

**Hinweise für
das Bedienen und Betreiben
von heiztechnischen Anlagen
in öffentlichen Gebäuden**

(Heizbetrieb 2001)

A M E V

**Hinweise für
das Bedienen und Betreiben
von heiztechnischen Anlagen
in öffentlichen Gebäuden
(Heizbetrieb 2001)**

lfd. Nr.: 74

Aufgestellt und herausgegeben vom Arbeitskreis
Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher
und kommunaler Verwaltungen (AMEV)
Berlin 2001

Geschäftsstelle des AMEV im
Bundesministerium für Verkehr,
Bau- und Wohnungswesen, Ref. BS 32
10117 Berlin, Telefon: (0 18 88) 300 7722
Telefax: (0 18 88) 300 1920
e-mail: amev@bmvbw.bund.de

Kostenlose Informationen über Neuerscheinungen
erhalten Sie bei der Geschäftsstelle des AMEV.
amev@bmvbw.bund.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	6
2.	Heizsysteme - Grundlagen und Funktion	7
2.1	Allgemeines	7
2.2	Warmwasserheizung	7
2.2.1	Schwerkraftheizung	8
2.2.2	Pumpenheizung	8
2.2.3	Geschlossene und offene Heizsysteme	8
2.2.4	Wärmeverteilung	10
2.2.5	Rohrsysteme	12
2.3	Dampfheizung	12
2.4	Luftheizung	12
3.	Verbrennung und Brennstoffe	14
3.1	Grundlagen der Verbrennung	14
3.2	Beurteilung der Verbrennung	15
3.2.1	Feuerungstechnischer Wirkungsgrad	15
3.2.2	Verbrennungslufttemperatur und Rußbild	18
3.2.3	Brennraumüberwachung	20
3.3	Kesselwirkungsgrad	21
3.4	Jahresnutzungsgrad	21
3.5	Betriebstechnische Einflußfaktoren	24
3.5.1	Stickoxide	24
3.5.2	Abgasrückführung	24
3.5.3	Sauerstoffoptimierung	25
3.5.4	Schwefel	25
3.6	Brennstoffe und ihre Lagerung	26
3.6.1	Gas	26
3.6.2	Heizöl	27
3.6.3	Flüssiggas	29
3.6.4	Festbrennstoffe	29
4.	Wärmeerzeugungsanlagen	30
4.1	Fernwärmeversorgung	30
4.1.1	Allgemeines	30
4.1.2	Fernwärmeerzeugung	31

4.1.3	Fernwärmenetz	32
4.1.3.1	Verlegungsarten	32
4.1.3.2	Instandhaltung	33
4.1.4	Fernwärme-Übergabestation	33
4.1.4.1	Direkte - Indirekte Übergabe	33
4.1.4.2	Betrieb von Fernwärme-Übergabestationen	35
4.2	Heizkessel	36
4.2.1	Gesetz - Verordnung - Technische Regeln	36
4.2.2	Wärmeerzeugung	36
4.2.3	Heizkesselbauarten	38
4.3	Gasfeuerung	39
4.3.1	Gasspezialkessel	39
4.3.2	Brenner	40
4.3.2.1	Atmosphärische Brenner	41
4.3.2.2	Gebälsebrenner	43
4.3.2.3	Zweistoffbrenner	44
4.3.3	Sicherheitseinrichtungen an Gasbrennern	44
4.3.4	Störungsursachen und Beseitigung	46
4.3.5	Inspektion und Wartung	47
4.4	Ölfeuerung	47
4.4.1	Brenner	47
4.4.1.1	Einstufenbrenner	50
4.4.1.2	Zweistufenbrenner	50
4.4.1.3	Regelbare Brenner	50
4.4.1.4	Überdruckbrenner	50
4.4.1.5	Drehzerstäuber	51
4.4.2	Sicherheitseinrichtungen an Ölbrennern	51
4.4.3	Störungsursachen und Beseitigung	52
4.4.4	Inspektion und Wartung	57
4.5	Feststofffeuerung	57
4.5.1	Kessel	57
4.5.2	Feuerungen	58
4.5.3	Nebeneinrichtungen	58
4.6	Elektrospeicherheizanlagen	59
4.7	Nutzungshinweise	59
4.7.1	Allgemeines	59
4.7.2	Betriebsarten	60
4.7.3	Raumtemperaturen	61
4.7.4	Lüften von Räumen	62
4.7.5	Elektrische Zusatzheizgeräte	62
4.7.6	Sonderfälle	62

4.8	Bedienungshinweise für Heizanlagen	63
4.8.1	Heizzentralen	63
4.8.2	Inbetriebnahme	63
4.8.3	Betrieb	64
4.8.4	Außerbetriebnahme	66
4.8.5	Besondere Betriebsarten	66
5.	Wassererwärmungsanlagen	67
5.1	Allgemeines	67
5.2	Wasserversorgungsarten	68
5.3	Wassererwärmungssysteme	68
5.4	Prüfungen	69
5.5	Wärmepumpen	69
5.6	Sonnenenergieanlagen	70
5.7	Legionellen	70
5.8	Betrieb	71
6.	Armaturen und Einrichtungsgegenstände	72
6.1	Allgemeines	72
6.2	Ausdehnungsgefäße	72
6.3	Pumpen	73
6.3.1	Allgemeines	73
6.3.2	Naßläuferpumpen	73
6.3.3	Trockenläuferpumpen	74
6.3.4	Bedienungshinweis	74
6.3.5	Regelbare Pumpen	74
6.3.6	Gebäudeautomation	75
6.4	Regelarmaturen	75
6.5	Absperrrichtungen	79
6.6	Rückschlagklappen und -ventile	79
6.7	Schmutzfänger	79
6.8	Rohrleitungen, Wärmedämmung	79
6.9	Raumheizkörper	80
6.10	Heizkörperventile	80
6.11	Sicherheitsventile	81
6.12	Temperaturregler	81
6.13	Temperaturwächter	82
6.14	Temperaturbegrenzer	82
6.15	Sicherheits-Temperaturbegrenzer	82
6.16	Wasserstandbegrenzer / Strömungswächter	82
6.17	Meßgeräte	83
6.18	Zugbegrenzer	83

6.19	Rauchgasklappen	84
6.20	Hydraulische Weiche	84
7.	Regelanlagen	86
7.1	Allgemeines	86
7.2	Analogregelung	86
7.2.1	Raumtemperaturregelung mit Testraum	87
7.2.2	Einzelraumregelung	87
7.2.3	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung	88
7.2.4	Optimierungsanlagen	89
7.2.5	Betrieb	92
7.3	Digitale Regelung	94
7.3.1	Allgemeines	94
7.3.2	Vorteile der DDC-Technik	95
7.3.3	Gebäudeleittechnik (GLT)	95
7.3.3.1	Allgemeines	95
7.3.3.2	Aufbau der GLT	96
7.3.3.3	Aufgaben	97
7.3.3.4	Vorteile	97
7.3.4	Firmenneutrales Datenübertragungssystem (FND)	98
8.	Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs	99
8.1	Heiz- und Wassererwärmungsanlagen	99
8.2	Verbrauchserfassung	101
8.3	Verbrauchskontrolle	102
8.4	Zulässige Raumtemperaturen	103
Mitarbeiter	108	

1. Vorbemerkungen

Nachstehende Broschüre »Heizbetrieb 2001« ersetzt die AMEV-Broschüren »Heizbetrieb 86« und »BedienHeiz 95«. Ziel der Überarbeitung war die Zusammenfassung zweier Broschüren mit ähnlicher Thematik. Die AMEV-Ausarbeitung richtet sich an die für den Gebäudebetrieb Verantwortlichen, d.h. an die Leiter und Sachbearbeiter der haus- und betriebstechnischen Dienste, an die Hausverwaltungen und an das Bedienungspersonal der heiztechnischen Anlagen. Es wird vorausgesetzt, daß alle Kräfte ausreichend qualifiziert sind und sich durch regelmäßige Schulungen und Seminare weiterbilden können.

Den Anlagenbetreibern öffentlicher Liegenschaften steht mit dieser AMEV-Ausarbeitung eine Arbeitshilfe zur Verfügung, die einen wirtschaftlichen Heizbetrieb sicherstellen soll.

Dipl.-Ing. Eduard Rabe
Vorsitzender des AMEV

Dipl.-Ing. Sturmhart Schindler
Obmann

2. Heizsysteme - Grundlagen und Funktion

2.1 Allgemeines

Die Heizanlagen werden nach folgenden Gesichtspunkten unterschieden:

Nach der eingesetzten Energie

- Fernwärme
- Gas
- Heizöl
- Festbrennstoff
- Strom (z.B. Nachtstromspeicherheizung, Wärmepumpen)

Nach der Art des Wärmeträgers

- Warmwasser
- Heißwasser
- Dampf
- Luft

Nach dem Antrieb des Wasserumlaufes

- Pumpen
- Schwerkraft

Nach dem Druckausgleichssystem

- geschlossenes
- offenes

Nach der Lage der Hauptverteiler-Leitung

- untere
- obere

Nach dem Rohrsystem

- Zweirohranlagen
- Einrohranlagen

2.2 Warmwasserheizung

Bei der Warmwasserheizung dient Wasser bis zu einer max. Temperatur von 120 °C als Wärmeträger.

Neuanlagen werden in der Regel für eine Spreizung von 80/60 °C bzw. 70/50 °C oder 55/45 °C ausgelegt.

Das Warmwasser fließt über Vorlaufleitungen zu den Heizkörpern und nach Wärmeabgabe an die Räume über Rücklaufleitungen zum Wärmeerzeuger zurück.

2.2.1 Schwerkraftheizung

Wasser dehnt sich beim Erwärmen von 4°C auf 100°C um etwa 4% seines Volumens aus und wird dadurch leichter. Dieser Gewichtsunterschied zwischen kälterem Wasser im Rücklauf und wärmerem Wasser im Vorlauf ist die treibende Kraft für den Wasserumlauf bei der Schwerkraftheizung.

Da die Schwerkraft die Rohrreibungsverluste überwinden muß, sind bei Schwerkraftheizungen besonders große Rohrquerschnitte und möglichst gerade geführte Steige- und Fallstränge mit kurzen waagerechten Heizkörperanbindungen erforderlich. Schwerkraftheizungen werden heute nicht mehr gebaut. Vorhandene Anlagen werden häufig nachträglich mit Pumpen ausgerüstet.

2.2.2 Pumpenheizung

Bei der Pumpenheizung wird der Wasserumlauf durch eine Umwälzpumpe in der Vor- oder Rücklaufleitung bewirkt. Der Einsatz einer Pumpe ermöglicht eine in weiten Grenzen unabhängige Leitungsführung, geringe Leitungsquerschnitte und damit ein kleineres Wasservolumen, kürzere Aufheizzeiten und eine bessere Regelbarkeit der Anlage (s. *Abb. 2.2-1*).

Bei der Wasserumwälzung mittels Pumpe ist der sorgfältige hydraulische Abgleich von Rohrnetz und Heizkörpern Voraussetzung für einen funktionsgerechten Betrieb.

Auf der Pumpenseite kann durch Unterdruck an undichten Armaturen Luft eintreten.

Schwerkraftheizungen, die auf Pumpenbetrieb umgebaut wurden, sind infolge des hohen Wasservolumens träge.

Zur Regelung können bei ausreichendem Vordruck auch Strahlpumpen eingesetzt werden. Dies setzt exakte Kenntnisse der Netzhydraulik und ein über Jahre hinweg konstantes Nutzungsprofil voraus.

2.2.3 Geschlossene und offene Heizsysteme

Die sicherheitstechnische Ausrüstung von geschlossenen und offenen Warmwasserheizungen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C ist in DIN 4751, Teil 1, 2 und 3 geregelt.

Geschlossene Heizsysteme

Sie haben keine offene Verbindung zur Atmosphäre und sind durch Sicherheitseinrichtungen gegen Überdruck und gegen Temperaturüberschreitung

abgesichert. Das Ausdehnungsgefäß befindet sich in der Regel im Heizraum (DIN 4751, Teil 2).

Unterdruck im System bewirkt, daß das Heizwasser Sauerstoff aufnimmt. Um dies zu vermeiden, ist darauf zu achten, daß der Anlagenmindestdruck – auch in der Absenkephase – nicht unterschritten wird.

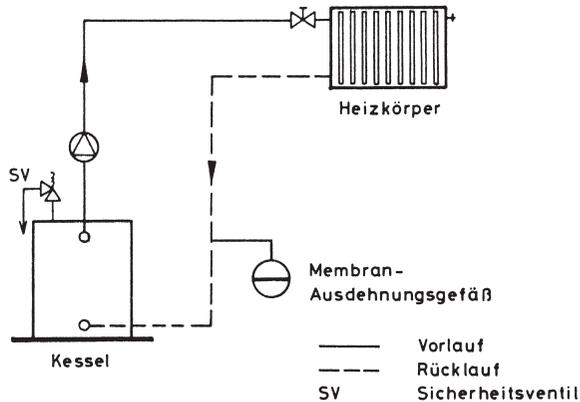


Abb.: 2.2-1 Geschlossenes Heizsystem

Offene Heizsysteme

sind über eine nicht absperrbare Sicherheitsvorlaufleitung mit anschließendem Ausdehnungsgefäß mit der Atmosphäre offen verbunden. Das Ausdehnungsgefäß befindet sich am höchsten Punkt der Anlage. Offene Heizanlagen werden heute nicht mehr gebaut und kaum noch betrieben.

Besonders zu beachten ist:

In unbeheizten Räumen müssen Sicherheitsleitungen, Ausdehnungsgefäße, Standrohre, Entlüftungs- und Überlaufleitungen gegen Einfrieren geschützt werden. Entsprechende Wärmedämmung und geringe Zirkulation über eine Kurzschlußstrecke sind erforderlich.

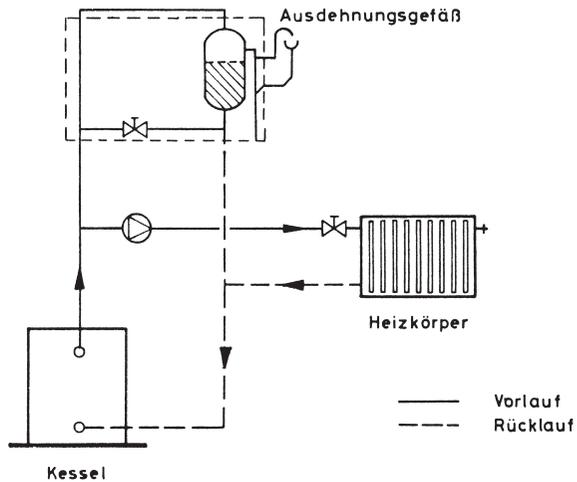


Abb. 2.2-2: Offenes Heizsystem

2.2.4 Wärmeverteilung

Obere Verteilung

Ein Zweirohrsystem mit oberer Verteilung besteht aus einem Hauptvorlauf, der bis über die obersten Heizkörper möglichst senkrecht nach oben geführt wird und sich dort auf die einzelnen senkrechten Leitungen zu den Heizkörpern verteilt. Bei fehlender oder mangelnder Zirkulation in einem unbeheizten Dachraum besteht Einfriergefahr. Die obere Verteilung wurde überwiegend bei Schwerkraftheizungen eingesetzt (Abb. 2.2-3).

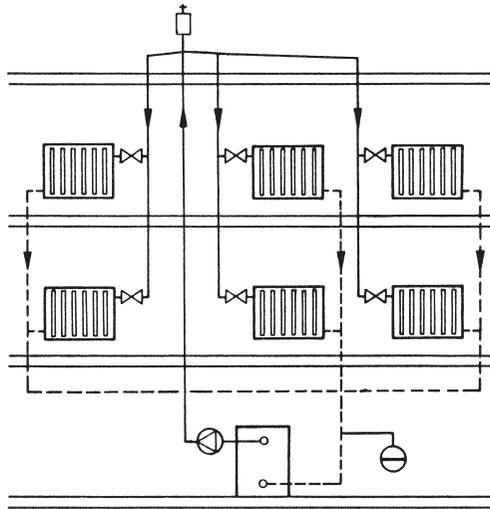


Abb. 2.2-3: Obere Verteilung

Untere Verteilung

Der Vorlauf wird unter der Kellerdecke über die einzelnen Steigeleitungen zu den Heizkörpern geführt. In gleicher Weise werden die Rücklaufleitungen (auch Falleleitungen genannt) angeordnet (Abb. 2.2-4).

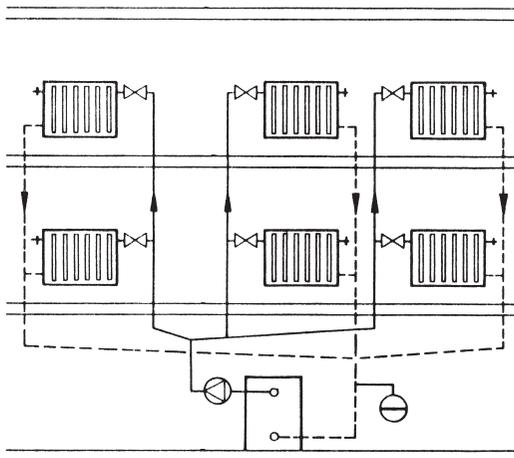


Abb.: 2.2-4: Untere Verteilung

2.2.5 Rohrsysteme

Bei **Zweirohrsystemen** mit mehreren Heizkreisen werden Vorlaufverteiler und Rücklaufsammler vorgesehen. Hieran sind Steige- und Fallleitungen sowie die Leitungen des Kesselkreislaufs angeschlossen.

Bei **Einrohrsystemen** liegen die Heizkörper entweder in einer direkten Reihenschaltung oder in einer Umgehungsschleife zur Hauptverteilung. Im Vergleich zu Zweirohrsystemen sind sie nur mit erhöhtem Abgleichaufwand annähernd gleichwertig zu betreiben und werden daher seltener installiert. Schwierigkeiten können sich in Verbindung mit Thermostatventilen wegen ständiger Wasservolumenstromänderung ergeben.

2.3 Dampfheizung

Wärmeträger ist bei diesem Heizsystem Dampf. Der Betriebsüberdruck liegt bei Raumheizung zwischen 0,1 bis 1,0 bar.

Für die Raumheizung findet Dampf, u.a. wegen der schlechten Regelbarkeit und der hohen Oberflächentemperaturen der Heizflächen, nur noch selten Verwendung.

2.4 Luftheizung

Bei Luftheizungen ist zirkulierende Luft der Wärmeträger. Sie werden als Außen-, Misch- oder Umluftsysteme betrieben.

Die Luft wird indirekt erwärmt. Ventilatoren fördern die Luft in die zu beheizenden Räume. Eine direkte Beheizung ist aus gesundheitlichen Gründen abzulehnen.

Anwendung: Warmluftheizung in Wohngebäuden, vor allem in Niedrigenergiehäusern. Großraum-Warmluftheizungen (Kirchen, Ausstellungshallen, Werkstätten, Turnhallen u.a.).

Wegen der hohen Betriebskosten von raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) sind Betriebszeit und Außenluftmenge auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

RLT-Anlagen, die ausschließlich der Raumheizung dienen (Luftheizungsanlagen), sind nach dem Nutzungsende der Räume auszuschalten.

Bei Frostgefahr sind sie mit abgesenkter Raumtemperatur im Umluftbetrieb zu betreiben.

Bei Kombination mit statischen Heizflächen ist die RLT-Anlage nur einzuschalten, wenn es die Nutzung erfordert, z.B. in Räumen mit Vollverdunkelung, in Pausenhallen, bei Veranstaltungen und in Konferenzräumen.

Sofern die Wirtschaftlichkeit nachgewiesen ist, sollten RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung betrieben werden. Die Außenluftfrate ist nach den hygienischen Anforderungen zu steuern.

Die Wärmerückgewinnung (WRG) muß einer regelmäßigen Kontrolle auf Funktion und Anlagenzustand unterzogen werden. Dabei ist besonders auf einen ausreichenden Frostschutz (Konzentration des Frostschutzmittels im Kreislaufwasser bei KV-Systemen), vollständig geöffnete Ventile und die optimale Einstellung der Regelparameter zu achten.

Nähere Angaben findet man in der AMEV-Ausarbeitung »Bedien RLT 88«.

3. Verbrennung und Brennstoffe

3.1 Grundlagen der Verbrennung

Bei der Verbrennung werden brennbare Stoffe unter Flammenbildung oxidiert, d.h. sie gehen eine Verbindung mit Sauerstoff ein.

Die den Feuerungen zugeführte atmosphärische Luft hat einen Sauerstoffanteil von etwa 21 Vol. %. Das Schema einer Feuerung ist in Abb. 3.1-1 dargestellt.

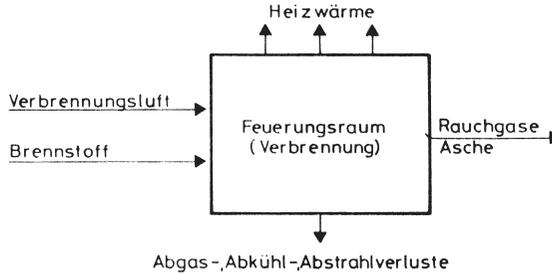


Abb.: 3.1-1: Feuerungsschema

Die Verbrennungsprodukte bestehen aus nicht brennbaren, verbrannten und ggf. unverbrannten Bestandteilen. Ausschlaggebend für die Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte ist der Anteil des zugeführten Sauerstoffes.

Bei einer vollständigen Verbrennung werden alle brennbaren Bestandteile - hauptsächlich Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Schwefel (S) - völlig zu Kohlendioxid (CO_2), Wasser (H_2O), Schwefeldioxid (SO_2) u.a. Stoffen oxidiert (*Stickoxide siehe 3.5.1*).

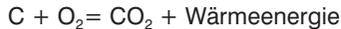
Bei einer unvollständigen Verbrennung, vor allem bei Luftmangel, enthalten die Verbrennungsprodukte noch brennbare Bestandteile, deren Energie ungenutzt bleibt.

Bei der Verbrennung von Kohlenstoff unter Luftmangel entsteht z.B. brennbares giftiges CO-Gas (Kohlenmonoxid). Feuerungen in Heizungsanlagen werden deswegen aus energetischen und auch aus Sicherheitsgründen mit Luftüberschuß betrieben.

Der Luftüberschuß verhindert außerdem, daß bei schwankendem Schornsteinzug Luftmangel in der Feuerung auftritt.

Der Überschuß darf aber nicht zu groß sein, da mit steigendem Luftüberschuß die Abgasverluste zunehmen.

Die Grundlage zur Berechnung der für die Verbrennung z.B. von Kohlenstoff erforderlichen Sauerstoff- und Luftmengen bildet die Reaktionsgleichung dieses Stoffes mit Sauerstoff. Für die Verbrennung von Kohlenstoff gilt z.B.:



3.2 Beurteilung der Verbrennung

3.2.1 Feuerungstechnischer Wirkungsgrad

Der feuerungstechnische Wirkungsgrad ((F) eines Wärmeerzeugers ist das Verhältnis von bei der Verbrennung an das Heizmedium übertragener Wärmemenge zu der mit dem Brennstoff zugeführten Wärmemenge. In % ausgedrückt ist dies die anteilige Wärmemenge, die bei der Verbrennung an das Heizmedium übertragen wird.

Errechnet wird (F über die Abgasverluste, die sich aus der Messung des CO₂-Gehaltes der Abgase sowie der Temperatur der Abgase und der Verbrennungsluft bestimmen lassen.

$$\eta F = 100 \% - \text{Abgasverluste } q_A \text{ [\%]}$$

Die Abgasverluste q_A beinhalten:

- Verluste, die durch die Aufheizung der Verbrennungsluft auf die Abgastemperatur entstehen
- Verluste infolge unvollkommener Verbrennung.

Die Abgasverluste q_A (in %) werden nach der Siegert'schen Formel ermittelt:

$$q_A = (t_A - t_L) \cdot \left(\frac{A_1 + B}{\text{CO}_2} \right) \text{ [\%]}$$

worin ($t_A - t_L$) die Abgastemperatur abzüglich der Verbrennungszulufttemperatur bedeutet.

Das CO₂ ist der im Abgas gemessene CO₂-Gehalt in %. Die Werte A₁ und B für die verschiedenen Brennstoffarten werden wie folgt festgelegt:

	Heizöl EL	Erdgas H	Flüssiggas und Flüssiggas-Luft-Gemische
A ₁ =	0,50	0,37	0,42
B =	0,007	0,009	0,008

Gelegentlich wird nicht der Kohlendioxidgehalt CO₂, sondern der Sauerstoffgehalt O₂ im Abgas gemessen. An größeren Kesselanlagen sind bisweilen auch O₂-Meßgeräte für die Abgasanalysen fest installiert. Dann läßt sich über folgende einfache Beziehung der für die Abgasverlustberechnung notwendige CO₂-Wert ermitteln:

$$\text{CO}_2 = \frac{21 \cdot \text{O}_2 \text{ gem.}}{21} \cdot \text{CO}_2 \text{ max.}$$

*21 = prozentualer Sauerstoffanteil der Luft

Heizöl EL	CO ₂ max. =	15,4 Vol. %
Flüssiggas	CO ₂ max. =	14,0 Vol. %
Erdgas L	CO ₂ max. =	11,8 Vol. %

Das Verhältnis zwischen gemessenem O₂-Gehalt und dem zugehörigen CO₂-Gehalt im Abgas ist in Abb. 3.2-1 für verschiedene Brennstoffe dargestellt.

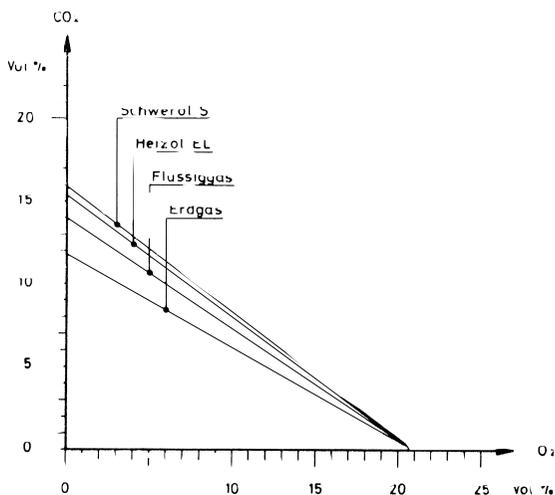


Abb. 3.2-1: CO₂-Gehalt in Abhängigkeit vom O₂-Gehalt im Abgas verschiedener Brennstoffe

Die zulässigen Abgasverluste sind in der Verordnung über Kleinfeuerungsanlagen – 1. BimSchV – aufgeführt und liegen je nach Alter und Nennwärmeleistung der Feuerungsanlage zwischen 9 % und 15 %.

