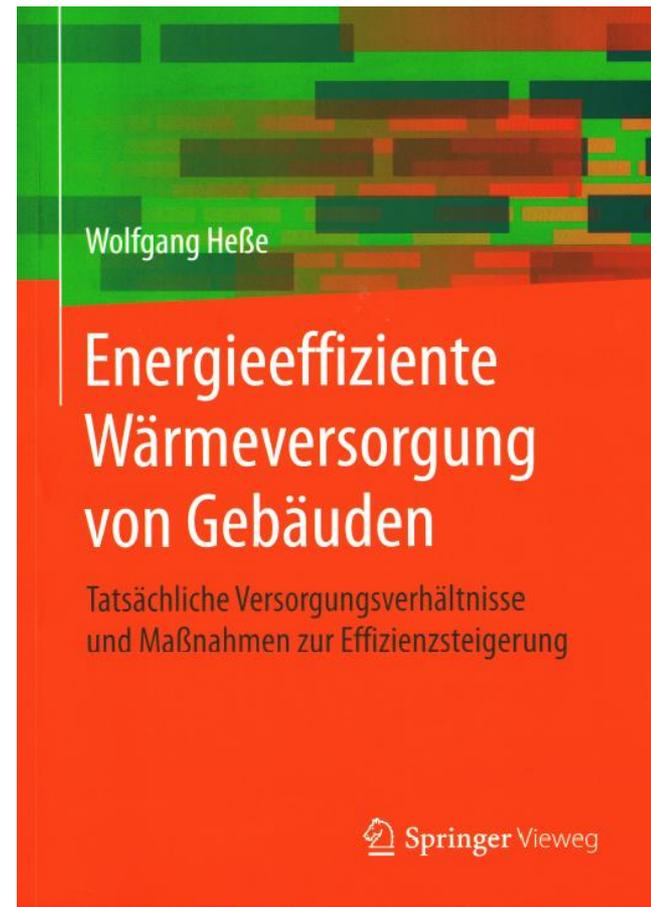


Buchvorstellung

Dr.-Ing. Wolfgang Heße
Energieeffizienz Sachsen e.V.

DREWAG-Treff - Energiedialog
Dresden, den 18.02.2020



Inhalt

- Rückblick
- Verbrauchs-Kosten-Darstellungen
- Meteorologische Daten und Jahresdauerlinie
- Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur
- Heizungsanlagen – Einrohr- und Zweirohrsysteme
- Heizkurven
- Umwälzpumpen
- Hydraulischer Abgleich
- Trinkwassererwärmungsanlagen
- Regelungseinrichtungen
- Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

Rückblick

Fahrweise von Heizungssystemen in Abhängigkeit von den Wetterelementen

Dr.-Ing. Wolfgang HEBE / Ing. Dankwart MARTIN
Institut für Energieversorgung Dresden

Stadt- und Gebäudetechnik · 38 (1984) · 2

Weiterführende Betrachtungen zur Fahrweise von Heizungssystemen in Abhängigkeit von den Wetterelementen

Dr.-Ing. Wolfgang HEBE/Ing. Dankwart MARTIN
Institut für Energieversorgung Dresden

Stadt- und Gebäudetechnik 39 (1985) · 4

Betrachtungen zum Heizenergiebedarf von Wohnbauten

Dr.-Ing. Wolfgang HESSE / Ing. Dankwart MARTIN
Institut für Energieversorgung Dresden

Stadt- und Gebäudetechnik 40 (1986) · 3

Anwendung der Fahrweise Heizungsanlagen nach Wetterelementen

1 Das Autorenkollektiv setzt sich zusammen aus: Dr.-Ing. Wolfgang Heße, KDT, und Ing. Dankwart Martin, KDT, Zentrum für Forschung und Technik – Institut für Energieversorgung des VE Kombines Verbundnetze Energie; Ing. Frieder Alferi, KDT, und Ing. Dieter Uhlig, KDT, VEB Gebäudewirtschaft Dresden

Energieanwendung · 39. Jg. · Heft 1 · Januar/Februar 1990

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Energieeinsparung und Energieeffizienz sind in aller Munde. Auch die Energielieferer sehen sich dieser Thematik verpflichtet und geben Hinweise und Unterstützung.

Quelle: Fernwärmerechnung DREWAG – Ergänzende Informationen

„Auf den Internetseiten www.drewag.de und www.ganz-einfach-energiesparen.de stehen Hinweise, Kontaktinformationen und Tipps zu den Themen Energieeinsparung und Energieeffizienz für Sie bereit. Weitere Informationen über Energiedienstleister, Anbieter von Energieeffizienzmaßnahmen und zu Energieaudits erhalten Sie außerdem auf der Internetseite der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) unter www.bfee-online.de.“

Berechnete und gemessene Werte

Die **Berechnungsgrundlagen** zur Bemessung von Heizungsanlagen sind

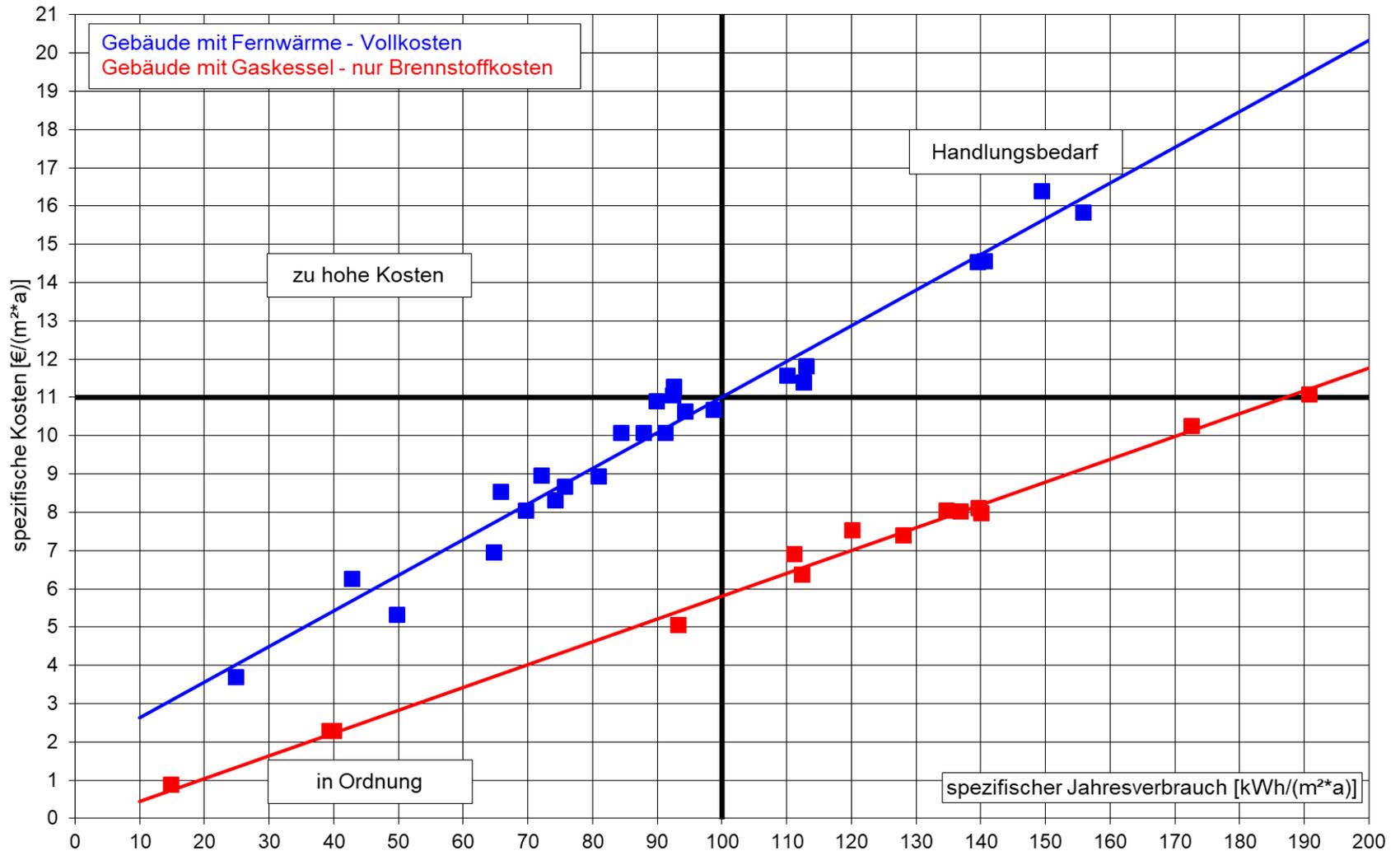
- Norm-Heizlast nach DIN EN 12831 – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast
- Heizkörperbemessung
- Berechnung des hydraulischen Netzes

Die Berechnungen erfolgen mittels einschlägiger Software

Der wichtigste **Messwert** ist der **Jahreswärmeverbrauch**. Dieser muss normiert werden, um die unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen zu berücksichtigen.

Bei der Bildung und vor allem der Beurteilung von **Kennzahlen aus Rechen- und Messwerten** ist Vorsicht geboten.

Verbrauchs-Kosten-Darstellungen 1

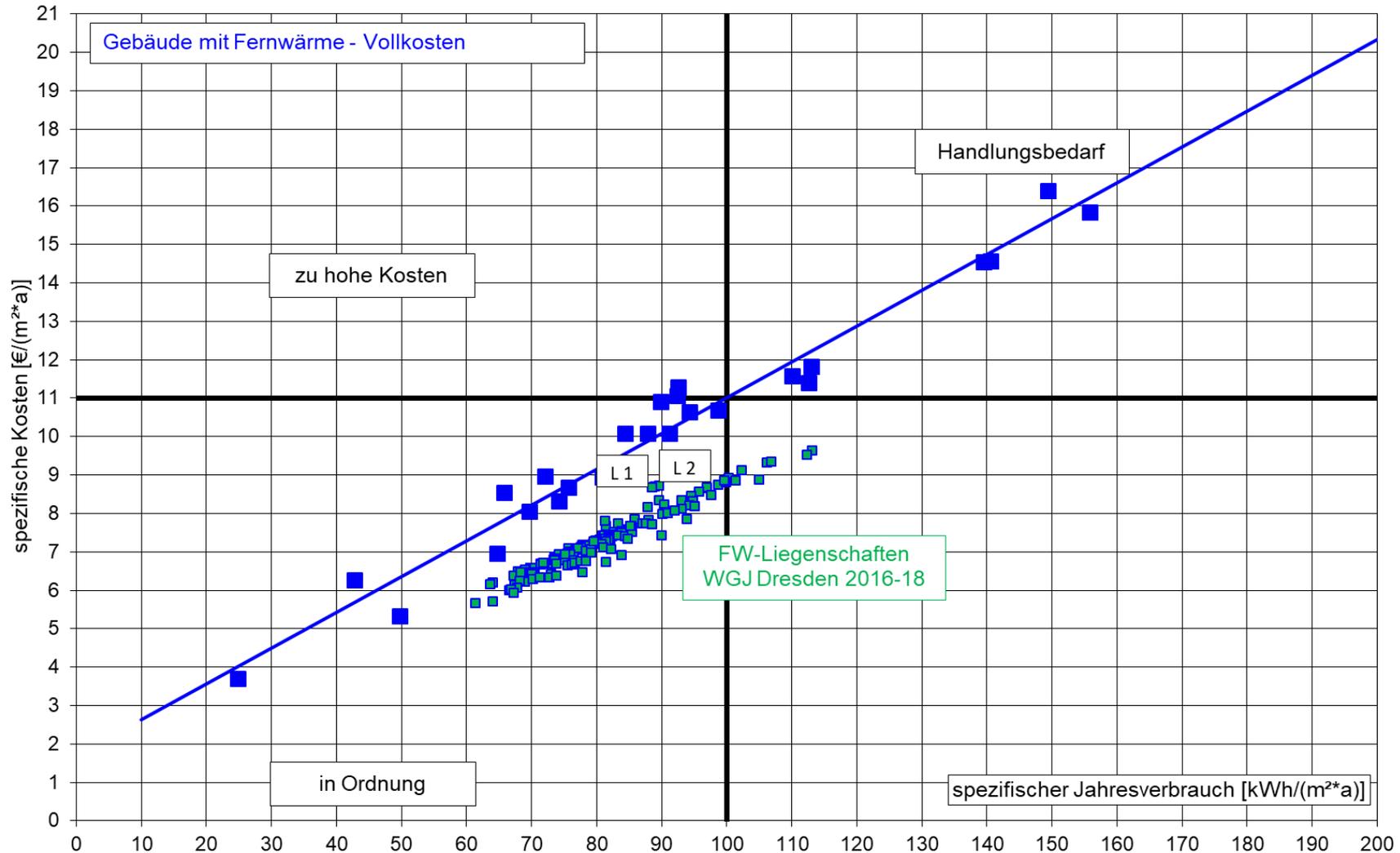


Verbrauchs-Kosten-Darstellungen 2

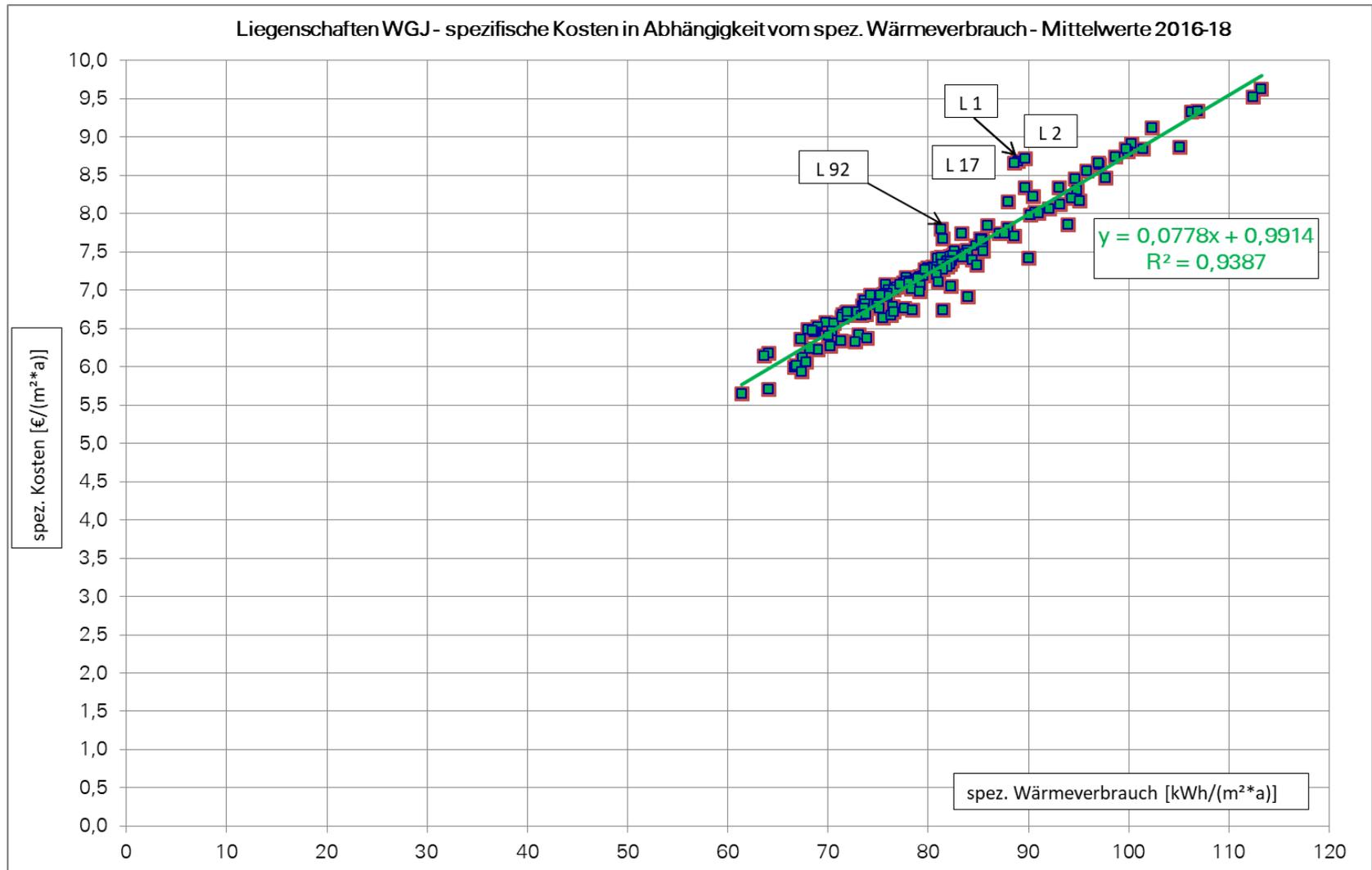
Liegenschaft	Informationen vom Eigentümer	Informationen aus Jahresrechnungen			berechnete Werte				
	Bezugs-Fläche [m ²]	Verrechnungsleistung [kW]	FW-Kosten 2016-18 brutto [€/a]	FW-verbrauch 2016-18 [kWh/a]	spez. Verrechnungsleistung [Wm ²]	spez. FW-Kosten 1 2016-18 [€/m ² * a]	spez. FW-Kosten 2 2016-18 [Ct/kWh]	spez. Jahresverbrauch 2016-18 [kWh/m ² * a]	Volllaststunden 2016-18 [h/a]
Liegenschaft 1	1.106,42	63	9.603,32	98.471	56,9	8,68	9,75	89,0	1.563,0
Liegenschaft 2	1.113,60	63	9.698,98	99.892	56,6	8,71	9,71	89,7	1.585,6
Liegenschaft 3	2.401,22	119	20.019,78	215.338	49,6	8,34	9,30	89,7	1.809,6
Liegenschaft 4	10.040,30	475	93.614,41	1.067.197	47,3	9,32	8,77	106,3	2.246,7
Liegenschaft 5	2.794,36	132	21.434,33	227.665	47,2	7,67	9,41	81,5	1.724,7
Liegenschaft 153	7.867,17	236	44.874,20	504.487	30,0	5,70	8,90	64,1	2.137,7
Liegenschaft 154	3.007,78	90	17.831,82	202.550	29,9	5,93	8,80	67,3	2.250,6
Liegenschaft 155	2.456,35	71	15.634,00	181.462	28,9	6,36	8,62	73,9	2.555,8
Liegenschaft 156	2.423,20	67	16.797,96	182.216	27,6	6,93	9,22	75,2	2.719,6
Liegenschaft 157	2.056,24	56	15.237,21	185.212	27,2	7,41	8,23	90,1	3.307,4

$$\text{Volllaststunden} = \frac{\text{FW – Verbrauch} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}{\text{Verr. –leistung} [\text{kW}]}$$

