

# Wirtschaftliches Heizen

## Handbuch zum Ermitteln von Einsparpotenzialen in Heizungsanlagen

(Stand Januar 2022)

Der Inhalt dieser Broschüre wurde erstellt von

**E|M|N**   
ENERGIEMANUFAKTUR NORD  
PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT

**EMN EnergieManufaktur Nord**  
Planung Konzeption Beratung  
zu Energiesystemen  
Bärenhäuterweg 6, 22119 Hamburg  
[www.energiemanufaktur.de](http://www.energiemanufaktur.de)

Herausgeber

**Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft**  
Abteilung Energie- und ressourceneffiziente Wirtschaft  
Neuenfelder Straße 19, 21109 Hamburg

[www.hamburg.de/ressourcenschutz](http://www.hamburg.de/ressourcenschutz)

**Unternehmen für  
Ressourcenschutz**  
beraten · vernetzen · fördern

## Inhalt Handbuch „Wirtschaftliches Heizen“

<b>Ziel des Handbuches</b> .....	3
<b>Handhabung des Handbuches</b> .....	3
<b>Teil I: Übersicht Einsparpotenziale</b> .....	6
Heizkesselanlage.....	8
Fernwärme-Anlage.....	10
Hallenheizung.....	11
Wärmeverteilung.....	13
Heizungsregelung.....	16
Warmwasserbereitung.....	18
Rohrleitungen.....	21
<b>Teil II: Details</b> .....	22
0    Witterungsbereinigung von Wärmeverbräuchen.....	23
1.1  Heizkesselerneuerung: Wirkungsgrad erhöhen.....	24
1.2  Heizleistung verringern.....	25
1.3  Fernwärme: Rücklauftemperaturen bewerten (Vattenf.).....	26
1.4  Fernwärme: Rücklauftemperaturen bewerten (Eon Hanse).....	27
1.5  Fernwärme: Ausnutzung optimieren.....	28
1.6  Fernwärme: Kvs-Wert des Temperaturregelventils optimieren...	29
1.7  Wärmedämmstandard Hallen.....	30
1.8  Gas-Infrarot-Strahlungsheizung.....	31
2.1  Hydraulischer Abgleich.....	32
2.2  Heizkurve: Anpassung an Gebäude und Heizsystem.....	33
2.3  Nachtabenkung verlängern.....	34
2.4  Nachtabenktemperatur verringern.....	35
2.5  Pumpen: Einsatz von geregelten Pumpen mit EC-Motoren.....	36
2.6  Pumpen: Stromeinsparung Pumpenaustausch.....	37
2.7  Brenner: Stromeinsparung Gebläsebrenner.....	38
2.8  Raumtemperatur absenken.....	39
2.9  Heizflächen vergrößern.....	40
3.1  WW-Speicher verkleinern, Speicher-Wärmeverluste verringern	41
3.2  Warmwasserzirkulation: Betriebszeit reduzieren.....	42
4.1  Mittlere Temperaturdifferenz im Heizsystem ermitteln.....	43
4.2  Rohrdämmung: ungedämmte Rohrleitungen.....	44
4.3  Rohrdämmung: schlecht gedämmte Rohrleitungen.....	45
4.4  Armaturen- und Flanschdämmung.....	46
5.1  Wärmebedarf Altbau WSchV 95 mit Solarerträgen.....	47
5.2  Wärmebedarf, solare Einstrahlung, Solarerträge.....	48
5.3  Solarthermie-Anlage: Kleinanlage WW mit/ohne Heiz.-unterst..	49
5.4  Solarthermie-Anlage: Großanlage WW mit/ohne Heiz.-unterst..	50

<b>Teil III: Allgemeines</b> .....	51
Hydraulischer Abgleich.....	52
Einrohr- und Zweirohr-Anlagen.....	53
Heizungspumpen.....	54
Strangregulierventile.....	55
Heizkörperventile.....	56
Heizkörperauslegung.....	57
Mittlere Heizkreistemperatur.....	58
Warmwasserbereitungssysteme.....	59
Hallenheizungssysteme.....	60
Strahlungsheizung.....	61
Heizkesselanlage - Schaltschemata.....	63
Fernwärmanlage - Schaltschemata.....	65
Raumluftechnik - Schaltschemata.....	68
Solarthermieanlage.....	69
Holz-Heizungsanlage.....	70
Wärmepumpenanlage.....	71
BHKW Blockheizkraftwerk.....	72
Energiepreisentwicklung.....	74
Quellennachweis.....	75

## Ziel des Handbuches

Das Handbuch „Wirtschaftliches Heizen“ wurde im Rahmen des Programms *Unternehmen für Ressourcenschutz* im Auftrag der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg vom Ingenieurbüro ENERGIEMANUFAKTUR NORD im Jahr 2006 erstellt. Mit dieser Ausgabe halten Sie die in 2013 überarbeitete Fassung des Handbuchs in den Händen, in der die bisherigen Rückmeldungen und Erfahrungen aus der Anwendung des Handbuches aufgenommen wurden.

Mit dem Start des Heizungs-Netzwerks in 2011 wurde im Programm *Unternehmen für Ressourcenschutz* ein neuer Schwerpunkt im Bereich der Heizungstechnik gesetzt.

Entstanden ist das Handbuch aus der Idee, das Fachhandwerk bei der Bewertung vorhandener Anlagentechnik und bei der Quantifizierung möglicher Einsparpotenziale zu unterstützen. Das Handbuch skizziert die Schwachstellen bei der Wärmeversorgung eines Gebäudes und bietet Anhaltspunkte und Hilfen, die Einsparpotenziale zielgerichtet zu ermitteln, zu berechnen und zu bewerten. In der überarbeiteten Fassung wurden die Einsparpotenziale teilweise stärker differenziert und neue energieeffiziente Anlagentechniken berücksichtigt. Das Kapitel der Warmwasserbereitung wurde deutlich erweitert, Hallenheizungen sind neu hinzugenommen. Die Struktur des Handbuches und seine Herangehensweise haben sich bewährt und wurden nicht verändert.

Die Anwendung des Handbuches ersetzt keine Fachplanung. Die fachgerechte Planung von anspruchsvollen Maßnahmen, wie z.B. dem hydraulischen Abgleich oder der Beheizung von Hallen, erfordern Erfahrung und Detailwissen.

Das Handbuch dient sowohl den Fachleuten aus der Branche als auch den technisch Verantwortlichen in privaten und öffentlichen Unternehmen zur einfachen Ermittlung von Einsparpotenzialen in Heizungsanlagen und als Grundlage für folgende Berechnungen bzw. Anwendungsgebiete:

- ▶ Ermittlung der finanziellen Einsparpotenziale
- ▶ Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Anlagenbetreiber
- ▶ Beantragung von Fördermitteln
- ▶ Berechnung des Klimaschutzeffektes der geplanten Sanierungsmaßnahmen

Die Einsparpotenziale wurden auf der Basis von konkreten Berechnungen oder bei sehr komplexen Zusammenhängen auf der Basis von Erfahrungswerten ermittelt. Diese Werte wurden von erfahrenen Planern in diversen Projekten mit energiesparenden Maßnahmen und bei Sanierungen von Heizkessel- und Fernwärmeanlagen gesammelt.

## Handhabung des Handbuches

Das Handbuch „Wirtschaftliches Heizen“ ist in drei Teile gegliedert:

### 1. Übersicht Einsparpotenziale in Wärmeversorgungsanlagen

Die Übersicht enthält eine tabellarische Auflistung von Schwachstellen in Heizungsanlagen. Sie ist in die Bereiche Heizkesselanlagen, Fernwärmanlagen, Wärmeverteilung, Heizungsregelung, Warmwasserbereitung, Rohrleitungen und Hallenheizung unterteilt.

Im jeweiligen Bereich sind für mögliche Schwachstellen die Erkennungsmerkmale, die Maßnahmen zur Behebung/Optimierung und die entsprechenden prozentualen Einsparpotenziale angegeben. Können die Einsparpotenziale genauer ermittelt werden, ist ein Hinweis auf Details mit Grafiken zur Ermittlung von Einsparpotenzialen von Einzelmaßnahmen im zweiten Teil des Handbuches aufgeführt.

### 2. Details

Die Details bieten eine konkrete Ermittlungsgrundlage für die Einsparpotenziale. Sie können direkt aus Diagrammen abgelesen oder mittels einer einfachen nachgestellten Formel berechnet werden.

### 3. Allgemeines

Der dritte Teil umfasst darüber hinaus eine Zusammenstellung u.a. von Schaltschemata für Heizkesselanlagen, Fernwärmanlagen, Raumluftheizsysteme sowie für Alternative Heiztechniken.

Der Hydraulische Abgleich wird mit seinen Komponenten mittels Grafiken und Tabellen erläutert.

---

#### **Witterungsbereinigung beachten**

Viele Einsparpotenziale mit Prozentangabe beziehen sich auf den witterungsbereinigten Verbrauch. Der jährliche witterungsbereinigte Wärmeverbrauch [kWh/a] als Endenergie der von der Wärmeversorgungsanlage versorgten Gebäude oder Gebäudebereiche ist daher unbedingt erforderlich. Eine Umrechnungstabelle für die Durchführung der Witterungsbereinigung finden Sie im Handbuch.

## Teil I: Übersicht Einsparpotenziale

Die Tabelle „Übersicht Einsparpotenziale“ ist wie folgt unterteilt:

Schwachstellen - Erkennung - Maßnahmen - Einsparpotenziale - Details

Die Einsparpotenziale werden prozentual angegeben. Daher muss der witterungsbereinigte Jahres-Wärmeverbrauch bekannt sein.

Wenn in der Spalte „Detail“ eine Nummer eingetragen ist, finden Sie auf dieser Seite im zweiten Teil (Details) eine konkrete Ermittlungsgrundlage. Wenn keine Eintragung vorhanden ist, kann das Einsparpotenzial anhand des vorgegeben Bereiches (von, bis, max) eingeschätzt werden.

### Bewertung der Einsparpotenziale:

„von...“	Diese Angabe bildet eine untere Grenze bei Maßnahmen in Anlagen, die dem Stand der Technik entsprechen und nicht optimal betrieben werden.
„...bis“	Diese Angabe bildet die obere Grenze bei Maßnahmen in Anlagen, die funktionsfähig sind, aber noch nicht auf Anlageneffizienz untersucht wurden.
„ max “	Diese Angabe kann bei Anlagen eingesetzt werden, wo extreme Mängel oder Fehler in der Anlage bestehen, z.B. wenn Armaturen oder Regelungen gänzlich fehlen oder Anlagenbestandteile kontraproduktiv arbeiten.

Die thermischen und elektrischen Einsparpotenziale sind gesondert aufzuführen. Der Grund liegt in dem höheren Primärenergieverbrauch für die Stromerzeugung, der zu einer höheren Wertigkeit der Energieform führt. So ist auch die CO<sub>2</sub>-Reduzierung und somit der Klimaschutzeffekt bei Stromeinsparungen höher.

### **Kumulierung von Einsparpotenzialen**

Wenn mehrere Maßnahmen gleichzeitig geplant werden, die sich gegenseitig beeinflussen, dürfen die einzelnen Einsparpotenziale nicht ohne weiteres aufsummiert werden.

Wird der Wärmeerzeuger erneuert oder umgestellt (Heizkesselanlage, Fernwärmeversorgung, Hallenheizungen), dürfen weitere Maßnahmen wie z.B. ein Regelungskonzept nur noch mit den Minimal-Einsparpotenzialen „von“ angesetzt werden. Wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt, dürfen auch in diesem Fall für weitere Teilmaßnahmen nur die Minimal-Einsparpotenziale „von“ angesetzt werden.

Die Bereiche Rohrleitungen und Warmwasserbereitung bleiben hiervon unberührt, weil diese Einsparpotenziale mit absoluten (nicht prozentualen) Einsparpotenzialen in kWh/a ermittelt werden und nicht abhängig vom Wärmeerzeuger oder vom hydraulischen Abgleich sind.

## Inhaltsverzeichnis Teil I

Übersicht Einsparpotenziale mit Seitenangabe:

▶ Heizkesselanlage.....	8
▶ Fernwärmanlage.....	10
▶ Hallenheizung.....	11
▶ Wärmeverteilung.....	13
▶ Heizungsregelung.....	16
▶ Warmwasserbereitung.....	18
▶ Rohrleitungen.....	21

Heizkesselanlage			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail
			von	bis	max.	Nr.
<b>Heizkesselanlage</b>						
<b>Feuerungstechnischer Wirkungsgrad gering</b>	* schlechte Verbrennungswerte (gemäß Schornsteinfegermessprotokoll)	* Kesselreinigung, Brennereinstellung prüfen	1,0%	2,0%	5,0%	1.1
	* Bypassventil ist im Heizkessel integriert	* Heizkesselaustausch	1,0%	5,0%	10,0%	
<b>Brenner zu groß oder schlecht eingestellt</b>	* Brennerleistung (Typenschild) mit Kesselleistung vergleichen * Abgastemperatur >90°C, Abgasverluste > 6% * Brenner läuft nur mit kleinster Leistung	* Brenner einstellen, ggfs. neu auslegen und austauschen	2,0%	6,0%	10,0%	2.7
<b>Absperrklappen bei Mehrkesselanlagen fehlen im Kesselrücklauf</b>	* bei Mehrkesselanlagen ist ein Kessel in Betrieb und alle Kessel haben die gleiche Betriebstemperatur	* Kesselfolgeschaltung mit Absperrklappen in die Kesselrückläufe einbauen	5,0%	15,0%	15,0%	
<b>Abgas-Absperrklappe fehlt oder defekt</b>	* Sichtprüfung, bei Vorhandensein auf Funktion prüfen	* Absperrklappe einbauen bzw. instand setzen, ggfs. erneuern	1,0%	3,0%	4,0%	
<b>Geringer Anlagenwirkungsgrad</b>	* Kesselart und Baujahr * Kesselwassertemperatur passt nicht zur Systemtemperatur * Rücklaufanhebung vorhanden bei niedrigen Rücklauf-Systemtemperaturen	* Umstellung der Systemtechnik auf Brennwert- oder Niedertemperatur-Heizkessel oder Alternative Heiztechnik (unter Berücksichtigung der Systemtemperaturen) * Kesselwassertemperatur an die Systemtemperatur anpassen	5,0%	20,0%	25,0%	1.1 5.1 - 5.4

Heizkesselanlage			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail Nr.
			von	bis	max.	
<b>Heizkesselanlage</b>						
<b>Heizkesselleistung zu groß</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* vor 1983 installiert (nach DIN 4701, Überdimensionierung ca. 30%)</li> <li>* älter als 15 Jahre</li> <li>* Abgastemperatur &gt;90°C, Abgasverluste &gt; 6%</li> <li>* Temperatur im Heizraum zu hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Heizkesselleistung nach Wärmebedarf ermitteln und Brenner einstellen</li> <li>* ggfs. Heizkessel erneuern mit Umstellung auf Brennwert-Heizkessel (dann gelten Einsparpotenziale siehe vorherige Position geringer Anlagenwirkungsgrad)</li> </ul>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>1.2</b>
<b>Anlagenwirkungsgrad gering trotz richtiger Heizkesselauslegung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* hohe Rücklauftemperaturen (&gt;60°C), Vorlauftemperaturen &gt;75°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Anlagensystem überprüfen, Kesselbetriebsweise an die Systemanforderungen des Heizbetriebs anpassen (z.B. Kesseltemperatur, Wärmeverteilung)</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	
<b>Brennwertnutzen nicht ausgeschöpft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rücklauftemperatur &gt;55°C bei Außentemperatur -10°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydraulischen Abgleich durchführen, Heizkesselleistung nach Wärmebedarf auslegen, Regelparameter einstellen</li> </ul>	Einsparpotenzial siehe Rubrik Wärmeverteilung			
<b>Wärmeverbrauch im Sommer hoch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Wärmezählerauslesung, Lastgang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Solarthermieanlage oder BHKW</li> </ul>	2,0%	15,0%	25,0%	<b>5.1 - 5.4</b>

Fernwärme-Anlage			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial von bis max.			Detail Nr.
<b>Fernwärme-Anlage</b>						
<b>Vertragswassermenge (HWD Heizwasserdurchsatz) zu groß eingestellt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Wassermenge nach Wärmebedarf des Gebäudes ermitteln, mit eingestellter Wassermenge abgleichen</li> <li>* Ausnutzungszahl geringer als vom Fernwärmeversorger vorgegeben (mit oder ohne Warmwassersystem)</li> <li>* Hohe Rücklauftemperaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Regelventile mit bedarfsgerecht ausgelegten oder variablen KVS-Werten erneuern</li> <li>* TAB (Technische Anschlussbedingungen) des Wärmeversorgers auf geforderte Betriebsbedingungen überprüfen</li> <li>* Primär-Wassermenge des Wärmeversorgers an die Systemtemperatur anpassen und vom Wärmeversorger einstellen lassen</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>25,0%</b>	<b>1.3 - 1.6</b>
<b>Konvektor- und Einrohranlagen vorhanden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rücklauftemperaturen höher als in der TAB gefordert für Heizungs-, Lüftungs- und Warmwassersysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Umstellung von Einrohr- auf Zweirohrheizungsanlage</li> <li>* Hydraulischen Abgleich des Einrohrsystems berechnen und durchführen</li> </ul>	<b>6,0%</b>	<b>12,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>1.3 – 1.5</b>
<b>Lüftungsanlagen mit hohen Rücklauftemperaturen &gt; 30°C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Zu hohe Rücklauftemperaturen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Heizflächen und/oder Heizregister in Lüftungsanlagen vergrößern und Rücklauftemperatur absenken</li> <li>* Rücklauftemperaturbegrenzer einsetzen</li> <li>* Nachschaltung von Heizkreisen mit niedrigen Vorlauftemperaturen</li> </ul>	<b>8,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>20,0%</b>	<b>1.3 – 1.5</b>

Hallenheizung			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial von bis max.			Detail Nr.
<b>Hallenheizung</b>			<b>Einsparung bezogen auf Wärmeverbrauch Hallenheizung:</b>			
<b>Direkte Luftheritzer: Hoher Wärmeverbrauch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* hohe erforderliche Raumtemperaturen (Einblastemperaturen) und Außenluftmengen (Zuluftmengen)</li> <li>* schlechte Verteilung der Luft-/Wärmeströme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Luftmengen ermitteln und einstellen</li> <li>* Temperaturen ermitteln und einstellen</li> <li>* Luftverteilung im Raum über Luftauslassklappen regulieren</li> <li>* Zusätzliche Deckenventilatoren zur besseren Luftverteilung installieren</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>1.7</b>
<b>Indirekte Luftheritzer: ohne Zonenventile, ohne Volumenstrom- differenzdruckregler, mit ungedämmten Heizverteilungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ständig durchströmter Wärmetauscher</li> <li>* kein Volumenstromdifferenzdruckregler, hohe Rücklauftemperaturen bei ausgeschalteten Lüftern</li> <li>* ungedämmte Rohrleitungen unter der Hallendecke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Zonenventil und Volumenstromdifferenzdruckregler einbauen und in die Regelung integrieren, Volumenstromdifferenzdruckregler auf die berechnete Wassermenge einstellen</li> <li>* Rohrleitungen unter der Hallendecke dämmen</li> </ul>	<b>5,0%</b>	<b>30,0%</b>	<b>40,0%</b>	
<b>Warmfluftheizung in schlecht gedämmter und/oder hoher Halle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hoher Wärmeverbrauch</li> <li>* Temperaturschichtung mit ungenutzter Wärme im oberen Bereich</li> <li>* Unterschiedliche Nutzungsbereiche innerhalb einer Halle, z.B. Arbeits- und Lagerbereiche</li> <li>* Tore sind auf Grund von Arbeitsabläufen längere Zeiten geöffnet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Umstellung auf Strahlungsheizung</li> <li>* Positionierung der Heizstrahler entsprechend der Nutzungsbereiche</li> </ul>	<b>30,0%</b>	<b>40,0%</b>	<b>50,0%</b>	<b>1.7 - 1.8</b>

Hallen h e i z u n g			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial von bis max.			Detail Nr.
<b>Hallenheizung</b>			<b>Einsparung bezogen auf Wärmeverbrauch Hallenheizung:</b>			
<b>Luftherhitzer: Regelung steuert nicht bedarfsgerecht, Außenluftanteil nicht steuerbar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* zu hoher Wärme- und Stromverbrauch</li> <li>* keine drehzahlgeregelten Ventilatoren</li> <li>* keine Regelung für variablen Außenluftanteil vorhanden, keine Umluftklappen</li> <li>* keine Raumtemperaturerfassung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* automatisierte Lüftungsregelung integrieren</li> <li>* Frischluftanteil steuern über CO<sub>2</sub>-Sensor im Abluftkanal</li> <li>* Thermostatische Steuerung nachrüsten</li> </ul>	<b>5,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>20,0%</b>	
<b>Luftherhitzer: Zuluftkanäle schlechte Wärmedämmung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kanaldämmung fehlt oder ist beschädigt</li> <li>* Dämmstärke zu gering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kanaldämmung einbauen bzw. erneuern, Dämmstärken gemäß Heizungsanlagenverordnung / EnEV</li> </ul>	<b>1,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	
<b>Strahlungsheizung: ungedämmte Gehäuse und einstufige Betriebsweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* einstufige Betriebsweise der Brenner</li> <li>* ungedämmte Reflektionsflächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Modulierende oder zweistufige Brenner nachrüsten</li> <li>* Strahlungsheizung erneuern</li> </ul>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>1.7 – 1.8</b>
<b>Strahlungsheizung Dunkelstrahler: keine Wärmerückgewinnung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* mehr als vier Dunkelstrahlereinheiten ohne Wärmerückgewinnungsanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage in die Abgasanlagen</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>1.7 – 1.8</b>

Wärmeverteilung			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail Nr.
			von	bis	max.	
<b>Wärmeverteilung</b>						
<b>Hydraulische Einbindung der Wärmeerzeuger falsch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Brennwert-Heizkessel mit extrem kleiner Wassermenge ohne hydraulische Weiche oder Pufferspeicher</li> <li>* Mehrkesselanlagen ohne hydraulische Weiche, Pufferspeicher und hydraulische Zuordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydraulische Einbindung ändern, z.B. hydraulische Weiche, Pufferspeicher, Anschluss nach Tichelmann ausführen, Absperrklappen und leistungsabhängige Steuerung der Kesselpumpen</li> </ul>	<b>1,0%</b>	<b>2,0%</b>	<b>3,0%</b>	
<b>Wärmetauscher als Systemtrennung (z.B. Fußbodenheizung, Schwimmbad): falsch ausgelegt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* hohe Vorlauftemperatur, geringe Temperaturspreizung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Wärmetauscher auslegen und erneuern</li> </ul>	<b>1,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	
<b>kein Hydraulischer Abgleich des Primärkreislaufes (von den Regelventilen bis zu den Strangreguliertventilen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* zu geringe Temperaturspreizung (kleiner 10-20 K) an den Wärmeverbrauchern und Heizkreisen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydraulischen Abgleich durchführen nach Tabelle des Herstellers</li> </ul>	<b>1,0%</b>	<b>2,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>2.1</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rücklauftemperatur &gt; 55°C bei Außentemperatur -10°C bei Brennwert-Heizkessel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydraulischen Abgleich durchführen nach Heizlast- und Rohrnetzberechnung inkl. Auslegung von Heizkörpern, Regelarmaturen und Pumpen, einstellen, ggfs. erneuern/einbauen</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Strangreguliertventile nicht vorhanden oder nicht regulierbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Hydraulischen Abgleich durchführen nach Heizlast- und Rohrnetzberechnung wie zuvor, jedoch mit zusätzlich erreichtem Brennwertnutzen</li> </ul>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>15,0%</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Strangreguliertventile ohne Differenzdruckregelung</li> </ul>					
<b>Strangreguliertventile: unregelt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* geringe Temperaturspreizung (mindestens 20K erforderlich)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Strangreguliertventile mit FestwertEinstellung erneuern</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>nur Strangabsperrentventile vorhanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Strangreguliertventile mit Differenzdruckregelung</li> </ul>	<b>1,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>15,0%</b>	

<b>Wärmeverteilung</b>			<b>Übersicht</b>			
<b>Schwachstelle</b>	<b>Erkennung</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Einsparpotenzial</b>			<b>Detail Nr.</b>
			<b>von</b>	<b>bis</b>	<b>max.</b>	
<b>Wärmeverteilung</b>						
<b>Regelventile der Heizkreise: KVS-Werte falsch ausgelegt</b>	* stark schwankende Vorlauftemperaturen, ständiges Öffnen/Schließen des Regelventils, starke Schwingungen im Regelverhalten	* Wassermenge nach Wärmebedarf des Gebäudes ermitteln, KVS-Werte der Regelventile anpassen, ggfs. Regelventile austauschen	<b>1,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>10,0%</b>	
<b>Kein hydraulischer Abgleich der Gesamtanlage</b>	* hohe Rücklauftemperatur, geringe Temperaturspreizung, keine voreinstellbaren Thermostatventile, keine einstellbaren Rücklaufverschraubungen	* Hydraulischen Abgleich durchführen nach Tabelle des Herstellers	<b>1,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>8,0%</b>	<b>2.1</b>
		* Hydraulischen Abgleich durchführen nach Heizlast- und Rohrnetzberechnung inkl. Auslegung von Heizkörpern, Regelarmaturen und Pumpen, ggfs. voreinstellbare Thermostatventile und einstellbare Rücklaufverschraubungen einbauen	<b>5,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>15,0%</b>	
		* Hydraulischer Abgleich durchführen nach Heizlast- und Rohrnetzberechnung wie zuvor, jedoch mit zusätzlich erreichtem Brennwertnutzen	<b>5,0%</b>	<b>25,0%</b>	<b>25,0%</b>	
<b>Heizflächen zu klein</b>	* hohe Vorlauftemperaturen	* Heizflächen vergrößern, Systemtemperatur reduzieren, Temperaturspreizung erhöhen	<b>1,0%</b>	<b>10,0%</b>	<b>15,0%</b>	<b>2.9</b>

<b>Wärmeverteilung</b>			<b>Übersicht</b>			
<b>Schwachstelle</b>	<b>Erkennung</b>	<b>Maßnahme</b>	<b>Einsparpotenzial</b>			<b>Detail Nr.</b>
			<b>von</b>	<b>bis</b>	<b>max.</b>	
<b>Wärmeverteilung</b>						
<b>Luftheizkreis: nicht regelbar (Temperatur und Durchflussmenge)</b>	* Temperaturspreizung bei nicht laufendem Gebläse < 10 K	* Absperreinrichtung einbauen zur hydraulischen Leistungsabschaltung bei Nichtanforderung, ggfs. Pumpenabschaltung	<b>1,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>20,0%</b>	
<b>Heizungspumpen nicht effizient</b>	* Ungeregelte Festwert-Pumpen vorhanden	* Austausch ungeregelte Pumpe gegen Hocheffizienz-Pumpe	<b>40,0%</b>	<b>50,0%</b>	<b>70,0%</b>	<b>2.5 – 2.6</b>
	* Geregelt Pumpen (keine Hocheffizienzpumpe) vorhanden	* Austausch geregelte Pumpe gegen Hocheffizienz- Heizungspumpe	<b>20,0%</b>	<b>30,0%</b>	<b>40,0%</b>	<b>2.5 – 2.6</b>
		* Betriebsart einstellen				
<b>Pumpe zu groß ausgelegt</b>	* Pumpe läuft permanent auf minimaler Leistungsstufe bei maximaler Anforderung	* Betriebspunkt ermitteln, Pumpe austauschen	<b>20,0%</b>	<b>50,0%</b>	<b>70,0%</b>	<b>2.5 – 2.6</b>

