

WÄRMESYSTEME ganzheitlich regeln

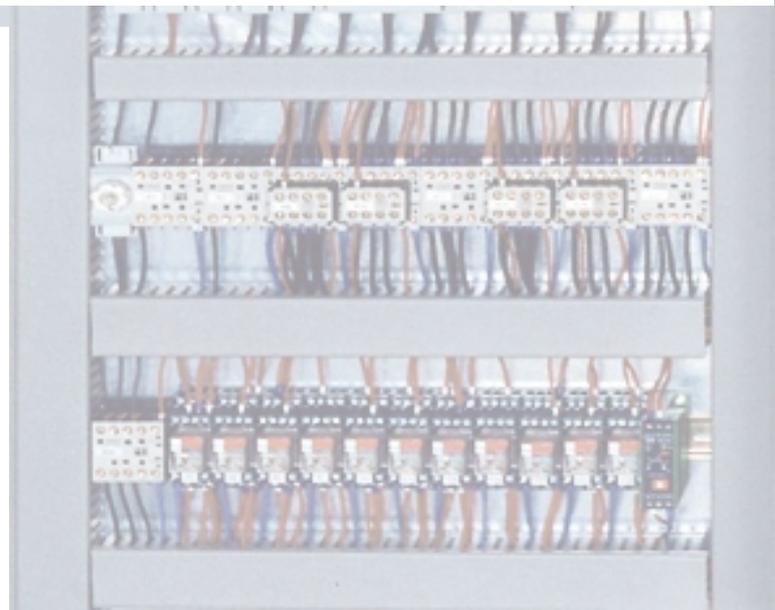
- Teil III -

Wärmeenergie effizient erzeugen und speichern

- Einbindung von Wärmespeichern
- Wärmeerzeugung mit Wärmekostenregelung



BEHAGLICHKEIT - SICHERHEIT - KOSTENSENKUNG

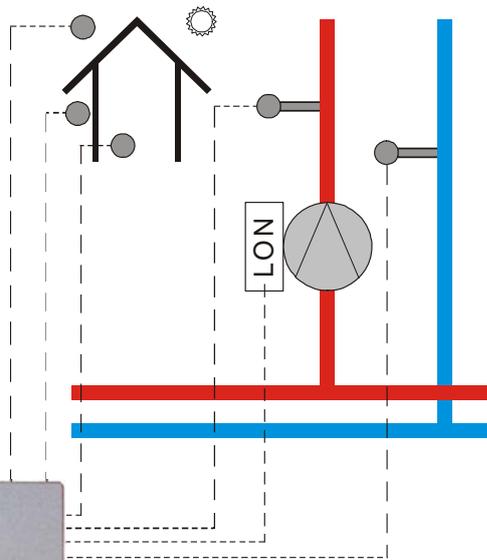


Wärmeenergie in Gebäuden effizient nutzen

patentiertes Verfahren zur Wärmeleistungsregelung

LEISTUNGSREGLER
www.leistungsregler.de
www.leistungsregelung.de

Ein wesentlicher Anteil an der „Energetischen Sanierung“ liegt im Bereich der Regel- und Leittechnik, verbunden mit einem angemessenen Dienstleistungseinsatz. Die Aufgabenstellung an die Regeltechnik hat sich deutlich gewandelt und erzeugt andere Regeltechnologien. Während früher günstige Investitionskosten im Vordergrund standen, dominieren zunehmend Regler, die geringe Betriebskosten gewährleisten.



Derartige Regelsysteme werden nicht mehr über den günstigsten Errichtungspreis ausgewählt, sondern über eine günstige Amortisation.

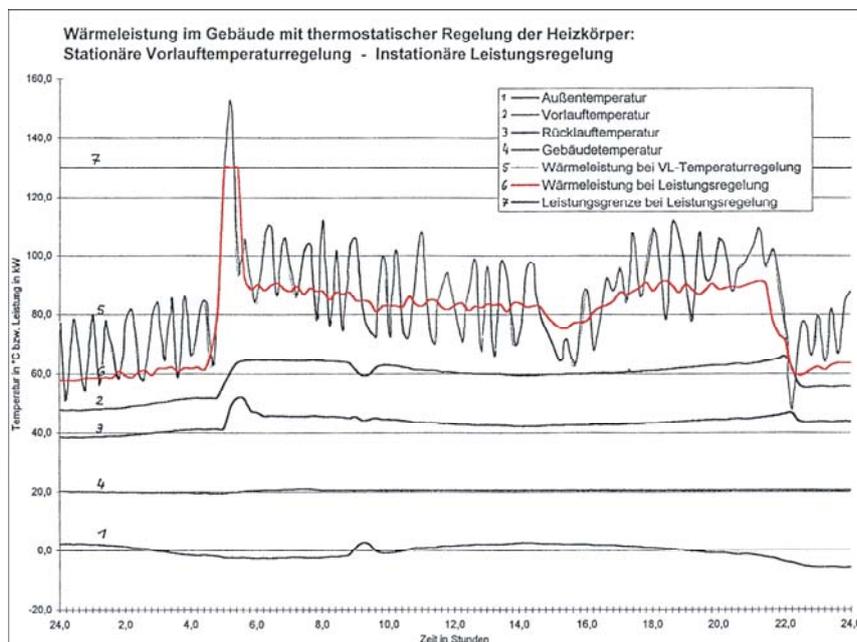
Kritische Betrachtungen der immer noch verbreiteten, temperaturgeführten Regelsysteme und deren Dimensionierung zeigen Vereinfachungsfehler auf, die nicht mehr zu tolerieren sind.

Wärmebedarfsermittlungen auf stationärer Basis führen zu überdimensionierten Anlagen, die dann von diesen Regelsystemen satt mit Wärmeenergie betrieben werden. Mangelnde Transparenz auf Grund fehlender, übersichtlicher Leittechnik verhindert noch dazu die Erkenntnis dieses Zustandes.

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot dt \cdot \text{const}$$

...real instationär - real sinnvoll

Um hier weiter zu kommen, muss man den unbequemeren Weg in die instationäre Erfassung der Betriebszustände und der daraus resultierenden Kosten gehen.

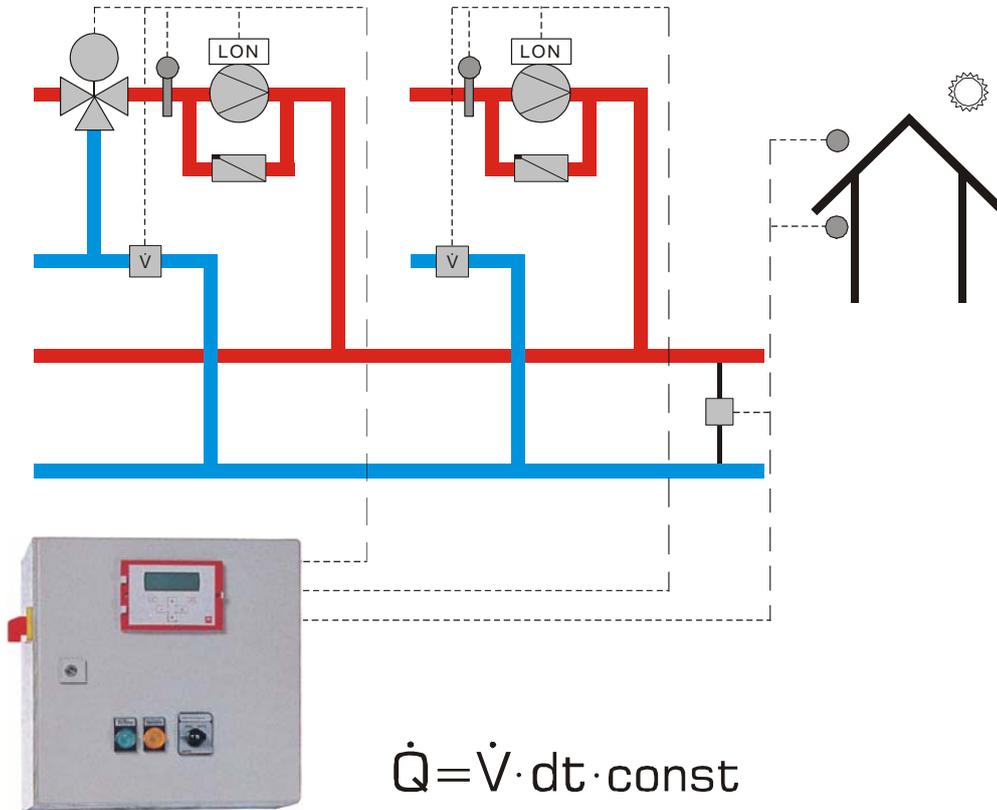


Wärmeenergie effizient verteilen

Verfahren zur Regelung der Wärmeverteilung

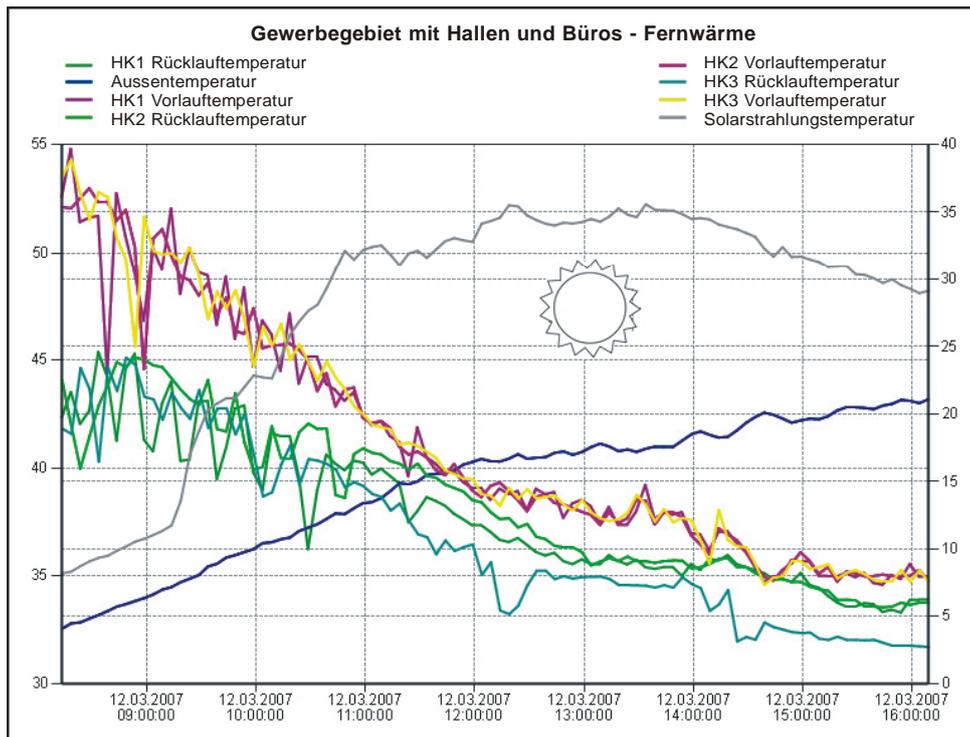
WÄRMEVERTEILUNGSREGLER

www.ener.de



$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot dt \cdot \text{const}$$

...real instationär - real sinnvoll



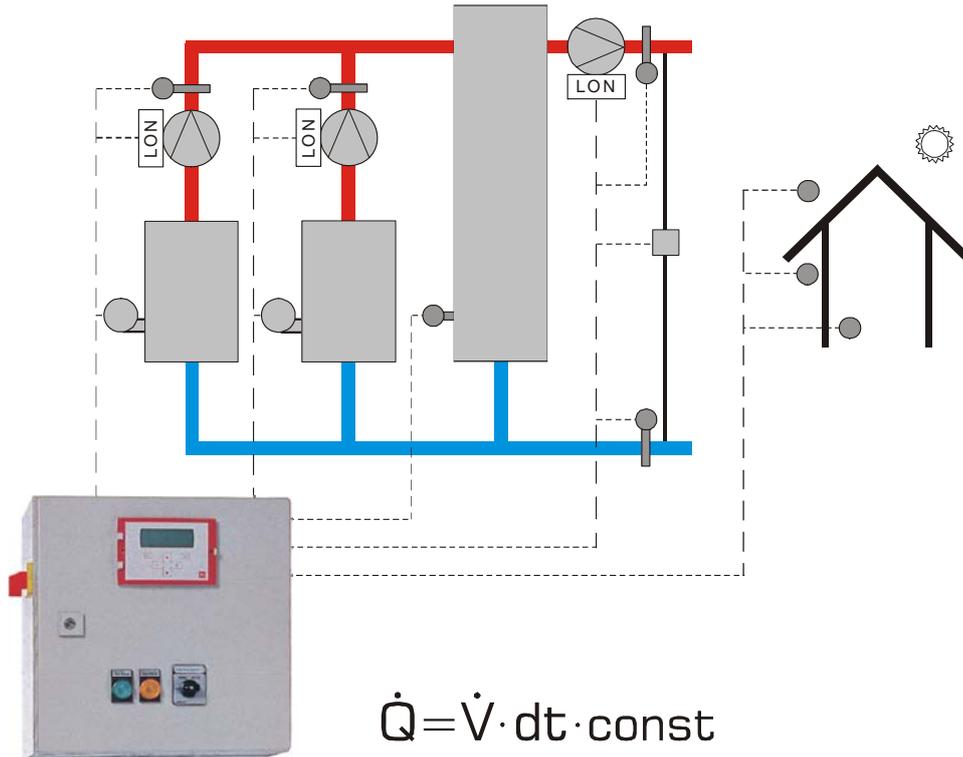
Wärmeenergie effizient erzeugen

Verfahren zur Regelung der Wärmeerzeugungskosten

WÄRMEKOSTENREGLER

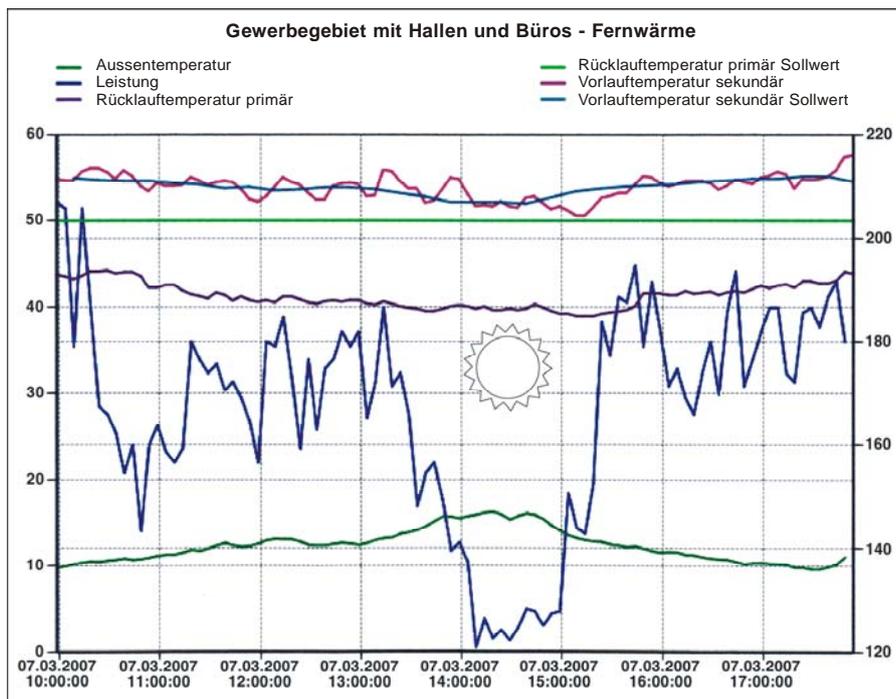
www.ener.de

Die Anwendung der vorgetragenen Technologien für Wärmenutzung und -verteilung sichern uns an dieser Stelle den tatsächlich benötigten Wärmebedarf für den instationären Zustand. Unsere Aufgabe besteht nun darin, diese Wärme effizient zu erzeugen und bei Bedarf zwischen zu speichern.



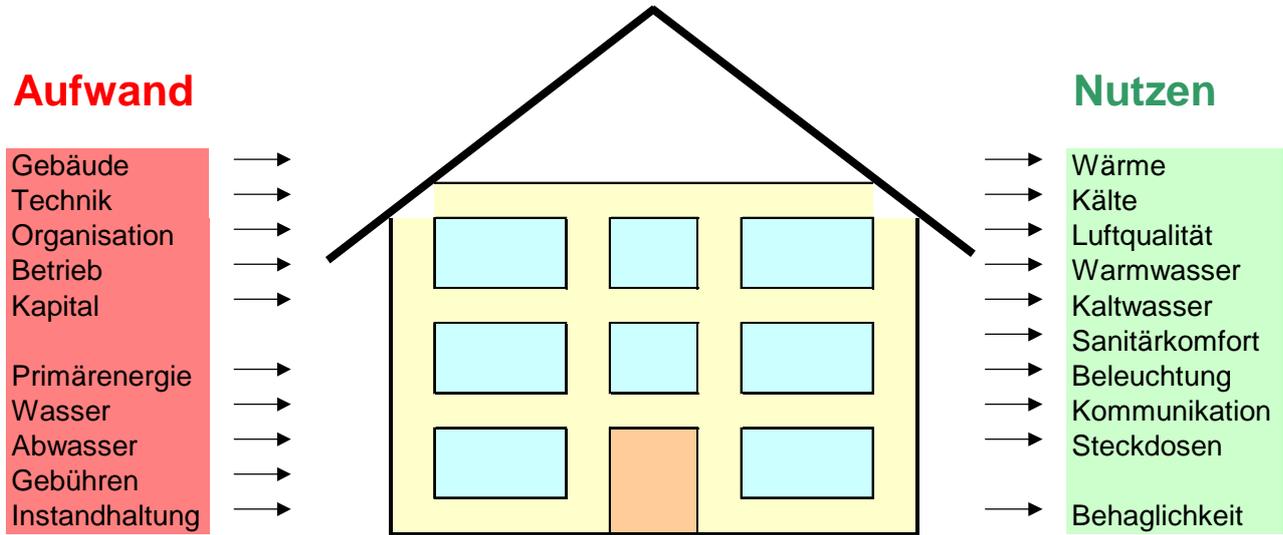
$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot dt \cdot \text{const}$$

...real instationär - real sinnvoll



Ausgangssituation für das Energiemanagement

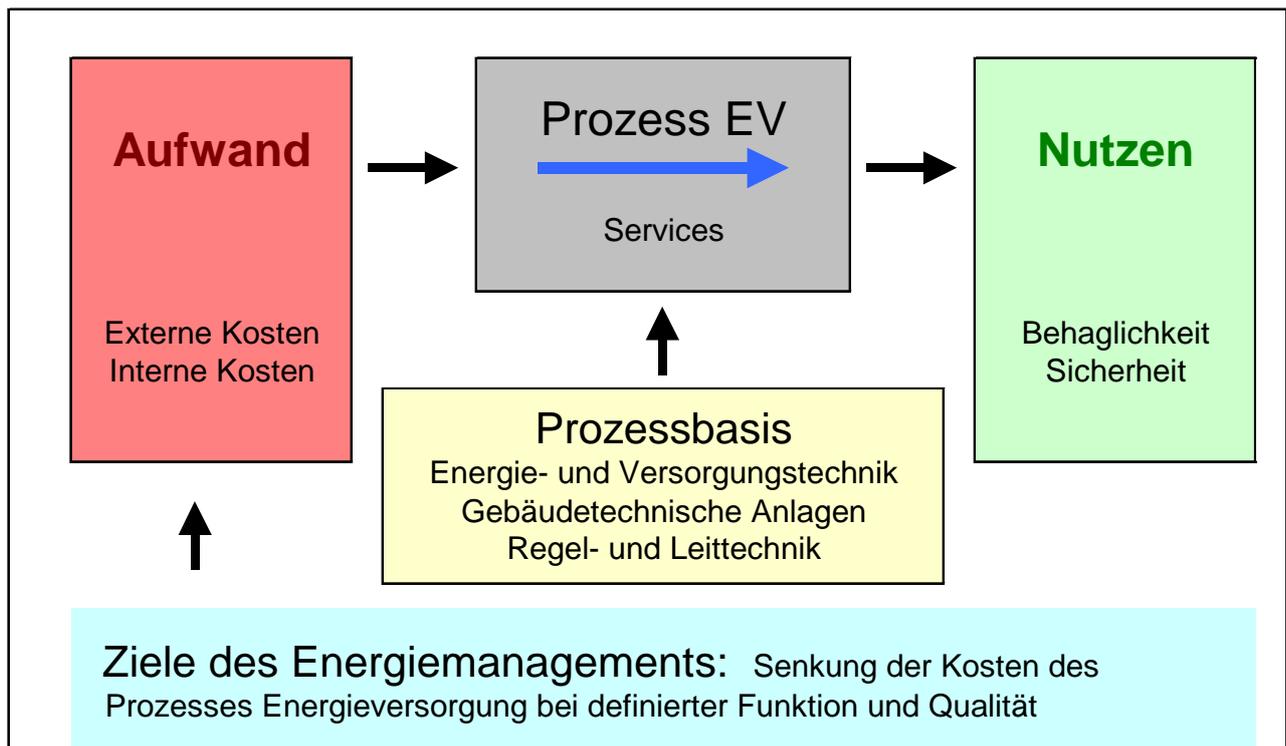
Quelle: Prof. Krimmling



Die allgemeinen Funktionen des Prozesses der Wärmeerzeugung gliedern sich zur Zeit in Regel-technik für vorwiegend Temperaturen und Energiemanagement der Wärmemengen und deren Kosten.