Verbrauchs-Kosten-Darstellungen 3

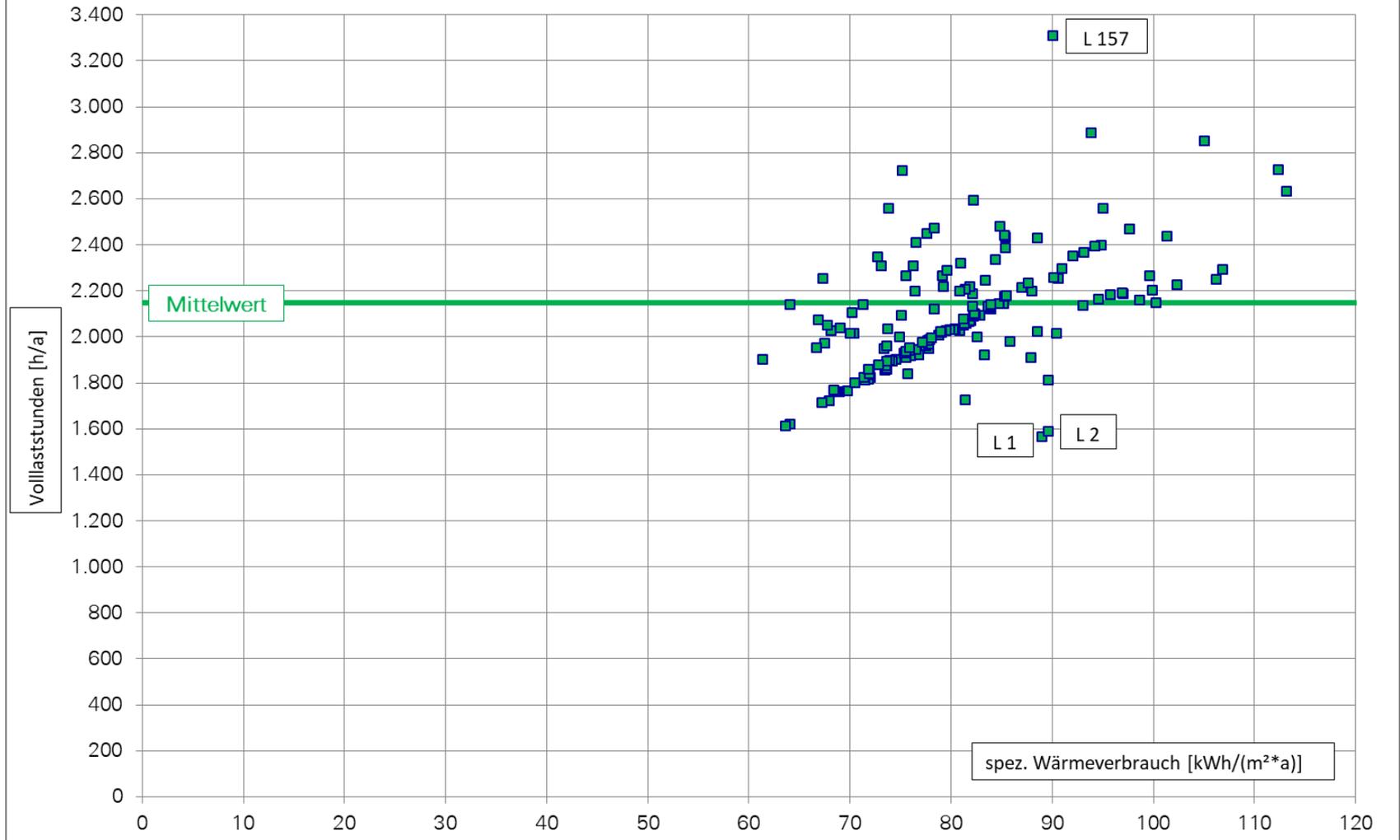


Verbrauchs-Kosten-Darstellungen 4

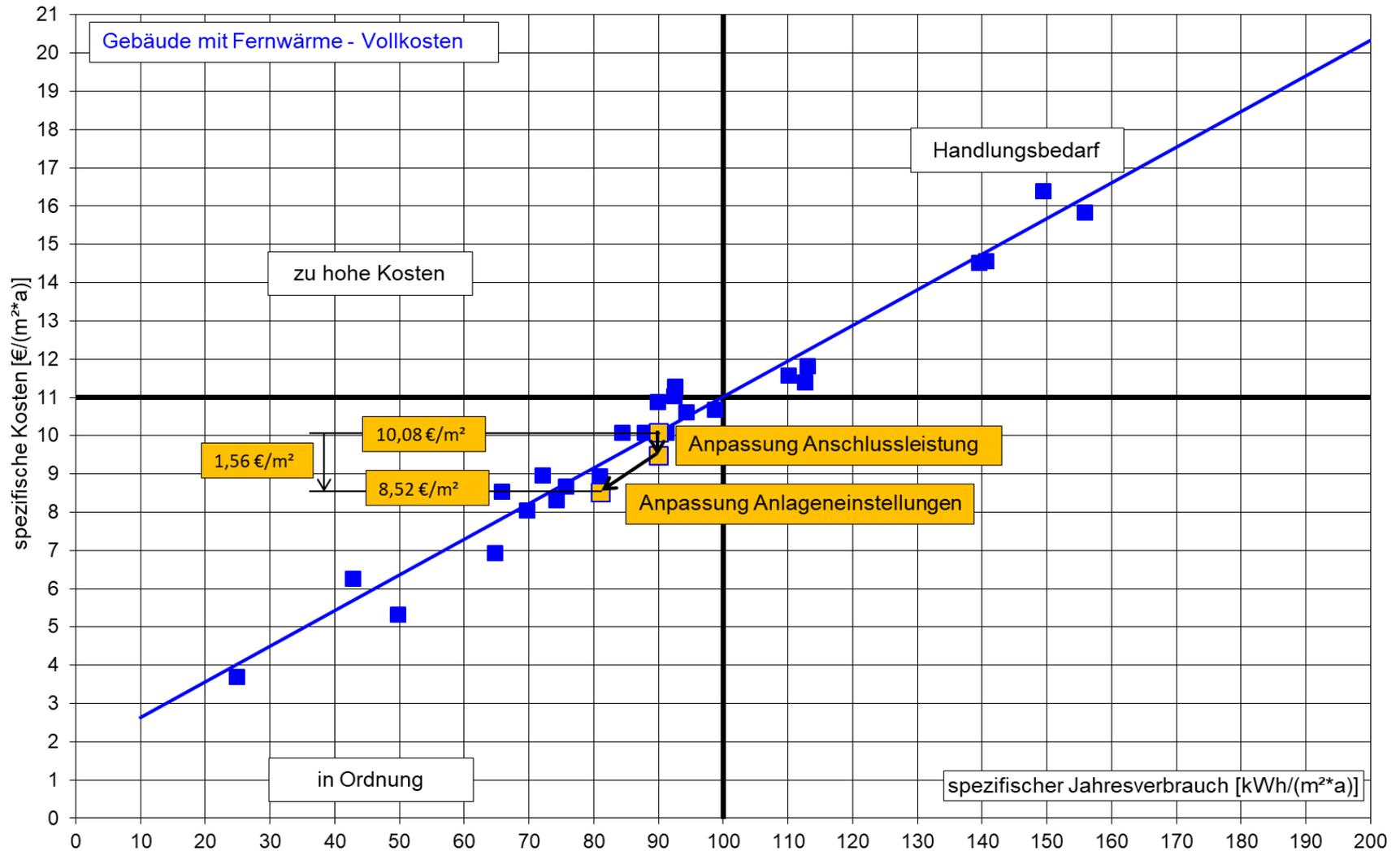


Verbrauchs-Kosten-Darstellungen 5

Liegenschaften WGJ - Volllaststunden in Abhängigkeit vom spez. Wärmeverbrauch - Mittelwerte 2016-18



Verbrauchs-Kosten-Darstellungen 6



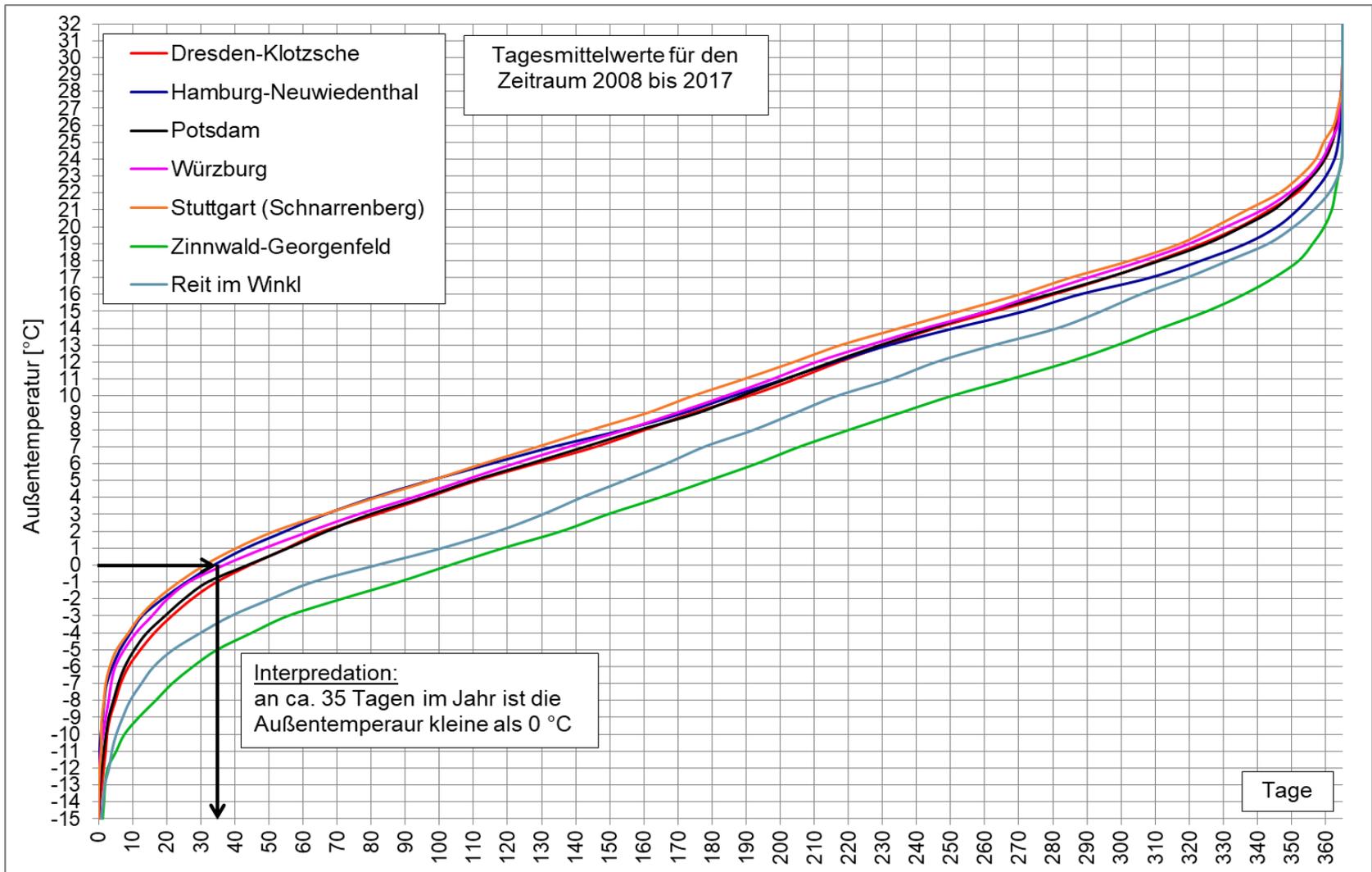
Meteorologische Daten 1

Die wichtigsten meteorologischen Daten sind die **Außentemperatur** und die **Globalstrahlung**. Beide sind für viele meteorologische Station im Internet verfügbar unter der Adresse:

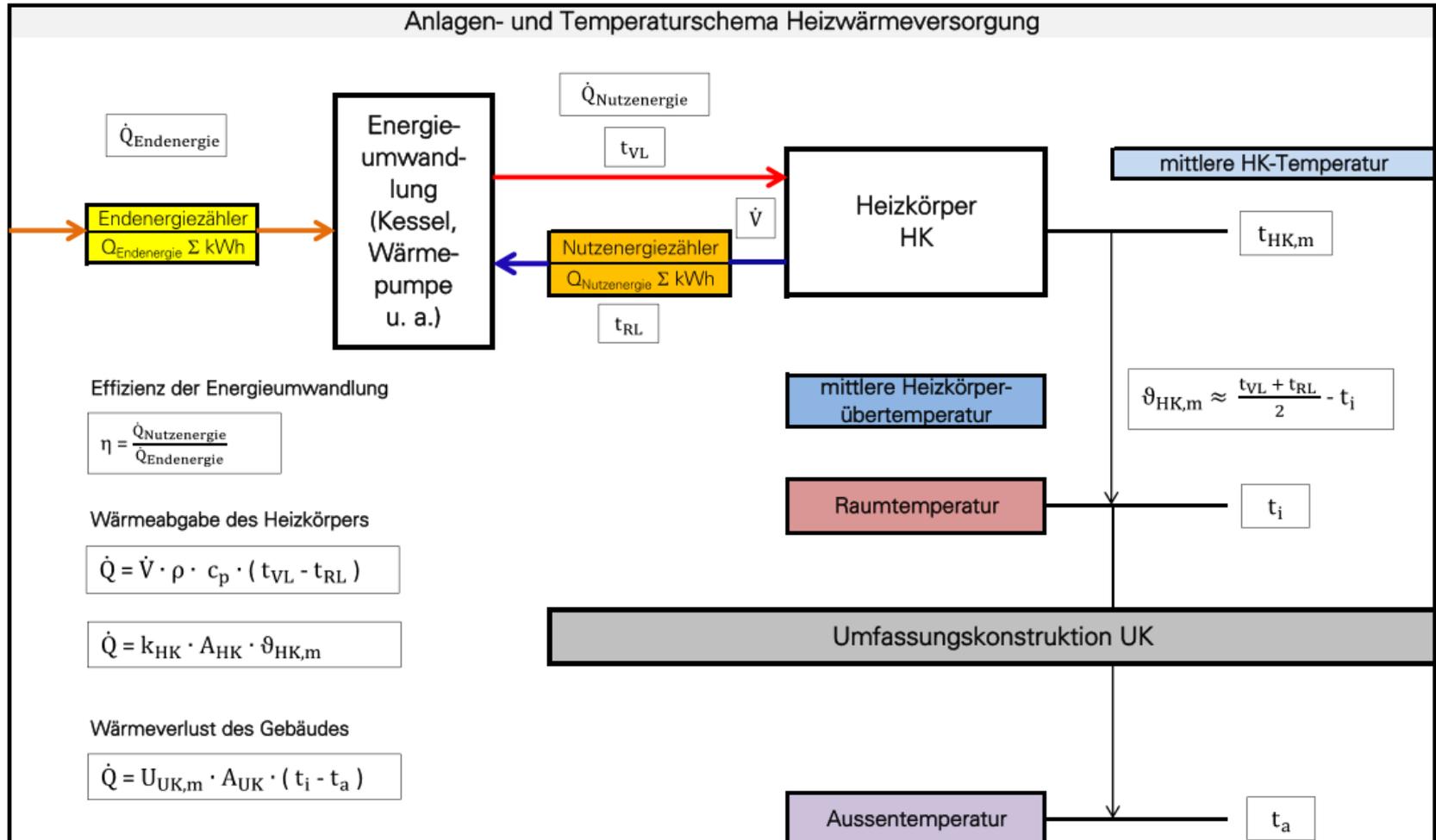
https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/

Weitere wichtige Größen sind die **Jahresdauerlinien** der Außentemperatur und der Globalstrahlung. Diese werden zur Normierung von Jahresverbräuchen herangezogen.

Meteorologische Daten 2 – Jahresdauerl. Außentemp.



Anlagen- und Temperaturschema



Wärmeleistung in Abh. von der Außentemp. 1

1	2	3	4	5	6	7
Datum	Q [MWh]	V [m ³]	\dot{V}_{\max} [m ³ /h]	Datum	\dot{Q}_{\max} [kW]	Datum
Mo 01.08.16 00:00	0,925	72,86	0,75	Mo 25.07.16 13:00	12,8	Mo 25.07.16 12:00
Do 01.09.16 00:00	5,548	417,29	1,27	Do 11.08.16 14:00	16,4	Do 11.08.16 17:00
Sa 01.10.16 00:00	10,424	803,79	1,44	So 25.09.16 19:00	27,4	So 25.09.16 19:00
Di 01.11.16 00:00	24,725	1.557,32	1,77	So 23.10.16 17:00	43,1	Mo 31.10.16 18:00
Do 01.12.16 00:00	45,682	2.358,43	1,80	So 27.11.16 18:00	60,5	Mi 30.11.16 19:00
So 01.01.17 00:00	72,070	3.258,49	1,82	Do 29.12.16 11:00	65,9	So 04.12.16 18:00
.
.
.
Sa 01.06.19 00:00	506,566	21.884,76	1,06	Mi 15.05.19 17:00	37,0	Do 16.05.19 06:00
Mo 01.07.19 00:00	511,082	22.112,88	0,64	So 30.06.19 16:00	18,4	So 30.06.19 17:00
Do 01.08.19 00:00	515,517	22.338,88	0,58	So 21.07.19 16:00	16,7	Mi 03.07.19 06:00
So 01.09.19 00:00	519,740	22.559,71	0,58	So 25.08.19 18:00	18,2	So 25.08.19 18:00
Di 01.10.19 00:00	525,528	22.807,17	0,84	So 29.09.19 17:00	29,2	So 29.09.19 17:00
Fr 01.11.19 00:00	536,251	23.178,27	1,26	Do 31.10.19 19:00	45,2	Do 31.10.19 19:00
So 01.12.19 00:00	555,319	23.763,97	1,42	So 10.11.19 17:00	51,3	So 10.11.19 17:00
Mi 01.01.20 00:00	579,419	24.461,99	1,62	So 01.12.19 17:00	64,0	So 01.12.19 17:00

Wärmeleistung in Abh. von der Außentemp. 2

Es wird eine Unterteilung zwischen heizfreiem und Heizbereich vorgenommen und für den Heizbereich wird ein linearer Zusammenhang zwischen Wärmeleistung \dot{Q} und Außentemperatur ϑ_a zugrunde gelegt.

$$\dot{Q} = a \cdot \vartheta_a + b$$

Die Koeffizienten a und b werden nach der Methode der linearen Regression ermittelt.

An der Heizgrenze mit der Außentemperatur $\vartheta_{a,\text{grenz}}$ beträgt die Wärmeleistung $\dot{Q}_{\text{heizfrei}}$.

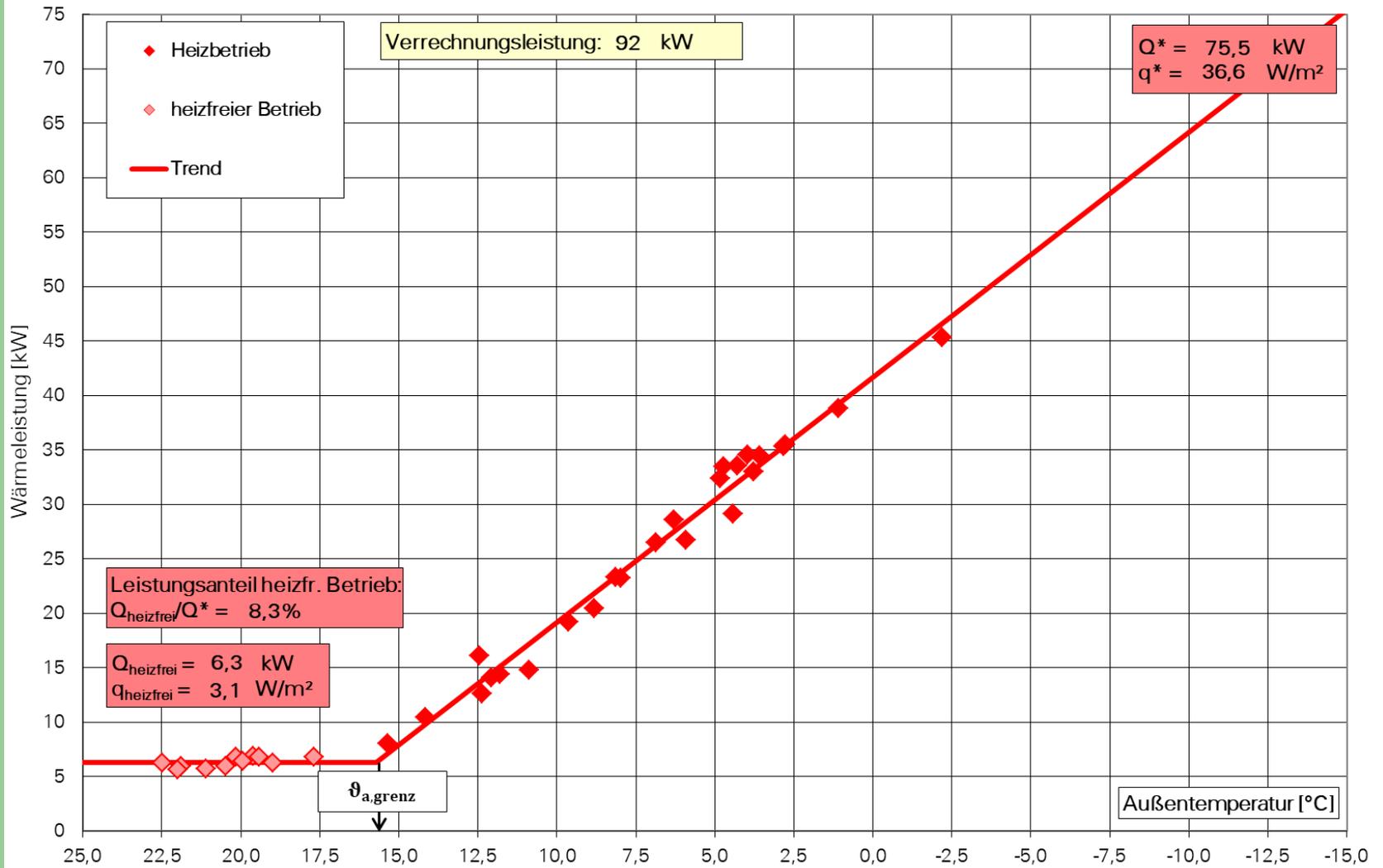
Damit gilt für die Heizgrenztemperatur

$$\vartheta_{a,\text{grenz}} = \frac{\dot{Q}_{\text{heizfrei}} - b}{a}$$

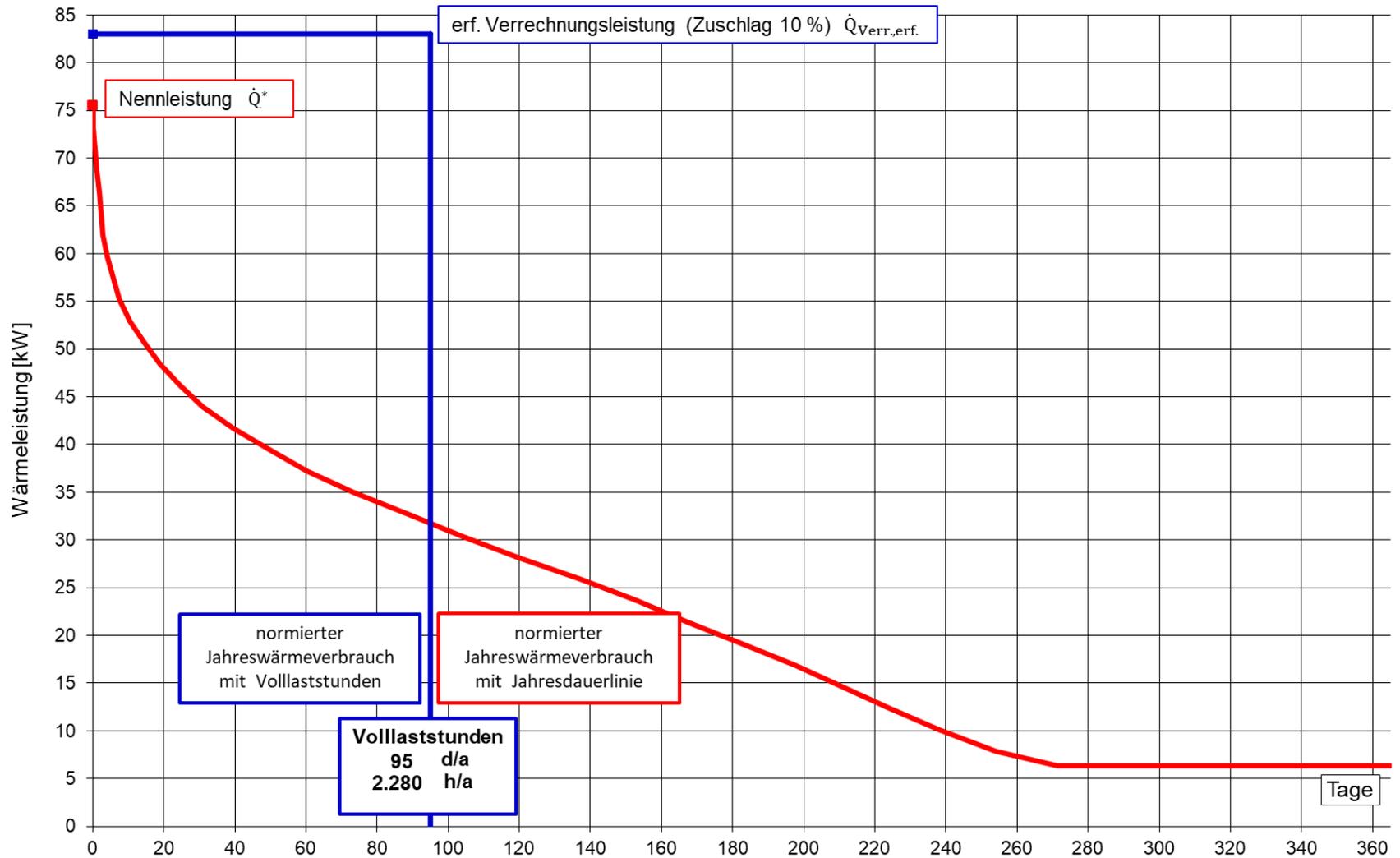
Wärmeleistung in Abh. von der Außentemp. 3