Heizungsregelung			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail Nr.
			von	bis	max.	
<b>Heizungsregelung</b>						
<b>Regelkonzept fehlt, keine Heizkreisaufteilung</b>	* fehlende Regelgruppen für unterschiedliche Heizsysteme	* Regelkonzept erstellen nach Anforderungen der Heizsysteme, auslegen und einbauen, Heizkreisaufteilung, Regelventile, Motordrosselklappen und Misch-, Verteil- oder Ablaufregelung integrieren	5,0%	10,0%	15,0%	
	* Unterschiedliche Nutzungen oder Heizsysteme in einem Heizkreis	* Zentrale Steuerung mehrerer Heizkreise über Gebäudeleittechnik installieren	5,0%	20,0%	25,0%	
<b>Regelkonzept der Heizkreise nicht optimal</b>	* Unterschiedliche Heizsysteme, geeignet für die Nachschaltung von Niedertemperaturheizkreisen	* Regelkonzept erstellen, Niedertemperatur-Heizkreise (Flächenheizung) nachgeschaltet einbinden, z.B. nach Brauchwasser- oder Lüftungssystemen	3,0%	5,0%	10,0%	
		* Zentrale Steuerung mehrerer Heizkreise über Gebäudeleittechnik installieren	5,0%	15,0%	20,0%	
<b>Raumtemperaturen zu hoch</b>	* gemessene Raumtemperaturen höher als in der EN festgelegt	* Regelungseinstellungen anpassen * Heizkörperthermostate begrenzen	6%/°C			2.8
<b>Vorlauftemperatur passt nicht zum Raumheizsystem</b>	* Vorlauftemperatur erheblich höher als die erforderliche Systemtemperatur, z.B. Fußbodenheizung	* Kesselregelung und Einstellwerte prüfen, ggfs. Mischventil nachrüsten und Regelung erweitern	2,0%	5,0%	10,0%	

Heizungsregelung			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail Nr.
			von	bis	max.	
<b>Heizungsregelung</b>						
<b>Heizungsregelung falsch eingestellt</b>	* keine Nachtabsenkung eingestellt	* Zeiten und Temperatur für die Nachtabsenkung einstellen	1,0%	2,0%	5,0%	2.3 + 2.4
	* Heizkurve passt nicht zum Gebäude	* Gebäudeklassifizierung der Bauweise "leicht, mittel, schwer", Systemtemperaturen ermitteln, Heizkurve und Parallelverschiebung einstellen	1,0%	2,0%	4,0%	2.2
	* hohe Raumtemperaturen					
	* keine Zeitschaltuhr, falsche Einstellung, falsche Uhrzeit	* Heizzeiten an die Nutzung anpassen	1,0%	2,0%	3,0%	2.3 + 2.4
	* stark schwankende Vorlauftemperaturen, ständiges Öffnen/Schließen des Regelventils, starke Schwingungen im Regelverhalten	* Regelparameter anpassen, Regelkonstante xp-Wert auf Regelventile abstimmen	1,0%	2,0%	3,0%	

Warmwasserbereitung			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail Nr.
			von	bis	max.	
Warmwasserbereitung			Einsparung bezogen auf Warmwasserverbrauch:			
<b>WW-Speicher mit innenliegendem Wärmetauscher kombiniert mit Brennwert-Heizkessel oder Fernwärmeversorgung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rücklauftemperaturen im Speicherheizbetrieb &gt; 65°C</li> <li>* Brennwert-Heizkessel oder Fernwärmeversorgung mit Warmwasserbereitung mit innenliegendem Wärmetauscher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Umstellung auf Speicherladesystem oder</li> <li>* Umstellung auf Frischwasserstationen zentral (mit Pufferspeicher) oder dezentral</li> <li>* Normleistungskennzahl ermitteln und System darauf auslegen</li> </ul>	5,0%	20,0%	<b>25,0%</b>	
<b>Wohnungsweise Einzelversorgungsanlagen in Mehrfamilienhäusern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Installierte Heizleistung in der Summe wesentlich höher als berechnete Heizlast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Umstellung auf zentrale Wärmeversorgung inkl. neuem Rohrnetz und Wärmeerzeuger oder</li> <li>* dezentral elektrische WW-Bereitung z.B. elektronisch geregelte Durchlauferhitzer oder</li> <li>* dezentrale Frischwasserstationen wohnungsweise</li> <li>* Normleistungskennzahl ermitteln und System darauf auslegen</li> </ul>	5,0%	30,0%	<b>35,0%</b>	
<b>Warmwasserspeicher zu groß bemessen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* zu großer Warmwasserspeicher (Normleistungskennzahl ermitteln und abgleichen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Speicher neu dimensionieren und erneuern, Normleistungskennzahl ermitteln und darauf auslegen</li> <li>* Warmwasserbereitung auf Speicherladesystem umstellen</li> </ul>	1,0%	2,5%	<b>5,0%</b>	<b>3.1</b>
			5,0%	10,0%	<b>15,0%</b>	

Warmwasserbereitung			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial			Detail Nr.
			von	bis	max.	
Warmwasserbereitung						
<b>Warmwasserspeicher schlecht gedämmt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Oberflächentemperatur Speichermantel hoch</li> <li>* hohe Raumtemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Speicher neu dämmen, ggfs. erneuern</li> </ul>	<b>0,5%</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,5%</b>	<b>3.1</b>
<b>Warmwasserregelung falsch eingestellt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Soll-Wert Warmwassertemperatur &gt;60°C</li> <li>* keine Nachtabsenkung eingestellt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Soll-Wert minimieren</li> <li>* Zeiten und Temperatur für die Nachtabsenkung einstellen</li> </ul>	<b>0,5%</b>	<b>3,0%</b>	<b>5,0%</b>	
<b>Warmwasserzirkulation nicht einreguliert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rücklauftemperatur Zirkulation &gt;60°C</li> <li>* Fehlende Einstellarmaturen (Wassermenge und Temperatur)</li> <li>* Nicht eingestellte Einstellarmaturen</li> <li>* Fehlende Regelung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Soll-Wert minimieren (nicht unter 55°C), Einstellarmaturen für Temperatur und Volumenstrom auslegen und einbauen, Regelung mit Zeitschaltuhr einbauen und einstellen (Legionellenschutz beachten!)</li> </ul>	<b>2,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>3.2</b>
<b>Speicher-Ladesystem ineffizient</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tacosetter für den Ladestrom nicht auf den berechneten Ladestrom eingestellt</li> <li>* Ladetemperatur &gt; 60°C</li> <li>* WW-Zirkulationsdurchflussmenge nicht auf den berechneten Wert eingestellt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Werte einstellen, ggfs. ermitteln</li> <li>* Ladetemperatur einstellen</li> <li>* Durchflussmenge einstellen</li> </ul>	<b>1,0%</b>	<b>2,0%</b>	<b>2,0%</b>	
			<b>0,5%</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,0%</b>	
			<b>1,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>5,0%</b>	

Warmwasserbereitung			Übersicht		
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial von bis max.		Detail Nr.
Warmwasserbereitung					
<b>Geringer WW-Verbrauch und hohe Leitungsverluste durch lange Leitungswege und/oder schlechte Rohrdämmung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* weit entfernte WW-Zapfstellen mit geringem Verbrauch</li> <li>* schlecht gedämmte Leitungen</li> <li>starke Auskühlung der WW-Zirkulationsleitungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Umstellung auf dezentrale Frischwasserstationen oder</li> <li>* Wärmedämmung Leitungen</li> <li>* elektrische WW-Bereitung, z.B. Durchlauferhitzer</li> </ul>	Einsparung bezogen auf Warmwasserverbrauch:  5,0% 15,0% <b>15,0%</b>		

Rohrleitungen			Übersicht			
Schwachstelle	Erkennung	Maßnahme	Einsparpotenzial von bis max.			Detail Nr.
<b>Rohrleitungen</b>						
<b>Rohrleitungen falsch ausgelegt (Dimension zu klein)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Sichtkontrolle, Leistung zum Querschnitt betrachten (Rohrnetzberechnung, Bestimmung von Durchflussmenge und Fließgeschwindigkeit</li> <li>* hohe Pumpenleistung erforderlich</li> </ul>	* Rohrleitung auslegen und erneuern	1,0%	2,0%	5,0%	
<b>Rohrdämmung mangelhaft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Rohrdämmung fehlt oder ist beschädigt</li> <li>* Dämmstärke zu gering</li> <li>* Dämmmaterial veraltet (entspricht nicht den heutigen Anforderungen), z.B. mit Gips ummantelt</li> </ul>	* Rohrdämmung einbauen bzw. erneuern, Dämmstärken gemäß Heizungsanlagenverordnung / EnEV	<b>Berechnung Einsparpotenzial nach Tabellen/Grafiken</b>			<b>4.1 - 4.3</b>
<b>Armaturendämmung</b>	* Armaturen nicht oder schlecht gedämmt	* Armaturendämmung installieren	0,1%	0,3%	0,5%	<b>4.4</b>



## **Teil II: Details**

Im Feld „Parameter“ sind die erforderlichen Eingabewerte und die Annahmen für die Ermittlung oder Berechnung aufgeführt. Das Feld „Erkennung Schwachstellen“ enthält in Stichworten Erkennungsmerkmale.

Die Einsparpotenziale sind direkt aus den Diagrammen ablesbar oder das Einsparpotenzial ist aus der untenstehenden Berechnungsformel zu ermitteln.

Abschließend sind Alternative Heizsysteme aufgeführt und grob erläutert. Für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich mit Einrechnung der Energiepreissteigerungen sind Fachplanungen und in der Regel Ingenieurleistungen erforderlich.

### **Witterungsbereinigung**

Im ersten Detail sind die Faktoren zur Witterungsbereinigung aufgeführt. Sie werden benötigt, um den aktuellen Jahres-Wärmeverbrauch vergleichbar zu machen und absolute Werte für die Einsparung in kWh/a zu berechnen.

Um Wärmeverbräuche unabhängig von Witterungseinflüssen vergleichen zu können, werden Faktoren für jedes Jahr angegeben, die sich auf den Durchschnittswerte der vergangenen 30 Jahre beziehen. Dieses 30-jährige Mittel wird mit dem Faktor 1,0 angesetzt, so dass mit Multiplikation des Faktors des betrachteten Jahres der witterungsbereinigte Wert berechnet wird (s. Detail 0).

### **Inhaltsverzeichnis Details:**

0	Witterungsbereinigung von Wärmeverbräuchen.....	23
1.1	Heizkesselerneuerung: Wirkungsgrad erhöhen.....	24
1.2	Heizleistung verringern.....	25
1.3	Fernwärme: Rücklauftemperaturen bewerten (Vattenf.) .....	26
1.4	Fernwärme: Rücklauftemperaturen bewerten (Eon Hanse) .....	27
1.5	Fernwärme: Ausnutzung optimieren.....	28
1.6	Fernwärme: Kvs-Wert des Temperaturregelventils optimieren .....	29
1.7	Wärmedämmstandard Hallen.....	30
1.8	Gas-Infrarot-Strahlungsheizung.....	31
2.1	Hydraulischer Abgleich.....	32
2.2	Heizkurve: Anpassung an Gebäude und Heizsystem.....	33
2.3	Nachtsenkung verlängern.....	34
2.4	Nachtsenktemperatur verringern.....	35
2.5	Pumpen: Einsatz von geregelten Pumpen mit EC-Motoren.....	36
2.6	Pumpen: Stromeinsparung Pumpenaustausch.....	37
2.7	Brenner: Stromeinsparung Gebläsebrenner.....	38
2.8	Raumtemperatur absenken.....	39
2.9	Heizflächen vergrößern.....	40
3.1	WW-Speicher verkleinern, Speicher-Wärmeverluste verringern.....	41
3.2	Warmwasserzirkulation: Betriebszeit reduzieren.....	42
4.1	Mittlere Temperaturdifferenz im Heizsystem ermitteln.....	43
4.2	Rohrdämmung: ungedämmte Rohrleitungen.....	44
4.3	Rohrdämmung: schlecht gedämmte Rohrleitungen .....	45
4.4	Armaturen- und Flanschdämmung.....	46
5.1	Wärmebedarf Altbau nach WSchV 95 mit Solarerträgen.....	47
5.2	Wärmebedarf, solare Einstrahlung, Solarerträge.....	48
5.3	Solarthermie-Anlage: Kleinanlage WW mit/ohne Heiz.-unterstützung.....	49
5.4	Solarthermie-Anlage: Großanlage WW mit/ohne Heiz.-unterstützung.....	50

## 0 Witterungsberingung von Wärmeverbräuchen

<b>Parameter</b>
Jahreswärmeverbrauch [kWh] aus Abrechnung ermitteln

Jahr	Faktor zur Witterungsberingung (NormGTZ/JahresGTZ)	Jahresgradtagszahl (Jahres GTZ)	Normgradtagszahl (NormGTZ)
2007	1,190	2852	3393
2008	1,154	2939	3393
2009	1,102	3080	3393
2010	0,917	3702	3393
2011	1,143	2969	3393
2012	1,052	3226	3393
2013	1,023	3315	3393
2014	1,2315	2755	3393
2015	1,1455	2962	3393
2016	1,1013	3081	3393
2017	1,1325	2996	3393
2018	1,1905	2850	3393
2019	1,2034	2820	3393
2020	1,227	2765	3393
2021	1,0917	3108	3393

Quelle: Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft

Erläuterung:

Die Gradtagszahl (GTZ) ist die Differenz der Innentemperatur (20°C) zur mittleren Außen-temperatur eines Tages.

Die Jahresgradtagszahl (JahresGTZ) ist die Summe der Gradtagzahlen eines Jahres.

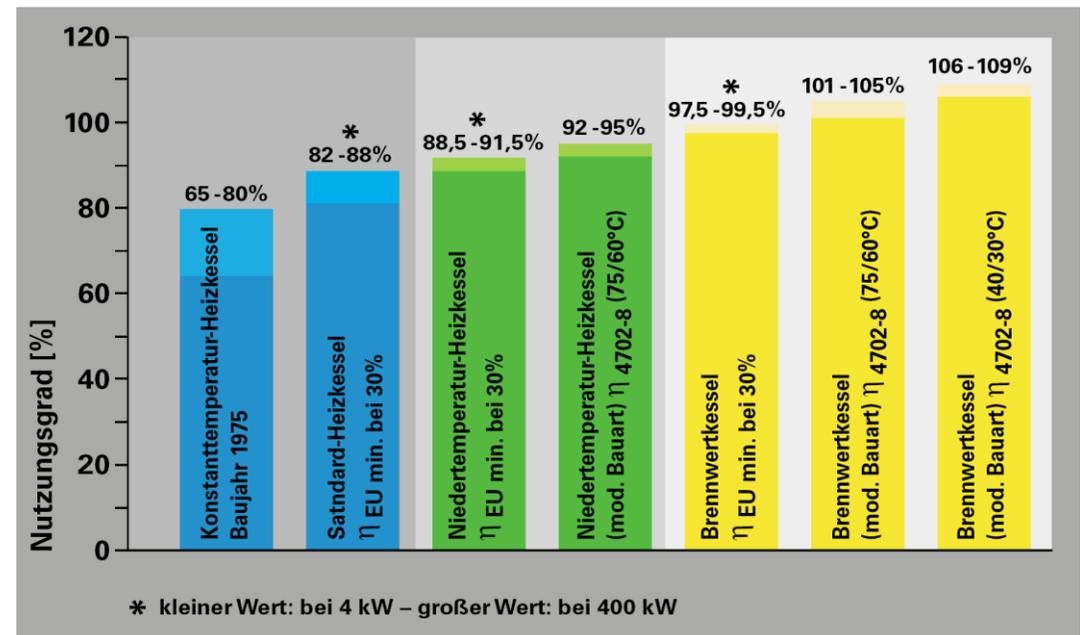
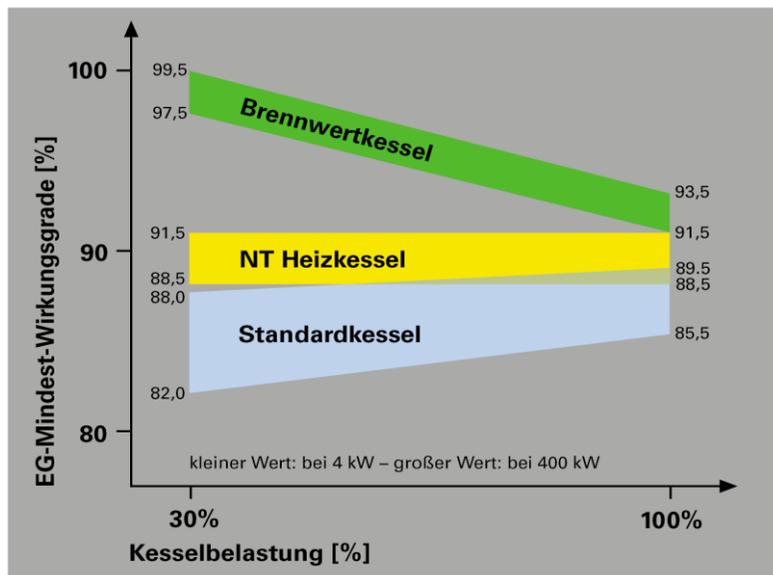
Durch den Bezug der JahresGTZ zur NormGTZ ergibt sich der Faktor für die Witterungsberingung. Durch Multiplikation des Wärmeverbrauches mit dem Bereinigungsfaktor (Klimafaktor) werden die Verbräuche auf den "Normwinter" hochgerechnet und sind damit direkt miteinander vergleichbar.

Witt.-bereinigter Verbrauch: aktueller Jahresverbr. \* Bereinigungsfaktor = Bereinigter Jahresverbr.

Witterungsbereinigter Verbrauch, berechnet: .....kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... = ..... kWh<sub>bereinigt</sub>/a

# 1.1 Heizkesselerneuerung: Wirkungsgrad erhöhen

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Wirkungsgrad $\eta_{alt}$ und $\eta_{neu}$ aus Diagramm ablesen Jahreswärmeverbrauch [kWh] aus Abrechnung ermitteln	Hoher Wärmeverbrauch Hohe Abgas- und Stillstandsverluste



Quelle: www.viessmann.de

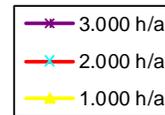
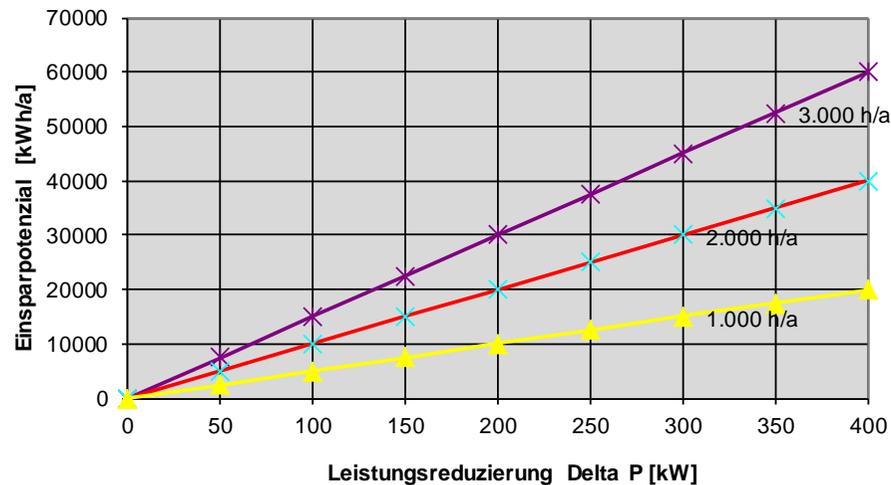
Einsparpotenzial, berechnet:  $(\eta_{vorher} - \eta_{nachher}) * \text{Jahres-Wärmeverbrauch} = \text{Jährliche Einsparung}$

Einsparpotenzial, berechnet:  $(\dots - \dots) \% * \dots \text{ kWh}_{\text{Verbrauch}}/\text{a} = \dots \text{ kWh}_{\text{Einspar}}/\text{a}$

## 1.2. Heizleistung verringern

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Heizkesselleistung $P_{\text{alt}}$ und $P_{\text{neu}}$ Stillstandsverluste = 5% auf den Anlagenwirkungsgrad Verringerte Stillstandszeiten [h/a] ermitteln / abschätzen	Hoher Wärmeverbrauch Hohe Stillstandsverluste

**Einsparpotenzial Stillstandsverluste**



Legende:  
Stillstandszeitreduzierung  
(Stillstandszeit Altkessel gegen Neukessel)

3.000 h/a: bei Überdimensionierung um 150-250%  
2.000 h/a: bei Überdimensionierung um 75-150%  
1.000 h/a: bei Überdimensionierung um 25-75%

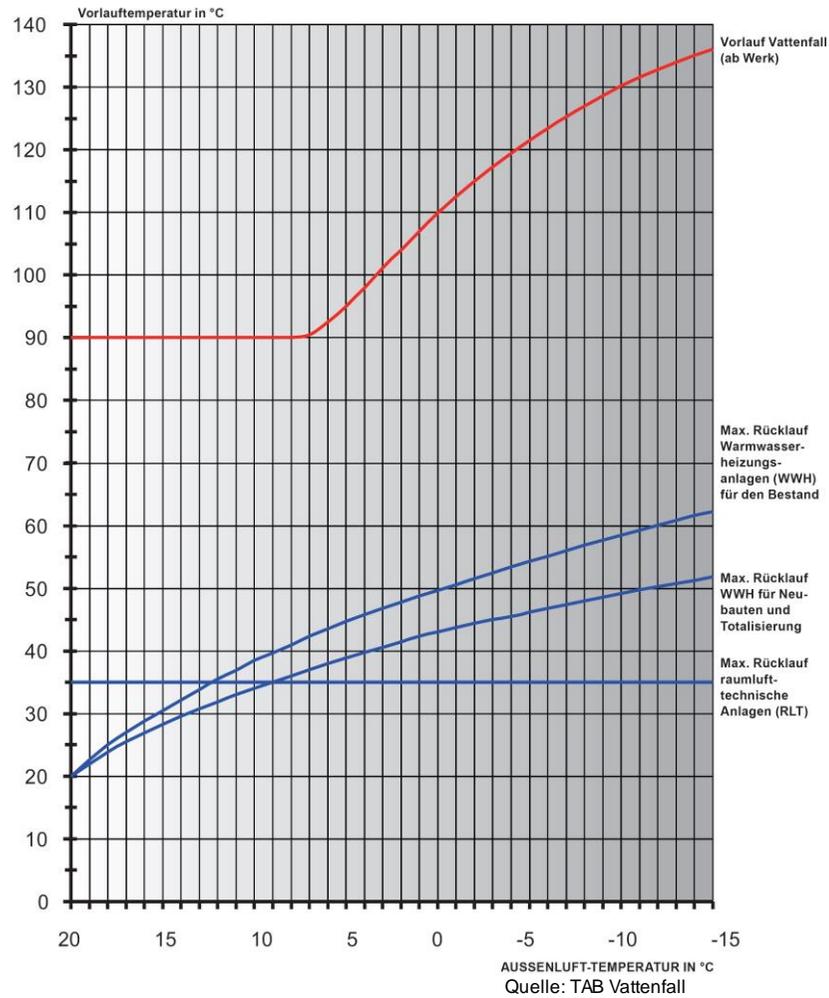
Einsparpotenzial, berechnet:  $(P_{\text{alt}} - P_{\text{neu}}) \cdot \text{verring. Stillstandsstunden [h/a]} \cdot 5\% = \text{Jährl. Einsparung}$

Einsparpotenzial, berechnet:  $(\dots - \dots) \text{ kW} \cdot \dots \text{ h/a} \cdot 5\% = \dots \text{ kWh}_{\text{Einspar}}/\text{a}$

## 1.3 Fernwärme: Rücklauftemperaturen bewerten (Vattenf.)

Parameter	Erkennung Schwachstellen
	Überschreitung Rücklauftemp. EVU Geringe Temperaturspreizung

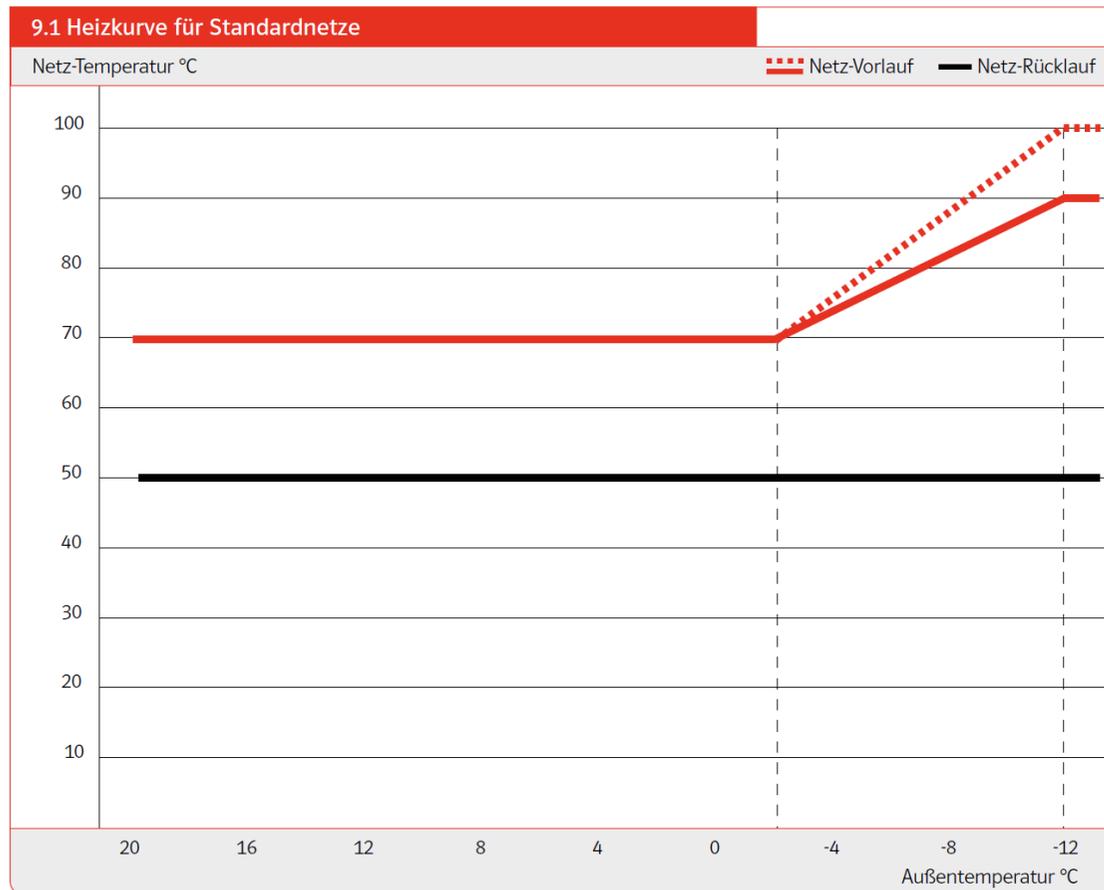
Im nebenstehenden Diagramm sind die einzuhaltenden Rücklauftemperaturen für verschiedene Heizsysteme angegeben am Beispiel der TAB Vattenfall 2009. Die entsprechende TAB ist zuberücksichtigen.



# 1.4 Fernwärme: Rücklauftemperaturen bewerten (Eon)

Parameter	Erkennung Schwachstellen
	Überschreitung Rücklauf temp. EVU Geringe Temperaturspreizung

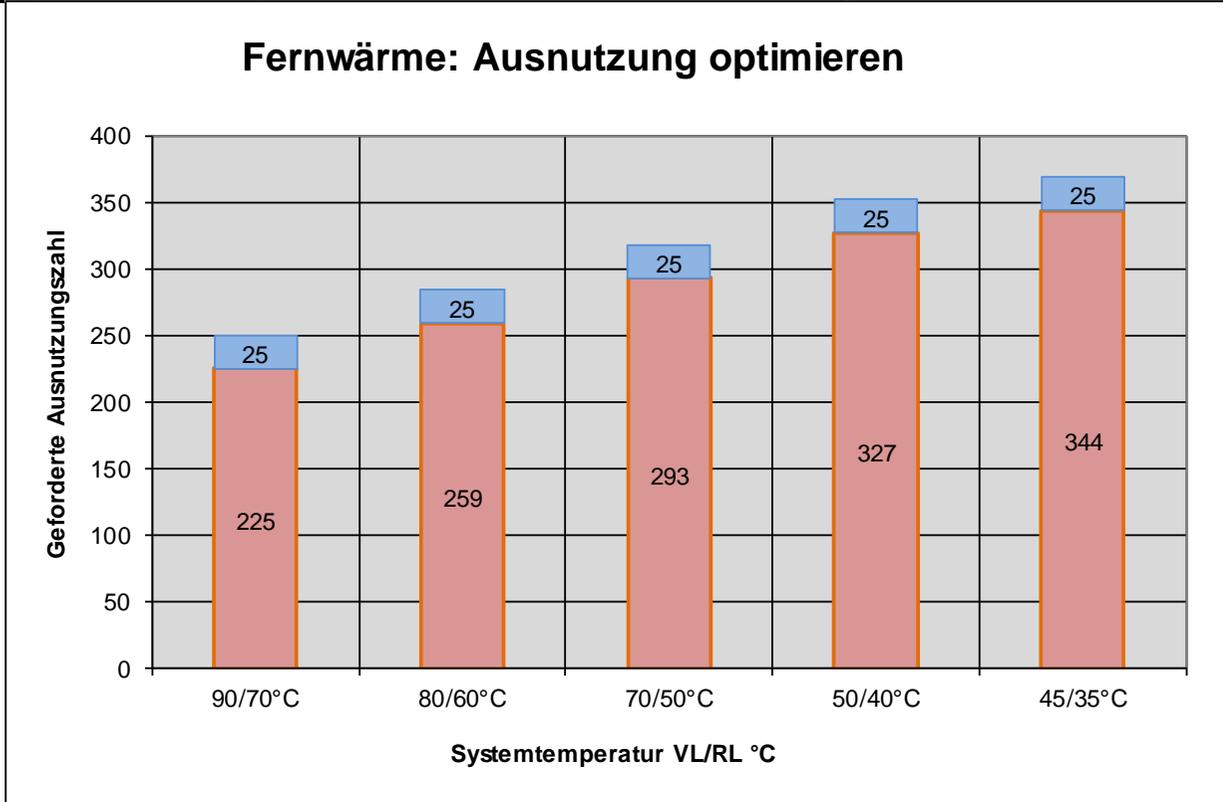
Im nebenstehenden Diagramm sind die einzuhaltenden Rücklauftemperaturen für verschiedene Heizsysteme gemäß TAB Eon Hanse Wärme 2012 angegeben.