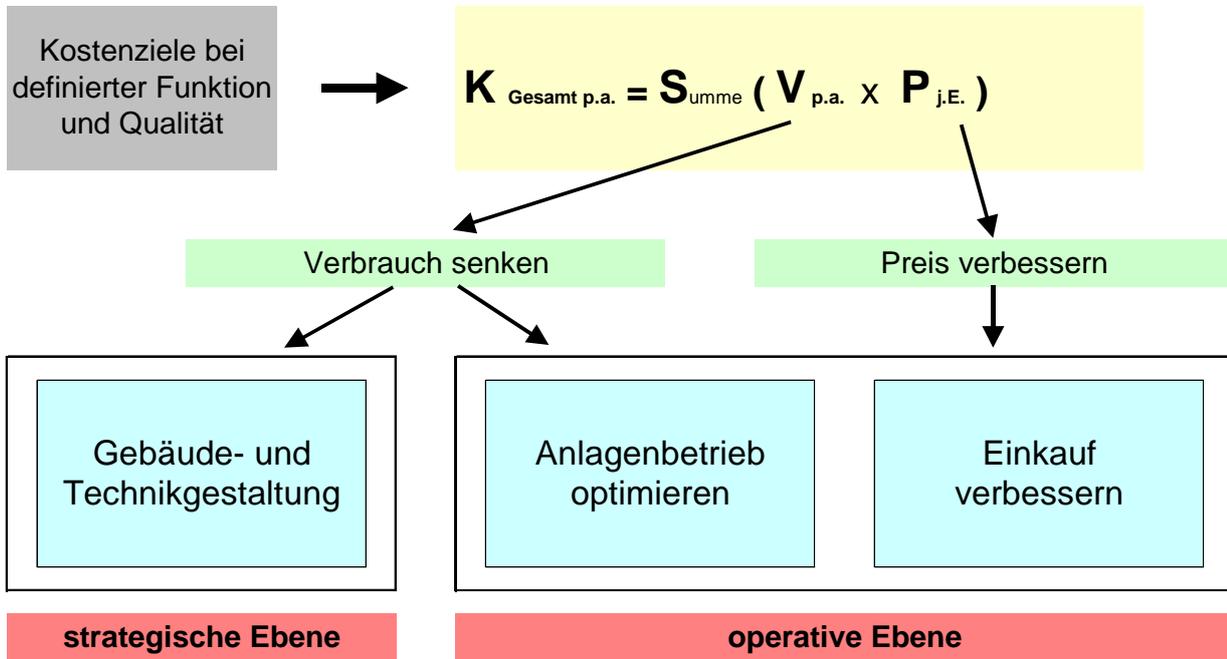
Prozess und Energieversorgung

Quelle: Prof. Krimmling



Allgemeiner Kostensenkungsansatz

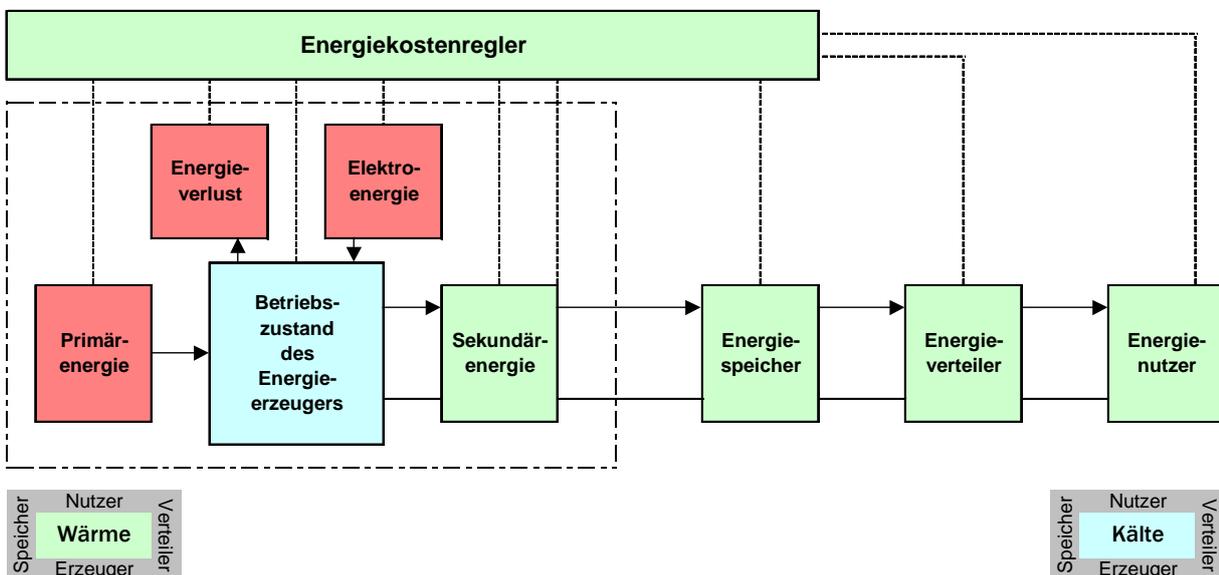
Quelle: Prof. Krimmling



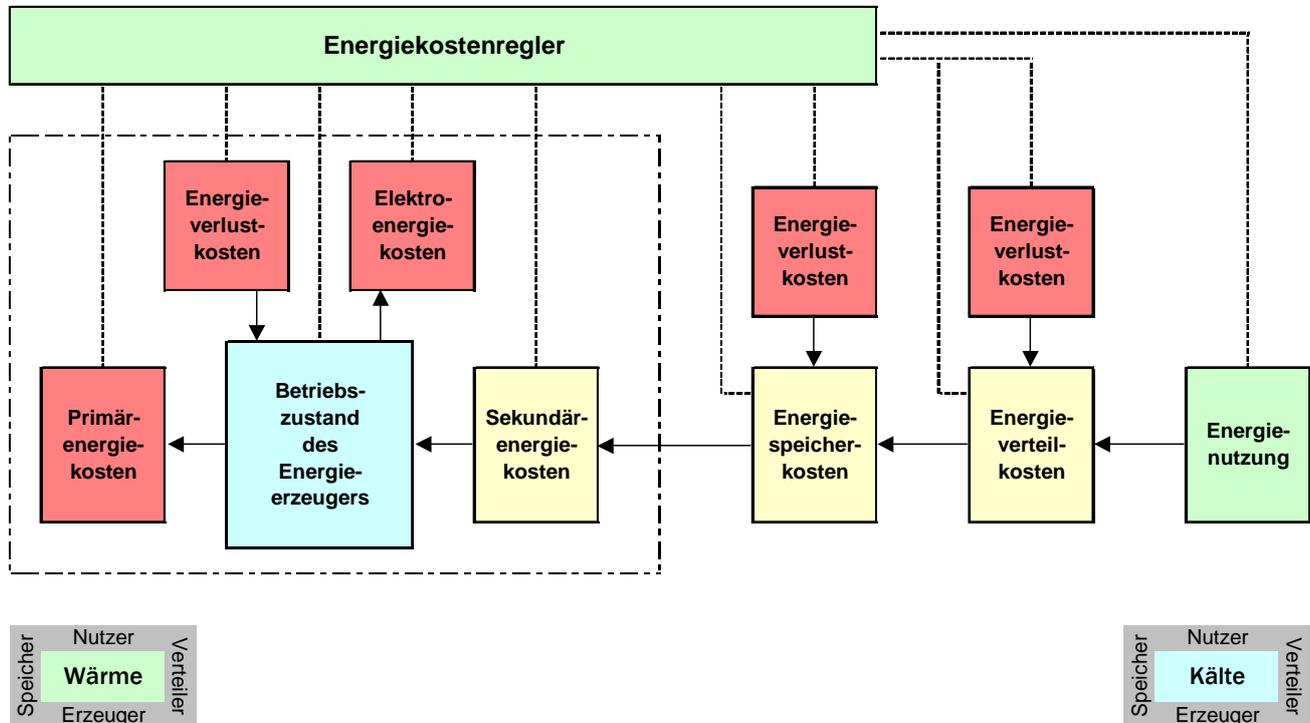
Aus dem allgemeinen Kostensenkungsansatz steht für uns die Aufgabe, den Verbrauch unter Beachtung der Kostenstruktur zu senken. Die Aufgabenstellung für die Regelung weitet sich aus der strategischen Ebene auf die operative Ebene aus. Funktionen des früheren Energiemanagements werden als Regelfunktionen definiert. Über das dadurch mögliche, kontinuierliche Energiemanagement werden Kostensenkungspotentiale erschlossen. Weiterhin wird das dezentrale Energiemanagement für komplexere Aufgaben qualifiziert.

Zur Erfassung der Kostenstruktur in der Wärmeerzeugung müssen ebenso wie in Wärmenutzung und -verteilung die Wärmeflüsse betrachtet werden.

Energiesysteme - Energiefluss



Energiesysteme – Kostenfluss

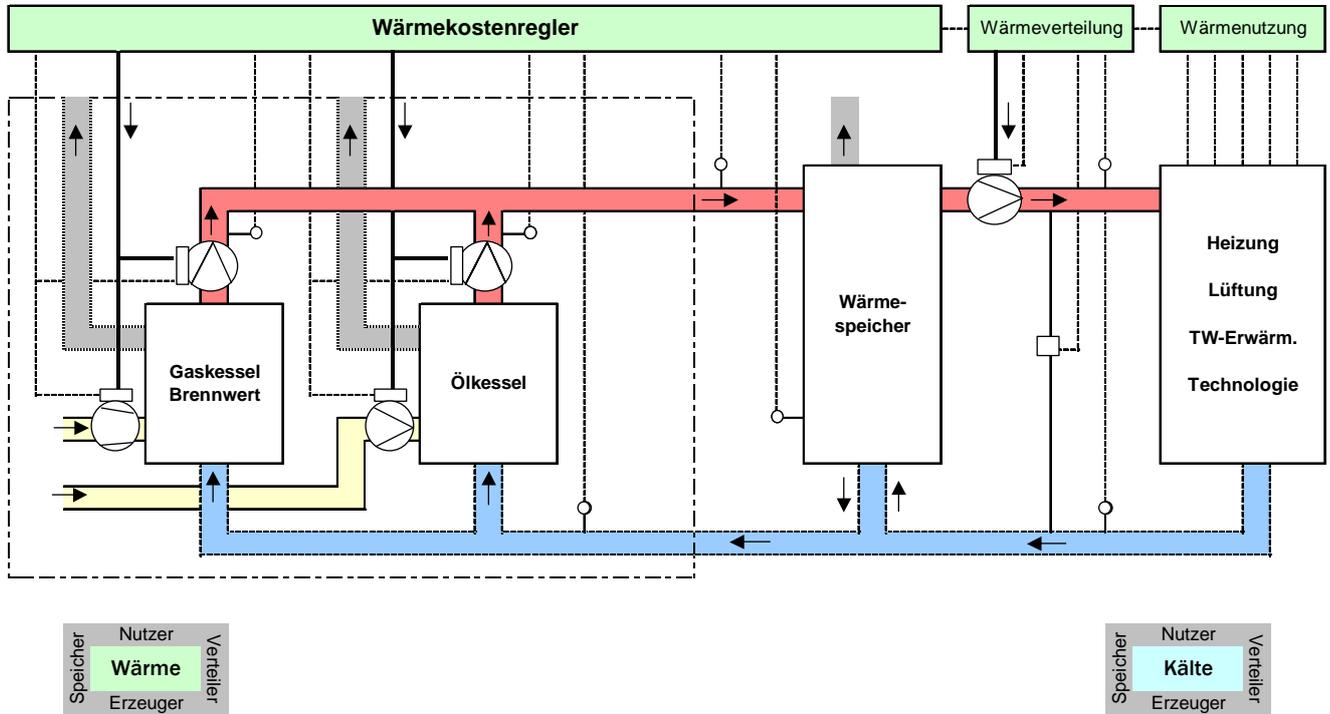


Um den Wärmekostenfluss im Anlagenzustand zu erhalten, werden den Wärmeflüssen die entsprechenden Kosten zugeordnet. Die Aufgabe des Wärmekostenreglers ist es, die geforderte Funktion -Bedarfsgerechte, ausreichende Wärmeerzeugung- mit den geringsten Kosten zu erfüllen. Der zu regelnde Prozess ist hier der Betriebszustand der Wärmeerzeugung. Die Wärmeerzeugung kann über mehrere, technologisch und standortbezogene unterschiedliche Wärmeerzeuger erfolgen. So ist neben den Grundversorgern als Öl-/Gaskessel in Nahwärmenetze beispielsweise die Einbindung von Abwärme aus Stromerzeugern oder Kälteanlagen, von Solarwärme oder Holzkesseln und Wärmepumpen durchaus üblich.

Die Wärmekostenregelung besitzt folgende Grundfunktionen:

- Der aktuelle und zukünftige Wärmebedarf für die Wärmeerzeugung werden aus der Wärmenutzung, der Wärmeverteilung und dem Ladezustand des Speichers ermittelt.
- Für die Bereitstellung des benötigten Wärmestromes wird der kostengünstigste Wärmeerzeuger ausgewählt und in den kostengünstigsten Betriebszustand gestellt.
- Zur bedarfsgerechten Wärmebereitstellung wird der Volumenstrom durch den Wärmeerzeuger geregelt.
- Zur Einhaltung sicherheitsrelevanter Merkmale werden Temperaturen, Drücke und Volumenströme begrenzt.

Wärmeanlage mit Kessel und Wärmekostenregelung – Anlagenblockschema





Kostenstrom Wärmeanlage auf Basis der Wärmeströme und spezifischen Energiekosten

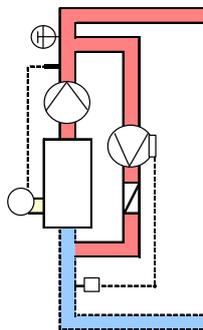
	Primärenergie Brenner	Kessel Abwärme	Sekundärwärme keine Kesselpumpen	keine Energiespeicher	Nahwärmepumpen	Wärmeverteilung	Sekundärwärme nach Verteilung Jahreskosten
Zeitraum	Primärenergie	Primärenergie	Sekundärenergie	Energiespeicher	Energieverteilung	Energieverteilung	Energieverteilung
2009	K' 104,69 €/h	K' 105,89 €/h	K' 106,23 €/h	K' 106,23 €/h	K' 106,23 €/h	K' 114,48 €/h	K' 114,83 €/h
bis	SK 63,3 €/MWh	SK 64,0 €/MWh	SK 83,4 €/MWh	SK 83,4 €/MWh	SK 83,4 €/MWh	SK 89,9 €/MWh	SK 191 €/MWh
2011	Q' 1.655 kW	Q' 1.655 kW	Q' 1.273 kW	Q' 1.273 kW	Q' 1.273 kW	Q' 1.273 kW	Q' 600 kW
Preisentwicklung	63 €/MWh 64 €/MWh		83 €/MWh	83 €/MWh	83 €/MWh	90 €/MWh	191 €/MWh
5							
% / a							
3,0							
a							
Kessel	Hilfs-Energie	Verlust-Energie	Hilfs-Energie	Verlust-Energie	Hilfs-Energie	Verlust-Energie	Kosten Energie/a
t VL/RL	K' 1,14 €/h	K' 24,44 €/h	K' 0,00 €/h	K' 0,00 €/h	K' 8,00 €/h	K' 60,53 €/h	K' 992 T€/a
115 °C	SK 200 €/MWh	SK 64,0 €/MWh	SK 200 €/MWh	SK 83,4 €/MWh	SK 200 €/MWh	SK 89,9 €/MWh	Last 24 h/tg
105 °C	Q' 5,7 kW	Q' 382 kW	Q' 0,0 kW	Q' 0 kW	Q' 40,0 kW	Q' 673 kW	Last 360 tg/a
Netz	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	davon Gas
t VL/RL	K' 0,06 €/h	K' 0,33 €/h	K' 0,00 €/h	K' 0,00 €/h	K' 0,25 €/h	K' 0,35 €/h	K' 905 T€/a
115 °C	NN 10 a	NN 15 a	NN 10 a	NN 15 a	NN 10 a	NN 30 a	davon E-Energie
105 °C	Inv. 5,0 T€	Inv. 42,5 T€	Inv. 0,0 T€	Inv. 0,0 T€	Inv. 21,0 T€	Inv. 90,0 T€	K' 88 T€/a
	Kosten Gas /a	Q _N , Temp., WG	V, Temp., FH	V, Temp., WG	V, Temp., FH	Q _N , Temp., WG	Temp.verluste
	K' 905 T€/a	Q _N 8.300 kW	V 108,8 m³/h	V 0 m³	V 108,8 m³/h	Q _N 8.300 kW	Dt 5 K
	Last 24 h/tg	t 115 105 °C	t 115 105 °C	t 115 105 °C	t 115 105 °C	t 115 105 °C	t 112 108 °C
	Last 360 tg/a	WG 70 %	FH 0,0 bar	WG 98 %	FH 2,8 bar	VE 8 %	