Berechnungsschema Wärmeleistung			
Beginn	Ende	ϑ_a [°C]	\dot{Q} [kW]
Übergangsbereich - nicht berücksichtigte Werte			
Mo 01.05.17 00:00	Do 01.06.17 00:00	15,70	11,84
.	.	.	.
Di 01.05.18 00:00	Fr 01.06.18 00:00	17,69	8,87
heizfreier Betrieb			
Mo 01.08.16 00:00	Do 01.09.16 00:00	18,99	6,21
Do 01.09.16 00:00	Sa 01.10.16 00:00	17,67	6,77
.	.	.	.
Mo 01.07.19 00:00	Do 01.08.19 00:00	20,49	5,96
Do 01.08.19 00:00	So 01.09.19 00:00	21,11	5,68
Mittelwerte heizfreier Betrieb		20,34	6,30
Heizbetrieb und Arbeitsbereich			
Sa 01.10.16 00:00	Di 01.11.16 00:00	9,62	19,22
Di 01.11.16 00:00	Do 01.12.16 00:00	4,43	29,11
.	.	.	.
Fr 01.11.19 00:00	So 01.12.19 00:00	6,85	26,48
So 01.12.19 00:00	Mi 01.01.20 00:00	4,83	32,39
rgp-Funktion		-2,253	41,684
Koeffizienten		a	b
Bestimmtheitsmaß R²		98,14%	
heizfreier Betrieb		25,00	6,3
		15,71	6,3
Nennwerte		-15,00	75,5

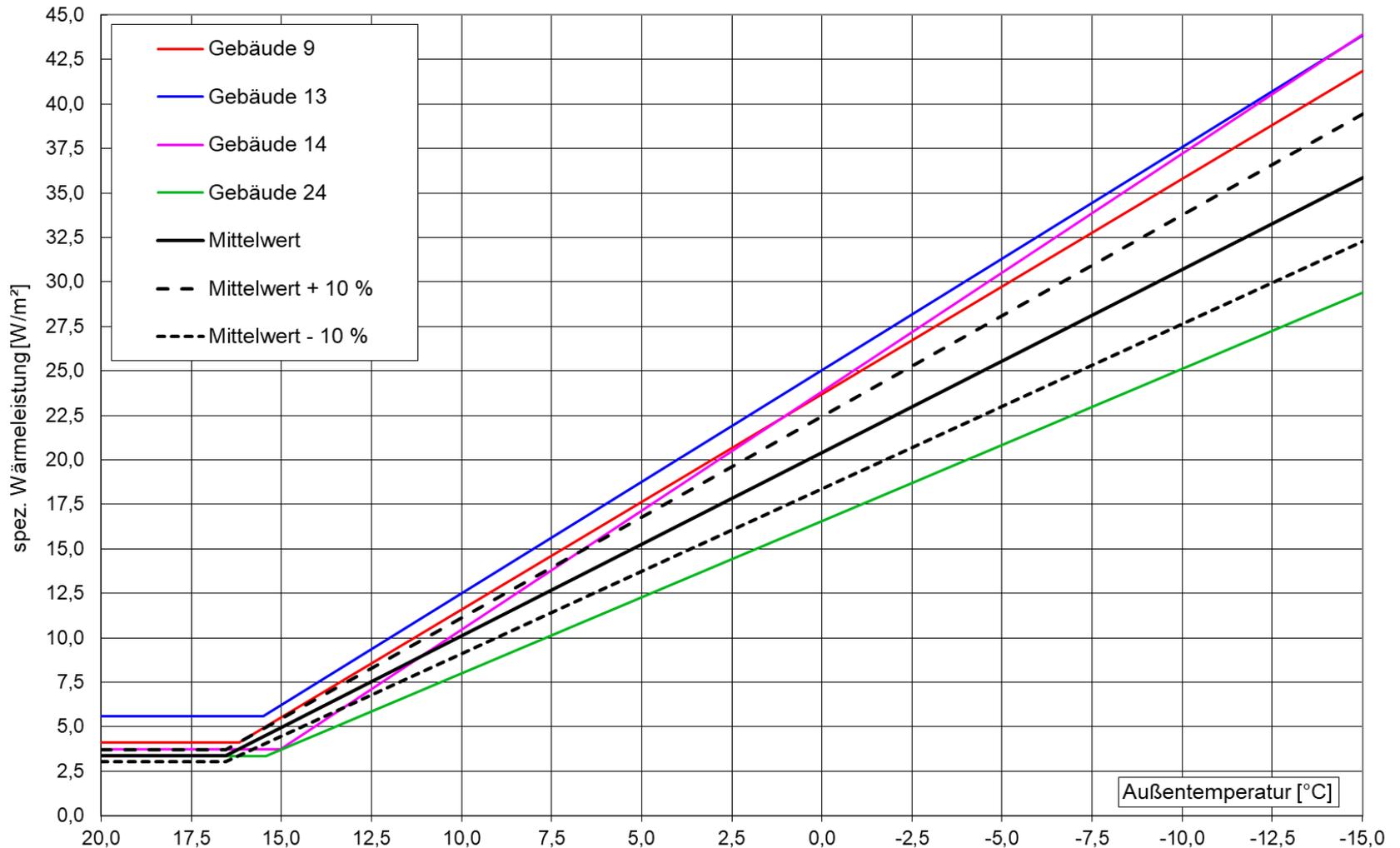
Wärmeleistung in Abh. von der Außentemp. 4



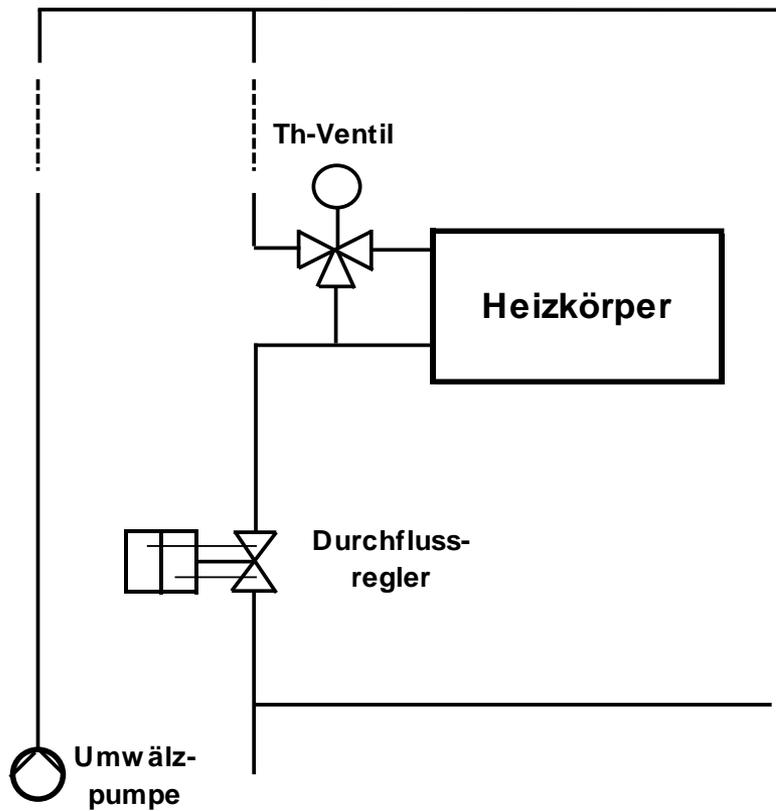
Volllaststunden 1



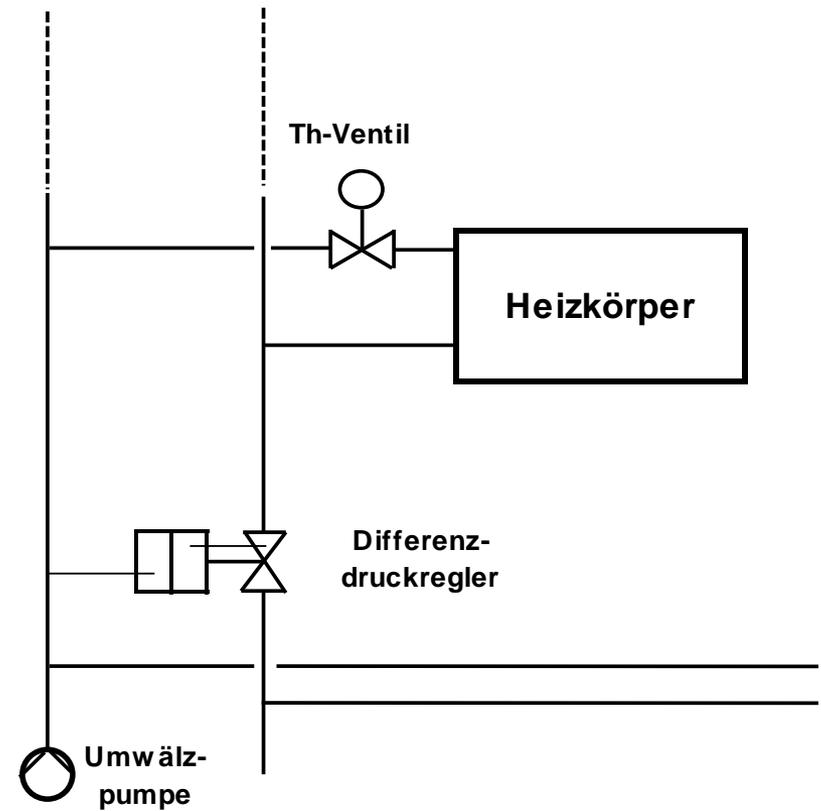
spez. Wärmeleistung in Abh. von der Außentemp.



