

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Band:** 105 (1987)  
**Heft:** 36

**Artikel:** Abgaskondensation bei Heizkesseln unter der Lupe  
**Autor:** Herzog, Walter  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76699>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Abgaskondensation bei Heizkesseln unter der Lupe

Der sparsame Umgang mit unseren Energiequellen ist vordringlich, denn nur so können wir die ohnehin knappen Energiereserven schonen und gleichzeitig unsere Umwelt vor unnötig hohen Schadstoffbelastungen schützen. Eine Möglichkeit, Heizenergie zu sparen, ist die vollständige Ausnutzung der Abgaswärme bei der Verbrennung von Öl und Gas. Der in den Abgasen von Heizkesseln vorhandene Wasserdampf wird bei gleichzeitiger Abkühlung der Verbrennungsgase auf Temperaturen von unter 60 °C kondensiert. Im folgenden sollen die praktischen Möglichkeiten und Grenzen dieser Technik näher beschrieben werden.

## «Trocken-» und «Nass-»Kondensation

Werden die Abgase der Feuerung an den kalten Heizflächen des Heizkessels oder dessen Abgaskondensator so stark abgekühlt, dass der Wasserdampf auskondensiert, so spricht man von «Trocken-Kondensation». Das Kondensat wird in einem Gefäss gesammelt und anschliessend direkt oder über eine chemische Neutralisationsanlage dem öffentlichen Abwassernetz zugeleitet (Bild 1).

Bei der «Nass-Kondensation» werden die warmen Abgase mit Wasser besprüht und kondensieren in der Folge. Das Sprühwasser wird in einem Kreislauf umgewälzt, der über einen Wärmetauscher die vom Abgas aufgenommene Energie an das Heizsystem überträgt. Das entstehende Kondensat reichert den Wasserkreislauf ständig an. Das entste-

hende Überschusswasser wird wie bei der «Trocken-Kondensation» entsorgt (Bild 2).

Nasskondensatoren werden bei Heizkesseln für den Wohnungsbau weniger oft eingesetzt. Auf eine genaue Beschreibung der Nasskondensatoren wird darum verzichtet.

## Physikalische Grundlagen

Vergleicht man die für die Abgaskondensation ausschlaggebenden physikalischen Daten von Heizöl EL und Erdgas H, so stellt man wesentliche Unterschiede fest (Tabelle 1).

Nicht nur die energetische Ausbeute ist bei Erdgas besser, sondern auch der Wasserdampftaupunkt liegt höher und damit für Heizsysteme günstiger. Gleichzeitig ist der Säuregrad von Erdgaskondensat weniger aggressiv.

## Die Systemtemperatur der Heizungsanlage ist ausschlaggebend

Abgaskondensation stellt sich nur ein, wenn der Wasserdampftaupunkt der Abgase unterschritten wird. Der exakte Wert der Taupunkttemperatur wird neben der Brennstoffart auch noch durch den Luftüberschuss der Feuerung beeinflusst.

Bestimmend für den Kondensationsgrad ist allerdings die Eintrittstemperatur des Heizungswassers in den Abgaskondensator, d. h. die Rücklauftemperatur des Heizsystems. Die Heizflächen moderner Abgaskondensatoren sind so ausgelegt, dass bei vollem Abgasvolumenstrom am Austritt der abgekühlten Feuerungsabgase eine Temperaturdifferenz von 15 K zwischen Abgas- und Heizungswassereintrittstemperatur herrscht. Daraus resultiert, dass die Heizungsrücklauftemperatur bei Heizöl EL höchstens 32 °C, bei Erdgas H höchstens 42 °C betragen darf, damit überhaupt eine Abgaskondensation erfolgt. Diese Zahlenwerte basieren auf einem Luftüberschuss von 20 Prozent in der Feuerung. Dieser Vergleich zeigt klar die Grenzen der Abgaskondensation bei Ölfeuerung, selbst in Niedertemperatur-Heizsystemen, auf (Bild 3).