Quelle: TAB Eon Hanse

# 1.5 Fernwärme: Ausnutzung optimieren

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Systemtemperatur Wärmeverbrauch jährlich eingestellte Wassermenge	Ausnutzung kleiner als empfohlener Referenzwert vom Wärmeversorger Die geforderte Rücklauftemperatur wird nicht erreicht.



Die Ausnutzung wird ermittelt aus dem Verhältnis von Jahreswärmeverbrauch [kWh/a] zur bereit gestellten Vertragswassermenge [l/h] (ausgelegt auf 100% Wärmeabnahme) . Sie wird auf Anfrage beim Fernwärmeversorger mitgeteilt.

Die Ausnutzung lässt als Richtwert eine Aussage über die wirtschaftliche Betriebsweise zu. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass auch der Wärmeschutzstandard der Gebäudehülle die Ausnutzung beeinflusst.

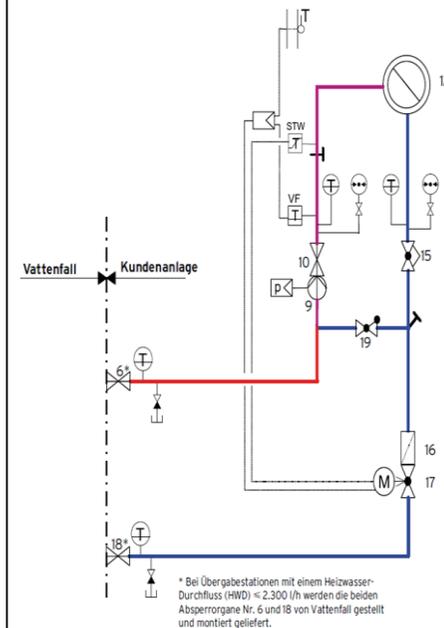
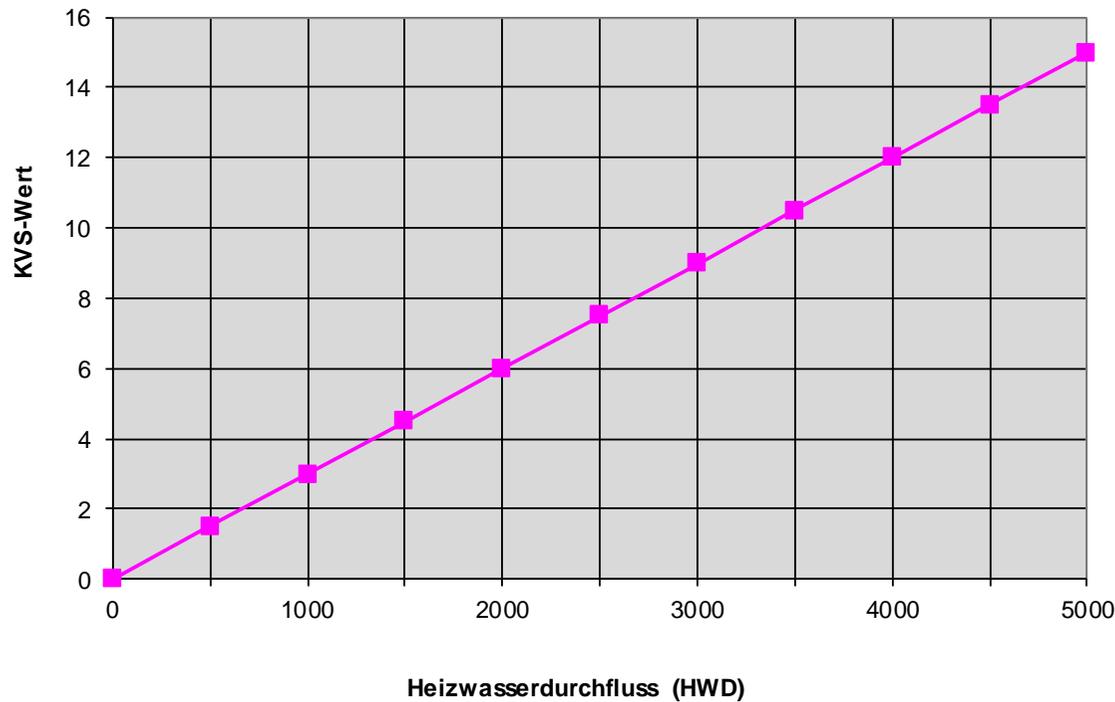
Hinweis: Die Ausnutzungszahlen gelten nur, wenn die geforderten Rücklauftemperaturen eingehalten oder unterschritten werden.

Ausnutzung:  $(\dots\dots\dots \text{ kWh}_{\text{Verbrauch}}/\text{a}) / (\dots\dots\dots \text{ l/h eingestellte Wassermenge}) = \dots\dots\dots$

# 1.6 Fernwärme: $K_{VS}$ -Wert des Temperaturregelventils optimieren

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Heizwasserdurchfluss (HWD)	Ventil pendelt

$K_{VS}$ -Wert des Temperaturregelventils

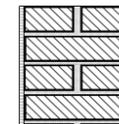


$K_{VS}$ -Wert, berechnet: .....  $l/h_{HWD} * 3 / 1000 =$  ..... (Faustformel)

# 1.7 Wärmedämmstandard Hallen

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Außenwand U-Wert-Abschätzung der Außenwände ggfs. Heizlastberechnung	Ausführung der Außenwände niedrige Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwand

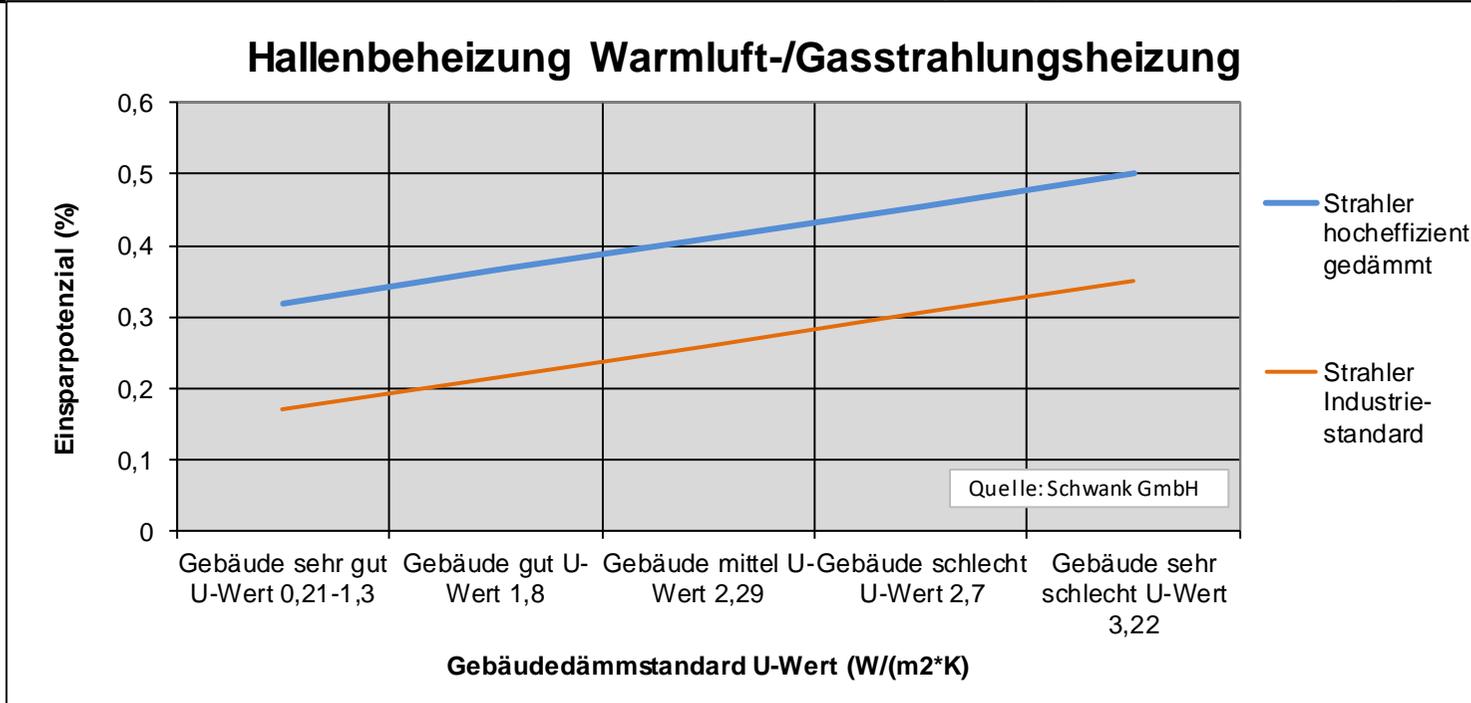
Außenwand	Schichtenaufbau	Schichtdicke cm	Wärmeleitzahl W/(m*K)	U-Wert W/(m²*K)
<b>Mauerwerk 11,5 cm</b>	Putzmörtel innen Mauerwerk Putzmörtel außen	1 11,5 1	0,7 0,99 1	<b>3,22</b>
<b>Mauerwerk 17,5 cm</b>	Putzmörtel Mauerwerk Zement	1 17,5 1	0,7 0,99 1	<b>2,7</b>
<b>Mauerwerk 24 cm</b>	Putzmörtel Mauerwerk Zement	1 24 1	0,7 0,99 1	<b>2,29</b>
<b>Wärmedämmpaneel 16 cm</b>	Stahl Polystyrol Stahl	0,04 16 0,04	50 0,035 0,5	<b>0,21</b>
<b>Isolierverglasung</b>				<b>1,8</b>



Das nebenstehende Diagramm kann genutzt werden, um in dem nachfolgenden Diagramm 1.8 "Gas-Strahlungsheizung" den Wärmedämmstandard des Gebäudes abschätzen zu können.

# 1.8 Gas-Infrarot-Strahlungsheizung

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Wärmeverteilsystem Wärmeverbrauch jährlich Raumwärmebedarf, Hallenhöhe	hohe Raumtemperatur unter der Hallendecke geringe Temperaturspreizung Vorlauf/Rücklauf häufig geöffnete Hallentore; Aufteilung in verschiedene Heizzonen möglich



Das nebenstehende Diagramm gilt im Vergleich zu einer zentralen Heizkesselanlage mit Warmluftherzeuger in der Halle mit den folgenden Rahmenbedingungen:

- \* Raumtemperatur im Arbeitsbereich gleichmäßig 17°C
- \* Hallenhöhe 5 m

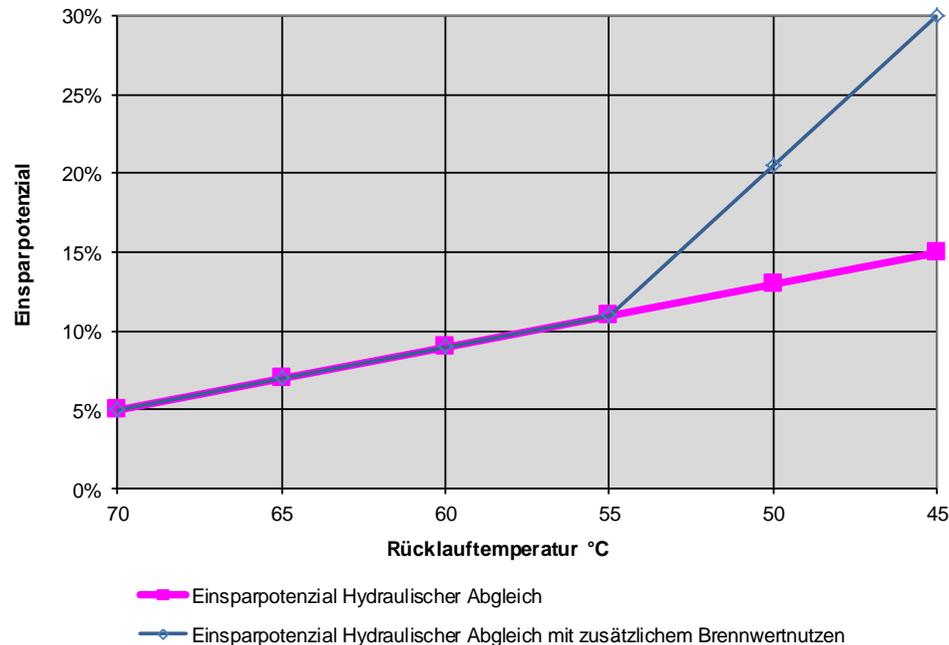
Ausgleichsfaktor:	je weiterer Meter Hallenhöhe	+ 1,25% Einsparpotenzial
	zweistufige Strahler	+ 3% Einsparpotenzial
	stufenlos modulierende Regeltechnik	+ 5% Einsparpotenzial

Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... % = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 2.1 Hydraulischer Abgleich

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Abgleich der Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung Regelung anpassen Jährlicher Wärmeverbrauch ist bekannt Heizkörperübertragungsleistung ist nach Raumwärmebedarf ausgeglichen	Heizkörperventil und/oder Mischer pendelt Hohe Kesselabstrahlungstemperatur Heizkessel taktet häufig, häufiges Vorspülen Teilweise keine ausreichende Raumerwärmung Ungleichmäßige Raumerwärmung

Einsparpotenzial Hydraulischer Abgleich



Beispiel 1:  
 Hydraulisch abgegliche Anlage mit RL 50°C wird in den Brennwertnutzen gebracht  
 --> 21% - 13% = 8%

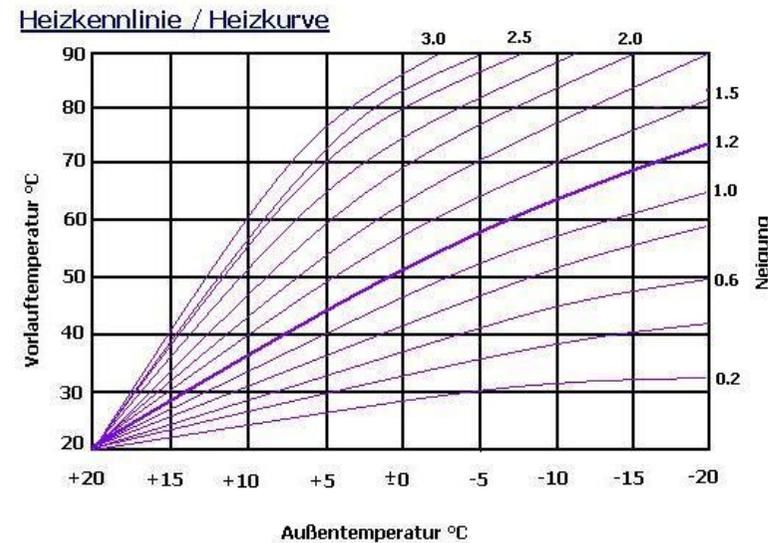
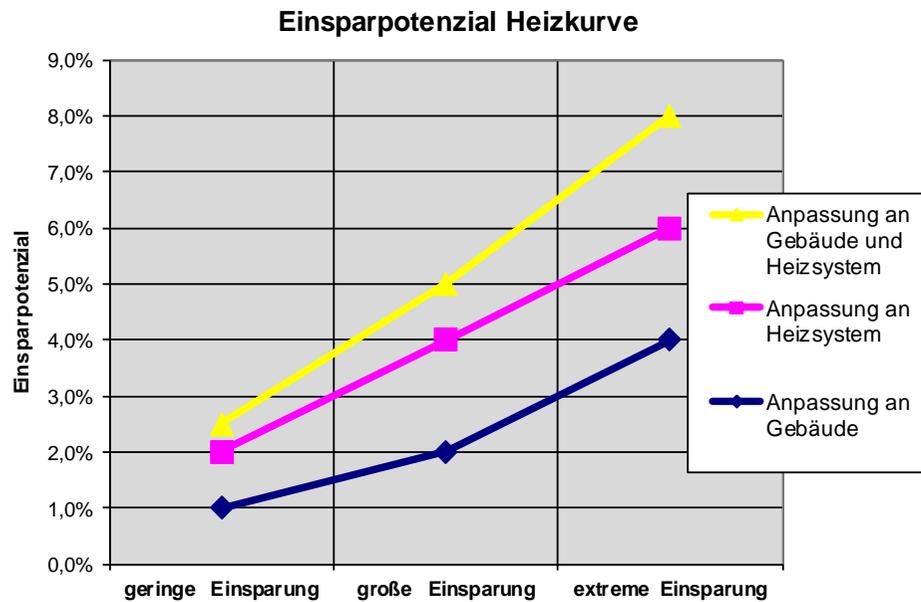
Beispiel 2:  
 Heizungsanlage wird hydraulisch abgeglichen ohne zusätzlichen Brennwertnutzen und von 70°C auf 55°C Rücklauftemperatur gebracht  
 --> 11% - 5% = 6%

Beispiel 3:  
 Heizungsanlage wird hydraulisch abgeglichen und zusätzlich der Brennwertnutzen erreicht. Die Rücklauftemperatur wird von 60°C auf 50°C gebracht.  
 --> 20% - 9% = 11%

Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... % = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 2.2 Heizkurve: Anpassung an Gebäude und Heizsystem

Vorgaben	Erkennung Schwachstellen
Gebäudedämmstandard ist bekannt Heizsystem ist bekannt Witterungsgeführte Regelung ist vorhanden Jährlicher Wärmeverbrauch ist bekannt	Heizkörperventil und/oder Mischer pendelt Hohe Kesselabstrahlungstemperatur Heizkessel taktet häufig, häufiges Vorspülen Kesseltemperatur zu hoch für Gebäudedämmstandard Kesseltemperatur zu hoch für Heizsystem

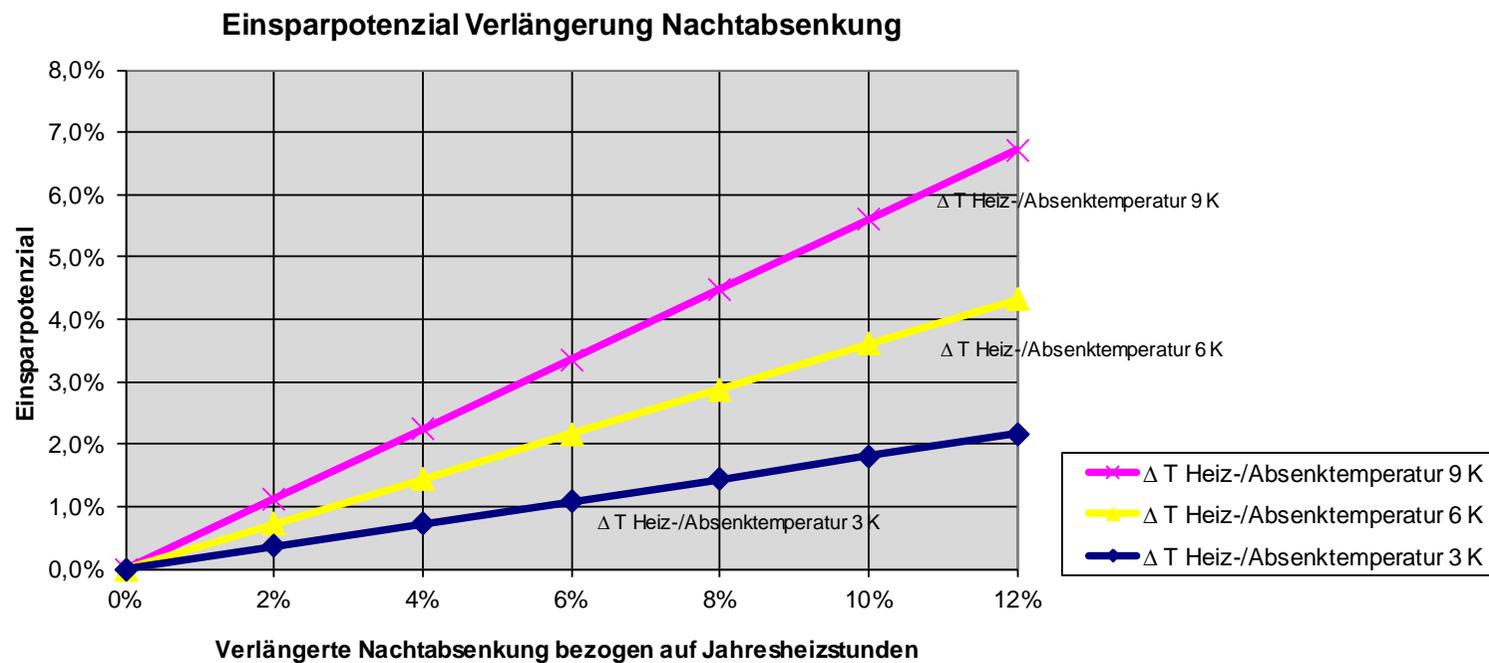


Quelle: www.shk-mayer.de

Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... % = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 2.3 Heizkurve: Nachtabsenkung verlängern

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Zeitschaltuhr vorhanden Nutzungszeiten sind bekannt Jahresheizstunden (Betriebsstunden des Wärmeerzeugers)	Zeiteinstellungen passen nicht zur Nutzung

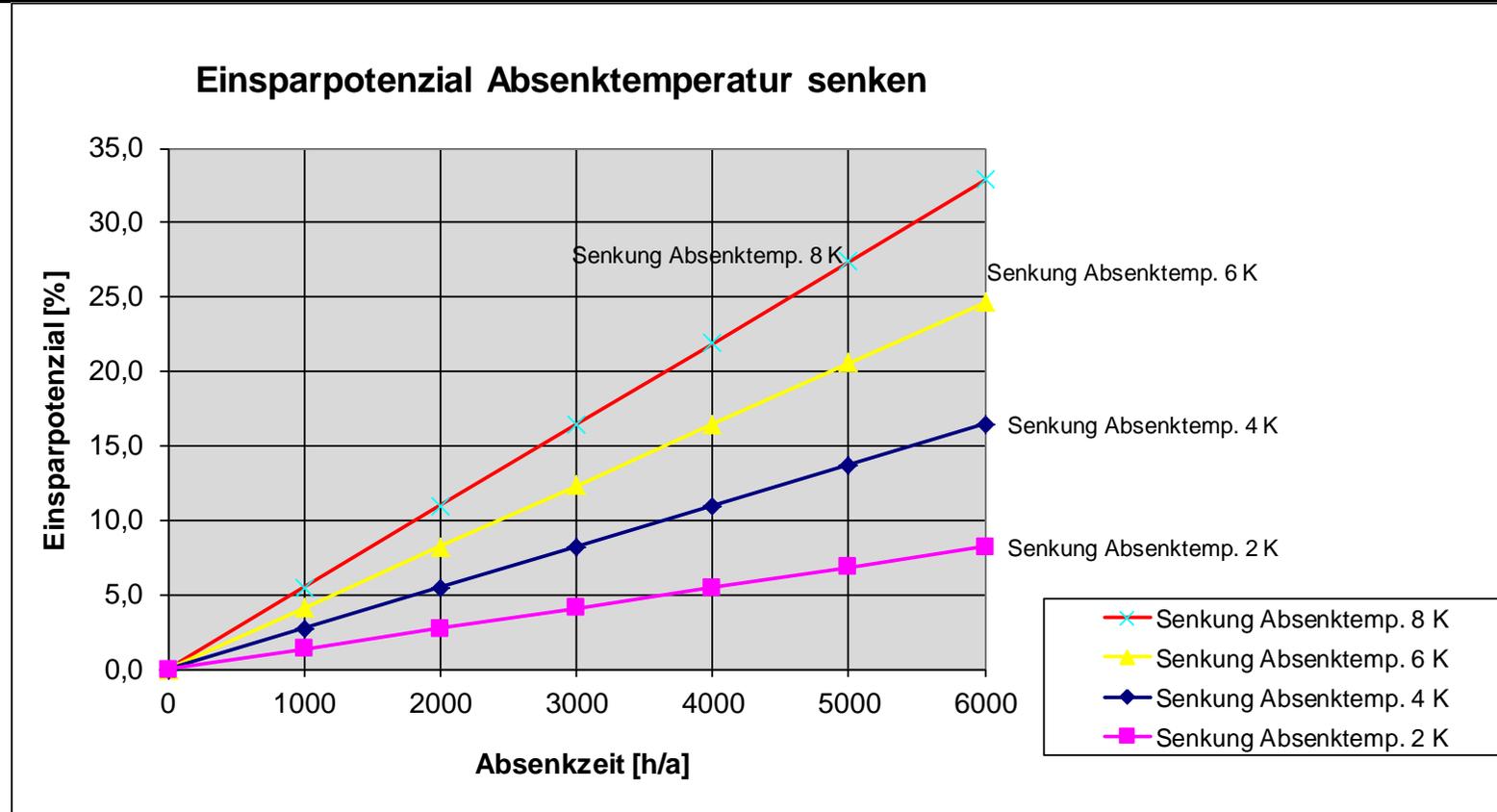


Verlängerte Nachtabsenkung [%]:  $\left( \left( \dots h_{\text{Absenk, vorher}} / d - \dots h_{\text{Absenk, nachher}} / d \right) * \dots d / a \right) / \dots h_{\text{Heizzeit}} / a = \dots \%$

Einsparpotenzial, berechnet:  $\dots \text{kWh}_{\text{Verbrauch}} / a * \dots \% = \dots \text{kWh}_{\text{Einspar}} / a$

## 2.4 Nachtabsenktemperatur verringern

<b>Vorgaben</b>	<b>Erkennung Schwachstellen</b>
Sollwert Absenktemperatur	Absenktemperatur nicht an die Nutzung angepasst



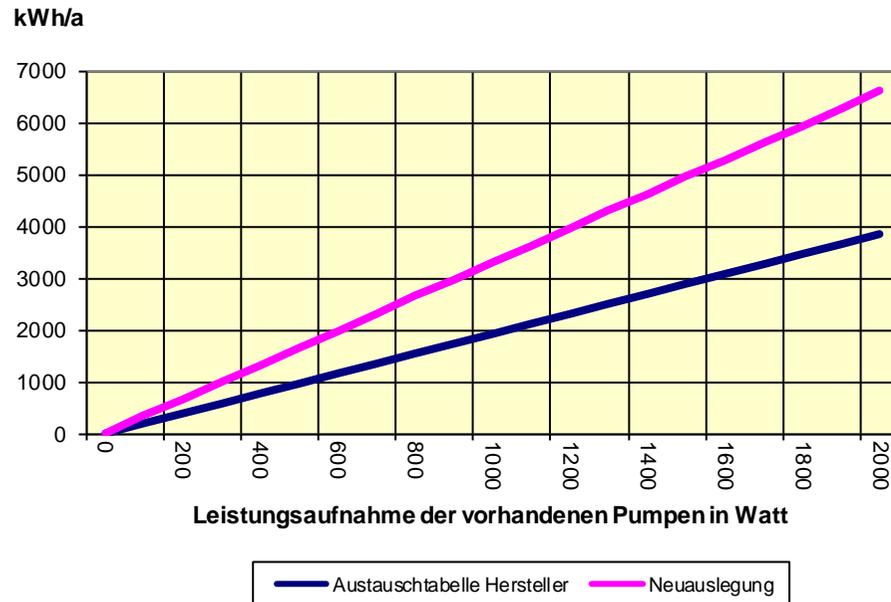
Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... % = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 2.5 Pumpen: Einsatz von geregelten Pumpen mit EC-Motoren