Zulässige Abgasverluste in %

Baujahr	Nenn-Wärmeleistung in kW		
	4 bis 25	24 bis 50	über 50
bis 12/82	15 %	14 %	13 %
ab 01/83	14 %	13 %	12 %
ab 10/88	12 %	11 %	10 %
ab 01/98	11 %	10 %	9 %

Neue Kesselanlagen – auch kleinerer Leistung – haben weniger als 10 % Abgasverluste. Bei richtiger Wartung können solche Werte auch von älteren Anlagen erreicht werden.

3.2.2 Verbrennungslufttemperatur und Rußbild

Änderungen der Verbrennungslufttemperatur führen zu Luftüberschuß bzw. Luftmangel. Bei Erwärmung der Verbrennungsluft, z.B. um 15°C, wird ca. 5 % weniger Sauerstoff zugeführt mit der Folge einer unvollständigen Verbrennung. Dies ist bei größeren Anlagen zu beachten, bei denen die Verbrennungsluft aus dem Freien angesaugt und dem Brennergebläse unmittelbar zugeführt wird.

Die Folgen, die sich daraus ergeben, sind:

- nicht einwandfreie Verbrennung
- Verrußung
- Verschlechterung des Feuerungswirkungsgrades.

Sowohl der CO₂-Gehalt der Abgase als auch das Rußbild lassen Rückschlüsse auf die Güte der Verbrennung zu.

Bei jeder Verbrennung z.B. von Heizöl fällt zwangsläufig Ruß (unverbrannter Kohlenstoff) an, der sich u.a. auf den Kesselheizflächen ablagert. Die Überwachung und die rechtzeitige Entfernung des Rußbelages sind deshalb besonders wichtig.

Wie sich mit wachsender Rußschicht und dadurch bedingtem schlechteren Wärmedurchgang die Abgastemperatur und der Heizölmehrverbrauch ändern, zeigt Abb. 3.2-2

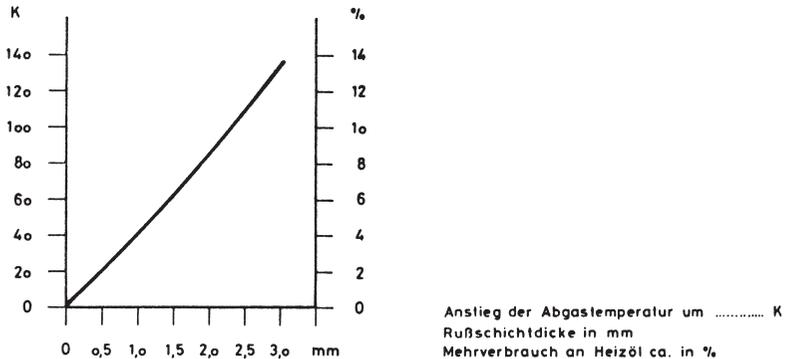


Abb. 3.2-2: Einfluß der Rußdicke und der Abgastemperatur auf den Ölmehrverbrauch

Rußschicht mm	Abgas- temperatur- erhöhung °K	Absinken des feuer- techn. Wirkungs- grades %	Heizöl- Mehrver- brauch %
0	0	z.B. 90	0
1	50	88	4
2	105	86	8,5
3	160	82	13

Die Rußbildung auf den Kesselheizflächen wächst direkt mit der Schalthäufigkeit des Brenners. Durch den Einbau von Düsen mit geringerem Öldurchsatz können längere Laufzeiten und geringere Schalthäufigkeiten der Brenner erreicht werden (*siehe auch Abschnitt 4.4.1*).

In der nachfolgenden Tabelle sind wichtige Werte zur Beurteilung der Verbrennungsgüte in vereinfachter Form zusammengestellt. Der Betreiber soll sich nicht mit noch eben zulässigen Werten zufrieden geben, sondern möglichst gute Verbrennungswerte anstreben.

1. Abgasverluste in % Öl- und Gasfeuerungen

Anlagenleistung kW	sehr gut %	gut %	befriedi- gend %	max. zulässig bei Neu- anlagen %
bis 25	7	8	10	11
25 bis 50	6	7	9	10
über 50	5	6	8	9

2. Kohlendioxid (CO₂)-Gehalt in Vol. %

	CO ₂ max.	sehr gut %	gut %	befriedi- gend %	unzurei- chend %
Heizöl EL	15,4	über 13	12 – 13	10 – 12	unter 10
Erdgas ¹	11,8	über 10,5	9,5 – 10,5	7,5 – 10,5	unter 7,5
Flüssigas ²	14,0	über 12	11 – 12	9,5 – 11	unter 9,5
Koks	20,5	über 17	15 – 17	13 – 15	unter 13

	sehr gut	gut	befriedi- gend	schlecht
3. Abgas-/Rauchgas temperatur in °C ^{2/3}	bis 140	140 – 180	180 – 200	über 200
4. Verbrennungsluft temperatur in °C	20	20 – 25	25 – 30	über 30
5. Schornsteinzug/ druck in mbar (am Kesselende) ³	Zug 0 – 0,1	Zug 0,1 – 0,15	Zug 0,15 – 0,2	Zug über 0,2 oder Druck
6. Rußzahl (nur Heizöl EL)	0	1	2	über 2 (nicht zulässig)

Bei Neuanlagen sind die Werte gemäß 1. BImSchV einzuhalten.

1 Meßwerte vor der Strömungssicherung (sofern Brenner ohne Gebläse)

2 Herstellerangaben beachten.

3 Werte gelten nicht für Brennwertkessel. Bei Brennwertkesseln sind Abgastemperaturen von rd. 50 °C anzustreben.

4 Bei Temperaturen unter 160 °C ist der Zustand des Schornsteins zu beachten.

3.2.3 Brennraumüberwachung

Die Feuerungswerte haben entscheidenden Einfluß auf die Energieumsetzung und damit auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Schon relativ kleine Verschlechterungen der Betriebswerte führen zu unnötigem Energiemehrverbrauch.

Durch regelmäßige Kontrolle der Abgastemperatur und der Kesselheizflächen kann der Betreiber der Anlage sehr einfach den Rußbelag im Kessel überwachen und die Notwendigkeit einer Kesselreinigung erkennen. Eine weitergehende Überprüfung der Verbrennung erfolgt bei den regelmäßigen Messungen des Bezirksschornsteinfegermeisters und im Rahmen von Wartungen oder Eigenmessungen.

Kennzeichnend für eine gute Verbrennung ist bei Heizöl die hell leuchtende gelbe Flamme. Sie sollte den gesamten Feuerraum ausfüllen, ohne daß sich jedoch ihre Flammenspitze an der Feuerraumrückwand bricht. Aufgrund der hell leuchtenden Flamme wird die Wärme in der Brennkammer überwiegend als Strahlungswärme abgegeben.

Neuerdings werden auch Ölbrenner mit bläulicher Flamme eingesetzt. Die Blauflamme entsteht dadurch, daß die Öltröpfchen bereits vor der Zündung völlig vergasen und wie Gas verbrennen.

Gas verbrennt im Gegensatz zu Öl mit einer weniger intensiv strahlenden, bläulichen Flamme. Die gesamte Wärme wird fast ausschließlich durch Konvektion auf die Kesselheizflächen übertragen.

3.3 Kesselwirkungsgrad (η_K)

Der Kesselwirkungsgrad (η_K) ist gegenüber dem feuerungstechnischen Wirkungsgrad um die Abstrahlungsverluste kleiner. Diese Abstrahlungsverluste bewegen sich bei neueren Kesseln in der Größenordnung von rd. 1 % und bei alten Kesseln bis über 5 %.

Sie sind abhängig von der Konstruktion, Größe und der Wärmedämmung des Kessels sowie der Kesseltemperatur.

Bei Großkesseln können die Abstrahlungsverluste sogar unter 1 % liegen.

$$\eta_K = 100 \% - (\text{Abgasverluste} + \text{Abstrahlungsverluste})$$

Der Kesselwirkungsgrad liegt in der Regel in der Größenordnung von 85 bis 90 %.

Bei Kesselstillstand treten zusätzlich Betriebsbereitschaftsverluste auf (siehe hierzu Abschnitt 3.4).

3.4 Jahresnutzungsgrad

Der Jahresnutzungsgrad setzt sich zusammen aus feuerungstechnischem Wirkungsgrad, Kesselwirkungsgrad und Bereitschaftsverlusten.

Betriebsbereitschaftsverluste entstehen bei jedem aufgeheizten Kessel, dessen Feuerung abgeschaltet ist. Infolge des Schornsteinzuges wird ständig Luft über den Brenner durch den Kessel gezogen, die den Kesselheizflächen Wärme entzieht und durch den Schornstein entweichen läßt. Darüber hinaus gibt der Kessel Wärme an den kühleren Heizraum ab (Abstrahlungsverluste).

Die Betriebsbereitschaftsverluste sind abhängig von:

- der Länge der Brennerstillstandszeit
- der Höhe der Kesselwassertemperatur
- der Wärmedämmung des Kessels
- der Zugstärke des Schornsteins
- dem Luftwiderstand der Rauch- bzw. Abgaswege.

Die Betriebsbereitschaftsverluste liegen in der Größenordnung von unter 1 % bis über 5 % der Feuerungsleistung. Sie beeinflussen den Jahresenergieverbrauch einer Heizanlage in vielen Fällen noch mehr als die Abgasverluste.

Beispiel 1:

Leistungsbereich des Heizkessels mit Brenner 50 bis 100 kW; eingestellt auf 100 kW

Abgasverluste	10 %	10 kW
Brennerbetriebsstunden		1.000 h/a
Betriebsbereitschaftsverluste	3 %	3 kW
Betriebsbereitschaftsstunden (Brennerstillstandszeit)	$5.500 \text{ h/a} - 1.000 \text{ h/a} =$	4.500 h/a
Jährliche Abgasverluste	$10 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h/a}$	$= 10.000 \text{ kWh/a}$
Jährliche Betriebsbereitschaftsverluste	$3 \text{ kW} \times 4.500 \text{ h/a}$	$= 13.500 \text{ kWh/a}$
Jährliche Gesamtverluste		23.500 kWh/a

Die Bereitschaftsverluste können bis zu 60 % der Gesamtverluste betragen. Der Jahresnutzungsgrad ist in diesem Beispiel gleich Jahresverbrauch dividiert durch die Summe aus Jahresverbrauch und Gesamtverlusten, d.h. rd. 81 %.

Dieser Jahresnutzungsgrad kann z.B. durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Bessere Wärmedämmung des Kessels
- Einbau eines Zugbegrenzers
- Einbau einer Brennerluftklappe oder Abgas/Rauchgasklappe.

Schneller und preiswerter sind folgende Betriebs- und Instandhaltungsmaßnahmen:

- Einstellung kleinerer Kesselleistung (*siehe Beispiel 2*)
- Absenken der Kesselwassertemperatur
- Völlige Außerbetriebnahme nicht benötigter Kessel bei Mehrkesselanlagen (*siehe Abschnitt 4.2.2, Abs. 2*).

Am nachfolgenden Beispiel soll die Auswirkung einer reduzierten Kesselleistung dargestellt werden. Dies ist bei Brennern mit Gebläse sinnvoll und im Rahmen der auf den Typenschildern angegebenen Leistungsbereiche in vielen Fällen wegen der bisher üblichen Überdimensionierung möglich.

Beispiel 2:

Leistungsbereich des Heizkessels mit Brenner 50 bis 100 kW, Brenner auf rd. 66 kW eingestellt

Abgasverluste	10 %		6,6 kW
Brennerbetriebsstunden			1.500 h/a
Betriebsbereitschaftsverluste	3 %		rd. 2 kW
Betriebsbereitschaftsstunden	5.500 h/a - 1.500 h/a =		4.000 h/a
Jährliche Abgasverluste	6,6 kW x 1.500 h/a =		10.000 kWh/a
Jährliche Betriebsbereitschaftsverluste	2 kW x 4.000 h/a =		8.000 kWh/a
Jährliche Gesamtverluste			18.000 kWh/a

Nur durch die Reduzierung der Kessel- bzw. Brennerleistung um rd. 1/3 können die jährlichen Verluste in den Beispielfällen um rd. 1/4 gesenkt werden. Der Jahresnutzungsgrad beträgt hier rd. 85 %. Beide Beispiele gehen von einem reinen Heizbetrieb (Dauer ca. 5.500 h/a) aus. Wird der Kessel im Winter und Sommer betrieben, z.B. Warmwasserbereitung (Dauer ca. 8.760 h/a), so wirkt sich eine Leistungsreduzierung noch günstiger aus.

Bei einem noch stärker überdimensionierten Kessel kann der Jahresnutzungsgrad unter 50 % liegen. Dieser Kessel ist gegen einen mit reduzierter Leistung auszutauschen.

Anhaltswerte für eine schrittweise Leistungsreduzierung liefert der Brennerbetriebsstundenzähler (*siehe Abschnitt 6.17*). Bei Leistungsreduzierung ist neben dem vorhandenen Kesseltypenschild ein Zusatzschild mit Angabe der neu festgelegten Nennleistung anzubringen.

3.5 Betriebstechnische Einflußfaktoren

3.5.1 Stickoxide

Stickoxide (NO_x) entstehen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe

- in der Flamme
- in der umgebenden Hochtemperaturzone
- durch teilweise Oxidation des molekularen Stickstoffs der Verbrennungsluft
- durch im Brennstoff chemisch gebundenen organischen Stickstoff

Durch geeignete Maßnahmen können Emissionsminderungen (NO_x) durchgeführt werden wie

- Senkung der Flammentemperatur durch Flammenkühlung mittels Abgasrückführung in die Flammenzone oder Eindüsung von Wasser in die Flamme
- Kürzere Verweilzeiten der Verbrennungsprodukte in den Bereichen hoher Temperatur
- Betriebsweise mit geringer Luftzahl und somit Minderung des Partialdruckes des Luftsauerstoffes
- Stufenweise Zugabe der Verbrennungsluft bei Stufenverbrennung

Im Interesse des Umweltschutzes ist der NO_x -Gehalt begrenzt (*siehe Länderverordnungen*).

3.5.2 Abgasrückführung

Eine Möglichkeit zur Minderung von NO_x ist die externe Abgasrückführung. Hier werden Abgase am Kesselende abgesaugt und dem Verbrennungssystem und somit der Flamme erneut zugeführt.

Diese Abgasrückführung ermöglicht durch die Kühlung der Flamme eine Reduzierung des thermischen NO_x . Die Höhe der Abgasrückführungsmenge ist entscheidend für die NO_x -Minderung und wird im wesentlichen von der Flammenstabilität mitbestimmt. Weitere Einflußgrößen sind die Brennstoffart, der Regelbereich des Brenners, der Ausbrand des Brennstoffes und die Geometrie des Feuerraumes.

Die Abgasrückführungsmenge beträgt ca. 15 bis 30 %. Durch die Rückführung der Abgase können bei Betrieb mit Heizöl EL Minderungsquoten von NO_x bis ca. 35 % erreicht werden. Diese Werte lassen sich mit neuen Kessel- und Brennerkonstruktionen erzielen.

Es gibt (für Erdgas und Flüssiggas) einstufige und modulierend arbeitende Gebläsebrenner mit innerer Abgasrezirkulation. Sie findet ausschließlich im Brennerkopf statt und erfordert keine besondere investive kesseltechnische Maßnahme.

3.5.3 Sauerstoffoptimierung

Während des Brennerbetriebs treten Verluste durch Luftmangel oder Luftüberschuß auf. Als Störgrößen kommen in Betracht:

- Lufttemperatur
- Luftdruck
- Heizwertschwankungen
- Viskosität
- Luftfeuchte

Diese Störungen können das einmal eingestellte Verhältnis der Verbrennungsluft zum Brennstoff negativ beeinflussen, so daß höhere Verluste auftreten.

Mit einer Lambda-Sonde werden der Restsauerstoffgehalt im Abgas gemessen. Dieser Ist-Wert wird mit dem Sollwert (optimaler Sauerstoffwert) verglichen und in einstellbaren Regelschritten entsprechend verändert.

3.5.4 Schwefel

Betroffen sind Feuerungsanlagen, die mit Brennstoffen gemäß § 3 der 1. BImSchV betrieben werden.

Feste Brennstoffe: Je nach der Herkunft sind die Schwefelanteile stark unterschiedlich

Erdgas: Der Schwefel ist nur in Spuren vorhanden

Leichtöl: Gemäß der 3. BImSchV darf seit dem 01.03.1988 der Schwefelgehalt bis 0,2 Gewichtsprozent betragen.

Werden Feuerungsanlagen oder Verbrennungsmotoren, die nach der 4. BImSchV genehmigungspflichtig sind, betrieben, so gelten für Leichtöl und Erdgas die Emissionsgrenzwerte nach der TA-Luft.

3.6 Brennstoffe und ihre Lagerung

3.6.1 Gas

Für die Verbrennung in Heizanlagen wird überwiegend Erdgas und nur in Einzelfällen Flüssiggas oder Stadtgas verwendet.

- Brennbare Bestandteile sind Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff.
- Nichtbrennbare Bestandteile sind u.a. Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserdampf.

In der Praxis wird der Heizwert H_U angegeben. Hierbei ist die im Abgas enthaltene Kondensationsenergie nicht berücksichtigt. Brennwertkessel nutzen hingegen auch die Kondensationswärme aus dem Brennwert H_O .

Die unterschiedlichen Heizwerte der verschiedenen Brenngase machen beim Wechsel der Gasart eine Änderung der Brennereinstellung oder sogar einen Umbau der Anlage erforderlich.

Erdgas ist von Natur aus geruchslos und wird erst durch Zugabe eines Duftstoffes riechbar.

Kennwerte von Brenngasen:

	Brennwert H_O kWh/m ³	Heizwert H_U kWh/m ³	CO ₂ max %
Erdgas L	9,8	8,8	11,8
Erdgas H	11,5	10,4	12,0
Propan (C ₃ H ₈)	28,1	25,9	13,8
Butan (C ₄ H ₁₀)	37,2	34,4	14,1

3.6.2 Heizöl

Die Lagerung von Heizöl nach der Gefahrenklasse A III mit einem Flammpunkt zwischen 55°C und 100°C ist in der TRbF 210 geregelt.

Lagerräume sind hiernach Räume über oder unter Erdgleiche, in denen brennbare Flüssigkeiten von mehr als 5.000 l bis 100.000 l gelagert werden. Räume zur Lagerung von geringeren Mengen Heizöl gelten nicht als Lagerräume im Sinne der TRbF.

Heizölmengen bis 5.000 l dürfen sich in Heizräumen befinden. Werden jedoch brennbare Flüssigkeiten in Tanks aus thermoplastischen Kunststoffen oder in standortgefertigten Tanks aus glasfaserverstärkten Kunststoffen gelagert, so ist hierfür ein Lagerraum erforderlich.

Behälter mit mehr als 450 l Inhalt müssen in Auffangwannen aufgestellt werden. Sie muß mindestens den Rauminhalt des größten Tanks fassen können.

Für doppelwandige Tanks aus Stahl mit Leckanzeigegerät und gleichwertige Tanks ist keine Auffangwanne erforderlich. Sie kann auch entfallen, wenn der Tank ausreichend gegen Flammeneinwirkung und Korrosion geschützt ist.

Heizöl darf nicht mit brennbaren Flüssigkeiten der Gefahrenklasse A I, A II oder B in benachbarten Kammern eines unterteilten Lagerbehälters zusammen gelagert werden.

Bei Lagerung von Heizöl in Räumen dürfen höchstens 25 Tanks zu einem Tanksystem zusammengeschlossen werden. Dabei dürfen nicht mehr als 5 Tanks in einer Reihe angeordnet sein. Der Gesamtrauminhalt eines Tanksystems darf 25.000 l nicht überschreiten.

In Schutzzonen gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) ist der Vorrat bei unterirdischer Lagerung auf 40.000 l und bei oberirdischer auf 100.000 l begrenzt.

Heizöltanks werden meist aus Kunststoff, Stahl oder Beton hergestellt.

Grundsätzlich ist sicherzustellen, daß kein Heizöl in das Grundwasser oder in die Kanalisation gelangen kann. Der Betreiber einer Anlage muß deren Dichtheit und die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen ständig überwachen (§ 19i WHG). Dies gilt neben den Behältern auch für die ölführenden Leitungen.

Besonders strenge Vorschriften gelten für die unterirdische Lagerung. Unterirdische Lagerbehälter aus Stahl müssen doppelwandig oder mit einer zugelassenen Innenhülle aus Kunststoff ausgestattet sein und ein Leckanzeigergerät besitzen.

Zur Vermeidung von Ölschäden beim Betanken von Heizöllagertanks müssen alle Lagerbehälter mit einem Grenzwertgeber ausgerüstet sein. Dieser wird beim Betanken mit dem Tankfahrzeug verbunden und schaltet bei Erreichen des höchstzulässigen Flüssigkeitsstandes den Betankungsvorgang ab.

Thermoplastische Tanks dürfen nur drucklos, d.h. in freiem Gefälle, gefüllt werden.

Es ist darauf zu achten, daß Heizöl wegen möglicher Paraffinausscheidungen nicht länger als 5 Jahre gelagert und nicht dem Frost ausgesetzt wird.

Nach Maßgabe des WHG und der Länderverordnungen hat der Betreiber von Anlagen für flüssige Brennstoffe durch einen Sachverständigen prüfen zu lassen:

- unterirdische Lagerbehälter
- oberirdische Lagerbehälter mit mehr als 40.000 l Inhalt
- unterirdische Rohrleitungen.

In Schutzgebieten erstreckt sich die Prüfung auf Anlagen mit mehr als 1.000 l Inhalt.

Nach dem WHG ist generell vor der ersten Inbetriebnahme, nach einer wesentlichen Änderung, vor Inbetriebnahme einer länger als 1 Jahr dauernden Stilllegung und bei Stilllegung einer Anlage eine Prüfung durch einen Sachverständigen vorzunehmen.

Die wiederkehrende Prüfung für erlaubnisbedürftige Anlagen zur Lagerung oder Abfüllung brennbarer Flüssigkeiten muß alle 5 Jahre erfolgen. Bei unterirdischer Lagerung in Wasser- und Quellschutzgebieten beträgt dieser Zeitraum 2 1/2 Jahre nach der letzten Überprüfung. Verbindungsleitungen und Fernleitungen haben eine Prüffrist von 2 Jahren.

Art und Lagermengen der erlaubnisbedürftigen Anlagen sind in § 9 der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) aufgeführt.

3.6.3 Flüssiggas

Für Raumheizung und Warmwasserbereitung werden in geringem Maße auch Flüssiggasanlagen eingesetzt. Flüssiggas ist ein Gemisch niedrigsiedender Kohlenwasserstoffe, das aus Erd-, Raffinerie- oder Crackgasen gewonnen wird. Handelsübliche Flüssiggase sind z.B. Propan und Butan.

Die Technischen Regeln Flüssiggas (TRF) gelten für die Einrichtung, Unterhaltung und wesentliche Änderung sowie für die Prüfung von Flüssiggasverbrauchsanlagen in Gebäuden und auf Grundstücken.

3.6.4 Festbrennstoffe

Kohle und Koks werden heute bevorzugt in Kraftwerken und größeren Heizzentralen verfeuert.

Aber auch in kleineren und mittleren Heizanlagen können sie mit Hilfe moderner Techniken, z.B. für Brennstoff- und Aschetransport, wirtschaftlich eingesetzt werden.

Die Beheizung mit Kohle spielt in den kleinen und mittleren Liegenschaften der öffentlichen Hand nur eine untergeordnete Rolle.

Bei Lagerung von Kohle und Koks im Freien ist ein Schutz gegen Regen, Schnee und Grundwasser erforderlich. Um Brände durch Selbstentzündung zu vermeiden, soll die Stapelhöhe bei Staubkohle 4 m und bei Stückkohle 6 m nicht überschreiten. Koks hat eine unbeschränkte Lagerhöhe.

Innerhalb von Gebäuden können auf die örtlichen Gegebenheiten zugeschnittene Lagerräume oder Vorratsbehälter unterschiedlichster Bauart und Materialausführung verwendet werden. Dabei ist in jedem Fall die statische Zulässigkeit nachzuweisen. Für Lagerräume und geschlossene Vorratsbehälter ist für eine ausreichende Be- und Entlüftung zu sorgen, damit keine explosiven Gase entstehen können.

4. Wärmeerzeugungsanlagen

4.1 Fernwärmeversorgung

4.1.1 Allgemeines

Die Wärmeversorgung mittels Fernwärmeeinspeisung hat gegenüber einer eigenen Wärmezeugung folgende Vorteile:

- große Versorgungssicherheit
- verminderte Umweltbelastung
- Nutzung der Abwärme bei Wärmekraftkopplung oder Industrieanlagen ermöglicht hohe Wirkungsgrade und Wirtschaftlichkeit
- geringer Platzbedarf für die Übergabestation
- kein Brennstofflager
- kein Schornstein
- geringere Rohbauinvestitionen für Neubau
- Heizmedium weder explosiv, brennbar oder wassergefährdend
- geringer Wartungs- und Bedienungsaufwand
- geräuscharmer, sauberer Betrieb
- Verwendbarkeit preiswerter Brennstoffe, z.B. Müll
- keine Brandschutzanforderungen
- hohe Lebensdauer (VDI 2067 und 3038) der Übergabestation

dem stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Investitionskosten für das Fernwärme-Verteilungsnetz
- Betriebskosten des Fernwärmenetzes
- Wärmeverlust im Fernwärme-Verteilungsnetz.

Fernwärme wird besonders vorteilhaft in Bereichen eingesetzt, in denen ein hoher Wärmebedarf auf relativ kleiner Fläche (kurzer Rohrleitungsweg) besteht, z.B. in Hochschulen, Kliniken, Kasernen, Hochhäusern u.ä.