## Teilkondensation - Vollkondensation?

Die Abkühlung der Abgase unter den Wasserdampftaupunkt bedeutet keineswegs,

Bild 1. «Trocken-»Kondensation (Werkbild Hoval)

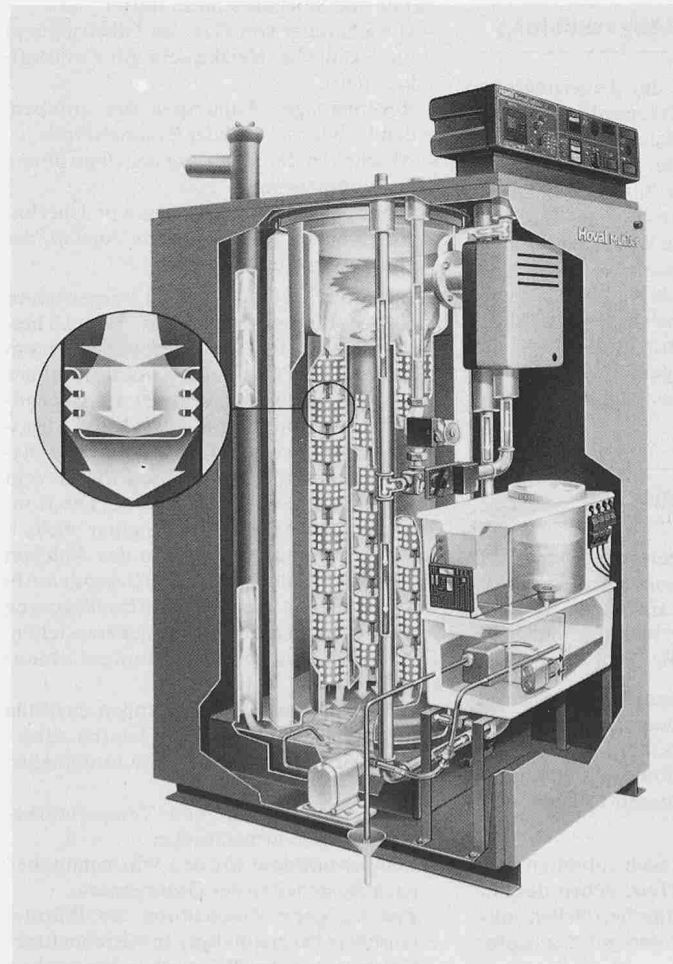
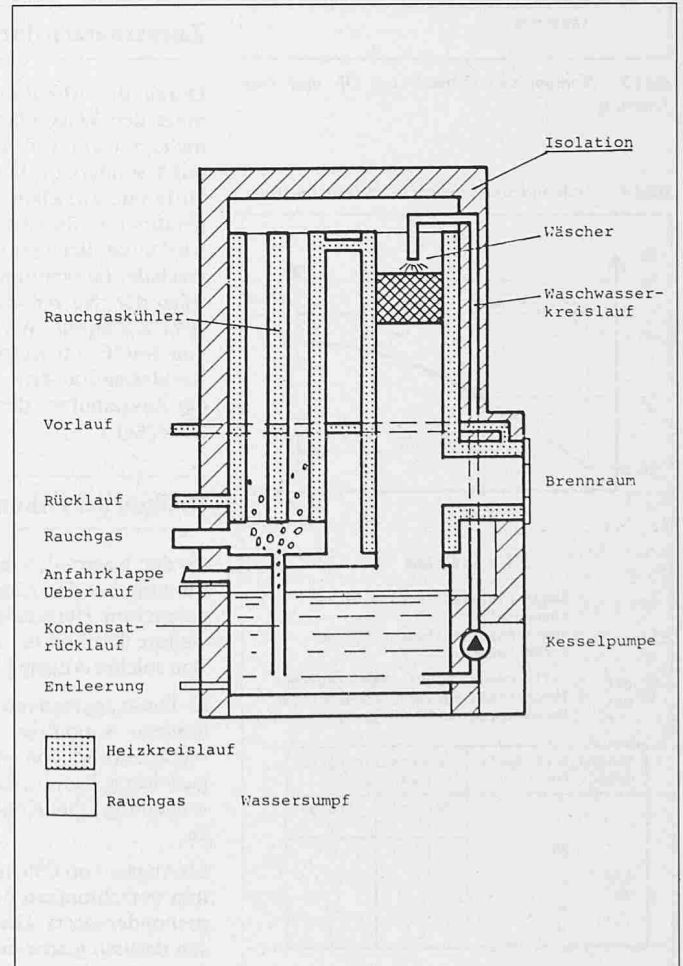