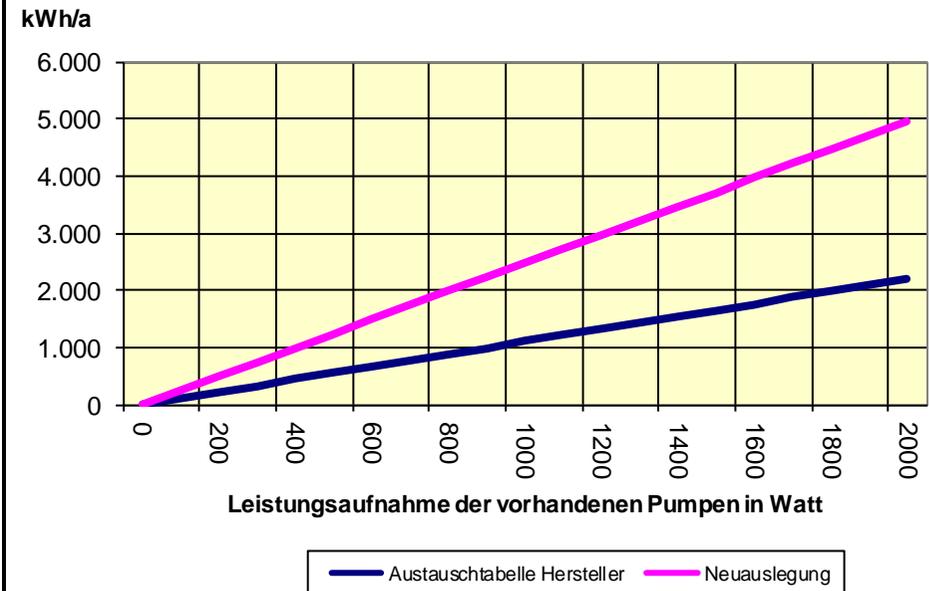
Parameter	Erkennung Schwachstellen
Leistungsaufnahmen der vorhandenen Pumpen	keine elektronisch geregelten Pumpen mit EC-Motor installiert

Ansätze: Jahresbetriebsstunden 5.500 h/a  
 Einsparung Standardpumpen -> hoch effiziente Pumpe 60 % bei Neuauslegung, 35 % bei Austauschabelle  
 Einsparung elektronisch geregelte Pumpe -> hoch effiziente Pumpe 45 % bei Neuauslegung, 20 % bei Austauschabelle

**Einsparpotenzial (el. Strom) durch den Austausch von Standardpumpen (feste Drehzahl) gegen elektronisch geregelte Pumpen mit EC-Motor**

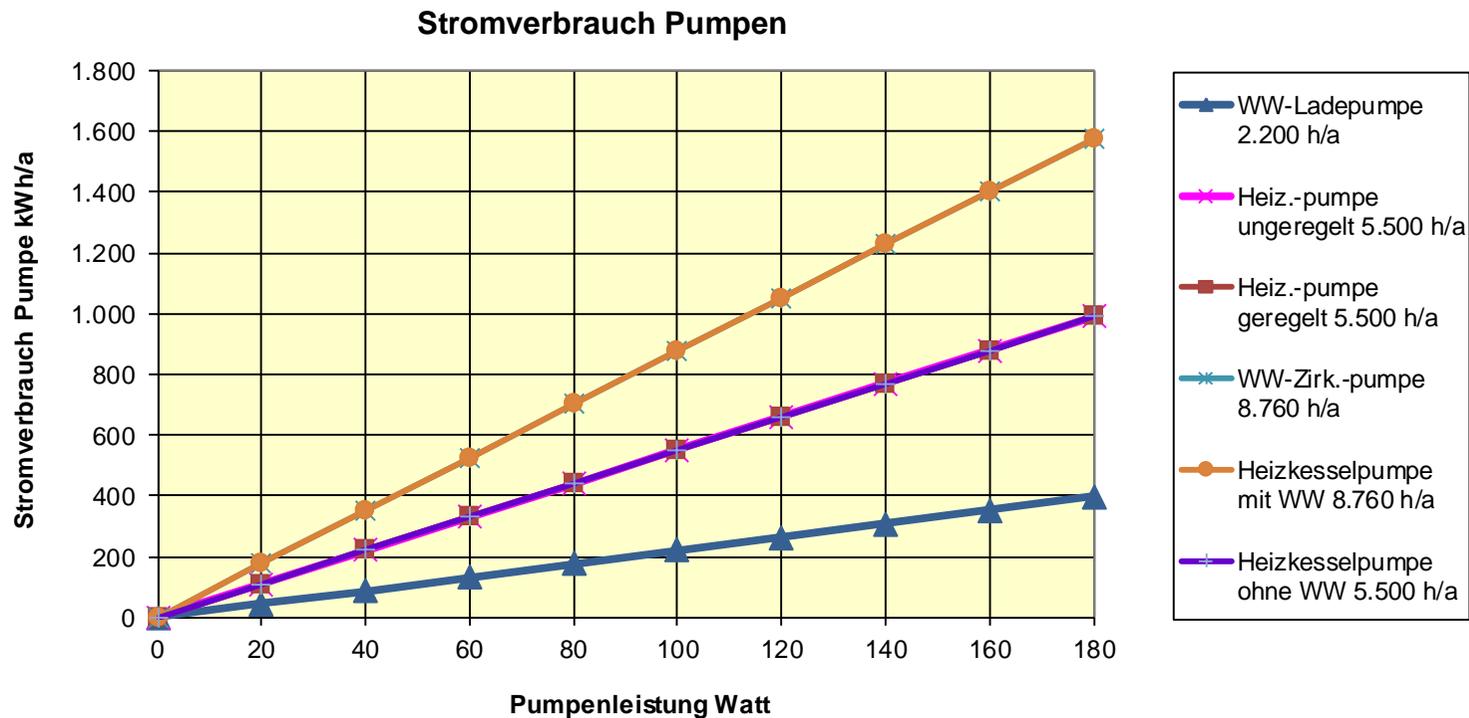


**Einsparpotenzial (el. Strom) durch den Austausch von Elektronikpumpen (Asynchronmotor) gegen elektronisch geregelte Pumpen mit EC-Motor**



## 2.6 Pumpen: Stromeinsparung Pumpenaustausch

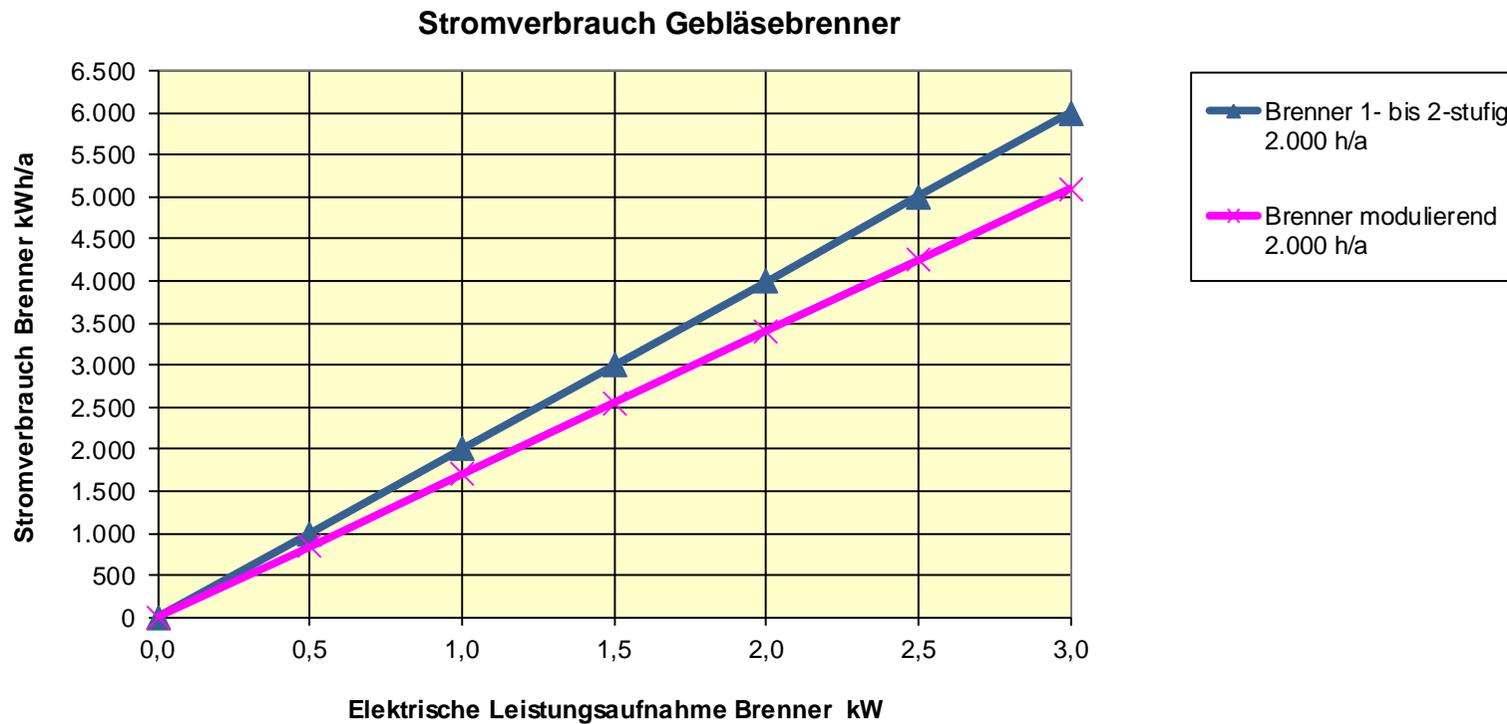
Parameter	Erkennung Schwachstellen
Pumpentyp Pumpenleistung installiert Pumpenleistung bedarfsgerecht berechnet	keine Hocheffizienzpumpe Pumpenleistung nicht bedarfsgerecht



Einsparpotenzial:  $(\dots W_{\text{alt}} - \dots W_{\text{neu}}) * \dots \text{h Laufzeit/a} / 1.000 = \dots \text{kWh}_{\text{Einspar}}/\text{a}$

## 2.7 Brenner: Stromeinsparung Gebläsebrenner

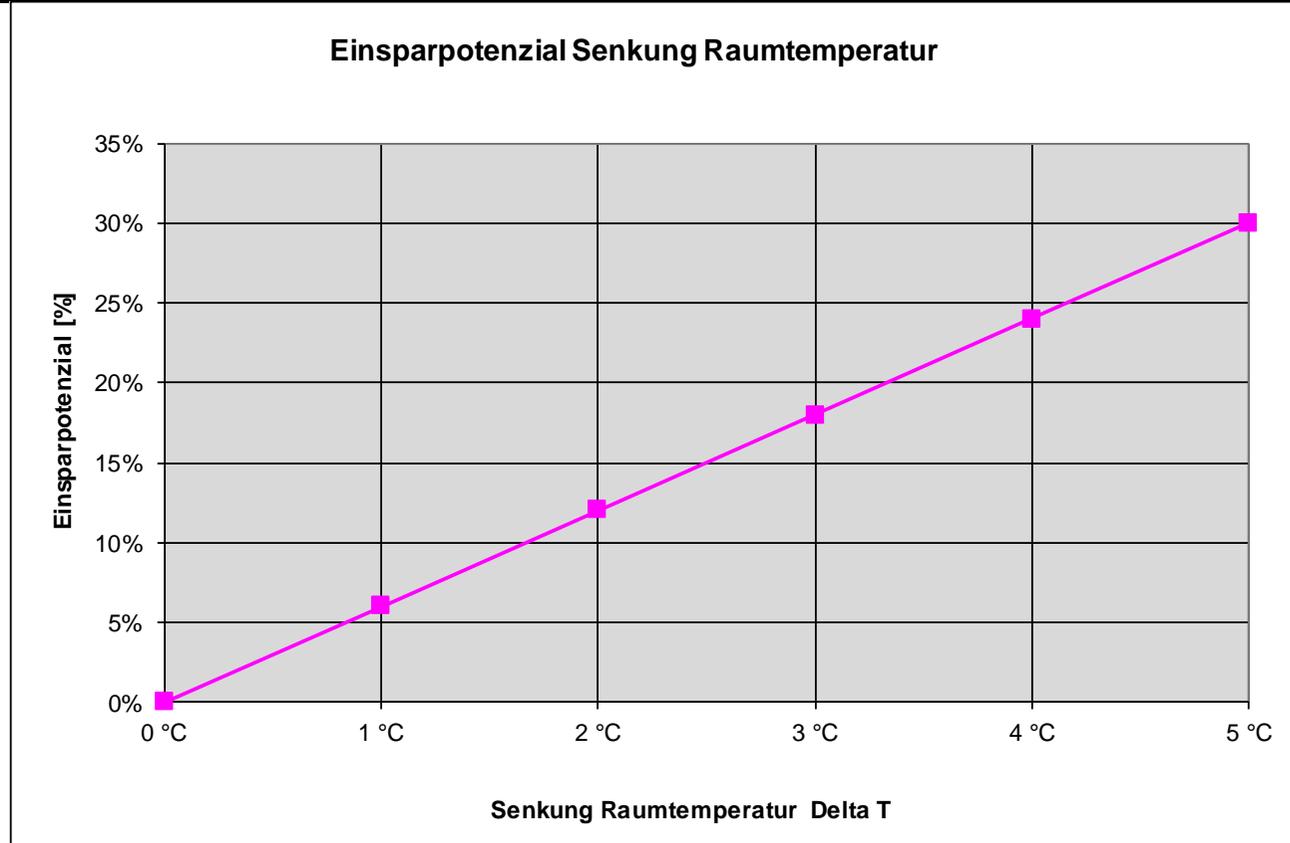
Parameter	Erkennung Schwachstellen
Brennertyp Typenschild Stromleistung Abgleich von Heizleistungsbedarf und Brennerleistung	hoher Wärme- und Stromverbrauch Brenner nicht modulierend



Einsparpotenzial: .....kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 2.8 Raumtemperatur senken

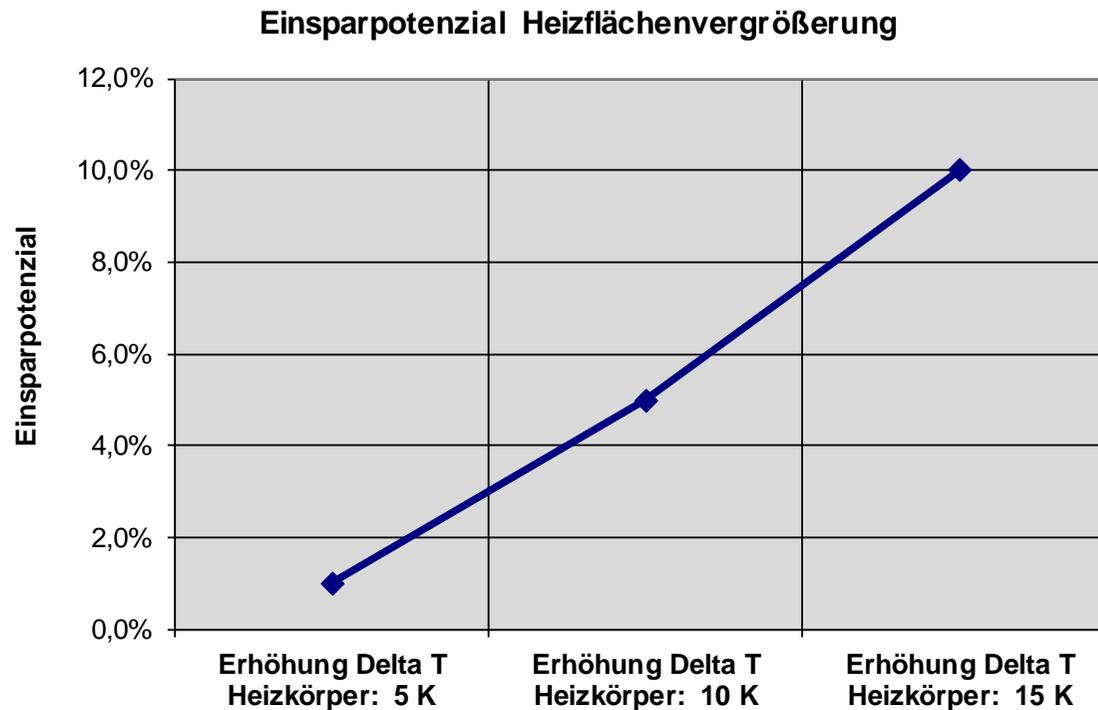
Parameter	Erkennung Schwachstellen
Sollwert Raumtemperatur	Gemessene Raumtemperatur Raumtemperatur größer als Sollwert



Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... % = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 2.9 Heizflächen: vergrößern

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Gebäudedämmstandard und Heizsystem sind bekannt Jährlicher Wärmeverbrauch ist bekannt Temperaturspreizung bei Sollwert Raumtemperatur	Gemessene Temperaturspreizung im Heizkörper



**Auslegungsziel Standard: 20K**  
**Auslegungsziel Optimal: 30K**

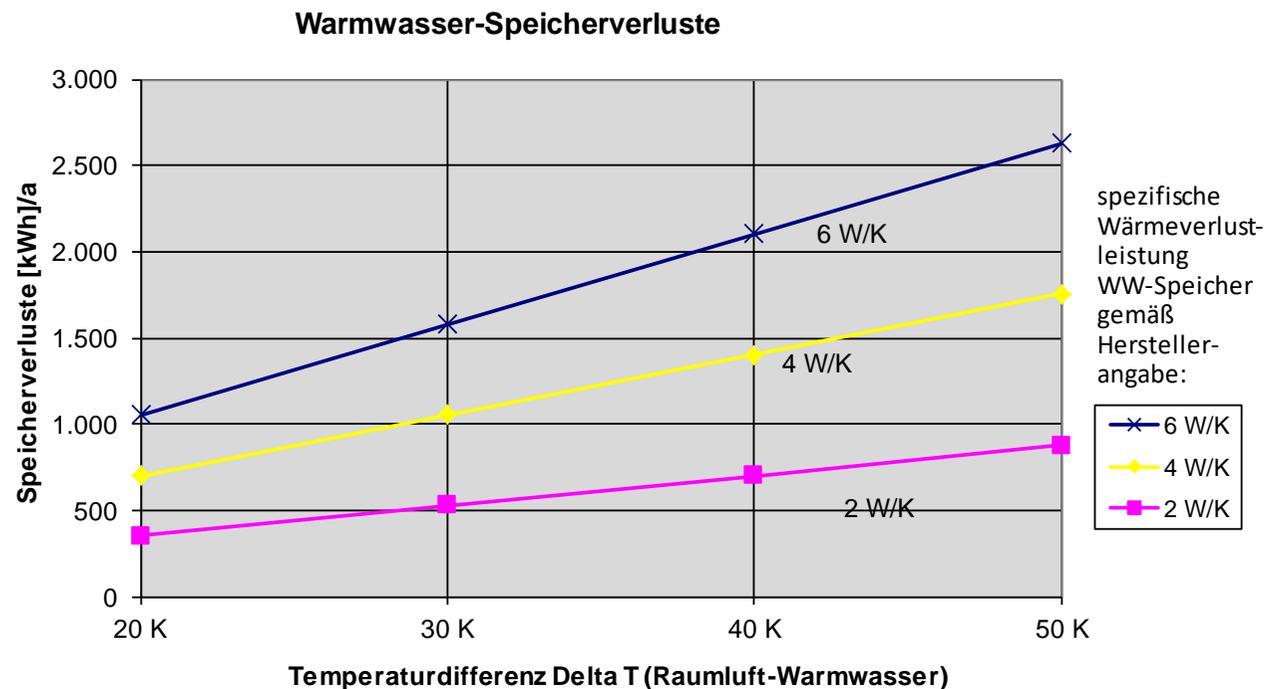
Die Erhöhung der Temperaturspreizung ergibt sich aus der Differenz zum Auslegungspunkt nach Standard- oder Optimalbetrieb .

Hinweis:  
Durch die Verbesserung der Wärmedämmung des Gebäudes kann die Temperaturspreizung im Heizkörper vergrößert werden.

Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Verbrauch</sub>/a \* ..... % = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

### 3.1 WW-Speicher verkleinern, Speicher-Wärmeverluste verringern

Parameter	Erkennung Schwachstellen
spezifische Wärmeverlustleistung [W/K] laut Herstellerangaben (ist abhängig von Speichergröße und Dämmstärke/-material) Temperaturdifferenz Raumluft - Medium innen Warmwasserbereitung 8.760 Stunden im Jahr	Oberflächentemperatur Speicherdämmung ist hoch



Es ist ein Warmwasserspeicher mit einer ständigen Warmwassertemperatur von 60°C in einem Heizraum mit 20°C vorhanden. In der Herstellerangabe ist die Wärmeverlustleistung für diesen Speicher mit 2 W/K angegeben.

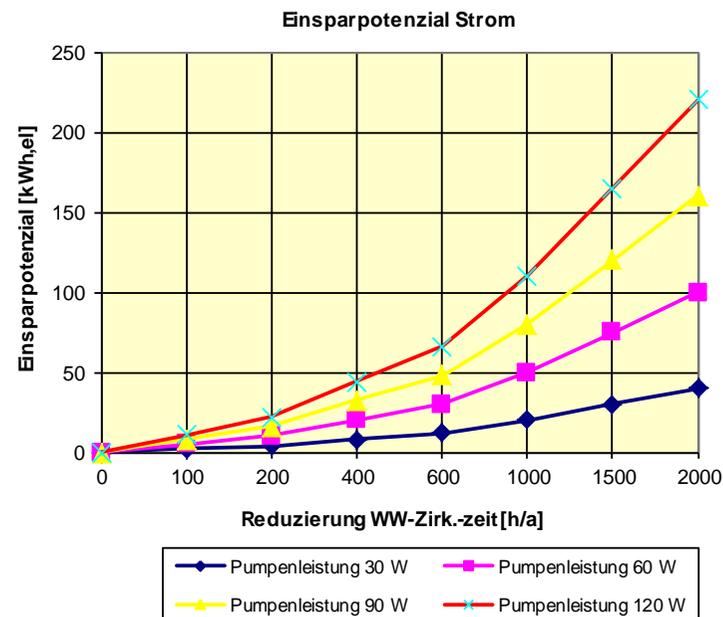
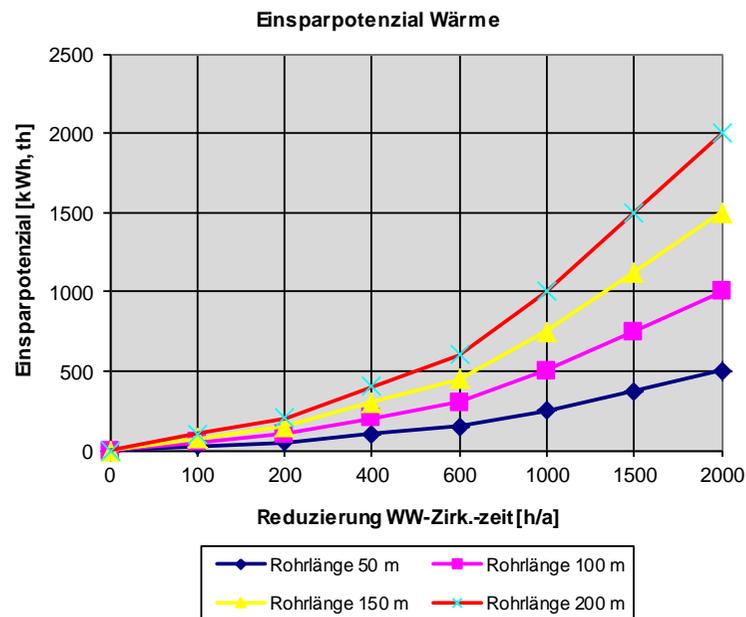
Die Temperaturdifferenz zwischen Warmwassertemperatur (60°C) und Raumlufttemperatur (20°C) beträgt 40 K.

Das Einsparpotenzial wird mit rd. 700 kWh/a abgelesen.

$$\text{Einsparpotenzial} = \text{Speicherverlust}_{\text{vorhanden}} - \text{Speicherverlust}_{\text{neu}} = \dots\dots\dots \text{kWh/a}$$

## 3.2 Warmwasserzirkulation: Betriebszeit reduzieren

Vorgaben	Erkennung Schwachstellen
Temp.-differenz Raumluft-Wassertemp.im Rohr: 35 K Außendurchmesser Rohrleitung 15 bis 28 mm Annahme: Wärmeverlustleistung 5 W/m	keine oder nicht angepasste Zirkulationssteuerung



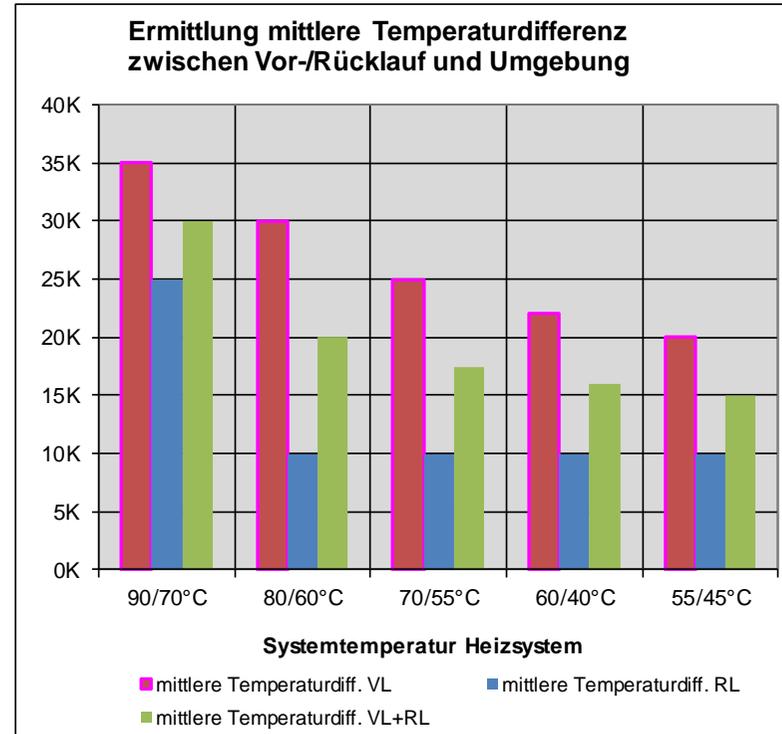
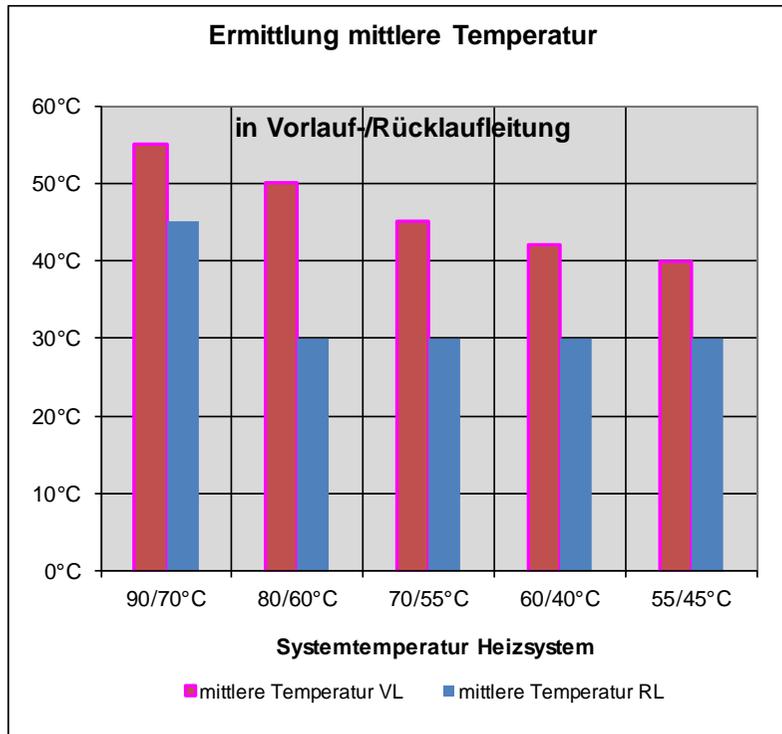
Anmerkung: Die Warmwasserverteilung zu den Zapfstellen muss bei der Längenermittlung der Zirkulationsleitung berücksichtigt werden.