Heizungsanlagen 1 – Ein- und Zweirohr-System

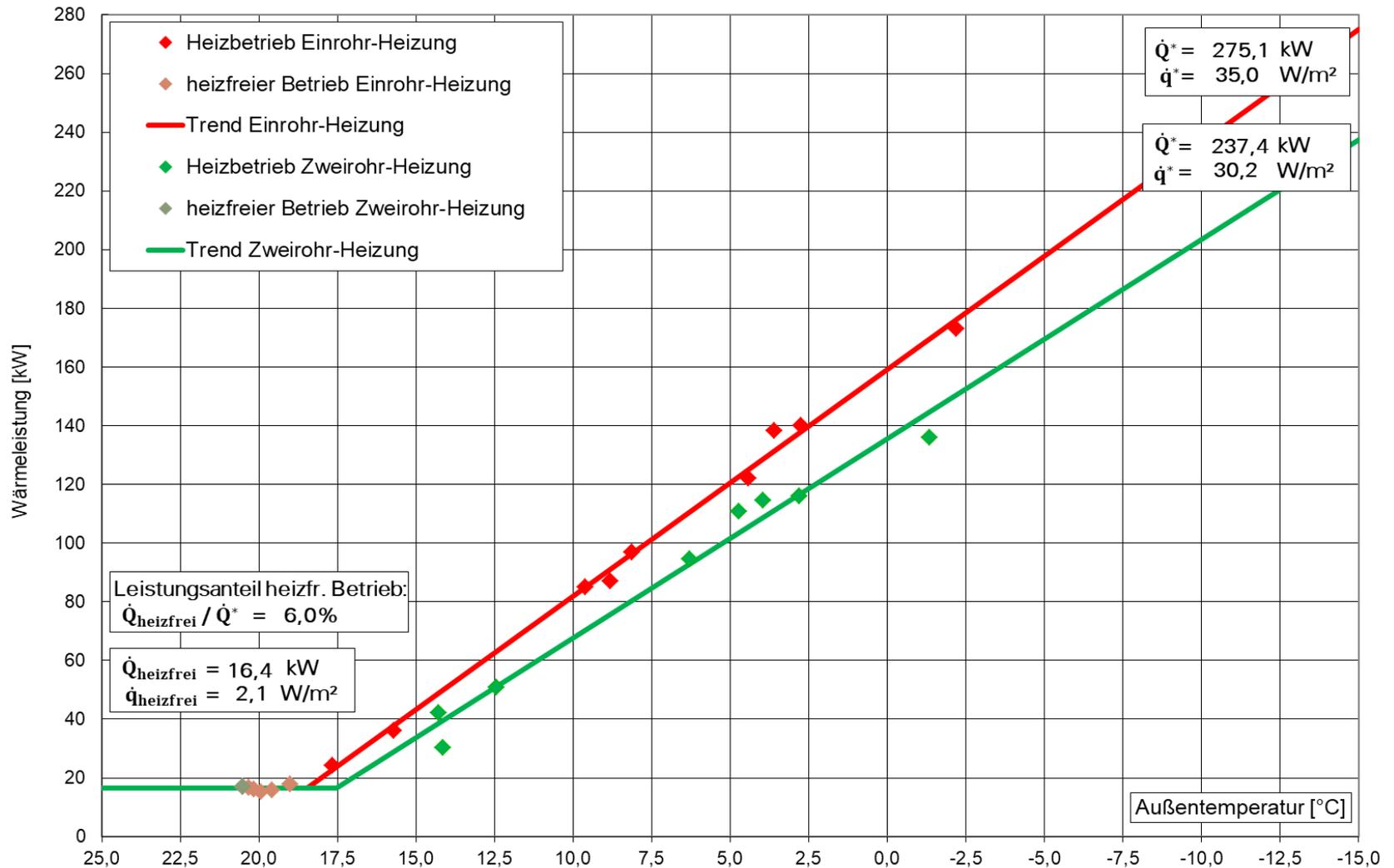


Einrohr-System

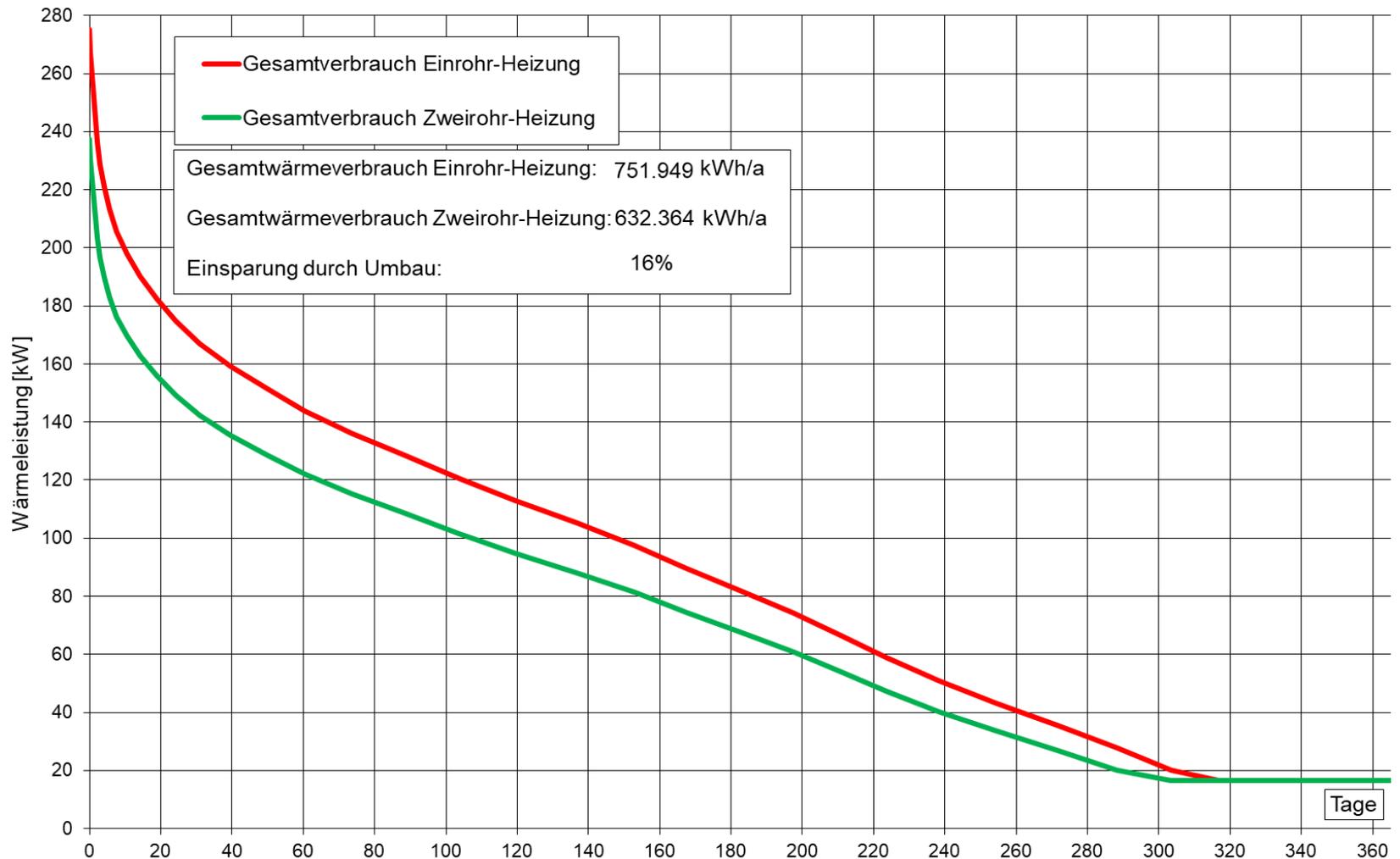


Zweirohr-System

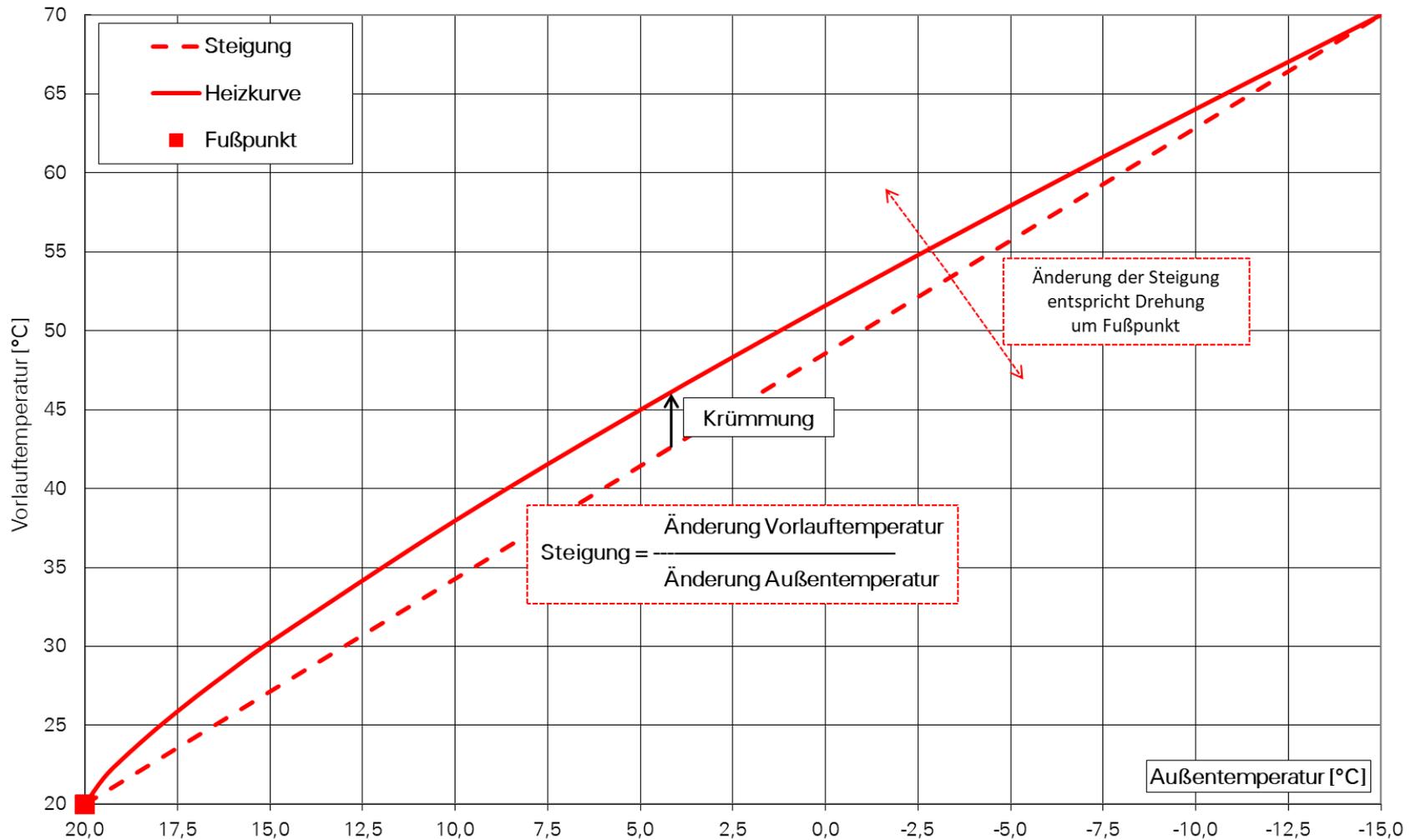
Heizungsanlagen 2 – Wärmeleistung



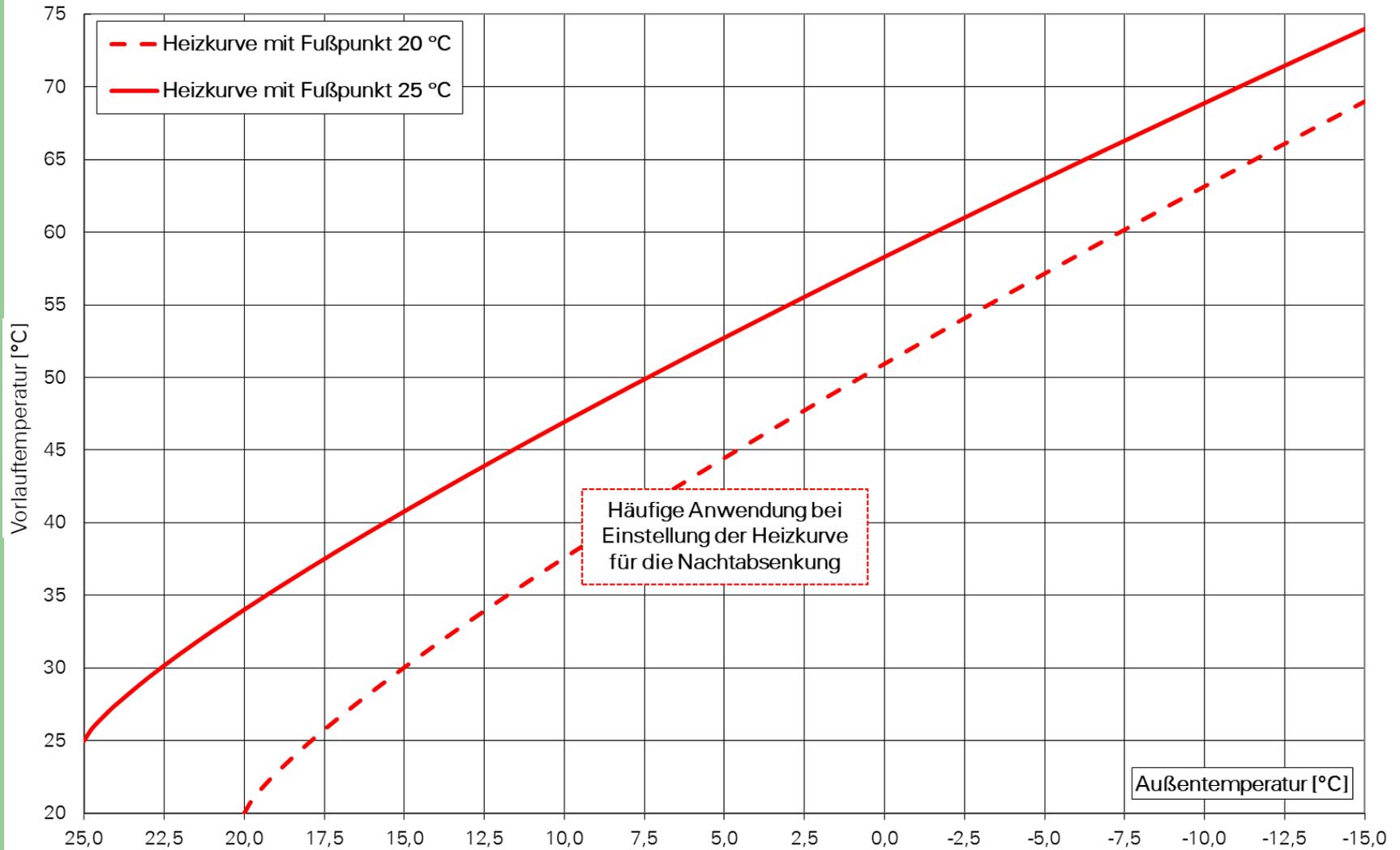
Heizungsanlagen 3 – norm. Jahresverbrauch



Heizkurve 1 - Parameter



Heizkurve 2 - Parallelverschiebung



Umwälzpumpe 1 - Pumpenarten

Bei den heute im Einsatz befindlichen Nassläufer-Pumpen handelt es sich um

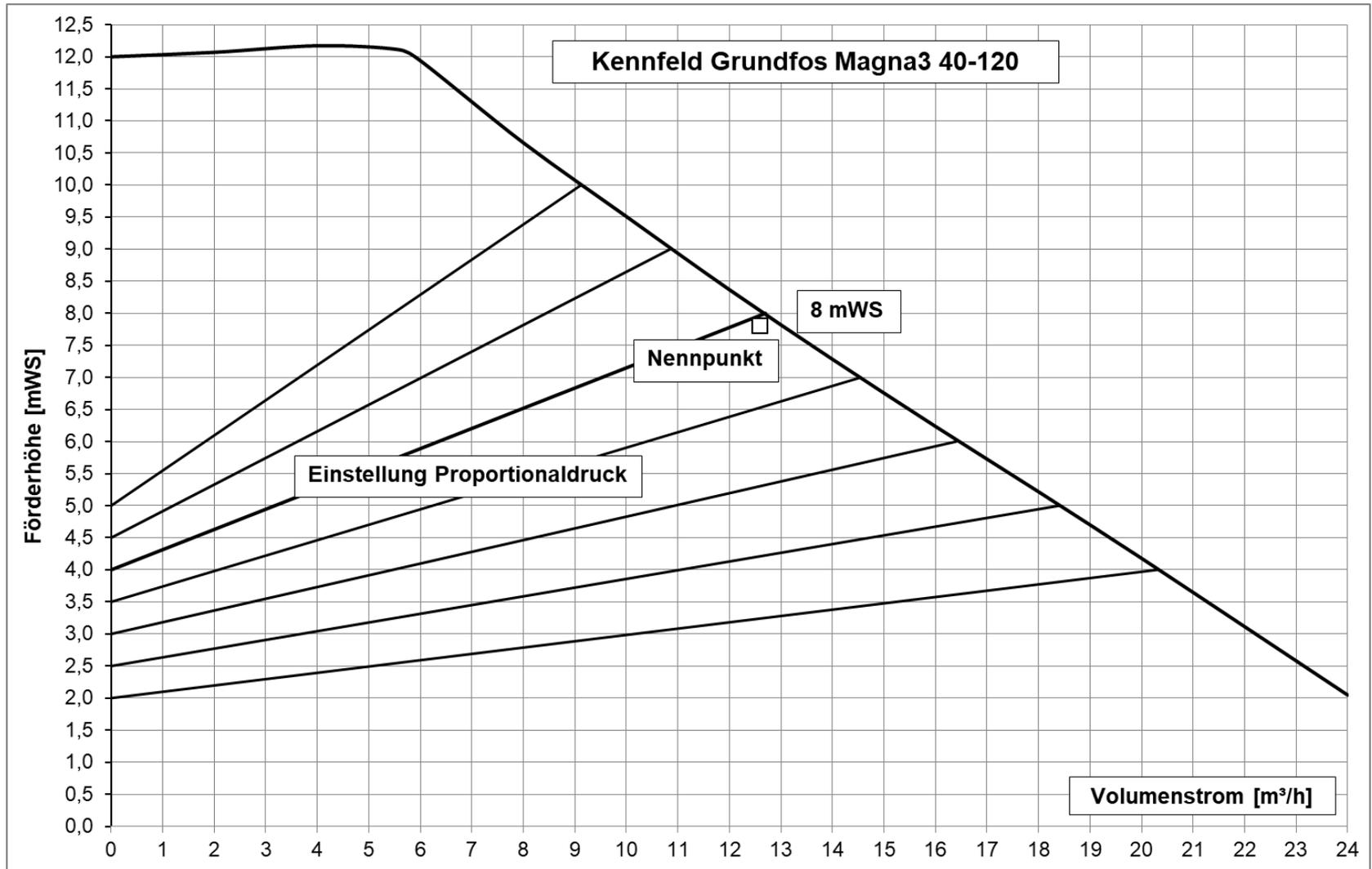
Mehrstufige Pumpen (*drehzahlumschaltbare Pumpen mit Asynchron-Motor*)
Eine konstante Drehzahl und damit Leistung wird per Hand in Stufen eingestellt

Energiespar-Pumpen (*elektronisch geregelte Pumpen mit Asynchron-Motor*)
Die Förderhöhe wird von Hand oder mittels Fernbedienung auf einen vorgegebenen Wert unabhängig vom Volumenstrom (Konstantdruck) oder abhängig vom Volumenstrom (Proportionaldruck) eingestellt.
Bei Proportionaldruck ist die Einstellung der Förderhöhe diejenige auf der Max.-Kennlinie, die Null-Förderhöhe ist halb so groß

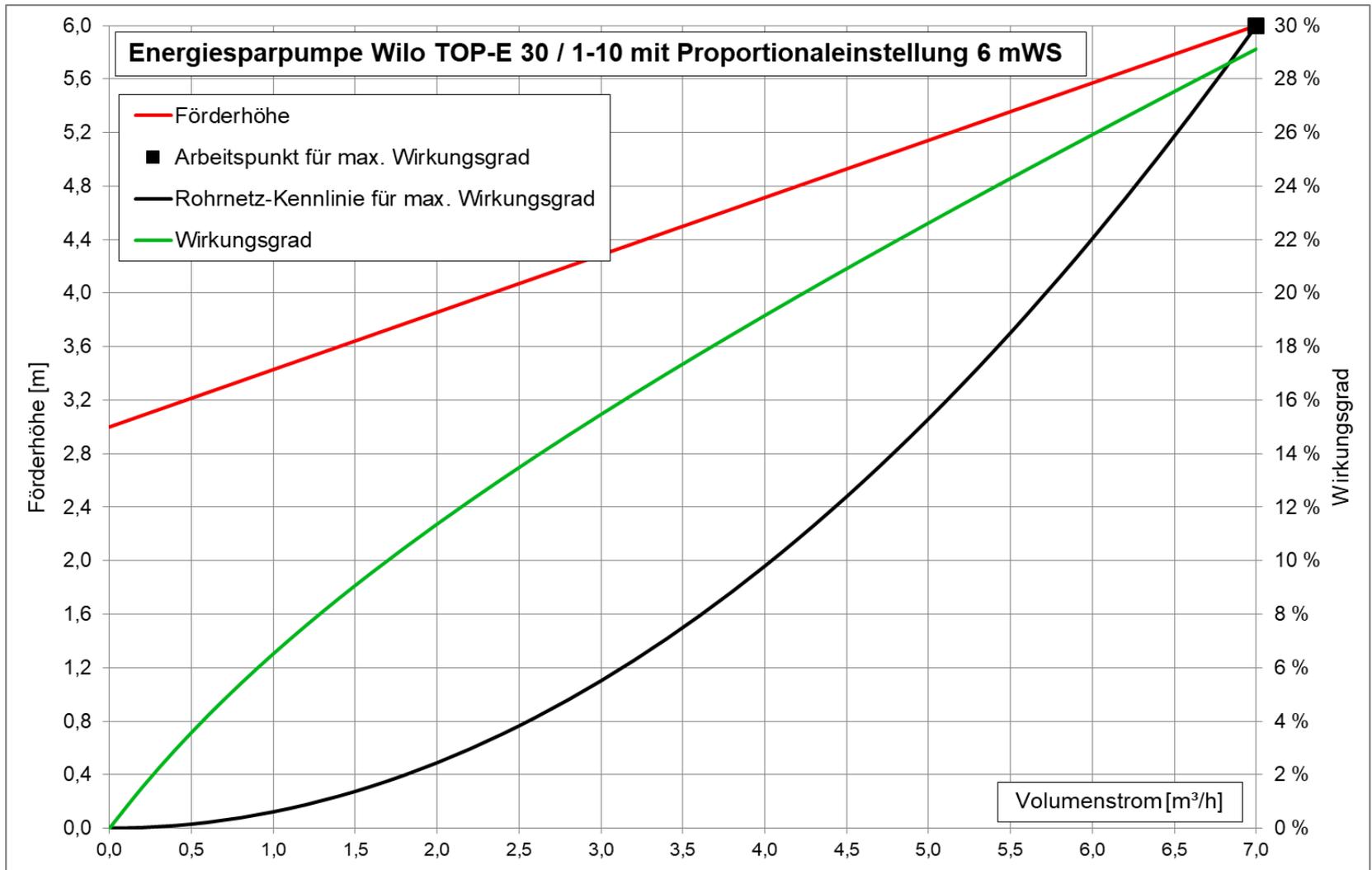
Hocheffizienz-Pumpen (*elektronisch geregelte Pumpen mit ECM-Technologie*)
Die Förderhöhe wird ebenfalls von Hand, mittels Fernbedienung oder am Pumpendisplay auf einen vorgegebenen Wert unabhängig vom Volumenstrom (Konstantdruck) oder abhängig vom Volumenstrom (Proportionaldruck) eingestellt.

Die Hocheffizienzpumpen sind heute Stand der Technik.

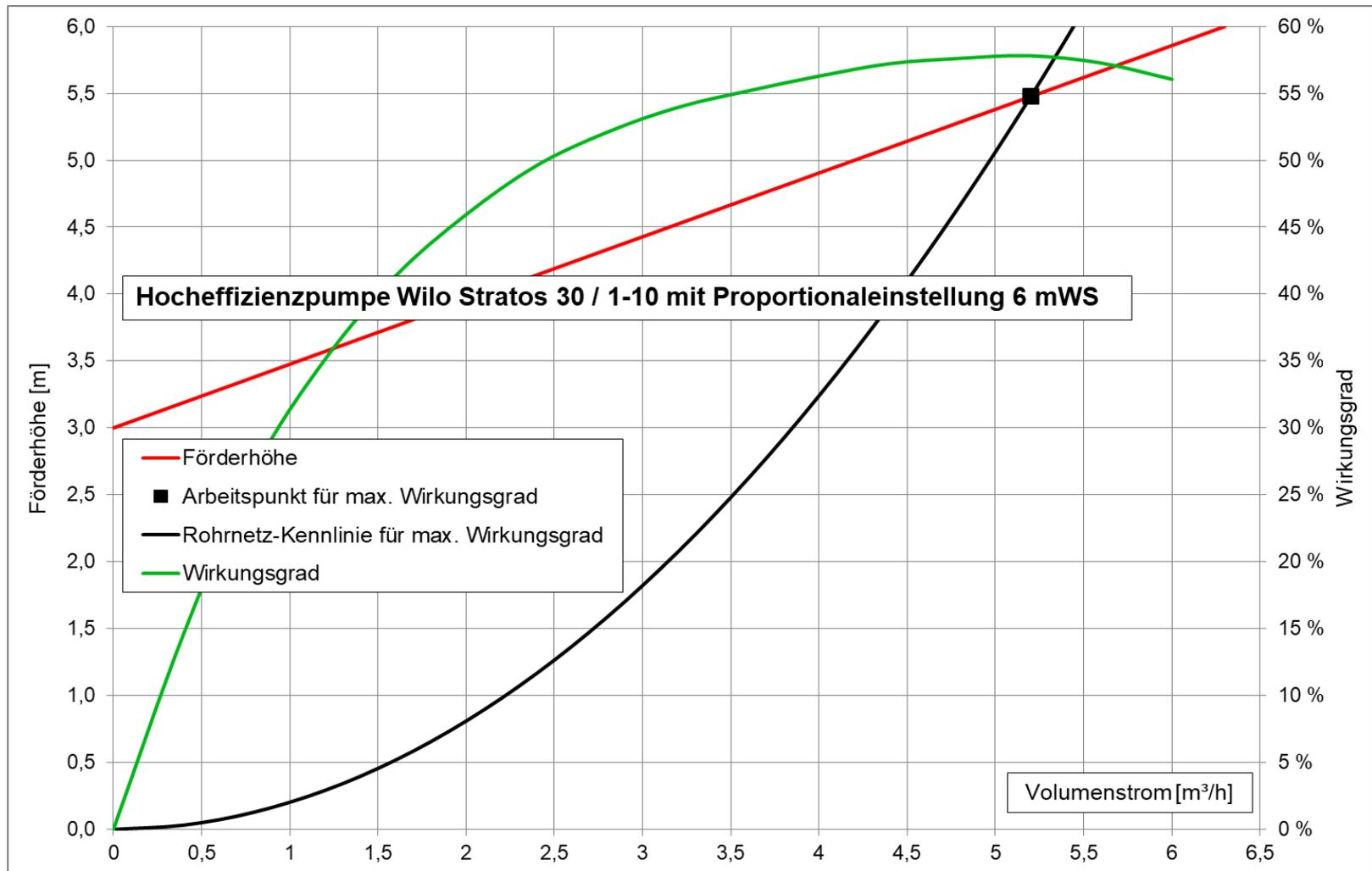
Umwälzpumpe 2 - Kennfeld



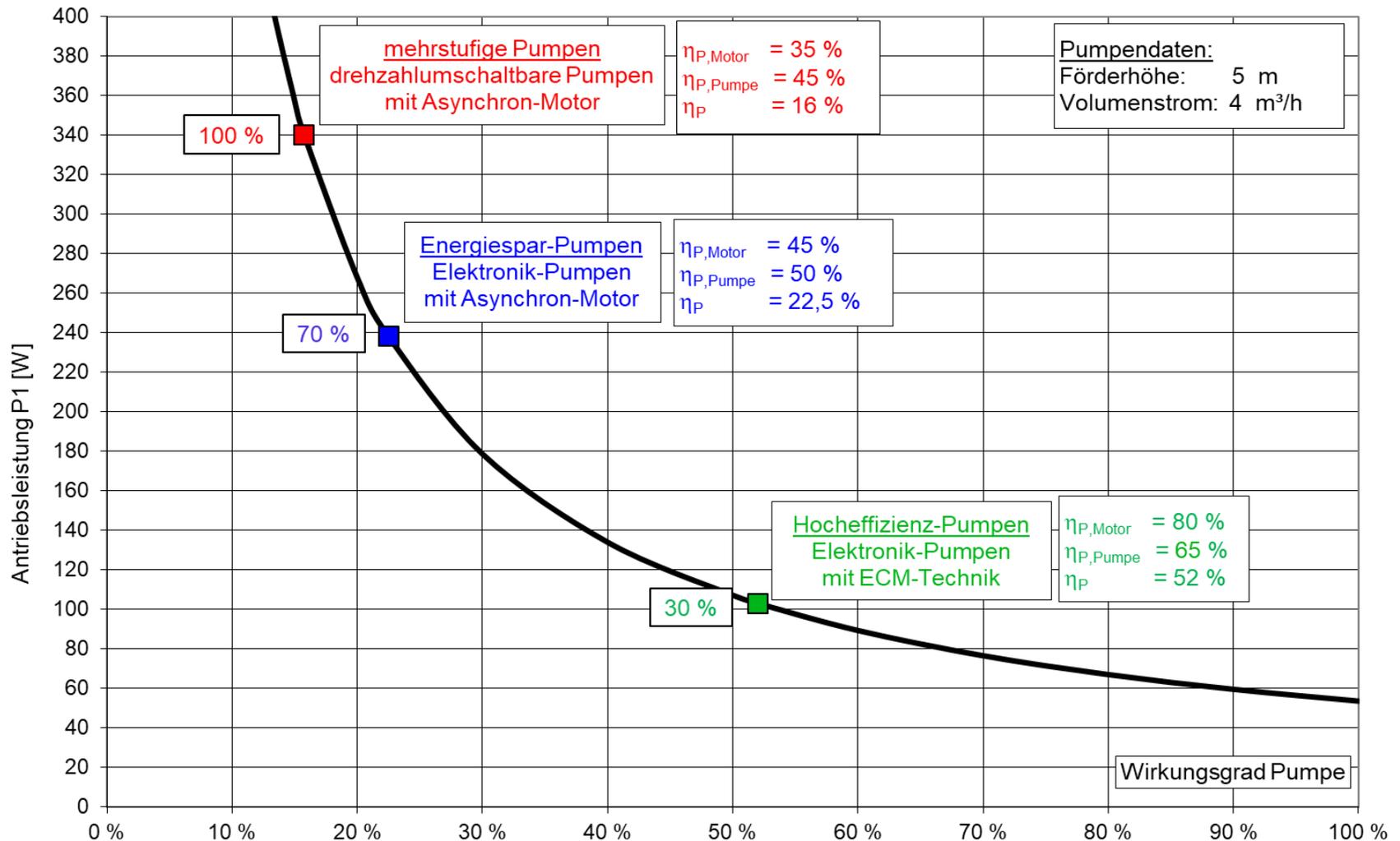
Umwälzpumpe 3 – Wirkungsgrad Energiesparp.