Bild 2. «Nass-»Kondensation



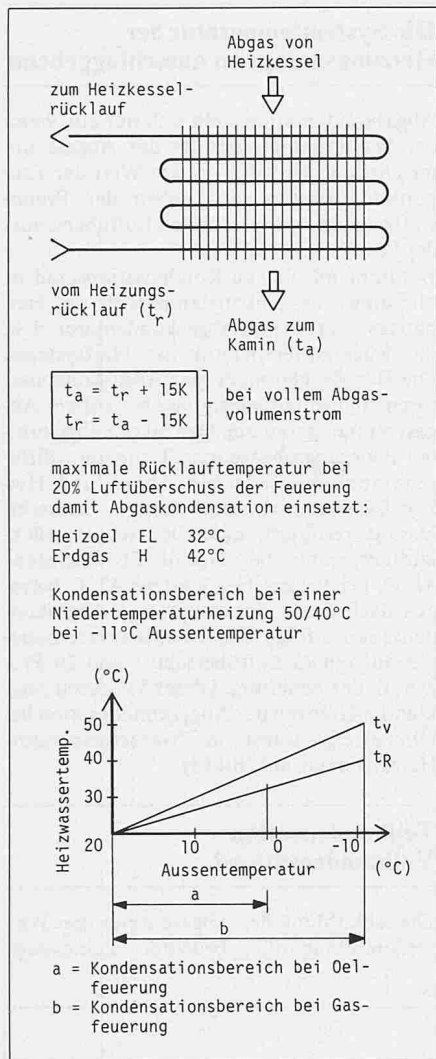
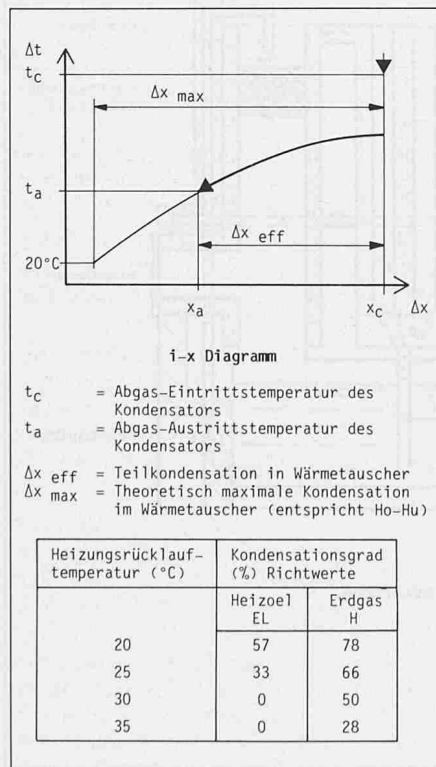


Bild 3. Kondensationsbereich bei Öl- und Gas-fernung

Bild 4. Teilkondensation bei Öl- und Gas-fernung



| Physikalische Daten                                     | Brennstoffart       |                               |
|---|---------------------|-------------------------------|
|   | Heizöl EL           | Erdgas H                      |
| Oberer Heizwert Ho                                      | 12,37 kWh/kg        | 11,46 kWh/m <sup>3</sup>      |
| Unterer Heizwert Hu                                     | 11,66 kWh/kg        | 10,35 kWh/m <sup>3</sup>      |
| Energiegewinn durch Abgaskondensation Ho-Hu in % von Hu | 0,71 kWh/kg<br>6    | 1,11 kWh/m <sup>3</sup><br>11 |
| Zusatzgewinn durch Abkühlung der Abgase                 | + 1%/20 K Abkühlung | + 1%/20 K Abkühlung           |
| Kondenswasseranfall                                     | etwa 1 Liter/kg     | etwa 1,6/m <sup>3</sup>       |
| Säuregrad pH-Wert                                       | 1-3                 | 2-4                           |
| Wasserdampftaupunkt bei 20% Luftüberschuss der Feuerung | 47°C                | 57°C                          |

Tabelle 1. Physikalische Grundlagen für Abgaskondensation bei Öl- und Gas-fernung

dass die gesamte Energiedifferenz zwischen oberem und unterem Heizwert (latente Wärme) nutzbar gemacht werden kann. Je nach Austrittstemp. der aus dem Abgaskondensator austretenden, mit Wasserdampf gesättigten Gase, wird ein Teil der theoretisch nutzbaren Energie in den Kamin und ins Freie geleitet. Selbst bei einer minimalen Heizungs-rücklauf-temperatur von 20°C kann bei vollem Abgasvolumenstrom mit Heizöl EL nur etwas mehr als die Hälfte, bei Erdgas H über ¾ der theoretisch vorhandenen Kondensationsenergie zurückgewonnen werden. Wird die Feuerung bei gleicher Heizungs-rücklauf-temperatur mit Grundlast betrieben, so steigt der Rückgewinnungsgrad bei Heizöl EL auf etwa 80 Prozent, bei Erdgas H auf etwa 90 Prozent (Bild 4).

