

KAPITEL V: WÄRMEERZEUGER

V.1 Vorschriften und Einteilung der Wärmeerzeuger

Normen und Vorschriften für die Konstruktion und Bau von Wärmeerzeugern:

DIN 4702 – 1 bis 8	- Heizkessel
DIN 4794 – 1 bis 7	- Ortsfeste Warmlufterzeuger
DIN 18890 – 1, 2, 10	- Dauerbrandöfen für feste Brennstoffe
DIN 18891 /A1	- Kaminöfen für feste Brennstoffe
DIN 18892 + 1, 2	- Dauerbrand-Heizeinsätze für feste Brennstoffe
DIN 18893	- Raumheizvermögen von Einzelfeuerstätten
DIN 18895 – 1 bis 3	- Offene Kamine für feste Brennstoffe
TRD 702	- Dampfkesselanlagen

Einteilung der Wärmeversorgungsanlagen:

Einzelheizungen:	Zentralheizungen:	Fernheizungen:
<ul style="list-style-type: none"> - Kamine - Kachelöfen - Eiserne Öfen - Großraumöfen - Warmluftkachelöfen - Gaseinzelheizer - Elektr. Heizgeräte - Ölbeheizte Öfen 	<p>Warmwasserheizungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schwerkraft-WWH - Pumpen-WWH <p>Dampfheizungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Niederdruck (offene) - Niederdruck (geschl.) - Hochdruck - Vakuum <p>Warmluftheizungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - WW-Fernhzg. < 110°C - Heißw.-Fhzg. > 110°C - Dampf-Fernhzg.

V.2 Einzelheizungen

V.2.1 Kamine

- 1) Schlechter Wirkungsgrad:

offene Kamine	= 10-30 % (Bild 1)
mit Konvektion	= 15-50 % (Bild 2)
mit Wasserheizung	= 15-50 % (Bild 3)
- 2) Schornsteinzug muß über die gesamte Feuerraumöffnung einen Unterdruck bilden.
- 3) Eine Regulierung ist nicht möglich.
- 4) Jeder Kamin benötigt einen eigenen Schornsteinzug.
- 5) Offene Kamine dürfen nur gelegentlich betrieben werden.
- 6) Offene Kamine nur mit Brennstoffe nach § 3 Abs.1 Nr.4 und 5a – 1.BIMSchV betreiben.
- 7) Der Brennstoff muß mindestens lufttrocken sein.

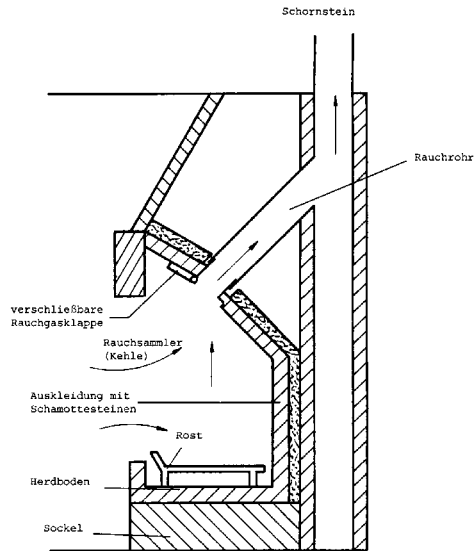


Bild 1: Offener Kamin konventioneller Bauweise

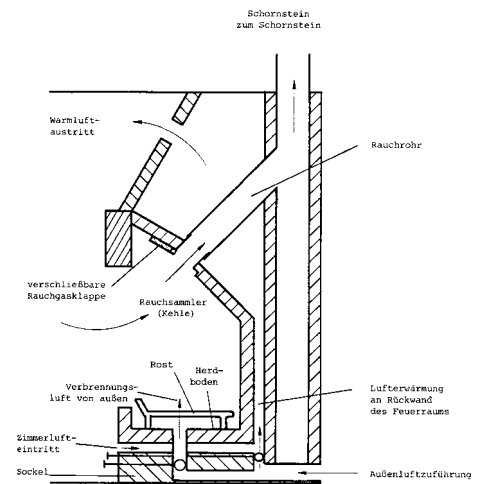


Bild 2: Offener Kamin mit Umlufterwärmung

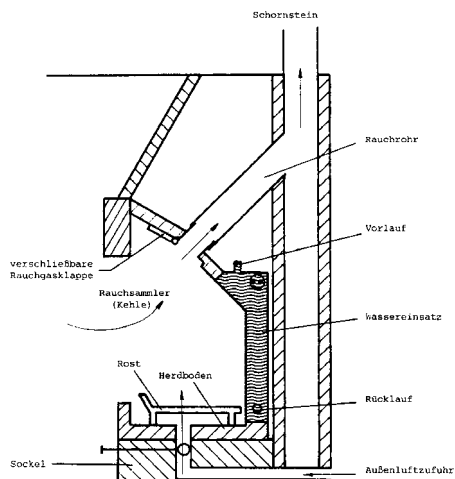


Bild 3: Offener Kamin mit Wassererwärmer (Kaminheizkessel)

V.2.2 Öfen für Feststoffe

- 1) Die Öfen werden unterschieden in
 - a) Durchbrandöfen (Allesbrenner; irischer Ofen)
 - b) Unterbrandöfen (amerikanischer Ofen)
 - c) geschlossener Kaminöfen (Franklinöfen)
- 2) Die Wirkungsgrade sind in etwa für

a) Durchbrandöfen:	Best- η = 75 – 80 %
	Dauer- η = 65 – 70 %
b) Unterbrandöfen:	Best- η = 80 – 85 %
	Dauer- η = 70 – 75 %
c) geschlossener Kaminöfen:	η = 40 – 70 %
- 3) Die Öfen sind nur für kleinformative Brennstoffe bestimmt.
- 4) Die Regulierung ist nur bedingt möglich (an neueren Modellen durch Thermostate besser).

- 5) Für Öfen mit Nennleistungen $< 15 \text{ kW}$ sind nur Brennstoffe nach § 3 Abs.1 Nr.1-4 oder 5a der 1.BISchV einzusetzen.

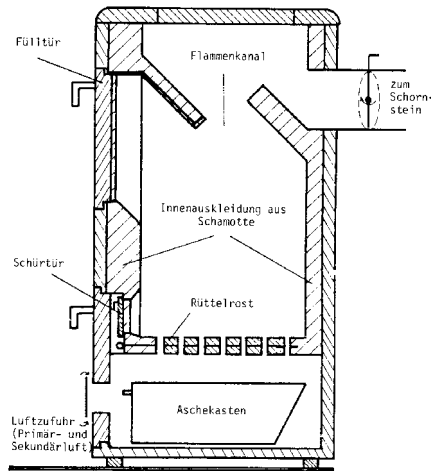


Bild 4: Durchbrandofen
(irischer Ofen, Allesbrenner)

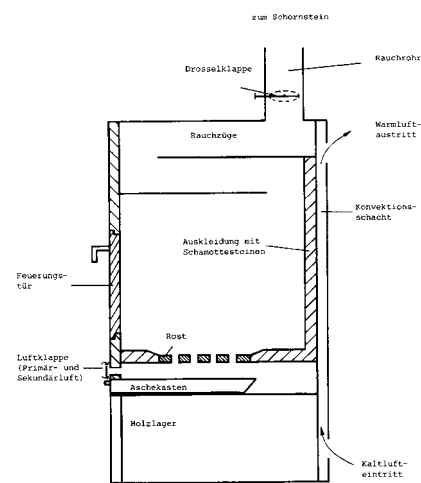


Bild 5: Geschlossener Kaminofen mit Konvektionskanal
(Benjamin-Franklin-Ofen)

V.2.3 Kachelöfen

- 1) Funktion: Kurze Aufheizzeit (laden der Speichermasse)
Langsame Wärmeabgabe als Strahlungs- und Konvektionswärme, über die Speichermasse
- 2) Die Regulierfähigkeit ist schlecht; da die Wärmeabgabe ungleichmäßig ist.
- 3) Die Wirkungsgrade betragen: Best- $\eta = 80-85\%$ Dauer- $\eta = 65-75\%$
- 4) Ausführungsarten von Kachelöfen:
 - a) leichte Ausführung: Wärmeleistung $1,2 \text{ kW} / \text{m}^2$
 - b) mittlere Ausführung: Wärmeleistung $1,0 \text{ kW} / \text{m}^2$
 - c) schwere Ausführung: Wärmeleistung $0,7 \text{ kW} / \text{m}^2$
 - d) Einzimmer-, Mehrzimmeröfen
- 5) Hoher Platzbedarf erforderlich.
- 6) Anforderungen nach der 1.BImSchV wie unter Öfen.

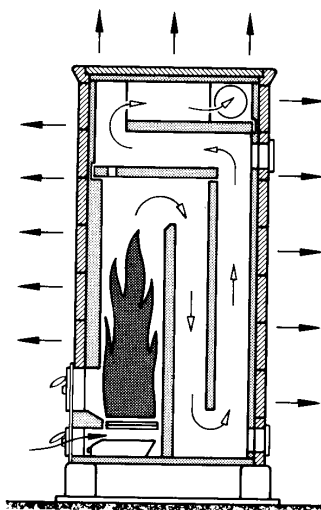


Bild 6: Funktionsprinzip des Grundkachelofens

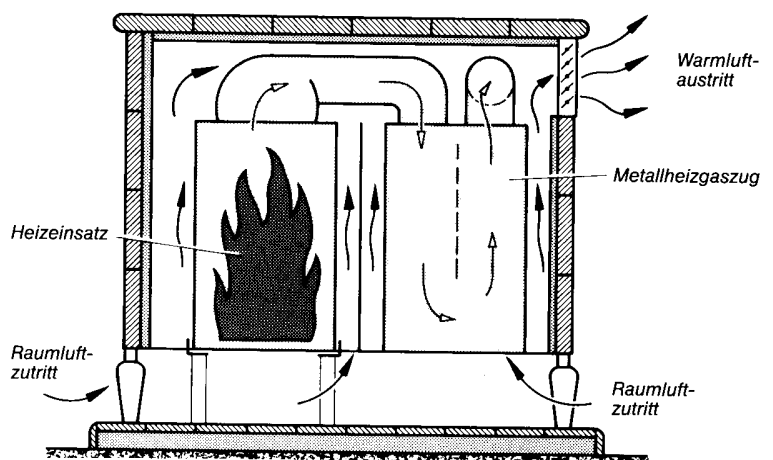


Bild 7: Funktionsprinzip des Warmluft-Kachelofens mit vorgefertigtem Metallheizgaszug

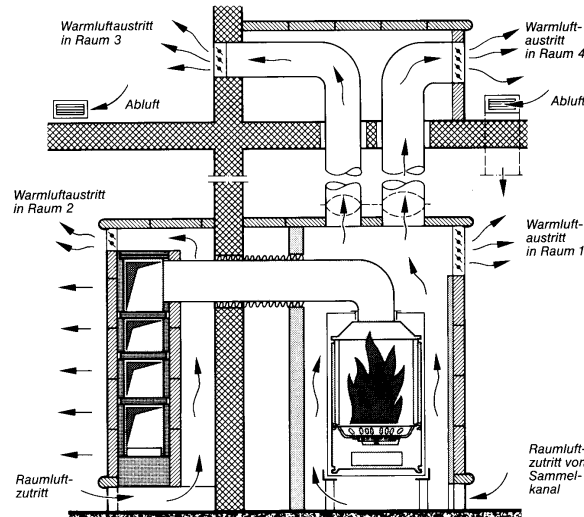


Bild 8: Warmluft-Kachelofen für Mehrraumbeheizung mit angeschlossenen Warmluftkanälen zur Wärmeversorgung von noch weiteren Räumen

V.2.4 Ölöfen (Verdampfungsbrenner)

- 1) Die Regulierung erfolgt feinfühlig und sicher.
- 2) Eine zentrale Versorgung über Ölleitungen ist möglich.
- 3) Nur für Brennstoff Heizöl EL.
- 4) Nur mit Schornsteinanschluß betreiben (Schornsteinzug: 10-20 Pa).
- 5) Der Mindestrauminhalt für die Aufstellung muß $4 \text{ m}^3/\text{kW}_{\text{NL}}$ betragen.
- 6) Der Wirkungsgrad beträgt (Prüfstand) $> 86 \%$.
- 7) Ölöfen können auch über eine zentrale Ölversorgungsanlage versorgt werden.

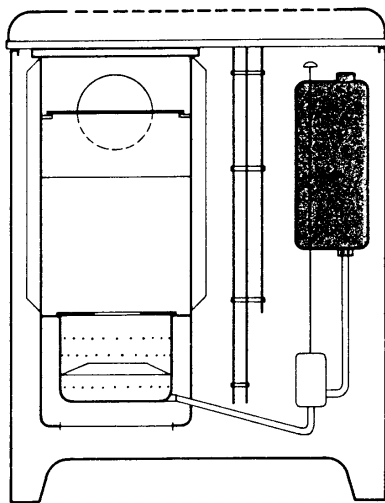


Bild 9: Aufbau eines Ölofens mit Verdampfungsbrenner. Der Heizölbehälter ist im allgemeinen innerhalb des Außenmantels angebracht.