	Primärenergie Brenner	Kessel Abwärme	Sekundärwärme Kesselpumpen	Energiespeicher	Nahwärmepumpen	Wärmeverteilung	Sekundärwärme nach Verteilung Einsparpotential
Zeitraum	Primärenergie	Primärenergie	Sekundärenergie	Energiespeicher	Energieverteilung	Energieverteilung	Energieverteilung
2009	K' 85,90 €/h	K' 86,90 €/h	K' 87,24 €/h	K' 87,86 €/h	K' 87,95 €/h	K' 89,43 €/h	K' 89,79 €/h
bis	SK 63,3 €/MWh	SK 64,0 €/MWh	SK 77,1 €/MWh	SK 77,6 €/MWh	SK 79,2 €/MWh	SK 80,5 €/MWh	SK 153 €/MWh
2011	Q' 1.358 kW	Q' 1.358 kW	Q' 1.132 kW	Q' 1.132 kW	Q' 1.111 kW	Q' 1.111 kW	Q' 585 kW
Preisentwicklung	63 €/MWh 64 €/MWh		77 €/MWh	78 €/MWh	79 €/MWh	81 €/MWh	153 €/MWh
5							
% / a							
3,0							
a							
Kessel	Hilfs-Energie	Verlust-Energie	Hilfs-Energie	Verlust-Energie	Hilfs-Energie	Verlust-Energie	Einsparpotential
t VL/RL	K' 0,95 €/h	K' 14,48 €/h	K' 0,60 €/h	K' 1,63 €/h	K' 1,42 €/h	K' 42,33 €/h	K' 216 T€/a
110 °C	SK 200 €/MWh	SK 64,0 €/MWh	SK 200 €/MWh	SK 77,6 €/MWh	SK 200 €/MWh	SK 80,5 €/MWh	K' 22 %
90 °C	Q' 4,7 kW	Q' 226 kW	Q' 3,0 kW	Q' 21 kW	Q' 7,1 kW	Q' 526 kW	davon Gas
Netz	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	Abschreibung	K' 162 T€/a
t VL/RL	K' 0,06 €/h	K' 0,33 €/h	K' 0,02 €/h	K' 0,09 €/h	K' 0,05 €/h	K' 0,35 €/h	K' 18 %
110 °C	NN 10 a	NN 15 a	NN 10 a	NN 15 a	NN 10 a	NN 30 a	davon E-Energie
70 °C	Inv. 5,0 T€	Inv. 42,5 T€	Inv. 2,0 T€	Inv. 12,0 T€	Inv. 4,6 T€	Inv. 90,0 T€	K' 54 T€/a
	Kosten Gas /a	Q _N , Temp., WG	V, Temp., FH	V, Temp., WG	V, Temp., FH	Q _N , Temp., WG	K' 62 %
	K' 742 T€/a	Q _N 8.300 kW	V 48,4 m³/h	V 10 m³	V 47,5 m³/h	Q _N 8.300 kW	Temp.verluste
	Last 24 h/tg	t 110 90 °C	t 110 90 °C	t 110 90 °C	t 110 90 °C	t 110 70 °C	t 105 75 °C
	Last 360 tg/a	WG 80 %	FH 0,5 bar	WG 98 %	FH 1,5 bar	VE 6 %	Dt 9 K

50 Jahre Kesselregelung - Funktionsnachteile

Kesselkreis 1950
Vorlauftemperaturregelung über Luftsteuerung am Brenner

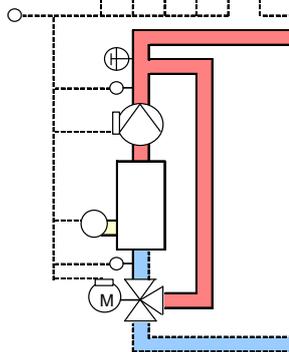
Direkte Regelung über Regler ohne Hilfsenergie



Kesselkreis 2000
Vorlauftemperaturregelung über gestuften/stetigen Brenner

geführt von Außentemperatur oder Temperaturanforderung

DDC	SS						
	DE						
	DA	2	3	1			
	AE		1		1	1	
AA							



Ziel

Bedarfsgerechte Wärme hinsichtlich Leistung, Vorlauftemperatur und Differenzdruck mit den geringsten Kosten erzeugen

Ausführung

1. VL-Temperaturregelung für nutzungsbedingte Wärmeleistung über die Brennerlaufzeit
2. Differenzdruckerzeugung über die Drehzahl der Pumpe

Ergebnis

Die Kosten für die sekundäre Wärmeenergie sind zu hoch. Warum?

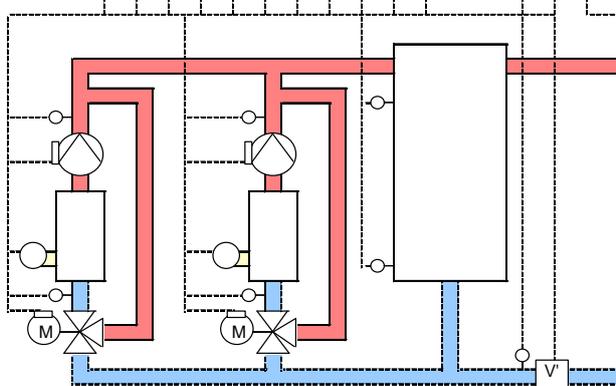
1. Der **Wirkungsgrad** der Energieumwandlung ist schlecht, weil
 - die Brennerlaufzeiten zu kurz sind
 - der Betriebszustand von der Nutzung diktiert wird
2. Die **Investitionskosten** sind zu hoch, weil
 - die Wärmeleistungen überdimensioniert sind
 - die Volumenströme auf Grund zu geringer Temperaturspreizungen überdimensioniert sind
3. Die **Betriebskosten** sind zu hoch, weil
 - hohe Volumenströme viel El.-Energie benötigen
 - zu große Anlagen zu hohe Unterhaltskosten erzeugen

Wärmekostenregelung - Funktionsvorteil

Wärmeerzeuger mit Wärmekostenregelung
über wirkungsgrad- und anforderungsgeführter Leistungsstellung

Bedarfsgerechte Wärmeerzeugung durch VL-Temperaturregelung über Volumenstromstellung und Trennung von Wärmeerzeugung und -nutzung über Energiespeicher

DDC	SS		1		1			1	1
	DE								
	DA	2	1	1	1	2	1	1	1
	AE		1	1	1	1	1	2	1
AA									



Ziel

Bedarfsgerechte Wärme hinsichtlich Leistung, Vorlauftemperatur und Differenzdruck mit den geringsten Kosten erzeugen

Ausführung

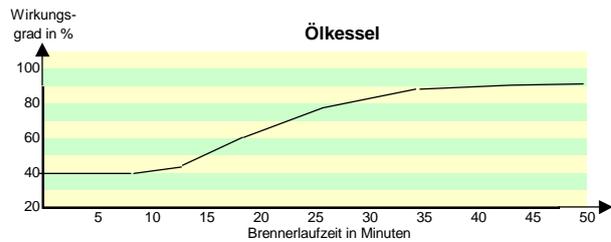
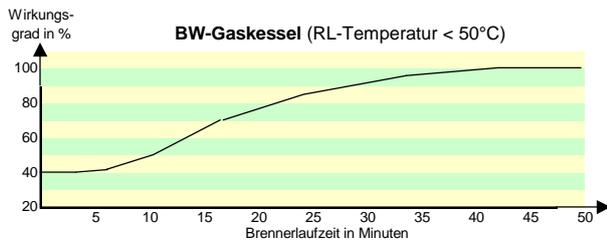
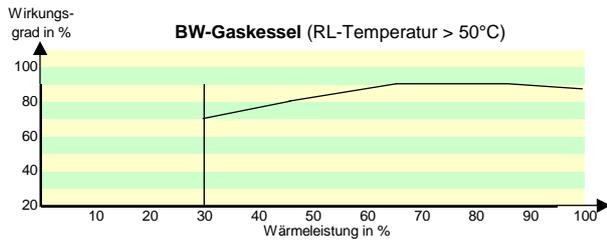
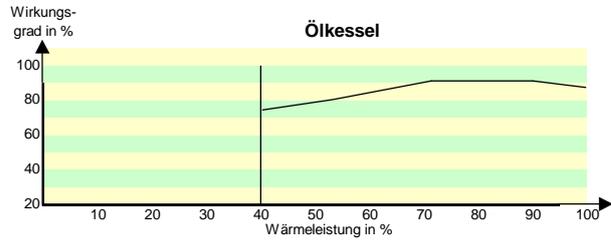
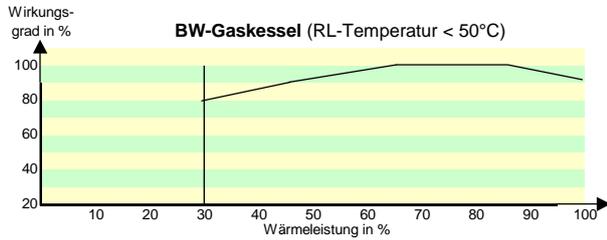
Bedarfsgerechte Wärme hinsichtlich Leistung, Vorlauftemperatur und Differenzdruck weitestgehend mit den geringsten Kosten erzeugen

Ergebnis

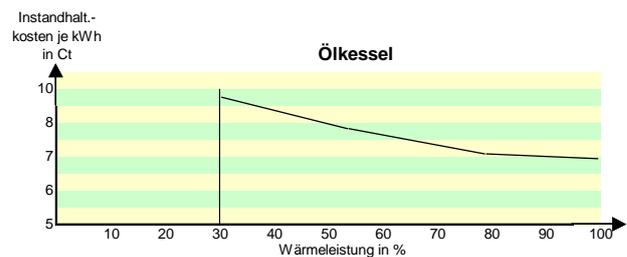
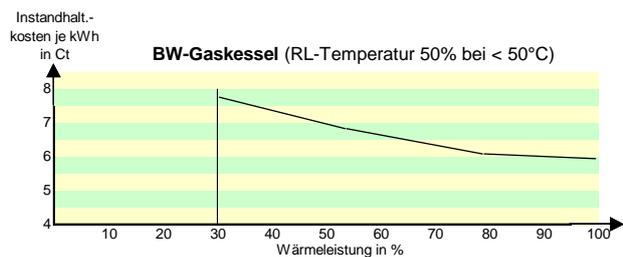
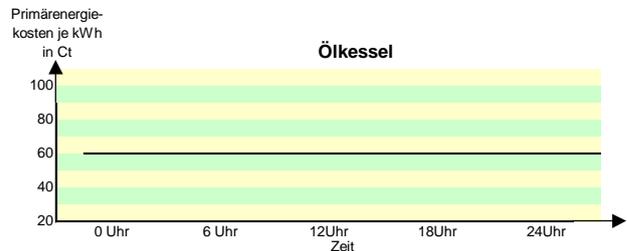
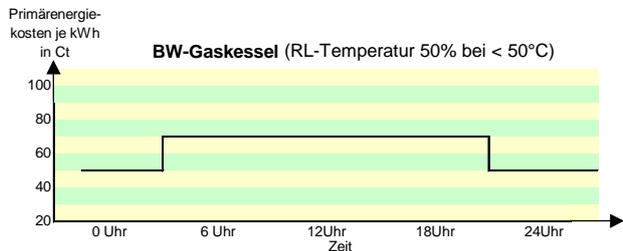
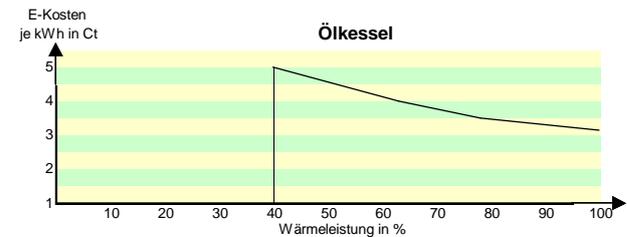
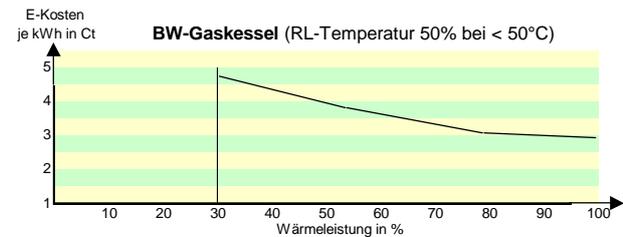
Die Kosten für die sekundäre Wärmeenergie sind nah am Optimum. Warum?

1. Der **Wirkungsgrad** der Energieumwandlung ist gut, weil die Brennerlaufzeiten lang sind und der Betriebszustand vom Wirkungsgrad und der Leistungsanforderung geführt wird
2. Die **Investitionskosten** sind richtig, weil die Wärmeleistung dem Gebäudebedarf entspricht und die Volumenströme auf Grund hoher Temperaturspreizungen gering sind
3. Die **Betriebskosten** sind angemessen, weil geringe Volumenströme sehr wenig Elektroenergie benötigen und passende Anlagen mit akzeptablen Unterhaltskosten auskommen

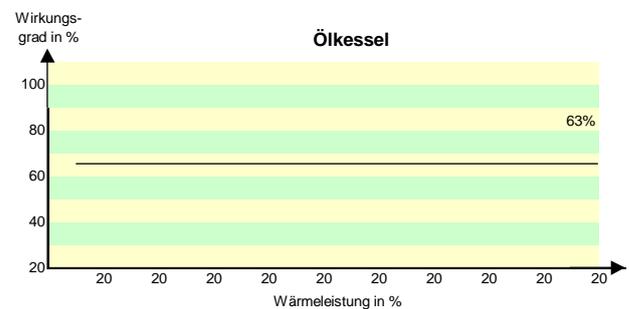
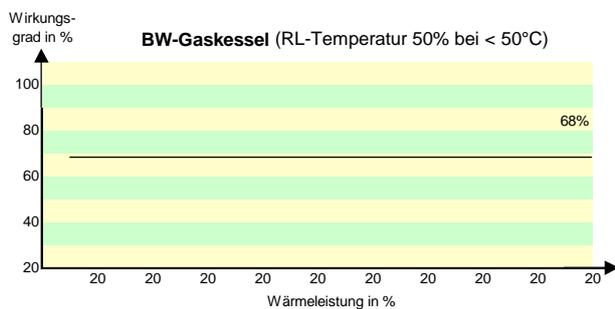
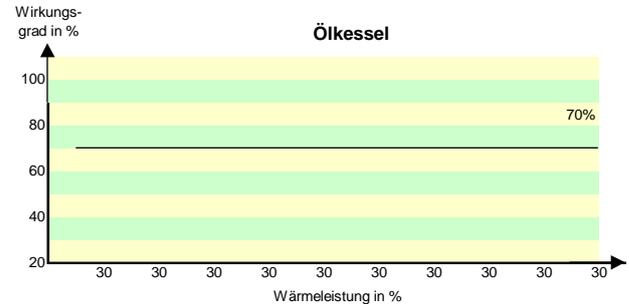
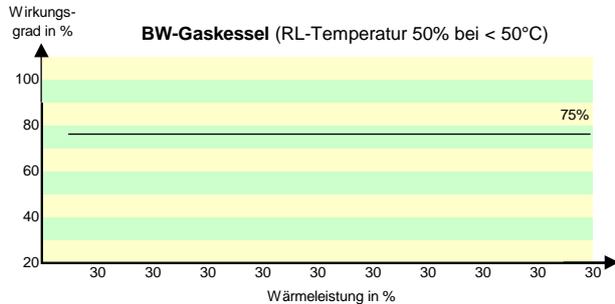
Wärmesysteme mit Kessel – Wirkungsgrad



Wärmesysteme mit Kessel – Primärenergieverbrauch



Wärmesysteme mit Kessel – Wirkungsgrad



Damit ist auch offensichtlich, dass die unterschiedlichen Wärmequellen dem Netz Wärme mit sehr unterschiedlichen Kosten bereitstellen. Weiterhin ist die Frage nach „bedarfsgerechter Wärme hinsichtlich der Temperaturen“ zu beachten.

Die Kosten der sekundären Wärme sind unsere Regelgröße! Um die Regelung zu komplettieren brauchen wir:

- den „Sensor für den Istwert der Kosten“
- den „Sollwert für die Kosten“
- den „Aktor zur Stellung der Kosten“.

Der Sensor - also die Ermittlung der Kosten erfolgt über die Summe der Einzelkosten am Prozess. Die Primärenergiekosten werden durch den Einkauf festgelegt. Die Wärmeverluste ebenso wie der weitere Hilfsenergiebedarf während des Prozesses werden über wärmeerzeugerspezifische Kennlinien ermittelt. Als Ergebnis stehen die spezifischen Kosten der sekundären Wärmeenergie.

Der Sollwert bildet sich über den instationären Wärmebedarf der Wärmenutzung. Er kann direkt von dort gefordert oder über Funktionen nachgebildet werden.