Einsparpotenzial, Wärme: ..... kWh<sub>Wärme</sub>, Einspar/a

Einsparpotenzial, Strom: ..... kWh<sub>Strom</sub>, Einspar/a

## 4.1 Mittlere Temperaturdifferenz im Heizsystem ermitteln

Parameter
Witterungsgeführtes Heizsystem nach Heizkurve abgeglichen
Umgebungstemperatur 20°C
Mittlere Temperaturdifferenz in Kelvin angegeben



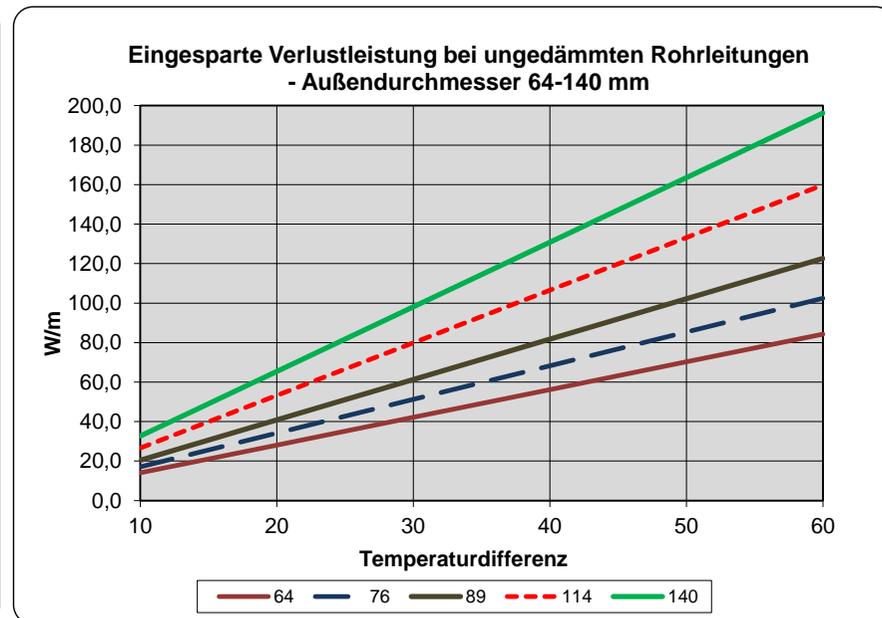
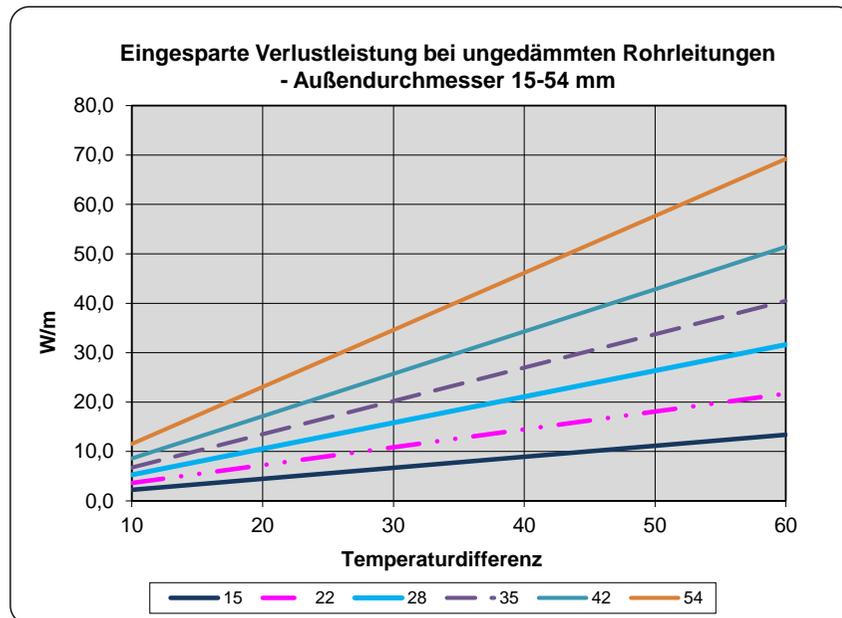
Hinweis: Bei erforderlichen konstanten Vorlauftemperaturen sind diese anzusetzen:

	Vorlauf	Rücklauf
Primärsystem für Lüftung:	60°C	40°C
Warmwasserleitung:	60°C	---
WW-Zirkulationsleitung:	55°C	---
Primärsystem für Warmwasserbereitung	80°C	60°C

## 4.2 Rohrdämmung: ungedämmte Rohrleitungen

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Kupferrohr Leitfähigkeit $\lambda = 401 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ , Stahlrohr $\lambda = 50 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ $\Delta T$ : mittlere Temperaturdifferenz (Raum, Medium innen) Wärmedämmung neu: $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ , Dämmstärke nach EnEV	keine Rohrdämmung vorhanden

Eingesparte Verlustleistungen für ungedämmte Rohrleitungen mit unterschiedlichen Außendurchmessern



Hinweis: Die Wärmeverluste ungedämmter Rohrleitungen setzen sich aus Konvektions- und Wärmestrahlungsverlusten zusammen. Die Leitfähigkeit des Rohrmaterials geht nur in die Wärmestrahlungsverluste ein. Da die Konvektionsverluste wesentlich höher sind, gelten die Diagramme für beide Rohrmaterialien.

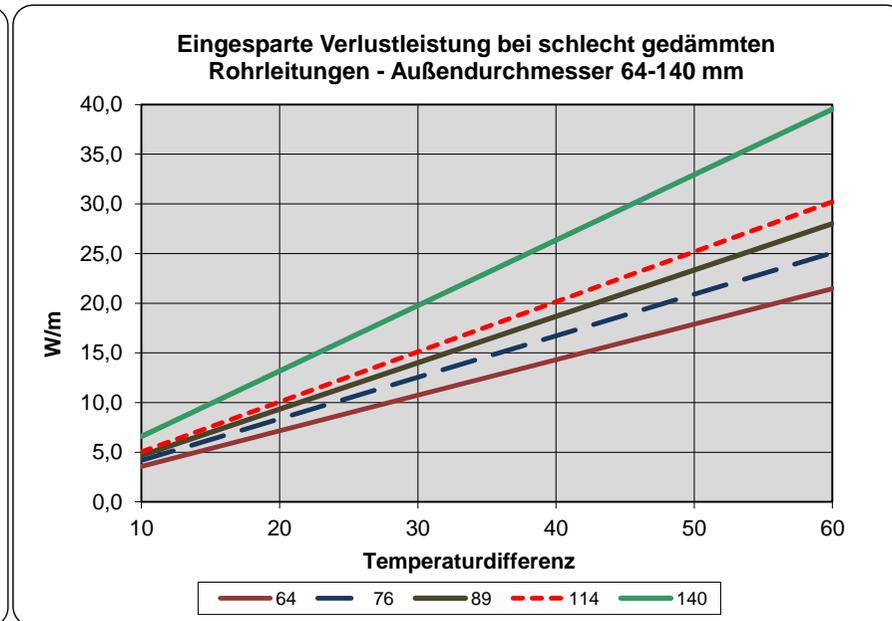
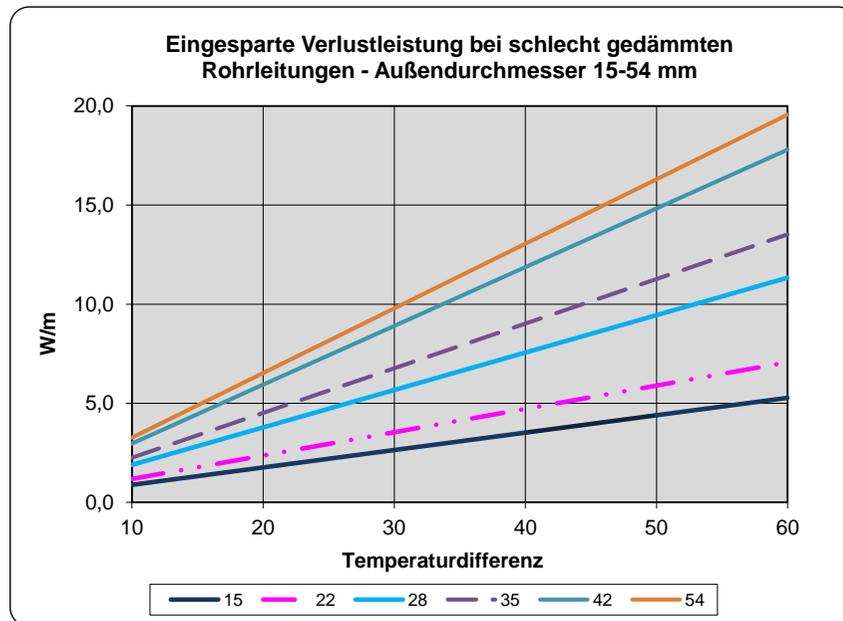
$$\text{Einsparpotenzial [Wh/a]} = \text{Verlustleistung [W/m]} * \text{Länge Rohrleitung [m]} * \text{Jahresheizzeit [h/a]}$$

Einsparpotenzial, berechnet: ..... W/m \* ..... m \* ..... h/a = .....Wh/a

## 4.3 Rohrdämmung: schlecht gedämmte Rohrleitungen

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Kupferrohr (Leitfähigkeit $\lambda = 401 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , Stahlrohr $\lambda = 50 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ $\Delta T$ : mittlere Temperaturdifferenz Wärmedämmung nach EneV: $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , Dämmstärke nach EnEV Wärmedämmung alt: $\lambda = 0,045$ , Dämmstärke 10 mm bei kleinen Durchmessern	hohe Oberflächentemperatur hohe Raumtemperatur

Eingesparte Verlustleistungen für schlecht gedämmte Rohrleitungen mit unterschiedlichen Außendurchmessern

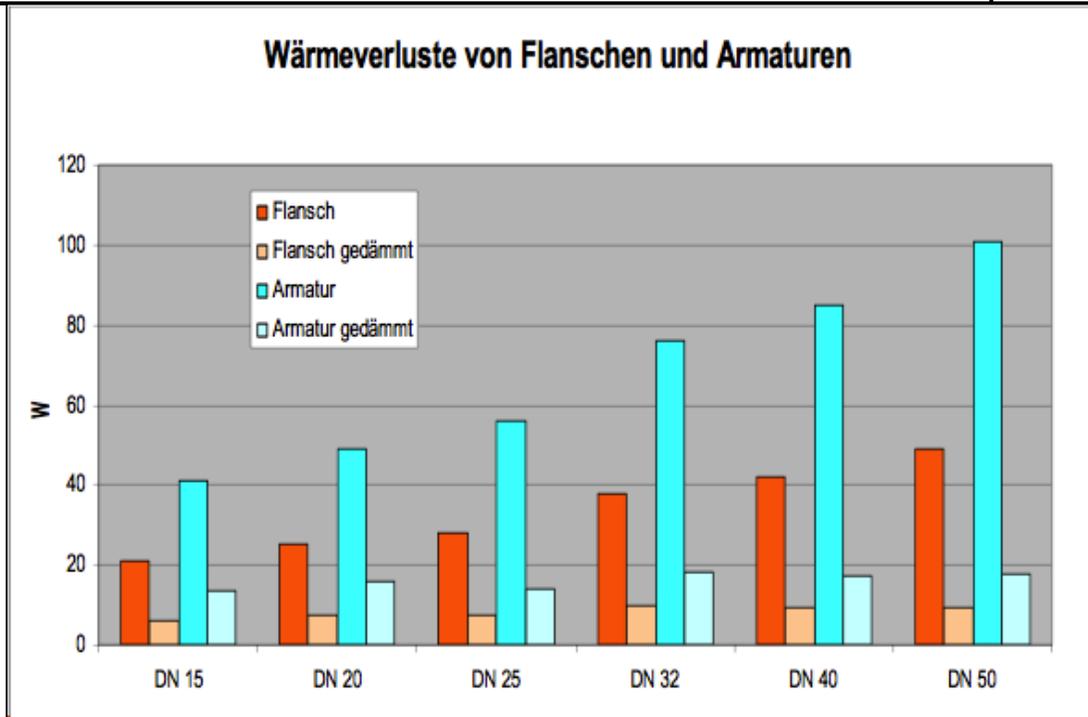


Einsparpotenzial [Wh/a] = Verlustleistung [W/m] \* Länge Rohrleitung [m] \* Jahresheizzeit [h/a]

Einsparpotenzial, berechnet: ..... W/m \* ..... m \* ..... h/a = .....Wh/a

## 4.4 Armaturen- und Flanschdämmung

Parameter	Erkennung Schwachstellen
Armaturen und Flansche Die mittlere Temperaturdifferenz wird zur besseren Übersicht nicht differenziert. Hinweis: Größere Armaturen können anhand des Diagramms abgeschätzt werden.	hohe Oberflächentemperatur hohe Raumtemperatur



Quelle: [www.fiw-muenchen.de](http://www.fiw-muenchen.de)  
 Forschungsinstitut für  
 Wärmeschutz e.V. München

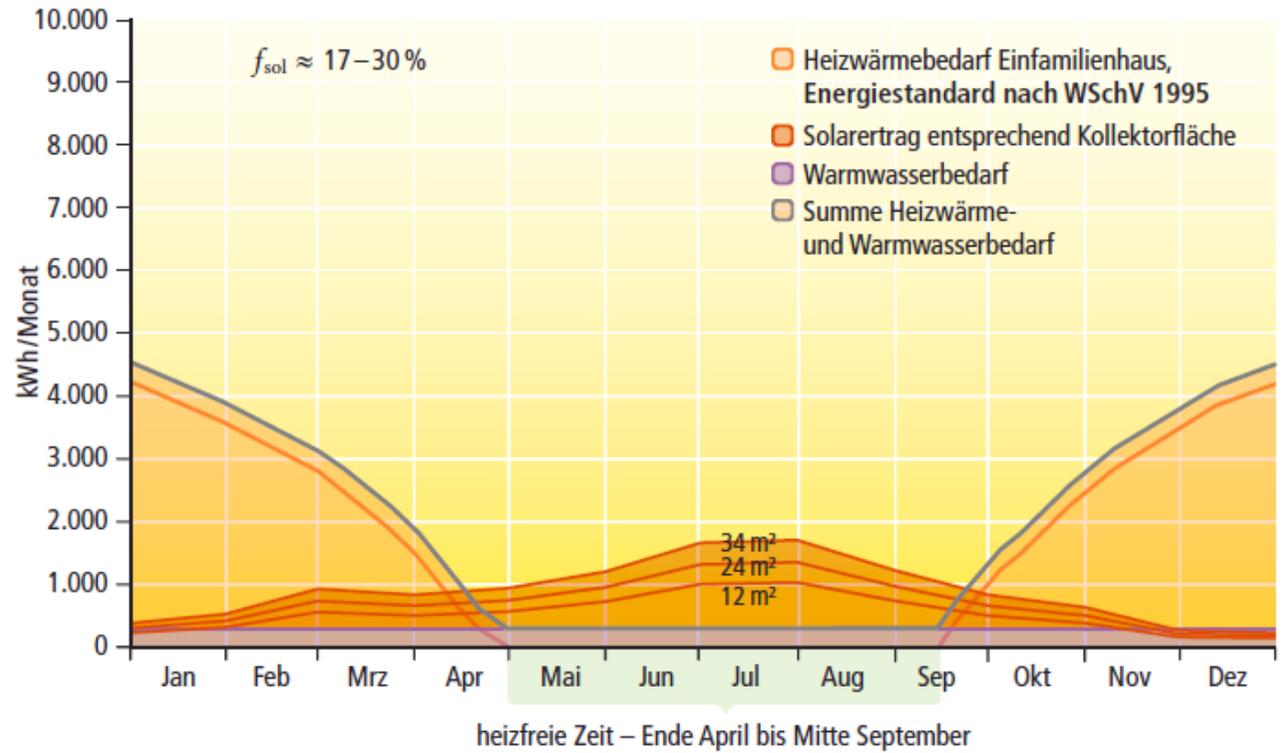
Einsparpotenzial [Wh/a] = Verlustleistung [W] \* Jahresheizzeit [h/a] \* Anzahl [Stück]

Einsparpotenzial, berechnet: .....  $W_{\text{vorher-nachher}}$  \* ..... h/a \* ..... Stück = .....Wh/a

# 5.1 Wärmebedarf Altbau nach WSchV 95 mit Solarerträgen

<b>Vorgaben</b>
Beispiel Wärmebedarf eines Altbaus nach Wärmeschutzverordnung '95: Nutzfläche 140 m <sup>2</sup>
Wirkungsgrad Solarthermieanlage $f_{sol}$ : 17-30%

Abb. 6.22  
Wärmebedarf in einem Altbau nach WSchV 95  
und Solarerträge

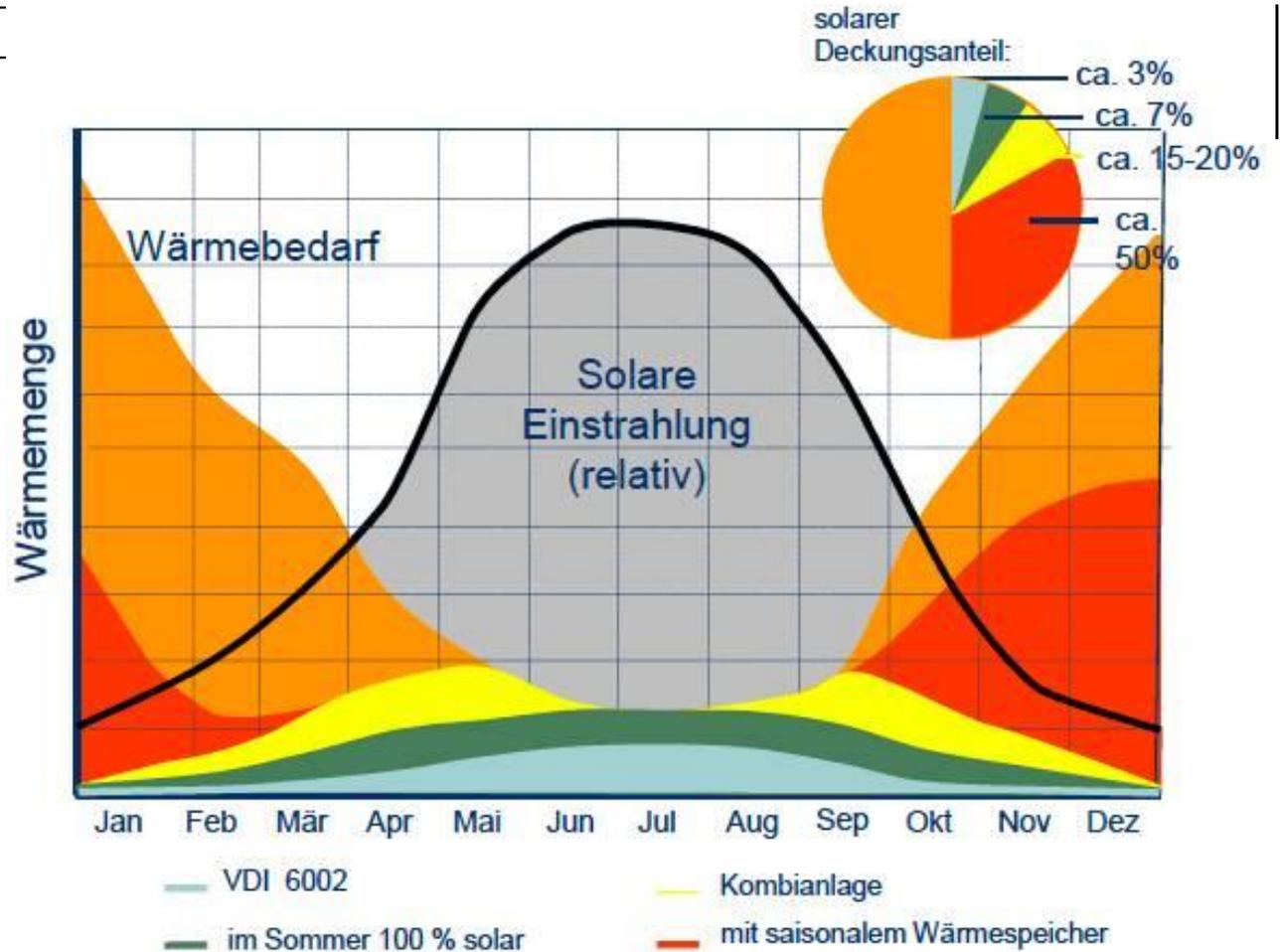


Quelle: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie

## 5.2 Wärmebedarf, solare Einstrahlung und Solarerträge

### Vorgaben

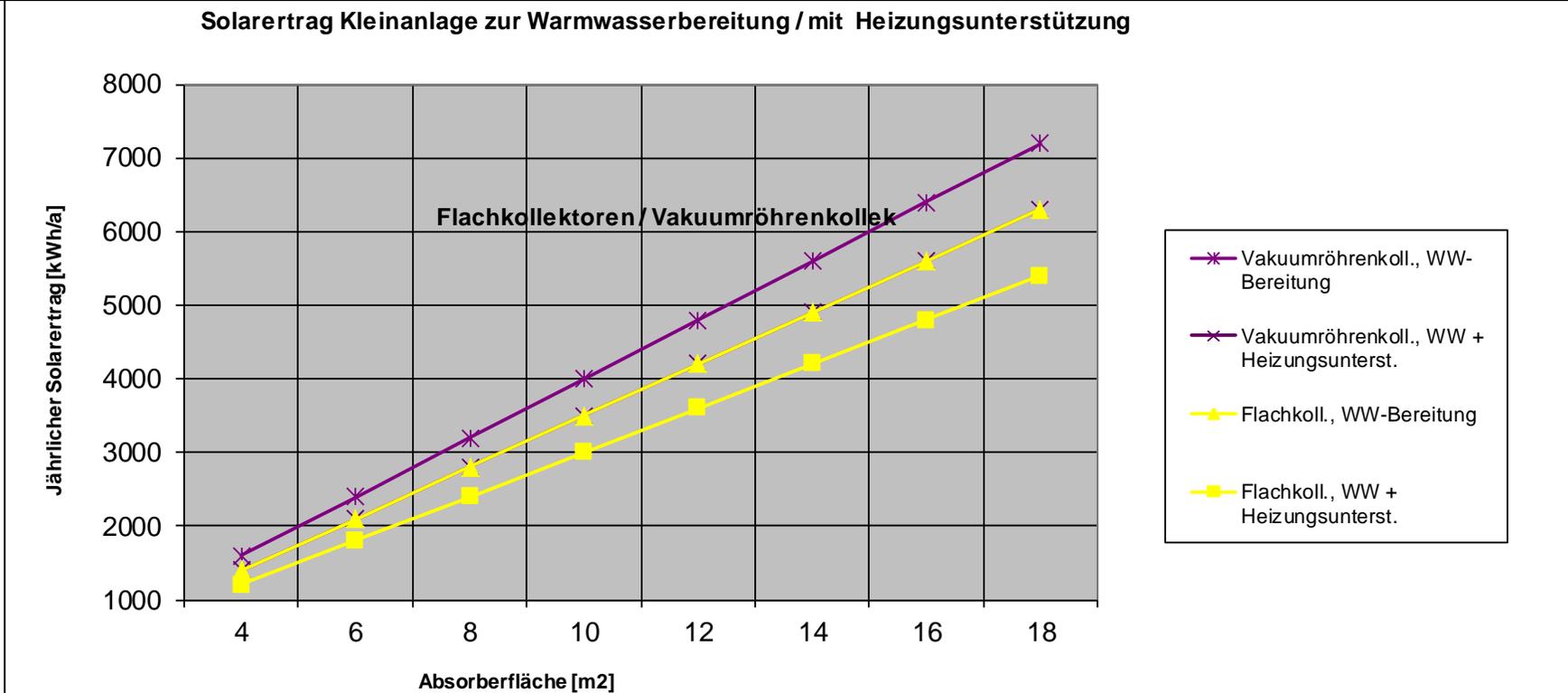
- \* VDI 6002: Auslegung nach VDI-Richtlinie 6002
- \* im Sommer 100% solar: Auslegung auf 100% solare Deckung in den Sommermonaten
- \* Kombianlage: Solaranlage für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
- \* mit saisonalem Wärmespeicher: Auslegung großer Kollektorflächen, die im Sommer einen großen Wärmespeicher laden, durch den Wärme auch im Winter bereit gestellt wird



Quelle: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie

## 5.3 Solarthermie-Anlage: Kleinanlage WW mit/ohne Heiz.-unterstützung

Parameter
Die verwendeten Erfahrungswerte sind von einem Fachplaner mit Hilfe eines anerkannten Simulationsprogramms zu überprüfen
Azimutwinkel 0°Süd, bei Flachkollektoren: Neigungswinkel 30-65°, hohe Solarenergienutzung im Sommer
Gesamt-Deckungsanteil: bei Warmwasserbereitung 5%-10%, mit Heizungsunterstützung 10-20%

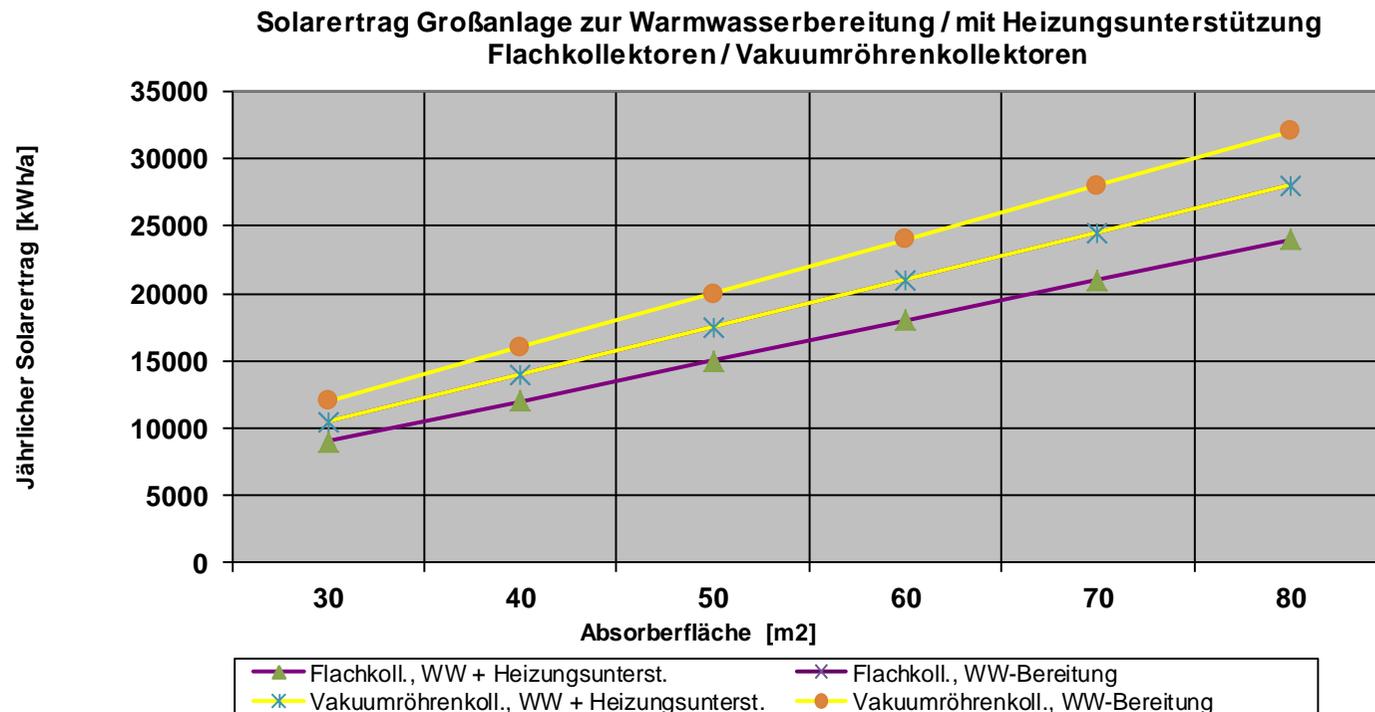


Einsparpotenzial, berechnet:  $\text{Solarertrag} / \text{Nutzungsgrad Heizkessel} = \text{Einsparpotenzial}$

Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Solar</sub>/a / ..... = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

## 5.4 Solarthermie-Anlage: Großanlage WW mit/ohne Heiz.-unterstützung

Parameter
Die verwendeten Erfahrungswerte sind von einem Fachplaner mit Hilfe eines anerkannten Simulationsprogramms zu überprüfen
Azimutwinkel 0°Süd, bei Flachkollektoren: Neigungswinkel 30-65°, hohe Solarenergienutzung im Sommer
Gesamt-Deckungsanteil: bei Warmwasserbereitung 5%-10%, mit Heizungsunterstützung 10-20%



Einsparpotenzial, berechnet:  $\text{Solarertrag} / \text{Nutzungsgrad Heizkessel} = \text{Einsparpotenzial}$

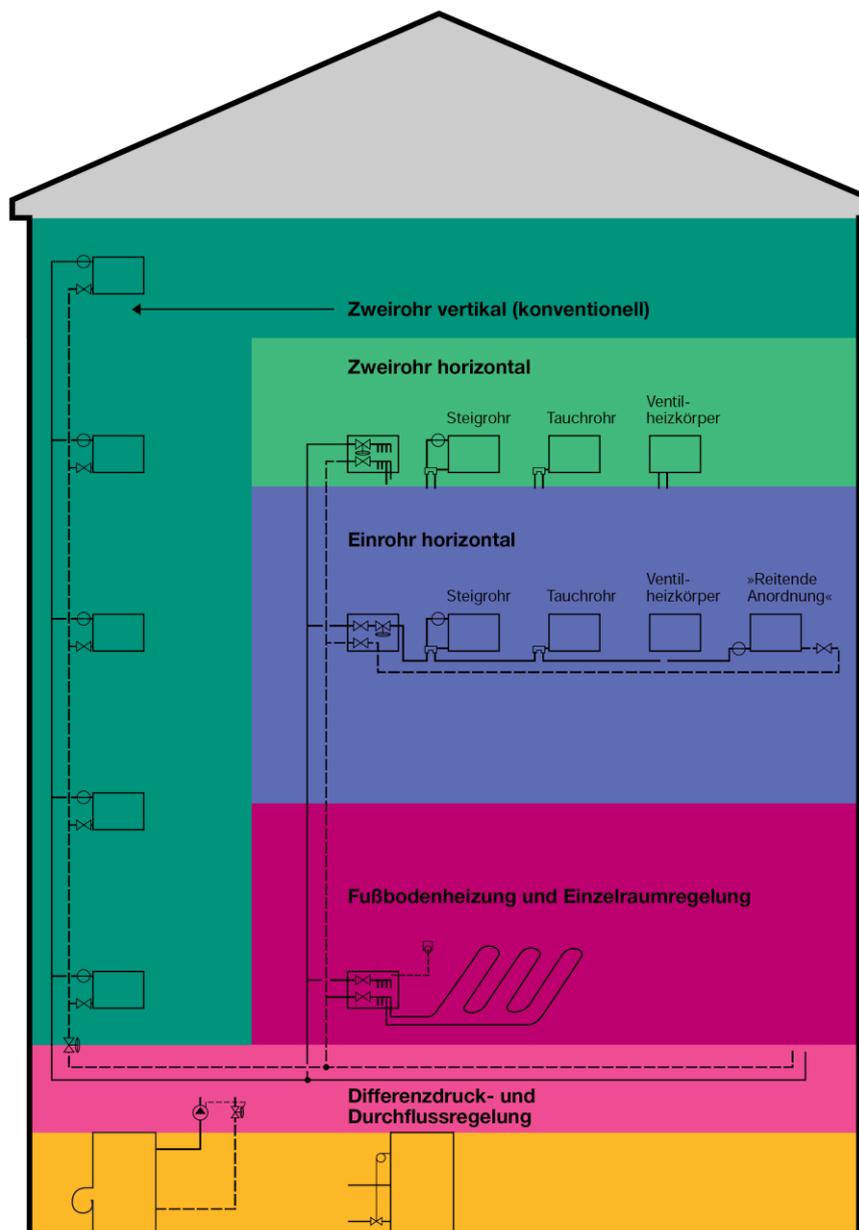
Einsparpotenzial, berechnet: ..... kWh<sub>Solar</sub>/a / ..... = ..... kWh<sub>Einspar</sub>/a

### Teil III: Allgemeines

Wärmepotenziale befinden sich in allen Bereichen der Heiztechnik: in der Wärmeerzeugung, der Wärmeverteilung, im Regelkonzept und in den vorgenommenen Einstellungen aller Komponenten und Regelarmaturen.

Im Folgenden sind Anlagen-Schaltbilder zur Übersicht für die Anlagearten Heizkesselanlage, Fernwärmanlagen und Raumluftheizsystem aufgeführt.

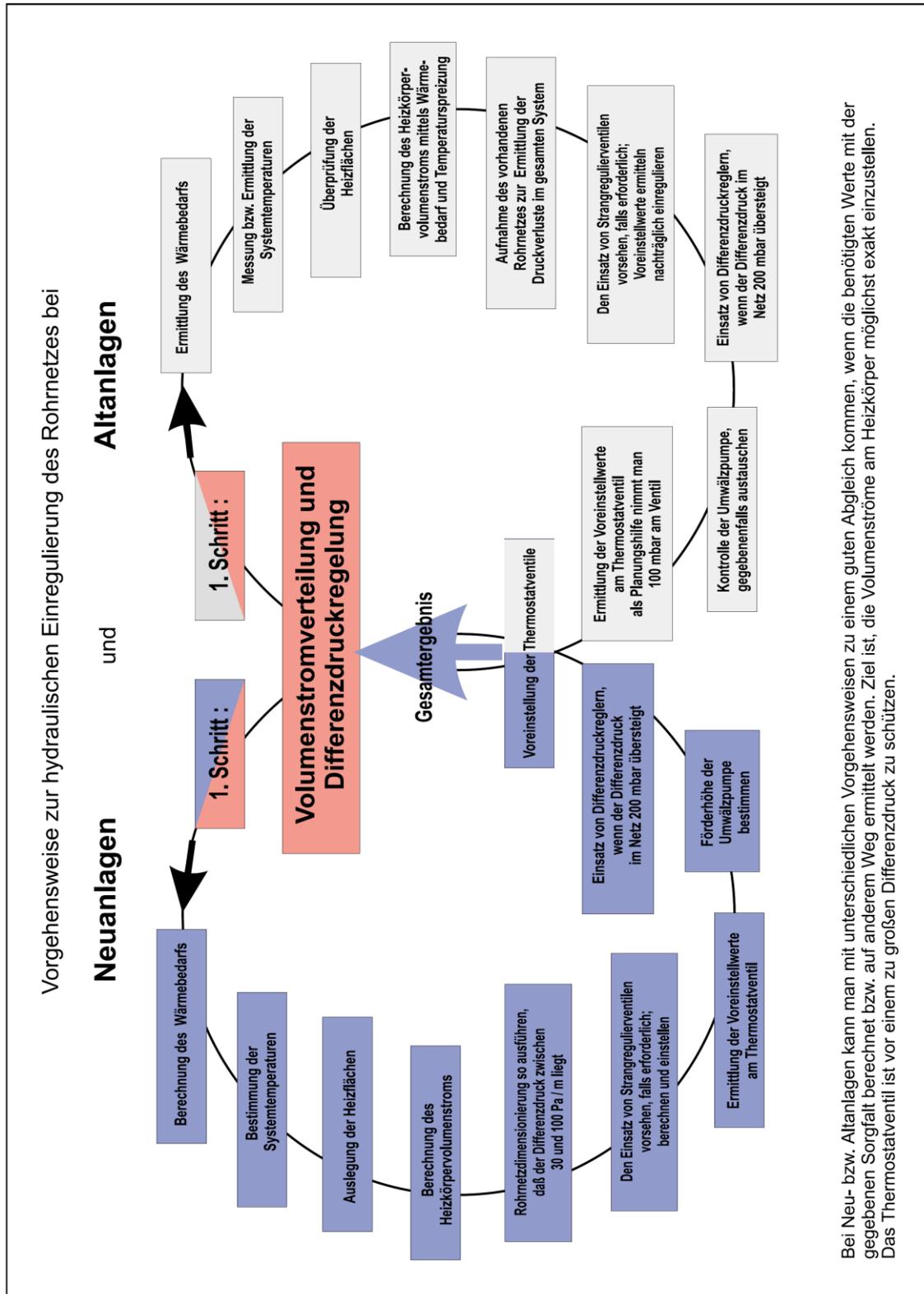
Der hydraulische Abgleich ist eine wesentliche und planerisch anspruchsvolle Energiesparmaßnahme. Sie wird ausführlich mit Grafiken und Schaltbildern beschrieben.



Quelle: Danfoss

## Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich ist eine komplexe Aufgabenstellung. Er erfordert eine Rohrnetzrechnung, eine Wärmebedarfsermittlung, die Auslegung der Regelventile und Regelarmaturen sowie die Einstellung sämtlicher Parameter.



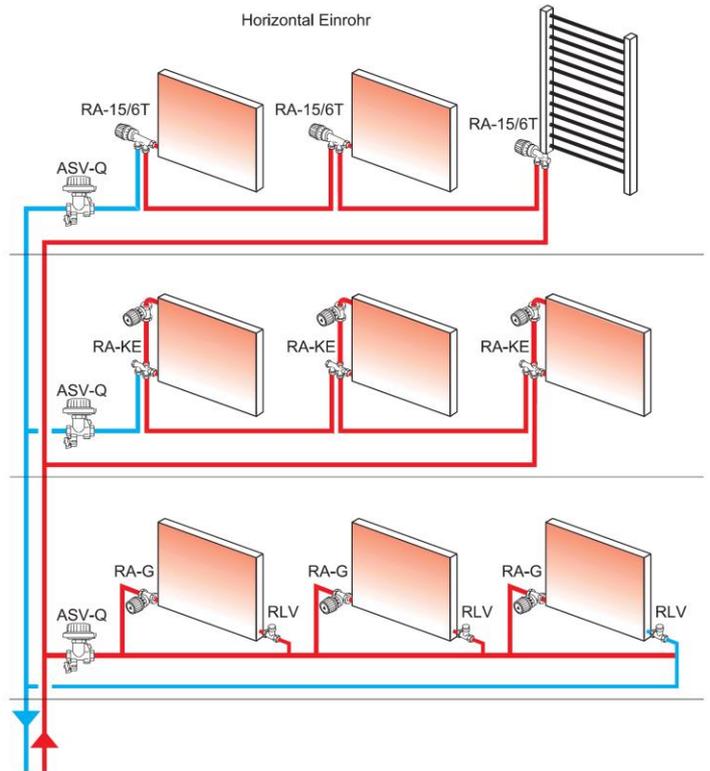
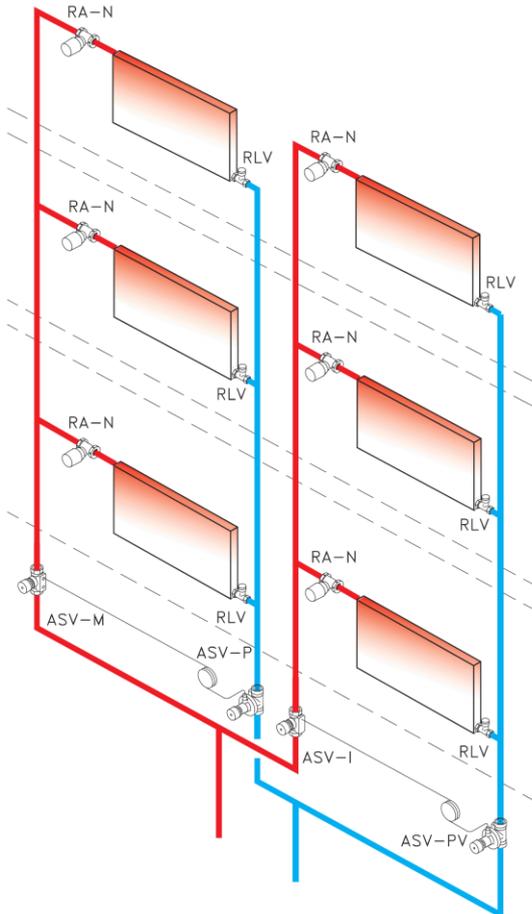
Quelle: Zentralverband Sanitär Heizung Klima

## Einrohr- und Zweirohr-Anlagen

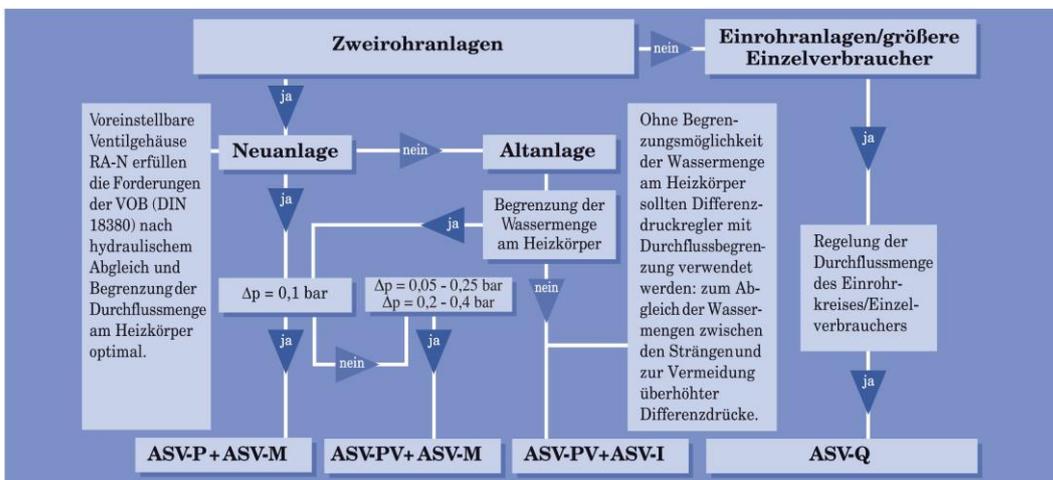
Um die optimale Funktionsweise zu gewährleisten, ist eine Regelung der Druckverhältnisse in der Anlage unumgänglich und wird auch in der Heizungsanlagen-Verordnung und der VOB DIN 18380 gefordert. Zur Vermeidung von Differenzdruckanstieg bei Schwachlastbetrieb muss der hydraulische Abgleich durch den Einsatz von voreinstellbaren Thermostatventilen am Heizkörper erfolgen. Und die Heizungsstränge sollten zur variablen Regelung der Volumenströme mit differenzdruckgesteuerten Strangregulierventilen ausgestattet werden.

Linkes Bild: Zweirohrsystem

Rechtes Bild: Einrohrsystem



Quelle: Danfoss

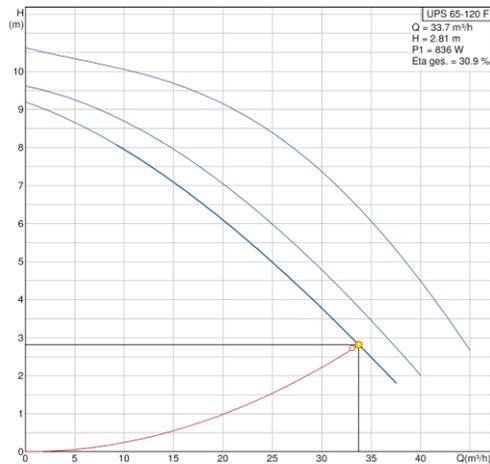


## Heizungspumpen

Die Auslegung von Heizungspumpen kann mit Hilfe der Anlagenkennlinie erfolgen, aus der der optimale Betriebspunkt abgelesen wird.

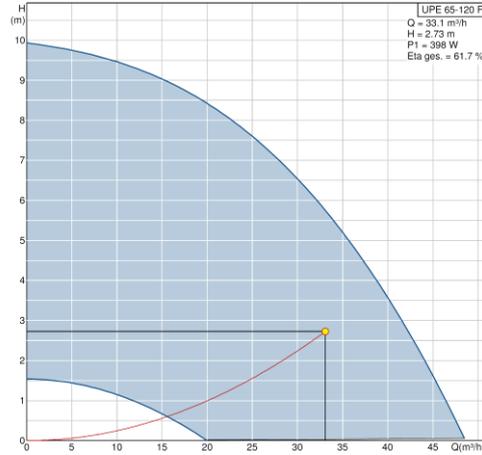
## Heizungspumpen: Wirkungsgrad erhöhen, Leistung minimieren

96402280 UPS 65-120 F



Festwert-Pumpe mit 3 Drehzahlstufen

96402281 UPE 65-120 F



Elektronisch geregelte Pumpe

Quelle: Grundfos

Neue Pumpe nach Betriebspunkt auslegen. Der Betriebspunkt sollte im mittleren Bereich des Modulationsbereiches liegen.

Betriebspunkt Ist- und Neuzustand (Förderhöhe / Fördermenge) ermitteln und auf die Kennlinie der Pumpe legen.

Leistung P [W] und Wirkungsgrad der Pumpe aus Diagramm ablesen.

Anmerkung: Der Betriebspunkt der Anlage verschiebt sich auf der Anlagenkennlinie.

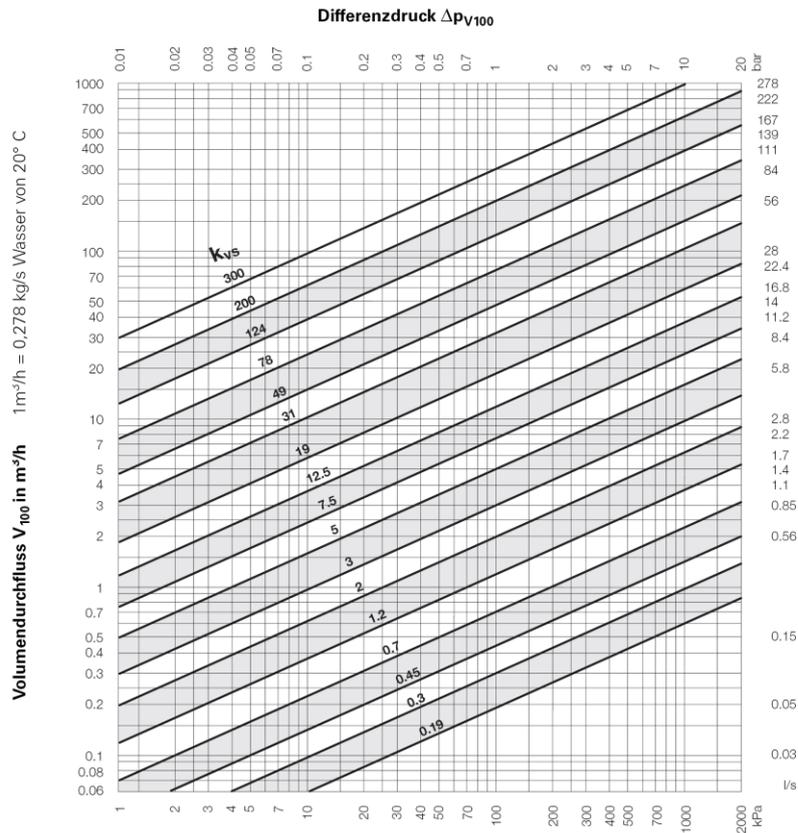
Einsparpotenzial, berechnet:  $(P_{\text{Betriebspunkt alt}} - P_{\text{Betriebspunkt neu}}) \cdot \text{Pumpenlaufzeit} = \text{Einsparung}$

Einsparpotenzial elektr., berechnet:  $(\dots - \dots) \text{ W} \cdot \dots \text{ h/a} = \dots \text{ Wh}_{\text{Einspar}}$

## Strangreguliertventile

Strangreguliertventile müssen grundsätzlich nach der ermittelten Wassermenge aus der Rohrnetzrechnung bemessen werden und nach Auslegungsdiagramm ausgewählt werden.

### Durchflussdiagramm für Flanschventile



#### Flanschventile

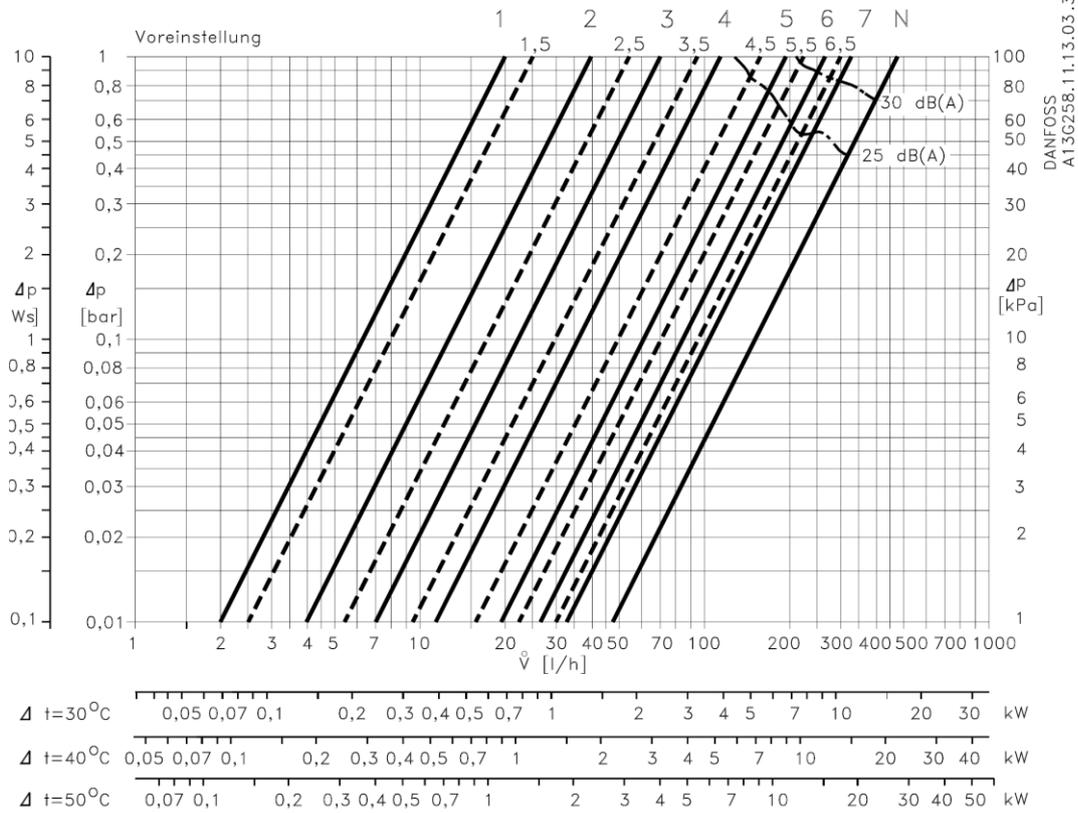
$k_{VS}$ -Werte [ $m^3/h$ ] Nennweite DN	0,19 15	0,3 15	0,45 15	0,7 15	1,2 15	1,9 15	1,9 25	3 15	3 25	5 25	7,5 25	12 40	19 40	31 50	49 65	78 80	124 100	200 125	300 150	
VVF21.DN- $k_{VS}$							•		•	•	•	•	•	•	•	•	•			
VXF21.DN- $k_{VS}$							•		•											
VVF31.DN- $k_{VS}$										•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VXF31.DN- $k_{VS}$										•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VVF41.DN- $k_{VS}$															•	•	•	•	•	•
VXF41.DN- $k_{VS}$							•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VVF61.DN- $k_{VS}$	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VXF61.DN- $k_{VS}$						•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Typenbezeichnungen z.B.: VXF21.40-19, VVF61.15-0,45

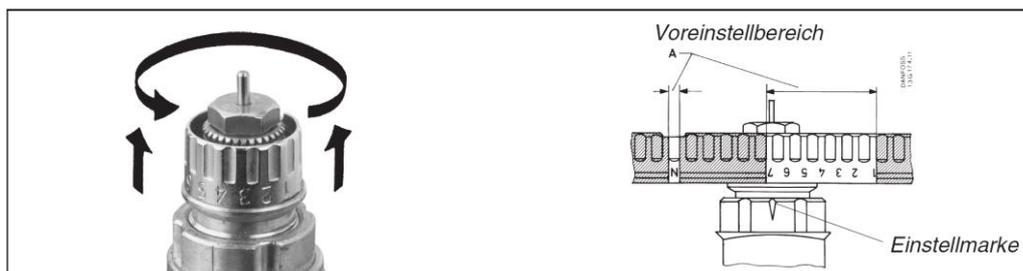
Quelle: Siemens

## Heizkörperventile

Heizkörperventile müssen grundsätzlich nach der ermittelten Wassermenge aus der Rohrnetzberechnung bemessen werden und nach Auslegungsdiagramm ausgewählt werden.



DANFOSS  
A13G258:11.13.03.31



Quelle: Danfoss

## Heizkörperauslegung

Die Wärmeleistung von Heizkörpern wird heute einheitlich nach DIN 442 unter Norm-Bedingungen 75 / 65 / 20 gemessen. Die erforderliche Wärmeleistung nach DIN 4701 wird mit dem Umrechnungsfaktor  $f_1$  multipliziert, woraus sich die effektive Heizkörperleistung ergibt.