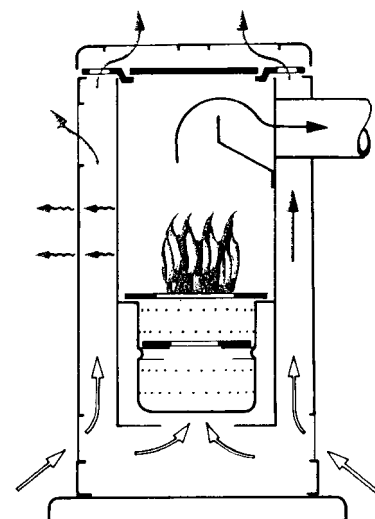


Bild 10: Die Wärmeabgabe erfolgt überwiegend durch Konvektion.

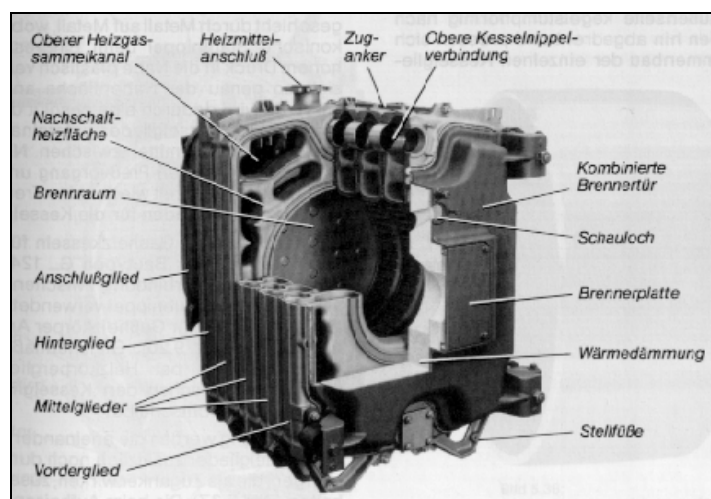
V.3 Heizkessel

V.3.1 Einteilung der Heizkessel

- nach Werkstoffen: gusseiserne Kessel; Stahlkessel; Edelstahlkessel; (Aluminium, Kunststoffe und Keramik)
- nach Brennstoffen: Feststoffkessel; Gas- / Ölkessel; Elektrokessel
- nach Leistungsgröße: Kleinkessel (bis ca. 50 kW); Mittelkessel (50 bis etwa 500 kW); Großkessel > 500 kW
- nach Wärmeträger: Warmwasserkessel bis 110°C (120°C); Heißwasserkessel > 110°C; Dampfkessel: Niederdruck, Hochdruck; Ölumlaufkessel
- nach der Abgasführung: feste Brennstoffe: Durchbrand / Unterbrand; Gas- / Ölfeuerung: Zweizug-, Dreizug-, Teilstrom-, Umkehrkessel; Kombinationskessel
- nach dem Feuerraumdruck: Naturzugkessel; Überdruckkessel
- nach Art der WW-Bereitung: Kessel mit Speicher, mit Durchlauferhitzer
- nach Zahl der Brennstoffe: Mehrstoffbrennkessel (Gas / Öl; Gas / Elektro; Öl / Elektro); Umstellbrand- / Wechselbrandkessel; Doppelbrandkessel
- nach Art der Heizflächen: Gliederkessel, Flammrohrkessel, Strahlungskessel, Zwei- / Dreizugkessel usw.

V.3.2 Materialien für Heizkessel

Gussheizkessel: Beim gusseisernen Kessel besteht der Kesselkörper aus mehreren Kesselgliedern. Der vordere Abschluß wird durch das Vorderglied und der hintere Abschluss durch das Hinterglied gebildet. Zwischen dem Vorderglied und dem Hinterglied werden die Mittelglieder angeordnet. Durch eine unterschiedliche Anzahl von Mittelgliedern, kann die Heizleistung des Kessels den Erfordernissen angepaßt werden. Jedes Kesselglied stellt einen abgeschlossenen Hohlkörper dar. Die Verbindung der Wasserräume erfolgt an den höchsten und tiefsten Stellen durch hohle sogenannte Kesselnippel. Die Kesselglieder werden auf diese Nippel gepreßt. Kleine Kesseleinheiten werden schon im Werk zusammengenippelt. Bei großen Kesseleinheiten erfolgt die Anlieferung der Kesselglieder einzeln auf die Baustelle und werden am Aufstellort genippelt. Nach erfolgtem Zusammennippeln wird der Kesselkörper isoliert und anschließend mit einer Verkleidung versehen. (**Bild 11:** unten)



Stahlheizkessel: Stahlheizkessel werden im Werk als eine Kesseleinheit zusammengeschweißt und zumeist komplett ausgerüstet auf die Baustelle geliefert. Stahlheizkessel werden in den verschiedensten Ausführungen und Größen hergestellt. Für die Herstellung der Kessel werden spezielle Kesselbleche und Rohre verwendet.

Edelstahlheizkessel: Bei den Edelstahlheizkesseln werden zumeist die Kesselkörper aus schwarzem Kesselblech und die Brennkammern aus Edelstahl hergestellt. Bei kleinen Leistungseinheiten findet man auch Ausführungen ganz aus Edelstahl.

V.3.3 Feststoffkessel

Feststoffkessel unterscheiden sich in ihrem Abbrand, in Kessel mit Oberabbrand (Durchbrand) und Unterabbrand und der jeweiligen oberen oder unteren Rauchgasabführung.

Oberabbrand: Durchbrand der gesamten Füllmenge,
große Kontaktfläche,
schnelle Aufheizzeit,
geringer Schornsteinzug,
Beschickung grundsätzlich von vorn

aber

durch die schnelle Ausbrennzeit erfolgt eine veränderliche Heizleistung,
geringer Dauerbrand

Unterabbrand: Abbrand im unterem Drittel,
gleichbleibende Glutschicht,
daher gleichbleibende Leistung mit hohem Wirkungsgrad,
höherer Schornsteinzug nötig,
hoher Dauerbrand,
Beschickung von vorn und oben (Brennstofflager) möglich,
automatischer Betrieb möglich

Kleine Heizkessel bis etwa 50 kW sind meist Oberabbrandkessel, mittlere bis große Kessel Unterabbrandkessel.

Die Abgastemperaturen dürfen bei Festbrennstoffen den Wert von 300°C nicht unterschreiten

Folgende Wirkungsgrade müssen erreicht werden:

10-2000 kW: 73-83 % Koks / Steinkohle

10-2000 kW: 70-80 % Braunkohlenbriketts

10-350 kW: 60-73 % Holz / Stroh / Papier

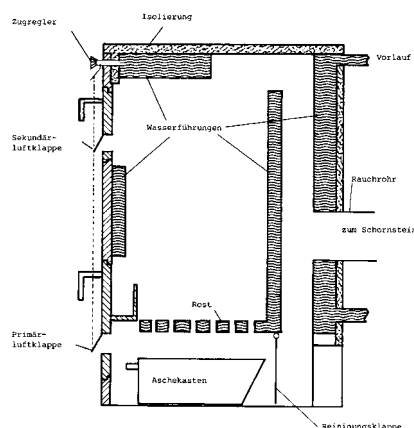


Bild 12: Durchbrandkessel kleinerer Leistung

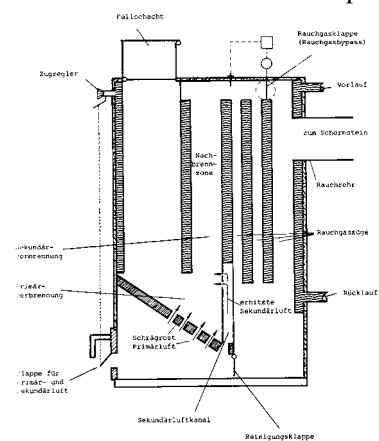


Bild 13: Unterbrandkessel kleinerer Leistung

V.3.4 Zweistoff- oder Doppelbrandkessel

In der Regel sind die Zweistoffkessel mit zwei getrennten Brennkammern, eine für feste und eine für flüssige bzw. gasförmige Brennstoffe, versehen. Die Kessel können sowohl gemeinsame als auch getrennte Nachheizflächen haben. Günstiger sind getrennte Nachheizflächen wegen der unterschiedlichen Verschmutzungsgrade durch die verschiedenen Brennstoffe. Dadurch werden bessere Wirkungsgrade erreicht.

Diese Art Kessel werden mit gemeinsamen oder getrennten Schornsteinanschlüssen geliefert. Die Anschlußbedingungen für die verschiedenen Brennstoffarten sind zu beachten. Über einen Abgaswächter wird verhindert, daß beide Brennkammern gleichzeitig in Betrieb sind.

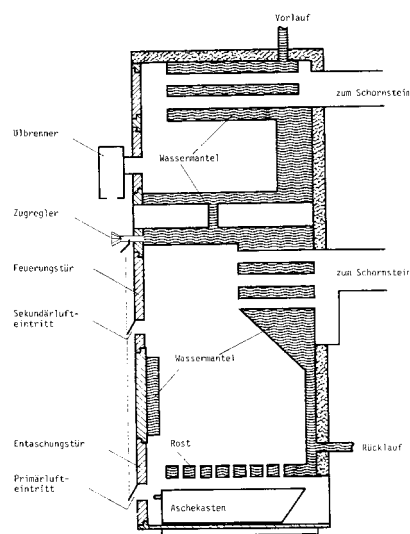


Bild 14:

Doppelbrandkessel mit übereinander liegenden Brennkammern für Feststoffe (unten) und Heizöl oder Gas (oben)

V.3.5 Verschiedene Spezialkessel für Feststoffe

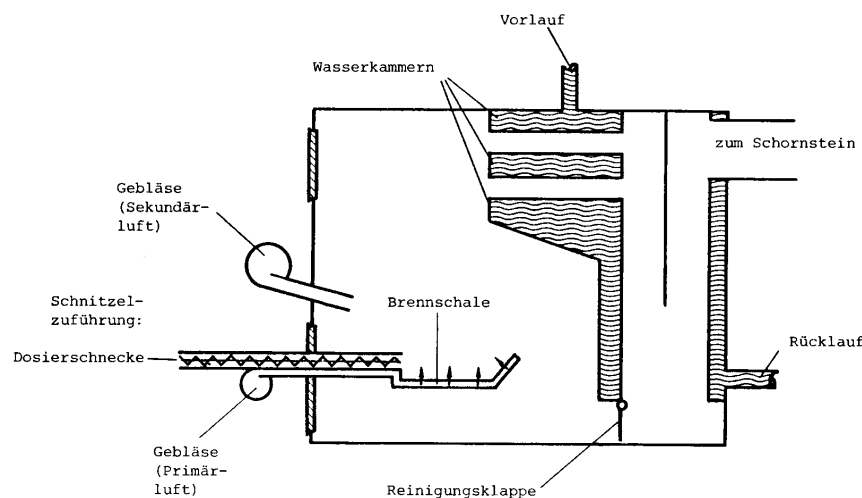


Bild 15: Unterschubfeuerung für Hackenschnitzel mit Brennschale und Dosierschnecke zur automatischen Beschickung

Bild 16:

Automatische Feuerungsanlage für
Hackschnitzelverbrennung mit einem
Vorofen zur Verschwelung des
Brennstoffes und nachgeschaltetem
Heizkessel