Neben dem Kesselhaus/Heizkraftwerk besteht die Fernwärmeversorgung aus

- dem Fernwärmerohrnetz mit Vor- und Rücklauf zu den verschiedenen Verbrauchern
- den Übergabestationen, in denen die Wärme von Fernwärmenetzen auf die Hausanlagen übertragen wird
- den Hausanlagen.

4.1.2 Fernwärmeerzeugung

Bei der Fernwärme unterscheidet man nach Größe und Versorgungsbe-
reich zwischen

- **Blockheizwerk** zur Versorgung meist mehrerer Wohnblocks oder einer größeren geschlossenen Liegenschaft (Bundeswehr, Kliniken, Universität u.a.). Bei einer Blockheizung ergeben sich gegenüber Einzelzentralheizungen mit gleichem Energieträger nur geringe Vorteile. Nachteilig sind dagegen die Fernleitungsverluste.
- **Nahwärmeversorgung** in einem Stadtteil oder einer Siedlung mit einem Heizwerk und/oder Blockheizkraftwerk (BHKW) für die Erzeugung der Grundlast - meist ein Schwimmbad oder ein Klinikum als Kern der Anlage. BHKWe können wärme- bzw. stromgeführt betrieben werden. Bei wärmegeführtem Betrieb richtet sich die Stromerzeugung nach der benötigten Wärmegrundlast. Bei stromgeführten Anlagen hängt die Wirtschaftlichkeit vom Eigenstrombedarf bzw. vom Einspeisestrompreis des EVU's ab.
- der eigentlichen **Fernwärmeversorgung** für mehrere Stadtteile und/oder Stadtkerne auf der Grundlage eines Heizkraftwerkes oder eines Heizwerkes.

Regeltechnisch ist die Fernwärmeversorgung den Zweipunkt-Kessel-steuerungen überlegen, da sie nicht im Ein-Aus-Betrieb arbeitet, sondern mittels eines Durchgangsventiles im Fernheizkreis eine stufenlose Leistungsregelung ermöglicht. Regelprobleme können evtl. bei extremer Schwachlast (z.B. Hausmeisterwohnung bei optimiertem Wochenendbetrieb) auftreten, aber durch Umschaltsteuerung für Regelung und Messung durch parallel angeordnete Ventile gelöst werden.

Fernwärmeversorgungsunternehmen fahren die Vorlauftemperatur ihrer Fernheiznetze meistens witterungsabhängig gleitend und geben dem Betreiber eine maximal zulässige Temperatur des Fernheizrücklaufes (witterungsabhängig gleitend oder konstant) vor, die nicht überschritten werden darf. Deswegen ist bei zu geringer Temperaturspreizung in den Heizkreisen der Hausanlagen / Sekundärnetze ein hydraulischer Abgleich durchzuführen.

Bei einer größeren Temperaturspreizung können Energie und Kosten durch die bessere Ausnutzung (geringere Pumpenleistung und Wärmeverluste) eingespart werden.

Wärmeträger ist heute überwiegend Heizwasser zwischen 130° und 70°C mit witterungsgeführter gleitender Fahrweise. Unter 70°C ist die Vorlauftemperatur konstant, damit Warmwasserbereitungsanlagen betrieben werden können.

Konstant wird meistens nur bei Warmwasserheizungen mit Systemtemperaturen 90/70 °C und niedriger gefahren. Bei höheren Konstantvorlauftemperaturen steigen die Rohrleitungsverluste.

Niederdruckdampfnetze werden heute aus Wirtschaftlichkeitsgründen nicht mehr gebaut. Die noch bestehenden Fernheiznetze werden meist mit Drücken zwischen 0,1 und 1 bar betrieben. Wegen der Kondensatwirtschaft ergeben sich im hügeligen Gelände Probleme.

Für Fabriken, Kliniken, Forschungsinstitute u.a. werden noch Hochdruckdampfnetze vorgehalten.

4.1.3 Fernwärmenetz

Fernwärmenetze werden in der Regel von den Fernwärmeversorgungsunternehmen, in größeren Liegenschaften mit mehreren freistehenden Gebäuden und einer zentralen Wärmezeugung bzw. Übergabe auch durch die öffentlichen Verwaltungen errichtet und betrieben.

Die Eigentumsgrenzen sind dann vertraglich festgelegt.

4.1.3.1 Verlegungsarten

Fernheiz-Rohrleitungen werden verlegt als:

- Freileitung
- kanalverlegte Leitung
- erdverlegte Leitung
- kellerverlegte Leitung

Oberirdisch verlegte Freileitungen können kostengünstig erstellt werden, sind allerdings allen Witterungseinflüssen und der Gefahr äußerer Beschädigung ausgesetzt. Wegen der Einfriergefahr ist auf Schwachstellen in der Wärmedämmung zu achten.

Aus diesen und aus optischen Gründen werden sie nur selten, z.B. als Provisorium, eingesetzt.

Üblich ist die unterirdische Verlegung der Fernwärmeleitungen in einem Kanal oder kanalfrei. Diese Rohrleitungen sind mit einem besonderen Schutzrohr ausgestattet oder in einem Kanal verlegt, um das Medienrohr und die

Wärmedämmung vor mechanischer Beschädigung und Durchfeuchtung zu schützen. Die sorgfältige Verlegung und Abdichtung des Schutzrohres bzw. des Fernheizkanals ist für die Lebensdauer des Systems von größter Wichtigkeit. Sie sind deshalb überwiegend mit Leckwarneinrichtungen ausgerüstet.

Das Fernleitungssystem wird im Normalfall als Zweileitersystem verlegt. Es sind aber auch Ein-, Drei- und Vierleitersysteme bekannt.

4.1.3.2 Instandhaltung

Ein Fernheiznetz kommt nicht ohne regelmäßige Kontrolle und Wartung aus. Es ist mindestens einmal während der Heizperiode vom Betriebspersonal durch Inspektion aller Kontrollschächte zu prüfen auf:

- Dichtheit (Trockenheit) der Kanäle und Schächte bzw. Schutzrohre
- Dichtheit der Medienrohre und evtl. Axial-Kompensatoren
- Leichtgängigkeit, Dichtheit und Korrosionsfreiheit der Armaturen.

Die eingebauten Armaturen sind nach Herstellervorschrift (wichtig auch für die Gewährleistungsansprüche) zu warten.

Besondere Gefahr droht den Fernheizleitungen bei Durchfeuchtung der Wärmedämmung, z.B. infolge einer Rohrleckage oder durch Wassereintritt von außen. Eine Durchfeuchtung der Wärmedämmung hebt die Dämmwirkung praktisch auf (hohe Wärmeverluste) und bewirkt eine beschleunigte Zerstörung der Stahlrohre durch Außenkorrosion.

4.1.4 Fernwärme-Übergabestation

4.1.4.1 Direkte - Indirekte Übergabe

Fernwärme-Übergabestationen sind nach den anerkannten Regeln der Technik und - sofern es sich um die Einspeisung eines Fernwärmeversorgungsunternehmens handelt - nach dessen technischen Anschlußbedingungen zu betreiben.

Bei **direkter Übergabe** fließt das eingespeiste Fernheizmedium (Dampf oder Heizwasser) direkt in die nachgeschaltete Hausanlage.

Vorteile:

- geringe Kosten der Übergabestation
- geringer Platzbedarf
- Ausnutzung des Fernheiznetz-Differenzdruckes
- Einsatz von Strahlpumpen möglich
- geringere Verluste

Nachteile:

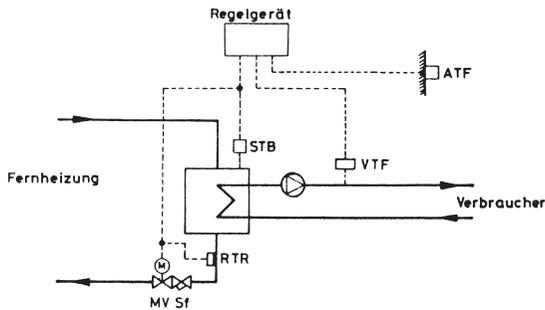
- ggf. höhere Drücke in der Gebäudeheizung als erforderlich
- ggf. Mehrkosten für Hochdruck-Heizkörper
- Probleme bei Leckagen
- mögliche Verschlammung der Netze
- Verbrühungsgefahr

Übergabestationen mit direkter Übergabe und die zugehörigen Hausanlagen werden sicherheitstechnisch als Bestandteil des Fernheizsystems betrachtet und müssen deshalb auf die in diesem System maximal mögliche Drücke und Temperaturen abgesichert werden (s. *Anschlußbedingungen der FVU*).

Bei **indirekter Übergabe** (Abb. 4.1-1) wird die Heizenergie der Fernheizeinspeisung mittels eines Wärmetauschers (indirekt) an das Heizmedium der Hausanlage abgegeben. Dabei treten im Wärmetauscher Umformverluste auf.

Die Vorteile der indirekten Übergabe liegen in der klaren Trennung der Heizmedienströme und ihrer Drücke (vorteilhaft bei Altbauten), müssen aber mit Mehrkosten für den Wärmetauscher und den Pumpenbetrieb erkauft werden.

Die vor dem Wärmetauscher (primärseitig) eingebauten Armaturen, Rohre und das Heizbündel des Wärmetauschers sind sicherheitstechnische Bestandteile des Fernheiznetzes. Der Wärmetauscher ist wie ein Öl- oder Gaskessel mit Temperaturregler und Sicherheitstemperaturbegrenzer ausgestattet, die anstatt auf die Brennersteuerung auf die Wärmezufuhr des Fernheizkreises einwirken.



- ATF = Außentemperaturfühler
- VTF = Vorlauftemperaturfühler
- STB = Sicherheitstemperaturbegrenzer
- RTR = Rücklauftemperaturregler
- SF = Schmutzfänger
- MV = Mischventil
- Sf = Schmutzfänger

Abb. 4.1-1: Indirekte Fernwärmeübergabe

4.1.4.2 Betrieb von Fernwärme-Übergabestationen

Wichtig bei Fremdbezug ist die Kenntnis der Eigentumsgrenze zwischen Fernwärmeversorgungsunternehmen (FVU) und Hausanlage, durch die die Zuständigkeiten für Bedienung, Wartung und Unterhaltung abgegrenzt werden.

Dem Betreiber sollen alle Unterlagen zum Wärmelieferungsvertrag vorliegen, wie z.B.:

- Allgemeine Vertragsbedingungen
- Tarife bzw. Sondervereinbarungen
- Technische Anschlußbedingungen
- Anlagenschema
- Abnahmebescheinigung.

Die Einregulierung der Hausanlage mittels der Regelanlagen in der Übergabestation unterscheidet sich nicht vom üblichen Verfahren der Wärmeeigenerzeugung.

Während des Betriebes ist der Wärmeverbrauch in vorgegebenen Abständen abzulesen und in die Verbrauchserfassungsbögen einzutragen (s. EVA 92).

4.2 Heizkessel

4.2.1 Gesetz - Verordnung - Technische Regeln

Für die Wärmeerzeugung werden meist Heizkessel eingesetzt, die einen Wasserinhalt von mehr als 10 l und eine höchste Vorlauftemperatur von maximal 120 °C haben. Diese Anlagen fallen nach § 4 der Dampfkessel-Verordnung unter die Gruppe II.

Hinsichtlich Werkstoff, Herstellung, Bemessung, Ausrüstung, Aufstellung, Prüfung und Betrieb gilt für Kesselanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C die TRD 702. Die sicherheitstechnische Ausrüstung muß der DIN 4751, T 1 und T 2, Ausgabe 02.93 sowie den EU-Vorschriften entsprechen.

Bei Vorlauftemperaturen über 120 °C fallen die Kesselanlagen unter die Gruppe IV des § 4 der Dampfkesselverordnung. Bezüglich der Ausrüstung der Kesselanlagen gelten dann die DIN 4752 bzw. die TRD 402.

Die Wartung der Anlage, insbesondere der Sicherheits- und Regeleinrichtungen, ist vom Betreiber durchzuführen. Eine Betriebsanleitung muß vorliegen. Die Kessel dürfen nur mit geeignetem Wasser nach Angaben des Herstellers betrieben werden.

Kesselanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung bei Kohle unter 1 MW, bei Leichtöl unter 5 MW und bei Gas unter 10 MW benötigen für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb der Feuerungsanlagen keine Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Heranzuziehen ist hier die Verordnung über Kleinf Feuerungsanlagen 1. BImSchV.

Werden die vorgenannten Leistungsgrößen überschritten, so ist gemäß der 4. BImSch-Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen ein Antrag auf Errichtung und Betrieb zu stellen.

4.2.2 Wärmeerzeugung

Der Wärmeleistungsbedarf schwankt im Mittel zwischen 100 % und etwa 10 %. Die Wärmeerzeugungsanlage soll sich diesem Bedarf anpassen. Ein relativ hoher und gleichbleibender Kesselwirkungsgrad ist jedoch nur im Bereich zwischen 30 % und 100 % der Kesselbelastung möglich. Bei Brennwertanlagen sind auch noch unter 30 % hohe Kesselwirkungsgrade erreichbar.

Eine gegenüber der Ein-Kessel-Anlage nochmals verbesserte Anpassung der Wärmeerzeugung an den Bedarf ermöglicht die Mehr-Kessel-Anlage (*AMEV-Hinweise »Heizungsbau 96«*).

Bei einer Mehr-Kessel-Anlage ist besonders wichtig, daß die Betriebskessel möglichst im optimalen Bereich gefahren werden. Bei Verminderung des Wärmebedarfs sind dann zugeschaltete Kessel wieder außer Betrieb zu setzen. Hierbei ist darauf zu achten, daß diese Kessel nicht nur elektrisch (Brenner) abgeschaltet, sondern auch hydraulisch vom Heiznetz getrennt werden; d.h., die Kesselabsperrventile geschlossen sein müssen (*siehe Heizungsanlagen-Verordnung*).

Ist wegen notwendiger Betriebsbereitschaft das völlige Abschalten des Folge-Kessels ausnahmsweise nicht möglich, so ist zumindest durch das Schließen der Brennerluftklappe oder Rauchgasklappe die Auskühlung des Wärmeerzeugers zu vermindern. Auf keinen Fall dürfen nicht benötigte Kessel in Betrieb gehalten werden, weil sonst zu hohe Betriebsbereitschaftsverluste entstehen.

In Zeiten geringer Wärmeabgabe, wie z.B. im Sommer und häufig in den Übergangszeiten, sollte durch einen größeren Abstand zwischen der Ein- und Ausschalttemperatur am Kesselthermostat die Schalthäufigkeit der Brenner verkleinert werden. Jeder Zündvorgang führt zur Rußbildung und damit zu einem schlechteren Wirkungsgrad. Es ist auch sinnvoll, bei einer Außentemperatur von mehr als 10 °C die Anlage nachts auszuschalten.

Anlagen, die in den Sommermonaten nur zur Erzeugung von Warmwasser genutzt werden und bei denen der Warmwasserverbrauch sich auf Stoßzeiten beschränkt, sollten einschließlich der Pumpen außerhalb dieser Zeiten abgeschaltet werden.

Stillgelegte Kessel sind nach Herstellervorschrift zu konservieren, um sie problemlos auch nach längerer Stillstandszeit wieder in Betrieb nehmen zu können.

Grundsätzlich ist eine möglichst niedrige Abgastemperatur anzustreben. Diese sollte regelmäßig überprüft werden. Allerdings sollte bei Anlagen mit Gebläsebrennern 160°C (mit Brennern ohne Gebläse 80°C) am Schornsteineintritt nicht unterschritten werden, falls nicht die Anlage einschließlich des Schornsteins gegen Taupunktunterschreitung geschützt ist. Eine noch niedrigere Temperatur kann zur Durchfeuchtung oder Versottung und langfristig zur Zerstörung des Kessels und des Schornsteins führen.

Bei neuen Regelungen wird der Kessel gegen Taupunktunterschreitung geschützt (Anfahrentlastung und Stütztemperatur).

Niedertemperaturkessel werden mit witterungsabhängig gleitender Kesselwassertemperatur betrieben. Bei diesen NT-Kessel gleitet die Kesselwassertemperatur zwischen 75 °C und 40 °C in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur. Die Rücklauftemperatur sollte 35 °C nicht unterschreiten.

Bei Brennwertkessel (s. 4.3.1) können die Temperaturen im Rahmen der Herstellerangaben noch weiter abgesenkt werden. Dadurch kühlen sich die Abgase sehr stark ab, so daß der Wasserdampf im Rauchgas kondensiert. Kessel neuerer Bauart schalten, wenn sie nicht angefordert werden, zeitweise ganz ab.

Anders als bei Dampf- oder Heißwasserkesseln hat die Qualität des Kessel Speisewassers bei Warmwasserkesseln bis etwa 100 kW nur untergeordnete Bedeutung. Bei geringen Nachspeisemengen kann unaufbereitetes Wasser verwendet werden. Hinsichtlich Füll- und Ergänzungswasser bei größeren Anlagen sollten die Grenzwerte der VDI-Richtlinie 2035 eingehalten werden.

Eine wasserseitige Reinigung der Kessel ist in diesen Fällen kaum erforderlich. Bei hohem Bedarf an Nachspeisewasser muß die Ursache des Wasserverlustes umgehend festgestellt und beseitigt werden.

4.2.3 Heizkesselbauarten

In DIN 4702, Teil 1, werden mehrere Kesselbauarten in Abhängigkeit von den zur Anwendung gelangenden Brennstoffen beschrieben.

Für gasförmige und flüssige Brennstoffe kommt jedoch nur noch der Spezialkessel in Betracht. Dieser erreicht ein Höchstmaß an Brennstoffausnutzung bei geringster Luftüberschußzahl und rußfreier Verbrennung.

Heizkessel werden nach ihrem Werkstoff in Gußgliederkessel und Stahlheizkessel unterschieden.

4.3 Gasfeuerungung

4.3.1 Gasspezialkessel

Spezielle Gasheizkessel gibt es von einer Leistung ab 7 kW bis ca. 300 kW. Im unteren Leistungsbereich sind die Umlaufwasserheizer (Thermen) und Gas-Warmwasserspeicher von 4 bis ca. 30 kW angesiedelt (Abb. 4.3-1). Heizkessel mit höherer Leistung können sowohl mit Gas als auch mit Öl befeuert werden.

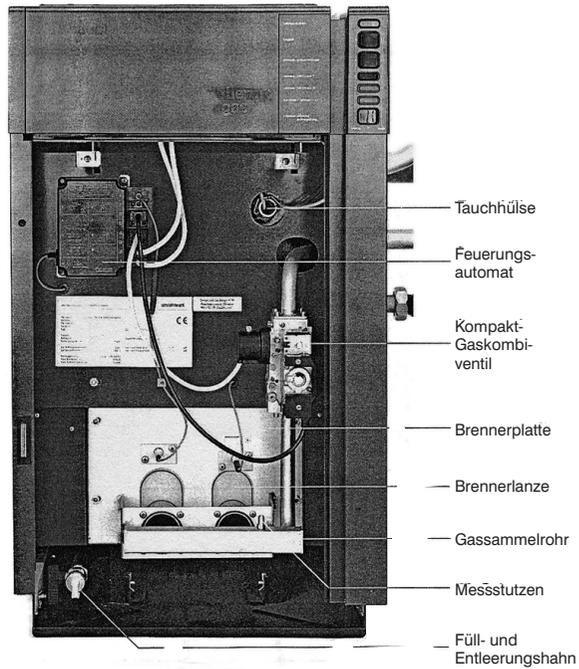


Abb. 4.3-1: Umlaufwasserheizer (Therme)

Der Gesamtwärmeinhalt eines Brennstoffes wird als Brennwert (H_o) bezeichnet. Bei den herkömmlichen Kesseln nutzt man nur die fühlbare (sensible) Wärme, auch Heizwert H_u genannt.

Beim Brennwertkessel hingegen wird auch die im Wasserdampf der Verbrennungsgase enthaltene Verdampfungswärme (latente Wärme) genutzt (Abb.: 4.3-2).

Erdgas hat einen latenten Heizwärmeanteil von 10 %, Öl hingegen nur 6 %. Die Verdampfungswärme kann aber nur genutzt werden, wenn dafür gesorgt wird, daß eine Kondensation des Wasserdampfes im Abgas erfolgt.

Brennwertkessel sollten grundsätzlich eine Temperaturspreizung 70°C/50 °C oder eine noch niedrigere Rücklauftemperatur haben. Die im Abgas vorhandenen Stoffe Schwefeldioxid und Stickoxide ergeben ein leicht saures Kondensat. Die Abgasanlage, Brennkammer und Nachschaltheizflächen müssen deshalb aus korrosionsbeständigem Material bestehen. Das anfallende saure Kondensat muß in der Regel bei Leistungen über 25 kW vor der Einleitung in die öffentliche Kanalisation neutralisiert werden. Im Einzelfall sind die örtlichen Abwasserbestimmungen zu beachten.

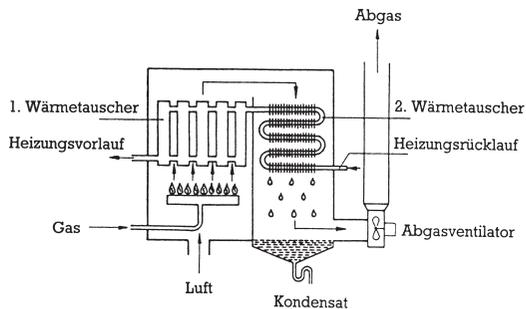


Abb. 4.3-2: Prinzip eines Brennwertgerätes

4.3.2 Brenner

Dem Brenner sind nachfolgende Armaturen vorgeschaltet (Abb.: 4.3-3), unabhängig davon, ob es sich um einen Brenner mit oder ohne Gebläse handelt:

- Thermische Absperrvorrichtung
- Gasfilter
- Gasdruckregler
- Gasdruckwächter, der die Aufgabe hat, bei zu niedrigem Druck den Brenner abzuschalten
- Automatisch gesteuerte Absperrvorrichtung
- Ggf. Manometer-Gasdruck
- Ggf. Gasmengenzähler.

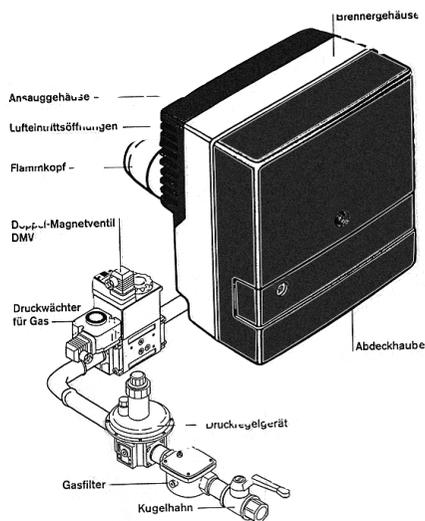


Abb. 4.3-3: Armaturenordnung bei Gasbrennern

Die Aufgabe der Gasbrenner beschränkt sich im Gegensatz zu den Ölbrennern im wesentlichen auf die Vermischung des Gases mit der Verbrennungsluft. Die in der Heiztechnik verwendeten Brenner lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen:

- Brenner ohne Gebläse (atmosphärische Gasbrenner)
- Brenner mit Gebläse.

4.3.2.1 Atmosphärische Brenner

Gasbrenner ohne Gebläse bilden meist mit der Armaturengruppe eine DIN/DVGW-geprüfte Kompakteinheit, haben eine Strömungssicherung und sind vom Prinzip her Injektionsbrenner. Sie werden vorwiegend als Brennröste oder Flächenbrenner ausgeführt. Hierbei wird das Brenngas aus einem Gasverteilerrohr über Düsen in Injektionsrohre (Mischrohre) geleitet. Als Folge der großen Brenngasgeschwindigkeit hinter den Düsen entsteht ein Unterdruck, durch den die Primärverbrennungsluft aus dem Raum angesaugt wird. Das sich bildende Gas-Luftgemisch gelangt anschließend in die Brennröhre, wo es durch Schlitze oder Bohrungen auf der Oberseite austritt (Abb.: 4.3-4).

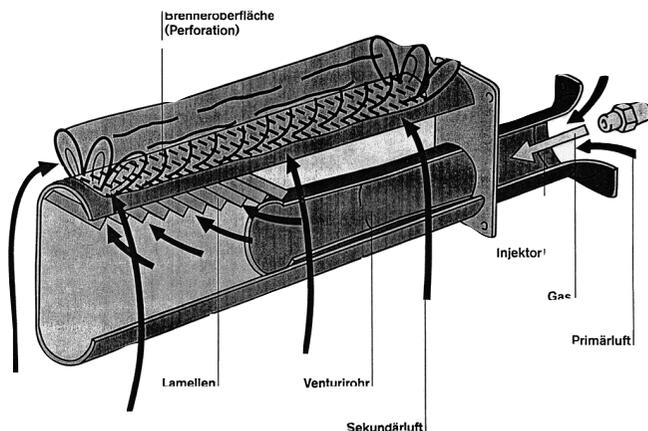


Abb. 4.3-4: Funktionsschema eines atmosphärischen Brenners neuester Bauart

Atmosphärische Gasbrenner älterer Bauart zünden im Gegensatz zu den Gebläseburnern bei kleineren Anlagen meist halbautomatisch. Dabei wird die Hauptflamme von einer Pilotflamme (Überzündflamme) und diese von Hand gezündet. Bei neueren Bauarten erfolgt die Zündung direkt elektrisch und vollautomatisch.

Atmosphärische Gasbrenner neuerer Bauart (Vormischbrenner) werden zum Teil auch mit horizontaler Flamme betrieben. Verschiedene Systeme haben flammenkühlende Einsätze, die den Stickoxidauswurf erheblich reduzieren.

Bei Umstellung auf eine andere Gasart kann ein Auswechseln der Düsen erforderlich werden.

Die Leistungsanpassung von atmosphärischen Brennern durch Düsenänderung oder Änderung des Gasdruckes verschlechtert den Feuerungswirkungsgrad, wenn nicht auch die Luftmenge automatisch angepaßt wird. Eine Leistungsanpassung sollte nur durch intermittierenden Betrieb (Ein-/Ausschaltbetrieb) oder durch Mehrkesselanlagen erfolgen.