Beispiel :

$QH' = QH$  : Korrekturfaktor  $f_1$

Wärmebedarf : 800 W

Raumtemperatur : 15 °C

Vorlauf : 90 °C; Rücklauf : 70 °C;  $\Rightarrow T_m : 80^\circ\text{C}$ ;  $\Rightarrow f_1 = 1,41$

$QH' = 800 \text{ W} : 1,41 = 567,38 \text{ W}$

$T_m$	Korrekturfaktor $f_1$ für Raumtemperatur in °C						
	10	12	15	18	20	22	24
85	1,69	1,64	1,55	1,46	1,41	1,35	1,29
80	1,55	1,49	1,41	1,32	1,27	1,21	1,16
75	1,41	1,35	1,27	1,19	1,13	1,08	1,03
70	1,27	1,21	1,13	1,05	1,00	0,95	0,90
65	1,13	1,08	1,00	0,92	0,87	0,82	0,77
60	1,00	0,95	0,87	0,80	0,75	0,70	0,65
55	0,87	0,82	0,75	0,68	0,63	0,58	0,54
50	0,75	0,70	0,63	0,56	0,51	0,47	0,43
45	0,63	0,58	0,51	0,45	0,41	0,36	0,32
40	0,51	0,47	0,41	0,34	0,30	0,26	0,23
35	0,41	0,36	0,30	0,25	0,21	0,17	0,14
30	0,30	0,26	0,21	0,16	0,12	0,08	0,05

$T_m$ : mittlere Heizwassertemperatur in °C

Quelle: [www.zentralheizung.de](http://www.zentralheizung.de)

# Mittlere Heizkreistemperatur

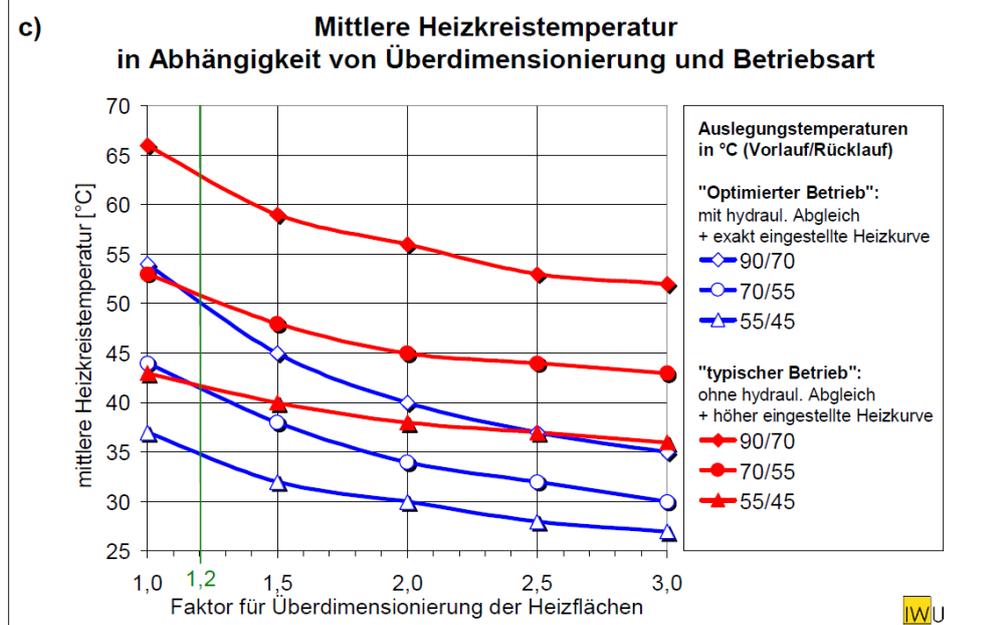
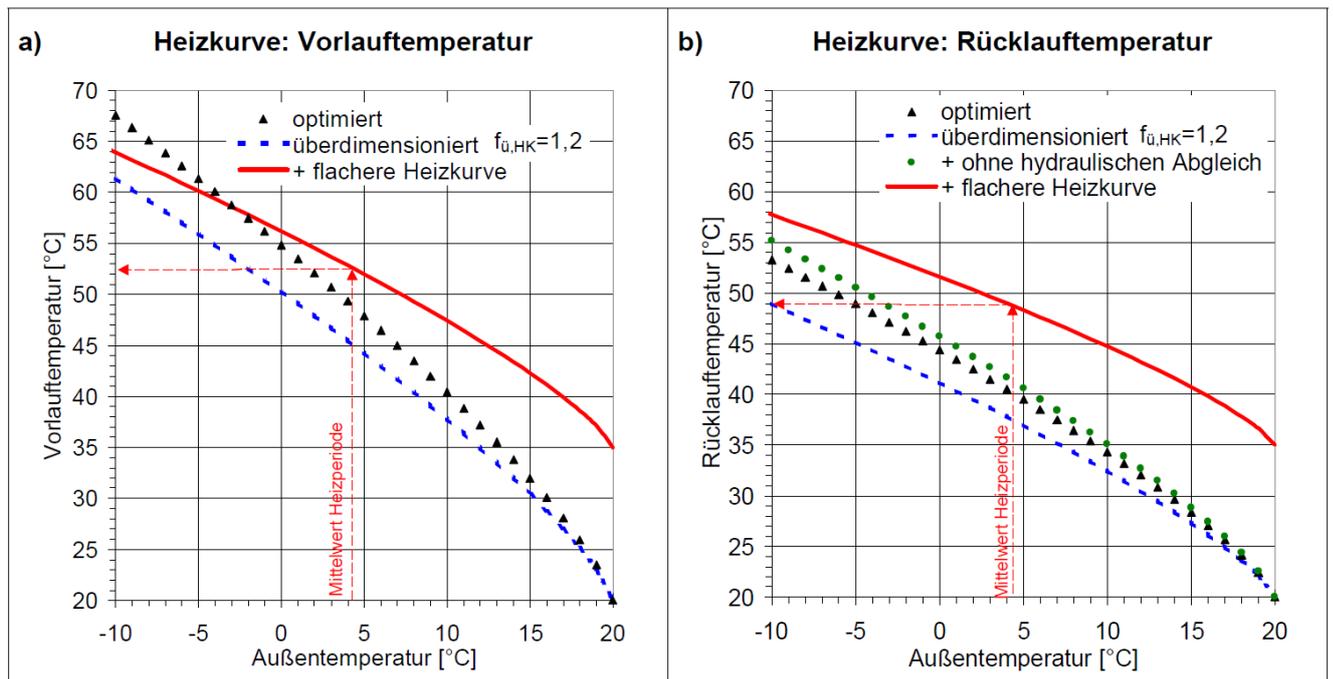


Bild 1a-c:

Abhängigkeit der Heizkreistemperaturen von Überdimensionierung und Betriebsart:

a) Vorlauf-, b) Rücklauf-temperatur als Funktion der Außentemperatur (Heizkurve)

c) resultierende mittlere Heizkreistemperatur als Funktion der Überdimensionierung der Heizflächen

	optimierter Betrieb <sup>1)</sup> (optimale Heizkurve / mit hydraul. Abgleich)			typischer Betrieb (flachere Heizkurve / ohne hydraul. Abgleich)		
	90/70	70/55	55/45	90/70	70/55	55/45
Auslegungstemperatur Netz (Vorlauf / Rücklauf in °C)	90/70	70/55	55/45	90/70	70/55	55/45
minimale Vor-/Rücklauf-temperatur	20 °C	20 °C	20 °C	41 °C	35 °C	31 °C
Faktor für Überdimensionierung	<b>Mittlere Heizkreistemperaturen in °C</b>					
1,0	54	44	37	66	53	43
1,2	50	41	35	63	50	41
1,5	45	38	32	59	48	40
2,0	40	34	30	56	45	38
3,0	37	32	28	53	44	37

Berechnung nach DIN V 4701-10  
<sup>1)</sup> optimierter Betrieb: Randbedingungen entsprechen Ansatz DIN V 4701-10

Tab. 1:

Mittlere Heizkreistemperaturen

Quelle: www.iwu.de

## **Warmwasserbereitungssysteme**

Folgende Warmwassererzeugersysteme werden berücksichtigt:

1. Warmwasserspeicher mit innenliegendem Wärmetauscher
2. Speicherladesystem
3. Frischwasserstation im Durchflussprinzip mit Heizwasserpufferspeichern
4. elektrische Warmwasserbereitung als Durchlauferhitzer

Hinweise zur Anwendung der verschiedenen Systeme:

Zu 1: Das System kann sinnvoll bei einem Niedertemperatur-Heizkessel sein.

Zu 2.: Das System ist bei Brennwert-Heizkesseln für die volle Brennwertnutzung empfehlenswert. Bei Fernwärmeversorgung ist für eine gute Ausnutzung der Fernwärme eine möglichst niedrige Rücklauftemperatur anzustreben. Bei einigen Fernwärmeversorgern sind in den TAB Speicherladesysteme vorgeschrieben.

Zu 3.: Aufgrund des hoch anzusetzenden Gleichzeitigkeitsfaktors ist eine große Spitzen-Heizleistung vorzuhalten. Pufferspeicher können zur Reduzierung der Spitzenleistung eingesetzt werden. Der Einsatz ist zentral und dezentral möglich.

Zu 4.: Das System ist bei langen oder schlecht gedämmten WW-Zirkulationsleitungen in Verbindung mit einem geringen Warmwasserverbrauch sinnvoll einsetzbar.

Anmerkung: Die Heizkostenverordnung schreibt vor, dass bis zum 31.12.2013 Warmwasserzähler zu installieren sind (§12 Abs.1 HeizkostenV).

## Hallenheizungssysteme

Folgende Hallenheizungssysteme sind häufig vorhanden:

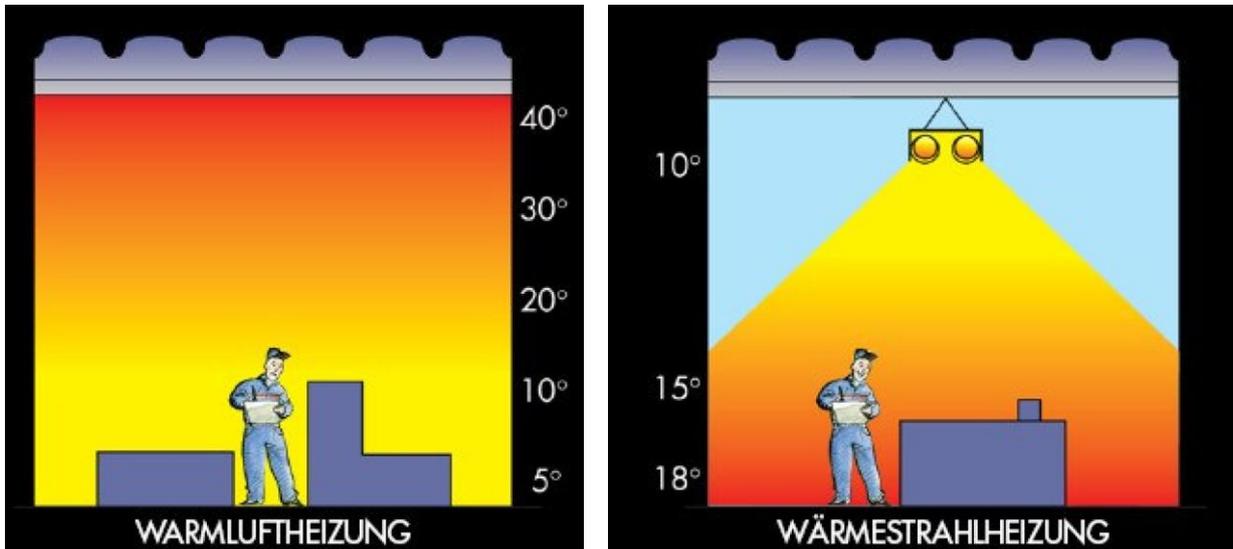
1. Luftherhitzer direkt beheizt mit integriertem (Brennwert-)Gasbrenner
2. Luftherhitzer indirekt beheizt mit zentraler Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung über Heizungsleitungen
3. Gasstrahlungsheizung als Infrarot-Gasstrahler: Gelbstrahler mit Gas-Flächenbrenner, Schwarzstrahler mit vorgeschaltetem Gasgebläsebrenner und Abgassystem
4. Decken-Strahlungsheizung: Decken-Heizplatten heizwasserdurchströmt als Niedertemperatur-System

Hinweise zur Anwendung der verschiedenen Systeme:

- Zu 1: Das System ist geeignet in gut gedämmten Gebäuden mit gleichmäßiger Wärmeanforderung. Die Wärme im oberen Raumbereich sollte nutzbar sein, z.B. Galerien.
- Zu 2.: Eignung wie direkt beheizte Systeme (s.oben). Die indirekten Luftheizgeräte benötigen hohe Vorlauftemperaturen von ca. 80°C.
- Zu 3.: Das System ist geeignet in schlecht gedämmten Gebäuden, bei großen Wärmeverlusten durch Hallentore und bei Hallen, die in mehrere Heizzonen unterteilt werden können. Das System ist geeignet für große Deckenhöhen von ca. 5-15 m. Die Strahlung muss den zu beheizenden Raum frei erreichen. Es ist eine schnelle Aufheizung möglich.
- Zu 4.: Das System ist geeignet in gut gedämmten Gebäuden. Die Strahlung muss den zu beheizenden Raum frei erreichen. Die Deckenplatten können auch als Kühlsystem genutzt werden. Es ist eine schnelle Aufheizung möglich.

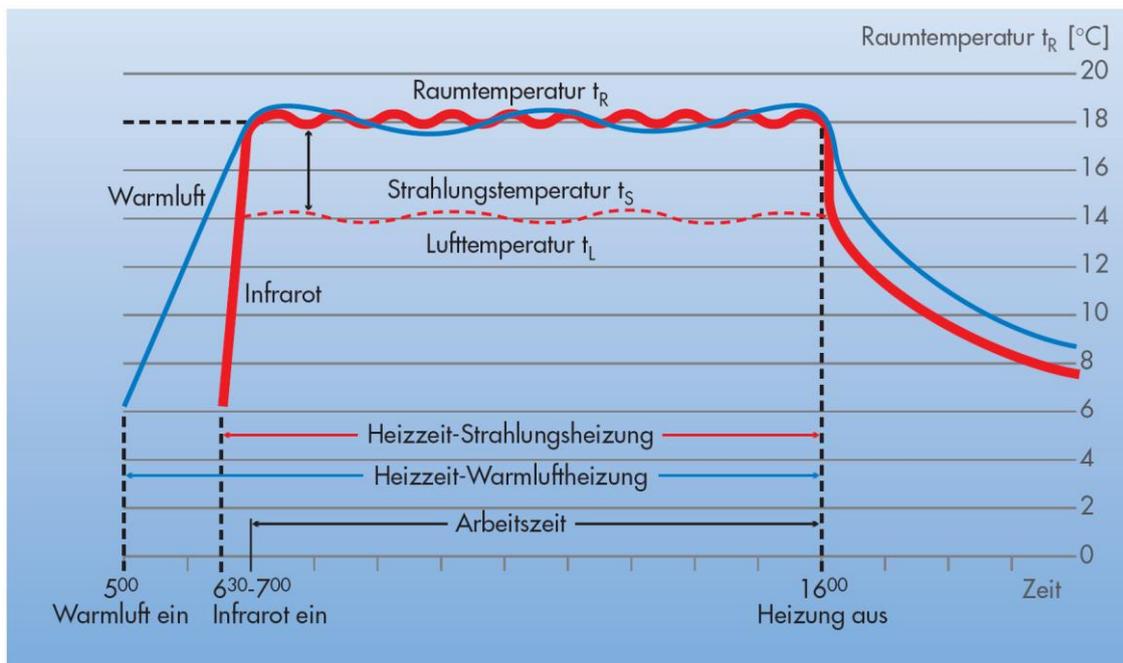
## Strahlungsheizung

Die Wärme-Strahlungsheizung bewirkt eine effiziente Beheizung von hohen Räumen und Hallen. Die Strahlung wird erst bei Auftreffen auf einen organischen Körper (Mensch, Holzregal o.ä.) in Wärme umgewandelt. So wird die Heiztemperatur im Aufenthaltsbereich erzeugt. Auf Grund des hohen Strahlungsanteils kann die Lufttemperatur bei gleichem Wärmegefühl um 2°C gesenkt werden.



Quelle: [www.atmos-west.de](http://www.atmos-west.de)

Die Halle kann in kürzerer Zeit aufgeheizt werden, was zu einer zusätzlichen Einsparung führt.



Quelle: asue Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Gasstrahlungsheizungen werden vornehmlich zur Hallenbeheizung eingesetzt.

Folgende Systeme werden häufig eingesetzt:

1. Hellstrahler mit einer Abstrahltemperatur von 900 bis 950 °C mit Abluftventilatorsystem
2. Dunkelstrahler mit einer Abstrahltemperatur von 500 bis 600 °C mit Abgassystem
3. Strahlungsheizung mit Hybridsystem mit Wärmerückgewinnung
3. Wärmestrahlpplatten indirekt beheizt mit einer Abstrahltemperatur von ca. 80 °C

Hinweise zur Anwendung der verschiedenen Systeme:

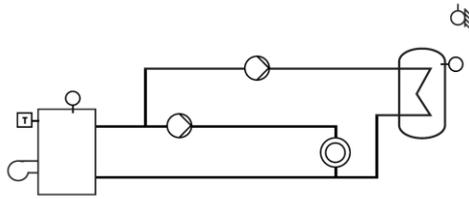
- Zu 1: Das System ist geeignet für Hallen mit unterschiedlicher Zonenbeheizung und für den Bedarf von schnellen Aufheizzeiten. Die Geräte sind auch einsetzbar, wenn im Stillstand Frostgefahr herrscht. Achtung: In Produktionsanlagen mit Staubentwicklung (z.B. Zuschnitt, Lackierung) ist der Einsatz nicht geeignet.
- Zu 2.: Eignung wie oben.
- Zu 3.: Das System ist sinnvoll ab einer Mindestleistung von ca. 80 kW in Kombination mit einer Wärmeabnahmemöglichkeit sinnvoll – optimalerweise als Vorerwärmung des Trinkwarmwassers oder Heizwassers
- Zu 4.: Das System ist geeignet für gut gedämmte Hallen ohne Frostgefahr. Es ist effizient, wo eine ständige Raumtemperatur ohne Schwankungen aufrecht erhalten wird, da schnelle Aufheizzeiten auf Grund der geringen Oberflächentemperaturen nicht möglich sind. Das System ist in Produktionsbereichen mit Staubentwicklung und im Ex-Bereichen wie Lackierereien einsetzbar.

Grundsätzliche Vorteile der Wärme-Strahlungsheizungen sind:

- thermische Behaglichkeit
- Zugfreiheit, keine Staubaufwirbelung
- gleichmäßige Temperaturverteilung
- warmer Fußboden (keine kalten Füße)
- Geräuscharmer Betrieb
- Zonenbeheizung ist möglich
- Beheizung von Freiflächen ist möglich
- Einsatz für Frostschutzsicherung von Maschinen und Material ist möglich

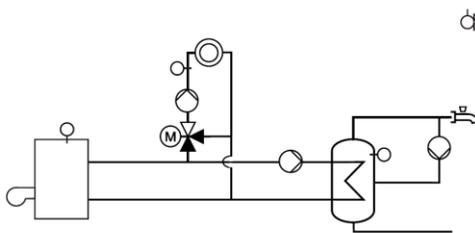
Eine Optimierung vorhandener Gas-Strahlungsheizungen ist möglich durch Umstellung von einstufigen auf zweistufige oder besser modulierende Brenner.

## Heizkesselanlage - Schaltschemata



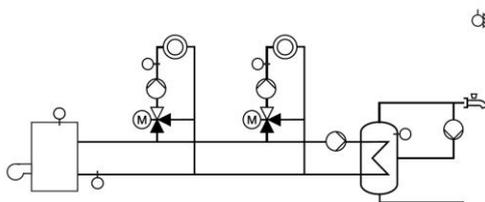
**Witterungsgeführte Heizung mit Wärmeerzeugung und Warmwasser-Bereitung**

- Kessel 1-stufig
- Pumpen-Heizkreis
- Warmwasserspeicher



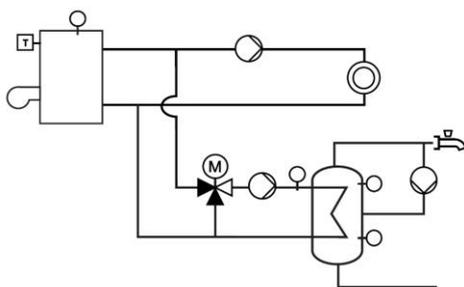
**Witterungsgeführte Heizung mit Wärmeerzeugung, Mischerheizkreis und Warmwasser-Bereitung**

- Kessel 2-stufig
- Mischer-Heizkreis
- Warmwasserspeicher



**Witterungsgeführte Heizung mit Wärmeerzeugung, zwei Mischer-Heizkreise und Warmwasser-Bereitung**

- Kessel 2-stufig
- 2 Mischer-Heizkreise
- Warmwasserspeicher

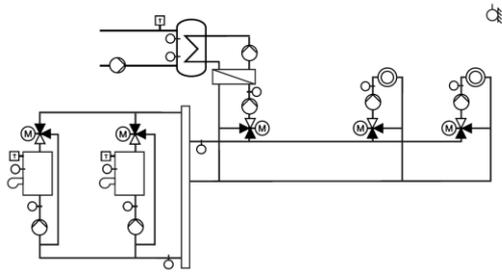


**Witterungsgeführte Heizung mit Wärmeerzeugung und Warmwasser-Bereitung im Speicherladesystem**

- Kessel 2-stufig
- Pumpen-Heizkreis
- Warmwasserspeicher mit Vorregelung

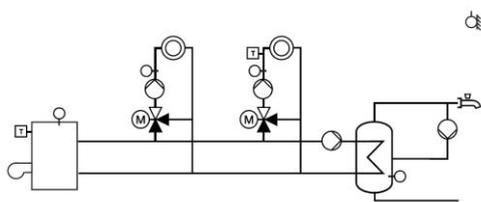
Quelle: Siemens

## Heizkesselanlage – Schaltschemata



**Witterungsgeführte Heizung mit Wärmeerzeugung als Zweikesselanlage, zwei Heizkreise und Warmwasser-Bereitung**

- Zweikessel-Anlage
- Rücklaufanhebung
- 2 Mischer-Heizkreise
- Warmwasserspeicher über Tauscher



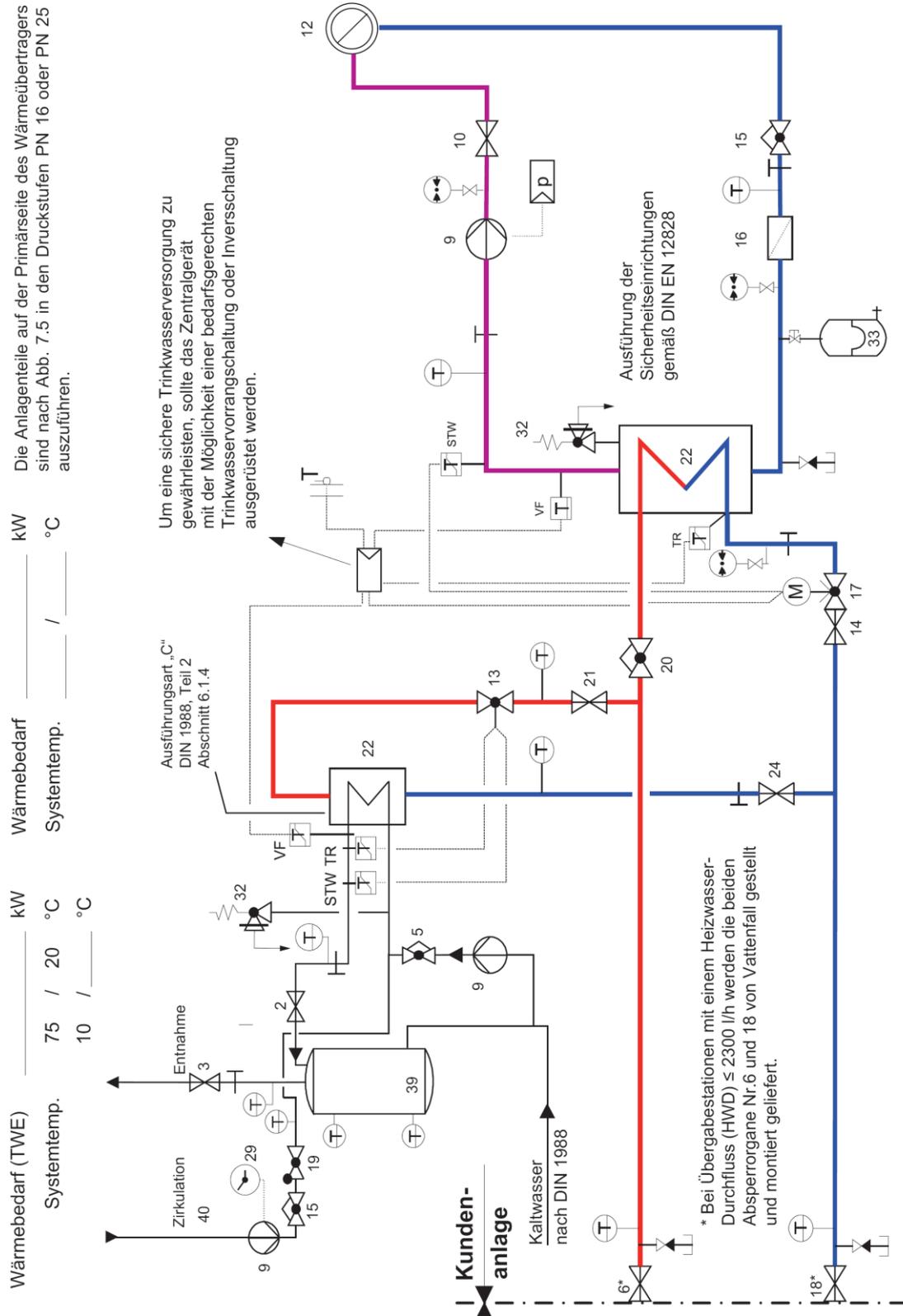
**Kombinierte Radiator- und Fußbodenheizung mit Wärmeerzeuger, zwei Heizkreisen und Warmwasser-Bereitung**

- Kessel modulierend
- 2 Mischer-Heizkreise
- Warmwasserspeicher

Quelle: Siemens

# Fernwärmanlage - Schaltschemata

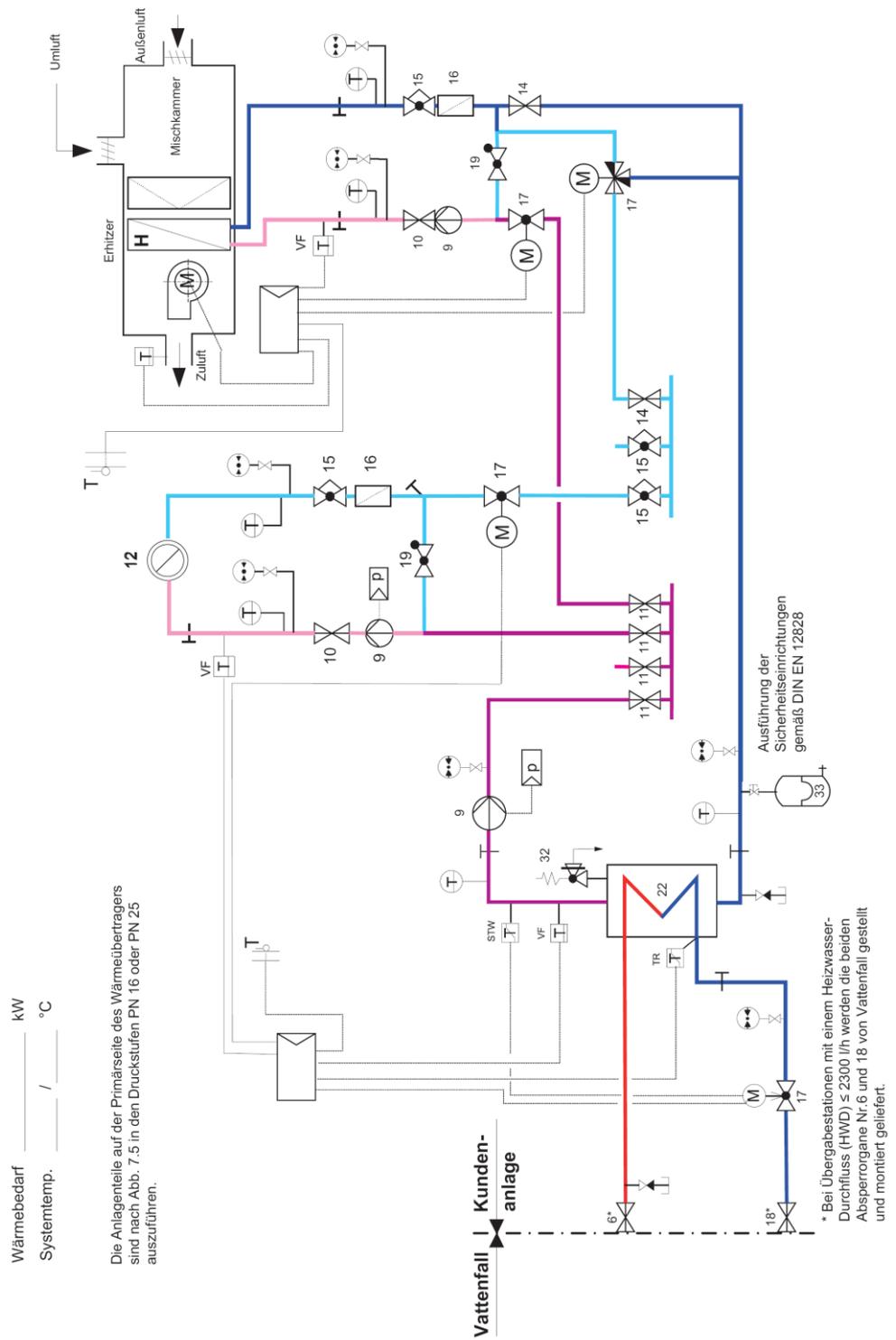
## Indirekter Fernheizanschluss mit direkter Trinkwassererwärmung



Quelle: Vattenfall

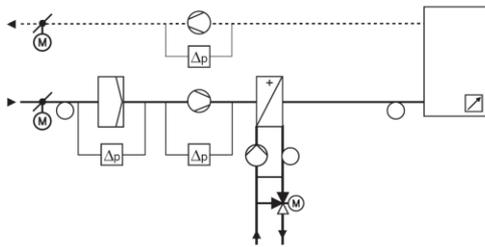


# Indirekter Fernheizanschluss mit nachgeschalteter raumluftechnischer Anlage



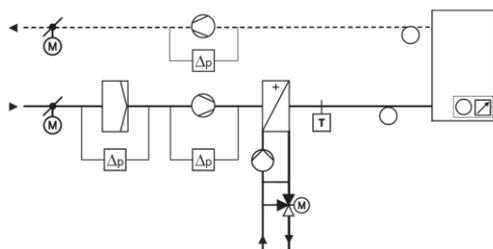
Quelle: Vattenfall

## Raumlufttechnik - Schaltschemata



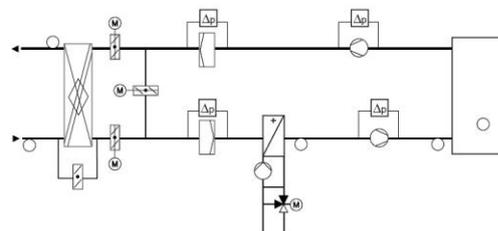
**Lüftungsanlage  
mit Zuluft-Temperatur-  
regelung**