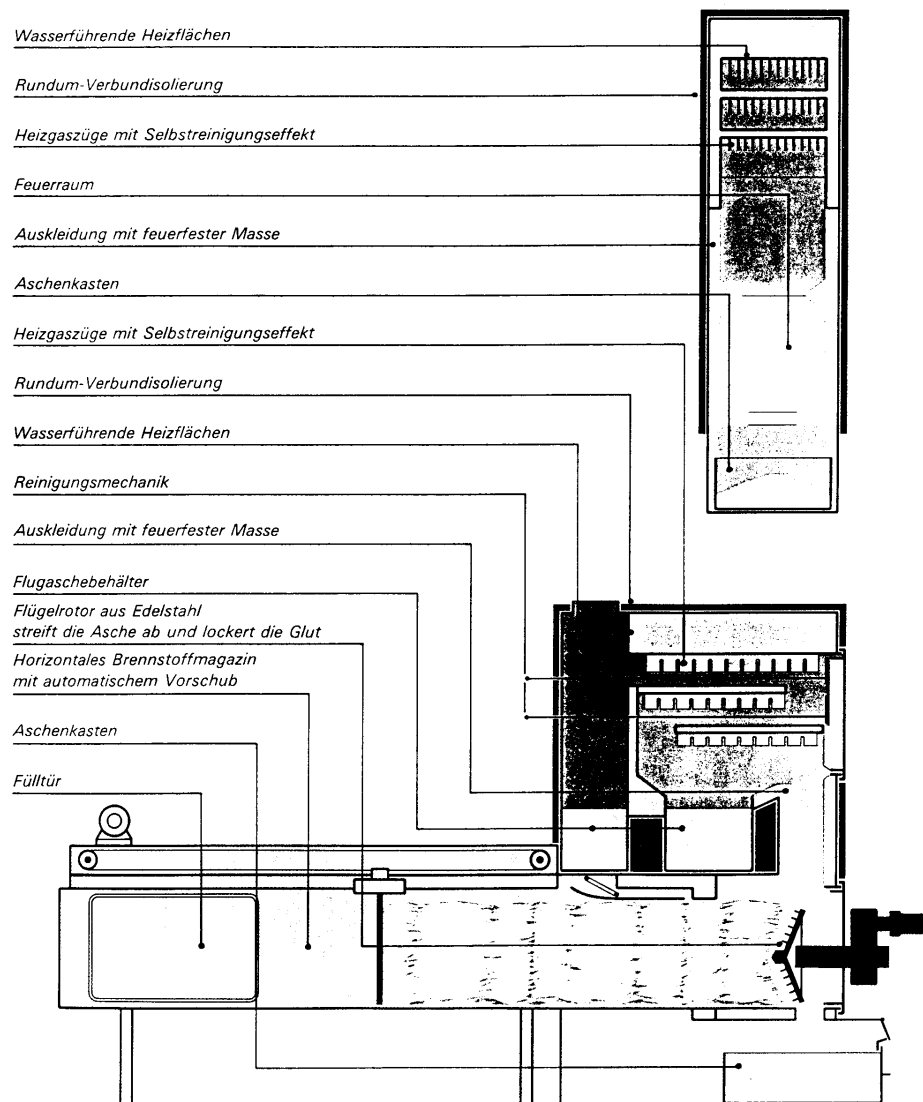
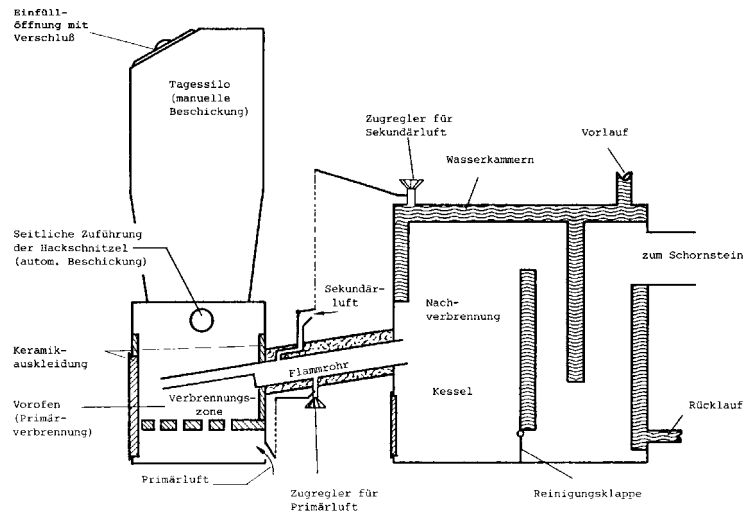


Bild 17: Spezialkessel für Strohverbrennung

V.3.6 Spezialkessel für Öl- und Gasfeuerung

Diese Kessel sind speziell für eine Befuerung mit Öl oder Gas entwickelt worden. Als Kesselmaterialien werden Gußeisen, Stahl und Edelstahl eingesetzt. Bei der Kesselkonstruktion werden diese in zwei Kesselbauarten unterschieden:

- Spezialheizkessel für **Öl und Gas mit Gebläsebrennern** und
- Spezialheizkessel für **Gas mit Brennern ohne Gebläse**.

Die sogenannten **Packaged Units** (Leistungsbereich bis etwa 70 kW) werden als kompakte Einheiten komplett mit Brenner, Ausdehnungsgefäß, Armaturen und Regelung geliefert. Der Brenner ist speziell für den Kessel angepaßt und wird im Werk eingestellt. Durch die fertig gelieferte Bauart werden geringe Montagezeiten erreicht.

V.3.6.1 Spezialheizkessel für Öl und Gas mit Gebläsebrennern

Beim Gebläsebrenner wird die benötigte Verbrennungsluft dem Brennstoff mittels eines elektr. betriebenen Gebläses zugeführt. Die Geometrie dieser Kesselart ist für den Einsatz von Gebläsebrennern ausgebildet und erreichen dadurch hohe Wirkungsgrade ($> 88\%$). Entsprechend den Druckbedingungen die der Gebläse-brenner erzeugt, werden sie unterteilt in Kessel mit Unterdruck-(Naturzug-) und Überdruckfeuerung

- Unterdruckfeuerung:** Das Gebläse im Brenner überwindet nur den Widerstand des Brenners. Die Entrauchung bzw. die Entgasung des Kessels erfolgt über den Schornsteinzug (Unterdruck im Kessel).
- Überdruckfeuerung:** Das Gebläse im Brenner überwindet sowohl den Eigenwiderstand als auch den Kesselwiderstand (Überdruck im Kessel). Der Schornsteinzug beginnt am Abgasstutzen des Kessels.

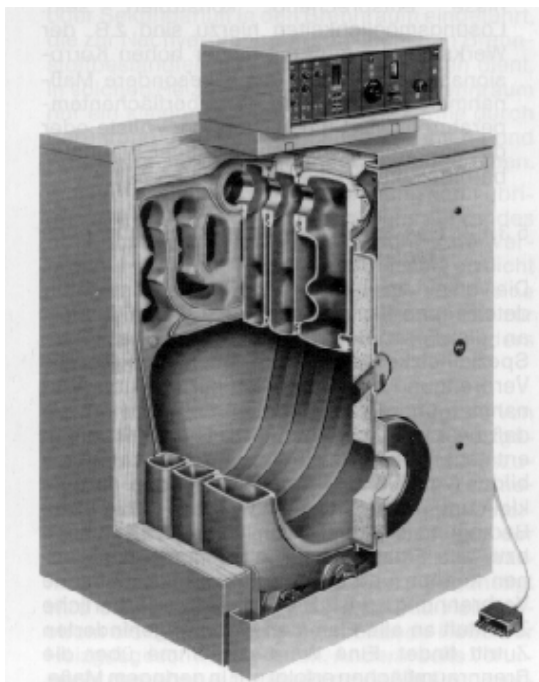


Bild 18: Guß-Spezialkessel für Öl- und Gasfeuerung mit Gebläsebrenner

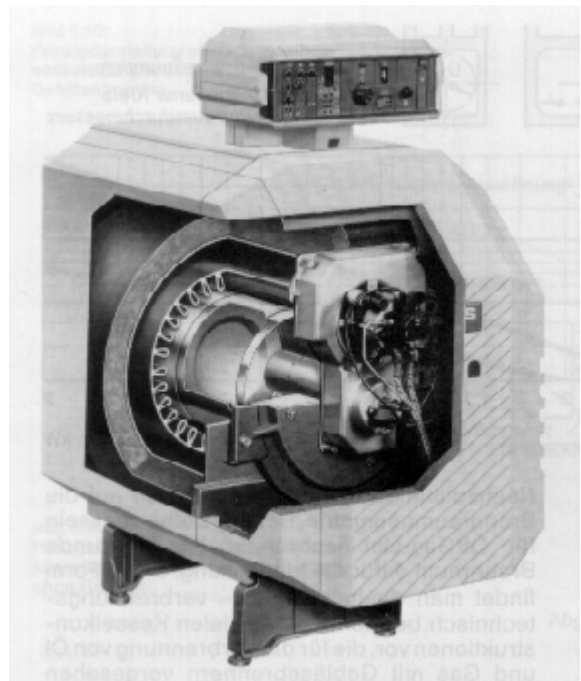


Bild 19: Stahl-Spezialkessel für Öl- und Gasfeuerung mit Gebläsebrenner

Vorteile Überdruckfeuerung gegenüber der Unterdruckfeuerung:

- Unabhängig vom Schornsteinzug (Witterung)
- kleinerer Schornsteinquerschnitt
- stabilere Verbrennung mit höherem CO_2 -Gehalt

- höherer Wirkungsgrad
- höherer spezifischer Wärmeübergang
- geringere Verschmutzung
- geringere Abmessungen
- günstigerer Preis

Nachteile Überdruckfeuerung gegenüber der Unterdruckfeuerung:

- höherer Gebläsedruck erforderlich
- höherer Energieaufwand für das Gebläse
- höherer Geräuschpegel (Schalldämmmaßnahmen vorsehen)
- absolute rauchgasdichte Montage des Kessels wegen Überdruck im Kessel erforderlich
- Probleme beim Anfahren der Kessel

Flammrohr-Rauchrohrkessel

Ein Stahlkessel für hohe Wärmeleistungen, der als Nieder-, Hochdruck-, Warm-, Heißwasser oder Dampfkessel eingesetzt wird. Der Kessel besteht aus dem Flammrohr und den nachgeschalteten Rauchrohrzügen als Einzug-, Zweizug- oder Dreizugkessel. Die Umkehrung der Rauch- / Abgase erfolgt in den Wende-kammern.

Der Kessel ist wegen der langen Abgaswege nur für eine Überdruckfeuerung geeignet. Der Bestwirkungs-grad dieser Kessel liegt bei 88-90 %. Die Lieferung der Kessel erfolgt zumeist betriebsfertig mit Brenner, Schaltschrank, Armaturen usw. auf der Baustelle. Der Betrieb ist sowohl mit stufen-losen als auch mit mehrstufigen Brennern möglich, dadurch werden hohe Jahresnutzungs-grade erreicht.

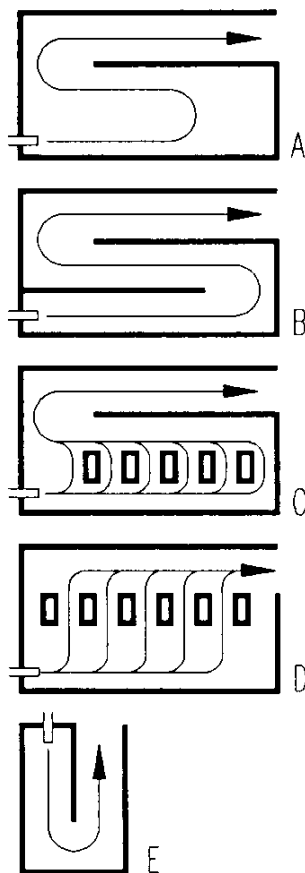


Bild 20: Möglichkeiten der Rauchgasführungen

- A - Flammenumkehrprinzip (Zweizugprinzip)
- B - Dreizugprinzip
- C - Teilstromprinzip
- D - Kombiniertes Dreizug- und Teilstromprinzip
- E - Sturzzugprinzip

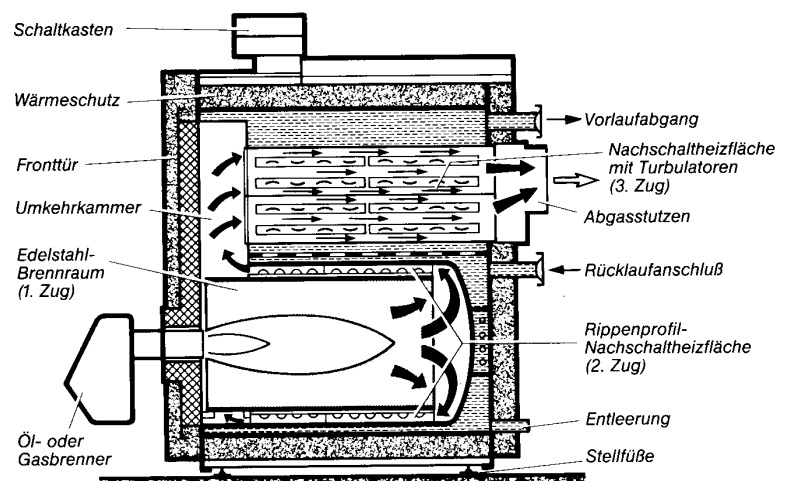


Bild 21: Heizgas-Strömungsverlauf in einem Stahlheizkessel nach dem Dreizugprinzip

V.3.6.2 Spezialkessel für Gas mit Brennern ohne Gebläse (atmosphärische Brenner)

Bei diesen Wärmeerzeugern ist der Brenner in dem Kessel integriert. Solcher Art Wärmeerzeuger werden in einer vielfältigen Art und Größe gebaut. Es gibt diese Anlagen sowohl als Kleinstanlagen für Etagenheizungen oder WW-Bereitung mit Leistungen von 7-8 kW als Thermen oder auch als Großanlagen bis über 1 MW zumeist als Niedertemperatur- oder Brennwertkessel.