Der Aktor zur Stellung der Kosten ist:

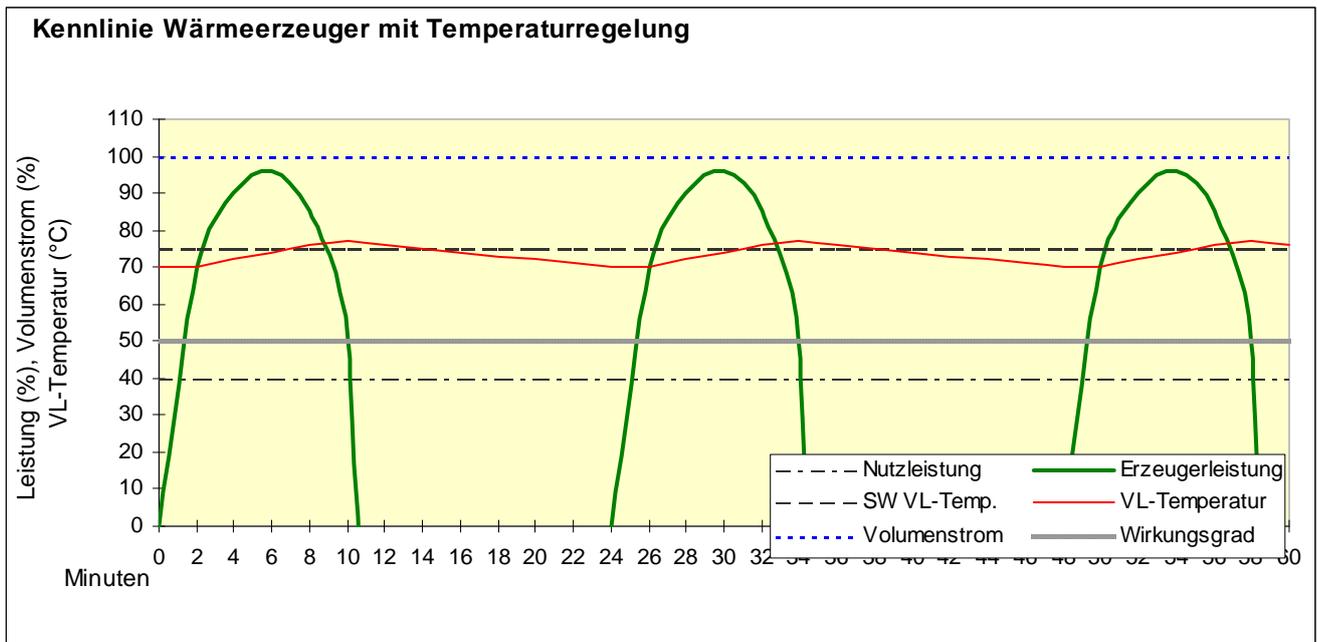
1. die Auswahl des kostengünstigsten Wärmeerzeugers
2. die Leistungsstellung in den kostengünstigsten Betriebszustand dieses Wärmeerzeugers.

Zu beachten ist dabei die Erzeugung bedarfsgerechter Wärme hinsichtlich der Temperaturen.

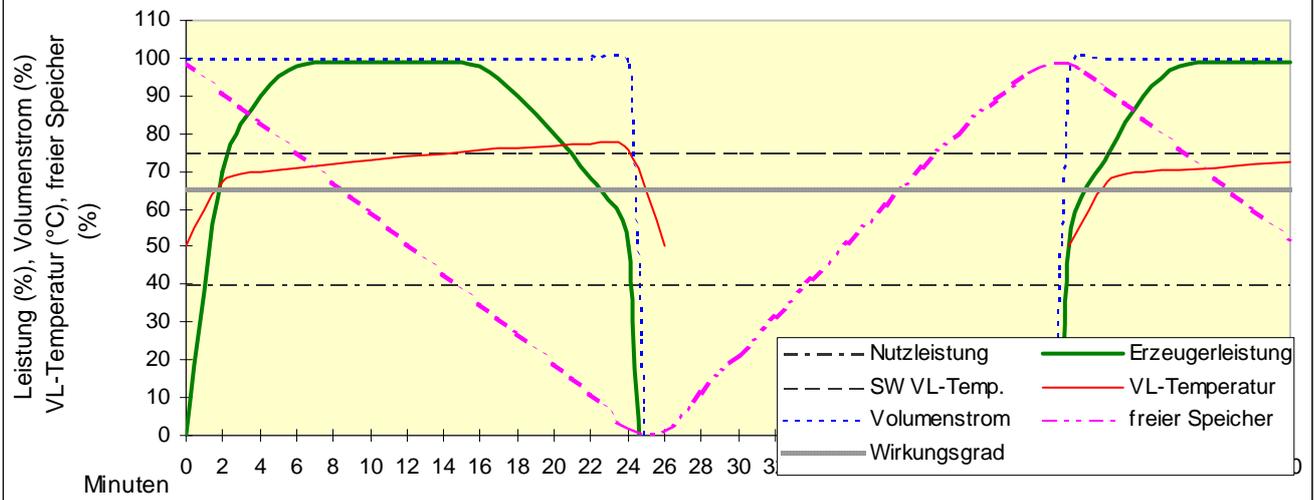
Funktionskennlinien von Wärmeerzeugern im Schwachlastbetrieb

WE mit stetiger Leistungsstellung im Bereich 50-100%, Wärmenutzung im Schwachlastbereich bei 40% der WE-Nennleistung

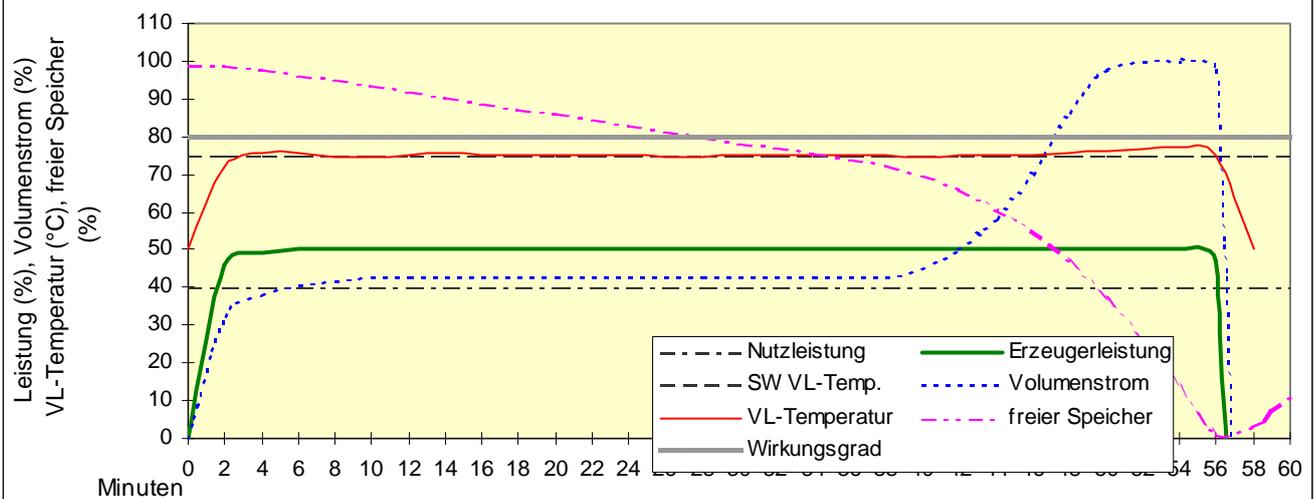
Um kostengünstige Betriebszustände der Wärmeerzeuger zu ermöglichen, erfolgt oft im Sinne der Optimierung des gesamten Wärmesystems eine Trennung zwischen Wärmebedarf und -erzeugung mittels Speicher. Dieser Energiespeicher wird hinsichtlich seiner kostensenkenden und -erhöhenden Eigenschaften Bestandteil der Wärmekostenregelung. Insbesondere bei Wärmeanlagen mit hohen Differenzen zwischen Voll- und Schwachlast oder bei Nutzern mit pulsierenden Wärmeströmen wirken Energiespeicher kostensenkend. In der energetischen Sanierung sind Energiespeicher besonders wichtig, wenn unangepasste Wärmeerzeuger belassen werden. Sinnvoll nutzen kann man sie über die Einbindung in den gesamten Prozess der Wärmeanlage.



Kennlinie Wärmeerzeuger mit Speicher und Temperaturregelung

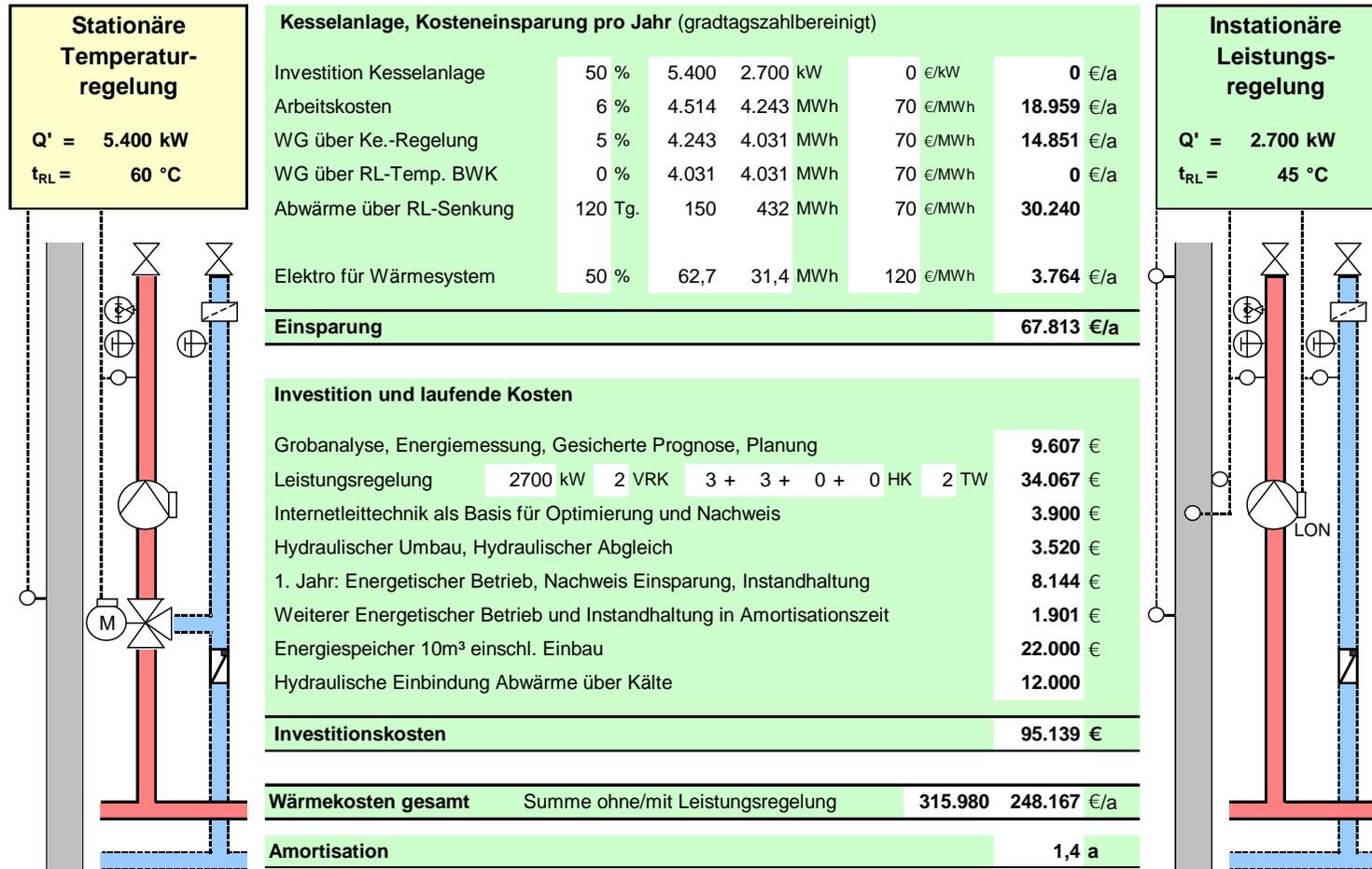


Kennlinie Wärmeerzeuger mit Speicher und Wärmekostenregelung



Betriebskostenreduzierung bei Einsatz von Leistungsreglern im Bestand

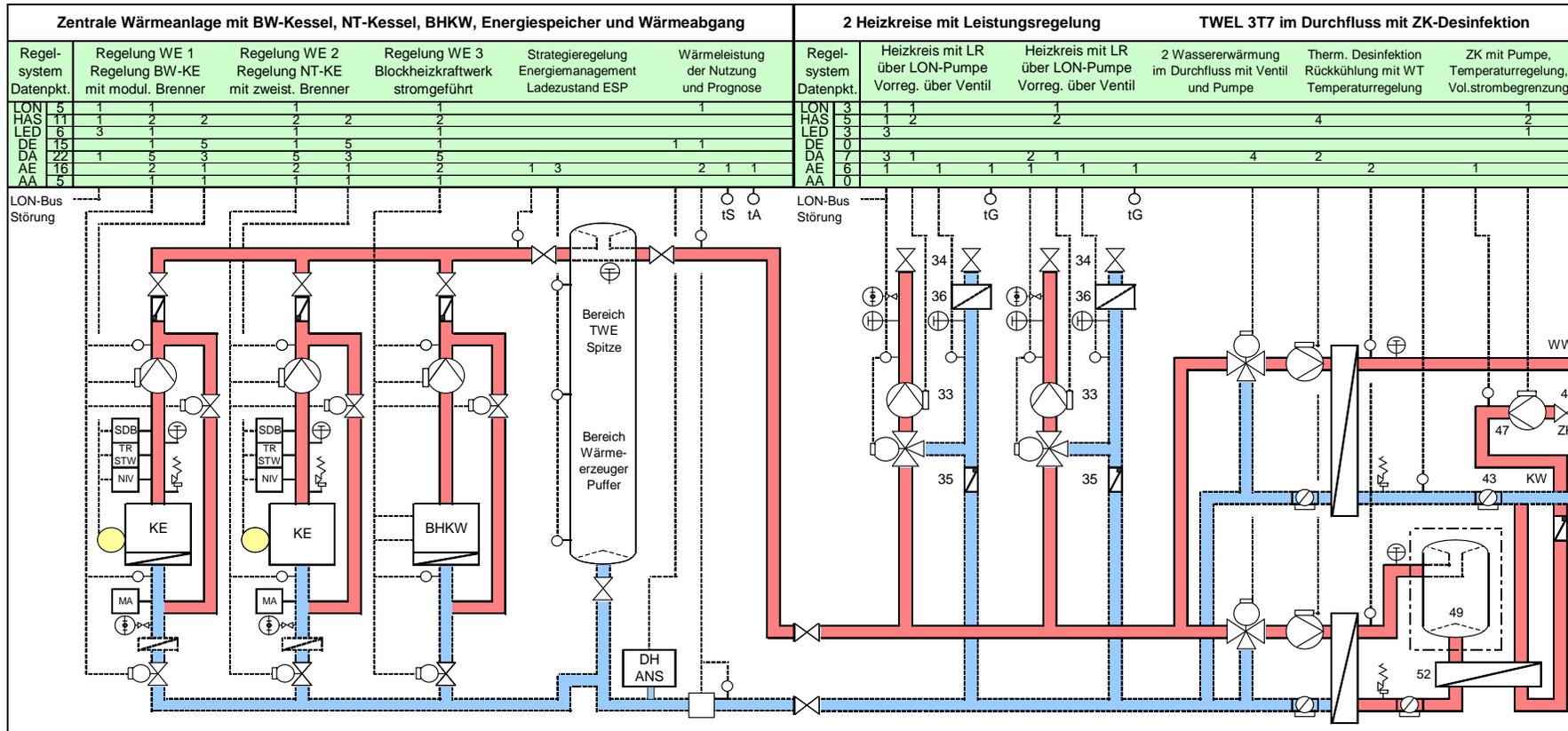
Logistikzentrum für Großhandel (Hallen und Büros), Ölpreis mit 0,6 Ct/l, Jahres-WG vor Umbau 75%



Über die Technologie der Wärmekostenregelung erschließbare Kostensenkungspotentiale in Wärmeanlagen sind ausreichend vorhanden. Amortisationsrechnungen an konkreten Objekten zeigen kurze Zeiten von unter drei Jahren. Um Investitionen richtig vorzubereiten, sind zur Erfassung des instationären Wärmebedarfs in Bestandsanlagen Messungen sinnvoll. Auf Basis der Messung kann eine gesicherte Prognose zur Einsparung und Amortisation erfolgen. Im Neubau muss man sich an Einspareffekten in vergleichbaren Objekten oder Prozessen orientieren. Neue Richtlinien zur energetischen Bewertung werden auf Abschläge für die Wärmeleistung bei Einsatz von Wärmestromreglern auf instationärer Basis hinweisen.

Regelsystem varecon® wkr

In der praktischen Gebäudetechnik sind als Wärmenutzer vorwiegend Heizung, Lüftung und Trinkwassererwärmung vorhanden. Der instationäre Wärmebedarf dieser Nutzer, optimiert über das dezentrale Energiemanagement, wird über die Wärmeverteilung aus dem Energiespeicher gesichert. Zusätzlich erfolgt eine Prognose über den zukünftigen Bedarf. Der Wärmebedarf des Energiespeichers wird von der Wärmeerzeugung kostengünstig gesichert.



1. **Regelung** der Wärmeerzeugungskosten über Wärmeerzeuger auf Basis des instationären Betriebszustandes, der Energiespeicher und der Nutzwärmeleistung, Regelung der Vorlauftemperatur über Volumenstrom mit LON-Pumpen und Klappen
2. **Regelung** der Kessel mit Brennern modular oder stufig, Ausgang für Leistungssteuerung
3. **Regelung** der Heizkreise über Leistung auf Basis des instationären Wärmebedarfs, Trinkwassererwärmung im Durchfluss mit stetiger Desinfektion der Zirkulation

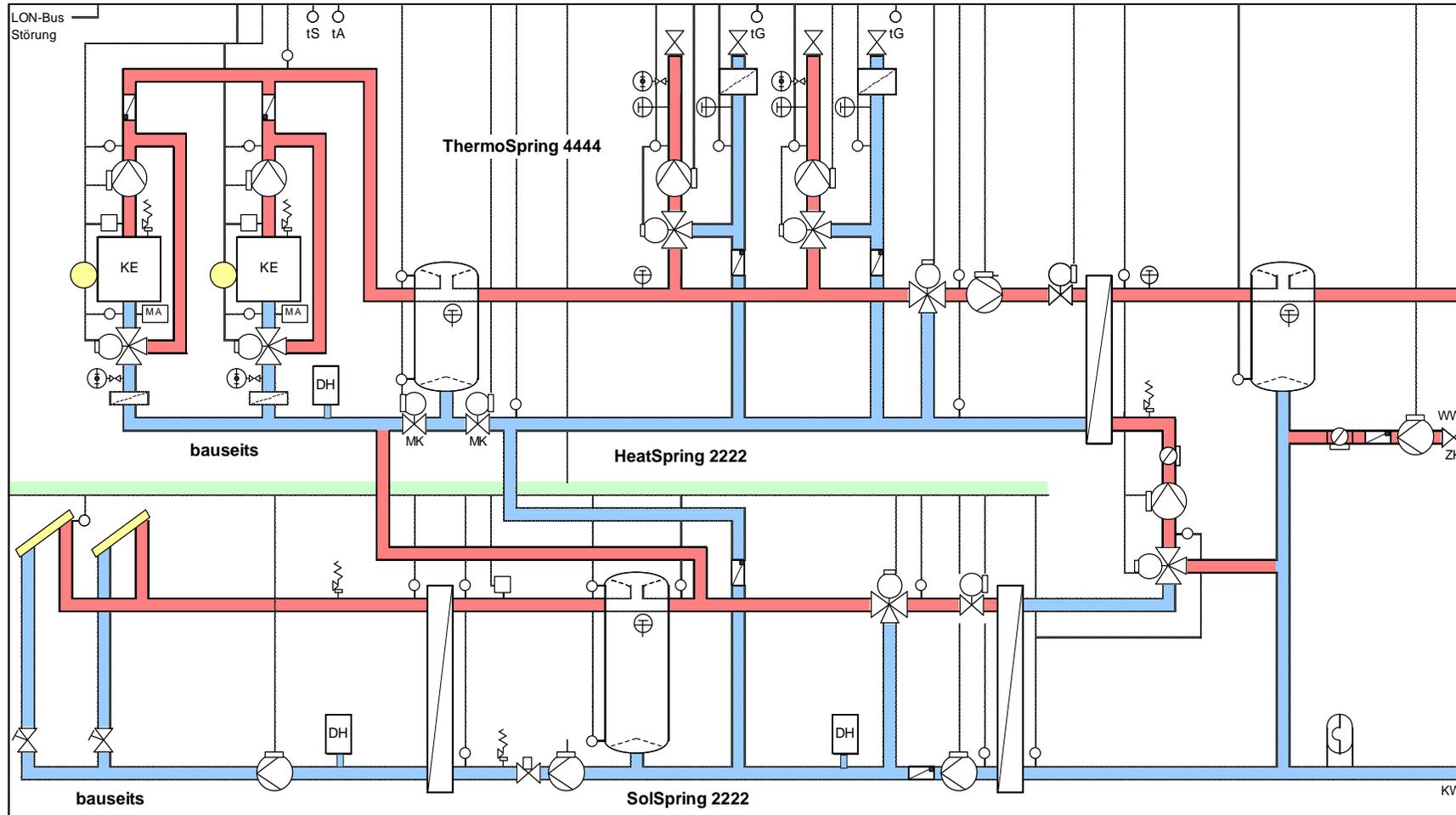
Für die Dimensionierung derartiger Anlagen werden die Wärmeleistungen, Volumenströme, Drücke, Temperaturen und Nutzungsverhältnisse benötigt. Dimensioniert werden diese komplexen Anlagen in den Grenzzuständen über Simulationsprogramme. Grenzzustände sind maximale und minimale Anforderungen an die physikalischen Parameter. Aus diesen Anforderungen errechnen sich die konkreten Wärmeerzeuger, Speicher, Pumpen, Ventile und Rohrenweiten. Weiterhin entstehen die Grundlagen für den hydraulischen Abgleich.