– Warmwasser-Lufterhitzer



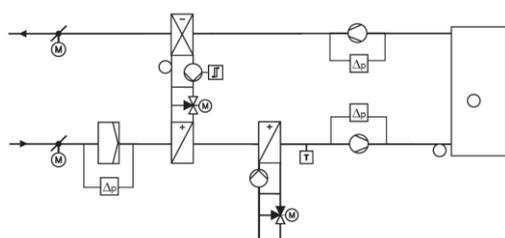
**Lüftungsanlage  
mit Abluft-Zuluft-  
Kaskadenregelung**

– Warmwasser-Lufterhitzer



**Lüftungsanlage  
mit Raum-Zuluft-Kaskade  
und Wärmerück-  
gewinnung über  
Plattenwärmetauscher**

– Warmwasser-Lufterhitzer  
– Mischluftklappen  
– Plattenwärmetauscher



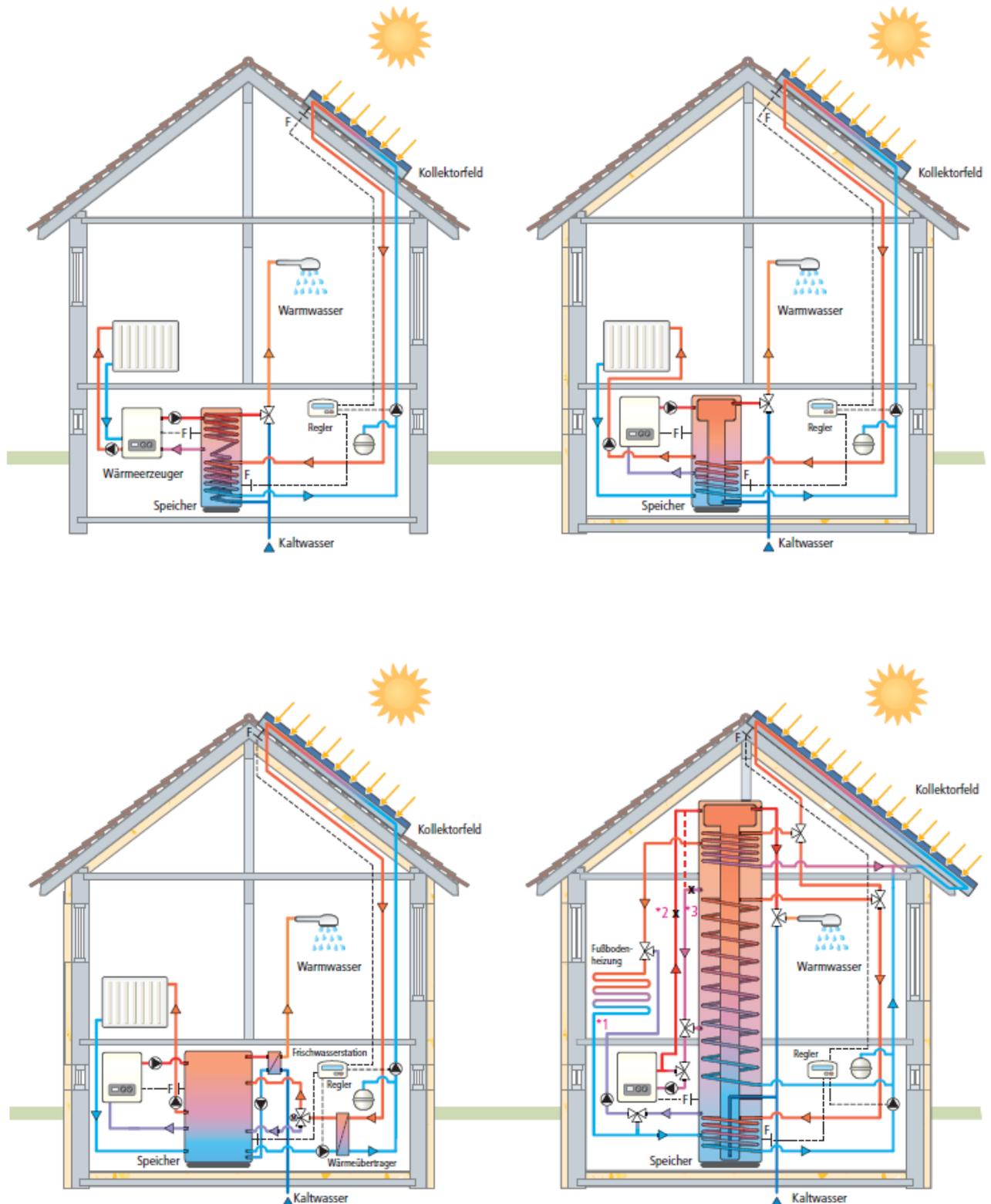
**Lüftungsanlage  
mit Raum-Zuluft-Kaskade  
und Wärmerück-  
gewinnung über  
Rekuperatorsystem**

– Warmwasser-Lufterhitzer  
– Rekuperatorsystem

Quelle: Siemens

# Solarthermieanlage

Solarwärmeanlage zur Warmwasserbereitung mit/ohne Heizungsunterstützung



\*1 hier blaues Rohr rausgenommen

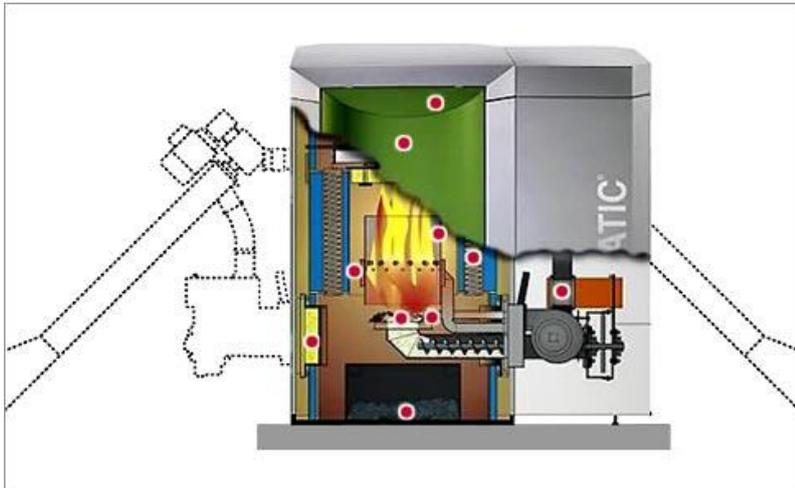
\*2 diese sollte weg und dafür diese 3\* nach oben verlängert werden, aber das ist doch der Rücklauf – nicht der Vorlauf

Quelle: DGS Deutsche Gesellschaft für Solarenergie

## Holz-Heizungsanlage

Holz-Heizungsanlagen können mit holzhackschnitzeln, Pellets oder anderen Brennstoffen betrieben werden.

Pellet-Heizkessel zeichnen sich durch den klimafreundlichen Brennstoff (gepresste Sägespäne) aus. Inzwischen werden auch Brennwert-Pellet-Heizkessel angeboten.



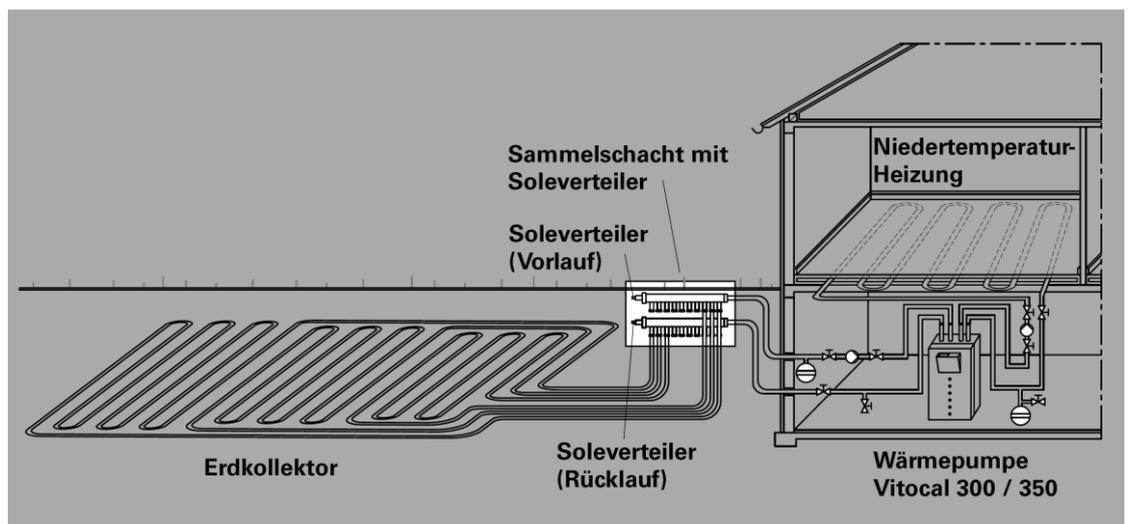
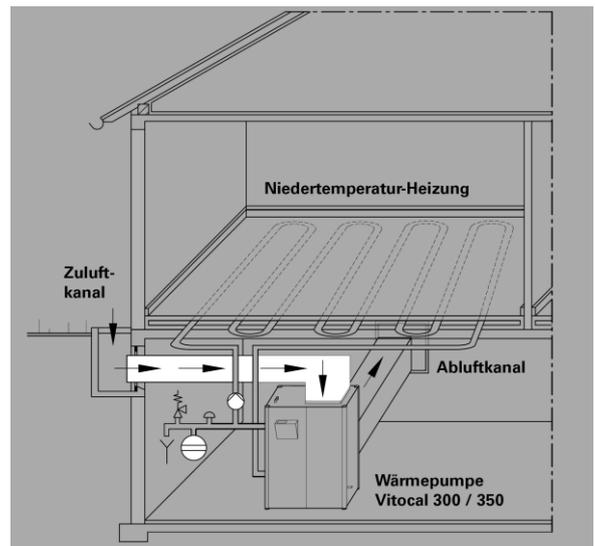
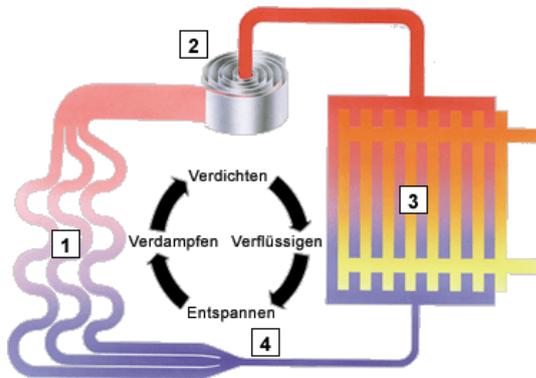
Der Pellet-Vorratsspeicher nimmt etwa den gleichen Raum ein wie eine Öl-Tankanlage bei gleichem Verbrauch. Es stehen verschiedene Systeme zur Brennstoff-Speicherung und Kessel-Beschickung zur Auswahl.



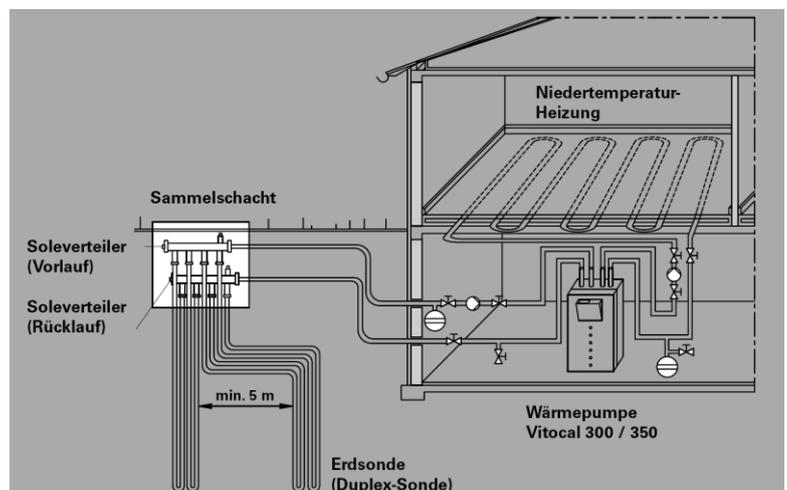
Quelle: Ökofen

## Wärmepumpen-Anlage

Die Wärmepumpe arbeitet mit einem Verdichtungs-/Entspannungsprozess, wobei das Kältemittel entsprechend dem Kondensationspunkt ausgelegt ist.



Der Wirkungsgrad einer Wärmepumpe ist abhängig vom zugeführten Temperaturniveau (Luft, Kollektorfeld, Erdsonden). Ebenso entscheidend ist das erforderliche Temperaturniveau für das Heiz- und Warmwasserbereitungssystem. Es können nur Niedertemperaturheizsysteme sinnvoll mit einer Wärmepumpe betrieben werden.



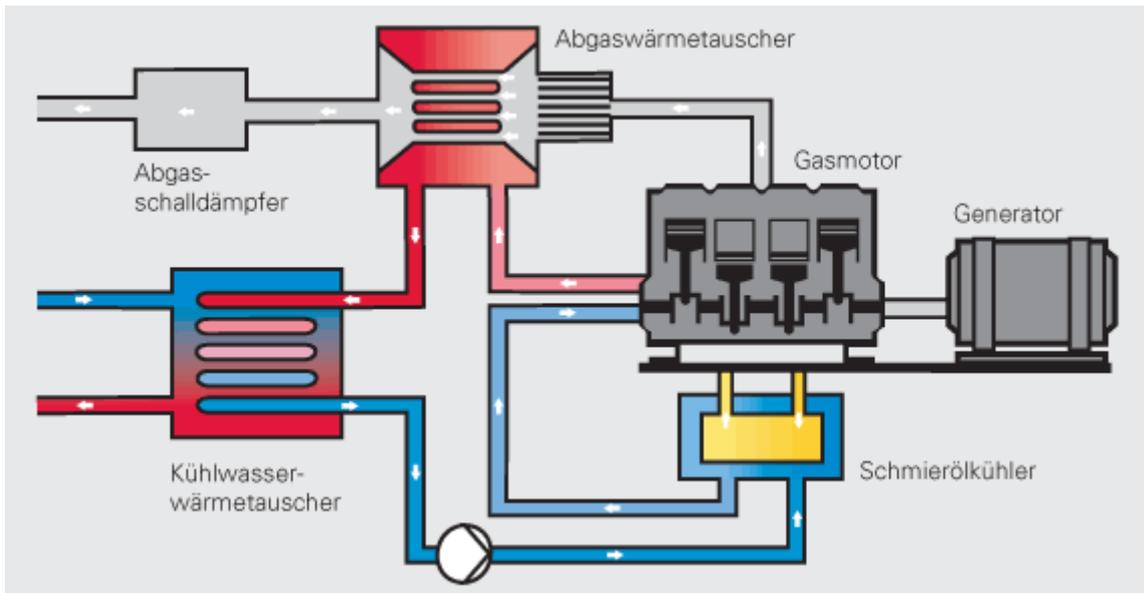
Quelle: Viessmann

# BHKW Blockheizkraftwerk

Ein gasbetriebener Verbrennungsmotor treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. Dabei entstehende Wärme wird dem Kühlwasser und dem Abgas über Wärmetauscher entzogen und genutzt.

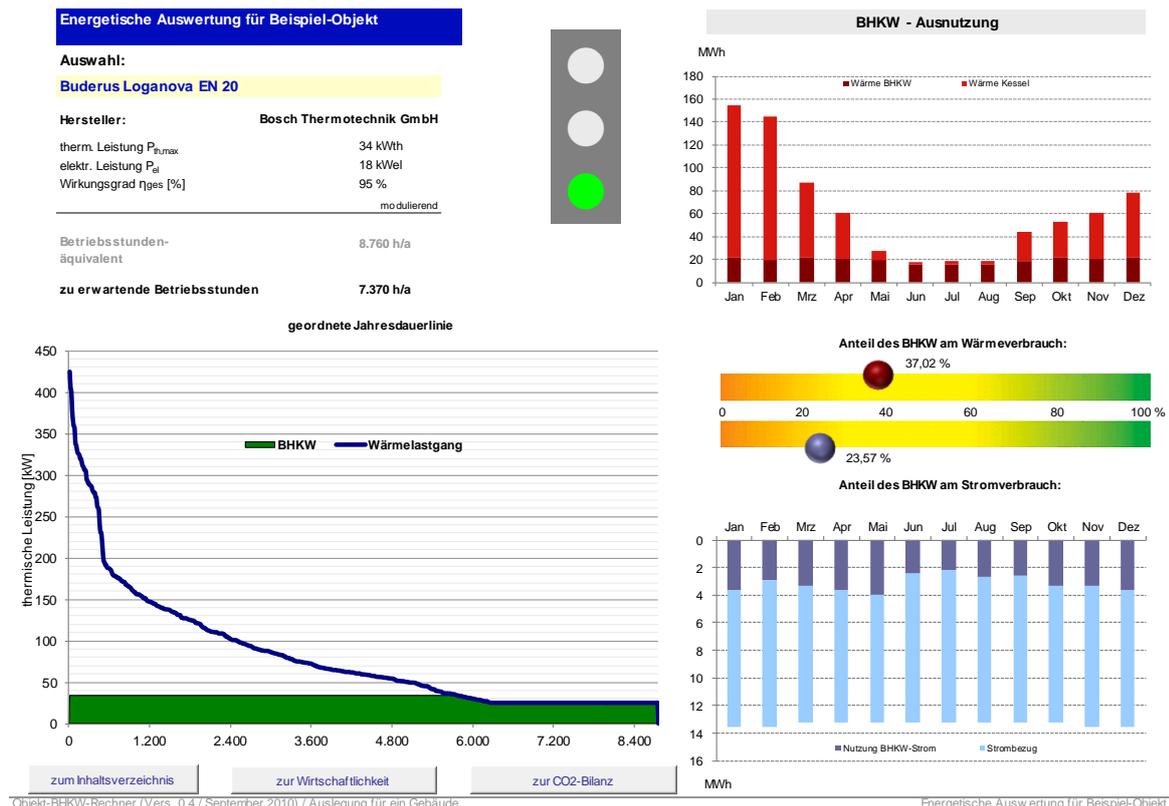
Ein BHKW mit hohen Investitionskosten rechnet sich über den Stromverkauf, so dass möglichst hohe Betriebslaufzeiten erreicht werden müssen.

Funktionsschema Blockheizkraftwerk:



Quelle: [www.bhkw.de](http://www.bhkw.de)

Ein umfassender BHKW-Objekt-Rechner wird von der Investitionsbank Schleswig-Holstein, Energieagentur, bereitgestellt:



# BHKW Blockheizkraftwerk

## Objekt-BHKW-Rechner

Auslegung für ein Gebäude

Bitte geben Sie Ihre Daten in die gelben Felder ein. zur Auswertung

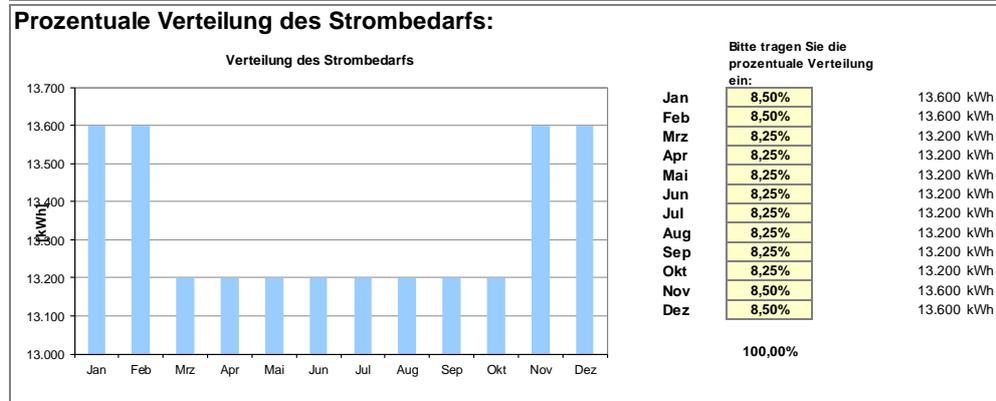
Gebäude	Beispiel-Objekt	
Postleitzahl	20000	Die eingegebene Postleitzahl ist nicht in Schleswig-Holstein!
Hauptnutzung (Auswahlfeld)	andere Gebäude	Rahmenbedingungen / Eingabehilfe

<b>Heizenergie</b>		spez. CO <sub>2</sub> -Äquivalent
Prozess / Brennstoffart	Erdgas H	202 g/kWh <sub>End</sub> Umweltbundesamt (Stand: Januar 2010)
Klimazone gemäß PLZ	0	Bitte geben Sie eine gültige PLZ ein!
Jahres-Heizenergieverbrauch	525.000 kWh	
Jahres-Heizkosten	33.650 €	0,06 €/kWh Preis pro kWh
Baujahr Kessel	ab 1996 (BW-Kessel)	

<b>Strom</b>		spez. CO <sub>2</sub> -Äquivalent
Stromart	Strom-Mix	590 g/kWh <sub>End</sub> Umweltbundesamt (Stand: Januar 2010)
Jahres-Stromverbrauch	160.000 kWh	
Jahres-Stromkosten	32.700 €	0,20 €/kWh Preis pro kWh

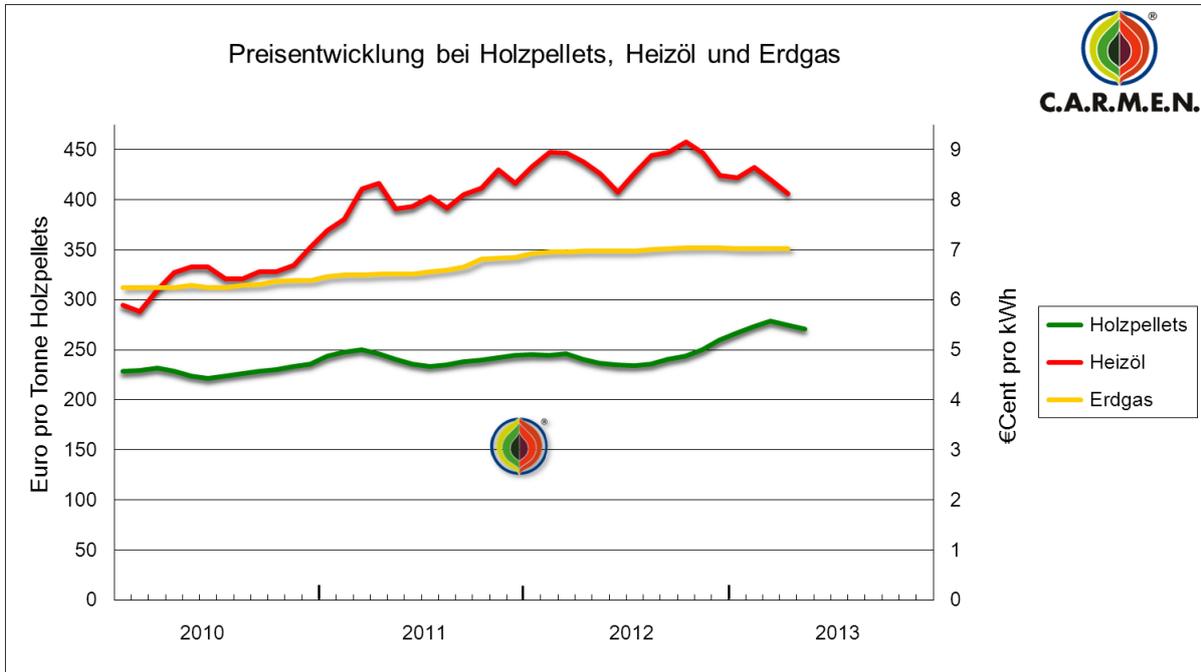
**Hier können Sie ergänzende Parameter eingeben:**

Anteil des Stromverbrauchs am Wochenende (in Prozent):	realistisch: 25%		Ihre Eingabe: <span style="background-color: #ffffcc; padding: 2px 5px;">100%</span>
Durchschnittliche Heizzeit pro Tag:	realistisch: 12 h		Ihre Eingabe: <span style="background-color: #ffffcc; padding: 2px 5px;">15 h</span>

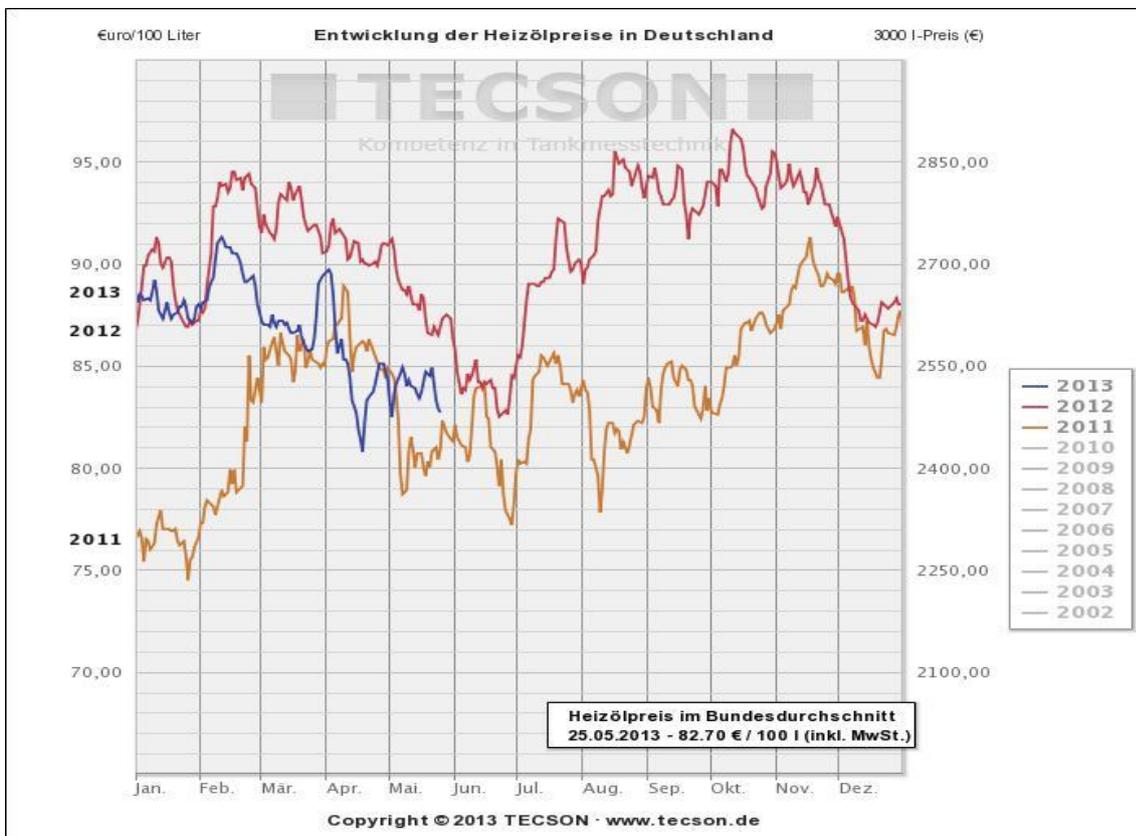


## Energiepreisentwicklung

Ständig aktualisierte Diagramme sind auf den folgenden Internetseiten zu finden:



[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)



[www.tecson.de](http://www.tecson.de)

## Quellennachweis

Asue Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.  
[www.atmos-west.de](http://www.atmos-west.de)  
[www.shk-mayer.de](http://www.shk-mayer.de)  
Danfoss  
DGS Deutsche Gesellschaft für Solarenergie  
Grundfos  
[www.hlug.de](http://www.hlug.de)  
[www.kraftwerk-bhkw.de](http://www.kraftwerk-bhkw.de)  
Ökofen  
Siemens  
Vattenfall  
Eon Hanse  
[www.vdzev.de](http://www.vdzev.de)  
Viessmann  
[www.zentralheizung.de](http://www.zentralheizung.de)  
Schwank GmbH  
[www.fiw-muenchen.de](http://www.fiw-muenchen.de)  
Investitionsbank Schleswig-Holstein, Energieagentur  
[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)  
[www.tecson.de](http://www.tecson.de)