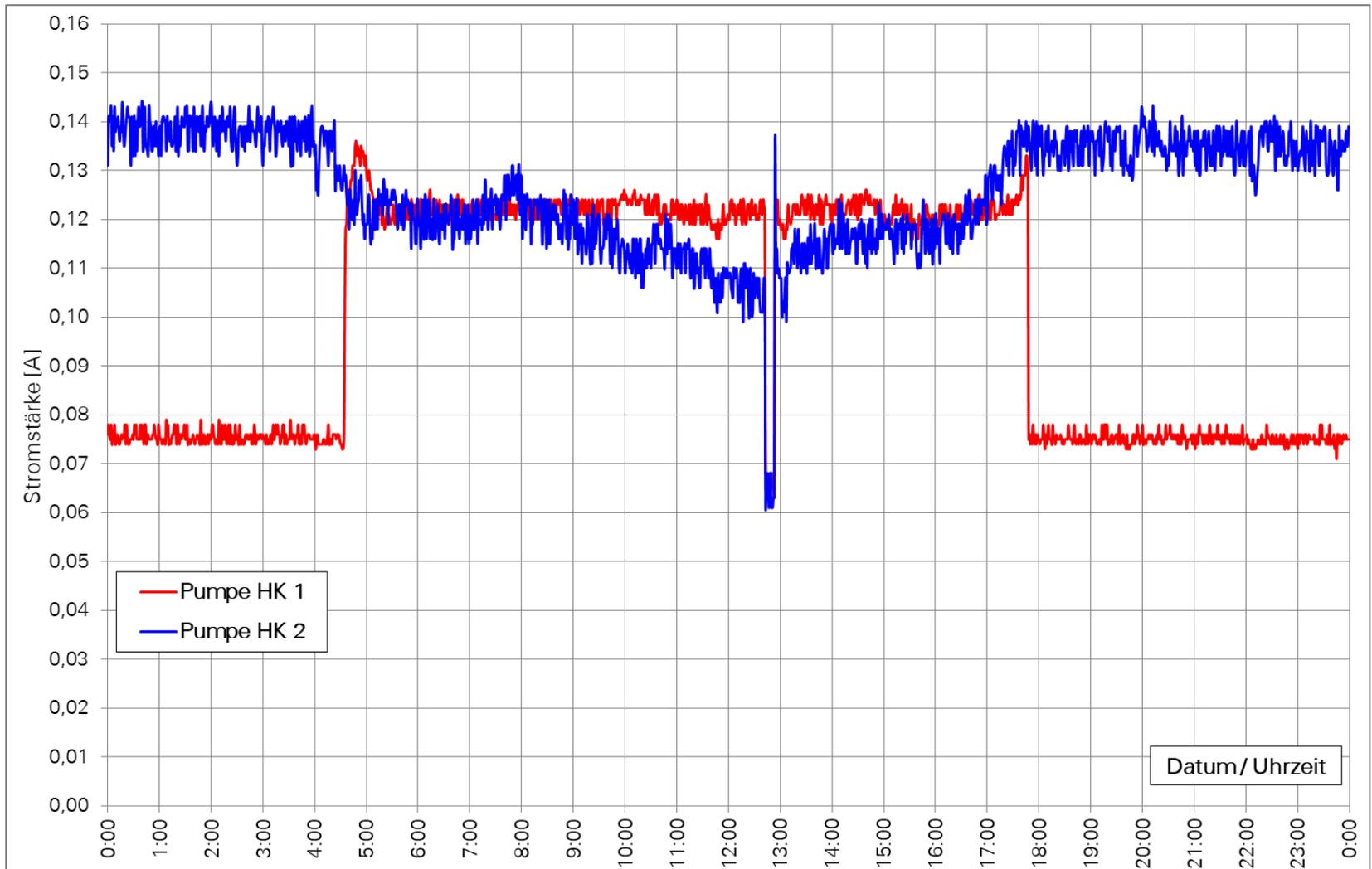
Umwälzpumpe 4 – Wirkungsgrad Hocheffizienzp.



Umwälzpumpe 5 – Entwicklung Pumpen



Umwälzpumpe 6 – Absenkbetrieb



Hydraulischer Abgleich 1

An den in Parallelschaltung miteinander verbundenen Heizflächen der Zweirohr-Heizungssysteme liegen in der Regel unterschiedliche Differenzdrücke an. Die Volumenströme müssen durch zusätzliche Widerstände (Voreinstellungen) auf die berechneten Werte justiert werden.

Als hydraulischer Abgleich wird diese Begrenzung der ermittelten Volumenströme an allen Heizflächen verstanden.

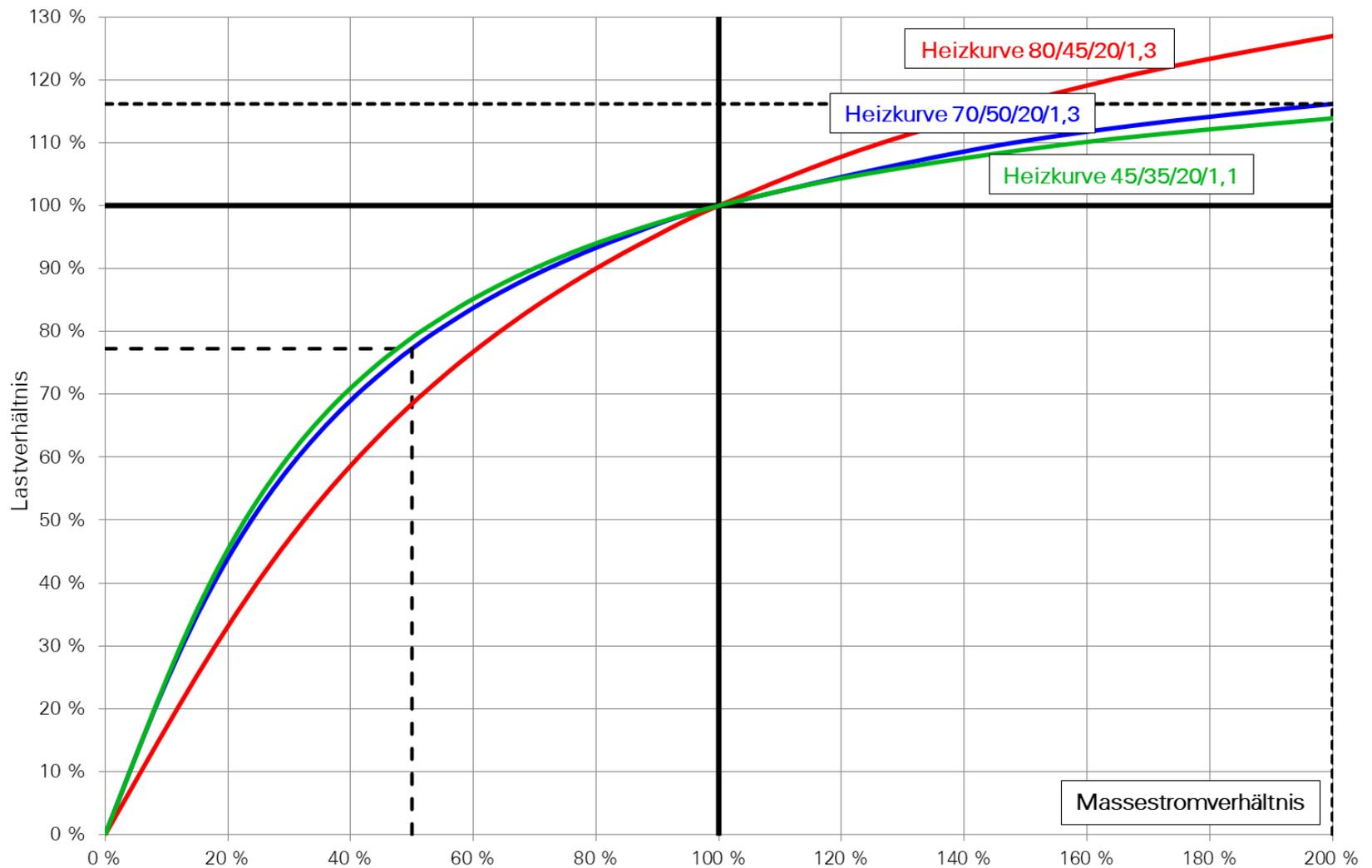
Die Berechnung dieser Volumenströme erfolgt im Rahmen der Rohrnetz-Berechnung. Grundlagen dafür sind die Ermittlung der Heizlast nach DIN EN 12 831 und die Bemessung der Heizflächen.

Die berechneten Volumenströme werden durch Voreinstellung an den Ventilen der Verbraucher begrenzt. Die gebräuchlichsten Arten sind voreinstellbare Ventile, deren Voreinstellungen im Ergebnis der Berechnung des Rohrnetzes ermittelt werden, und Ventile mit automatischer Durchflussbegrenzung, bei denen der zu begrenzende Volumenstrom direkt eingestellt werden kann.

Die Norm-Heizlast nach DIN EN 12 831 ist oft deutlich größer als die tatsächlich benötigte Nennwärmeleistung. Damit sind auch die an den Verbrauchern begrenzten Volumenströme zu hoch, und der hydraulische Abgleich ist nicht wirksam. Die Volumenströme werden von den Eingriffen der Thermostatventile bestimmt.

Wesentlich für die Wirksamkeit des hydraulischen Abgleichs sind deshalb die Einstellungen der Heizkurven und der Heizkreispumpen, welche an die konkreten Versorgungsverhältnisse angepasst werden müssen.

Hydraulischer Abgleich 2



Trinkwarmwasserbereitung (TWWB) 1

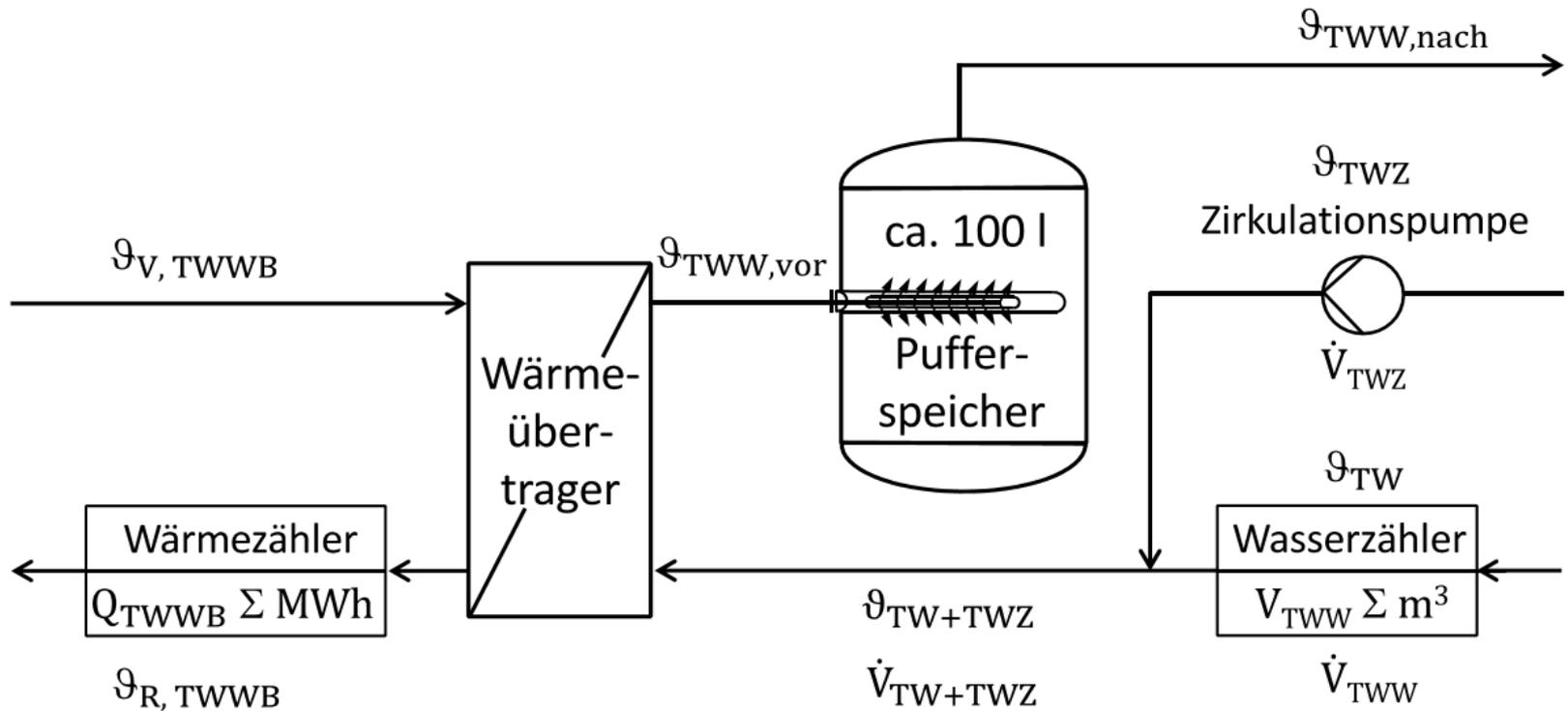
Die häufigste Art der Wärmeversorgung von Gebäuden beinhaltet die beiden Verbrauchs-Komponenten für Heizung und für TWWB. Am Beispiel des Gebäudes wurden jährliche Verbrauchsanteile von ca. 75 % für Heizung und ca. 25 % für TWWB ermittelt. Damit ist die Energieeffizienz der TWWB ebenfalls von Interesse. Mit steigendem Wärmedämmstandard der Gebäude steigt der Verbrauchsanteil für die TWWB.

Die TWWB beinhaltet den Wärmeverbrauch für die Erwärmung des Trinkwassers und denjenigen für die Erwärmung des Zirkulationswassers. Seit dem 01.01.2014 ist für den Wohnungsbau die Abrechnung des Wärmeverbrauchs für die TWWB auf der Grundlage eines separaten Wärmezählers gesetzlich vorgeschrieben.

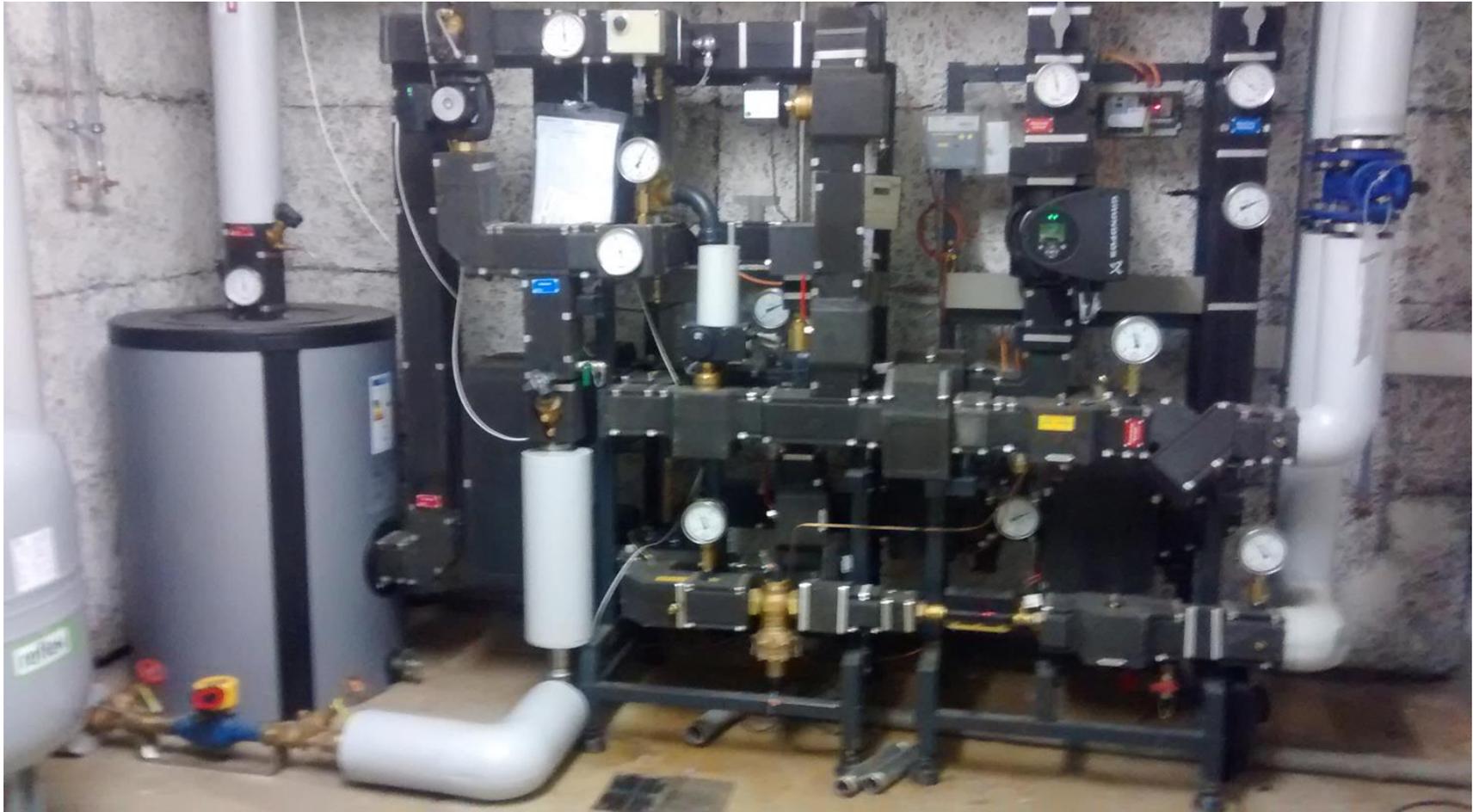
Es werden drei Arten der zentralen Trinkwarmwasser-Bereitung betrachtet

