.03.07 00:00	385,392	16.904,970	2,208	42,4	86	61
So 01.04.07 00:00	403,127	17.675,750	2,016	43,0	82	61
Di 01.05.07 00:00	414,278	18.228,530	1,560	31,4	83	65
Fr 01.06.07 00:00	421,432	18.664,830	1,176	26,8	78	63
So 01.07.07 00:00	425,238	18.996,430	0,828	13,4	76	63
Mi 01.08.07 00:00	429,113	19.318,480	0,804	14,4	70	63
Sa 01.09.07 00:00	432,913	19.634,880	0,792	18,8	75	63
Mo 01.10.07 00:00	442,687	20.116,970	1,764	27,4	75	69
Do 01.11.07 00:00	457,994	20.803,520	1,848	45,0	86	70
Sa 01.12.07 00:00	480,062	21.682,190	1,932	52,4	90	64
Di 01.01.08 00:00	505,651	22.642,600	2,088	58,0	97	66

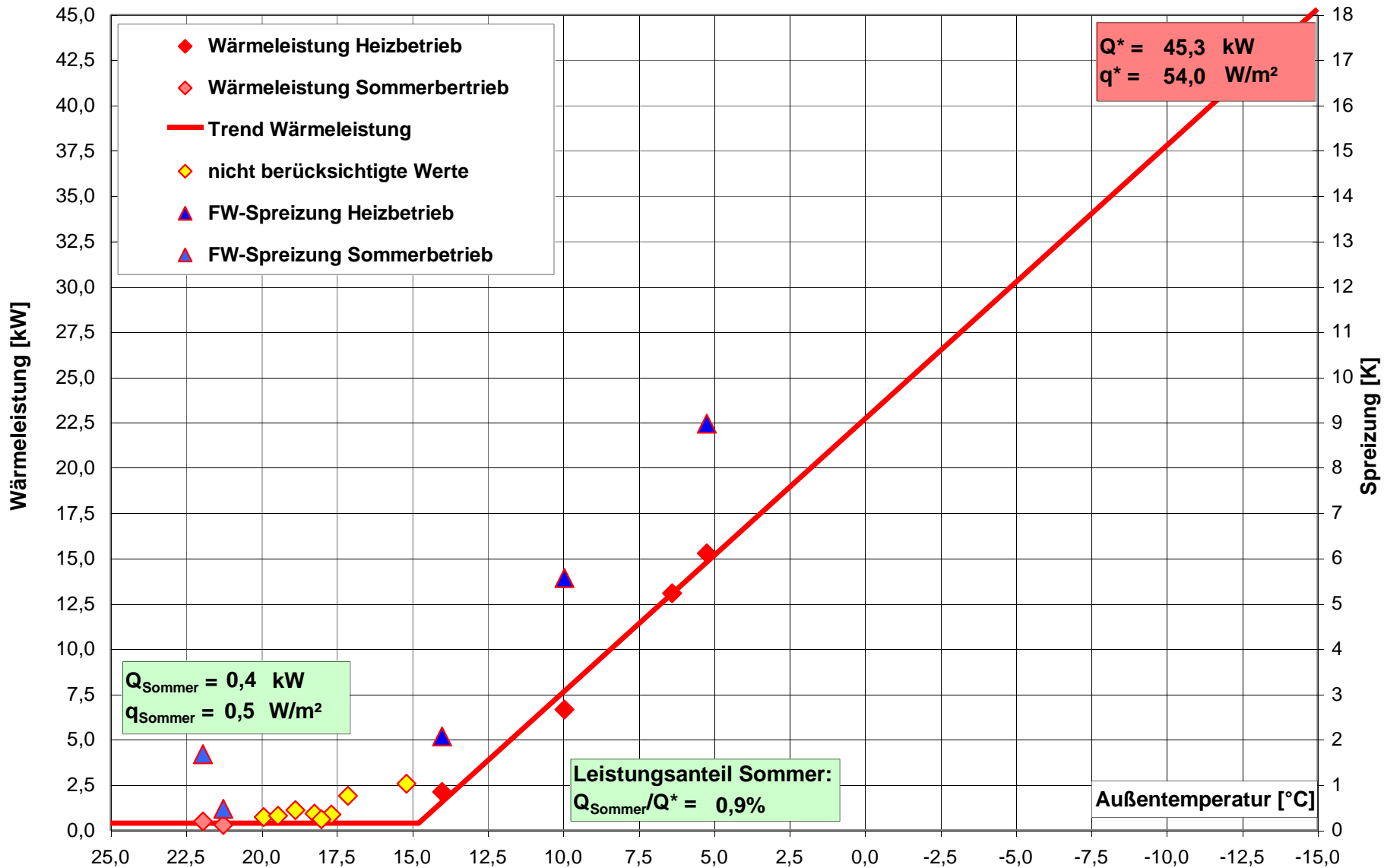


3. Manuelle Verbrauchserfassung

Objekt	Mustergemeinde - Kindertageseinrichtung				
beheizte Fläche [m²]	839,31				
Ansprechpartner	Herr Mustermann				
Datum / Uhrzeit	Gaszähler	WZ gesamt		Elt allem.	Elt KiTa
	[m³]	[MWh]	[m³]	[kWh]	[kWh]
Di 01.01.08 00:00		328,82	39.880,44		
Do 08.05.08 11:10	55.658,711	369,10	43.337,29	12.943,0	76.621,1
Fr 16.05.08 09:00	55.743,834	369,46	43.475,35	12.980,1	76.827,2