Nr.	Nr.	Typ TWEL 3T7 L480 L137 R300				10.04.2007	
VAREC® TWEL7	Vorregelung TWE Spitze / Nenn	TW-Erwärmung Spitze	TW-Erwärmung Nenn	Vorregelung ZWE	ZW-Erwärmung	ZW-Desinfekt. Rückkühlung	
TWE Nenn+ZK VT (kW, m³/h, %) Q' Ges. 137 V' Ges. 3,5 dt 34 Q' Anteil 50	Q'S 480 kW V' 9,1 m³/h dt 45 K DN 50 mm	Q' 480 kW V' 11,7 m³/h dt 35 K DN 50 mm	Q' 132 kW V' 3,2 m³/h dt 35 K DN 32 mm	Q' 6 kW V' 1,0 m³/h dt 5 K DN 20 mm	Q' 6 kW V' 1,0 m³/h dt 5 K DN 20 mm	Q' 12 kW V' 1,0 m³/h dt 10 K DN 20 mm	Q' 12 kW V' 1,0 m³/h dt 10 K DN 20 mm
TWE Spitze VT (kW, m³/h, %) Q' Ges. 486 V' Ges. 9,1 dt 46 DN 50 Q' Anteil 100	Q'N 132 kW V' 2,5 m³/h dt 45 K DN 25 mm	Q' 480 kW V' 9,2 m³/h dt 45 K DN 50 mm	Q' 132 kW V' 3,0 m³/h dt 38 K DN 32 mm	Q' 6 kW V' 1,0 m³/h dt 5 K DN 20 mm	Q' 6 kW V' 1,0 m³/h dt 5 K DN 20 mm	Q' 12 kW V' 1,0 m³/h dt 10 K DN 20 mm	Q' 12 kW V' 1,0 m³/h dt 10 K DN 20 mm
ZWE VT (kW, m³/h, %) Q' Ges. 6 V' Ges. 1,0 dt 5 DN 20 Q' Anteil 50	M-Ventil für TWE V' 2,5 m³/h kv 40,0 bar dp 0,00 bar	M.pkt. (m³/h, °C) ZK 1,0 60 KW 8,2 10 MW 9,2 15	M.pkt. (m³/h, °C) ZK 1,0 60 KW 3,0 10 MW 4,0 23	M-Ventil für ZWE V' 1,0 m³/h kv 6,3 bar dp 0,03 bar	Wärmetauscher dpp 0,15 bar dps 0,15 bar	Wärmetauscher dpp 0,15 bar dps 0,15 bar	Reaktor ZWE V 300 250 Zeit 15,0 Min dp 0,02 bar
VT/Nenn/ Somm. Prim. 75 41 Sek. 75 41 dp 0,20 bar	t Vor. Nenn (°C) Prim. 75 30 Sek. 65 30 dp 0,20 bar	t Spitze (°C) Prim. 65 30 Sek. 60 15 dp 0,20 bar	t Nenn (°C) Prim. 65 30 Sek. 60 23 dp 0,20 bar	t Vor. Nenn (°C) Prim. 75 70 Sek. 75 70 dp 0,20 bar	Pumpe ZWE 0-10 MA 25-60 V' 1,0 m³/h FH 0,38 bar	Pumpe ZWE 0-10 MA 25-60 V' 1,0 m³/h FH 0,38 bar	ZK-Pumpe LON MA 25-80 B V' 1,0 m³/h FH 0,77 bar
					t ZK-VL/RL (°C) Prim. 75 70 Sek. 70 65 dp 0,20 bar	t Rückk. (°C) Prim. 70 60 Sek. 65 55 dp 0,20 bar	

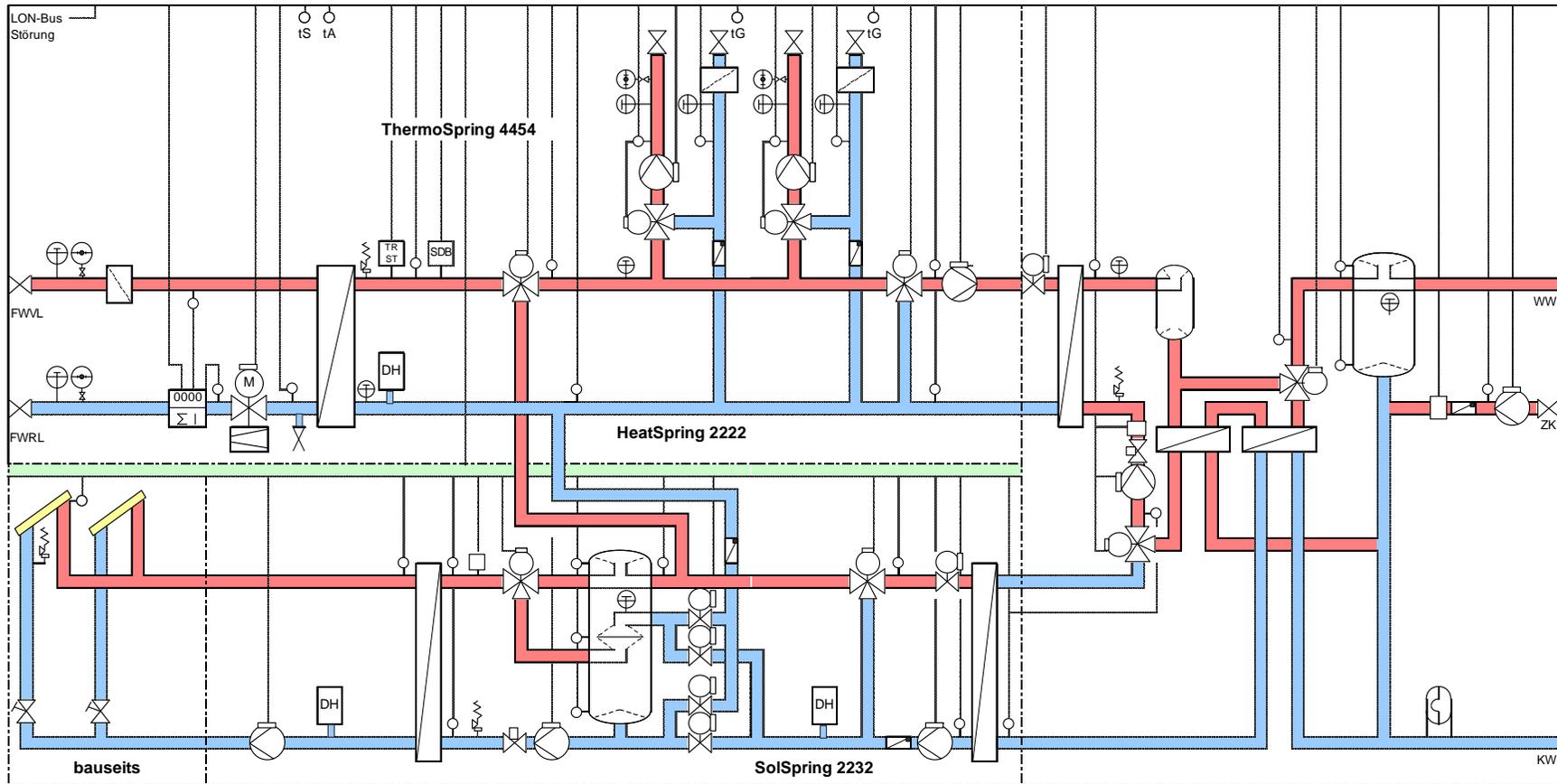
Proj.: Nr.		Muster		Typ 3WE 2KE L280 1BH L036 2xE1500				10.04.2007
VAREC® FD 3T1	DDC	Kessel 1	Kessel 2	BHKW-WT	Sammler Verteiler	E-Speicher 1 Reihenschalt.	E-Speicher 2 Reihenschalt.	
Wärmeerzeuger Kessel 1	LON 5	Q'p 280 kW WG 0,90 % Q'p 47 % dp 0,15 bar	Q'p 280 kW WG 0,90 % Q'p 47 % dp 0,15 bar	Q'p 36 kW WG 1,00 % Q'p 7 % dp 0,15 bar	Q's 539 kW V ' 15,7 m³/h dt 29 K DN 65 mm	Lade- / Entlade- V ' 15,7 m³/h V ' 7,4 m³/h DN 40 mm	Lade- / Entlade- V ' 15,7 m³/h V ' 7,4 m³/h DN 40 mm	
Q' max 280 Q' min 84 V' max 8,2 V' min 2,4 t VL 75 t RL 46 t RL min 20	HAS 11	Q's 252 kW V ' 7,3 m³/h dt 29 K DN 40 mm	Q's 252 kW V ' 7,3 m³/h dt 29 K DN 40 mm	Q's 36 kW V ' 1,0 m³/h dt 29 K DN 20 mm	Q' 539 kW V ' 15,7 m³/h dt 29 K DN 65 mm	Spitzenvol.strom V ' 23,1 m³/h dt 29 K DN 65 mm	Spitzenvol.strom V ' 23,1 m³/h dt 29 K DN 65 mm	
Kessel 2	LED 6				Begrenzer Typ V ' 15,7 m³/h FH 0,10 bar	Energiespeicher V 1500 1230 Q 42 kWh dp 0,05 bar	Energiespeicher V 1500 1230 Q 42 kWh dp 0,05 bar	
Q' max 280 Q' min 140 V' max 8,2 V' min 4,1 t VL 75 t RL 46 t RL min 20	DE 15	Min-Begrenzung	Min-Begrenzung	Min-Begrenzung	Ladezeit Ges. Zeit 11 Min Spitzenzeit Ges. Zeit 20,1 Min	Ladezeit Zeit 6 Min Spitzenzeit Zeit 10,0 Min	Ladezeit Zeit 6 Min Spitzenzeit Zeit 10,0 Min	
Kessel 1	DA 22	Ke./Lade-Pumpe MA 50-60 V ' 7,3 m³/h FH 0,25 bar	Ke./Lade-Pumpe MA 50-60 V ' 7,3 m³/h FH 0,25 bar	Ke./Lade-Pumpe MA 25-60 V ' 1,0 m³/h FH 0,25 bar				
Q' max 36 Q' min 0 V' max 1,0 V' min 0,0 t VL 75 t RL 46 t RL min 20	AE 16	Kessel 1 (°C) Sek. 75 46 dp 0,70 bar	Kessel 2 (°C) Sek. 75 46 dp 0,45 bar	BHKW (°C) Sek. 75 46 dp 0,25 bar	Sammler (°C) Prim. 75 46 Sek. 75 46 dp 0,20 bar	E-Speicher (°C) Prim. 75 46 Sek. 75 46 dp 0,05 bar	E-Speicher (°C) Prim. 75 46 Sek. 75 46 dp 0,05 bar	
BHKW	AA 5							

Nr.	Muster	Typ 4HKLR L200 L150 L100 L020			10.04.2007
VAREC® HZLR	Heizkreis LR Mischventil	Heizkreis LR Mischventil	Heizkreis LR Mischventil	Heizkreis LR Mischventil	Heizkreis LR Mischventil
Heizung VT (kW, m³/h, %) Q' Ges. 470 V' Ges. 14,0 dt 28,8 DN 65 Q' Anteil 100	Q' 200 kW V' 5,7 m³/h dt 30 K DN 40 mm	Q' 150 kW V' 4,3 m³/h dt 30 K DN 32 mm	Q' 100 kW V' 2,8 m³/h dt 30 K DN 25 mm	Q' 20 kW V' 0,6 m³/h dt 30 K DN 15 mm	Q' 20 kW V' 0,6 m³/h dt 30 K DN 15 mm
	Q' 200 kW V' 6,8 m³/h dt 25 K DN 40 mm	Q' 150 kW V' 5,1 m³/h dt 25 K DN 32 mm	Q' 100 kW V' 3,4 m³/h dt 25 K DN 32 mm	Q' 20 kW V' 0,7 m³/h dt 25 K DN 15 mm	Q' 20 kW V' 0,7 m³/h dt 25 K DN 15 mm
	M-Ventil für HZ V' 6,8 m³/h kv 25,0 bar dp 0,07 bar	M-Ventil für HZ V' 5,1 m³/h kv 16,0 bar dp 0,10 bar	M-Ventil für HZ V' 3,4 m³/h kv 16,0 bar dp 0,05 bar	M-Ventil für HZ V' 0,7 m³/h kv 4,0 bar dp 0,03 bar	M-Ventil für HZ V' 0,7 m³/h kv 4,0 bar dp 0,03 bar
	HZ-Pumpe MA 50-60 V' 6,8 m³/h FH 0,37 bar	HZ-Pumpe MA 40-100 V' 5,1 m³/h FH 0,50 bar	HZ-Pumpe MA 32-100 V' 3,4 m³/h FH 0,45 bar	HZ-Pumpe LON MA 25-60 V' 0,7 m³/h FH 0,33 bar	HZ-Pumpe LON MA 25-60 V' 0,7 m³/h FH 0,33 bar
VT / HK/ Winter Prim. 75 46 Sek. 75 46 dp 0,10 bar	Verteiler / HK Prim. 75 45 Sek. 70 45 dp 0,20 bar	Verteiler / HK Prim. 75 45 Sek. 70 45 dp 0,20 bar	Verteiler / HK Prim. 75 45 Sek. 70 45 dp 0,20 bar	Verteiler / HK Prim. 75 45 Sek. 70 45 dp 0,20 bar	Verteiler / HK Prim. 75 45 Sek. 70 45 dp 0,20 bar

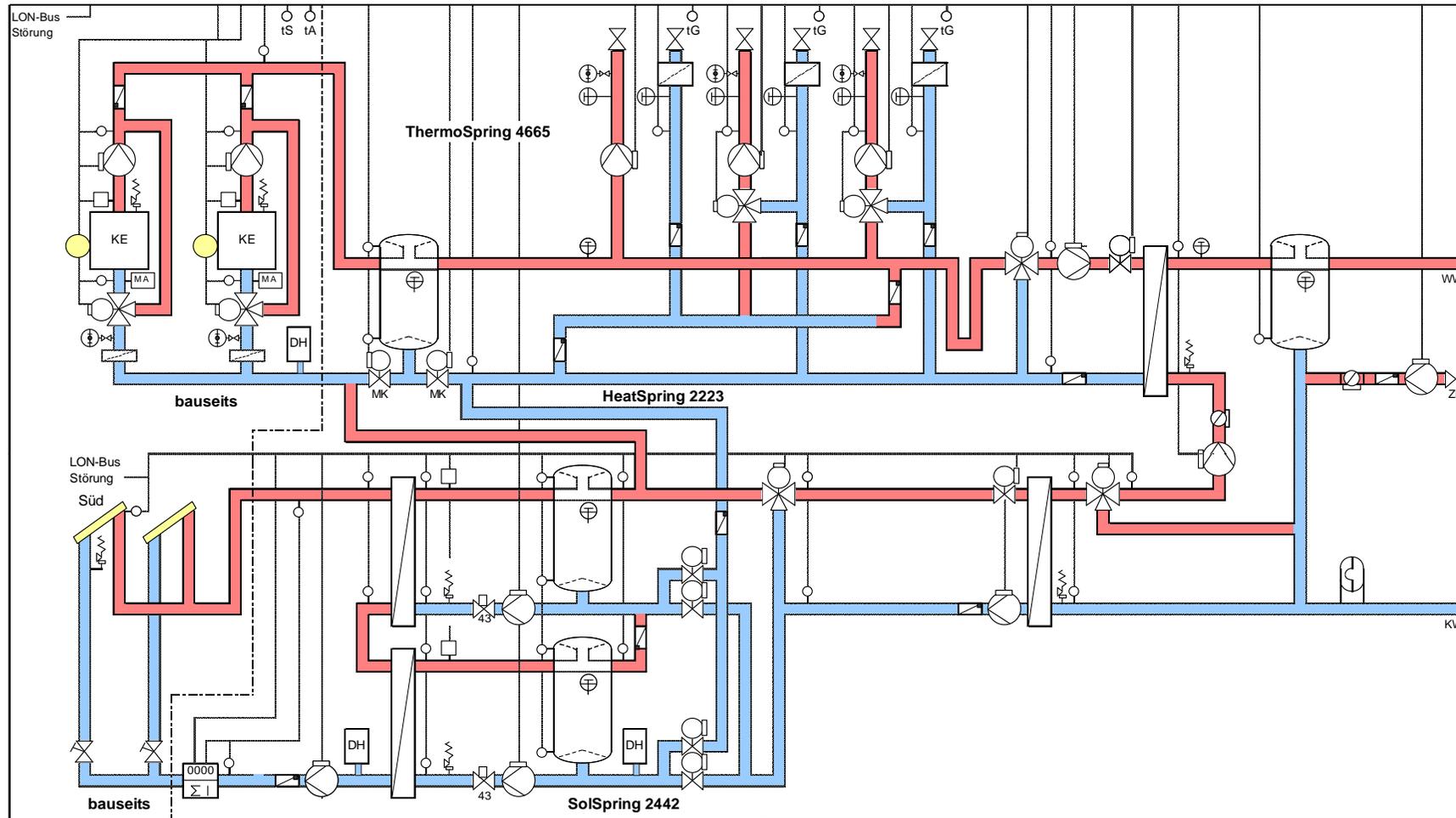
Hausanschluss-System mit 2 Kesseln und Energiespeicher, Solar-Station, Solarwärmenutzung in RLHZ und / oder E-Speicherladung und TWE