- Speicher-System
- Speicher-Lade-System
- Gepuffertes Durchfluss-System

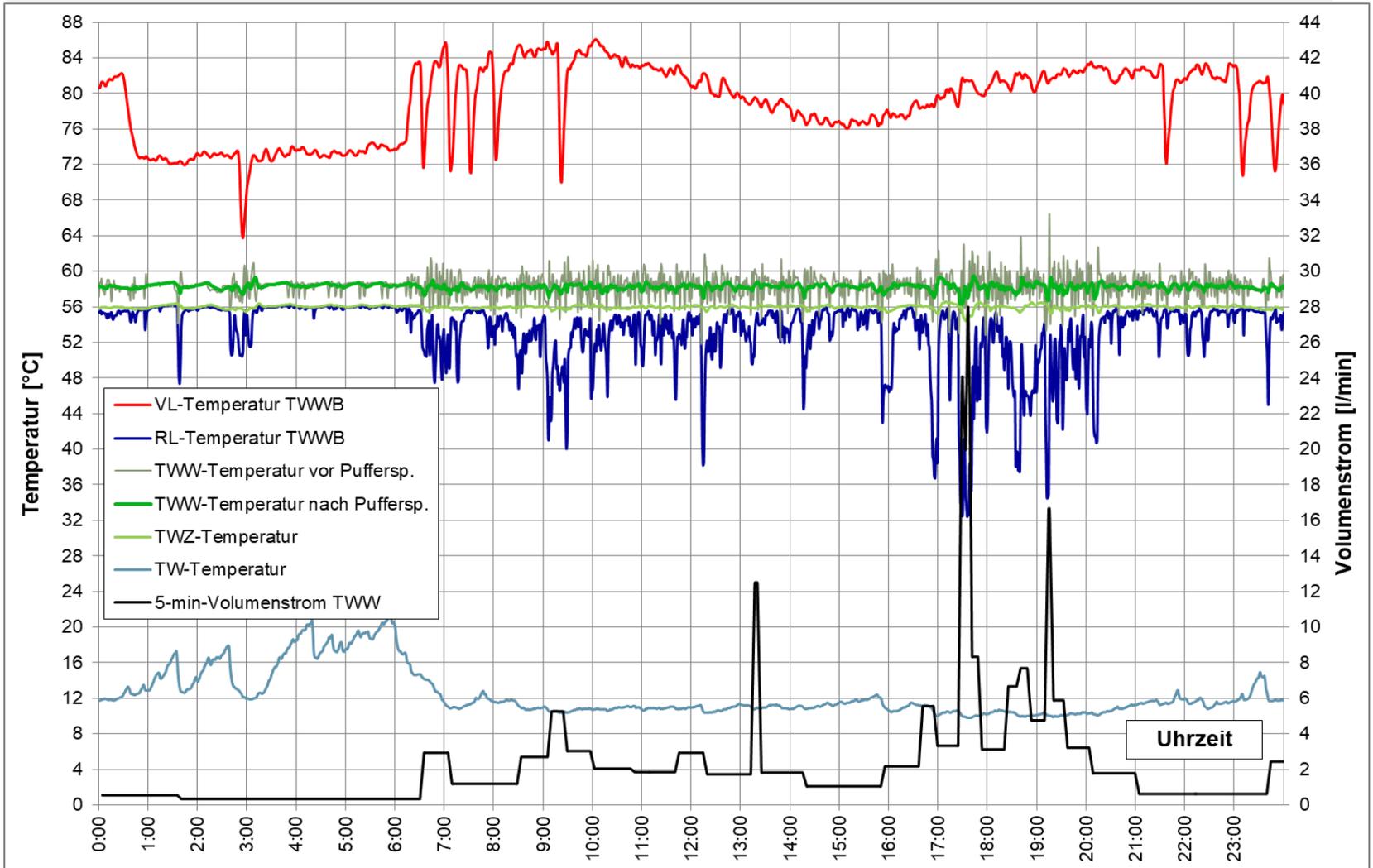
TWWB 2 – gepuffertes Durchfluss-System



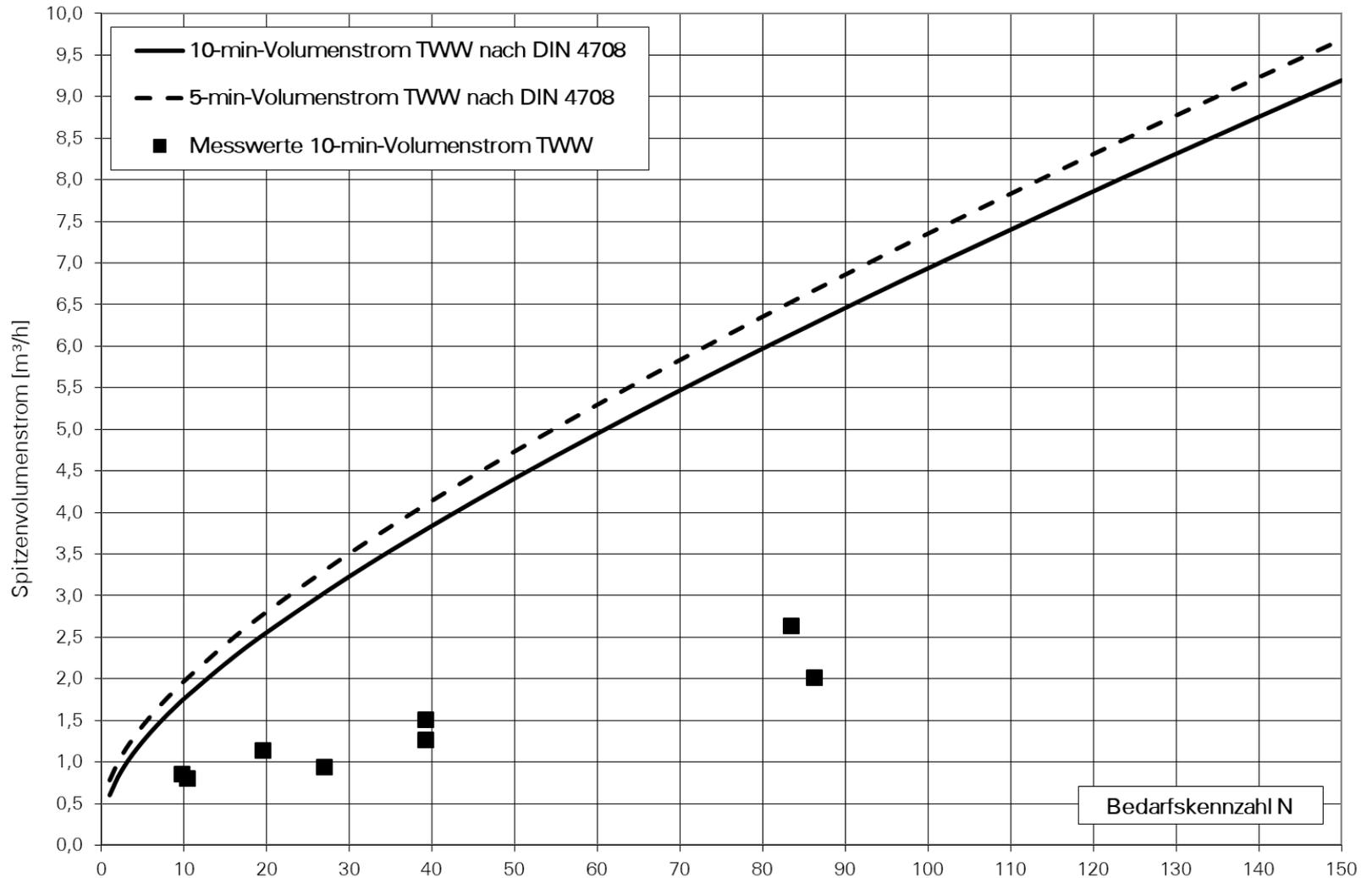
TWWB 3 – Foto gepuffertes Durchfluss-System



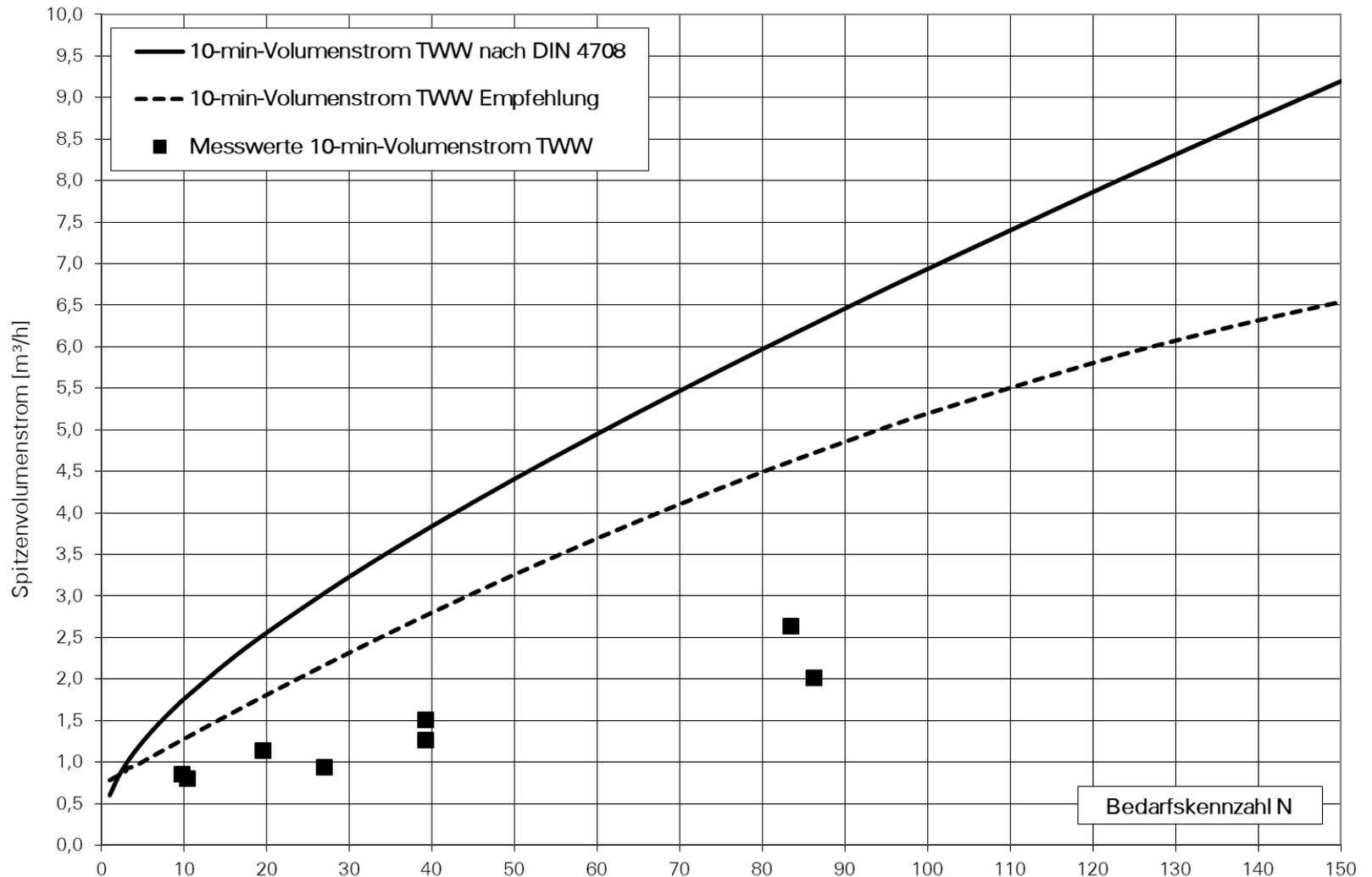
TWWB 4 – Tagesgang



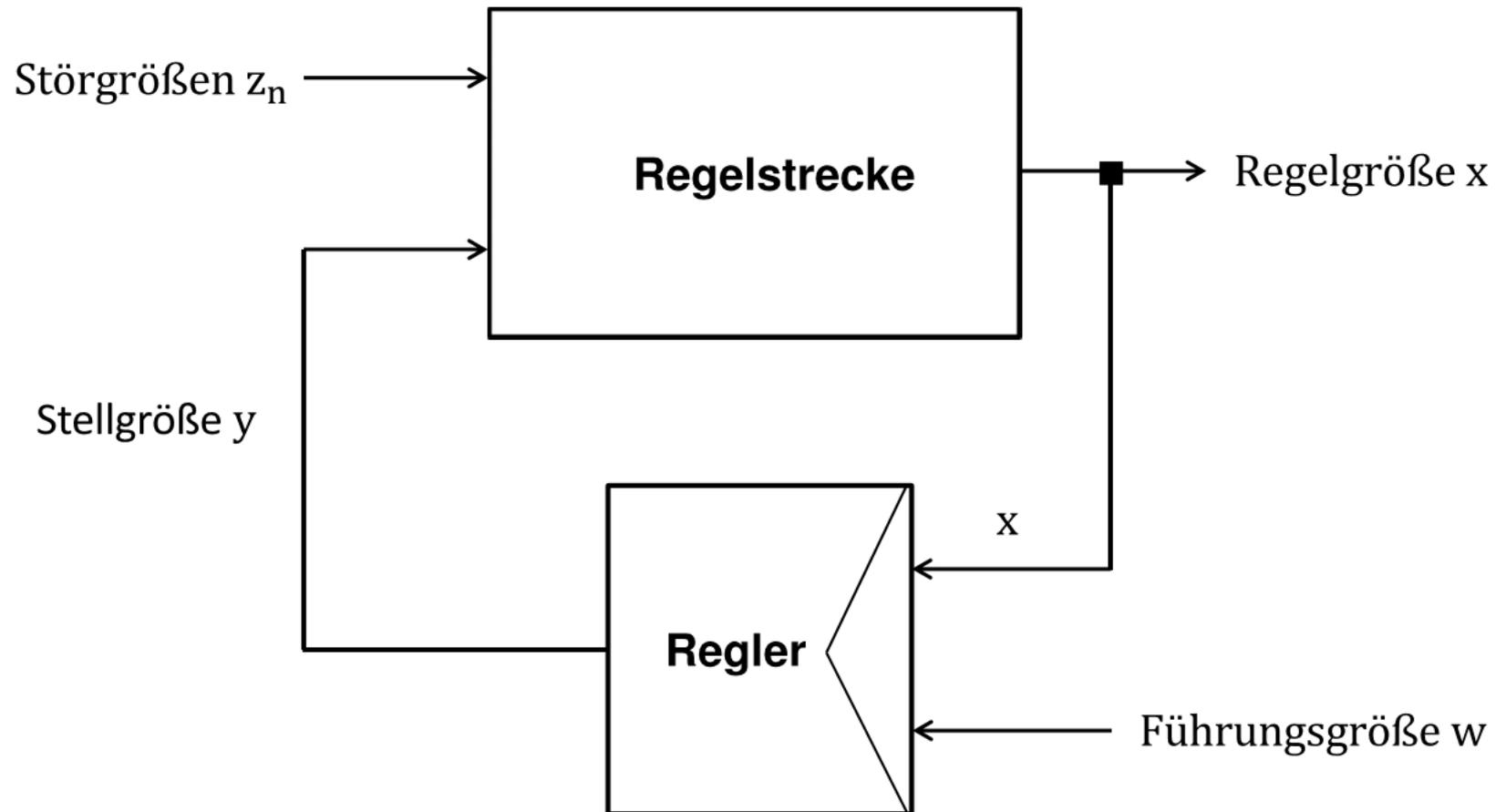
TWWB 5 – DIN- und Messwerte



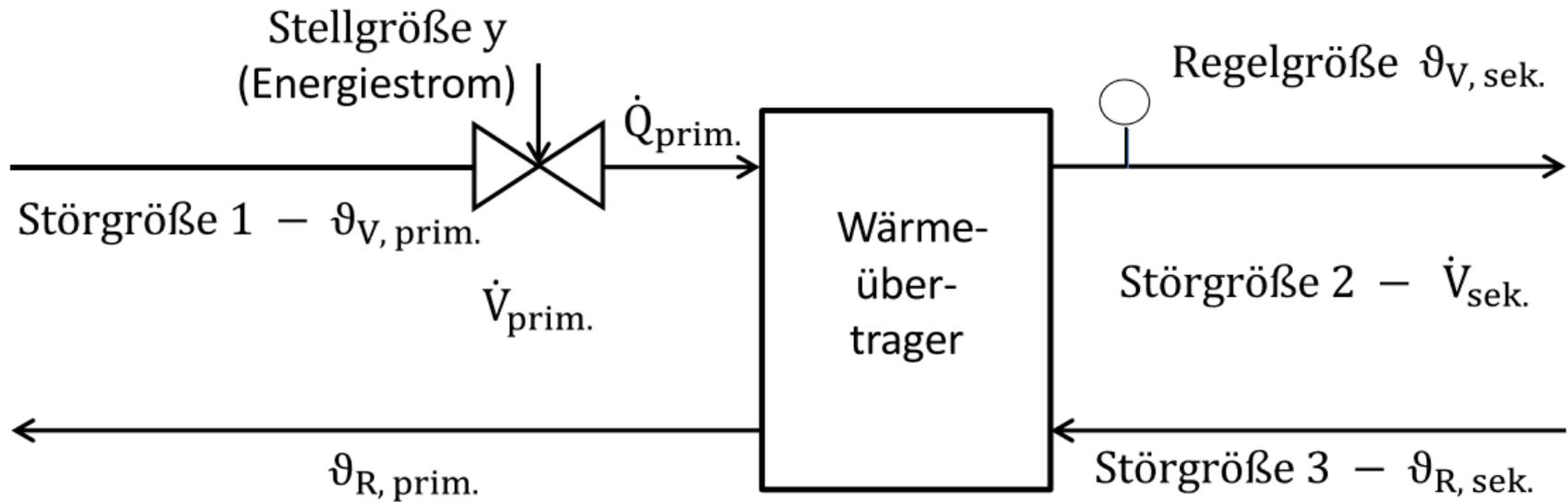
TWWB 6 – Bemessungsempfehlungen



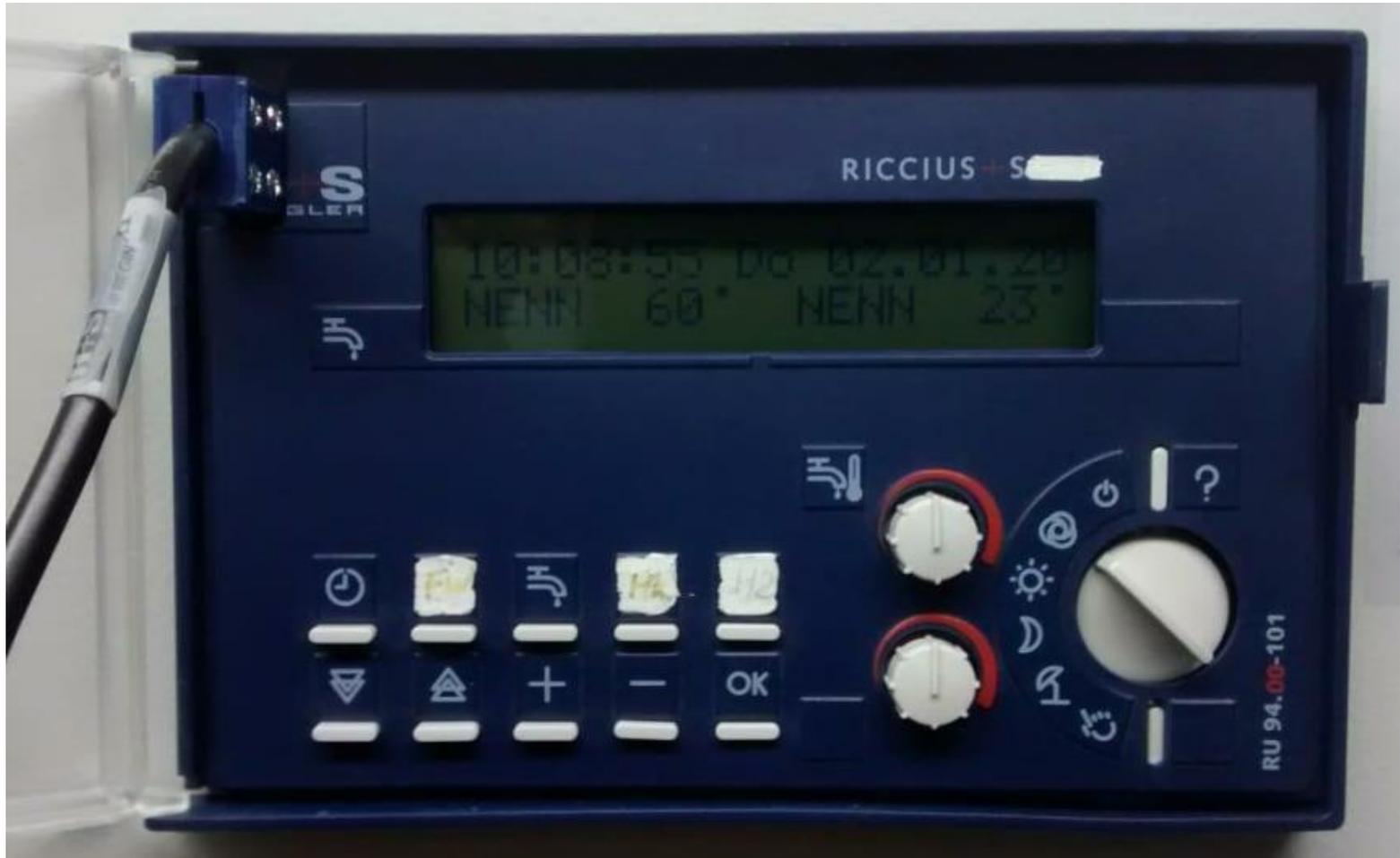
Regelungstechnik 1 – Grundstruktur Regelkreis



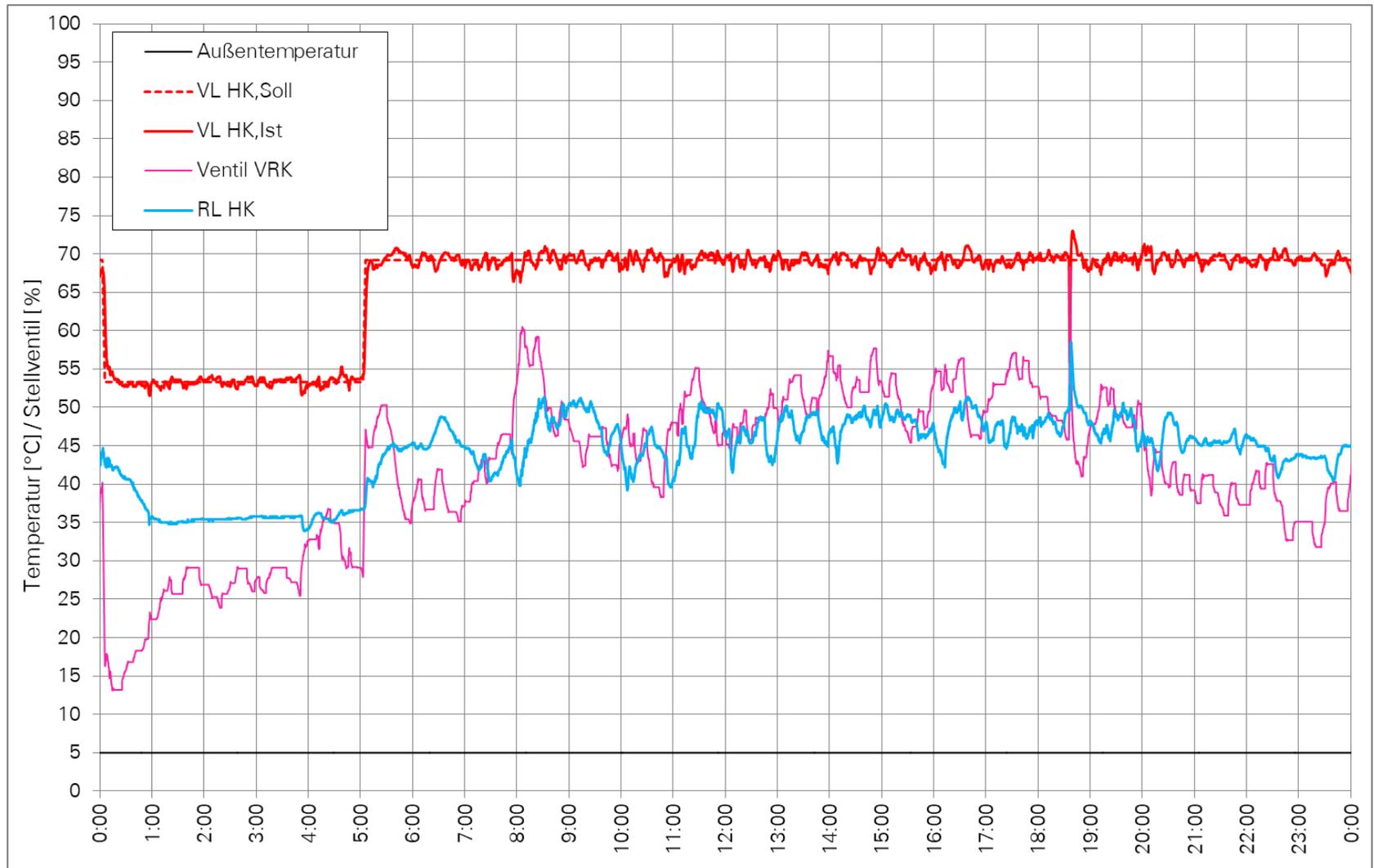
Regelungstechnik 2 – Regelstrecke mit Stellventil