So 25.05.08 11:00	55.858,380	369,92	43.670,08	13.057,1	77.211,4
Fr 30.05.08 08:00	55.897,498	370,05	43.796,83	13.086,5	77.367,7
Fr 06.06.08 07:10	55.947,075	370,13	43.838,62	13.118,0	77.585,3
Fr 20.06.08 07:10	56.056,641	370,42	44.054,37	13.185,0	78.047,6
Fr 27.06.08 07:00	56.109,743	370,54	44.167,82	13.261,4	78.266,5
Fr 04.07.08 10:00	56.158,013	370,59	44.260,80	13.246,9	78.485,2
Fr 11.07.08 08:00	56.208,420	370,74	44.374,26	13.280,2	78.743,4
Fr 18.07.08 08:00	56.263,064	370,84	44.480,43	13.317,8	78.963,0
Di 29.07.08 13:00	56.353,025	371,05	44.664,90	13.375,3	79.260,7
Fr 24.10.08 11:00	57.475,070	276,41	46.353,22	13.852,1	82.179,4
Mo 03.11.08 08,00	57.748,220	378,33	46.588,97	13.908,0	82.482,9
Fr 07.11.08 08:15	57.850,945	378,97	46.689,57	13.936,4	82.705,9
Fr 17.11.08 09:15	58.016,809	380,02	46.858,60	13.981,2	83.246,6
Fr 21.11.08 07:30	58.211,211	381,46	46.999,02	14.019,7	83.246,6



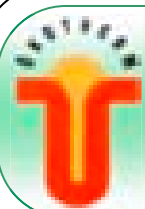
Auswertung dieser manuell erfassten Verbräuche