Gaskesselanlagen ohne Gebläseburner verfügen häufig über eine zusätzliche Verbrennungsluftklappe, die das Verhältnis zwischen Gas und Verbrennungsluft automatisch optimiert.

Diese Kessel arbeiten dann auch im Teillastbereich mit gutem Wirkungsgrad.

4.3.2.2 Gebläsebrenner

Bei einem Gebläsebrenner wird die Verbrennungsluft über ein Gebläse zugeführt. Sie müssen mit DIN-, DVGW-, CE-Zeichen baumustergeprüft sein, ein Geräteschild besitzen, aus dem der Hersteller, Typ, Baujahr, Nennleistung min. und max., sowie Gasart und Gasdruck zu erkennen sind.

Für eine gute Mischung von Gas und Luft sind spezielle Einbauten im Mischkopf vorgesehen.

Jede Mischeinrichtung besitzt Einbauten, die sich abhängig von der Gasart im Detail wesentlich voneinander unterscheiden können. Beim Brenner in Abb. 4.3-5 tritt das Gas aus der Düse in eine besondere Ringkammer, in der es mit der vom Gebläse geförderten Luft vermischt wird.

Gezündet wird bei Gasgebläseburnern vollautomatisch. Bei größeren Einheiten wird aber zuerst eine Zündflamme gezündet.

Man unterscheidet nach Leistungsregelung:

- Einstufenbrenner (Ein/Ausbetrieb)
- Zweistufenbrenner (Stufe 1, Stufe 2, Ausbetrieb)
- stufenlos regelbare Brenner (modulierende Brenner)

Der regelbare Brenner paßt sich optimal dem jeweils erforderlichen Wärmebedarf an. Er läuft mit Schwachlast an und regelt danach auf Vollast. Es wird immer nur soviel Brennstoff verbrannt, wie erforderlich ist. Dadurch erzielt man eine lange Brennerlaufzeit.

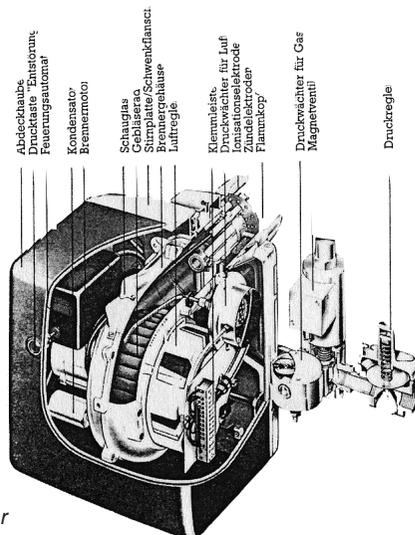


Abb. 4.3-5:
Gasgebläsebrenner

4.3.2.3 Zweistoffbrenner

Beim Zweistoffbrenner wird wahlweise Gas oder Heizöl verbrannt. Zur Erzeugung bestimmter Wärmemengen ist die für die Verbrennung der einzelnen Brennstoffe erforderliche Verbrennungsluftmenge unterschiedlich. Zweistoffbrenner werden als Einstufen-, Zweistufen-, Dreistufen- oder modulierende Brenner hergestellt. Die Betriebsart sollte - soweit möglich - auf der Grundlage der aktuellen Energiepreise festgelegt werden.

Beim Öldruckzerstäuber tritt das Heizöl axial aus. Um die Öldüse herum ist der Gasaustritt in verschiedenen Varianten angeordnet. Bei Mehrstufen- oder modulierenden Brennern ist eine proportionale Zuordnung der Verbrennungsluftmenge in jedem Lastbereich erforderlich. Über einen Verbundregler werden die Ölmengen über ein Ventil, die Gasmengen und die Luftmengen über Klappen gesteuert, wobei die Möglichkeit gegeben ist, verschiedene Laufzeiten einzustellen. Bei wechselseitigem Betrieb Gas/Öl wird die Brennerpumpe häufig als separates Pumpenaggregat mit eigenem Motorantrieb angeordnet. Ist die Pumpe auf einer Welle mit dem Brennermotor verbunden, wird sie durch eine Magnetkupplung, bei Gasbetrieb aus- und bei Ölbetrieb eingekuppelt.

4.3.3 Sicherheitseinrichtungen an Gasbrennern

Die Sicherheitseinrichtungen an Gasbrennern sollen die Anlage vor Verpuffungen und unkontrolliertem Gasaustritt bei Flammenausfall schützen sowie die Kessel vor Überhitzung absichern. Dies erfolgt über eine selbsttätig wirkende Flammenüberwachung und durch thermostatische Regelgeräte. Die selbsttätig wirkende Flammenüberwachung wird heute meist durch eine thermoelektrische oder optische Züandsicherung oder einen Ionisationsflammenwächter realisiert.

Flammenüberwachungssysteme

thermische	elektrische	optische
<ul style="list-style-type: none"> - Stromerzeugung im Thermoelement - Ausschlag eines Bimetalls 	<ul style="list-style-type: none"> Ionisation - elektrische Leitfähigkeit der Flamme - Stromgleichrichtung der Flamme 	<ul style="list-style-type: none"> Strahlung im nicht sichtbaren Spektrum - Stromleitung in UV-Diode
träge	wenig träge	

Bei der **thermoelektrischen Zündsicherung** nutzt man den Effekt, daß zwei verschiedene sich berührende Metalle durch unterschiedliche Temperaturen an den Berührungsstellen elektrische Spannungen hervorrufen. Die Lötstelle ist der Thermofühler in der Flamme, die kalte Lötstelle befindet sich außerhalb der Flamme.

Über eine Magnetspule ist der Stromkreis geschlossen, wobei eine Ankerplatte mit Stift in Verbindung zum Gasventil steht, dazwischen liegt die Schließfeder. Durch sie wird sichergestellt, daß bei der Inbetriebnahme nur gegen die Federkraft Gas strömen kann, bis die durch den Stromfluß der warmen Lötstelle erzeugte magnetische Kraft größer als die Federkraft ist. Verlöscht die Flamme, geht die Magnetkraft zurück und unterbricht die Gaszufuhr.

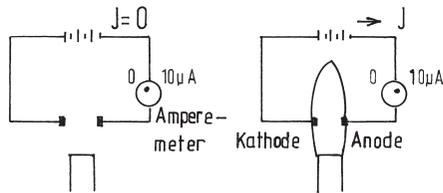


Abb. 4.3-6: Prinzip der Ionisationsflamüberwachung

Bei der **Ionisationsflamüberwachung** werden Gasmoleküle aufgrund der hohen Flammentemperatur zu elektrischen Ladungsträgern. Im Betriebszustand bleibt durch die Leitfähigkeit des brennenden Luft-Gas-Gemisches der Stromkreis geschlossen (Abb. 4.3-6). Feuchtigkeit, Zunder oder ein elektrischer Kurzschluß können eine Fehlerquelle sein und eine Flamme vortäuschen.

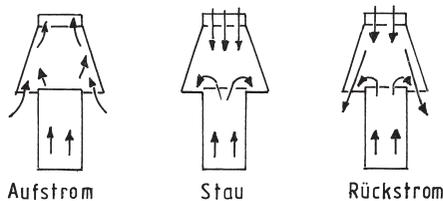


Abb. 4.3-7: Strömungssicherungen mit Funktionsbeispielen

Strömungssicherungen (Zugunterbrecher) sind vorgeschrieben bei Feuerstätten mit offener Verbrennungskammer. Sie müssen bei allen Brennern ohne Gebläse eingebaut werden und sollen verhindern, daß Zugschwankungen, Stau oder Rückstrom die Verbrennung beeinträchtigen (*Übersicht siehe Abb. 4.3-7*).

Vorschriften für den Einbau von Strömungssicherungen, Abgasklappen bei Wärmeerzeugern

	Brenner ohne Gebläse	Gebläsebrenner
Strömungssicherung (DVGW-TRGI)	vorgeschrieben	verboten
Abgasklappe und wasserseitige Absperrung (HeizAnIV)	vorgeschrieben bei mehreren Wärmeerzeugern	
Abgasklappe hinter der Strömungssicherung	vorgeschrieben bei gemischter Schornsteinbelegung	Strömungssicherung verboten

4.3.4 Störungsursachen und Beseitigung

Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion jeder Gasheizanlage ist das richtig aufeinander abgestimmte Zusammenwirken von Heizgas, Verbrennungsluft, Abgas und elektrischer Hilfsenergie im gesamten Feuerungssystem. Tritt bei einem dieser Faktoren während des Betriebes eine Änderung ein, so kann dies bereits die Ursache einer Störung sein. Vor Anforderung eines Stördienstes sollte folgendes geprüft werden:

- Ist elektrische Netzspannung vorhanden, sind Sicherungen intakt und sind alle Schalter richtig bedient?
- Ist genügend Gasdruck vorhanden?
- Sind die Absperrorgane in der Zuleitung voll geöffnet?
- Sind alle Regelgeräte richtig eingestellt?
- Ist der Heizraum vorschriftsmäßig be- und entlüftet, damit kein Unterdruck entsteht?
- Bestand kurzzeitiger Gasausfall?
- Bestand kurzzeitiger Stromausfall?

Bei Störungen am Gasbrenner ist zu beachten, bis zu welchem Punkt der Anlaufphase der Brenner noch ordnungsgemäß arbeitet und ab wann die Störung auftritt. Die Ermittlung der Störungsursache kann durch Notieren der Kennziffer am Feuerungsautomaten wesentlich vereinfacht werden.

Wichtig:

Arbeiten an den Gasinstallationen dürfen nur von Fachfirmen mit Konzession des Gasversorgungsunternehmens oder von diesem selbst durchgeführt werden.

Bei ausströmendem Gas:

- Unter keinen Umständen dürfen elektrische Anlagen und Einrichtungen, wie Klingeln, Telefone, Leuchten, elektr. Heizgeräte und Pumpen, im Gefahrenbereich geschaltet werden.
- Alle Fenster sind zu öffnen
- Das Gasversorgungsunternehmen oder eine Fachfirma ist zu benachrichtigen.

4.3.5 Inspektion und Wartung

Bei Gasbrennern und bei Ölbrennern ist eine regelmäßige Inspektion und Wartung der Anlage durch einen Fachkundigen des Anlagenbetreibers oder einer Fachfirma erforderlich (*siehe auch 4.4.4*).

Erforderliche Inspektions- und Wartungsarbeiten sind nach den Arbeitskarten der AMEV-Hinweise »Wartung 2000« durchzuführen.

4.4 Ölfeuerung

4.4.1 Brenner

Einstufige Ölbrenner lassen sich nur intermittierend betreiben, weil sie auf die Kessel-Nennleistung eingestellt sind. Eine Verbesserung kann durch die Verwendung eines zweistufigen oder stufenlos geregelten Brenners erreicht werden.

Ölbrenner in Heizanlagen haben die Aufgabe, das Heizöl möglichst fein zu zerstäuben, mit der Verbrennungsluft intensiv zu mischen und das Gemisch dann in einer stabilen Flamme zu verbrennen. Nach der Art des Funktionsablaufes und des Aufbaues unterscheidet man folgende Brennerbauarten:

- Verdampfungsbrenner
- Zerstäubungsbrenner

Im folgenden soll nur auf die üblicherweise eingesetzten Zerstäubungsbrenner eingegangen werden, die mit Öl-, Luft- oder Dampfdruck bzw. Zentrifugalkraft betrieben werden.

Öldruckzerstäubungsbrenner (Abb. 4.4-1) werden für Leistungen von ca. 15 kW bis 24.000 kW hergestellt und sind die bei Zentralheizungen ausschließlich eingesetzten Brenner.

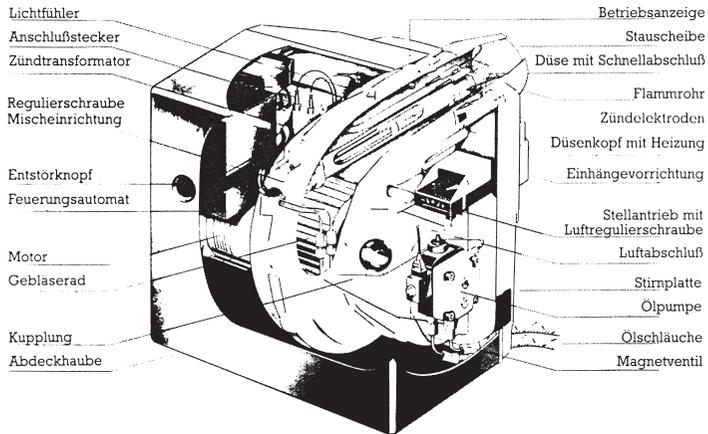


Abb. 4.4-1: Darstellung eines Öldruckzerstäubungsbrenners

Das Öl wird durch eine Pumpe auf einen Überdruck von 7 bis 20 bar gebracht und mittels einer Zerstäuberdüse in feinste Teilchen vernebelt.

Bei hohen Pumpendrücken und kleinen Bohrungen muß der Zerstäuberdüse dünnflüssiges und rückstandsfreies Öl zugeführt werden. Bei kleineren Anlagen kann durch eine Ölvorwärmung auf ca. 50°C und der damit verbundenen Verminderung der Viskosität eine bessere Verbrennung erreicht werden. Ein Niederdruckventilator fördert die zur Verbrennung nötige Luft über einstellbare Schieber oder Klappen einer Mischeinrichtung zu, die aus Flammrohr, Düse und Brennerkopf mit Luftleit- und Stauteilen besteht.

Seit einiger Zeit werden sogenannte Blaubrenner verwendet, bei denen Ölnebel im Brennerrohr durch Rezirkulation der heißen Brenngase vor der eigentlichen Verbrennung vergast wird. Diese Spezialbrenner erreichen hohe CO₂-Werte, reduzieren den NO_x-Ausstoß erheblich und erzeugen kaum Ruß.

Die optimale Grundeinstellung eines Brenners ist nach Herstellervorschrift durch Spezialmonteure vorzunehmen. Die gleichbleibende Verbrennungsgüte soll durch den Betreiber beobachtet werden.

Betriebssicherheit und Verbrennungsgüte eines Druckzerstäuberbrenners hängen weitgehend vom Zustand der Brennerdüse ab. Zerstäubt die Düse nicht mehr einwandfrei, so sind Düsenbohrungen oder Tangentialschlitzte ausgewaschen oder verschmutzt. Ein Austausch ist dann erforderlich. Auch sind die Düsen vor zu hohen Temperaturen zu schützen, damit keine Verkokung auftritt.

Der Betreiber sollte nach entsprechender Auswertung der Brennerbetriebsstunden die Brennerleistung mit Hilfe der Düsengröße besser an den tatsächlichen Bedarf anpassen lassen. Eine Abstimmung mit der Wartungsfirma und eine Überprüfung des Schornsteins ist hier angebracht.

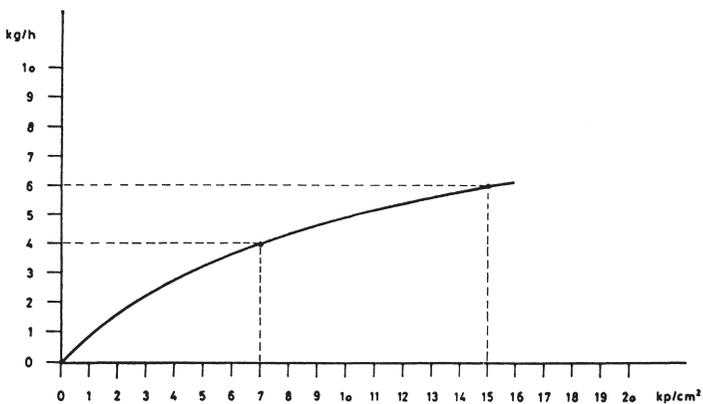


Abb. 4.4-2: Heizöldurchsatz in Abhängigkeit vom Öldruck

Dem Diagramm, Abb. 4.4-2, ist zu entnehmen, wie sich der Öldruck durch eine Düse für 4 kg/h in Abhängigkeit vom Öldruck ändert.

4.4.1.1 Einstufenbrenner finden für kleinere Heizleistungen bis etwa 70 kW Verwendung.

Die Zweipunktregelung »Ein-Aus« erfolgt abhängig von den Kesseltemperaturen oder dem Dampfdruck. Die Kesselleistung kann nur in geringen Grenzen durch Änderung des Düsendurchmessers - Auswechseln der Einfachdüse - und Änderung des Pumpendrucks variiert werden.

Die Auswirkungen der Leistungsreduzierung eines Brenners mit Gebläse sind:

- geringere Heizleistung
- längere Brennerlaufzeit
- reduzierte Stillstandsverluste durch kürzere Stillstandszeiten
- geringere Abgasverluste

4.4.1.2 Ein Zweistufenbrenner ermöglicht eine bessere Anpassung der Brennerleistung an den Wärmeverbrauch durch eine zusätzliche Betriebsstufe mit vermindertem Öldurchsatz für die Schwachlastzeit. Dies geschieht durch verminderten Öldruck oder separate Düsenstöcke je Stufe. Jede Laststufe sollte einen Brennstoffmengenzähler eingebaut haben. Der Einsatz erfolgt bei Kesselleistungen über 70 kW.

Um eine bessere Regelgenauigkeit zu erzielen, werden Zweistufenbrenner mit Dreipunktregelung »Aus-Schwachlast-Vollast« eingesetzt. Der Brenner läuft mit Schwachlast an, regelt weiter auf Vollast und wieder zurück auf Schwachlast, je nach Wärmeentnahme. Ist die Wärmeentnahme geringer, als durch Schwachlast erzeugt wird, schaltet er ganz ab.

4.4.1.3 Bei größeren Kesseleinheiten, oder wenn an die Regelung höhere Ansprüche gestellt werden, wählt man stufenlos **regelbare Brenner**. Der Brenner fährt mit Schwachlast an und regelt dann je nach Wärmebedarf auf Vollast. Es wird immer nur soviel Brennstoff verbrannt, wie erforderlich ist, um die dem Kessel entnommene Wärmemenge zu erzeugen.

4.4.1.4 Um die Widerstände der Abgase bei Überdruckkesseln ohne Saugzuggebläse überwinden zu können, wurden die **Überdruckbrenner** entwickelt. Sie arbeiten mit höheren Umfangsgeschwindigkeiten am Ventilatorrad und erzeugen damit einen höheren Luftdruck bei entsprechendem Durchsatz. Der Ventilatordruck muß den gesamten Widerstand, der sich aus dem heizgasseitigen Widerstand des Kessels und dem Widerstand des Brenners, einschließlich Mischeinrichtung zusammensetzt, überwinden.

4.4.1.5 Der **Drehzerstäuber** arbeitet gegenüber dem Öldruckzerstäubungsbrenner mit einem wesentlich niedrigeren Ölvordruck und zerstäubt das Öl durch die Fliehkraftwirkung eines schnell rotierenden Bechers. Die Zündung des Brennstoffes erfolgt elektrisch. Ein Verbundregler, der einen Öldruckschieber und die Luftklappe über ein Kurvenband verstellt, übernimmt die Brennstoffmengenregulierung.

4.4.2 Sicherheitseinrichtungen an Ölbrennern

Die Sicherheitseinrichtungen an Ölbrennern sollen die Anlage vor Verpuffungen und unkontrolliertem Ölauslauf bei Flammenausfall schützen sowie die Kessel vor Überhitzung absichern. Dieses geschieht durch eine selbsttätig wirkende Flammenüberwachung und durch thermostatische Regelgeräte. Die selbsttätig wirkende Flammenüberwachung wird heute meist von einem Ölfeuerungsautomaten - bestehend aus Flammenfühler, Flammenwächter und Steuergerät - wahrgenommen. Der Ölfeuerungsautomat enthält alle Steuerorgane, um die Anlage automatisch ein- und auszuschalten oder bei Störungen den Brenner stillzusetzen.

Beim Anfahren einer automatischen Ölfeuerung schaltet das Steuergerät den Lüfter ein und steuert die Luftregelklappen in Stellung »offen«. Damit beginnt die Vorlüftzeit zum Ausblasen evtl. unverbrauchter Brennstoffrückstände (Verpuffungsgefahr), die mindestens 15 Sekunden dauern muß. Erst nach einem dreifachen Luftwechsel der Feuerraumzüge des Kessels ist die Vorlüftzeit abgelaufen und die Luftklappen werden auf die Zündstellung zurückgefahren. Dann wird der Brenner gezündet. Registriert die Fozelle das ordnungsgemäße Zünden der Flamme, bleibt der Brenner in Betrieb. Stellt die Fozelle keine Flammenbildung fest, muß spätestens nach Ablauf der Sicherheitszeit der Brenner abgeschaltet und verriegelt werden.

Bei ordnungsgemäß verlaufendem Start des Ölbrenners wird der weitere Betrieb des Brenners durch die Fozelle überwacht. Stellt diese während des Betriebes eine Flammenstörung fest, muß das Steuergerät innerhalb einer Sekunde die Magnetventile in der Ölzuleitung schließen.

Das Steuergerät darf bei Brennern bis 30 kg Öldurchsatz dann noch einen selbsttätigen Wiederzündversuch einleiten. Kommt es dabei nicht zu einer stabilen Flamme, muß der Brenner anschließend auf »Störung« geschaltet und verriegelt werden.

Zulässige Sicherheitszeiten für Ölbrenner nach DIN 4787

Öldurchsatz [kg/h]	Sicherheits- zeiten beim Anlauf [sec]	Sicherheits- zeiten im Be- trieb [sec]	Bei Flammen- ausfall Wieder- Zündung ²	Bei Flammen- ausfall Wieder- anlauf
bis 30	10 ¹	10 ¹	zulässig	zulässig
über 30	5	1	nicht zulässig	zulässig

1 Für Anlagen nach DIN 4754 und DIN 4794 Teil 2 gelten 5 Sekunden.

2 Die Zündeinrichtung muß spätestens nach 1 Sekunde zugeschaltet sein.

4.4.3 Störungsursachen und Beseitigung

Schaltet der Brenner einer Ölfeuerungsanlage ab und läßt er sich auch nach Eindrücken des Entstörungsknopfes nicht wieder in Betrieb nehmen, oder geht sofort wieder aus, so liegt eine Störung vor. Vor Anforderung eines Störungsdienstes sollte folgendes geprüft werden:

- Hauptschalter abgeschaltet
- Sicherung ausgelöst, Sicherheitstemperaturbegrenzer, Wasserstandschalter, Druckwächter angesprochen
- Genügend Heizöl im Tank
- Foto-Überwachungszelle verschmutzt
- Vorwärmung defekt
- Schaltuhr defekt
- Heizölleitungen defekt und Armaturen offen
- Düse verschmutzt
- Filter verstopft
- Zündelektroden verkocht oder falscher Abstand
- Abgasklappen geschlossen
- kurzzeitiger Stromausfall

In der nachfolgenden Tabelle werden einige andere Störungen und die möglichen Ursachen aufgezeigt.

Grundsätzlich muß bei Arbeiten am Brenner bzw. Kessel der Brennerbereitschaftsschalter auf »Aus« stehen!

Nach Beseitigung der Störung und Neueinstellung des Brenners ist eine Abgasanalyse durchzuführen und festzustellen, ob der Brenner richtig arbeitet, einen maximalen Wirkungsgrad erreicht und die Emissionen innerhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen.

Während der Öllieferung und bis mindestens eine Stunde danach sind die Brenner außer Betrieb zu nehmen. Falls mehrere voneinander absperrbare Tanks vorhanden sind, kann ohne Abschalten der Brenner auf einen Tank umgeschaltet werden, der nicht betankt wird.

- Bei Gefahr (z.B. Brand) ist die Anlage sofort durch Betätigung des Notausschalters stillzulegen. Die Brennstoffzufuhr ist zu unterbrechen.