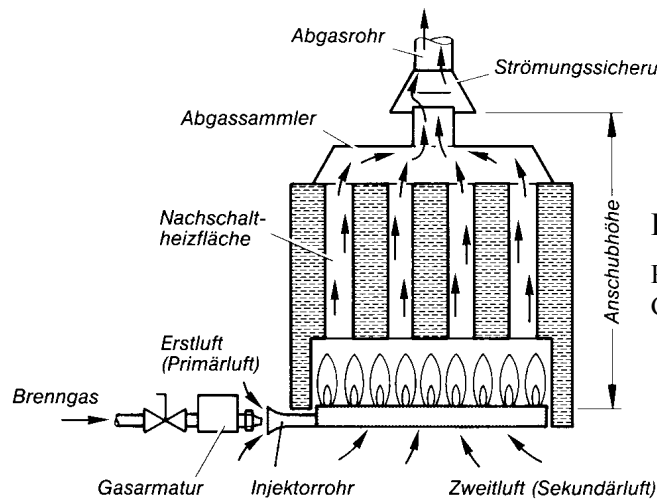


Bild 22:

Prinzipdarstellung eines Spezialheizkessels für Gasfeuerung mit Brenner ohne Gebläse

Atmosphärische Brenner arbeiten nach dem Injektionsprinzip (Bunsenbrenner). Über eine Gasdüse wird Gas in ein Injektorrohr (Brennerstock) geblasen, wobei es Verbrennungsluft mit ansaugt. Auf diese Weise entsteht ein Vormischeffekt von Gas und Luft. Erst hinter der Injektoreinrichtung bildet sich – nach der Zündung – die Flamme. Der noch benötigte Restsauerstoff wird von der Flamme selbst durch Diffusion angesaugt. Der Vorteil dieses Brenners beruht auf dem stabilen und kurzen Verbrennungsablauf und der erhöhten Flammentemperatur. Diese Brenner haben sich nicht nur durch ihren geräuscharmen Betrieb und dem einfachen Aufbau, sondern auch durch die gute Abstimmungsmöglichkeit mit dem Wärmeerzeuger bewährt.

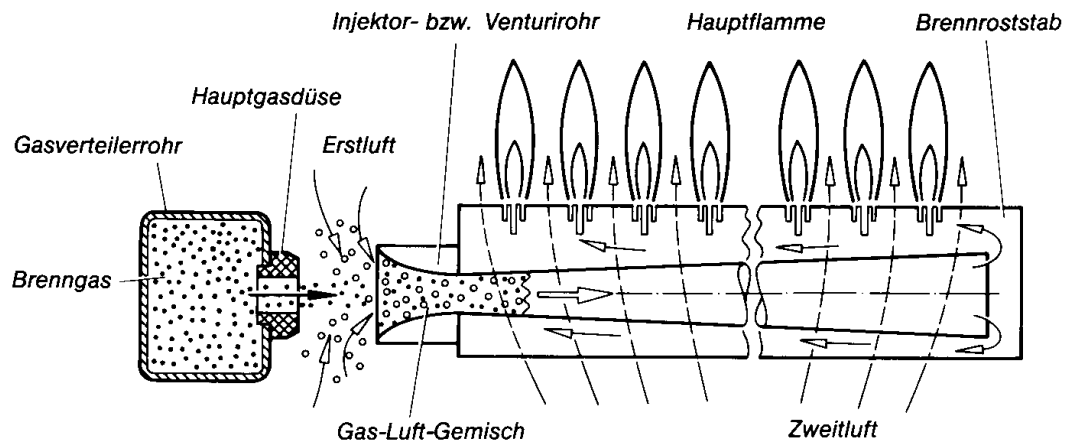


Bild 23: Funktionsprinzip eines atmosphärischen Gasbrenners ohne Gebläse

Gasbrenner ohne Gebläse müssen wegen der richtig zu dosierenden Zweitluftmenge auf den für sie vorgesehenen Kessel mit Anschubstrecke und Strömungssicherung genauestens abgestimmt werden. Sie sind daher Bestandteil des für sie zugelassenen Wärmeerzeugers. Aufgabe der Strömungssicherung ist es einerseits die nachteiligen Auswirkungen von zu starkem Aufstrom, Stau oder Rückstrom in der Abgasanlage auf den Ablauf der Verbrennung zu verhindern und andererseits soll sie mit dem Kessel die benötigte Anlaufstrecke erwirken.

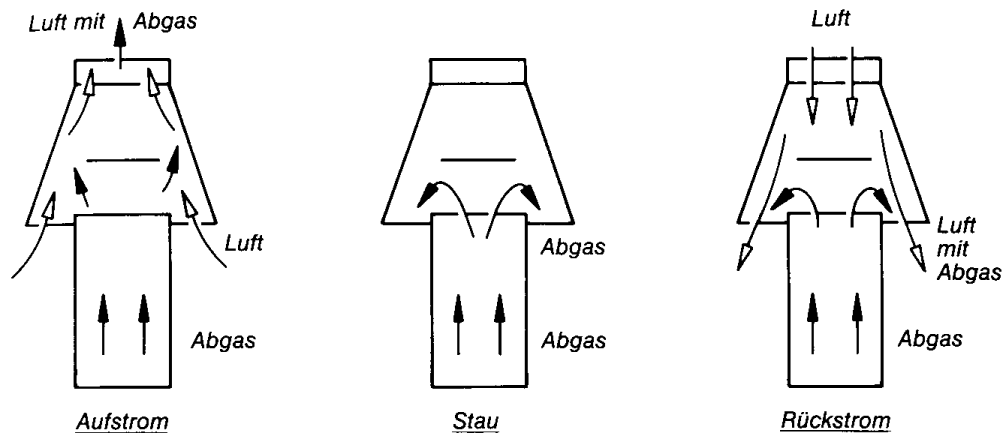


Bild 24: Funktionsverhalten einer aufgesetzten Strömungssicherung

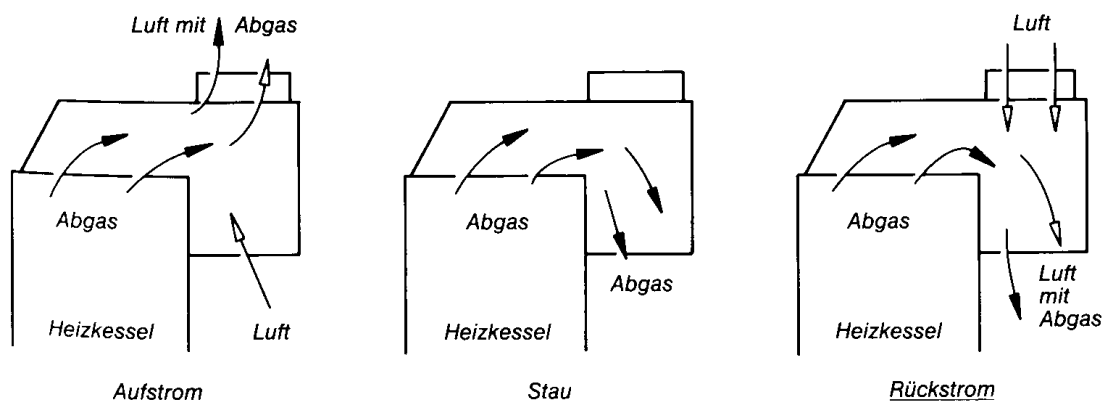


Bild 25: Funktionsverhalten einer in dem Kessel integrierter Strömungssicherung

V.4 Betriebsweisen von Kesselanlagen

V.4.1 Konventionelle Heizkessel (Konstanttemperatur - Heizkessel)

Diese Kessel werden mit maximalen Heizwassertemperaturen entsprechend ihrer Auslegung mit 90°, 100° oder 110°C gefahren.

Ihr Einsatzgebiet sind Heizungsanlagen in denen höhere Temperaturen für verfahrenstechnische Belange nötig werden, z.B. in der Industrie, in Lüftungsanlagen, für Brauchwassererwärmung oder in bereits bestehenden Gebäuden, bei denen die Heizflächen auf diese Temperaturen ausgelegt sind und die sonst vorhandenen Leistungsreserven fehlen.

Da bei diesen Anlagen eine Taupunktunterschreitung der Abgase nicht erfolgt, können hierfür normale Abgasanlagen eingesetzt werden.

V.4.2 Niedertemperatur - Heizkessel

Niedertemperaturkessel werden mit einer gleitenden Vorlauftemperatur von max. 75°C als oberen Wert bis zum Abschaltunkt entsprechend der Raumtemperatur gefahren.

Die Konstruktion der Kessel ist so aufgebaut, daß es zu keiner Taupunktunterschreitung im Kessel kommt. Die Kessel werden „trocken“ betrieben. Durch die niedrigen Abgastemperaturen kommt es jedoch zu Taupunktunterschreitungen im nachgeschalteten Abgassystem. Daher muß die Abgasanlage **feuchteunempfindlich** sein. Die Abgasanlage muß mit einem Entwässerungsanschluß versehen werden, der auch das Abgasrohr mit einbezieht.

Vorteile von NT-Anlagen:

- geringe Bereitschaftsverluste,
- geringe Abgasverluste,

- geringe Abstrahlverluste,
- Anpassung an den benötigten Wärmebedarf,
- höherer Jahresnutzungsgrad.

Ab dem 01. Januar 1998 dürfen in Zentralheizungsanlagen bis 400 kW Nennleistung nur noch öl- oder gasbefeuerte Wärmeerzeuger eingesetzt werden, die als Niedertemperaturkessel ausgewiesen sind.

V.4.3 Brennwert - Heizkessel

Brennwertgeräte sind durch ihre besondere Konstruktion bzw. durch zusätzliche Wärmeaustauschflächen in der Lage, den Abgasen die sensible (fühlbare) Wärme und teilweise auch die latente (gespeicherte) Verdampfungswärme zu entziehen und dem Heizsystem zuzuführen. Hierdurch kommt es zu einer gewollten Taupunktunterschreitung innerhalb des Gerätes. Diesbezüglich sind Brennwertgeräte mit einem Kondensatablauf zu versehen. Auch in dem nachgeschaltetem Abgassystem kommt es zu einer Nachkondensation und entsprechend sind auch diese über einen separaten Entwässerungsanschluß bzw. mit über das Brennwertgerät zu entwässern.

Wegen der niedrigen Abgastemperaturen können die Abgase in der Regel nicht mehr durch den natürlichen Auftrieb über Dach abgeführt werden. Daher werden abgas- oder verbrennungsluftseitige Gebläse notwendig, die in der Regel im Brennwertgerät installiert sind. Zur Abgasabführung müssen feuchteunempfindliche Schornsteine oder Abgasleitungen vorgesehen werden.

Für die Brennwertnutzung kommen nur gasförmige und flüssige Brennstoffe mit hohem Wasseranteil im Abgas in Frage. Als Brenner werden sowohl einstufige als auch mehrstufige bzw. modulierende Brenner als Gebläsebrenner oder atmosphärische Brenner eingesetzt. In den nachfolgenden Bildern 26 und 27 sind die verschiedenen Grundbauformen von Brennwertgeräten aufgeführt.