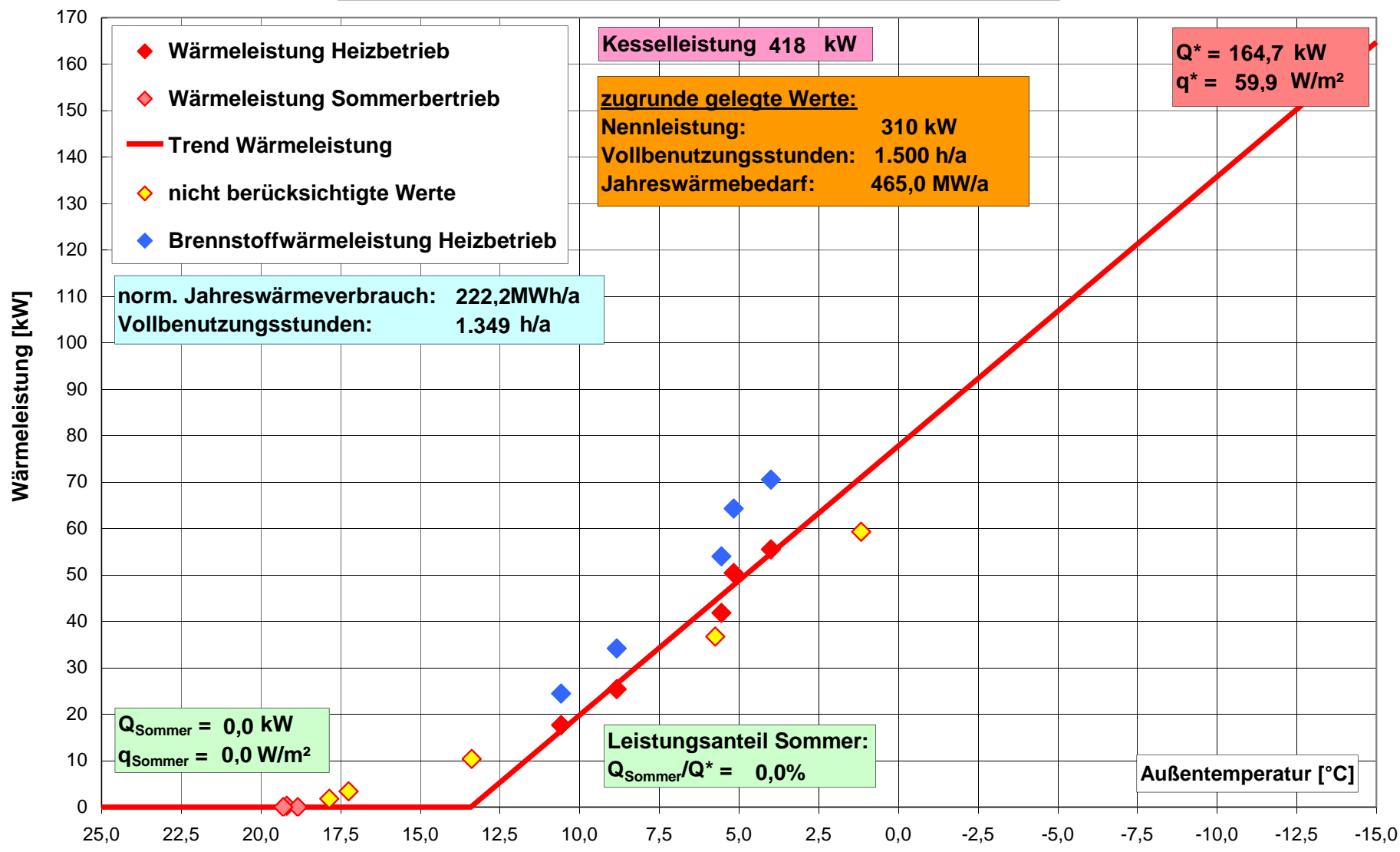
Mit den drei genannten Informationsquellen können Sie:

- vorhandene Einsparpotenziale erkennen und**
- eine richtige Anlagenbemessung durchführen**