Störungsursachen und deren Beseitigung

Störung	Stromseite	Ölseite	Luft- und Feuerraumseite
a) Brennermotor läuft nicht an	Thermostat und Sicherungen prüfen, Kondensator defekt, Steuergerät defekt, Kontaktstörungen in den Steuer- und Regelgeräten durch Staub oder Feuchtigkeit, Motor defekt	Lager festgelaufen, Ölleitung verstopft, Vorwärmer defekt	Lüfterrad blockiert
b) Brenner läuft an, aber keine Zündung	Spannung prüfen, Klemmen an Steuergerät und Schaltschrank prüfen, Zündelektroden und Zuleitungen vom Trafo- und Zündkabel feucht oder verschmort, Elektroden verschmutzt (Zündfunke kriecht)	Wasser im Tank, Ansaugleitung undicht, Ventile geschlossen, Filter oder Leitungen verschmutzt (Paraffinausscheidung), Kuppelung zwischen Motor und Welle gelöst, Pumpe defekt, Düse verstopft, Magnetventil öffnet nicht (Spule austauschen)	Luft-Regulierschieber zu weit geschlossen, Luftklappen-Arretierung gelöst, Ventilatorrad lose auf Welle, Luftüberschuß, Rauchrohr-Klappe geschlossen. Rückstau in kaltem Schornstein
c) Pumpe fördert kein Öl		wie bei b). Saugventil undicht, Lufteintritt, Getriebe beschädigt, Pumpe saugt Luft (starkes mechanisches Geräusch: Verschraubungen anziehen)	

Störungsursachen und deren Beseitigung

Störung	Stromseite	Ölseite	Luft- und Feuerraumseite
d) Flamme spricht an, Brenner geht aber nach kurzer Zeit auf Störung	Spannung prüfen, Fotozelle verrußt, Verbindungskabel zwischen Fotozelle und Steuergerät an den Klemmen locker, Motorschaltenschutz falsch eingestellt (Bimetalleinstellung prüfen), Kontakte verschmutzt, Zündelektroden kurzgeschlossen	Ölstand prüfen, Wasser im Tank, Fußventil im Tank öffnet oder schließt nicht, Öldruck zu niedrig, Filter oder Düse verschmutzt, Getriebe beschädigt, Pumpendruck zu niedrig	Flamme reißt ab, Luftleit bleche am Brennerkopf falsch eingestellt, Flamme rußt, Fotozelle zu wenig belichtet, Frischluftzufuhr zum Heizraum fehlt, Kessel stark verrußt, beschädigte Schamottierung, Rauchgasklappe geschlossen, Mischeinrichtung einstellen
e) Brenner schaltet häufig ein und aus	Thermostate (oder Dampfdruckregler) sind für zu geringe Schaltdifferenz eingestellt, Wackelkontakte im Steuerstromkreis	Brenner ist zu groß gewählt oder arbeitet mit zu großem Öldurchsatz	
f) Flamme erlischt nicht sofort nach dem Abschalten		Abstelldruck an der Pumpe höher einstellen, falls Flamme trotzdem weiterbrennt (bei höherliegendem Tank): Magnetabsperrentil einbauen. Druckleitung nicht entlüftet	
g) Düse verstopft oder ungleiche Zerstäubung	Hauptschalter »Aus« Brennerdeckel öffnen, Düsenstange lösen und herausnehmen	Einwandfreie Düse einsetzen	

Störungsursachen und deren Beseitigung

Störung	Stromseite	Ölseite	Luft- und Feuerraumseite
h) Schlechte Verbrennungsergebnisse	Spannungsschwankungen im Netz. Dadurch wird das Öl-/ Luftverhältnis verändert	Zu niedriger (selten zu hoher) Öldruck, falsche Düse mit zu hohem oder zu geringem Durchsatz, falscher Zerstäubungswinkel, Düse defekt, verkocht oder verstopft, Brenner an der oberen Leistungsgrenze	Luftgeschwindigkeit am Flammkopf zu klein, Luftmangel, Luftüberschuß, Mischeinrichtung am Brennerkopf ungünstig, Ventilator stark verschmutzt. Flamme füllt Feuerraum nicht aus. Zu kurzer Ausbrandweg, Flamme berührt Kesselwänden, Kessel undicht (Falschluff): 1. Im Feuerraum 2. im Abgasstutzen Kessel verschmutzt, Ausmauerung defekt. Kesseltemperatur zu niedrig: Flammrandzonen »erfrieren«
i) Pulsationen während des Betriebes		Brenner neu einstellen, Öldruck schwankt; Druckregelventil defekt. Öldruck zu gering, Saugleitung undicht (Luftblasen), Zerstäubungswinkel der Düse ändern, Dichtungseinlage am Brennerflansch fehlt, Lufteinstellung Prüfen	Mischeinrichtung am Brennerkopf ändern. Keine Vorbelüftung vorhanden. Ungünstige Abgasführung (langer Weg, viele Bögen, 90°-Einführung in Schornstein vibriert oder klemmt). Kesselwiderstand zu hoch

Störungsursachen und deren Beseitigung

Störung	Stromseite	Ölseite	Luft- und Feuerraumseite
k) Brenner arbeitet zu laut	Motor nicht geschmiert (Kunststofflager nicht schmieren)	Filter oder Zuleitung verschmutzt. BPA-Punkt unterschritten (Pumpe erzeugt hohes Vakuum und arbeitet zu laut). Öldruck zu hoch (starkes Flammengeräusch). Ansaugleitung undicht - Luft im Öl -	Luftregulierung nicht arretiert. Mischeinrichtung am Brennerkopf verändern. Abgasrohr unter 45 ° in den Schornstein. Bei Kesselauskleidungen: Schamottemuffe verändern.

4.4.4 Inspektion und Wartung

Ölfeuerungsanlagen sollen nach DIN 4755, T 1.6 aus Gründen der Betriebsbereitschaft, Funktionssicherheit und Wirtschaftlichkeit einmal im Jahr durch einen Beauftragten der Erstellerfirma oder einen anderen Fachkundigen überprüft werden. Mängel sind umgehend zu beheben.

Auf die AMEV - Hinweise »Wartung 2001« wird hingewiesen.

4.5 Feststofffeuerung

Beim Einsatz von Festbrennstoffen ist wegen des erhöhten Bedienungsaufwandes die Wirtschaftlichkeit gegenüber Öl und Gas nachzuweisen. Neben Kohle werden auch Holzhackschnitzel verbrannt.

4.5.1 Kessel

Aufgrund unterschiedlicher Zulassungsbedingungen ergibt sich eine Aufteilung in die Bereiche Kleinkessel bis 100 kW und Großkessel über 100 kW. Kleinkessel eignen sich zum Einsatz in offenen Heizanlagen mit Vorlauftemperaturen bis maximal 120 °C, nach DIN 4751, Teil 1, Ausgabe 02.93.

Bei geschlossenen Anlagen sind zusätzliche Vorkehrungen zur Wärmeabfuhr zu treffen. Dies geschieht durch Erwärmung von Brauchwasser mit thermostatischer Ablaufsicherung oder durch Pufferspeicher.

Es werden vorrangig Kessel aus Gußeisen oder Stahl verwendet. Der Einsatz von Großwasserraumkessel ist wegen des Anschlusses der Wärmeverbraucher an die Fernwärmeversorgung zurückgegangen und beschränkt sich meist auf Heizwerke, die von öffentlichen Versorgungsträgern betrieben werden.

Stahlkessel sind gegenüber Druck und Temperatur unempfindlich, lassen eine höhere Heizflächenbelastung zu und ermöglichen dadurch eine größere Leistung je Kesseleinheit. Nachteilig kann bei großen Einheiten der Transport werden, sofern keine teilbare Sonderausführung gewählt wird.

4.5.2 Feuerungen

Im Bereich normaler Heizkessel unter 5 MW Heizwärmeleistung kommen Plan-, Treppen- oder Muldenroste zum Einsatz.

Beim meist vorhandenen Unterabbrand findet im Füllschacht keine Verbrennung statt, weil die Heizgase durch seitliche Kanäle abgeleitet werden. Bei dieser Feuerungsart ist eine gleichbleibende Glutschicht mit konstanter Feuerungsleistung und damit hohem Wirkungsgrad erzielbar.

Lediglich für größere Heizanlagen werden bewegliche Roste wie Wander-, Unterschub- und Rückschubroste eingebaut.

4.5.3 Nebeneinrichtungen

Starker Abrieb bei Transport und Lagerung von Kohle kann zu Verbrennungsschwierigkeiten und erhöhtem Staubausswurf führen.

Zur Entaschung von Kleinkesseln werden die Verbrennungsrückstände von der Schüreinrichtung in den untergestellten Asche-Sammelwagen gedrückt. Bei größeren Kesseleinheiten werden Asche und Schlacke unterhalb des Kessels gesammelt und bei automatischer Entaschung über eine Austragschnecke in den Aschesammelbehälter gefördert. Hierbei sind alle Schür- und Transporteinrichtungen regeltechnisch miteinander verbunden, so daß ein sicherer und bedienungsfreier Betrieb gewährleistet ist. Lediglich große Anlagen mit Wanderrosten sind mit Naßentschlackern oder pneumatischen Entaschungsanlagen ausgerüstet.

Zur Entstaubung der Rauchgase müssen den Festbrennstoffheizanlagen Entstauber nachgeschaltet sein. Zum Einsatz gelangen überwiegend Zyklon-Vielzellenfilter und bei höheren Anforderungen Gewebefilter.

Die zulässigen Staubemissionswerte betragen bei einer Feuerungswärmeleistung von

15 kW bis	1 MW	<	150 mg/m ²	1. BlmSchV
1 MW bis	5 MW	<	150 mg/m ²	TA-Luft
5 MW bis	50 MW	<	50 mg/m ²	TA-Luft

4.6 Elektrospeicherheizanlagen

Die Aufladesteuerung ist so einzustellen, daß der Verbrauch von teurem Hochtarif (HT)-Strom möglichst vermieden wird. Die Geräte sind nach der Bedienungsanleitung des Herstellers zu betreiben.

Folgende Störungen können auftreten:

- keine Freigabe der Aufladung
- verkürzte Freigabe der Aufladung
- Dauerfreigabe der Aufladung
- Ausfall einzelner Heiztruhen.

Einmal jährlich sind Ansaug- und Ausblasraum der Geräte zu reinigen und Einstellung und Funktion der Aufladesteuerung zu überprüfen.

Brennbare oder feuergefährliche Materialien, wie z.B. Vorhänge, Papier, Spraydosen und dergleichen dürfen nicht in die Nähe von Elektrospeicherheizgeräten gebracht werden.

4.7 Nutzungshinweise für Gebäude

4.7.1 Allgemeines

Wenn in einer größeren Anzahl von Räumen die während der Nutzung zulässige Raumtemperatur (*siehe 8.4*) um mehr als zwei Grad unterschritten wird und zu erwarten ist, daß dieser Zustand mehrere Stunden andauert (z.B. Büroräume 18 °C), darf geheizt werden.

Die Beheizung ist grundsätzlich einzustellen, wenn die Außentemperatur um 10.00 Uhr 15 °C erreicht oder überschritten hat.

4.7.2 Betriebsarten

Abgesenkter Betrieb

Außerhalb der Nutzungszeit (z.B. nachts, am Wochenende, an Feiertagen, in den Ferien) wird die Heizanlage mit herabgesetzter Vorlauftemperatur betrieben (Nachtabsenkung). Der Bediener muß hierzu die Nutzungszeiten des Gebäudes bzw. einzelner Gebäudeteile kennen. In zeitlich unterschiedlich genutzten Gebäudeteilen muß - soweit dieses durch die Aufteilung der Heizanlage in einzelne Zonen möglich ist - der Heizbetrieb entsprechend gestaffelt werden.

Die Nachtabsenkung kann ca. ein bis zwei Stunden vor Nutzungsende beginnen, da infolge des Wärmespeichervermögens der Gebäude die Raumtemperatur nicht wesentlich absinkt. Sie soll nicht unter 10 bis 15°C sinken.

Der Tagheizbetrieb muß so rechtzeitig (ein bis zwei Stunden) einsetzen, daß zu Beginn der Nutzungszeit die zulässigen Raumtemperaturen erreicht sind. Die genauen Zeiten für Aufnahme des Tagheizbetriebes, möglichen Beginn und Maß der Nachtabsenkung müssen vom Bediener durch Versuche ermittelt werden. Moderne Regelanlagen erledigen dies selbständig.

Bei extrem niedrigen Außentemperaturen kann auch ein Durchheizen ohne Absenkung notwendig sein.

Unterbrochener Betrieb

Bei Außentemperaturen von ca. 10°C und mehr kann außerhalb der Nutzungszeit anstelle der Nachtabsenkung die Heizanlage außer Betrieb genommen werden.

Auch bei längeren Nutzungsunterbrechungen (Ferien, Feiertage in Verbindung mit Wochenenden) ist eine Außerbetriebnahme der Heizanlage sinnvoll, solange keine Einfriergefahr besteht.

Bei Frostgefahr soll die Raumtemperatur nicht unter 10°C sinken.

Stoßheizbetrieb

Insbesondere in der Übergangszeit ist nur stundenweises Heizen zum Erreichen der zulässigen Raumtemperaturen ausreichend. Diese Betriebsart kann auch auf einzelne Gebäudeteile beschränkt sein.

4.7.3 Raumtemperaturen

Die zulässigen Temperaturen im Raum gemäß 8.4 gelten nur während der Nutzungszeit der Gebäude und bei Heizbetrieb. Sie gelten für Räume mit freier Lüftung und örtlichen Heizflächen und für Räume mit einer RLT-Anlage, sofern diese die Funktion einer Heizung übernimmt.

Ist während der Übergangszeiten (Frühjahr, Herbst) und bei kühler Witterung im Sommer die thermische Behaglichkeit nicht gegeben, ist in erster Linie ein Ausgleich durch zweckmäßige Kleidung zu schaffen.

Bei Festlegung der Raumtemperaturen ist vorausgesetzt, daß Fenster und Türen geschlossen sind und die Wärmeabgabe der Heizkörper nicht durch Einbauten, Verkleidungen u.a. behindert wird.

Die Temperaturangaben gewährleisten thermische Behaglichkeit und sind mit dem Bundesgesundheitsamt abgestimmt (siehe 8.4).

Die Raumtemperaturen sind in Anlehnung an DIN 18 380 in Raummitte und Tischhöhe zu messen.

Für die Messung sind Instrumente zu verwenden, die den Anforderungen der Eichordnung (EO), herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), entsprechen. Als geeignet gelten eichfähige Thermometer mit einer Ablesegenauigkeit von 0,5°C und einer Fehlergrenze von +/- 0,5°C.

Für die Messung von Außen- oder von Oberflächentemperaturen sind Thermometer entsprechender Qualität einzusetzen.

Mögliche Ursachen für abweichende Raumtemperaturen können sein:

- falsche Einstellung oder Bedienung der Regel- und Steuereinrichtungen
- Luft in den Heizkörpern
- ungenaue oder veränderte Temperatureinstellung am Thermostatventil
- ständig geöffnete Fenster, Fensterklappen und/oder Türen
- verdeckte Heizkörper oder Heizkörperverkleidungen
- Wärmestau an Thermostatventilen
- ungleichmäßige Wasserverteilung infolge nicht exakt durchgeführter Mengenregulierung (Ventil-Voreinstellung) bzw. Ablagerungen in den Rohrleitungen und Filtern (Schmutzfänger)
- falsch bemessene Heizkörper
- bauliche Mängel (z.B. undichte Fenster, geringe Wärmedämmung, defekte Anlagenteile)
- niedrige Oberflächentemperaturen von Wänden oder Fußböden (z.B. über Tordurchfahrten).

Von Personen nicht benutzte Räume, wie z.B. Windfänge und Garagen sowie Akten-, Abstell- und Kellerräume sollen grundsätzlich nicht beheizt werden. Sind bei Frost Schäden zu erwarten, sind sie ggf. zu temperieren (5°C).

4.7.4 Lüften von Räumen

Während des Heizbetriebes sind Haus- und Geschoßtüren, Fenster, Keller- und Hallentüren sowie Keller- und Dachfenster geschlossen zu halten.

Zum Lüften der Räume nach in der Regel einstündiger Nutzung sind die Fenster kurzzeitig, d.h. maximal zehn Minuten voll zu öffnen und danach wieder zu schließen (Stoßlüftung). Dabei ist die Wärmezufuhr der Heizkörper zu unterbrechen.

Auf keinen Fall darf während des Heizbetriebes die Raumtemperatur durch Öffnen der Fenster reguliert werden, da hierdurch erhebliche Energieverluste entstehen. Ständig geöffnete Fenster oder Lüftungsklappen in Fenstern sind ein Zeichen dafür, daß die Räume überheizt sind.

4.7.5 Elektrische Zusatzheizgeräte

Das Verwenden elektrischer Heizgeräte (Heizlüfter, Heizstrahler, usw.) ist grundsätzlich nicht statthaft. Die Betriebskosten solcher Geräte sind wegen der Stromkosten erheblich. Es besteht Unfall- und Brandgefahr.

4.7.6 Sonderfälle

Außerhalb des eigentlichen Dienstbetriebes liegende Gebäudenutzungen (z.B. Fortbildungsveranstaltungen, Elternabende in Schulen) sind möglichst zur gleichen Zeit und in Räumen, Raumgruppen oder Gebäudeteilen durchzuführen, die separat beheizbar sind.

Sind in Räumen, die während dieser Zeit voll beheizt werden müssen (z.B. einzelne Verwaltungsräume in Schulen, Räume für Bereitschafts- und Pförtnerdienste, Teilbereiche von Feuerwachen), fest installierte Einzelheizgeräte als Ergänzung zur eigentlichen Gebäudeheizung vorgesehen, dürfen diese nur in Betrieb genommen werden, wenn die zentrale Wärmeversorgung ausgeschaltet ist bzw. abgesenkt betrieben wird.

Die Leistungsanpassung von Einzelheizgeräten ist durch Einstellung (Thermostate, Stufenschalter usw.) in der Weise vorzunehmen, daß während der Nutzungszeit die zulässigen Raumtemperaturen nicht überschritten werden. Für die Gebäudereinigung ist eine Raumtemperatur von 10 bis 15°C ausreichend.

4.8 Bedienungshinweise für Heizanlagen

4.8.1 Heizzentralen

Alle Technikräume sind sauberzuhalten und dürfen nicht als Abstellräume zweckentfremdet werden.

Türen, Fenster und Notausgänge sowie Zu- und Abluftöffnungen dürfen nicht verstellt werden.

Die Räume sollen stets verschlossen sein.

In der Regel werden Strangschemata in den Betriebsräumen ausgehängt. Bedienungsanleitungen werden vor Ort aufbewahrt.

Unregelmäßigkeiten, Schäden und Störungen an den Anlagen, die das Betriebspersonal nicht selbst beheben kann, sind sofort zu melden.

4.8.2 Inbetriebnahme

Vor jedem Anheizen ist zu beachten, daß im wesentlichen:

- der Aufstellungsraum ausreichend be- und entlüftet ist
- die Kesselanlage mit Wasser gefüllt ist
- Pumpen eingeschaltet sowie Mischventile und Armaturen entsprechend eingestellt sind
- die dem Wärmeerzeuger entsprechende Leistung abgeführt werden kann
- die notwendigen Sicherheitseinrichtungen funktionstüchtig sind
- die Abgasleitung zum Schornstein frei und gasdicht ist
- die Notstromanlage betriebsbereit ist
- der Probetrieb regelmäßig durchgeführt wurde

Die abgestimmte und gezielte Primärluftführung ermöglicht eine gute Verbrennung bei niedriger Abgastemperatur. Damit ergeben sich ein hoher Wirkungsgrad und niedrige Emissionswerte. Auch ist bei Schwachlastbetrieb eine saubere Verbrennung möglich.

Bei allen Kesselbauarten ist zu kontrollieren, ob

- elektrische Spannung ansteht
- Schalter und Stellorgane entsprechend eingestellt sind
- ausreichend Brennstoff in den Feuerraum gelangen kann
- der Brennstoff keine Verschmutzungen enthält

Die Inbetriebnahme ist wie folgt vorzunehmen:

- Wasserstand prüfen.

Bei geschlossenen Anlagen muß das Manometer mindestens die über der Meßstelle befindliche Wassersäule anzeigen (10 m Gebäudehöhe entspricht 1 bar).

Bei offenen Anlagen soll das Ausdehnungsgefäß gefüllt sein.

- Dichtigkeit der Kessel und des Leitungssystems prüfen
- Stellung, Funktion und Dichtigkeit der Absperrorgane prüfen
- Reinigunsklappen in Abgasrohren schließen
- Abgasschieber und Luftklappen der Kessel öffnen
- Strangabsperrschieber öffnen
- Anlage und Anlagenteile entlüften
- Reinigungsöffnungen in Abgasrohren schließen
- Brennstoffleitungen öffnen
- Umwälzpumpen einschalten
- Brenner einschalten
- Regelanlage(n) einschalten.

4.8.3 Betrieb

Nach Einschalten des Kessels ist je nach Kesselbauart der zulässige Temperaturbereich entsprechend der Bedienungsanleitung zu beachten. Sind Kesselanlagen mit Pumpen zur Rücklaufanhebung ausgestattet, ist über entsprechende Thermostateinstellung eine Unterschreitung der vorgeschriebenen Rücklaufftemperatur zu verhindern. Bei Kesseln mit Festpunktregelung ohne Temperaturanhebung soll das Verbrauchsnetz erst nach Erreichen der Kesselbetriebstemperatur strangweise zugeschaltet werden. Bei Niedertemperatur (NT)- und Brennwert (BW)-Kessel ist zu prüfen, ob sich die gleitende Kesseltemperatur entsprechend der Bedienungsanleitung einstellt.

Bei Mehrkesselanlagen ist nur die für die jeweilige Last erforderliche Anzahl der Kessel in Betrieb zu halten. Abgeschaltete Kessel sind zur Vermeidung von Stillstandsverlusten wasserseitig abzusperren. Kessel mit besonders günstigem Wirkungsgrad sollten als Grundlastkessel eingesetzt werden. Bei gleichartigen Kesseln ist anzustreben, daß die Kessel gleiche Betriebsstunden aufweisen (Betriebsstundenzähler).

Ist eine Kessel-Folgeschaltung installiert, kann eine Angleichung der Betriebsstunden durch Wahl der Kesselfolge erfolgen.

Zu beachten ist, daß bei mehrstufigen Brennern die höhere Brennerstufe auf die niedrigere Kesseltemperatur eingestellt wird. Dadurch schaltet man bei Absinken der Kesseltemperatur zunächst die kleinere Brennerstufe und erst bei weiterem Absinken die höhere Brennerstufe ein. Bei Mehrkesselanlagen mit mehrstufigen oder modulierenden Brennern kommen Kesselregelungen zum Einsatz, die nach Bedarf automatisch die notwendige Kesselleistung einschalten.

Über Rechnerprogramme ist es möglich, die jeweils günstigste Kombination zu wählen. So kann es günstiger sein, zwei Kessel im Teillastbereich zu fahren, als einen in Vollast, oder, wenn der zweite Kessel längere Zeit abgeschaltet, vom Netz getrennt und ausgekühlt ist, diesen nicht zuzuschalten, sondern den ersten Kessel bis zur Vollast zu belasten, wenn damit die notwendigen Temperaturen zu erreichen sind.

Der notwendige Druck am Kesselmanometer ist zu kontrollieren. Bei Absinken des Drucks ist Wasser nachzufüllen, da sonst über die höchstgelegenen Heizkörper Luft angesaugt wird. Anschließend sind die betroffenen Heizkörper zu entlüften.

In Ausnahmefällen kann es erforderlich sein, Wasser während des Betriebs, also bei warmen Kesseln, nachzufüllen. Dies muß so langsam erfolgen, daß die Kesseltemperatur nur unbedeutend absinkt.

Bei Nachfüllen des Wassers während des Betriebs ist wie folgt vorzugehen:

- Brenner ausschalten, Vorlauftemperatur absenken (ca. 45°C), Umwälzpumpe abschalten, Füllschlauch zunächst mit Wasser füllen und erst danach auf den Füllstutzen aufschrauben. Wasser langsam bis zur erforderlichen Marke (*siehe 4.8.2 Inbetriebnahme*) nachspeisen.
- Anlage entlüften, Vorgang ggf. wiederholen.

Falls eine Wasseraufbereitungsanlage vorhanden ist, soll Wasser nur aus dieser Anlage nachgespeist werden.

Muß öfter Wasser nachgefüllt werden, ist die Ursache für den Wasserverlust festzustellen.

Bei Gefahr (z.B. Überschreiten der höchst zulässigen Temperatur, Wassermangel, Ausfall der Sicherheitseinrichtung, Austritt von Öl bzw. Gas) ist die Anlage durch Betätigen des Notausschalters sofort abzustellen.

Während des Betriebes sind regelmäßig insbesondere zu prüfen:

wöchentlich

- Flammbild
- Vor- und Rücklauftemperaturen an Kesseln und Heizsystem
- Wassermangelsicherung
hier insbesondere: Entlüften der in der Nähe befindlichen Lufttöpfe
- Dichtheit der Kessel (z.B. Türen, Klappen, Reinigungsöffnungen)
- Dichtheit der Öl- und Gasleitungen
- Funktion und Einstellwerte der Regeleinrichtungen (z.B. Datum, Uhrzeit, Tag-/Nachtbetrieb, Heizkurven, Kesselwassertemperatur)

- Raumtemperaturen in Testräumen (mind. 1 Testraum je Heizkreis)
- Heizölstand.

monatlich

- Dichtheit und Leichtgängigkeit von Absperrorganen. Dazu Ventile und Schieber durch Schließen und wieder Öffnen betätigen
- Anlagenteile auf Korrosion
- Wärmedämmung aller Anlagenteile
- Lüftungsöffnungen des Heizraumes
- Funktion von Kontrollampen und Meldeeinrichtungen
- Brennstofflagerung (z.B. Brennstoffleitungen, Absperrorgane, Leckanzeige)
- Dichtheit der Heizkörperventile, Funktion und Sollwertbegrenzung thermostatischer Heizkörperventile
- Funktion der Kondensatableiter.

Die Verbrauchsdaten (s.a. *Abschnitt 5.8*) sind monatlich zu erfassen.

4.8.4 Außerbetriebnahme

- Brenner und Pumpen abschalten
- Brennstoffleitungen absperren
- Strangabsperrventile am Hauptverteiler schließen
- Regelanlage auf »Aus« stellen
(Uhr läuft weiter, Bedienungsanweisung beachten!)
- Kessel und Abgasrohre (Füchse) reinigen
- Luftklappen, Türen und Abgasschieber der Kessel verschließen
- Reinigungsklappen in Abgasrohren öffnen
- Wartungen der Anlagenteile lt. Bedienungsanweisung vornehmen
- Schäden an den Anlagen melden.

Während der heizfreien Zeit ist sicherzustellen, daß die Heizanlage vorschriftsgemäß mit Wasser gefüllt ist.

4.8.5 Besondere Betriebsarten

Bei Stoßheizbetrieb und unterbrochenem Heizbetrieb sind zur vorübergehenden Unterbrechung des Heizbetriebs folgende Maßnahmen erforderlich:

- Brenner und Pumpen abschalten
- Brennstoffleitungen absperren.

5. Wassererwärmungsanlagen

5.1 Allgemeines

Für die Warmwasserbereitung werden Einzelgeräte oder zentrale Anlagen eingesetzt. Dazu gehören auch Verteilungsnetze, Meßgeräte und andere in funktionellem Zusammenhang stehende Bauteile. Als Sicherheitsbestimmungen gelten vorrangig die DIN 1988 (Technische Regeln für Trinkwasserinstallation), DIN 4708 (zentrale Warmwassererwärmungsanlagen) und die DIN 4753 (Wassererwärmer und Warmwassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser).

Die Einteilung der Wassererwärmungsanlagen erfolgt nach:

Art der Beheizung

- Fernwärme
- Feste, flüssige, gasförmige Brennstoffe
- Strom
- Abwärme (Abgas, Abdampf, Heizwasser)
- Wärmepumpe
- Sonnenenergie

Wassererwärmungssystem

- Speichersystem
- Durchflußsystem
- Kombination Speicher-Durchflußsystem (Ladesystem)

Anlagengröße (DIN 4753 T 1)

- Gruppe I

Speichersystem	Druck x Inhalt	bis	≤	300	[bar l]
	Wärmeleistung	bis		10	kW
Durchflußsystem	Inhalt		≤	15	l
	Wärmeleistung	bis		50	kW

- Gruppe II
Alle übrigen Wassererwärmungsanlagen, die nicht der Gruppe I zugeordnet werden können.