Hausanschluss-System mit FW-Station, RL-Begrenzung, Solar-Station, Energiespeicher, Solarwärmenutzung in HZ und TWE mit Thermischer Desinfektion

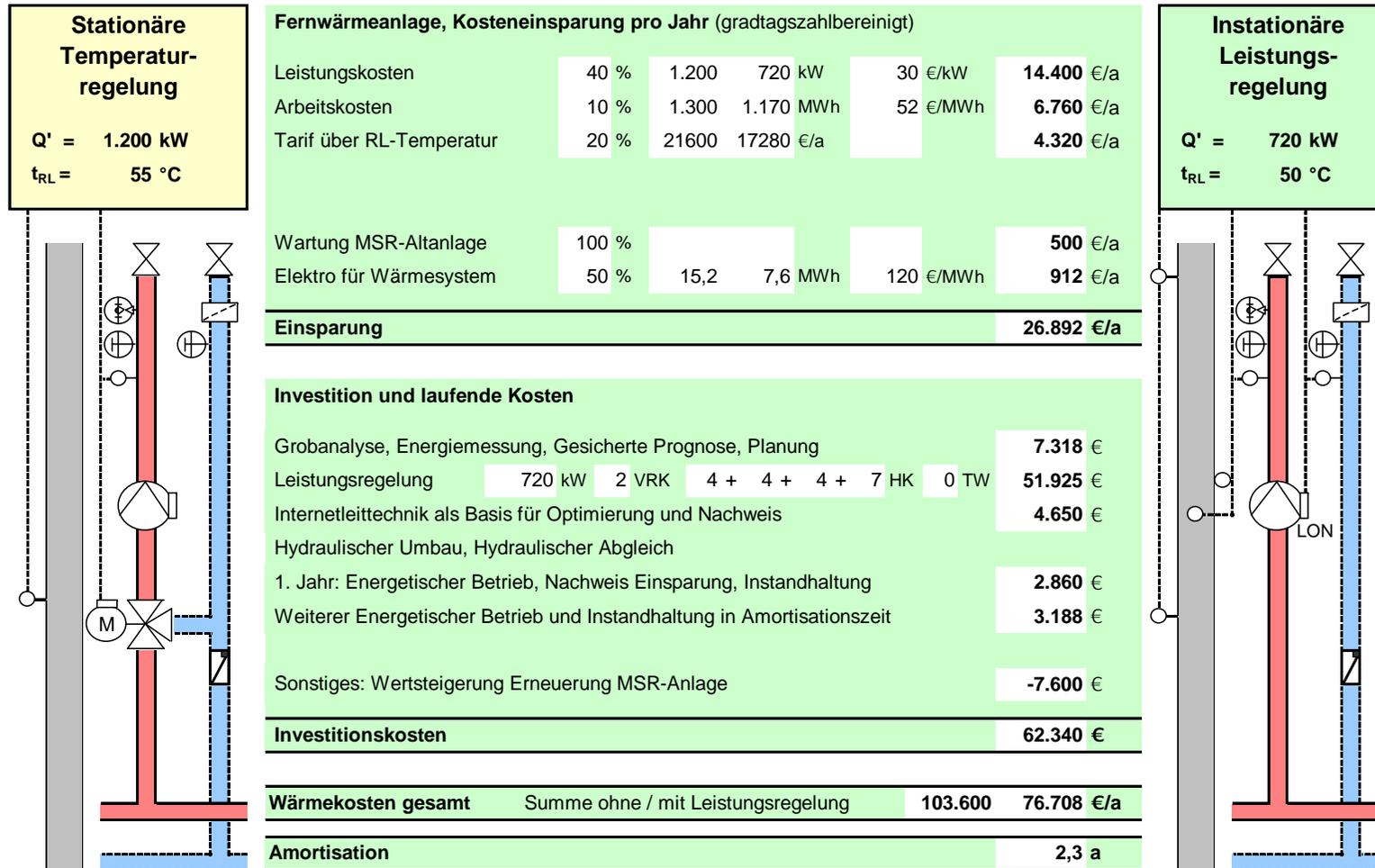


Hausanschluss-System mit 2 Kesseln und Energiespeicher, Solar-Station mit Solarspeicher, Solarwärmenutzung in RLHZ und / oder E-Speicherladung und TWE



Betriebskostenreduzierung bei Einsatz von Leistungsreglern im Bestand

Liegenschaft mit Gewerbe (Hallen und Büros), Nutzfläche 22.000m², Tarif FW Leipzig 2006

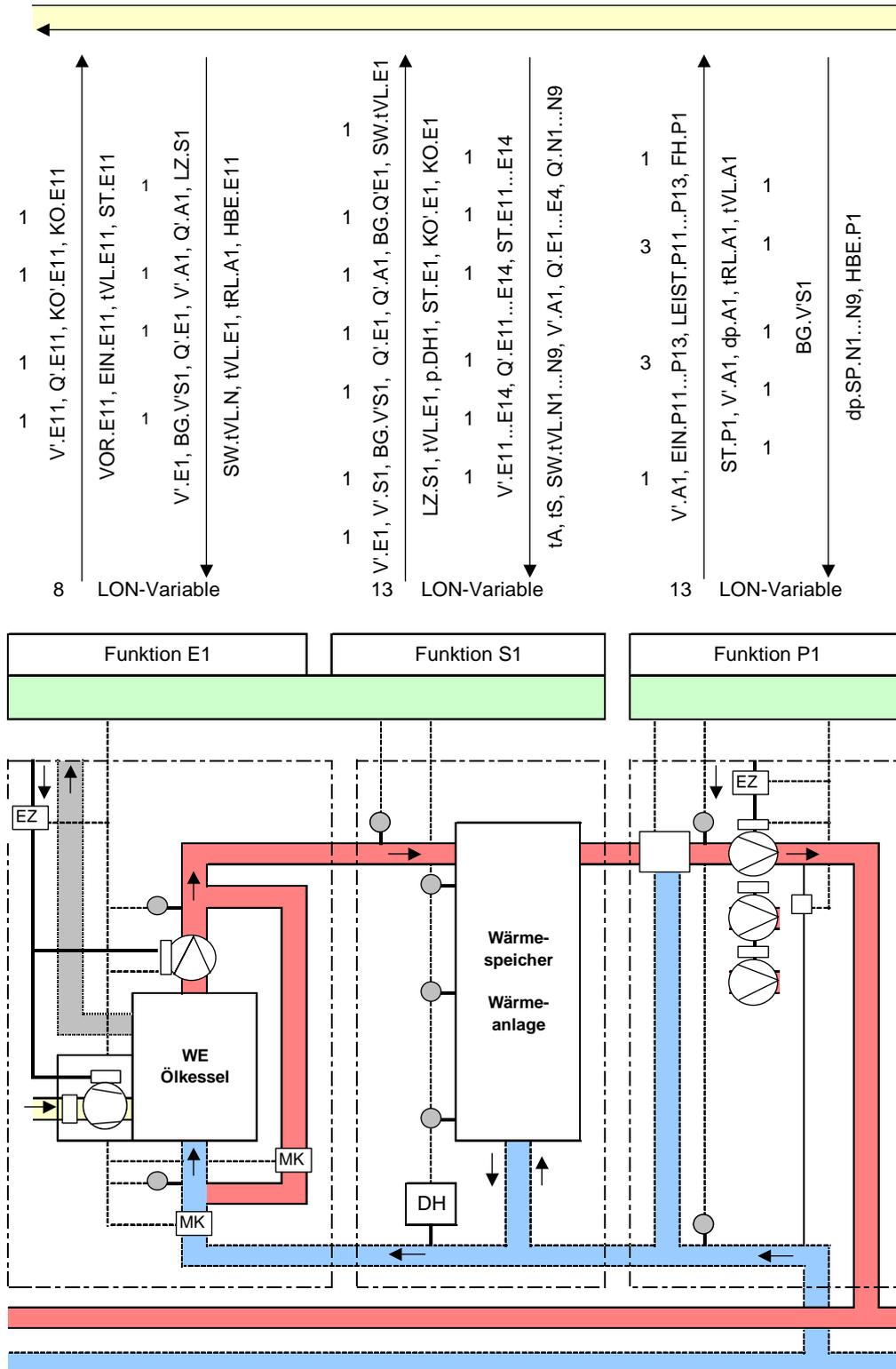


Wärmeerzeuger können auch Fernwärmanlagen sein. Hier kann im Gegensatz zu den Kesselanlagen auch im Nachhinein die Wärmeleistung des Erzeugers kostenrelevant gesenkt werden, indem die Leistungsanschlüsse reduziert werden. Fernwärmanlage lassen sich mit geringen Investitionen für Schwachlasten anpassen. Der Wärmetauscher selbst ist im Gegensatz zu Kesseln von 0-100% regelbar. Die Erzeugung der systembedingt tiefen Rücklauftemperatur von Wärmestromreglern ist für Fernwärme ebenso interessant wie für Brennwertkessel.

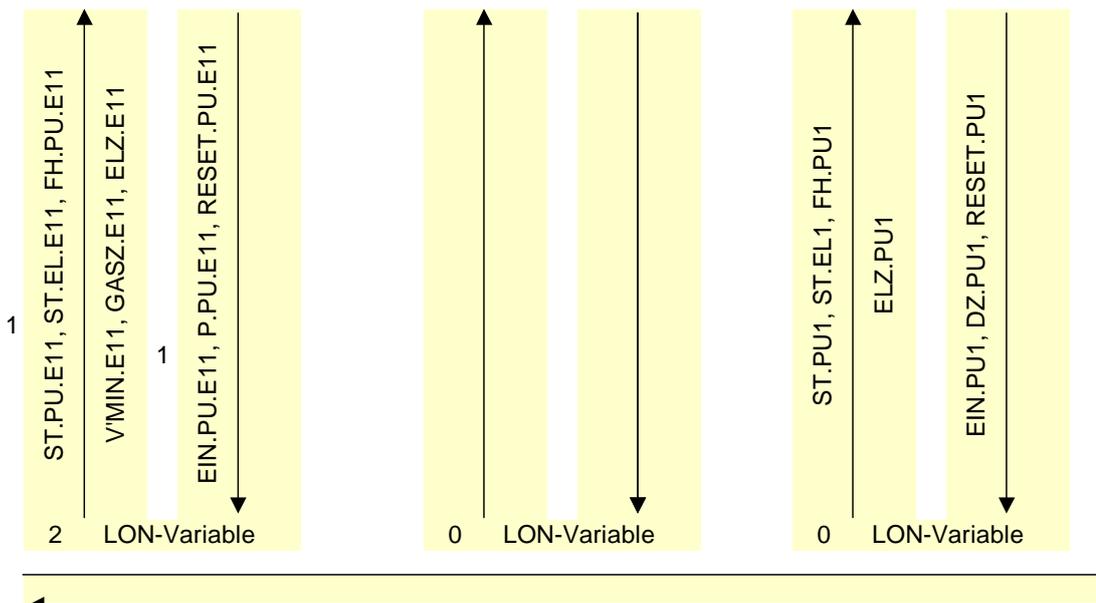
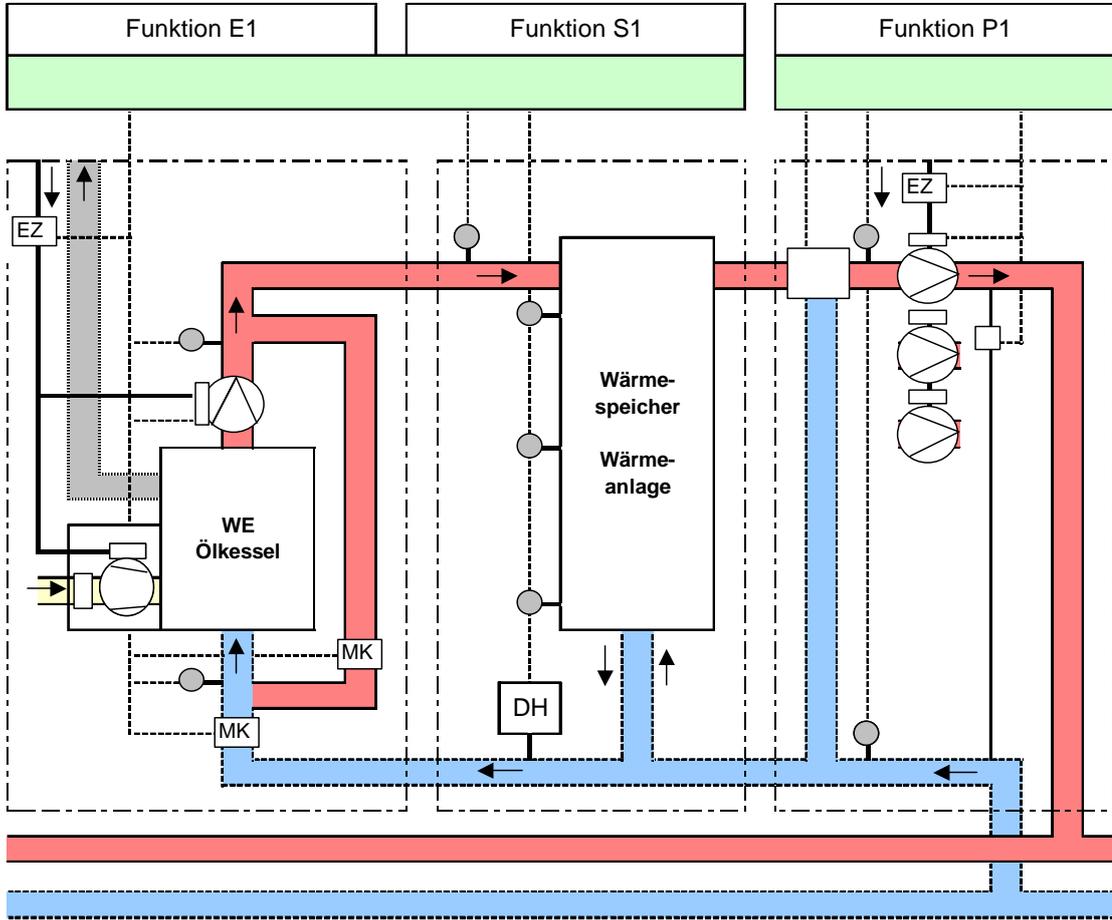
Nahwärmanlagen mit dezentral gegliederten Wärmenutzern und unterschiedlichen Wärmeerzeugern regeln sich grundsätzlich nach den gleichen Prinzipien der Wärmekostenregelung. Basis der für die Regelung benötigten Kommunikation ist hier ein standardisiertes, strukturiertes Kommunikationssystem. Es dient gleichzeitig der Anbindung der Leittechnik für das zentrale Energiemanagement. Der physikalische Aufbau der Kommunikation folgt sinnvollen technischen und ökonomischen Vorgaben und nutzt vorhandene Ressourcen. Stand der Technik ist neben der klassischen Kabelverlegung die Nutzung von Funksystemen, der vorhandenen objektspezifischen PC-Netze und des Internets. Für die Protokolle werden ausschließlich internationale Standards wie LON, Profibus oder Bacnet verwendet.

In diesen dezentralen Wärmanlagen definiert man die für mehrere Standorte nutzbaren Variablen für die Übertragung in der Kommunikationsstruktur. Am Einzelstandort bleiben Variable definiert, die nur dort benötigt werden.

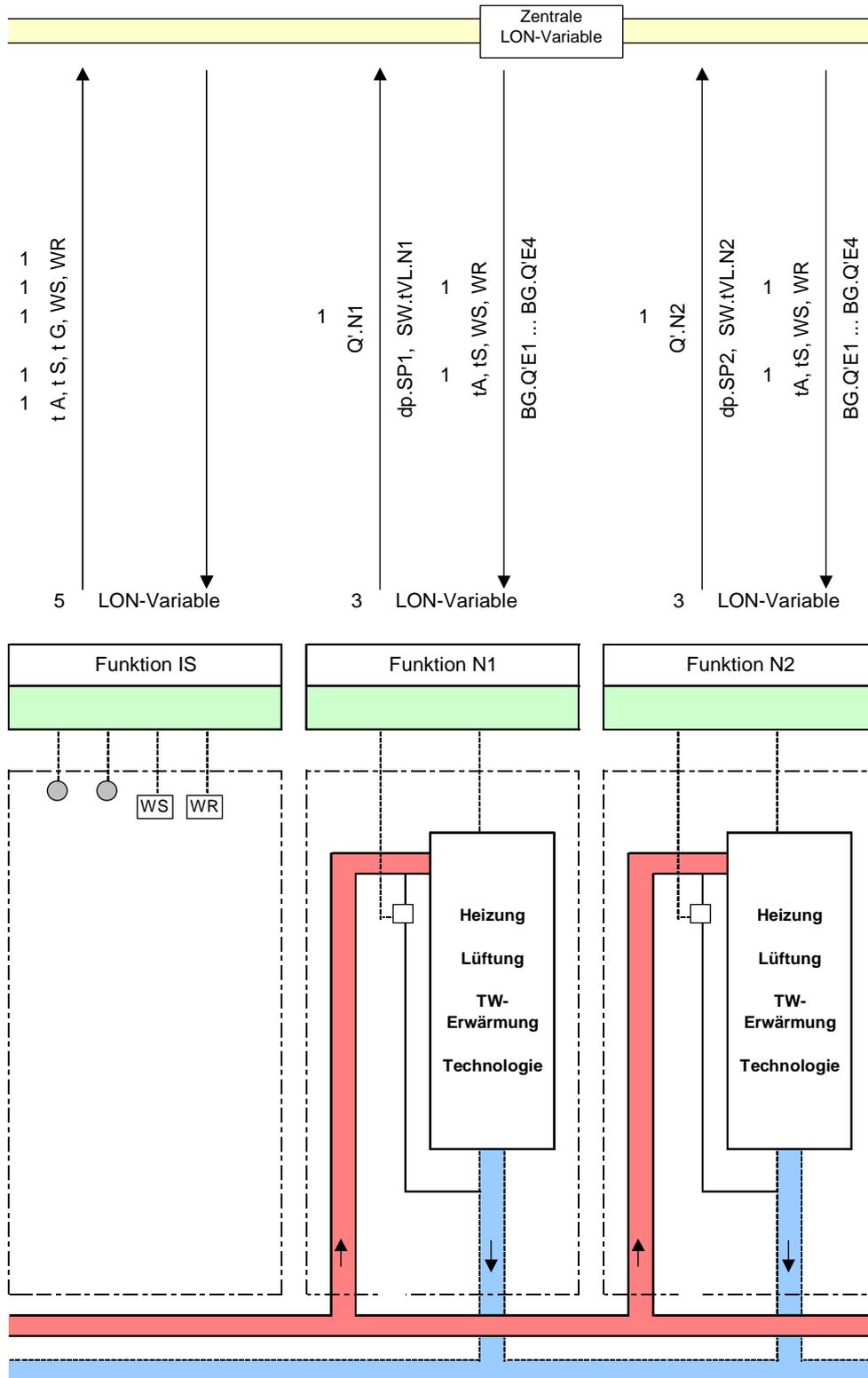
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 1 (Oben)