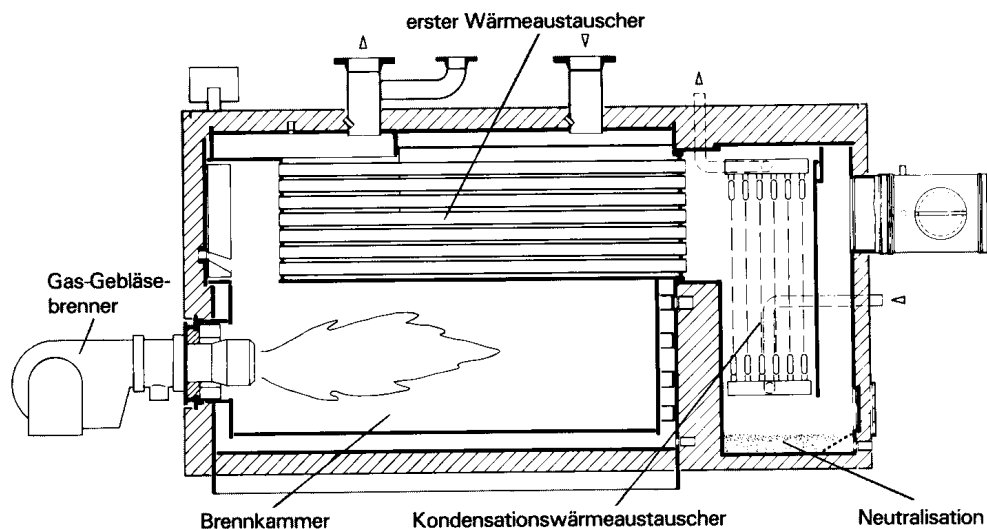
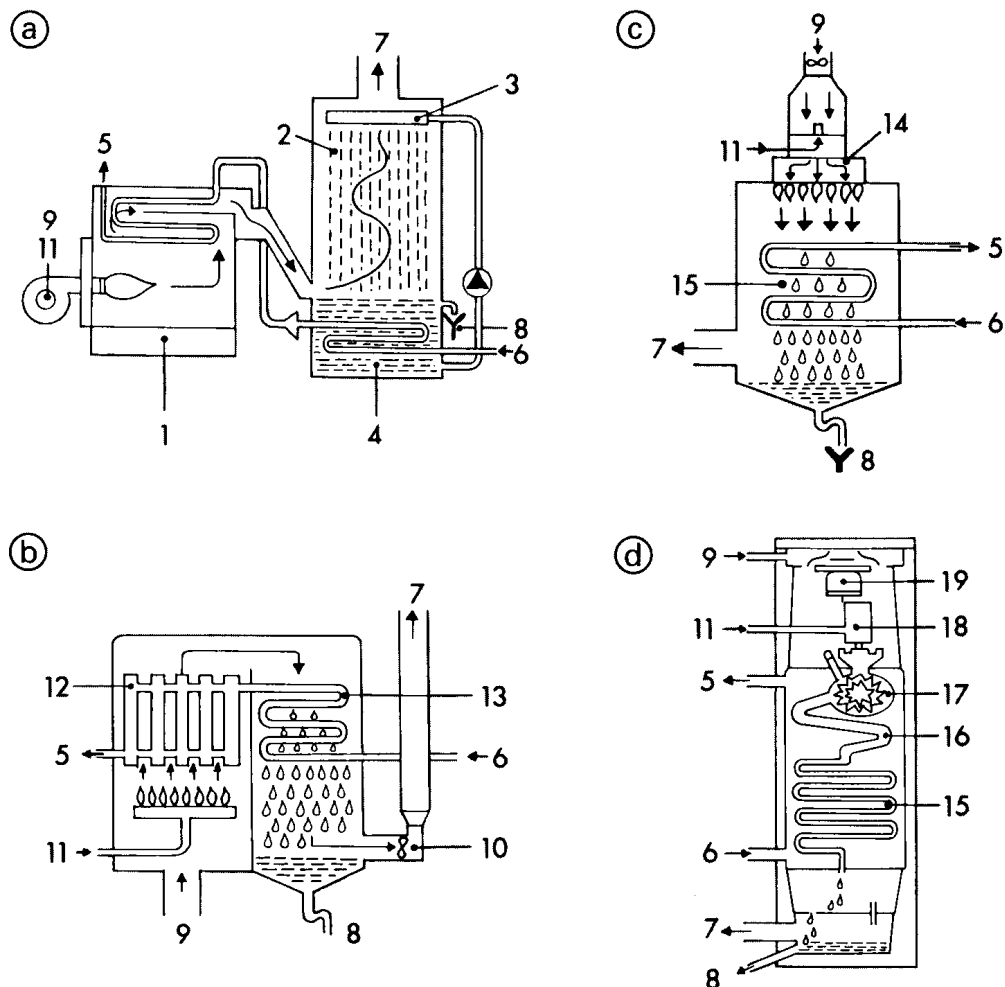


Bild 26: Brennwertkessel mit Gebläsebrenner für größere Anlagen



- | | |
|---|---|
| <p> a mit direktem Wasserwärmeaustauscher,
 b mit nachgeschaltetem Wärmeaustauscher, </p> | <p> c mit ingiertem Wärmeaustauscher,
 d mit Pulsationsbrenner </p> |
| <p> 1 Heizkessel
 2 direkter Wasserwärme-
austauscher
 3 Verrieselungseinrichtung
 4 Wasserreservoir
 5 Heizungsvorlauf
 6 Heizungsrücklauf
 7 Abgas </p> | <p> 8 Kondenswasserablauf
 9 Verbrennungsluft
 10 Abgasventilator
 11 Gas
 12 erster Wärmeaus-
taucher
 13 nachgeschalteter zweiter
Wärmeaustauscher </p> |
| | <p> 14 Vormischbrenner
 15 Wärmeaustauscher
 16 Schwingrohr
 17 Brennkammer des
Pulsationsbrenners
 18 Gaspolster
 19 Startgebläse </p> |

Bild 27: Verschiedene Grundbauformen von Brennwertgeräten

Um eine sinnvolle Brennwertnutzung zu gewährleisten, sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Der Brennstoff muß einen hohen Wasserstoff- (dampf) anteil enthalten (Gas, Öl).
- Dem Brennwertgerät muß eine niedrige Rücklauftemperatur zugeführt werden.
- Die Feuerung soll nur mit einem geringem Luftüberschuß gefahren werden.
- Das Abgassystem muß für eine Brennwertnutzung ausgelegt sein.

Durch die Brennwerttechnik wird ein Gewinn bezogen auf den Jahresnutzungsgrad gegenüber den anderen Heiztechniken von 15 – 20% bei konv. Heizkesseln und 5 – 10% bei NT-Heizkesseln erzielt.

Die Beschaffenheit des Kondensats aus einem Brennwertgerät hängt hauptsächlich vom Brennstoff, seiner Zusammensetzung und der Art der Verbrennung ab. Die pH-Werte liegen etwa bei Kondensaten aus Gasbefeuerungen bei 3,7 – 5,4 und bei Ölbefeuerungen bei etwa 1,8 – 3,7. In dem **ATV-Arbeitsblatt A 251** (Nov. 98) werden die **Einleitbedingungen für Kondensaten** aus Brennwertgeräten in die Abwasseranlagen festgelegt. Danach dürfen Kondensate nur unter bestimmten Bedingungen in das Abwassersystem eingeleitet werden (siehe nachfolgenden Auszug):

Kondensate aus	Einleitung mit Neutralisation (pH > 6,5)	Einleitung ohne Neutralisation
Gasmotoren mit Katalysator (pH > 6,5)	zulässig	zulässig
Gasfeuerungen und Gasmotoren für Erdgas, Flüssiggas und Spaltgas (pH < 6,5) NB < 25 kW NB > 25 kW NB < 200 kW NB > 200 kW	zulässig	zulässig ¹⁾
	zulässig	zulässig ²⁾
	zulässig	nicht zulässig
Gasfeuerungen und Gasmotoren für Kokereigas	zulässig	nicht zulässig
Ölfeuerungen und Dieselmotoren für Heizöl EL	zulässig ³⁾	nicht zulässig

1.) Nur zulässig, wenn die häuslichen Entwässerungssysteme aus Werkstoffen gemäß DIN 1986 Teil 4 – Ausgabe Mai 1984 – Tabelle Iff. Nr. 1–3 und 8–21 bestehen (2.1). Dies gilt nicht nur für Abwasserleitungen und -formstücke, sondern auch für die übrigen Bauteile von Entwässerungsanlagen, die mit den Kondensaten in Berührung kommen (z. B. Dichtungen, Bodenabläufe, Hebeanlagen).

2.) Nur in Verbindung mit einer geeigneten Rückhaltevorrichtung zulässig, die das Kondensat während der Nachtstunden sammelt und nur während der Tagesstunden gemeinsam mit dem häuslichen Schmutzwasser einleitet. Voraussetzung ist ferner, daß die tägliche Säurefracht nicht mehr als 100 mmol zu neutralisierender starker Säure (als H⁺-Äquivalente) je Wärmeerzeugungsanlage beträgt, das Abwasser in einer zentralen Kläranlage behandelt wird und im übrigen Fußnote 1) beachtet wird.

3.) Gegebenenfalls ist bei NB > 25 kW die Abtrennung von Schwermetallen erforderlich.

V.5 Wärmeerzeugungsanlagen ohne Feuerungen

V.5.1 Elektrische Heizkessel

Elektrisch betriebene Kesselanlagen werden dort eingesetzt, wo die Energieversorgungsunternehmen (EVU) günstige Stromtarife anbieten. Zumeist werden diese Tarife als Nachtstromtarife über einen Zeitraum von rund 8 h pro Nacht, gekoppelt mit einem günstigen Tagstromtarif von 2 – 4 h in den Schwachlastzeiten des Tages angeboten. Die Stromzufuhr für die Beheizung wird in den ausgehandelten Tarifzeiten von den EVU's freigeschaltet und entsprechend dem benötigten Tageswärmebedarf je nach Jahreszeit werden die nachgeschalteten Speicher aufgeladen. Während der übrigen Zeit wird das Heizsystem über diese Speicher mit Wärme versorgt. Als Speichermedium werden in der Regel Wasser oder Feststoffe (z.B. Magnesit) verwendet. Weitere Speichermedien sind in der Entwicklung.

Die Kesselleistung wird so ausgelegt, daß in den zur Verfügung stehenden Ladezeiten (Niedertarifzeiten) der max. benötigte Tagesbedarf gedeckt wird. Die Geräte benötigen daher eine hohe Anschlußleistung. Bei der Speicherauslegung berücksichtigt man die Ladezeiten gleichzeitig auch als Heizzeiten für das Heizsystem, so dass die Speicherkapazitäten verkleinert werden können. In den nachfolgenden Bildern sind zwei elektrisch beheizte Heizungssysteme erklärt.

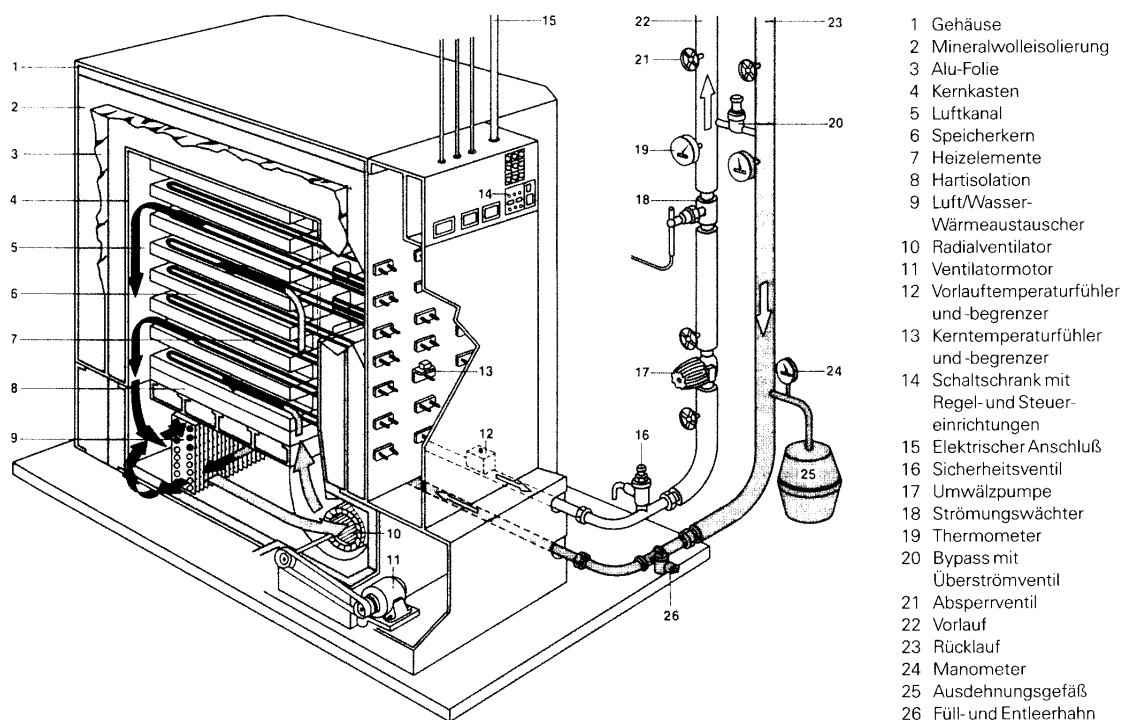


Bild 28: Elektrokessel mit einem Keramikspeicher (Magnesit)