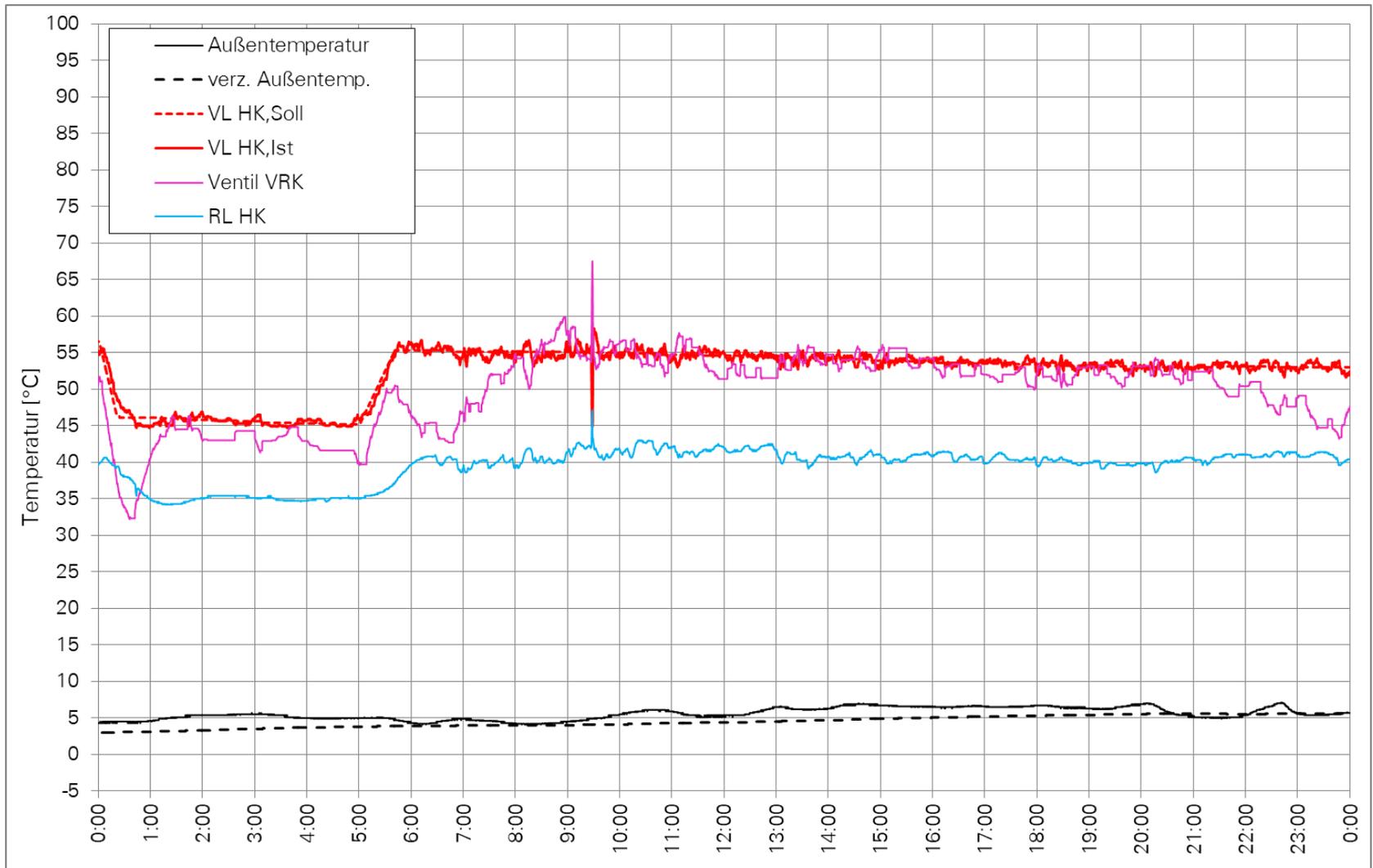
Regelungstechnik 3 – Schnittstelle Regler



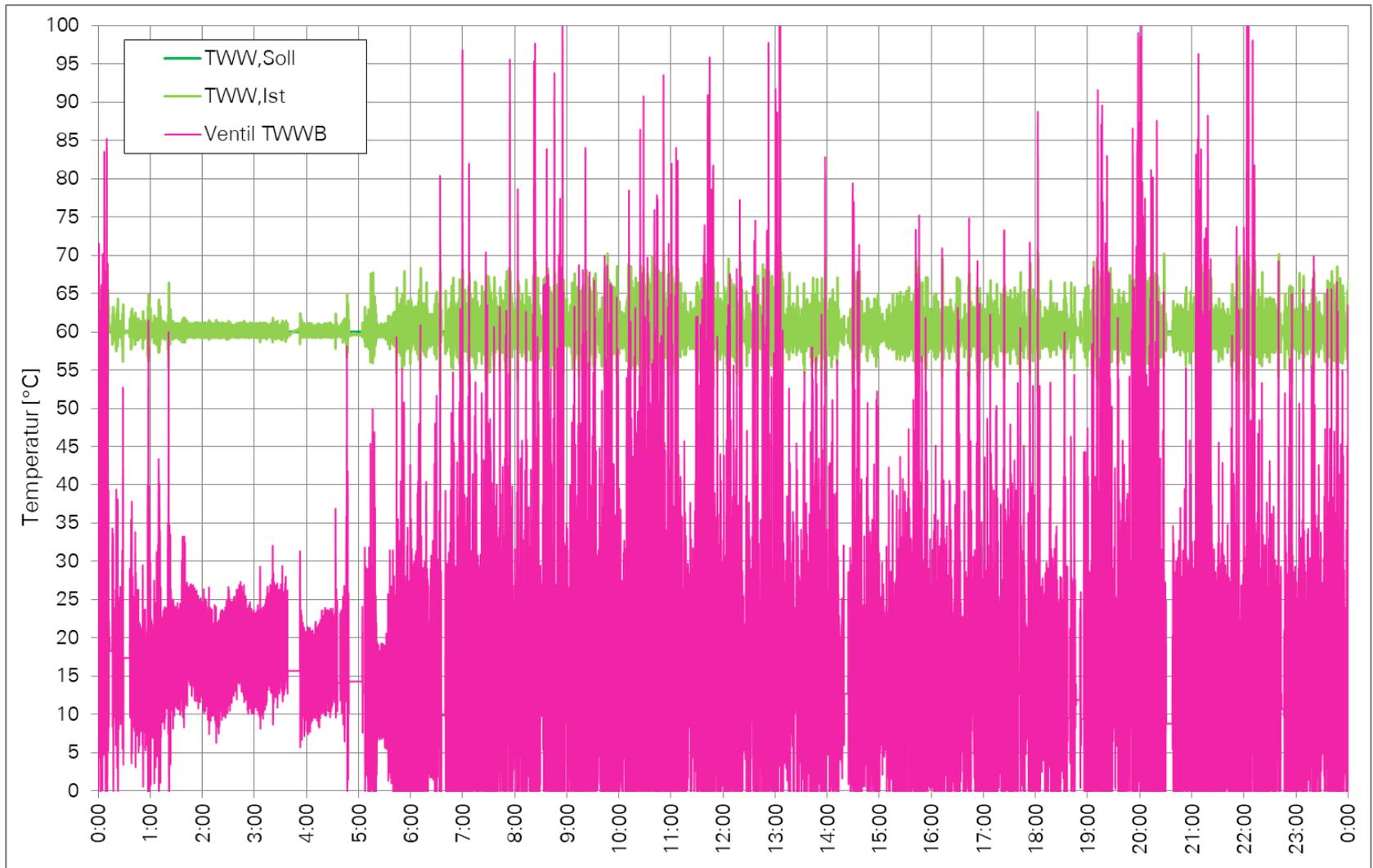
Regelungstechnik 4 – Regelung VL-Temperatur



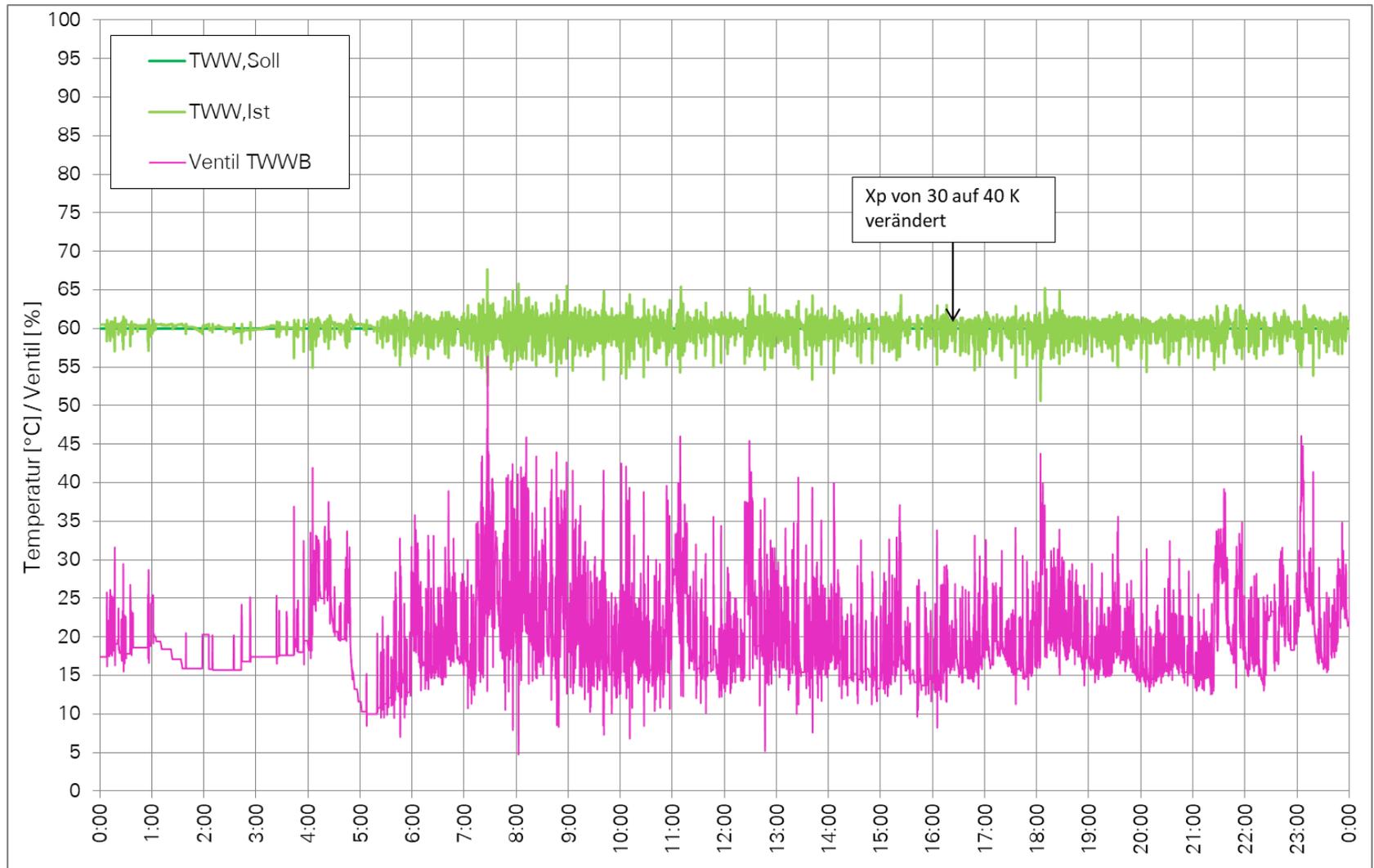
Regelungstechnik 5 – Regelung VL-Temperatur



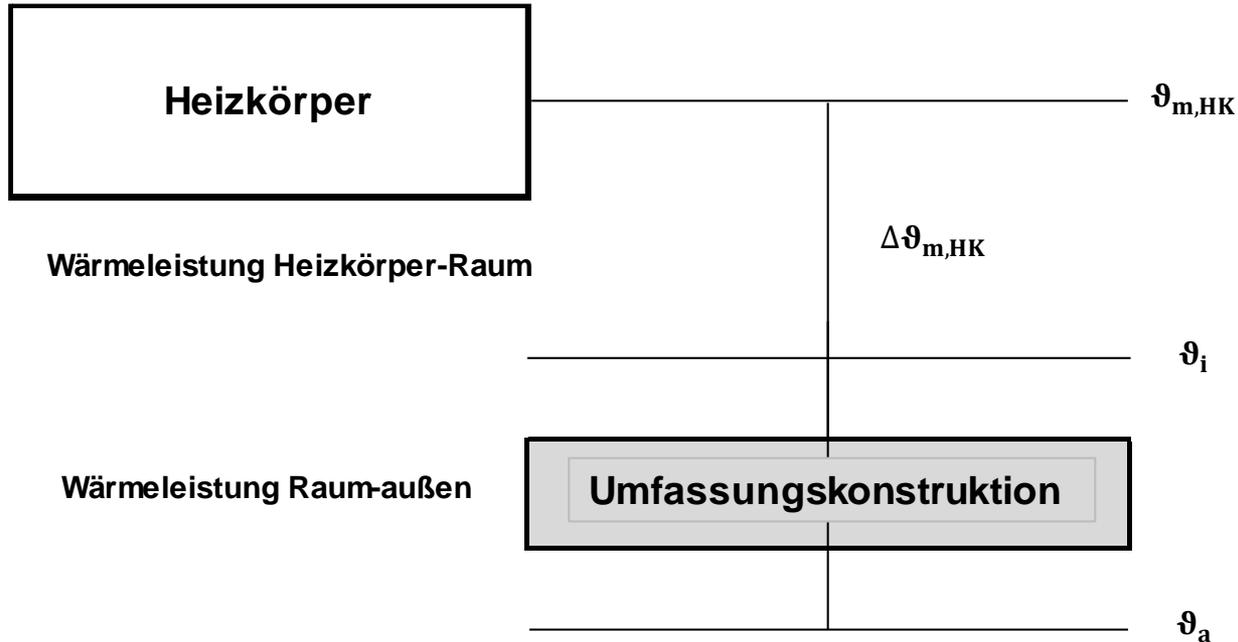
Regelungstechnik 6 – Regelung TWW-Temperatur



Regelungstechnik 7 – Regelung TWW-Temperatur

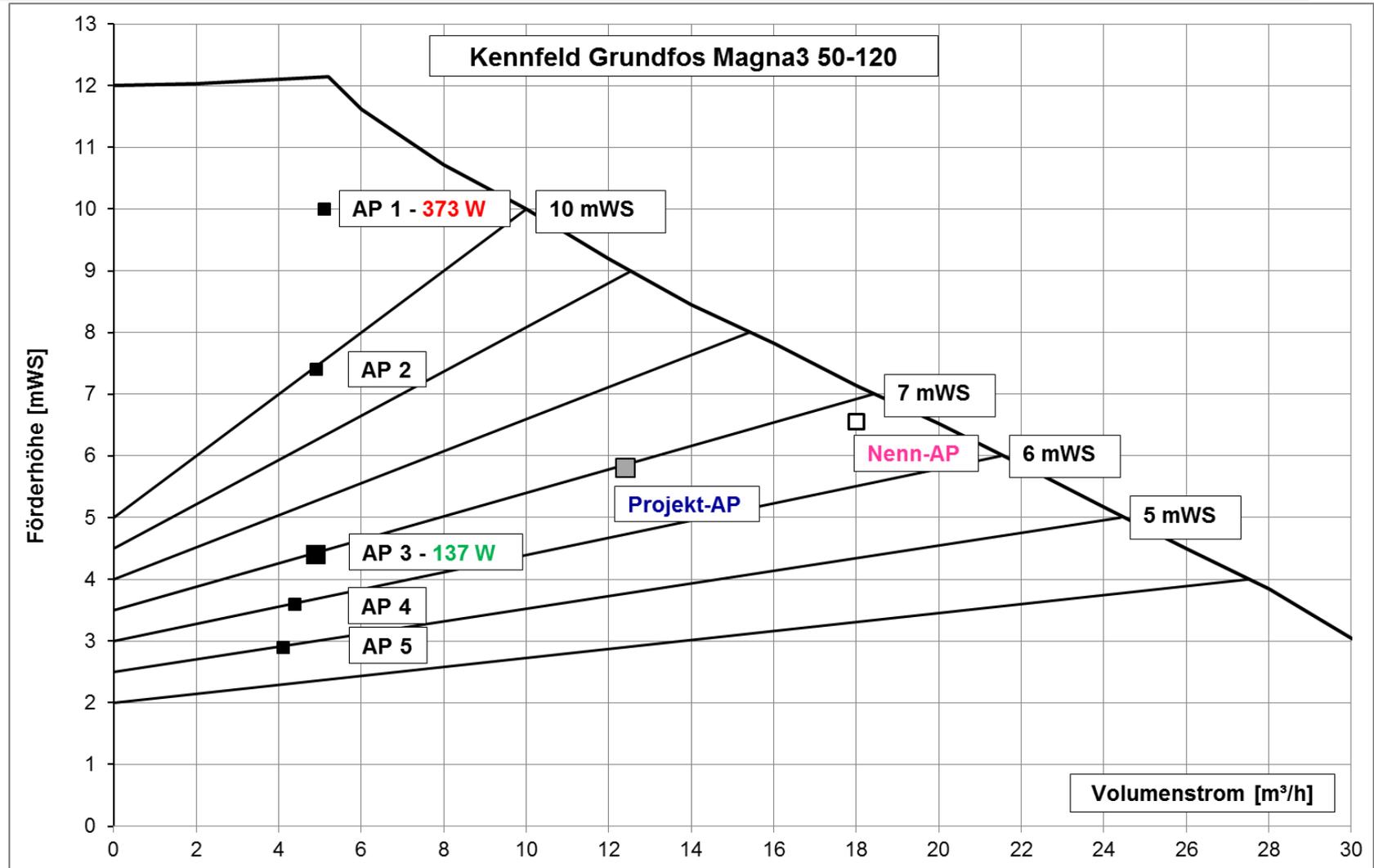


Verbesserung Energieeffizienz 1 - Einsparpotenzial

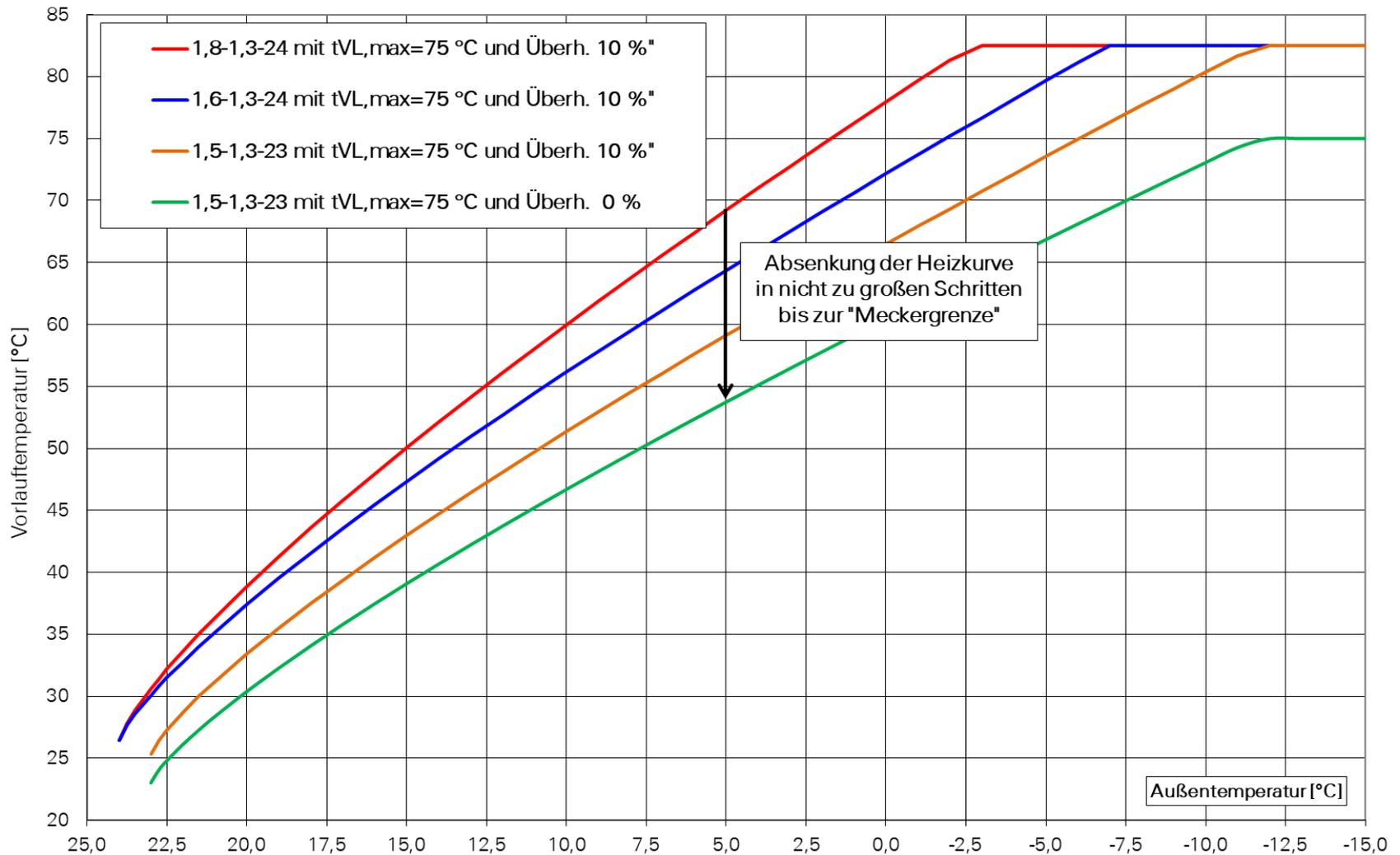


$\vartheta_{a,m,HP}$ [°C]	6
ϑ_i [°C]	$\dot{Q}_{\text{Raum-außen}}$
17	79%
18	86%
19	93%
20	100%
21	107%
22	114%
23	121%