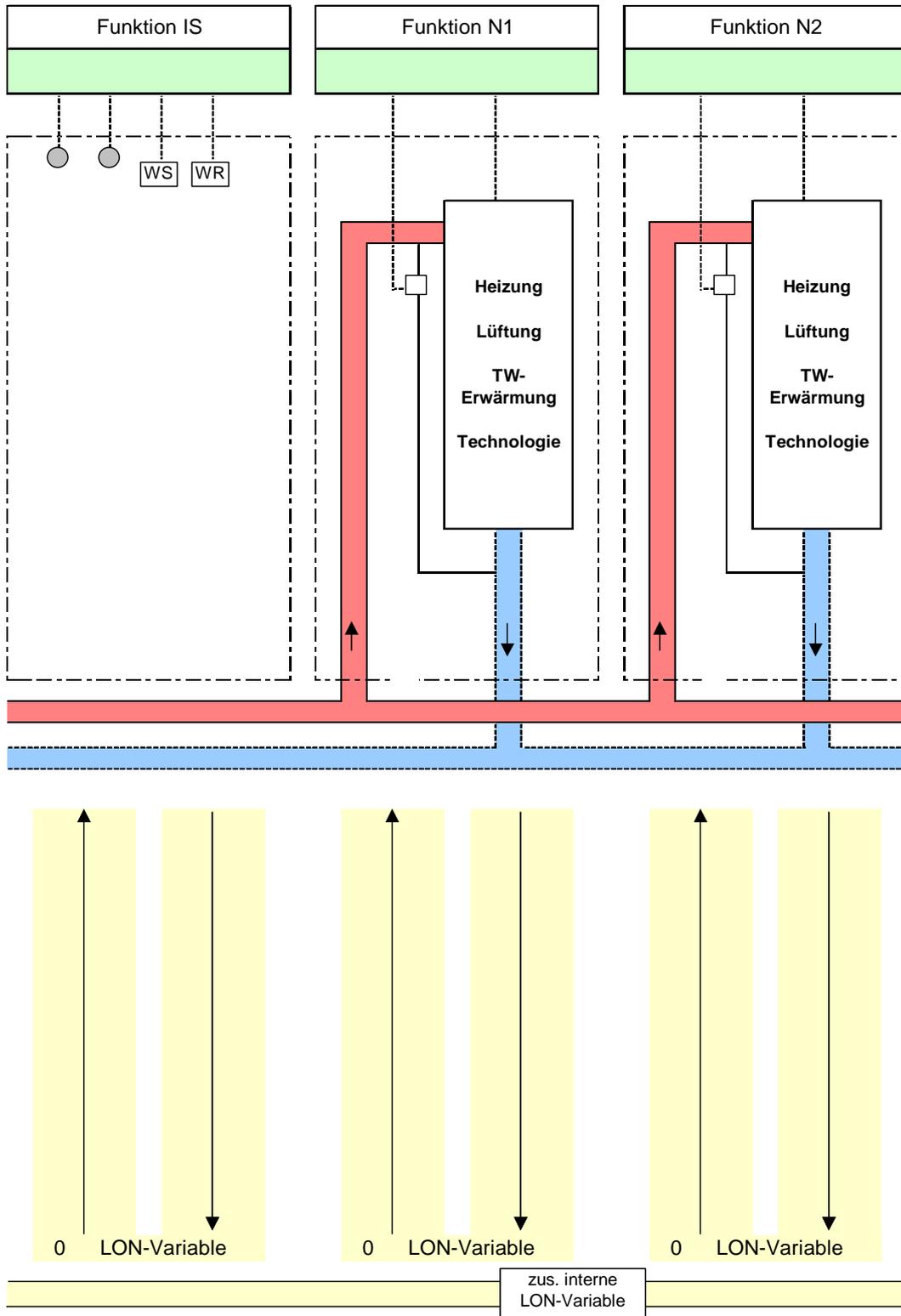
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 1 (Unten)



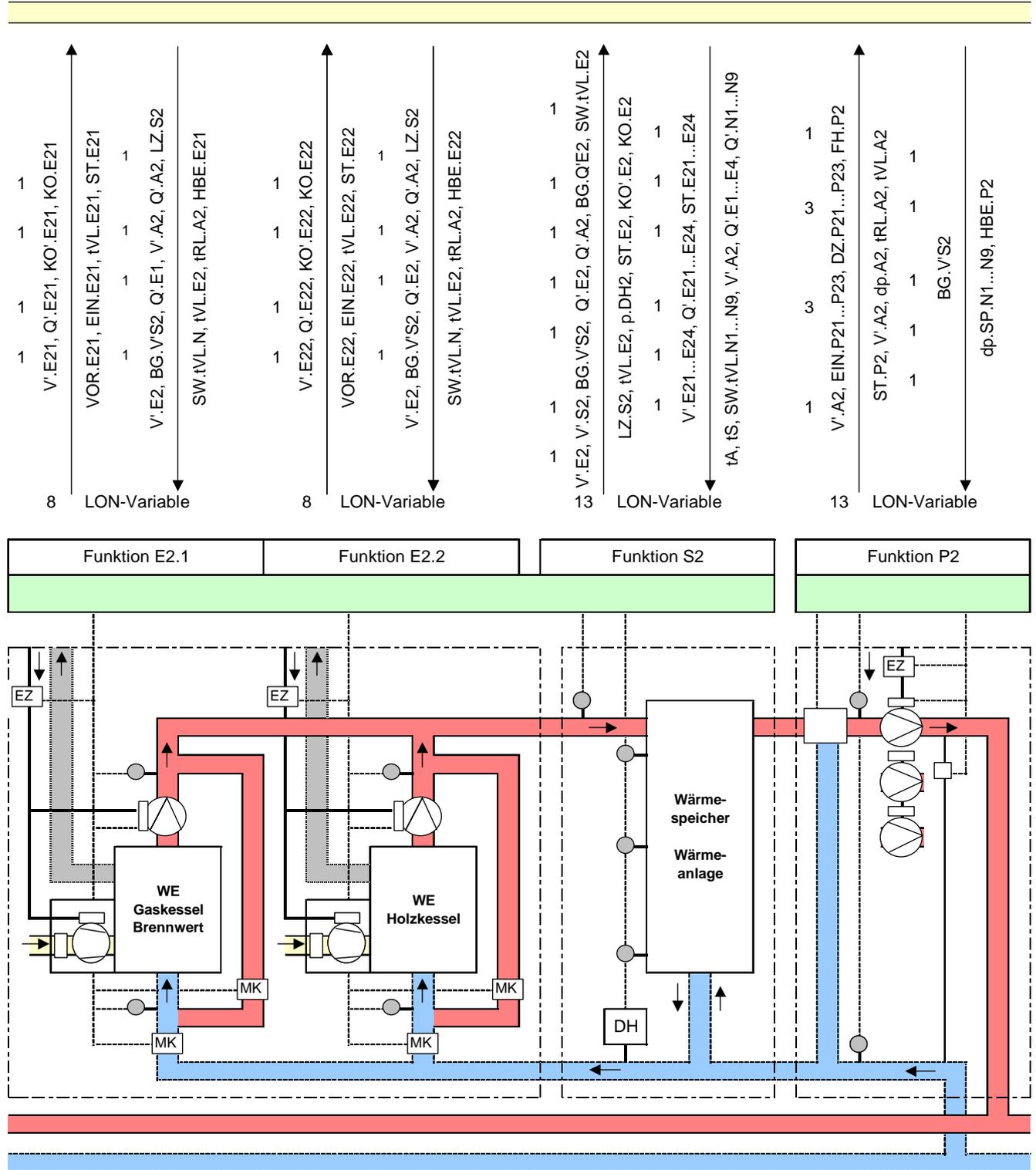
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 2 (Oben)



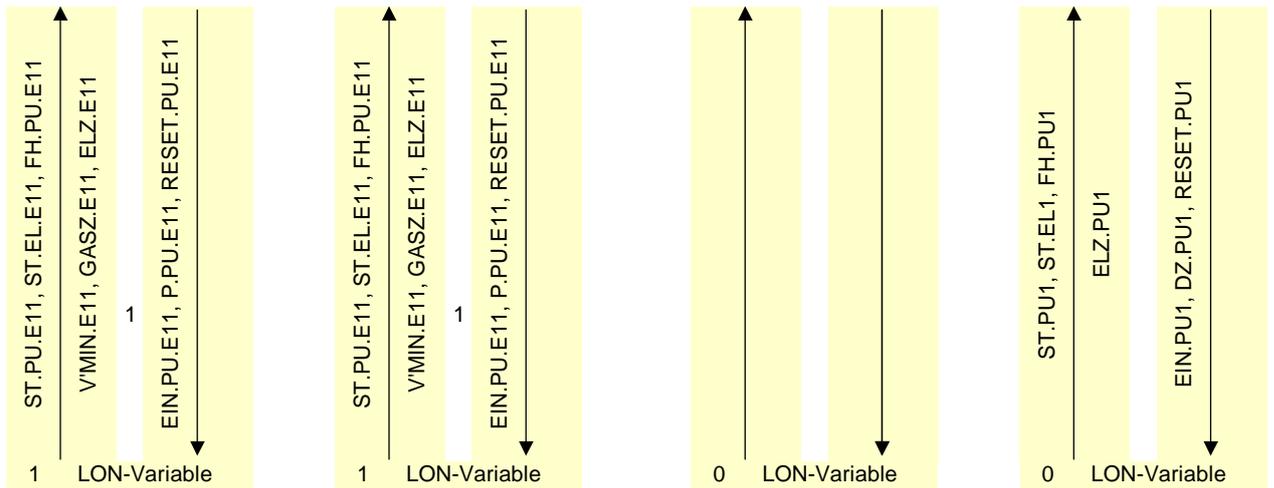
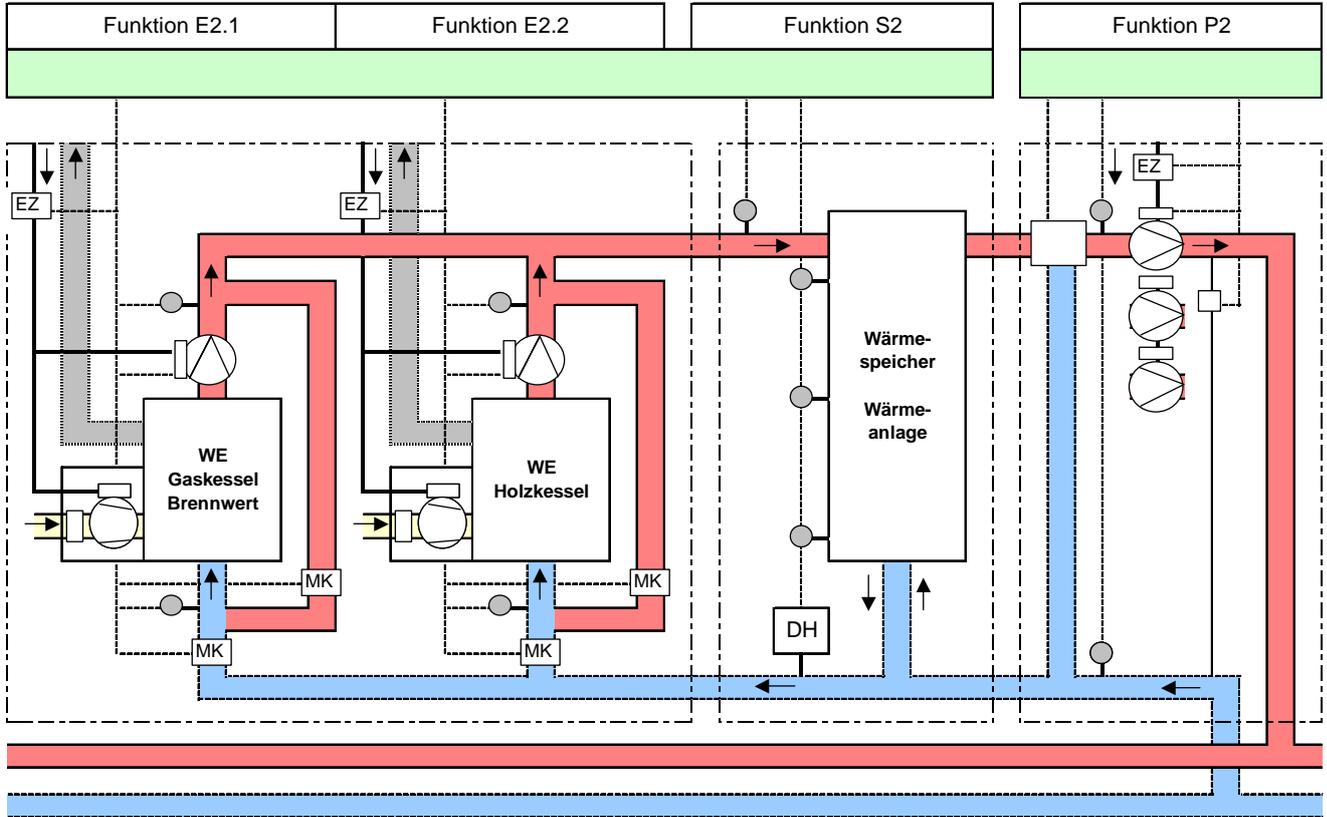
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 2 (Unten)



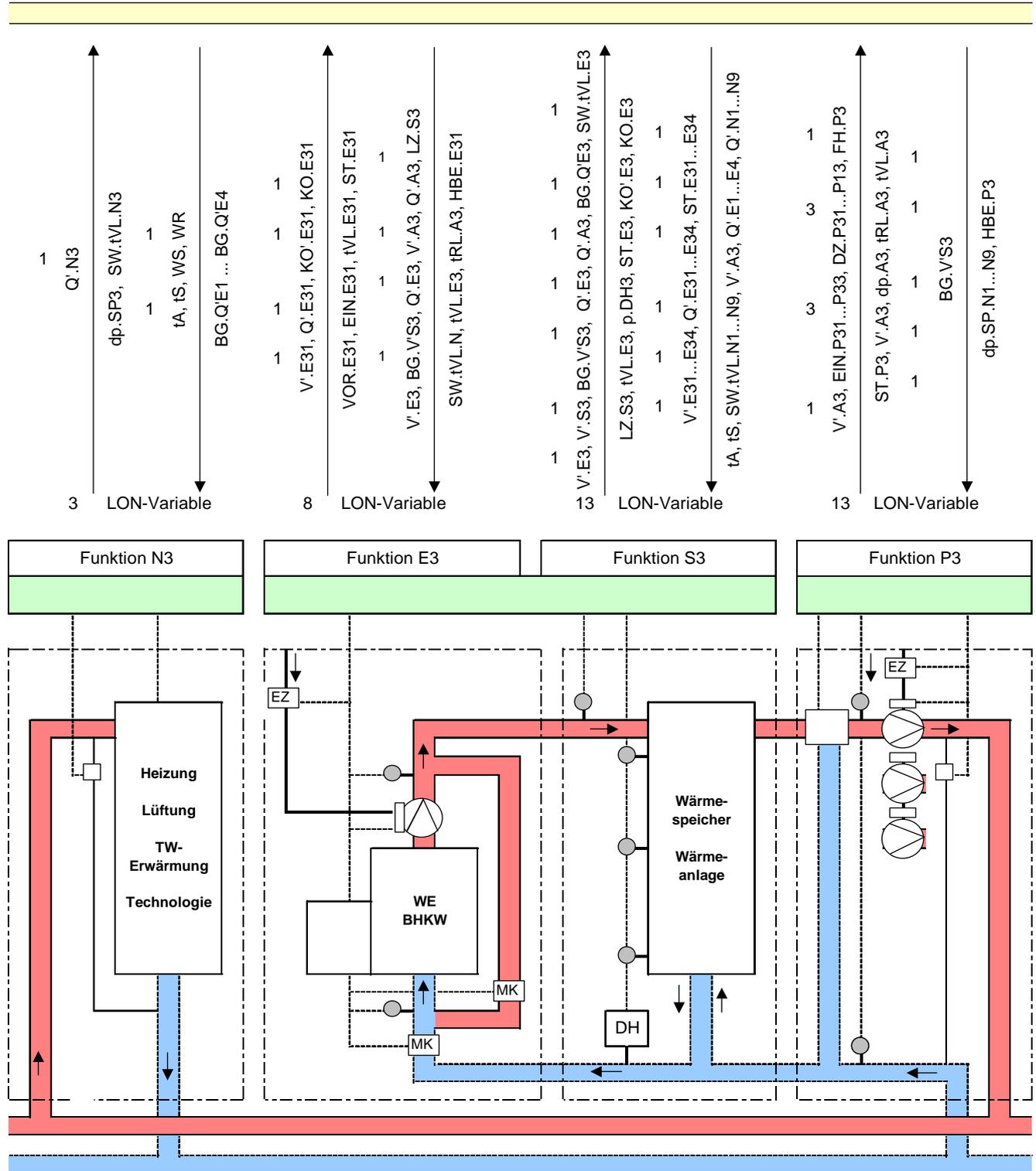
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 3 (Oben)