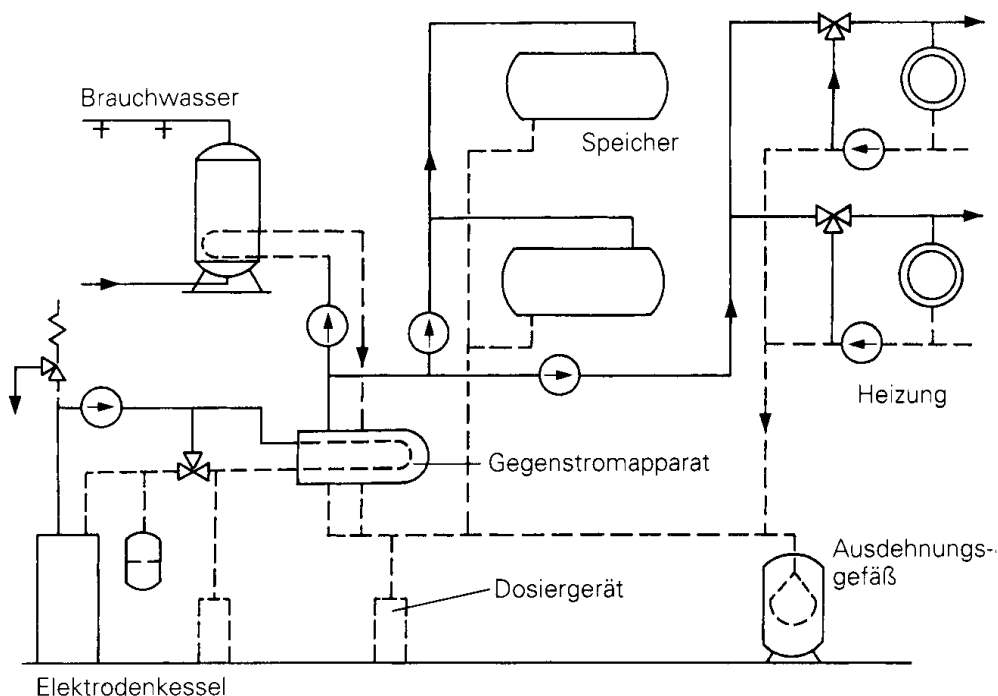


Bild 29: Rohrleitungsschema einer Heizanlage mit Elektrodenkessel zur indirekten Beheizung von Wärmespeichern und dem Heizsystem

FH O/O/W-Standort Oldbrg. FB Architektur - SS 2004	Kapitel V: Wärmeerzeuger	6.3 Haustechnik Dipl.-Ing. Uwe Mayer
---	--------------------------	---

V.5.2 Wärmepumpenanlagen

Wärmepumpen dienen dazu, Wärme (Anergie), die auf niedrigem Temperaturniveau in der Umwelt (z.B. Luft, Erdreich, Gewässer, Grundwasser usw.) bzw. in verfahrenstechnische Anlagen (z.B. Abwärme aus Industrieanlagen, Lüftungsanlagen, Stallungen usw.) zur Verfügung steht, technisch nutzbar zu machen. Dazu wird über einen thermodynamischen Prozeß die vorhandene Wärmeenergie unter Aufwendung mechanischer Energie (Exergie) auf ein technisch auswertbares Temperaturniveau angehoben.

Erläuterung: Energie besteht aus Exergie und Anergie, wobei
Exergie = höherwertige, arbeitsfähige Energie und
Anergie = für einen Prozeß nicht nutzbare Energie ist.

Beispiel: Für eine Fußbodenheizung mit einer Vorlauftemperatur von 50°C und einer Rücklauftemperatur von 35°C ist eine Wärmezufuhr oberhalb von 35°C nutzbare Energie (Exergie), da eine Wärmeübertragung an das System erfolgen kann, während Temperaturen unterhalb von 35°C als Anergie angesehen werden muss.

Die Wärmepumpe entzieht also ihrer Umgebung Wärmeenergie und „pumpt“ die Temperatur dieser Wärme hoch, damit diese oberhalb der Prozeßtemperatur (z.B. Heizung) kommt und somit übertragen werden kann. Hierbei werden folgende physikalische Gesetze nutzbar gemacht:

1. Bei Änderung eines Aggregatzustandes wird entweder Energie aufgenommen (z.B. beim Verdampfen) oder freigesetzt (z.B. beim Kondensieren). Die hierzu benötigte Energie wird der Umgebung entzogen bzw. wieder zugeführt.
2. Siede- und Kondensationstemperaturen eines Stoffes sind druckabhängig. Mit sinkendem Druck sinken auch die Siede- und Kondensationspunkte, wie umgekehrt eine Druckerhöhung das Ansteigen dieser Punkte bewirkt.
3. Außerdem verändert sich unter Druckeinwirkung der sensible Wärmeinhalt eines Mediums. Druckzunahme bewirkt eine Temperaturzunahme, Druckabnahme einen Temperaturrückgang.

Die Nutzbarmachung dieser Gesetze findet in einem thermodynamischen Kreisprozeß statt, wobei in einem geschlossenen Kreislauf ein Kältemittel (Frigen) durch Änderung von Aggregatzustand, Druck oder Temperatur Wärme aufnehmen, transportieren und wieder abgeben kann.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten von Wärmepumpen:

- Kompressionswärmepumpen
- Absorptionswärmepumpen.

V.5.2.1 Kompressionswärmepumpen

Eine Kompressionswärmepumpe besteht aus dem Verdampfer, dem Kompressor (Verdichter), dem Kondensator (Verflüssiger) und einem Expansionsventil (Druckminderer). Diese Komponenten sind in einem geschlossenen Kreislauf miteinander verbunden und werden mit einem Kältemittel in der aufgeführten Reihenfolge durchlaufen. Die Funktion ist im folgendem Bild beschrieben. Der Antrieb des Kompressors erfolgt durch einen Elektromotor oder einen Verbrennungsmotor (öl- oder gasbetrieben), wobei die Abwärme des Motors in den Prozeß mit einfließt. Wärmepumpen mit Antriebe durch Elektro-motoren werden in der Regel in einem Leistungsbereich bis rund 200 kW für die Heizungs- und Brauchwassererwärmung eingesetzt. Wärmepumpen mit Antriebe durch Verbrennungsmotoren werden für Heizzwecke ab rund 100 kW genutzt. Aufgrund der eingesetzten Kältemittel erreichen diese Wärmepumpen Heizwassertemperaturen von 55 – 60°C und sind daher auf Niedertemperaturheizsysteme beschränkt.

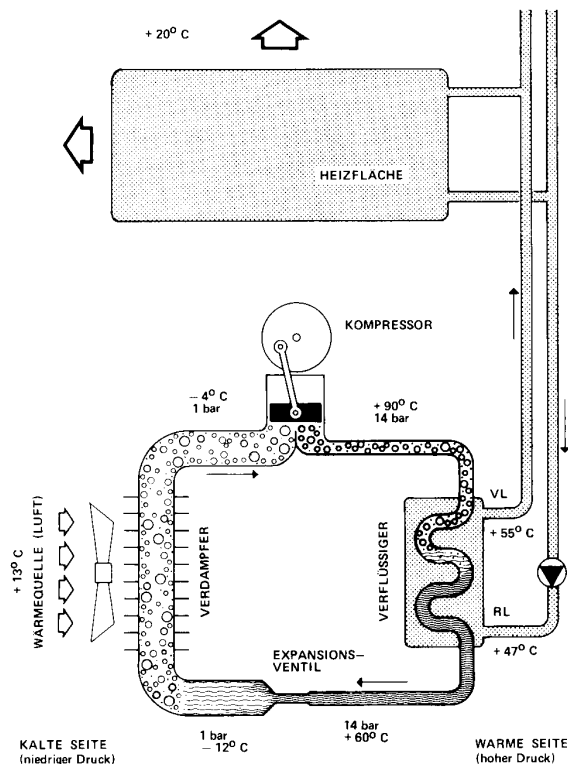


Bild 30: Funktionsbeschreibung einer Kompressionswärmepumpe

1. Verdampfer

Das Kältemittel wird in einem Wärmetauscher verdampft und nimmt dabei einen Teil der in der Wärmequelle enthaltenen Wärmeenergie auf.

2. Kompressor (Verdichter)

Durch mechanische Antriebsenergie wird der Kältemitteldampf verdichtet und dabei erwärmt. Mit der Erhöhung des Drucks wird die Temperatur auf ein für die Heizung erforderliches Niveau angehoben.

3. Kondensator (Verflüssiger)

Das Kältemittel gibt in einem zweiten Wärmetauscher seine Wärme an das Heizungswasser ab. Die Abkühlung führt zu einer Verflüssigung des unter Druck stehenden Kältemitteldampfes.

4. Expansionsventil (Drosselventil)

Das Kältemittel wird an einem Expansionsventil entspannt und kehrt bei niedrigem Druck und niedriger Temperatur wieder in den Verdampfer zurück, wo der Kreislauf von neuem beginnt.

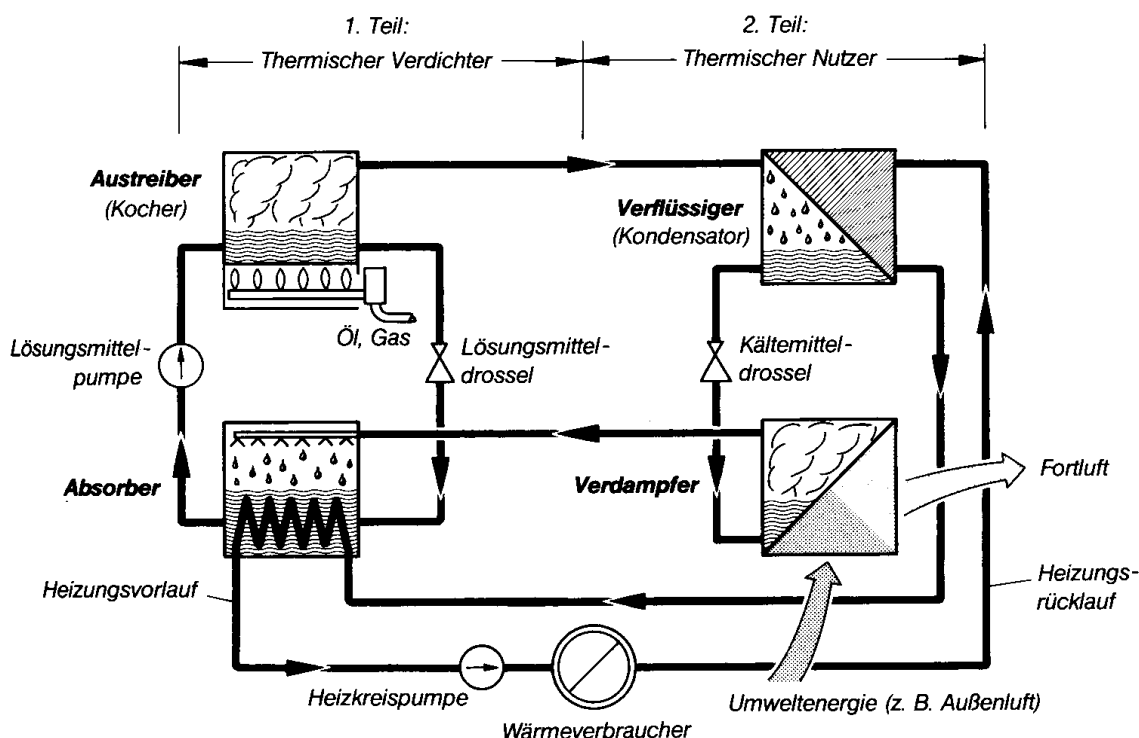
V.5.2.2 Absorptionswärmepumpen

Auch bei Absorptionswärmepumpen liegt ein geschlossener Kreislauf vor. Dem Absorptionsvorgang liegt die Thermodynamik des Zweistoffsystems zugrunde: während die Aggregatzustände einfacher Stoffe von Druck und Temperatur abhängen, kommt bei Zweistoffgemischen als 3. Komponente die Lösungskonzentration hinzu. Diese Gesetzmäßigkeit wird in einer Absorptionswärmepumpe zusätzlich genutzt, wie im nachfolgendem Bild beschrieben ist.

Absorptionswärmepumpen besitzen außer der Lösungspumpe in dem Aggregat keinerlei bewegliche Teile. Dieses spricht für diese Art von Wärmepumpen durch einen geräuscharmen Betrieb, eine lange Lebensdauer und geringe Wartungskosten. Außerdem lassen sich statt Strom günstig Öl und Gas einsetzen.

Als Kältemittel werden heute üblicherweise die Stoffpaarungen Wasser/Ammoniak- oder Lithiumbromid/Wasser-Gemische eingesetzt. Diese sind zwar nicht so umweltschädlich wie die FCKWs, aber ebenfalls gesundheitsschädlich, weshalb Absorptionswärmepumpen nur in gut belüfteten Räumen aufgestellt werden sollen.