5.2 Wasserversorgungsarten

Einzelversorgung

Unter Einzelversorgung ist eine Anlage zur Versorgung einer Entnahmestelle zu verstehen. Als Geräte kommen Durchlauferhitzer oder Kleinspeicher zum Einsatz. Kleinspeichersysteme sollten zur Verhinderung des Kalkausfalls nicht über 50°C betrieben werden.

Zentralversorgung

Zur Vermeidung von Entnahmeverlusten kann eine Zirkulationsleitung vorgesehen werden. Die Betriebszeit der Zirkulationspumpe ist nach der Heizungsanlagen-Verordnung durch selbsttätig wirkende Einrichtungen (z.B. Zeitschaltuhr) zu begrenzen (*siehe 5.8*).

Als Alternative zur Zirkulationsleitung werden auch elektrische Begleitheizungen, die selbstregelnd oder thermostatisch gesteuert sein können, installiert.

5.3 Wassererwärmungssysteme

Speichersystem

Hierbei werden je nach Bedarf größere Wassermengen erwärmt und in einem Vorratsbehälter gespeichert.

Vorteile:

- Relativ große Wassermengen stehen kurzfristig bei gleichbleibender Temperatur zu Verfügung.
- Die Heizleistung des Wassererwärmers braucht nicht auf die Spitzenleistung ausgelegt zu sein.
- An allen Zapfstellen stehen gleiche Wassertemperaturen zur Verfügung.

Nachteile:

- Stillstandsverluste
- hohe Investitionskosten.

Zur Vermeidung von Korrosion werden die Behälter aus Edelstahl gefertigt, innen emailliert oder mit einer Schutzanode versehen.

Durchflußsystem

Bei diesem System wird das Wasser erst bei der Entnahme in einem Platten- oder Rohrbündelwärmetauscher erwärmt. Bei größeren Entnahmen können Temperaturschwankungen auftreten.

Ladesystem (Kombination Speicher- und Durchflußsystem)

Bei großen Spitzenlasten wird das Speicher-Lade-System bevorzugt.

5.4 Prüfungen

Wassererwärmungsanlagen werden auf Festigkeit, Bau, Dichtheit und Ausrüstung geprüft. Die Prüfungen erfolgen als Einzelprüfung oder als Baumusterprüfung beim Hersteller.

Die Abnahmeprüfung am Aufstellungsort durch den Sachverständigen oder Sachkundigen entfällt bei:

- offenen Anlagen
- Anlagen mit erfolgter Einzel- oder Baumusterprüfung (z.B. CE-Zeichen)
- geschlossenen Anlagen der Gruppe I
- geschlossenen Anlagen der Gruppe II bei mittelbarer Beheizung durch Wärmeträger mit maximal 110 °C

Sämtliche anderen Anlagen der Gruppe II sind vor Inbetriebnahme am Aufstellungsort einer Abnahmeprüfung zu unterteilen:

über 110°C - Sachverständiger
unter 110°C - Sachkundiger.

Wiederkehrende Prüfungen sind nicht erforderlich.

5.5 Wärmepumpen

Das Einsatzgebiet der Wärmepumpe für die Wassererwärmung ist dort gegeben, wo Wärmequellen niederen Temperaturniveaus, z.B. Außenluft, Abwasser oder Abwärme, genutzt werden können. Meist ist eine zusätzliche konventionelle Wärmeerzeugung notwendig.

5.6 Sonnenenergieanlagen

Die direkte Sonnenenergienutzung erfolgt mit thermischen Solarkollektoren. Eine zusätzliche Speicheranlage und eine konventionelle Wärmeerzeugung sind in den meisten Fällen erforderlich. In Freibädern ist während der Sommermonate eine Kollektoranlage ohne Zusatzbeheizung möglich. Als thermische Solarkollektoren werden Flachkollektoren, Vakuum-Röhren-Kollektoren oder Kollektormatten eingesetzt.

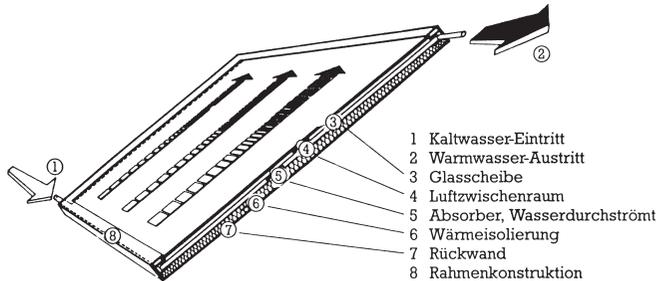


Abb.5.6-1 Schematische Darstellung eines Flachkollektors

5.7 Legionellen

Legionellen in erwärmtem Trinkwasser stellen ein Gefährdungspotential dar, wenn es zu einer Aerosolbildung (Luft-Wasser-Nebel) kommt.

Bei Liegenschaften mit einem gesundheitlich gefährdeten Personenkreis ist in Abstimmung mit der zuständigen Gesundheitsbehörde und/oder dem Hygieniker über erforderliche Maßnahmen zu entscheiden.

Zu berücksichtigen sind dabei die DVGW Arbeitsblätter W 551, W 552, die Ausarbeitung der Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik der ARGEBAU über die Verminderung des Legionella-Infektionsrisikos durch technische Maßnahmen und die AMEV-Hinweise Sanitärbaubau 95 und Bedien-Sanitär 90.

5.8 Betrieb

Erwärmtes Wasser ist in der Regel nur für Küchen, Dusch- und Waschräume sowie für die Gebäudereinigung vorzuhalten. Ist kein Warmwasserbedarf vorhanden, ist der Warmwasserbereiter abzuschalten. Richtwerte für die Wassertemperaturen siehe Sanitärbau 95.

Wassererwärmungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung über 11 kW unterliegen der Heizungsanlagen-Verordnung. Der Betreiber ist verpflichtet, die Bedienung und Instandhaltung von einer fachkundigen Person durchführen zu lassen.

Hierunter fallen:

- Mindestens halbjährliche Funktionskontrolle der Schalt- und Stellvorgänge (An- und Abstellen, Anpassen der Sollwerteinstellung von Temperaturen, Einstellen von Zeitprogrammen) an den zentralen regelungstechnischen Einrichtungen bei Anlagen von mehr als 50 kW Nennwärmeleistung.
- Bei der Wartung direktbefeueter Warmwasserbereiter die Einstellung der Feuerungseinrichtungen, die Überprüfung der zentralen regelungstechnischen Einrichtungen sowie die Reinigung von Heizflächen.
- Protokollieren der durchgeführten Arbeiten und Messungen gemäß AMEV-Hinweise »Wartung 2001«.

6. Armaturen und Einrichtungsgegenstände

6.1 Allgemeines

Heizanlagen bestehen aus folgenden Baugruppen:

- Brennstoffbevorratung oder Übergabestation
- Kesselanlage einschließlich Feuerung
- Kesselsteuerung mit Bedien- und Sicherheitseinrichtungen
- Rohrleitungen mit Zubehör
- Heizflächen mit Zubehör
- Regel- und Steuereinrichtungen.

In diesen Gruppen findet man die Armaturen, die für einen sicheren, dem Zweck entsprechenden Betrieb der Anlage unerlässlich sind. Es ist daher wichtig, Aufgabe und Funktion der Armaturen und deren Handhabung zu kennen.

6.2 Ausdehnungsgefäße

Jede Warmwasserheizanlage hat ein Ausdehnungsgefäß, das die Volumenänderung des Heizwassers aufnimmt. Man unterscheidet zwischen offenen und geschlossenen Ausdehnungsgefäßen. Offene Ausdehnungsgefäße werden aus Korrosionsgründen nicht mehr eingebaut.

Geschlossene Ausdehnungsgefäße bestehen aus einem Druckbehälter, in dessen Mitte eine Gummimembrane angeordnet ist, die den Raum in zwei Hälften teilt. Die Membrane ist elastisch und so ausgebildet, daß sie je nach dem in der Anlage herrschenden Druck zu der einen oder anderen Seite gewölbt werden kann.

Die Membrane trennt den Gasraum vom Wasserraum. Der Gasraum ist mit Stickstoff gefüllt. Stickstoff ist erforderlich und soll keinesfalls durch Luft ersetzt werden, da Luft die Membrane vorzeitig altern läßt und die Lebenserwartung des Ausdehnungsgefäßes herabsetzt. Der Vordruck der Gasfüllung ist 0,5 bar höher einzustellen als die statische Höhe der Anlage. Der Wasserraum steht in offener Verbindung mit dem Heizsystem. Mit steigender Temperatur dehnt sich das Wasservolumen in der Anlage aus und drängt die Membrane in den Gasraum. Der Anlagendruck steigt.

Bei Großanlagen gibt es für Druckausdehnungsgefäße noch andere Lösungen. Erwähnt werden soll als Beispiel der Expansionsautomaten Diese Geräte nehmen in einem eingearbeiteten elastischen Ballon das Ausdeh-

nungswasser aus der Heizanlage auf und lassen über ein Ventil Luft aus dem umgebenden Druckbehälter ab. Auf diese Weise bleibt der Druck der Anlage konstant. Sinkt die Heizwassertemperatur in der Anlage, strömt das Wasser aus dem Ballon zurück. Über einen Kompressor wird dann Luft in das Druckgefäß gepumpt, wodurch wiederum ein konstanter Druck gewährleistet ist.

Ausdehnungsgefäße müssen so dimensioniert sein, daß sie die anfallende Ausdehnungsmenge sicher aufnehmen können. Abb. 6.2-1 zeigt den Aufbau eines derartigen Gefäßes und daneben einige Betriebszustände. Der Betrieb von Druckausdehnungsgefäßen hat sich als problemlos erwiesen.

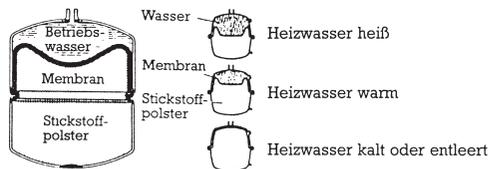


Abb. 6.2-1: Aufbau und Betriebszustände eines Membranausdehnungsgefäßes

Ist in einer Anlage häufig Wasser nachzufüllen, kann ein Fehler im Ausdehnungsgefäß vorliegen. Ein Fachmann ist einzuschalten.

Die Ausdehnungsgefäße dürfen nur durch verriegelnde und mit Plomben zu sichernde Kappventile vom Wärmeerzeuger getrennt sein, die nicht irrtümlich geschlossen werden können.

6.3 Pumpen

6.3.1 Allgemeines

In Heizanlagen haben Pumpen die Aufgabe, das Heizmedium durch das Heizsystem zu fördern. Im folgenden werden deshalb nur Umwälzpumpen für Heizwasser beschrieben.

6.3.2 Naßläuferpumpen

Sie sind ausschließlich für den Rohreinbau vorgesehen, im kleineren bis mittleren Heizungsbereich anzutreffen und aufgrund ihrer Konzeption absolut wartungsfrei. Alle drehenden Teile sind vom Wasser umspült und bedürfen keiner Schmierung oder Kühlung.

6.3.3 Trockenläuferpumpen

Motor und Pumpe haben jeweils ihr eigenes Gehäuse und sind mit einer Welle verbunden, die wasserseitig mit einer Stopfbuchse oder Gleitringdichtung abgedichtet wird. Auftretende Leckagen werden durch Nachziehen der Stopfbuchse bzw. Austausch der Gleitringdichtung beseitigt.

Achtung: Stopfbuchsen dürfen nicht absolut dicht angezogen werden. Es ist eine Mindesttropfwassermenge für die ausreichende Schmierung/Kühlung der Stopfbuchse notwendig.

Trockenläuferpumpen im kleinen und mittleren Leistungsbereich sind als Rohreinbaupumpen konzipiert, ab einem mittleren Leistungsbereich aufwärts als Sockelpumpen, wobei Motor und Pumpe auf einer Grundplatte montiert sind.

6.3.4 Bedienungshinweise

Ein Kontrollservice an Heizungspumpen ist vor Beginn der Heizperiode und nach längerer Stillstandszeit durchzuführen.

- Die Pumpe ist vor Inbetriebnahme zu entlüften (Vermeidung von Trockenlauf)
- Wird das Pumpenlaufrad durch feste Partikel im Heizwasser blockiert, ist die Pumpe auszuschalten. Die Pumpenwelle ist von Hand zu drehen. Falls dies nicht möglich ist, muß die Pumpe ausgetauscht werden.
- Sind trotz Entlüften untypische Pumpengeräusche hörbar, so kann dies auf einen mechanischen Schaden (Lager, Laufrad) hindeuten. Die Pumpe ist dann zu erneuern.
- Sockelpumpen sind an der Welle bzw. Kupplung von Hand zu drehen. Die Dichtungen sind gemäß 6.3.3 zu behandeln.

6.3.5 Regelbare Pumpen

Heizungspumpen werden für den maximalen hydraulischen Lastfall ausgelegt. Sowohl Thermostatventile als auch Regelarmaturen beeinflussen die Heizungshydraulik und reduzieren den Förderstrom. Um den dabei entstehenden starken Pumpendruckanstieg zu verhindern, ist eine Leistungsregelung der Pumpen notwendig.

Für Anlagen ab einer mittleren Größe (Heizleistung ab 50 kW) schreibt dies die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnIV) vor.

Die Pumpenregelung erfolgt im Normalfall stufenlos differenzdruckgeführt, da dieses Regelsignal unmittelbar auf hydraulische Lastveränderungen in der Anlage reagiert.

Bei allen Naßläuferpumpen, aber auch bei Trockenläuferpumpen bis mittlerer Leistung ist der Regelmechanismus in der Pumpe integriert.

Bei größeren Pumpen, insbesondere bei Sockelpumpen, erfolgt die Regelung über ein separates Schaltgerät.

Neben dem Differenzdruck können auch andere Regelparameter, wie Strömungsgeschwindigkeit, Temperaturdifferenz, etc. zur Anwendung kommen. Eine weitere Optimierungsmöglichkeit insbesondere in größeren Gebäuden erfolgt durch die sogenannte Schlechtwertsignalregelung. Dabei wird an dem für die Anlagenhydraulik ungünstigsten Punkt des Heizungsnetzes das Regelsignal abgegriffen und als Führungsgröße für die Pumpenregelung genutzt.

6.3.6 Gebäudeautomation

Eine weitere Optimierung ist in Verbindung mit der Gebäudeautomation und dort vorhandenen Optimierungsprogrammen möglich. Falls keine Frostgefahr besteht, kann dies durch komplette Abschaltung der Pumpe geschehen, sofern für einen Blockierschutz gesorgt ist.

6.4 Regelarmaturen

Regelarmaturen in Heizanlagen sind:

- Durchgangsventile
- Dreiwegeventile, Dreiwegemischer
- Vierwegemischer

Durchgangsventile werden vornehmlich in Fernwärmeheizanlagen eingesetzt.

Wie Abb. 6.4-1 zeigt, können sie auch bei der Mischregelung eingesetzt werden. Hier wird über eine Bypaßleitung Wasser aus dem Rücklauf in den Vorlauf gefördert. Die Regelventile öffnen, sobald die Vorlauftemperatur im Heizkreis zu niedrig wird. Es gelangt dann Wasser über den Rücklaufsammler in das Netz, wobei heißes Vorlaufwasser aus dem Netz in den Heizkreis einströmt, bis die geforderte Temperatur erreicht ist.

Dreiwege-Ventile können als Stellglied verschiedene Funktionen in einer Heizanlage übernehmen. Sie können als Verteilventile für eine Mengenregelung oder als Mischer für eine Temperaturregelung eingesetzt werden. *Siehe hierzu Abb. 6.4-2 bis 6.4-4.*

Bei der Mischregelung fließt durch die Verbraucher eine konstante Wassermenge, deren Temperatur durch Mischung des warmen Kesselwassers mit dem kühleren Rücklaufwasser im Mischer auf die notwendige Temperatur gebracht wird.

Im Gegensatz dazu fließt bei der Verteilregelung durch die Verbraucher eine veränderbare Wassermenge, deren Temperatur stets der Vorlauftemperatur des Heiznetzes entspricht. Diese Verteilregelung wird in Heizkreisen eingesetzt, die gleichbleibend hohe Vorlauftemperaturen benötigen, z.B. Heizregister in lufttechnischen Anlagen.

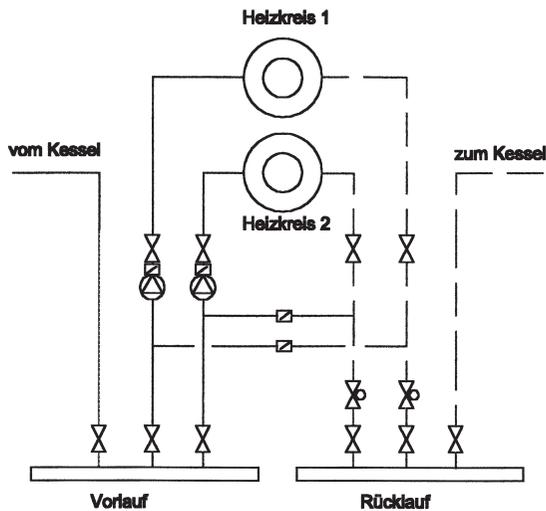


Abb. 6.4-1: Durchgangsventile zur Mischregelung von zwei Heizkreisen

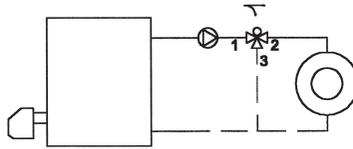


Abb. 6.4-2: Dreiwegestellglied als Verteiler für eine Mengenregelung der Teilströme 2 und 3

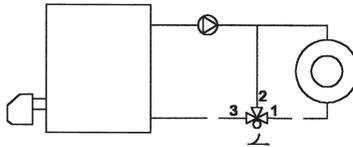


Abb. 6.4-3: Dreiwegestellglied als Mischer für eine Mengenregelung

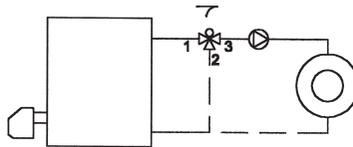


Abb. 6.4-4: Dreiwegestellglied als Mischer für eine Temperaturregelung

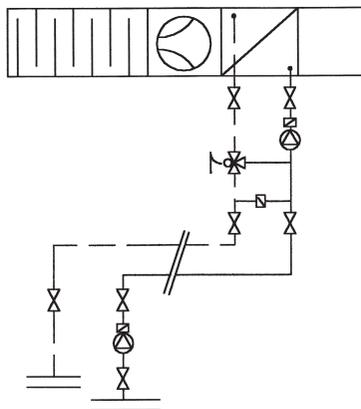


Abb. 6.4-5: Einspritzregelung zur Temperaturregelung mit variablen Teilströmen

6.5 Absperrrichtungen

Damit bei Arbeiten an einzelnen Anlagenabschnitten nicht die ganze Anlage entleert werden muß, sind Absperrrichtungen wie Schieber, Ventile, Kugelhähne oder Klappen installiert.

Da Absperrrichtungen nur selten bewegt werden, müssen sie mindestens einmal monatlich betätigt werden. Dabei sind sie auf Gängigkeit und Dichtheit zu prüfen.

6.6 Rückschlagklappen und -ventile

Rückschlagklappen oder -ventile verhindern die ungewollte Umkehrung der Fließrichtung in Rohrleitungen. Sie arbeiten selbsttätig und werden entweder durch Federbelastung oder Eigengewicht geschlossen.

6.7 Schmutzfänger

In Heizanlagen, in denen empfindliche Armaturen eingebaut sind, hat der Schmutzfänger die Aufgabe, Verunreinigungen, die durch das strömende Wasser in der Anlage gelöst und mitgeführt werden, abzufangen.

Schmutzfänger werden in Fließrichtung vor den zu schützenden Armaturen eingebaut. Ihre Fangkörbe enthalten Siebe, die möglichst mit Dampfstrahlgeräten in regelmäßigen Zeitabständen zu reinigen sind. Bei neu installierten oder reparierten Anlagen müssen Schmutzfänger nach der Inbetriebnahme in kürzeren Abständen kontrolliert und gereinigt werden.

6.8 Rohrleitungen, Wärmedämmung

Bei Rohrleitungen und Armaturen ist darauf zu achten, daß Undichtigkeiten aller Art möglichst sofort beseitigt werden.

Schadhafte Wärmedämmung ist sofort auszubessern, fehlende so schnell wie möglich nachzurüsten.

Hinweis: 1 m² fehlende Isolierung kann bis zu 60 l/a Mehrverbrauch an Heizöl verursachen.

6.9 Raumheizkörper

Man unterscheidet Gußradiatoren, Stahlradiatoren, Stahlplattenheizkörper und Konvektoren.

Für die einwandfreie Funktion der Heizkörper ist es wichtig, daß diese vollständig entlüftet sind. Ihre Wärmeabgabe in den Raum darf nicht durch starke Verschmutzung oder zu nahe stehendes Mobiliar oder Verkleidungen behindert werden. Ein Zeichen für mangelhafte Entlüftung ist ungleichmäßige Wärmeabgabe bzw. »Gluckern« im Heizkörper.

6.10 Heizkörperventile

Thermostatventile erfassen Sonneneinstrahlung, Personenwärme oder sonstige Fremdwärmequellen im Raum. Sie regeln die Wärmeabgabe des Heizkörpers durch Drosseln des den Heizkörper durchfließenden Heizwassers in Abhängigkeit von der gewünschten Raumtemperatur (siehe Abbildung 6.10-1).

Thermostatventile können nach oben auf die vorgeschriebene Raumtemperatur begrenzt werden.

Flüssigkeitsfühler mit hervorragender Hegecharakteristik, DIN 3841.

Großflächige Rundum-Temperaturaufnahme

MEMO-T-CLIP zur optischen Kontrolle der gewählten Einstellung.

Alle Sollwertbegrenzungen möglich

- auf höchsten Wert
- auf niedrigsten Wert
- nach oben und/oder unten begrenzbar
- auf einen Wert blockierbar

Werkseinstellung ruht auf 20° C Raumtemperatur bei Einstellung 3

Diebstahlsicherung, Montage einfach – Sicherung perfekt.

Heizmittelsrombegrenzung durch austauschbare Ventiloberteile mit k_v -Kegelelementen möglich – ohne Entleerung der Anlage.

Verwendbar für alle thermostatischen MNG-Ventilkörper ab Baujahr 1974 (auch für "mira"-Handregulerventile mit entsprechendem Austauschoberteil)

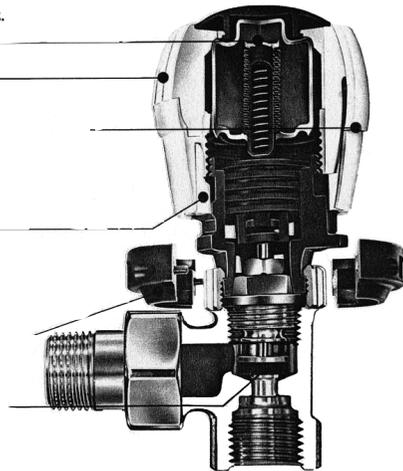


Abb. 6.10-1: Aufbau eines Thermostatventils

Der Fühler eines Thermostatventils kann durch äußere Einflüsse wie Wärmestau durch Vorhänge oder ähnliches in seiner Regelfunktion beeinträchtigt werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, ein Thermostatventil mit Fernfühler zu verwenden, dessen Fühler vom Ventil entfernt, die Fremdwärme objektiv erfassen kann und das Ventil über eine Kapillare steuert.

Bei hohen Pumpendrücken in den Leitungen können in Thermostatventilen Geräusche entstehen. Um dies zu vermeiden, wurden früher Überströmventile mit Umgehungsleitungen eingebaut. Durch den Einsatz drehzahl geregelter Pumpen hat sich dies zwischenzeitlich erübrigt.

Da Thermostatventile aufgrund ihrer Regelcharakteristik bei Kälteeinfall öffnen, sind diese beim Lüften von Räumen zu schließen.

6.11 Sicherheitsventile

Die sicherheitstechnische Ausrüstung von Warmwasserheizungen bei Vorlauftemperaturen bis 120°C wird in der DIN 4751 geregelt. Jeder Wärmeerzeuger einer geschlossenen Heizanlage muß danach mit einem bauteilgeprüften Sicherheitsventil ausgerüstet sein. Das Ventil muß bei Erreichen des höchstzulässigen Betriebsüberdrucks öffnen und durch Ablassen von Wasser bzw. Dampf einen weiteren Druckanstieg verhindern.

Da die Funktionsfähigkeit der Sicherheitsventile durch Korrosion beeinträchtigt sein kann, ist es notwendig, halbjährlich durch Anheben des Ventiltellers die Wirksamkeit zu prüfen.

6.12 Temperaturregler

Heizanlagen müssen aus Sicherheitsgründen gegen das Überschreiten der zulässigen Maximaltemperatur, z.B. 110 °C, abgesichert sein. Bei Anlagen nach DIN 4751 Teil 2 übernimmt ein Temperaturregler in Verbindung mit einem Sicherheitstemperaturbegrenzer diese Aufgabe. (*siehe hierzu Abschnitt 6.15*).

Temperaturregler sind Geräte, die die Temperatur konstant auf einem jeweils vorgegebenen Sollwert halten. Bei den in Heizkesseln eingebauten Zweipunkt-Temperaturreglern ist der Temperaturbereich von 95°C bis 35°C frei einstellbar. Erreicht das Kesselwasser die eingestellte Temperatur, wird die Feuerung abgeschaltet und bei Unterschreiten der Temperatur wieder

eingeschaltet. Die Schaltdifferenz ist bei den meisten Kesselthermostaten fest eingestellt. Sie beträgt etwa 6°C. Geringere Schaltdifferenzen führen zu häufigem Ein- und Ausschalten des Brenners und damit bei ölgefeuerten Anlagen zu einem größeren Rußanfall, bei Gasfeuerungen zu insgesamt längeren Vorbelüftungszeiten. Eine zu große Schaltdifferenz bewirkt eine starke Abkühlung der Heizanlage und damit unerwünschte Temperaturschwankungen in den beheizten Räumen.

Man überprüft den Temperaturregler, indem man seinen Abschaltpunkt mit der Temperatur des Kesselthermometers vergleicht. Die angezeigte Temperatur muß mit der eingestellten Temperatur des Reglers übereinstimmen.