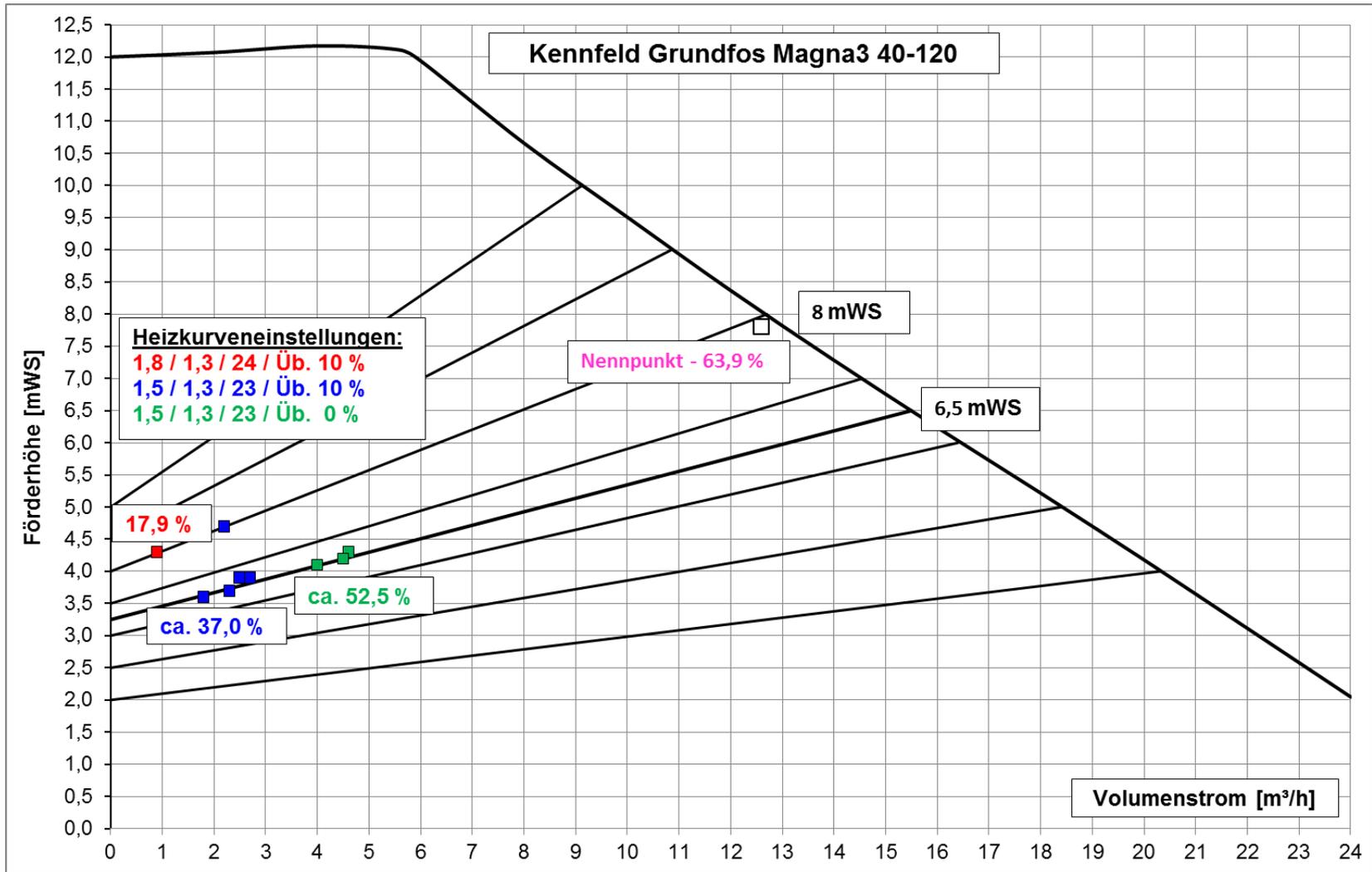
Verbesserung Energieeffizienz 2 - Pumpe



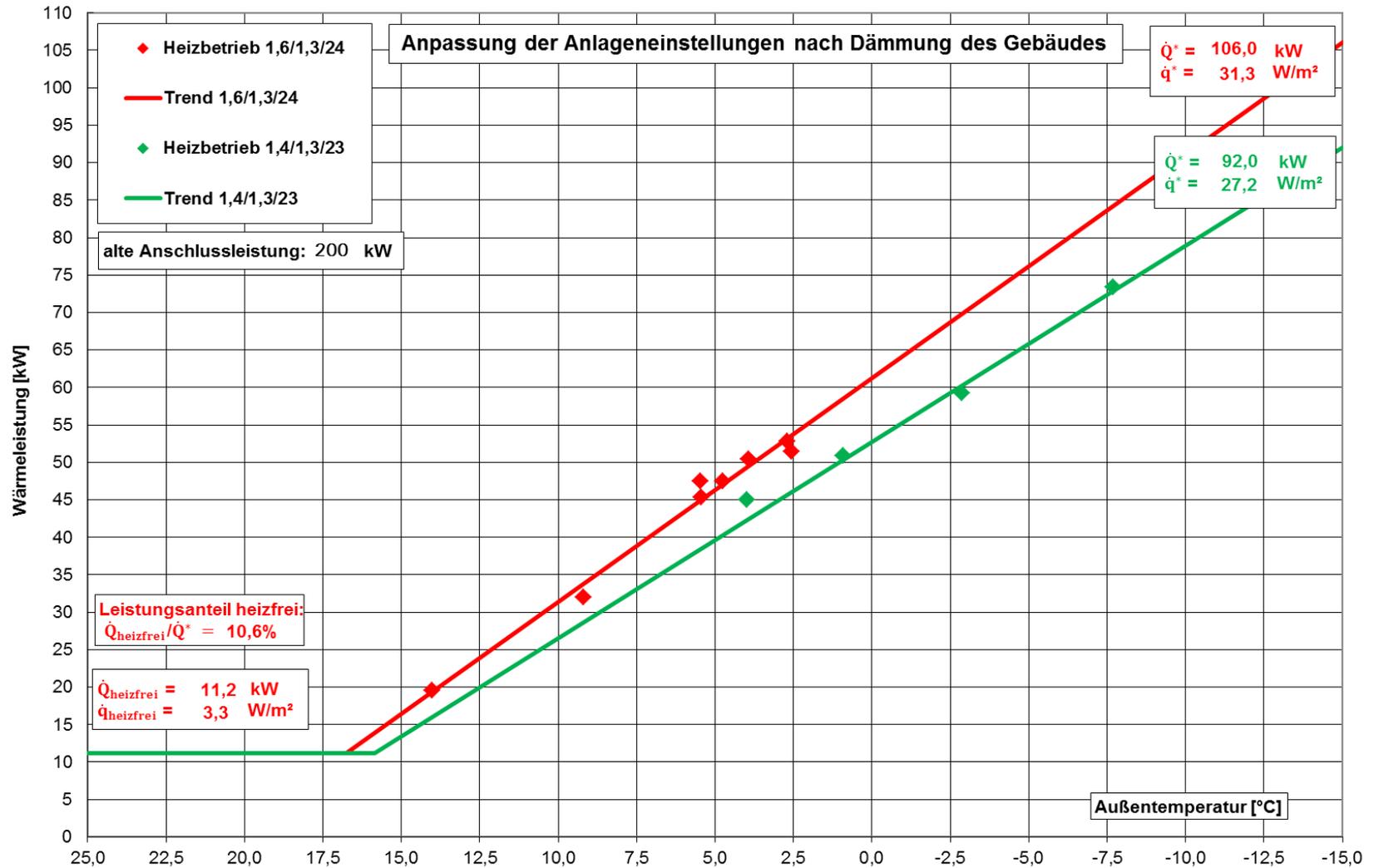
Verbesserung Energieeffizienz 3 - Heizkurve



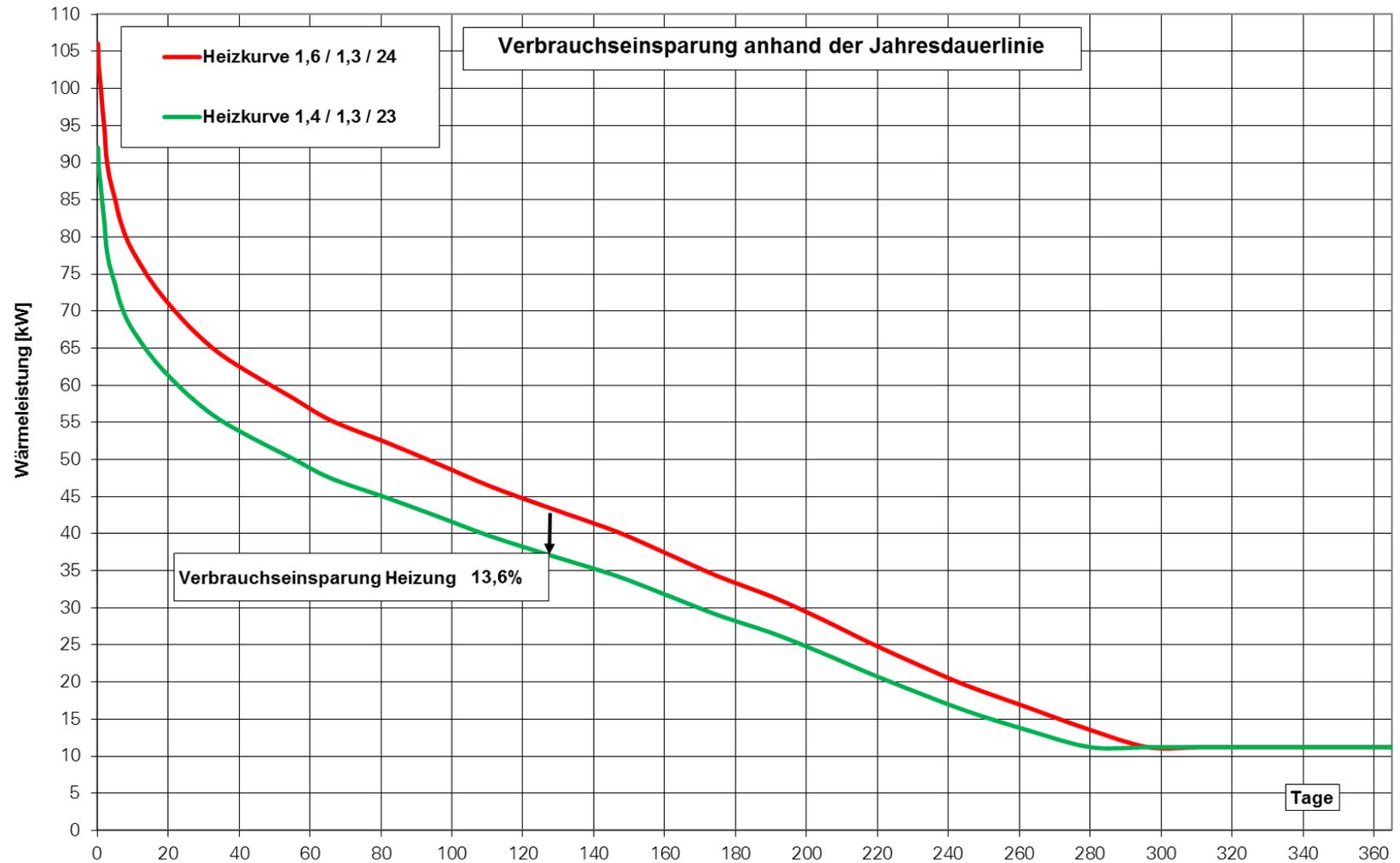
Verbesserung Energieeffizienz 4 – Heizkurve-Pumpe



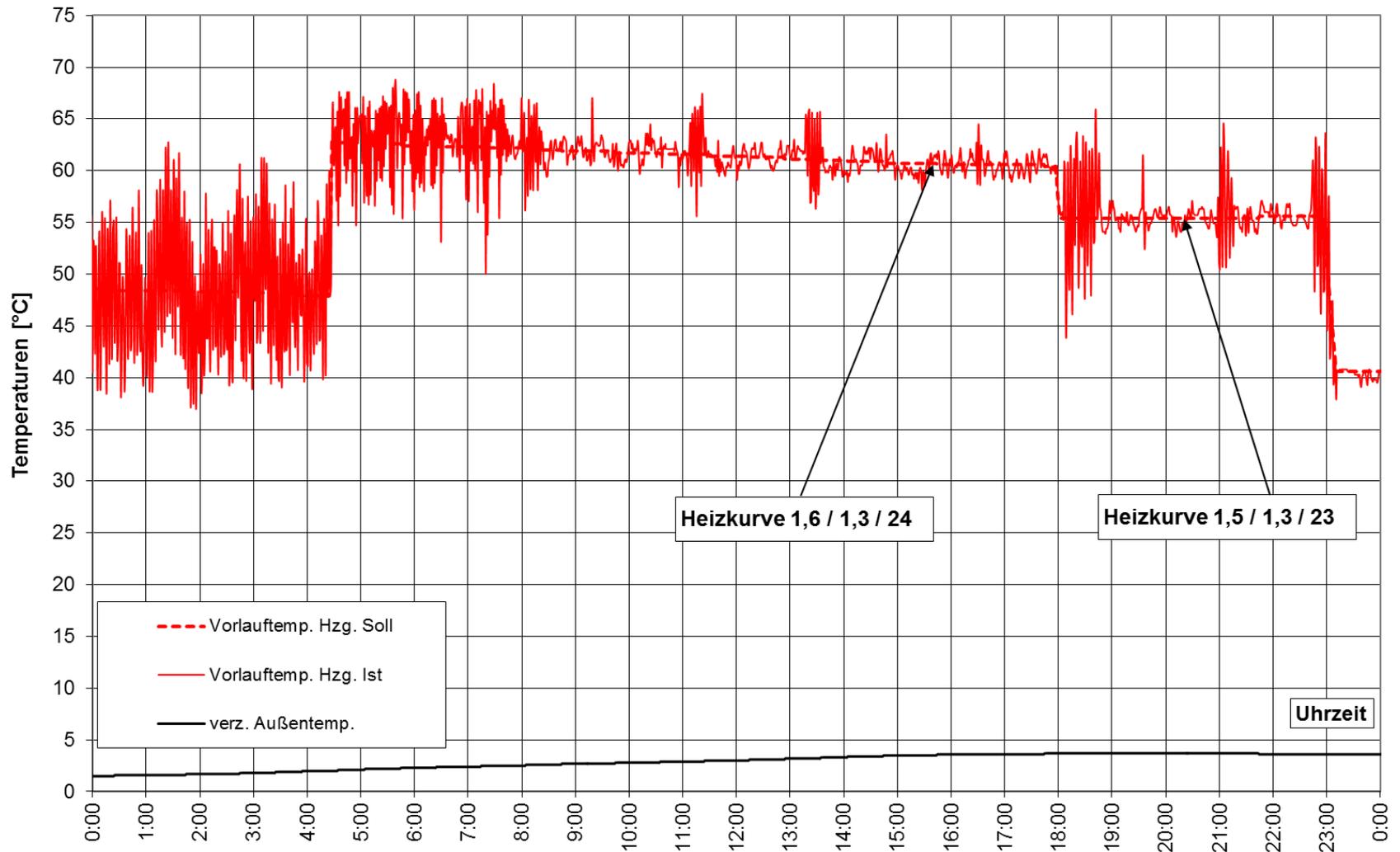
Verbesserung Energieeffizienz 5 – Verbrauchseinsp.



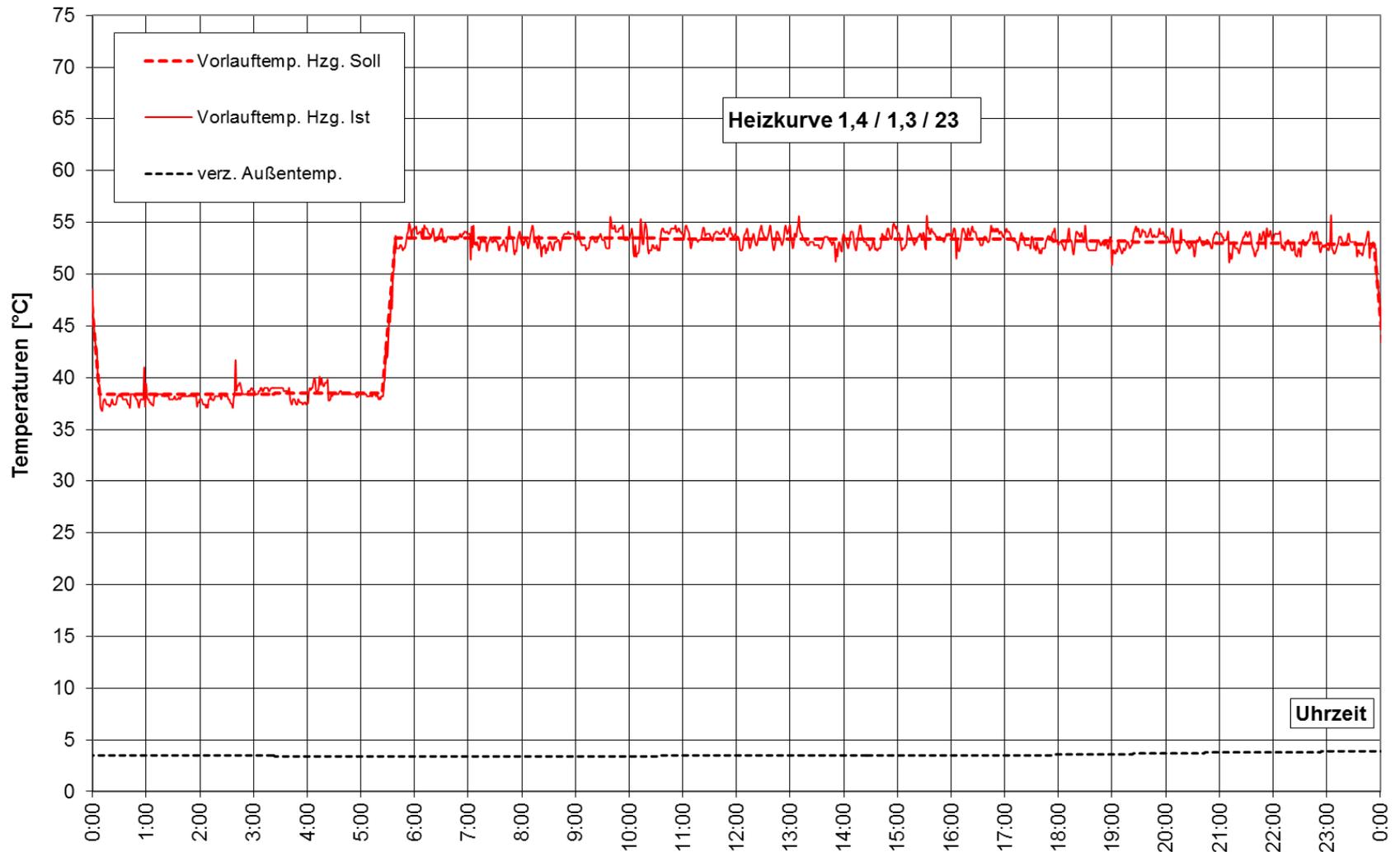
Verbesserung Energieeffizienz 6 – Verbrauchseinsp.



Verbesserung Energieeffizienz 7 - Regelungsgüte



Verbesserung Energieeffizienz 8 - Regelungsgüte



Energieeffizienz ausgewählter Anlagentechniken

Im Kapitel 9 werden betrachtet:

- Gas-Brennwertkessel mit thermischer Solaranlage
- Hydraulische Weiche
- Fernwärme-Kompaktstation
- Elektrisch angetriebene Kompressions-Wärmepumpe
- Blockheizkraftwerk
- Thermische Solaranlage

Fazit

- **Wärmezähler, Heizungsregler und Pumpen liefern die notwendigen Informationen zur Beurteilung der Versorgungsverhältnisse**
- **Daraus können Ansatzpunkte zur Verbesserung der Energieeffizienz abgeleitet werden**
- **Das monetäre Einsparpotenzial und der Aufwand zu dessen Erschließung stehen nicht immer in einem günstigen Verhältnis**
- **Deshalb bedarf es effizienter Methoden**
- **Der Verein bietet dazu Seminare an**
Informationen unter: www.energieeffizienz-sachsen.org

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Energieeffizienz Sachsen e. V.
Dr.-Ing. Wolfgang Heße
Großenhainer Straße 144
01129 Dresden**

w.hesse@energieeffizienz-sachsen.org