Falsche Bemessungsgrundlagen

Mustergebäude - Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur





5.2

Verbrauchscontrolling

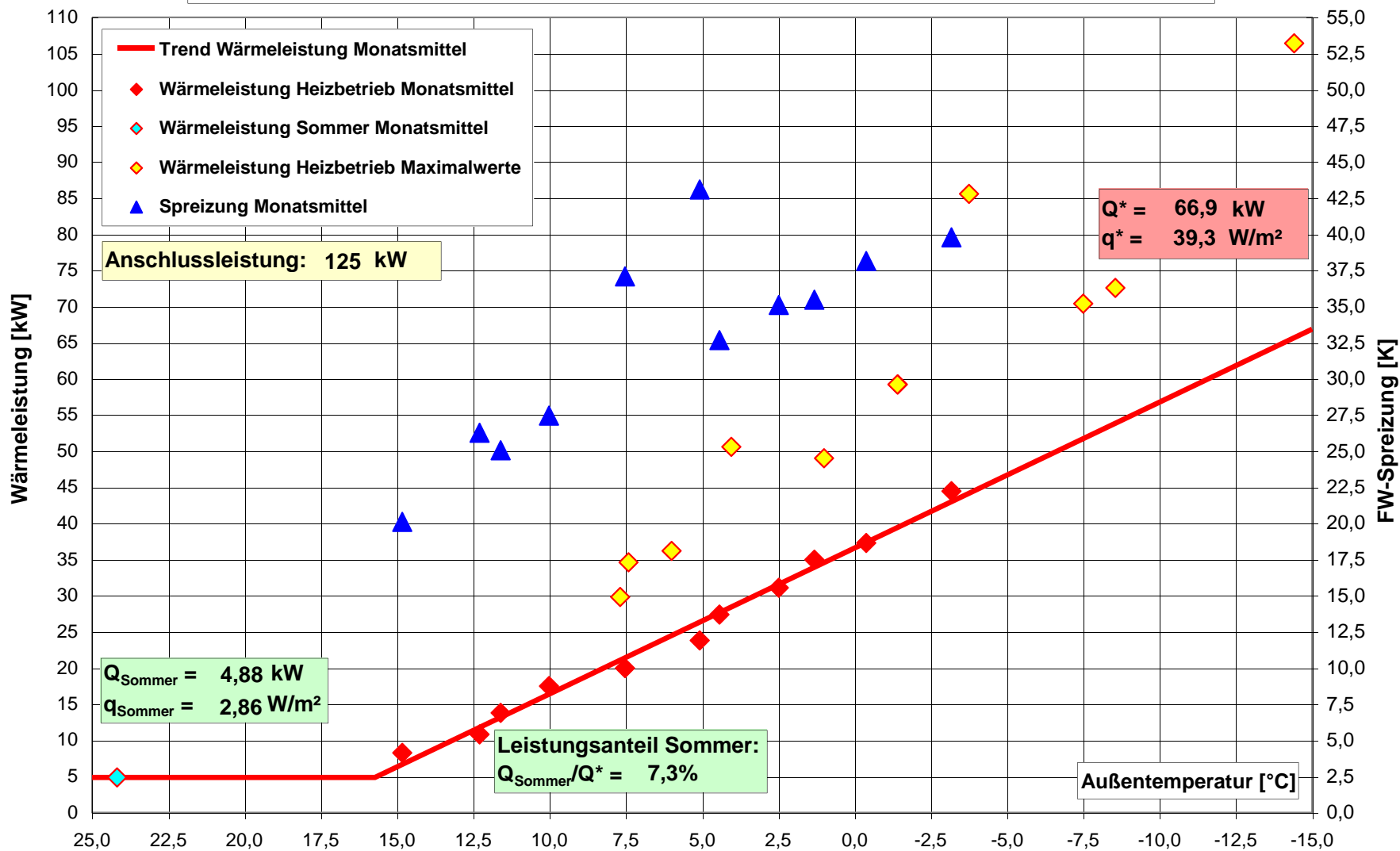


**Die Wärmeleistung in
Abhängigkeit von der
Außentemperatur ist ein
geeignetes (das beste)
Verbrauchsnormativ**



messtechnisch ermitteltes Teillastverhalten als Informationsquelle

Mustergebäude - Wärmeleistung und FW-Spreizung in Abhängigkeit von der Außentemperatur





Fazit

- Die Energieeffizienz ist vor allem bei der Wärmebereitstellung verbesserungsbedürftig.
- Eine „richtige“ Bemessung der zu sanierenden Anlagentechnik (vor allem bei Einsatz von erneuerbarer Energie) hilft Kapitalkosten zu senken.
- Voraussetzung für eine richtige Anlagenbemessung ist die Kenntnis erforderlicher Leistungen und realer Verbräuche.
- **Also messen, messen und nochmals messen.**



Dresdner ÖKOTHERM GmbH

Ingenieurbüro für Versorgungs- und
Gebäudetechnik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

weitere Informationen:

w.hesse@dresdner-oekootherm.de