6.13 Temperaturwächter

Temperaturwächter unterbrechen die Erwärmung des Kesselwassers bei Erreichen eines fest eingestellten Temperaturgrenzwertes und geben den Heizbetrieb erst nach wesentlichem Temperaturabfall selbsttätig wieder frei.

6.14 Temperaturbegrenzer

Temperaturbegrenzer unterbrechen und verriegeln die Wärmezufuhr bei Erreichen eines fest eingestellten Temperaturgrenzwertes. Ein Wiedereinschalten ist nur von Hand möglich.

6.15 Sicherheits-Temperaturbegrenzer

Sicherheits-Temperaturbegrenzer unterbrechen und verriegeln die Wärmezufuhr bei Erreichen eines fest eingestellten Temperaturgrenzwertes. Ein Wiedereinschalten ist nur mit Hilfe von Werkzeug möglich.

6.16 Wasserstandbegrenzer / Strömungswächter

Wasserstandbegrenzer unterbrechen und verriegeln bei Unterschreiten eines festgesetzten Wasserstandes die Beheizung.

Durch die Auftriebskraft eines Verdrängungskörpers (Schwimmer) wird ein elektrischer Kontakt geschlossen gehalten. Sinkt der Wasserspiegel ab, bewegt sich der Schwimmer nach unten, öffnet den elektrischen Kontakt bei

Unterschreiten der Mindestwasserfüllung und schaltet dadurch die Feuerung ab.

Wasserstandbegrenzer haben eine Prüftaste. Bei den regelmäßigen Kontrollen der Heizanlage ist durch Betätigen der Prüftaste eine Funktionsprüfung durchzuführen. Dabei muß sich die Feuerung abschalten und darf erst nach Entriegelung von Hand wieder in Betrieb gehen.

Strömungsschalter unterbrechen und verriegeln die Beheizung bei Unterschreiten eines Mindestwasserdurchflusses.

6.17 Meßgeräte

Zur Kontrolle und Verbesserung der Betriebsführung und zur Senkung der Betriebskosten ist eine Erfassung der Verbrauchswerte für Heizenergie notwendig. Bei größeren Heizzentralen wird auch der Stromverbrauch erfaßt. Dies wird durch den Einbau von Meßgeräten möglich.

Bei Fernwärme sind die Wärmemengenzähler des Fernwärmelieferers ausreichend. Bei der Versorgung mehrerer Gebäude aus dem eigenen Wärmenetz soll die Wärmeabnahme je Gebäude gemessen werden.

Der Ölverbrauch ist durch Tankinhaltsanzeiger oder durch Ölmengenzähler an den Brennern zu erfassen. Die Betriebszeiten von Brennern sind mit Betriebsstundenzählern für jede Brennerstufe zu messen. Brenner, die stufenlos (modulierend) geregelt werden, erhalten Brennstoffmengenzähler und Betriebsstundenzähler. So kann die Vollbenutzungszeit/Jahr errechnet und die Auslastung der Kesselanlage beurteilt werden (*siehe 8.3*).

6.18 Zugbegrenzer

Der Zugregler oder Zugbegrenzer führt dem Schornstein selbsttätig, je nach Unterdruck, Nebenluft zu, um ein Auskühlen des Kessels zu vermeiden. Er besteht aus einer Klappe, die in die Schornsteinwand oder in das Verbindungsrohr eingebaut wird. Diese Klappe mit verstellbarem Gegengewicht wird durch den Unterdruck im Schornstein so weit geöffnet, daß ein Druckausgleich entsteht.

Darüber hinaus gibt es die kombinierte Nebenluftvorrichtung. Dabei wird wie beim Zugregler die Pendelklappe auf den Brennerbetrieb eingestellt.

Diese Klappe wird bei Stillstand des Brenners durch einen Motor voll geöffnet. So ist sichergestellt, daß stets der notwendige Nebenluftquerschnitt freigehalten wird. Die Verbrennung wird nicht gestört, die Stillstandsverluste werden reduziert und der Schornstein trocknet während der Brennpause.

6.19 Rauchgasklappen

Rauchgasklappen sind in das Verbindungsrohr zwischen Kessel und Schornstein eingebaut und werden von einem Elektromotor angetrieben. Ein Endschalter am Motor verhindert das Anlaufen des Brenners bei geschlossener Klappe. Bei Ausfall des elektrischen Antriebs kann die Klappe von Hand geöffnet und durch eine Feststellschraube gehalten werden, so daß der Betrieb auch vor einer Reparatur weiter gewährleistet ist.

Bei Kesseln, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden, verhindern Rauchgasklappen die innere Auskühlung des Kessels bei Stillstand des Brenners. Im geschlossenen Zustand verhindern sie den Durchzug von Raumluft in den Schornstein.

6.20 Hydraulische Weiche

In modernen Heizanlagen erhalten Kessel eigene Umwälzpumpen, die gewährleisten, daß die erforderliche Rücklauftemperatur nicht unterschritten wird. Die nachgeschalteten Heizkreise entnehmen aus dem Kesselkreis nur soviel Wasser, wie zur Wärmeversorgung der angeschlossenen Räume notwendig ist. Dabei werden im Kesselkreis und in der Summe der Heizkreise unterschiedliche Wassermengen gebraucht.

Die hydraulische Weiche, ein senkrecht stehendes Rohr, das man in die Verbindungsleitungen zwischen den Kesseln sowie den Vorlaufverteiltern und Rücklaufsammlern einbaut, soll Probleme im hydraulischen System der Anlage vermeiden. Bei der Dimensionierung der hydraulischen Weiche ist darauf zu achten, daß Wassergeschwindigkeiten über 0,2 m/sec. vermieden werden. Sie gilt damit als »drucklos« oder hydraulisch neutral und schafft einen Ausgleich zwischen den Wasserströmen von Kesselkreis und Heizkreisen.

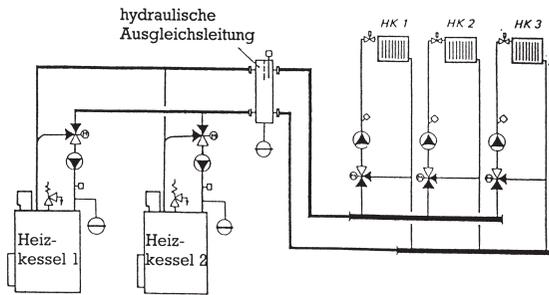


Abb. 6.20 - 1 Zweikesselanlage mit Rücklauftemperatur-Anhebung, Kesselkreispumpen im Primärkreis und hydraulischer Ausgleichsleitung

7. Regelanlagen

7.1 Allgemeines

Unter Regelung versteht man allgemein einen technischen Vorgang, bei dem physikalische Größen, wie Temperatur, Druck und andere, aufgrund einer fortlaufenden Messung auf einem vorgeschriebenen Wert gehalten werden.

In der Heizungstechnik handelt es sich dabei um die Raumlufttemperatur oder Hilfsgrößen, wie die Vorlauftemperatur oder die Kesseltemperatur. Trotz störender Einflüsse, wie Sonneneinstrahlung, Witterungsänderung oder Wärmeabgabe durch Menschen oder Maschinen und Beleuchtung muß sie möglichst genau geregelt werden. Dies ist mit einer selbsttätigen Temperaturregelung nahezu bedienungs- und wartungsfrei möglich.

Die einfachste Art der Temperaturregelung ist die Ein-Aus-Regelung (Zweipunktregelung). Die meisten Kesseltemperaturregelungen arbeiten nach diesem Prinzip. Nachteilig ist hierbei, daß die zu regelnde Größe (z.B. Kesseltemperatur) nicht genau auf dem Sollwert gehalten wird, sondern ständig zwischen Einschalt- und Ausschaltwert pendelt.

Zur Einhaltung der gewünschten Raumlufttemperatur gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Die einfachste Raumtemperaturregelung (s. Abschn. 6.10) erfolgt durch das Thermostatventil, das auch Sonneneinstrahlung, Personen-, Maschinen- und Beleuchtungswärme erfaßt. Bei Anlagen mit mehreren Heizkörpern werden die Vorlauftemperaturen gemäß Heizanlagenverordnung zusätzlich witterungsabhängig geregelt.

7.2 Analogregelung

Bei der Analogdarstellung wird eine physikalische Größe durch eine andere, z.B. die Temperatur durch die elektrische Spannung, dargestellt.

Die Ausstattung von größeren Gebäuden mit betriebstechnischen Anlagen ist verbunden mit Meß-, Steuerungs-, Überwachungs- und Regelungsaufgaben. Vor der Einführung der Mikroprozessoren und dem damit verbundenen Einsatz von Computersystemen wurden die Aufgaben durch elektrische bzw. elektromechanische Schaltungen in analoger Technik erledigt. Die Überwachung der Anlagen, Durchführung von Schalthandlungen und Eingriffe in den Betriebsablauf erfolgten dabei im wesentlichen vor Ort. Mit Zeitschaltuhren lassen sich bestimmte Betriebsabläufe vorher bestimmen.

Im analogen Regler erfolgt die Messung, Einstellung und Signalverarbeitung so, daß das Ergebnis mittels elektromechanischer Schaltkontakte ausgegeben wird. Im analogen Aufbau ist die Anzahl der Funktionen des Reglers begrenzt.

7.2.1 Raumtemperaturregelung mit Testraum

Die Temperatur eines geeigneten Raumes (*Testraum*, 7.2.4) wird auf der eingestellten Raumtemperatur gehalten. Der Temperaturfühler sollte an einer meßtechnisch günstigen Stelle montiert sein.

Die Raumtemperaturen aller an diesen Heizkreis angeschlossenen Räume richten sich nach der Auslegung der Heizflächen und nach dem augenblicklichen Wärmebedarf des Testraumes.

Steigt im Testraum die Temperatur, z.B. durch Sonneneinstrahlung, so verringert sich die Wärmezufuhr der Anlage (die Vorlauftemperatur sinkt automatisch) und die übrigen Räume werden kälter. Umgekehrt wird bei Auskühlung des Testraumes, z.B. durch langes Lüften, die Vorlauftemperatur automatisch erhöht und die angeschlossenen Räume werden wärmer als notwendig.

7.2.2 Einzelraumregelung

Der Einbau von Einzelraum-Temperaturregelungen, z.B. in Schulen, soll die Beheizung nicht nur den wechselnden Witterungsverhältnissen und der inneren Wärmelast anpassen, sondern auch die unterschiedlichen Nutzungsarten, die Nutzungsdauer und die unterschiedlichen Sollwerte der Raumtemperatur im Heizbetrieb berücksichtigen.

Die Regelung der Temperatur je Raum erfolgt automatisch. Der Raumtemperaturfühler ist an meßtechnisch günstiger Stelle angebracht und die Raumtemperatur-Istwerte werden direkt in die Regelung eingeben.

Die Vorlauftemperatur wird witterungsgeführt vorgeregelt.

Das Einschalten der Heizung erfolgt ferngesteuert oder über Anforderungstaster vor Ort.

7.2.3 Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung

Hier wird die Vorlauftemperatur durch einen an der Außenwand angebrachten Temperaturfühler geregelt. Wind- und Sonnenfühler können aufgeschaltet werden. Der Außentemperaturfühler ist bei nur einem Heizkreis an der Nordwand eines Hauses anzuordnen. Die Außentemperaturfühler verschiedener Regelgruppen sollen an dem für die jeweilige Regelgruppe repräsentativen Stelle angebracht werden. Dabei sind die Außentemperaturfühler vor Sonneneinstrahlung zu schützen. Hier ist besonders auf eine eventuelle Beschattung durch Laubbäume zu achten, die im Winter nicht gegeben ist.

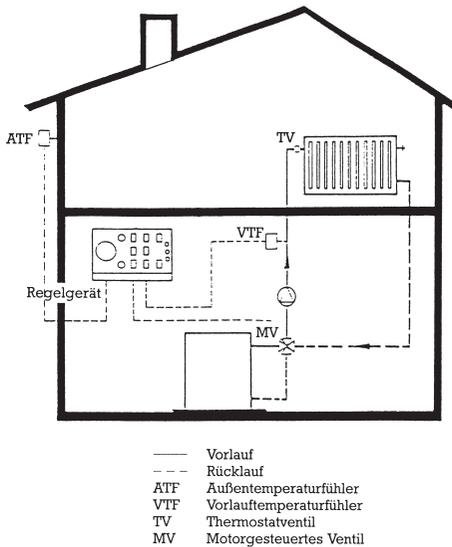


Abb. 7.2-1 Schema einer Heizungsanlage mit witterungsgeführter Vorlauftemperaturregelung

Die Zuordnung der Vorlauftemperatur zu einer bestimmten Außentemperatur erfolgt nach der am Regelgerät eingestellten Heizkurve.

Weicht der durch die eingestellte Heizkurve vorgegebene Sollwert für die Vorlauftemperatur von der gemessenen Vorlauftemperatur ab, so gibt das zentrale Regelgerät einen Stellbefehl an den Mischer (MV), um entweder eine Temperaturerhöhung oder -verminderung herbeizuführen.

Die Temperaturerhöhung oder -reduzierung erfolgt im gesamten Heizkreis. Fremdwärmeeinflüsse in den Räumen, wie Sonneneinstrahlung, Personenwärme etc. werden nicht erfaßt. Auch kann, wenn nutzungsbedingt erforderlich, die Raumtemperatur nicht abgesenkt werden. Deshalb sind Thermostatventile einzusetzen.

Sind Regelanlagen mit selbsttätiger Einstellung der Heizkurven (adaptive Heizkurvenauswahl) eingebaut, ist die sich einstellende Heizkurve regelmäßig zu überprüfen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Grundeinstellung der Regelanlage unter Beachtung der Bedienungsanleitung durch schrittweises Ändern (ca. 2 Tage) den örtlichen Bedingungen anzupassen. Die Heizkurve wird durch Parallelverschiebung und Veränderung der Steilheit so eingestellt, daß die zulässigen Raumtemperaturen (*Anhang 1*) bei allen Witterungsverhältnissen gleichmäßig eingehalten werden.

Zur Erreichung einer optimalen Einstellung wird empfohlen, die Änderungen und Resultate zu protokollieren (Raum-, Vorlauf- und Außentemperaturen, Kurve).

Beginn und Ende der Nachtabsenkung sind an den Zeitschaltuhren einzustellen. Der Einstellzeitpunkt ist der Gebäudeart (massiv, leicht) entsprechend zu wählen (früher, später).

Die Nachtabsenkung wird durch Reduzierung der Vorlauftemperatur erreicht.

Einstellungen der Regelanlagen sind notwendig

- nach Erstinbetriebnahme der Anlage,
- nach Änderungen am Gebäude (z.B. Wärmeschutz), der Installation (z.B. Heizkörper) oder der Nutzung (z.B. Zeiten).

7.2.4 Optimierungsanlagen

Die Entwicklung und Anwendung der Mikroprozessortechnik erlaubt es, alle Möglichkeiten der Energieeinsparung auszuschöpfen. Mit Mikroprozessoren ausgerüstete Optimierer dienen zur selbständigen Optimierung des Heizbetriebes in nicht durchgehend genutzten Gebäuden, wie z.B. Schulen, Verwaltungsgebäuden und anderen.

Während der Nutzungsdauer wird die Gebäudeheizung über den normalen Reglerbetrieb gesteuert.

In den Nutzungspausen wird die bisher fest eingestellte Dauer der Nachtabsenkung durch den Optimierer in Abhängigkeit von der Außentemperatur

und der Temperatur in einem Testraum verändert (= optimiert). Er läßt die Innentemperatur ohne weitere Energiezufuhr bis auf einen minimalen einstellbaren Wert von z.B. 10 °C absinken. In Abhängigkeit von der Innentemperatur und den anstehenden Außentemperaturen errechnet er sich selbsttätig nach der Nachtabsenkung die kürzeste Aufheizzeit und beginnt erst zum spätesten nötigen Zeitpunkt mit der Schnellaufheizung des Gebäudes. Soweit möglich, werden Pumpen und Wärmeerzeuger während der Absenkung völlig außer Betrieb genommen.

Die Eingabe von spezifischen Gebäudedaten ist nicht notwendig, da der Optimierer täglich kontrolliert, ob er die richtige Aufheizzeit hinsichtlich des Zeitpunktes und der Soll-Innentemperatur gewählt hat und sich danach selbsttätig korrigiert. So hat er nach einigen Tagen die gebäudeangepaßte Anheizkennlinie ermittelt.

Bei extremen Außentemperaturen, die unter den Auslegungsdaten der Anlage liegen, wird das Optimierungsprogramm automatisch unterdrückt, damit eine Wiederaufheizung des Gebäudes mit der verfügbaren Heizleistung gesichert ist. Die Wiederaufheizzeit ist abhängig von der Speicherfähigkeit des Gebäudes und der maximal zur Verfügung stehenden Heizleistung. Bei Fernwärmeversorgung mit gleitend gefahrenen Netzen kann es daher zu Schwierigkeiten bei der Wiederaufheizung kommen.

Auch die Wochenend- und Ferienzeiten lassen sich eingeben, so daß mit einer guten Optimierungsanlage die regeltechnisch bestmöglichen Energieeinsparungen erzielt werden können.

Wichtig für die reibungslose Funktion der Optimierungsanlage ist neben der Wahl des richtigen Testraumes besonders ein diszipliniertes Nutzerverhalten im Testraum. Der Temperaturfühler sollte im heizungstechnisch ungünstigsten Raum des Gebäudes untergebracht werden. Die Benutzer dieses Raumes sind genau zu informieren über:

- voll geöffnete Stellung der Heizkörperventile
- richtiges Lüftungsverhalten (nur Stoßlüftung)
- Unzulässigkeit elektrischer Zusatzheizungen
- Notwendigkeit geschlossener Raamtüren
- Raumtemperaturfühler muß ungehindert messen können.

Folgende Eingabewerte sind für die Einstellung der Anlage von Bedeutung:

- zulässige Raumtemperatur während der Nutzung
- zulässige Raumtemperatur bei Nutzungsende (z.B. 20°C)
- Mindesttemperatur während des abgesenkten Betriebes (z.B. 12°C)

- Nutzungszeiten, ggf. Sondernutzung (z.B. Abendveranstaltungen)
- Wochentag und Uhrzeit.

Um die Funktion der Anlage zu prüfen, sind folgende Kontrollen vorzunehmen:

- Abfrage des letzten Einschaltzeitpunktes
- aktueller Betriebszustand
- aktuelle Außen- und Raumtemperatur (Kontrollmessung)
- aktueller Wochentag und Uhrzeit.

Bei Funktionsausfall schalten die Optimierungsanlagen automatisch auf Tagbetrieb um. Wird die zulässige Raumtemperatur deutlich verspätet erreicht, ist eine Funktionskontrolle durchzuführen und das Nutzerverhalten im Testraum zu überprüfen. Bei wiederholter Fehlfunktion sind Fachleute hinzuzuziehen und ggf. schreibende Meßgeräte einzusetzen.

Anfangs empfiehlt sich eine häufigere Kontrolle.

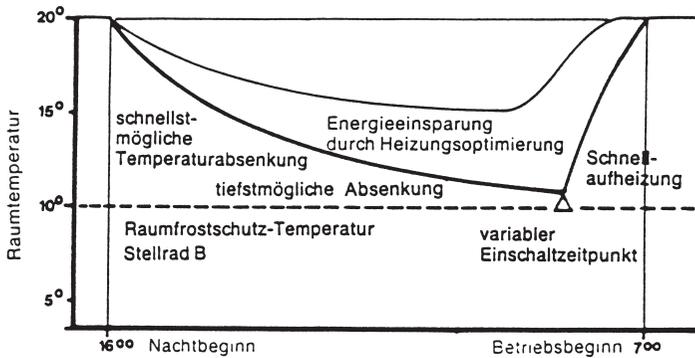


Abb. 7.2-2 Temperaturverlauf beim Optimierungsvorgang

7.2.5 Betrieb

Jedes Gebäude benötigt in Abhängigkeit von seiner baulichen Beschaffenheit und von der Auslegung der Heizflächen bei einer bestimmten Außentemperatur eine zugeordnete Vorlauftemperatur. Die Anpassung der Vorlauftemperatur ist durch die Einstellung der geeigneten Heizkurve am Regelgerät möglich. Die Heizkurve stellt den Zusammenhang zwischen Außentemperatur und der jeweils notwendigen Vorlauftemperatur dar. Sie ist an jedem zentralen Regelgerät individuell für den zugehörigen Regelkreis einstellbar.

Nach Abgleich der Wasservolumenströme (hydraulischer Abgleich) und einer ersten Einregulierung (Grundeinstellung) durch den Anlagenerbauer soll der Betreiber der Anlage darauf achten, daß der Anlagenerbauer die vorgeschriebene endgültige Einstellung der Anlage in der ersten Heizperiode nach Fertigstellung auch tatsächlich vornimmt.

Die Heizkurve wird durch einen witterungsabhängigen Wert - Verhältnis Vorlauftemperatur zur Außentemperatur (Steilheit) - und durch Verschieben der Heizkurve (Parallelverschiebung) eingestellt.

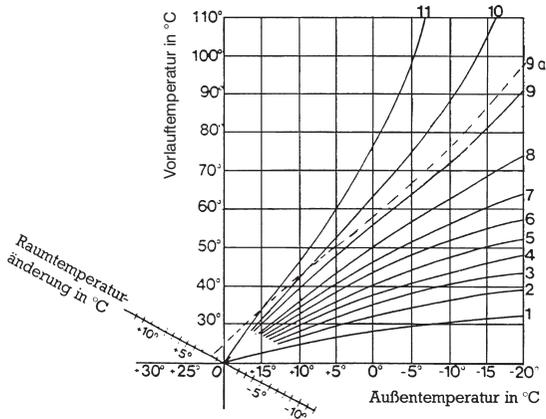


Abb. 7.2-3 Heizkurven

In Abb. 7.2-3 sind in einem Diagramm über der Außentemperatur Heizkurven mit 11 verschiedenen Steilheiten aufgetragen, so daß zu einer bestimmten Außentemperatur 11 verschiedene Vorlauftemperaturen gewählt werden könnten.

In einem gut gedämmten Gebäude mit einer Temperaturspreizung 70/50°C kann z.B. die flach ansteigende Heizkurve 8 geeignet sein, die bei einer Außentemperatur von - 5°C eine Vorlauftemperatur von ca. 55°C einstellen würde.

Für ein Gebäude mit größerem Wärmebedarf und knapp ausgelegten Heizflächen muß eine steilere Heizkurve, z.B. 9, gewählt werden. Dadurch stellt sich bei einer Außentemperatur von - 5 °C eine Vorlauftemperatur von ca. 63°C ein.

Neben der Steilheit kann auch die Parallelverschiebung frei gewählt werden. Die Parallelverschiebung bewirkt, unabhängig von der Außentemperatur, eine Anhebung oder Senkung der Vorlauftemperatur.

In Abb. 7.2-3 wird z.B. die Heizkurve 9a durch eine zusätzliche Parallelverschiebung der Heizkurve 9 um ca. + 6°C nach oben eingestellt. Der erhöhte Wärmebedarf durch z.B. starken Wind kann dadurch ausgeglichen werden.

Eine Erhöhung oder Senkung der Vorlauftemperatur um 3 bis 5°C bewirkt eine Änderung der Raumtemperatur um ca. 1°C.

Bei Störungen an der Regelanlage ist vorübergehend auf Handbetrieb umzuschalten und die Störungsbeseitigung zu veranlassen.

Feststellung	Maßnahme
1. In den Räumen ist es bei jeder Außentemperatur zu kalt.	Heizkurve parallel nach oben verschieben.
2. Bei jeder Außentemperatur ist es in den Räumen zu warm.	Heizkurve parallel nach unten verschieben.
3. Nur bei verhältnismäßig warmer Witterung ist es zu kalt (Übergangszeit).	Steilheit der Heizkurve etwas senken und dann die Heizkurve parallelnach oben verschieben.
4. Nur in der Übergangszeit ist es zu warm.	Steilheit der Heizkurve erhöhen und dann die Heizkurve parallel nach unten verschieben.
5. Nur bei tiefen Außentemperaturen ist es zu kalt	Steilheit der Heizkurve etwas erhöhen.
6. Nur bei tiefen Außentemperaturen ist es zu warm	Steilheit der Heizkurve etwas senken.

Nach einem Eingriff in die zentrale Vorlauftemperaturregelung kann es 1 bis 3 Tage dauern, bis die neuen Raumtemperaturen endgültig erreicht werden.

Grundsätzlich soll bei Neueinstellung immer nur ein Einstellwert geändert werden. Die Änderung soll mit kleinen Schritten beginnen. An die richtige Einstellung muß man sich nach und nach herantasten. Vor und nach jedem Eingriff soll die Raumtemperatur in Testräumen, Vorlauf- und Außentemperatur zu gleichbleibenden Zeiten gemessen und protokolliert werden. Unüberlegtes »Spielen« an den Regelgeräten führt meist zu berechtigten Protesten der Nutzer.

Die Nachtabsenkung sollte so eingestellt werden, daß sich eine Raumtemperatur von ca. 12°C einstellt. Dies entspricht einer Vorlauftemperaturabsenkung von ca. 20°C.

7.3 Digitale Regelung

7.3.1 Allgemeines

Bei der digitalen Regelung oder DDC-Regelung (Direct Digital Control = direkte digitale Regelung) erfolgt die Verarbeitung der Regelaufgaben auf Mikroprozessorbasis. Dabei wird ein Regelverfahren zunächst in Form einer mathematischen Gleichung gebracht und dann mit Hilfe eines Mikrocomputers abgearbeitet. Dies geschieht durch Einsatz entsprechender Software.

Das Kernstück ist der Mikroprozessor, der die Zentraleinheit (CPU = central processing unit) bildet und die im Programm formulierten Befehle verarbeitet. Im Programmspeicher sind die Befehle abgespeichert, entweder fest vom Hersteller eingepreßt (ROM = read only memory) oder vom Anwender selbst programmierbar (PROM = programable ROM). Im Arbeitsspeicher werden Zwischenergebnisse gespeichert. Es handelt sich um Schreib-Lese-Speicher (RAM = random access memory).