Bild 31: Funktionsbeschreibung einer Absorptionswärmepumpe:



- 1. Verdampfer:** Das Kältemittel (z.B. Ammoniak) wird in einem Wärmetauscher verdampft und nimmt dabei einen Teil der in der Wärmequelle enthaltenen Wärmeenergie auf.
- 2. Absorber:** Im Absorber erfolgt die Auflösung (Absorption) des Kältemittels in einem Absorptionsmittel (hier Ammoniak/Wasser-Gemisch). Dabei wird Kondensations- und Lösungswärme frei, welche vom Rücklauf des Heizungswassers aufgenommen wird.
- 3. Austreiber:** Die Ammoniak-Wasser-Lösung wird anschließend im flüssigen Zustand mit einer Lösungsmittelpumpe in den Austreiber (Desorber; Kocher) befördert. Hier wird die Lösung unter Wärmezufuhr „ausgekocht“, wodurch das leichter siedende Kältemittel freigesetzt wird, während das Lösungsmittel zum Absorber zurückfließt.
- 4. Kondensator:** Im Kondensator überträgt das unter Druck stehende Kältemittel seine Wärme wiederum an das Heizungswasser und verflüssigt sich.
- 5. Expansionsventil:** Hier wird das Kältemittel entspannt und kann erneut im Verdampfer Umweltenergie aufnehmen. Damit beginnt der Kreislauf von neuem.

V.5.2.3 Wärmequellen für Wärmepumpenanlagen

Wie schon vorab erwähnt, werden für Wärmepumpenanlagen verschiedene Wärmequellen genutzt. Entsprechend werden diese Anlagen auch danach benannt und zugeordnet, wobei an erster Stelle die Wärmequelle und an zweiter Stelle der Wärmeträger bezeichnet wird.

Wärmequelle	Wärmeträger		Benennung	
	kalte Seite	warme Seite	der Wärmepumpe (WP)	der Wärmepumpenanlage (WPA)
Erdreich	Sole	Luft	Sole/Luft-WP	Erdreich/Luft-WPA
Erdreich	Sole	Wasser	Sole/Wasser-WP	Erdreich/Wasser-WPA
Sonne	Sole	Luft	Sole/Luft-WP	Solar/Luft-WPA
Sonne	Sole	Wasser	Sole/Wasser-WP	Solar/Wasser-WPA
Wasser	Wasser	Wasser	Wasser/Wasser-WP	Wasser/Wasser-WPA
Wasser	Wasser	Luft	Wasser/Luft-WP	Wasser/Luft-WPA
Luft	Luft	Wasser	Luft/Wasser-WP	Luft/Wasser-WPA
Luft	Luft	Luft	Luft/Luft-WP	Luft/Luft-WPA

Wärmequelle: Luft

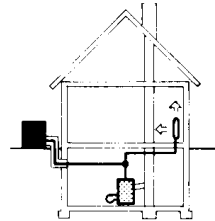
Luft ist überall vorhanden und damit das am leichtesten zugängliche Energiepotential. Wenn aber die in ihr enthaltene Wärme zu Heizzwecken genutzt werden soll, muß sie gerade deshalb differenziert nach ihrer Herkunftsart beurteilt werden.

Umgebungsluft

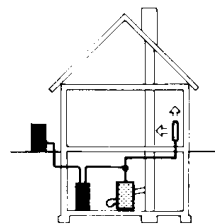
steht überall und unbegrenzt zur Verfügung. Wegen der geringen spezifischen Wärmekapazität der Luft müssen dem Verdampfer große Luftmengen mit hoher Geschwindigkeit zugeführt werden. Dort wird sie um 2-5 K abgekühlt. Der hohe Luftdurchsatz bedingt eine nicht unerhebliche Geräuschemission und ist daher bei der Planung besonders zu berücksichtigen. Benötigt werden etwa 4.000 m³/h pro 10 kW Wärmebedarf.

Umgebungsluft unterliegt jahreszeitlich bedingt starken Temperaturschwankungen. Mit sinkender Umgebungstemperatur nimmt die Heizleistung der Wärmepumpe ab, gleichzeitig aber der Wärmebedarf des Gebäudes zu. Daher werden solche Anlagen nur als bivalente Anlagen ausgeführt.

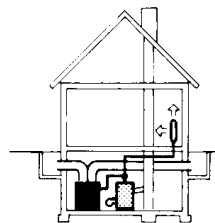
Bild 32: Möglichkeiten für die Installation von Luft / Wasser-Wärmepumpenanlagen



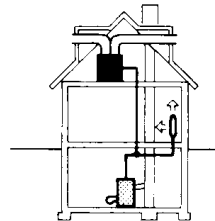
Aufstellung der Wärmepumpe im Freien (Kompaktanlage). Die mit Abstand am häufigsten ausgeführte Variante.



Split-Gerät: Verdampfer im Freien, Verdichter und Verflüssiger im Gebäude aufgestellt. Einfachere Leitungsverlegung nach außen (ohne Wärmedämmung). Die Möglichkeit, den Verdampferteil im Dachboden aufzustellen, wird seltener wahrgenommen.



Aufstellung der Wärmepumpe im Keller. Ansaug- und Ausblasöffnung sind in ausreichendem Abstand anzuordnen.



Aufstellung der Wärmepumpe im Dachbereich. Seltener ausgeführt. Erhöhter Montageaufwand.

Abwärme aus Abluft

Fortluft von Räumen, Hallenbädern, Ställen und dgl. kann ebenfalls durch eine Luftwärmepumpe Wärme entzogen werden. Da diese meist relativ hohe Temperaturen, daneben auch ggf. latente Wärme aufgrund hoher Luftfeuchtigkeit, aufweisen, haben sie einen besonders günstigen Wirkungsgrad.

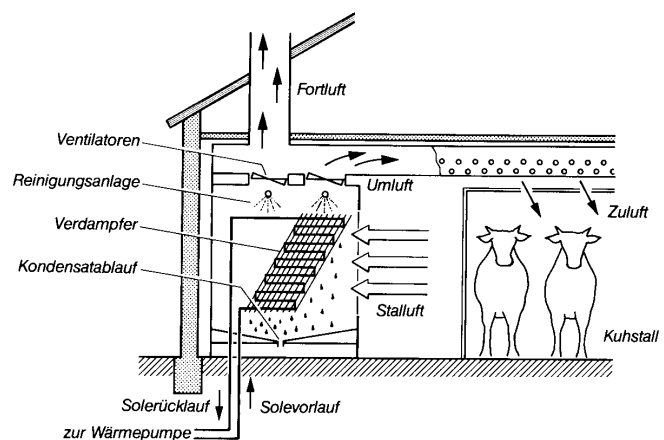


Bild 33: Abwärmenutzung in einer Stallung

Umweltwärme durch Energieabsorber

Energieabsorber stellen eine besondere Möglichkeit dar, der Umgebungsluft Wärme zu entziehen. Zusätzlich können solche Systeme neben der Nutzung der sensiblen Wärme der Luft auch noch die im Regen oder Tau gespeicherte Energie sowie die direkte Strahlungswärme der Sonne nutzen. Zu diesem Zweck werden sie in Verbindung mit einer Sole/Wasser- bzw. Sole/Luft-Wärmepumpe eingesetzt.

Man unterscheidet verschiedene **Grundtypen von Außenabsorbern**

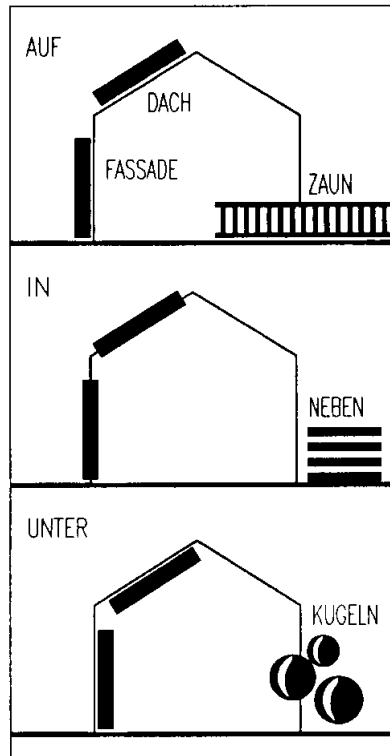


Bild 34: Flächenabsorber, benannt nach der Einbausituation als Energiedach, Energiefassade oder als Energiezaun

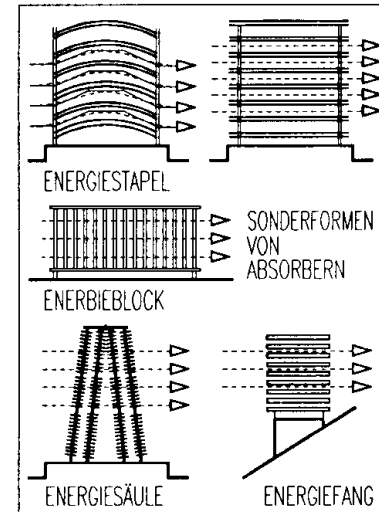


Bild 35: Kompaktabsorber in verschiedenen Formen, als Energiestapel, Energiesäule, Energieblock

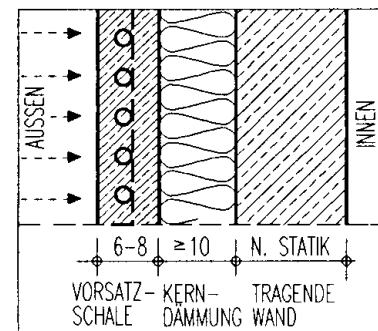


Bild 36: Massivabsorber, die in massive Wandbauteile integriert sind.

Wärmequelle Wasser

Grundwasser bietet die Möglichkeit der ganzjährigen Energieentnahme. Das annähernd gleich-bleibende Temperaturniveau der Wärmequelle erlaubt einen monovalenten Wärmepumpenbetrieb bei konstanter Leistungszahl. Die Grundwassertemperatur schwankt jahreszeitlich beeinflusst um + 8°C bis + 12°C.

Benötigt werden ein Förderbrunnen und ein Schluckbrunnen, wobei der Entnahmebrunnen sicherheits-halber 5-6 m tiefer liegen sollte als der Grundwasserspiegel, um schwankende Wasserspiegel auszugleichen. Der Schluckbrunnen nimmt das um 4-6 K von der Wärmepumpe abgekühlte Wasser wieder auf. Dieser Brunnen sollte mindestens 15 m von dem Förderbrunnen angeordnet werden, wenn die Fließrichtung des Grundwassers nicht bekannt ist. Das von der Wärmepumpe zurückkommende Wasser darf nicht als Oberflächenwasser abgeleitet werden.

Für die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle ist eine Genehmigung einzuholen. Darauf hinaus sollte nicht auf eine vorherige Wasseranalyse verzichtet werden. Ungeeignet ist Grundwasser mit hohem Eisen- oder Mangangehalt, hohem pH-Wert oder großen Mengen freier Kohlensäure, Chloriden, Nitraten und

Ammonium. Bei diesen Stoffen besteht zum einen die Gefahr aggressiver Korrosion im Wärmetauscher und zum anderen eine Verockerung der Brunnenanlagen.

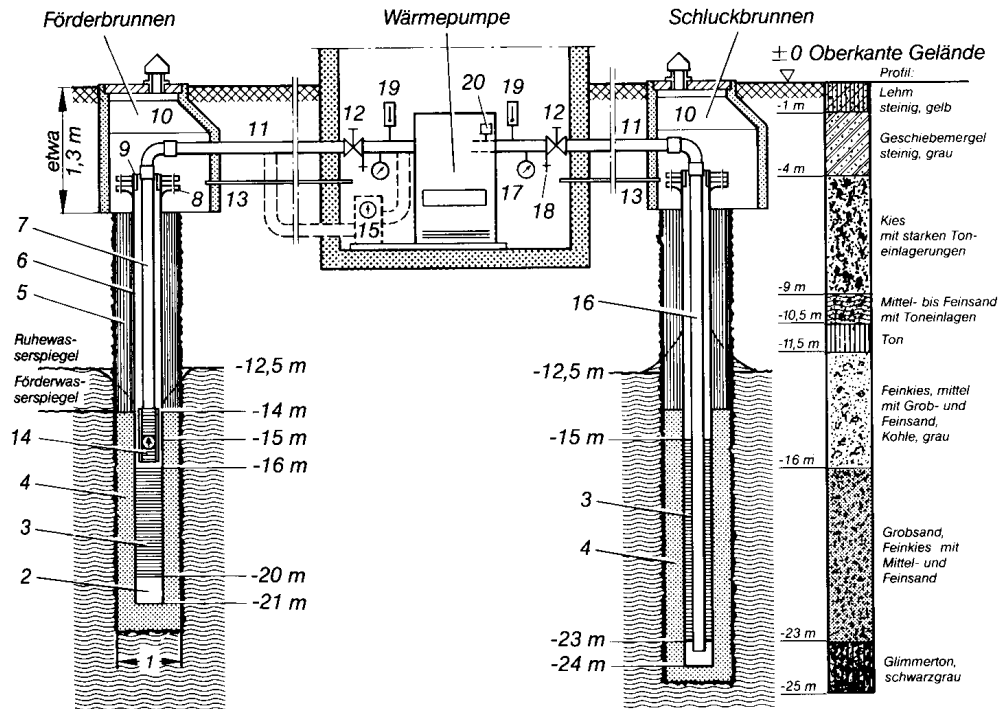


Bild 6.26: Schema einer Brunnenanlage für Wasser-/Wasser- bzw. Wasser/Luft-Wärmepumpen

- | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 Brunnendurchmesser | 8 Brunnenabschlußkopf | 15 Reservepumpe (falls erforderlich) |
| 2 Sumpfrohrabschnitt | 9 Peil- und Kabeldurchlaßöffnung | 16 Fallrohr |
| 3 Filterrohrabschnitt | 10 Brunnenvorschacht nach DIN 4034 | 17 Manometer |
| 4 Filterkiesschüttungen | 11 Zu- und Ablaufleitung | 18 Wasserprobe-Entnahmehahn |
| 5 Tonsperre | 12 Absperrventile | 19 Temperaturmeßstelle |
| 6 Filteraufsatzrohr | 13 Leerrohr | 20 Durchflußwächter |
| 7 Förderrohr | 14 Unterwasserpumpe | |

Bild 37: Schema einer Brunnenanlage für Wärmepumpenanlagen

Wärmequelle Erdreich

Unter „Erdreich“ versteht man im Zusammenhang mit einer Wärmepumpe die obere Erdschicht bis zu einer Tiefe von rund 2 m. Dieser nahezu beliebig große Wärmespeicher wird in der warmen Jahreszeit durch Sonneneinstrahlung und einsickerndes Regenwasser aufgeladen und kann in der kalten Jahreszeit dann künstlich wieder entladen werden. Schon in geringer Erdtiefe von 1 – 1,5 m liegen die Bodentemperaturen ganzjährig in einem Temperaturbereich, der den monovalenten Betrieb einer Wärmepumpe ermöglichen.