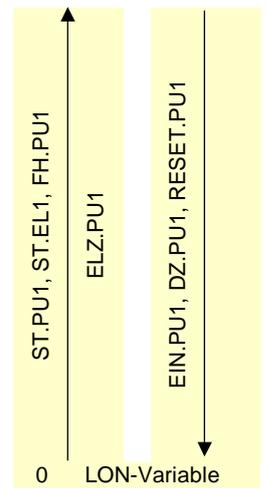
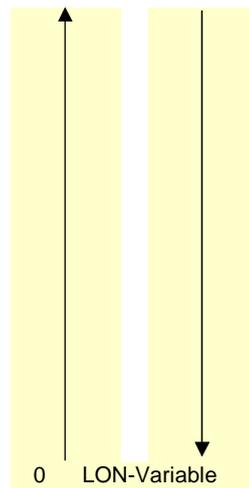
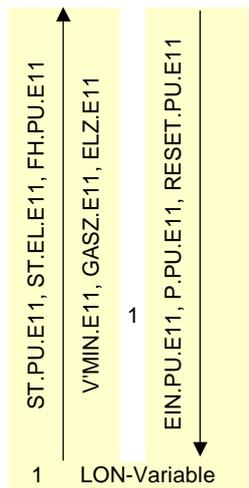
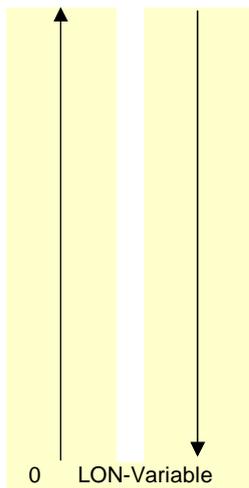
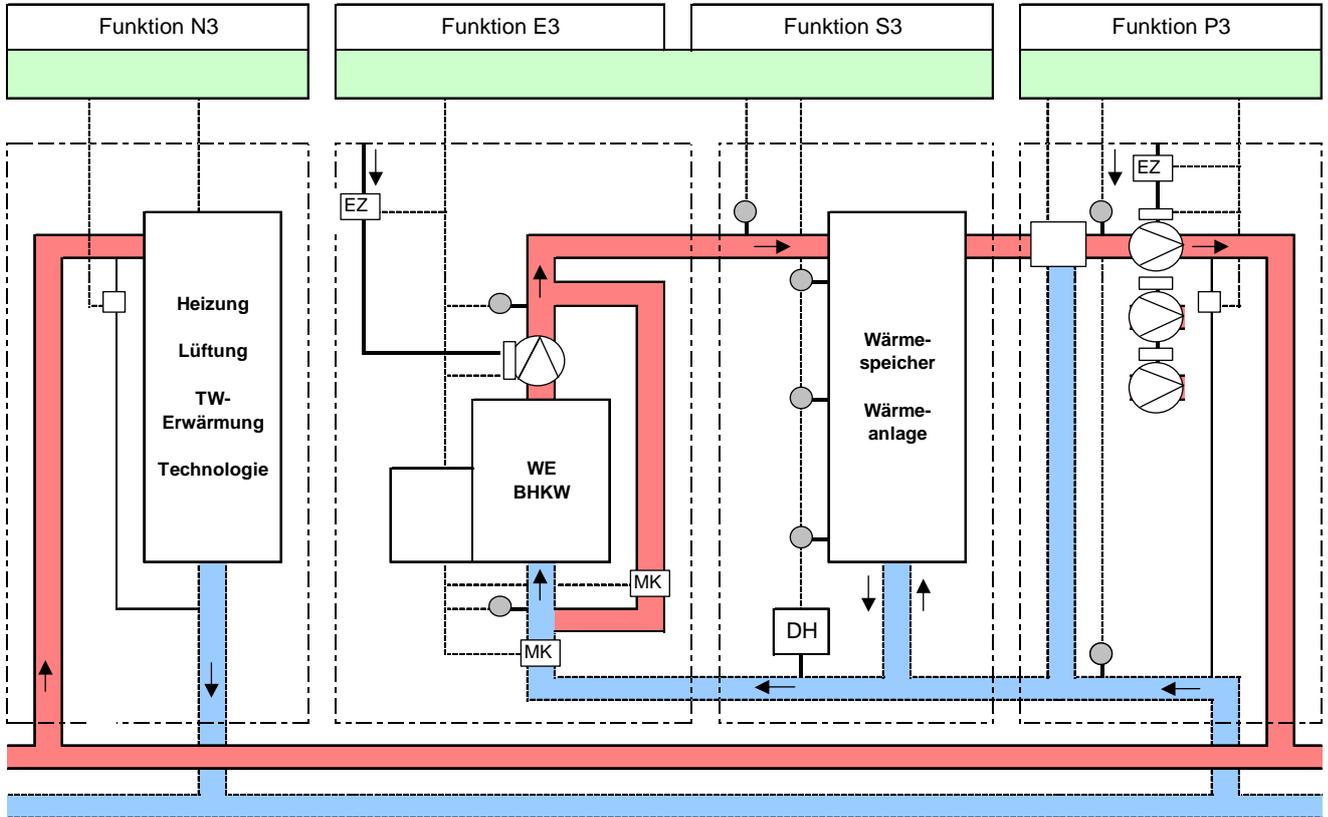
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 3 (Unten)



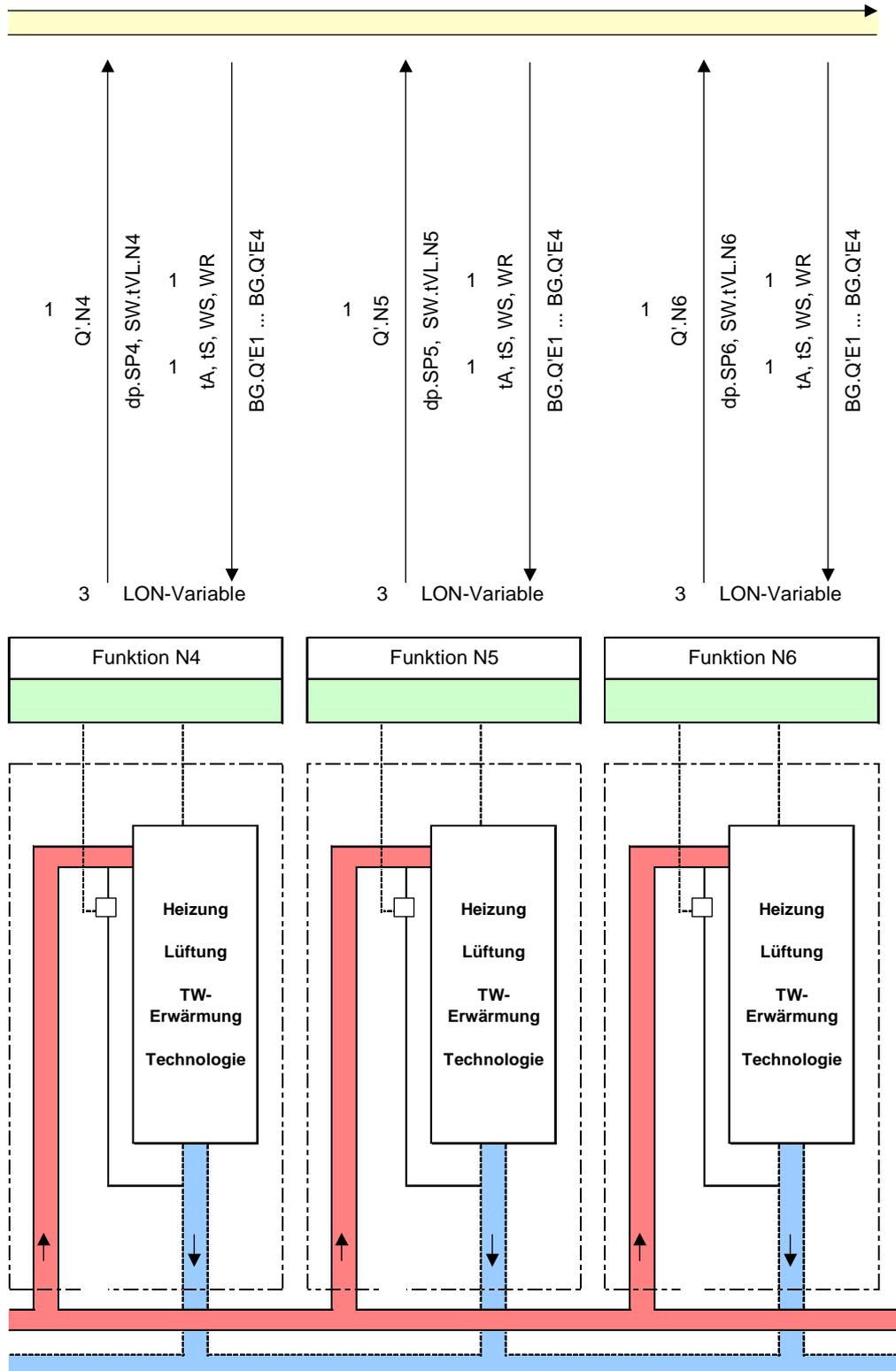
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 4 (Oben)



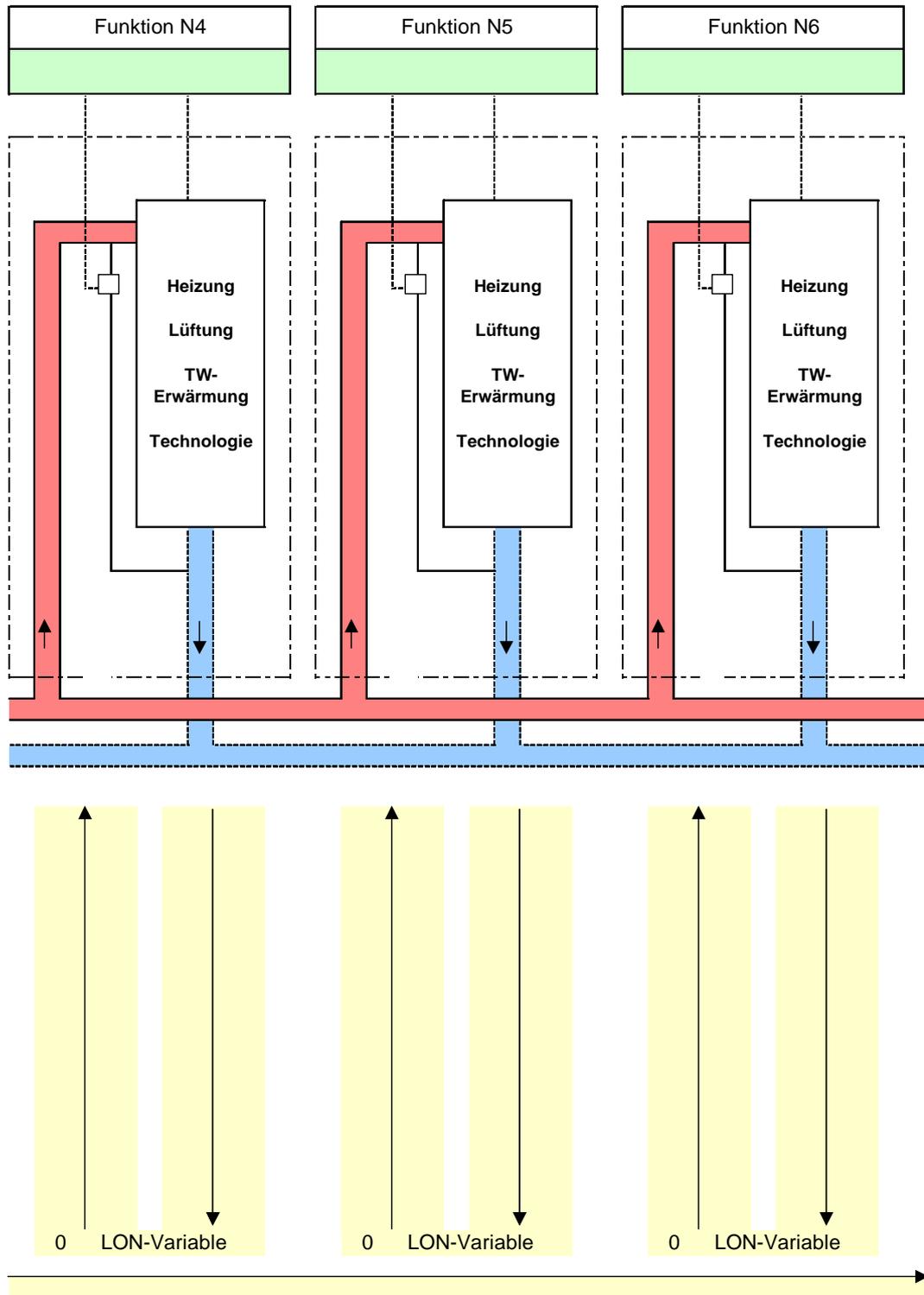
Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 4 (Unten)



Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 5 (Oben)



Wärmeanlage mit Kostenregler für bis 4 Erzeugergruppen mit je 4 Erzeugern, 1 Speicher, Pumpe und Abgang für bis zu 9 Nutzer – Ausschnitt 5 (Unten)



Letztendlich nähern wir uns mit dieser Regeltechnologie deutlich dem Optimum, nur die tatsächlich benötigte Wärme kostengünstigst zu erzeugen. Dies ermöglicht, neben sinnvollen Regelfunktionen am Standort, die Unterordnung der Einzelinteressen dieser Standortregelung eines Wärmenutzers oder Wärmerezeugers unter das Optimierungsinteresse der gesamten Wärmeanlage.

Dabei stellen einfache dezentrale Funktionen die Herausforderung und die Lösung dieser komplexen Aufgabe dar. Sie passen sich den Veränderungen der Wärmeanlagen problemlos an und wachsen mit. Zentrale ausgefeilte Strategieprogramme sind dafür nicht gut geeignet.

Die Ergebnisse von Wärmestromregelungen auf instationärer Basis sind in vielen konkreten Objekten dokumentiert. Sie bestimmen in Verbindung mit Internetleittechnik den Stand der Technik.

Der moralische Verfall von temperaturgeregelten Wärmeanlagen schreitet auf Grund zu hoher Betriebskosten und mangelnder Transparenz schnell voran. Insbesondere bei Planung von Neu- und Ersatzinvestitionen sollten Betriebskosten und Wärmestromregelungen auf instationärer Basis in die Aufgabenstellung einbezogen werden.

Referenzprojekte mit Leistungsreglern varecon® Ir

Liegenschaft mit 12 Gebäuden in Leipzig - Einsparungen

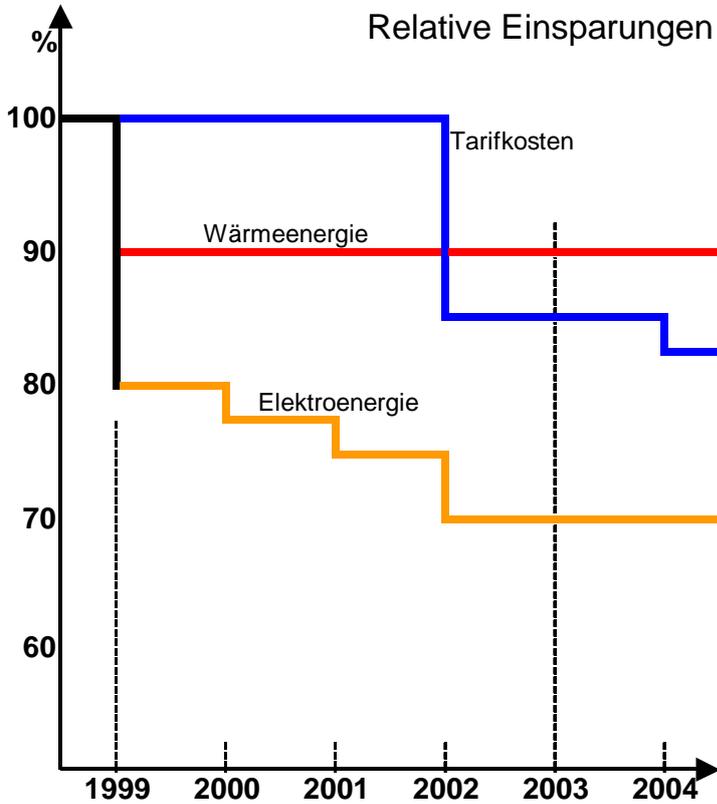
2000	Tarifkosten Wärmeleistung und RL-Temperatur			
	Wärmeenergieverbrauch (gradtagszahlbereinigt)	Q _W	1.156 MWh	11 %
	Elektroenergieverbrauch	Q _E	260 MWh	20 %
	Wasserverbrauch		2,5 Tm ³ /h	14 %
Summe		104 T€		
2001	Tarifkosten Wärmeleistung und RL-Temperatur			
	Wärmeenergieverbrauch (gradtagszahlbereinigt)	Q _W	867 MWh	8 %
	Elektroenergieverbrauch	Q _E	288 MWh	23 %
	Wasserverbrauch		2,8 Tm ³ /h	17 %
Summe		92 T€		
2002	Tarifkosten Wärmeleistung und RL-Temperatur			
	Wärmeenergieverbrauch (gradtagszahlbereinigt)	Q _W	1.043 MWh	10 %
	Elektroenergieverbrauch	Q _E	340 MWh	27 %
	Wasserverbrauch		2,4 Tm ³ /h	14 %
Summe		113 T€		
2003	Tarifkosten Wärmeleistung und RL-Temperatur	Q̇ _W	46 T€	
	Wärmeenergieverbrauch (gradtagszahlbereinigt)	Q _W	1.102 MWh	11 %
	Elektroenergieverbrauch	Q _E	364 MWh	29 %
	Wasserverbrauch		4,5 Tm ³ /h	27 %
Summe		178 T€		
Summe	Tarifkosten Wärmeleistung (ab 2003)	Q̇ _W	46 T€	
	Wärmeenergieverbrauch (gradtagszahlbereinigt)	Q _W	4.168 MWh	10 %
	Elektroenergieverbrauch	Q _E	1.252 MWh	25 %
	Wasserverbrauch		12,2 Tm ³ /h	18 %
	Summe der Einsparungen		486 T€	
	Investitionen Gesamt		200 T€	
	Summe der Instandhaltungskosten		80 T€	
Amortisation			1,8 Jahre	

Die Basiseinsparungen bei Wärme, Elektro und Leistung wurden durch Leistungsregelungen erreicht. Deutliche Reduzierungen bis zu 40% der ausgelegten Wärmeleistungen wurden umgesetzt und genügen im praktischen Betrieb allen Anforderungen der Gebäudenutzung. Die mittlere Einsparung der Wärme liegt mit 10% eher im unteren Bereich der Erwartungen. Der Grund dafür ist, dass nur die Hälfte der Gebäude sinnvolles energetisches Einsparpotential boten. So sind z.B. einige Objekte mit funktionierender Einzelraumregelung ausgestattet. Über den Erwartungen liegen die Einsparungen bei Elektro. Der Energieverbrauch von Pumpen und Lüftern in Anlagen mit Leistungsregelung reduziert sich um 50%.

Die Objekte wurden nur an den effizienten Punkten durch Investitionen energetisch ertüchtigt. Die max. Grenze der Amortisation liegt auf Grund der organisatorischen Struktur bei 5 Jahren. Der Schwerpunkt der Investitionen liegt mit ca. 80% in der Regeltechnik. Weitere 15% wurden in Anlagentechnik und 5% in sonstige Maßnahmen investiert. Von den 200T€ Investitionen erfolgten 80% 1999 und 20% von 2000-2001. Die Aufwendungen für Betrieb und "Energiewartung" liegen bei 20T€/a.

Referenzprojekte mit Leistungsreglern varecon® Ir

Liegenschaft mit 12 Gebäuden in Leipzig - Zusammenfassung



Absolute Kosten und Einsparungen