Da ein DDC-Regler eine Vielzahl mathematischer Gleichungen abarbeiten kann, ist er im Gegensatz zu einem Analogregler in der Lage, eine Vielzahl von Regelkreisen zu regeln. Er ist dabei nur begrenzt durch seine Speicherkapazität und durch die Arbeitsgeschwindigkeit bzw. Taktfrequenz seines Mikroprozessors.

Die in der Analogtechnik notwendige Vielzahl von Bauelementen für die Logik wird in der DDC-Technik durch einen einzigen Mikrocomputer ersetzt. Die im Schaltschrank untergebrachten Leistungsschütze für die Steuerung der einzelnen Motoren sind jedoch auch bei der digitalen Regelung weiterhin erforderlich. Durch die freie Programmier- und/oder Parametrierbarkeit von Steuerungs- und Regelabläufen (SPS) und durch den Wegfall von zeitaufwendigen Umklemarbeiten ist eine Änderung einer Regelfunktion relativ schnell und einfach erreichbar. Die DDC-Technik ermöglicht bei Kompatibilität der Systeme eine direkte digitale Einbindung in übergeordnete zentrale Leitsysteme und dies über eine einzige ein-, zwei- oder vieradrige Verbindungsleitung, aber auch per Modembetrieb über große Entfernungen.

7.3.2 Vorteile der DDC-Technik

- Minimierung von Schaltschrankbauteilen, z.B. durch Wegfall von Zeitrelais, Schaltuhren usw. im Logikteil
- leichte Änderung von Regelungs- und Steuerungsabläufen
- verbesserte Regelgüte, insbesondere bei komplexen Regelungsaufgaben, infolge der besseren mathematischen Abbildung physikalischer Prozesse
- verbesserte Anlagen- und Energieoptimierung durch Selbstabgleichung
- direkte Verknüpfbarkeit mit Steuerfunktionen und Zeitplansteuerungen
- Kommunikationsfähigkeit als integrierter Bestandteil von Gebäudesystemen, wenn Kompatibilität vorhanden
- stufenweiser, modularer Ausbau von der selbständigen DDC-Kleinanlage bis zur übergeordneten Gebäudeleittechnik im weitesten Sinne ist auch noch nachträglich möglich
- Protokollierung von Meßwerten (Trendaufzeichnung)

7.3.3 Gebäudeleittechnik (GLT)

7.3.3.1 Allgemeines

Die Ausstattung größerer Gebäude und Liegenschaften mit weitläufigen und komplizierten haus- und betriebstechnischen Anlagen (Versorgungs-, Sicherheits- und Kommunikationseinrichtungen) steigt laufend und erfordert im Bereich hoch technisierter Liegenschaften bereits die Hälfte der Baukosten. Das Bedienen und Betreiben dieser komplexen Anlagen stellt sehr hohe Anforderungen an das verantwortliche Personal. In vielen Fällen sind diese Systeme mit ihren Wechselbeziehungen auch kaum mehr überschaubar, so daß erhöhte Betriebskosten die Folge sind. Die Lösung dieses Problems bietet die Gebäudeleittechnik.

7.3.3.2 Aufbau der GLT

Der Zugriff auf die Betriebstechnischen Anlagen (BTA) erfolgt über die Ein- und Ausgabegeräte, die zentral in der Leitzentrale (LZ) und/oder dezentral, z.B. in Werkstattbereichen, aufgestellt sind. Die Verwaltung der Regelaufgaben, der Einsatz übergeordneter Automationsprogramme sowie die Kommunikationssteuerung erfolgt in der LZ. Die Endgeräte auf der untersten Ebene der Leittechnik sind in den Unterstationen (US).

Zwischen Leitrechner und Endgeräten können weitere Verarbeitungsebenen in Form von Zwischenrechnern in Unterzentralen (UZ) eingeschoben sein. Die Notwendigkeit für solche Zwischenrechner ist firmenspezifisch und auch abhängig von der GLT-Organisation. Der Nachrichtenaustausch zwischen UZ und LZ erfolgt über ein Netz aus Bus- oder Ringleitung, seltener aus einer direkten sternförmigen Verkabelung.

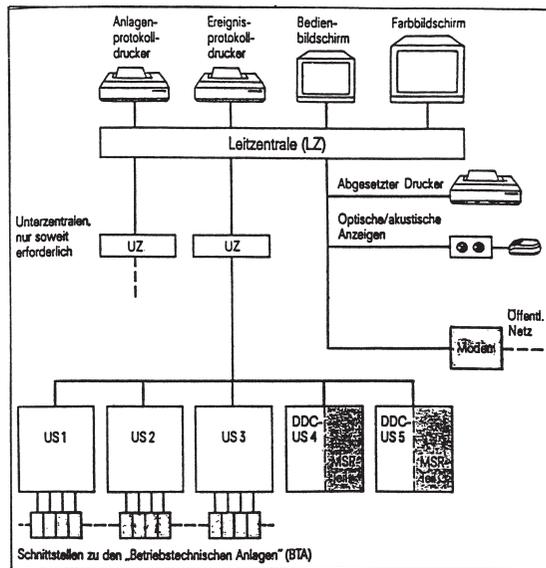


Abb. 7.3-3: Schematischer Systemaufbau einer GLT

7.3.3.3 Aufgaben

Die Aufgaben einer Leitzentrale in einem Gebäudeleittechniksystem sind:

- Wahrnehmung aller über den Bereich einer Unterstation hinausgehenden Managerfunktion, wie z.B. Sammlung erforderlicher Informationen bzw. Prozeßdaten durch Datenaustausch mit den einzelnen Unterstationen oder Abarbeitung von Überwachungs-, Führungs- und Optimierungsprogrammen
- Unterstützung des Betreibers bei liegenschaftsbezogenem Energiemanagement-Problemen sowie bei Überwachungsaufgaben
- Überwachung von Betriebswerten, Grenzwerten, Prüffristen, ...
- Reaktionsauslösung durch Alarmierung oder Signalisierung von Grenzwertverletzungen
- Protokollierung von Betriebszuständen, Verbräuchen, Betriebsstunden,
- Höchstlastbegrenzung bei leitungsgebundener Energieversorgung (E_{\max}) oder durch Abstimmung zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher
- graphische Darstellung von Trendkurven oder von Anlagenschemata mit Prozeßinformationen zum Bedienen der Anlagen

Die Aufgaben der in einem Gebäudeleittechniksystem voll integrierten Unterstationen sind:

- sammeln aller Informationen aus den Schaltschränken der haus- und betriebstechnischen Anlagen (messen und zählen)
- verarbeiten dieser Informationen nach vorgegebener Anweisung (überwachen, melden, steuern, regeln)
- kommunizieren in adernsparender Verbindung mit der Leitzentrale oder untereinander

Die Unterstationen sind funktioneller Bestandteil sowohl der haus- und betriebstechnischen Anlagen als auch der Gebäudeleittechnik. Sie übernehmen zusätzlich zur Überwachung die komplette Steuerung und Regelung der haus- und betriebstechnischen Anlagen.

7.3.3.4 Vorteile

Die Energiekosten können ohne Komforteinbuße minimiert werden, durch:

- programmierte Managementfunktionen (z.B. Emax)
- Vergleich realer Betriebszustände mit historischen Daten und entsprechendem Eingriff in die Steuerung und Regelung (selbstabgleichen, optimieren, anpassen an geänderte Bedürfnisse)
- genauere Steuer- und Regelbarkeit.

Die Betriebsführungskosten können ohne großes Risiko minimiert werden, durch:

- eine erleichterte Betriebsführung aufgrund verbesserter Betriebstransparenz mit verbessertem Bedienkomfort
- eine erhöhte Anlagenverfügbarkeit; insbesondere durch eine von der Betriebsstundenzahl abhängige Wartung und durch die gezielte Reaktion bei Störungen
- Früherkennung von Schäden
- Senkung von Wartungs- und Instandhaltungskosten
- effizienteren Personaleinsatz.

7.3.4 Firmenneutrales Datenübertragungssystem (FND)

Grund für die Entwicklung des FND waren die Probleme und Abhängigkeiten bei der Kopplung von GLT-Systemen unterschiedlicher Hersteller und deren Zusammenführung auf eine gemeinsame Leitzentrale. Aufgrund der Normierung in Form der DIN V 32735 und EN V 1805/2 kann FND in Ausschreibungen als Protokoll gefordert werden. Zum Lieferumfang der einzelnen Gewerke gehören FND-Schnittstellenadapter, die vor Ort an eine Unterstation, den sog. Gebäude-Automations-Knoten (GA-Knoten) angeschlossen werden. Für alle FND-Datenpunkte gibt es keine herstellerspezifische Abhängigkeit mehr, so daß bei einer Heizungssanierung die neue Regelung problemlos aufgeschaltet werden kann. Die Datenpunkt-Typen basieren auf den in der Richtlinie VDI 3814 definierten Grundfunktionen

- Melden → Meldepunkt
- Schalten → Schaltpunkt mit Rückmeldung
- Messen → Meßpunkt
- Stellen → Stellpunkt
- Zählen → Zählpunkt.

Der wesentliche Vorteil des FND liegt in der Herstellerunabhängigkeit für alle Komponenten des Gesamtsystems. Durch den Einsatz von Standardschnittstellen für Hard- und Software ist eine übergreifende, firmenneutrale Verknüpfung von Datenpunkten und damit ein modularer Aufbau möglich. Zwischenzeitlich gibt es auch noch andere Datenbussysteme.

8. Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs bei Heizanlagen

8.1 Heiz- und Wassererwärmungsanlagen

Betriebliche Maßnahmen

- Überprüfung der Zeitschaltuhren, auch in Bezug auf Sommer-/Winterzeit
- Ständige Verbrauchskontrollen (Soll/Ist-Vergleich).
- Überwachung der Gebäude auf Einhaltung der vorgegebenen Raumtemperaturen (Werte siehe 8.4).
- Anpassen der Regelkurven an die Gebäudephysik.
- Thermostatventile auf die vorgegebene Raumtemperatur begrenzen; Einstellung in Abständen überprüfen.
- Nutzungsgerechte Einstellung und Überwachung der zentralen Regelanlagen (Nacht-, Wochenendabsenkung oder Abschaltung/Absenkung bis 2 h vor Nutzungsende je nach Gebäudeart)
- Die Zeiten der Nachtabsenkung/-abschaltung sind den Gebäudenutzungszeiten anzupassen und zu optimieren.
- In Übergangszeiten bzw. bei Außentemperaturen von über 10°C empfiehlt sich ein Abschalten der Heizungsanlage außerhalb der Gebäudenutzungszeiten.
- Während der Übergangszeiten nur kurzzeitiger Heizbetrieb.
- Außerbetriebnahme der Heizungsanlagen bei Nutzungspausen unter Beachtung der Frostsicherung (z.B. Schulgebäude während der Ferien).
- Beginn und Ende der Heizperiode witterungs- und gebäudeabhängig festlegen und überwachen.
- Abschalten bzw. Einschränken der Beheizung in untergeordneten bzw. nicht genutzten Räumen.
- Bei Mehrkesselanlagen nur die erforderliche Wärmeerzeugerleistung bzw. Anzahl der Kessel betreiben (Vermeidung von Betriebsbereitschaftsverlusten). Nicht benötigte Kessel sind wasserseitig abzusperrern.
- Abschalten der Umwälzpumpen während der Abschaltbetriebses.
- Fenster und Türen, die nach außen bzw. zu nicht beheizten Bereichen führen, während des Heizbetriebes geschlossen halten.
- Für die sogenannte Stoßlüftung sind die Fenster nur kurzzeitig (bis ca. 10 Minuten) und möglichst ganz zu öffnen. Heizkörperventile während der Stoßlüftung schließen.
- Heizkörper nicht durch Möbel, Vorhänge oder ähnliches zustellen.
- Hydraulischer Abgleich der Wärmeverteilungsnetze und falls technisch möglich auch an den Heizkörpern.

Bei den folgenden Maßnahmen sind auch die DVGW-Richtlinien zu beachten:

- Abschalten der Wassererwärmungsanlagen bei längeren Betriebspausen während der Ferien bzw. an Wochenenden.
- Außerbetriebnahme der Warmwasserzirkulation außerhalb der Nutzungszeiten.
- Stilllegen nicht benötigter Zapfstellen für Warmwasser.
- Anpassung der Speicherkapazität an den tatsächlichen Verbrauch durch Außerbetriebnehmen nicht benötigter Speicher.

Technische Maßnahmen:

- Einbau von Meßeinrichtungen zur Überwachung des Energieverbrauchs (Betriebsstundenzähler, Abgastemperaturmessung u.a.).
- Einbau von Einrichtungen zur Verringerung der Betriebsbereitschaftsverluste der Wärmeerzeuger (wasser- und rauchgasseitig absperrten).
- Anpassung der Wärmeerzeugerleistung an den jeweiligen Wärmebedarf des Gebäudes und für Warmwasserbereitung (Kesselgröße, Anzahl der Kessel, Sommerkessel, stufige oder modulierende Brenner)
- Erneuerung unwirtschaftlicher Kesselanlagen (Einbau verlustarmer Kessel, Brennwertkessel oder Einbau von WRG-Anlagen).
- Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen in die Abgasführung.
- Umstellung bzw. Änderung der Versorgungsart (z.B. Fernwärme, Erdgas regenerative Energien).
- Nachrüsten von besonderen Wärmegegewinnungsanlagen (z.B. Wärmepumpen).
- Verbesserung der Wärmedämmung von Wärmeerzeugern, Heizungs- und Warmwasserrohrleitungen sowie von Apparaten und Armaturen.
- Umstellen niederdruckdampfversorgter Anlagen auf Pumpenwarmwasser-Heizungssysteme.
- Entkoppelung von Heizungs- und Wirtschaftswärme (z.B. Küche, Wäschereien).
- Thermostatventile mit einstellbarer oberer Begrenzung einsetzen.
- Schaffen zusätzlicher, nach der Gebäudenutzung und Himmelsrichtungen orientierter Heizkreise einschl. Regelkreise.
- Ersatz veralteter Regelanlagen durch DDC/GLT-Regelanlagen.
- Einbau von Einzelraumtemperaturregelungen (fernsteuerbare Einzelraumregelanlagen, Thermostatventile).

8.2 Verbrauchserfassung

Zur Beurteilung und Überwachung des Betriebsverhaltens der technischen Anlagen ist die Kenntnis der Gesamtverbräuche des Gebäudes an Energie und Wasser wichtig. Es ist deshalb notwendig, die Verbräuche zu erfassen und auszuwerten.

Die nachfolgende Tabelle enthält übliche Liefereinheiten und Heizwerte verschiedener Energiearten:

	Energieart	Liefereinheit	Heizwert (H_u) ca.
EL	= Heizöl EL	l	10,00 kWh/l
S	= schweres Heizöl	kg	10,90 kWh/kg
EG _L	= Erdgas	m ³	8,10 kWh/Nm ³
EG _H	= Erdgas	m ³	10,20 kWh/Nm ³
SG	= Stadtgas	m ³	4,05 kWh/Nm ³
FG	= Flüssiggas (Butan, Propan)	kg	13,00 kWh/kg
FD	= Ferndampf (1,5 bar / 110°C)	kg	0,70 kWh/kg
FH	= Fernheizwasser (st = 40°C)	m ³	46,50 kWh/m ³
E	= Heizstrom	kWh	1,00 kWh/kWh
K	= Koks	kg	8,00 kWh/kg
B	= Braunkohle	kg	2,50 kWh/kg
ST	= Steinkohle	kg	9,00 kWh/kg
H	= Holz	kg	3,00 kWh/kg

Bei Einsatz von Brennwerttechnik ist der Brennwert H_o) maßgebend (siehe EVA 92).

Die Erfassung der Verbrauchswerte muß in regelmäßigen Zeitabständen (täglich, wöchentlich, monatlich) erfolgen.

Zur Verbrauchskontrolle sind neben den Verbrauchswerten auch andere Angaben wichtig wie

- Liefermengen
- Betriebsstunden
- Zeitpunkte von In- und Außerbetriebnahmen
- Störungen
- Maßnahmen der Instandhaltung
- Ergebnisse von Temperaturmessungen
- Änderungen von Regler- und Einstellwerten.

Die Angaben sind schriftlich, möglichst auf Erfassungsbögen, festzuhalten (siehe EVA 92 und EMIS).

8.3 Verbrauchskontrolle

Die aufgezeichneten Werte sind mit Richtwerten zu vergleichen.

Richtwerte können sein

- berechnete Verbrauchswerte
- frühere Verbrauchswerte
- Sollvorgaben.

Um ein Abweichen der Verbrauchswerte frühzeitig zu erkennen, sollte eine überschlägige Kontrolle der Verbrauchswerte laufend erfolgen.

Weichen die Verbrauchswerte deutlich von den Richtwerten ab, sind Anlagen, Betrieb und ggf. Vorgaben zu überprüfen. Eine genaue Auswertung ist jährlich durchzuführen.

Beispiel 1:

$$\text{Jahresverbrauch: } 50.000 \text{ l Heizöl} = 500.000 \text{ kWh}$$

$$\text{Kesselnennleistung} = 300 \text{ kW,}$$

$$\text{Kesselwirkungsgrad} = 90 \%$$

$$\text{Brennstoffdurchsatz} = 33,33 \text{ l/h}$$

$$\text{Jahresvollbenutzungsstunden} = \frac{50.000 \text{ l} \cdot \text{h}}{33,33 \text{ l}} = 1.500 \text{ h}$$

Beispiel 2:

Stufe 1: Durchsatz	=	20 l/h		
Wirkungsgrad	=	94 %		
Stufe 2: Durchsatz	=	33,33 l/h		
Wirkungsgrad	=	90 %		
Laufzeit Stufe 1	=	1.995 Betriebsstunden	=	39.890 l/a
Laufzeit Stufe 2	=	250 Betriebsstunden	=	8.330 l/a

Betriebszeit des Kessels	=	2.245 Betriebsstunden /a	=	48.220 l/a
--------------------------	---	--------------------------	---	------------

Der Vergleich der beiden Beispiele zeigt, daß beim ersten Beispiel, hier wurde ein einstufiger Brenner angenommen, zwar ein zufriedenstellender Wert zu verzeichnen ist, ein besserer Wert jedoch beim zweiten Beispiel durch reine Verlängerung der Betriebszeit und damit eine Verringerung der Stillstandsverluste durch den Einsatz eines zweistufigen Brenners, bei dem die erste Stufe ca. 60 % der notwendigen Kesselleistung deckt, erreicht wird. Durch den günstigeren Wirkungsgrad der 1. Stufe kann eine Einsparung von etwa 3,7 % erzielt werden.

In der folgenden Tabelle sind die Laufzeiten der Kessel eines Bürogebäudes bewertet.

Weniger als 1.000 h/a	-	schlecht, es muß Abhilfe geschaffen werden
1.000 h/a bis 1.500 h/a	-	mangelhaft bis ausreichend, es sind geeignete Mittel zu suchen, die Brennerlaufzeiten zu erhöhen, z.B. Zweistufenbetrieb, Betrieb mit modulierendem Brenner, Reduzierung des Brennstoffdurchsatzes je Stufe
1.500 h/a bis 2.000 h/a	-	zufriedenstellend bis gut
Mehr als 2.000 h/a	-	sehr gute Auslastung.

8.4 Zulässige Raumtemperaturen

Die nachfolgend festgelegten Raumtemperaturen gelten nur während der Nutzungszeit der Gebäude und bei Heizbetrieb. Sie beruhen auf Erfahrungen, die in verschiedenen Verwaltungen vorliegen und wurden mit dem Bundesgesundheitsamt abgestimmt.

Außerhalb der Nutzungszeiten, d.h. nachts und an Wochenenden, sind die Heizungsanlagen so stark zu drosseln bzw. durch Optimierungsanlagen oder fernsteuerbare Einzelraumregleinrichtungen abzuschalten, daß ein geringstmöglicher Energieverbrauch bei rechtzeitiger Wiederaufheizung sichergestellt wird.

Verwaltungsgebäude

Bürräume	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn	19°C
Flure und Treppenhäuser ¹	
- üblicherweise	12°C
- bei zeitweiligem Aufenthalt ⁸⁾	15°C
Toiletten ¹	15°C
Nebenräume ¹	15°C
Sitzungssäle	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn	19°C

Schulen/Hochschulen/Universitäten

Unterrichtsräume/Hörsäle	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn ²	17-19°C
Turnhallen ³	17°C
Umkleideräume	22-24°C
Wasch- und Duschräume	22°C
Gymnastikräume ⁴	17°C
medizinische Untersuchungsräume	24°C
Werkräume (z.B. Handwerken)	18°C
Werkstätten	17°C
Lehrküchen mit Unterricht (bei Nutzungsbeginn)	18°C
Lehrschwimmhallen (2°C über Wassertemp. jedoch höchstens 30°C)	
Aulen	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn ²	17-19°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Jugendheime, -tagesstätten

Aufenthaltsräume	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn	19°C
Schlafräume	15°C

Wasch- und Duschräume	22-24°C
Küchen bei Nutzungsbeginn.....	18°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Kinderheime, -tagesstätten

Aufenthaltsräume	20°C
Ruhe- und Schlafräume	
- während der Nutzung	18°C
- bei Nutzungsbeginn	15°C
Wasch- und Duschräume	22-24°C
Küchen bei Nutzungsbeginn.....	18°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Säuglingsheime, -tagesstätten

Aufenthaltsräume (z.B. Wickelräume).....	21-22°C
Schlafräume	20-21°C
Küchen bei Nutzungsbeginn.....	18°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Altenheime, -tagesstätten, Pflegeheime

Aufenthalts- und Wohnräume	22°C
Schlafräume	20°C
Flure und Treppenhäuser	15°C
Toilettenräume	18°C
Wasch- und Duschräume	24°C
Zentralküchen bei Nutzungsbeginn	18°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Büchereien

Leseräume, Handbüchereien	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn	19°C
Büchermagazin	15°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Feuerwachen/Fuhrparks

Fahrzeughallen	5 °C
Aufenthaltsräume	20°C
Ruheräume	20°C
Unterrichtsräume	
- während der Nutzung	20°C
- bei Nutzungsbeginn ²	17-19°C

Wasch- und Duschräume	22°C
Werkstätten	17°C
Nebenräume	10°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Museen

Ausstellungsräume ⁷	18°C
Werkstätten	17°C
allgemeine Nebenräume (z.B. Abstellräume)	10°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Theater/Stadthallen

Zuschauerraum (bei Nutzungsbeginn)	20°C
Künstlergarderobe.....	22°C
Foyer	18°C
Wasch- und Duschräume	22-24°C
Werkstätten	
- bei überwiegend schwerer körperlicher Tätigkeit	12°C
- bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit	17°C
- bei überwiegend sitzender Tätigkeit	19-20°C
Probenräume.....	20°C
Nebenräume/Magazine.....	10°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Krankenhäuser

Es gelten die Mindestsolltemperaturen der DIN 1946, Teil 4, Tabelle 2.

In Ergänzung sind folgende Temperaturen einzuhalten:

Bettzimmer, Tagesräume u. zugeordnete Flure	22°C
Treppenhäuser u. sonstige Flure	20°C
Aufenthalts-, Dienst- und Laborräume	20°C
Behandlungs- und Untersuchungsräume.....	24°C
Stationsbäder	24°C
Wasch- und Toilettenräume.....	22°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Sportstätten, Sporthallen

Hallen ⁴	15°C
Umkleieräume	22°C
Wasch- und Duschräume	22°C
Gymnastikräume (s. Vw.-Gebäude)	17°C
Aufsichtsräume/Erste-Hilfe-Räume	17°C

Flure und Treppenhäuser	12°C
Nebenräume (z.B. Geräteräume)	10°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Hallenbäder (allgemeiner Nutzung) ⁵

Schwimmbädern (über Wassertemperatur)	2°C
Umkleieräume	24°C
Wasch- und Duschräume	27°C
Toilettenräume	20°C
Eingangshallen/Flure	18°C
sonstige Räume (siehe Vw.-Gebäude)	

Werkstätten/Bauhöfe

Arbeitsräume	
- bei überwiegend schwerer körperlicher Tätigkeit	12°C
- bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit	17°C
- bei überwiegend sitzender Tätigkeit	19-20°C
Umkleieräume	22°C
Wasch- und Duschräume	22°C
Aufenthaltsräume	20°C
Material- und Gerätelagerräume ⁶	5°C
Fahrzeughallen, Garagen ⁹	5°C
Flure und Treppenhäuser	10°C
sonstige Räume (siehe Verwaltungsgebäude)	

Erläuterung der Fußnoten:

- 1 Die Beheizung dieser Räume ist erst erforderlich, wenn die jeweils vorgegebene Raumtemperatur unterschritten wird, da in der Regel durch den Wärmegewinn der beheizten Nachbarräume ausreichende Raumtemperaturen erreicht werden.
- 2 In Abhängigkeit von der Anzahl der Benutzer, bei geringer Belegung 19°C.
- 3 Bei außerschulischer Nutzung 15°C, in Sonderfällen wie z.B. für heilpädagogisches Turnen bis 20°C.
- 4 In Sonderfällen wie z.B. für heilpädagogisches Turnen bis 20°C.
- 5 Empfehlungen nach VDI 2089
- 6 Sofern das gelagerte Gut eine Beheizung erfordert.
- 7 Hiervon abweichende Temperaturen können aus konservatorischen Gründen erforderlich werden.
- 8 Sofern Sitzgelegenheiten für Wartende (z.B. Finanzamt, Arbeitsamt) vorgesehen werden.
- 9 Die angegebene Raumtemperatur gilt für Sondernutzung. Für die Unterstellung von Spezialfahrzeugen können auch höhere Temperaturen erforderlich sein. Garagen werden im Regelfall nicht beheizt.

Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. Sturmhart Schindler , Obmann	Stadtverwaltung Regensburg
Dipl.-Ing. Friedrich Oskelat	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn
Dipl.-Ing. Dieter Plasa	Landeswohlfahrtsverband Hessen, Kassel
Dipl.-Ing. Uwe von der Pütten	Stadtverwaltung Lüneburg
Dipl.-Ing. Gerhard Skrzypczak	Finanzministerium Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin

Bestellungen unter:
amev@elch-graphics.de · Fax (030) 4402 4905

Satz, Druck und Vertrieb:
Elch Graphics · Immanuelkirchstraße 3/4 · 10405 Berlin