Der Entzug von Erdwärme erfolgt über Rohrkreissysteme, die entweder als Erdkollektoren oder Erdsonden ausgebildet sind. In ihnen zirkuliert eine frostsichere Wärmeträgerflüssigkeit, meist Sole. Diese Sole durchströmt in der genannten Form das Erdreich, nimmt dort Wärme auf und fließt anschließend zur Wärmepumpe zurück, wo ihr die Wärme entzogen wird. Dem Boden kann dabei nur soviel Wärme entzogen werden, wie ihm im Verlauf des Jahres durch solaren Zufluß zugeführt wird. Die infolgedessen begrenzte Regenerierfähigkeit des Bodens läßt einen Wärmeentzug je nach Bodenbeschaffenheit von max. 20 – 40 W/m² zu. Ein höherer Wärmeentzug würde im Bereich der Kollektorrohre einen nicht mehr regenerierbaren Dauerfrost bewirken.

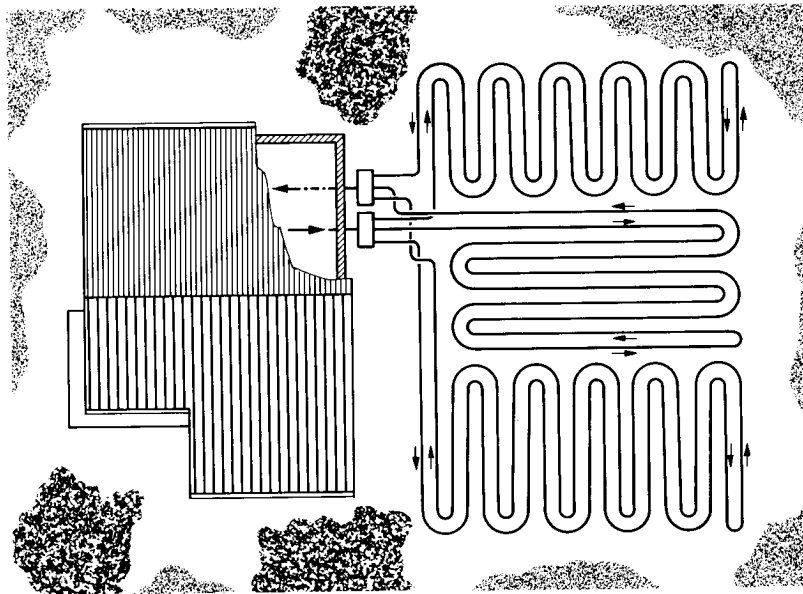


Bild 38: Schema der Rohrleitungsführung bei Erdkollektoren

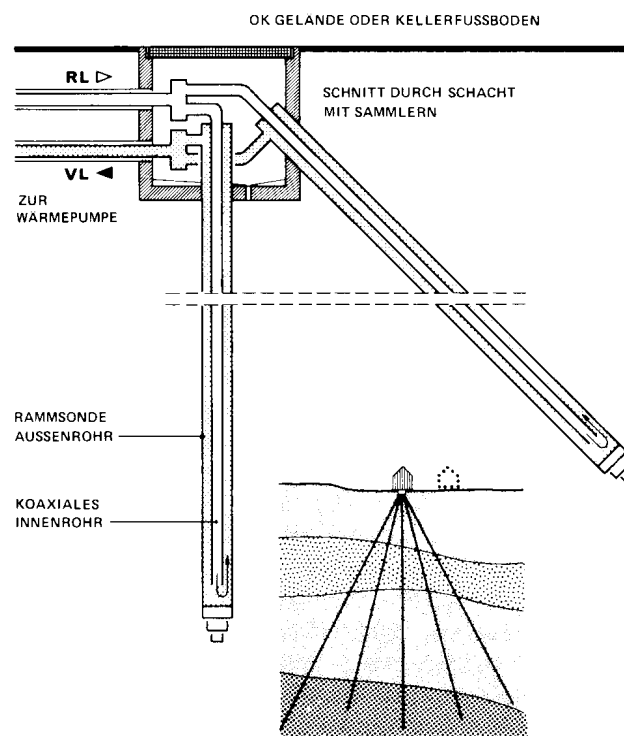


Bild 39: Funktionsschema von Erdsonden

Voraussetzung für die Nutzung der Erdrreichwärme durch Kollektoren ist das Vorhandensein einer genügend großen, unbebauten Fläche in der Nähe des zu beheizenden Gebäudes. Durch den Einsatz von Erdsonden wird nur noch eine kleine Grundfläche benötigt. Erdsonden werden senkrecht oder schräg bis in Tiefen von 20 – 50 m in das Erdreich getrieben. Erdsonden können aufgrund ihrer größeren Eindringtiefe lediglich einen gewissen Teil der im Erdreich gespeicherten Sonnenenergie nutzen. Eine befriedigende Funktion kann deshalb nur gewährleistet werden, wenn Grundwasser für einen ausreichenden Wärmenachschub sorgt. Dies setzt genaue geologische Kenntnisse des Erdreiches voraus.

V.5.3 Solaranlagen

Solarthermische Technologien nutzen die auf Sonneneinstrahlung beruhende Wärmeeinwirkung auf terrestrische Materie aus, um sie mit Hilfe von Sonnenkollektoren in nutzbare Energie umzusetzen. Leider ist in unseren Breiten die Energieeinstrahlung als auch die Einstrahlintensität sehr viel geringer als z.B. am Äquator. Daher werden Solaranlagen in unseren Breiten überwiegend nur in den Sommermonaten zur Brauchwasser- oder Schwimmbaderwärmung genutzt.

Je nach der mit Wärme zu beliefernden Nutzungsanlage besteht eine Solaranlage im wesentlichen aus

- den Sonnenkollektoren
- dem Wärmespeicher oder Wärmeaustauscher,
- dem verbindenden Rohrnetz mit Wärmeträgerflüssigkeit und Solarkreispumpe,
- den Sicherheitseinrichtungen und
- der Regelung.

Die Übertragung der Sonneneinstrahlung in nutzbare Energie erfolgt in den Sonnenkollektoren. Hiervon gibt es verschiedene Ausführungen. Der am häufigsten eingesetzte Kollektor ist der **Flachkollektor als Kompaktkollektoren**.

Unter Kompaktkollektoren versteht man vorgefertigte Einheiten, bei denen alle erforderlichen Bauteile zusammengefaßt sind. Den Kollektor umgibt ein Rahmen aus einem wetterbeständigen, korrosionssicheren Preßprofil. Der Absorber besteht in den meisten Fällen aus einem dunkleemailierten oder -pulverbeschichteten Stahlblech, aus dunkelgefärbtem Aluminium, Edelstahl, Kupfer oder Kunststoff. Ein geeigneter Dämmschutz verhindert die Wärmeabstrahlung zum Gebäude hin. Vor dem Absorber ist eine durchsichtige Abdeckung angeordnet, die aus ein oder zwei Schichten bestehen kann. Die Schichtzahl und Art der Abdeckung kommt im Wirkungsgrad zum Ausdruck

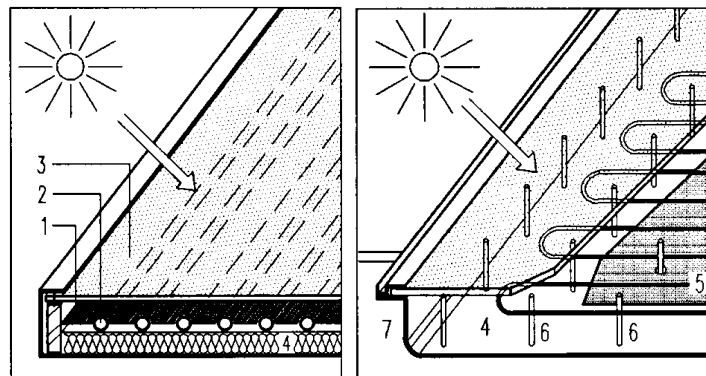


Bild 40: Aufbau von Flachkollektoren (rechts als Vakuum-Flachkollektor)

Neben den vorbeschriebenen Flachkollektoren gibt es auch die sogenannten „**konzentrierenden Sonnenkollektoren**“ (Bild 41). Das sind parabolzylindrisch geformte Spiegel, durch deren Brennpunkt ein Rohrstab verläuft, der von einer Wärmeträgerflüssigkeit durchströmt wird. Über eine horizontal und vertikal drehbare Konstruktion können die Spiegel dem Sonnenlauf nachgeführt werden. Mit einem solchen System sind höhere Vorlauftemperaturen zu erreichen als mit Flachkollektoren. Außerdem ermöglichen Parabolkollektoren eine über viele Stunden währende konstante Leistungsabgabe bei gutem Wirkungsgrad und hohem Temperaturniveau. Als Standort kommen ausschließlich horizontale Flächen in Frage.

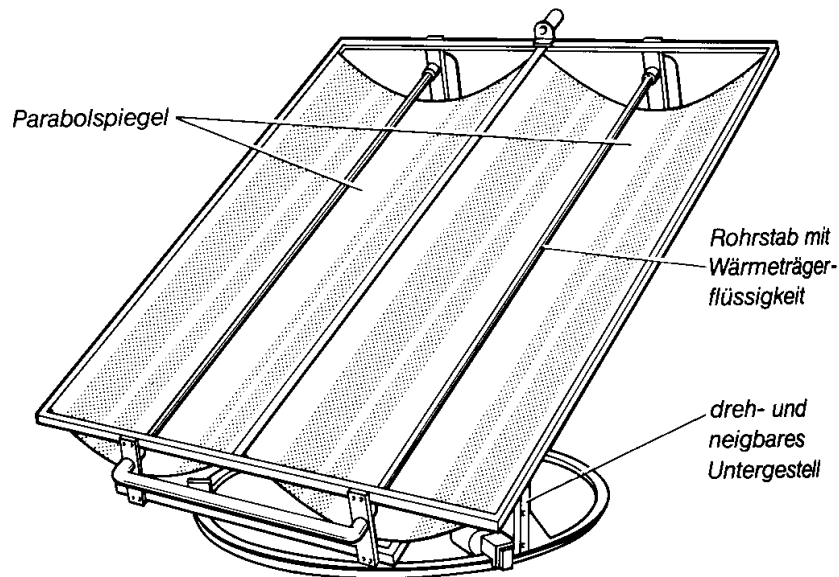


Bild 41: Parabolkollektor

Eine andere Art von Kollektoren sind die **Röhrenkollektoren**. Sie arbeiten auf der Basis des Wärmerohres. Dazu besteht sein Absorber aus hermetisch verschlossenen Rohren, die mit einer geringen Menge einer leicht verdampfenden Flüssigkeit gefüllt sind. Mit ihren oberen verschlossenen Enden ragen sie in einen Wärmeaustauscher, der die eingefangene Sonnenenergie aufnimmt und an das Wärmeträgermedium weitergibt.

Bild 42:

Funktionsprinzip eines Glasrohr-Kollektors auf Wärmerohrbasis