**Zusatznutzen durch Abgaskühlung**

Durch die Abkühlung der Feuerungsgase unter den Wasserdampftaupunkt wird aber nicht nur ein Teil der latenten Wärme genutzt, sondern die Gase selbst kühlen um die Differenz zwischen Ein- und Austrittstemp. im Abgaskondensator ab. Dadurch wird zusätzliche sensible Wärme gewonnen. Nach der Berechnungsformel von Siegert beträgt der Nutzen bei 20 K Abgaskühlung etwa 2 Prozent. Wird beispielsweise Abgas von 140°C am Kesselaustritt auf 40°C am Kondensatoraustritt abgekühlt, so beträgt der Zusatznutzen der sensiblen Wärme etwa 5 Prozent.

**Risiken bei Ölkondensation**

Zu den Nachteilen der geringen Energieausnutzung bei der Abgaskondensation aus ölgefeuerten Heizkesseln sind noch folgende weitere Risiken bei der Planung und beim Bau solcher Anlagen in Betracht zu ziehen:

- Diese aggressiven Abgase verlangen eine äusserst sorgfältige Materialauswahl und -verarbeitung von Abgaskondensator, Abgasleitung, Kamin, Kaminmündung, Kaminumgebung und Kondensatentsorgungsanlage.
- Abgase von Ölfeuerungen enthalten Russ und verschmutzen die Heizflächen des Abgaskondensators. Die Tauscherflächen müssen deshalb glattwandig und gut zugänglich für die Reinigung sein.

- Das Kondensat von Ölfeuerungsabgasen ist mit Russpartikeln verschmutzt. Die Betriebssicherheit der Kondensatentsorgungsanlage (Pumpen, Filter, Neutralisierungsgerät) wird dadurch beeinträchtigt.
- Die Lebensdauer der Abgaskondensatoren ist beschränkt - die Herstellkosten sind hoch - das führt zu einem ungünstigen Preis/Leistungsverhältnis, wenn man die relativ geringe Energieausbeute bedenkt.

**Betriebssicherheit hat Vorrang**

Abgaskondensation verlangt nach einer vielfältigen regeltechnischen Sicherheitskette, um Unregelmässigkeiten im Betrieb zu vermeiden. Vorkehrungen für folgende Betriebszustände und Störfälle sind zu treffen:

- Umschaltung von Gas- auf Ölbetrieb und umgekehrt bei Heizkesseln mit Zweistoffbrennern.
- Regelmässiges Abpumpen des anfallenden Kondensats aus der Sammelwanne.
- Abschalten der Feuerung bei Überfüllung der Sammelwanne.
- Schutz des Wärmetauschers vor Überhitzung, hervorgerufen durch Ausfall der Heizwasser-Förderpumpe.

Das Beispiel im Bild 5 zeigt die regeltechnische Anordnung bei einem Hoval-ThermoCondensator für Gas-fernung zu einem Heizkessel mit Gas- oder Zweistoffbrenner Gas/Öl. Bei Ölbetrieb und bei der Überhitzung des Wärmetauschers wird der Abgasstrom über eine motorisch gesteuerte Bypassklappe ohne Kondensation direkt vom Heizkessel in den Kamin geleitet. Die Kondensatsammelwanne ist mit einer elektrischen Pumpe ausgerüstet, um das Ableiten der Flüssigkeit auch bei höher liegenden Abwasserleitungen oder bei Zwischenlagerung in einem Kondensatspeicher sicherzustellen. Die regeltechnischen Einrichtungen umfassen:

- Zeitverzögerte Bypassklappenschaltung bei Umstellung von Öl- auf Gas-fernung
- Freigabe der Gas-fernung via Endschalter am Klappenantrieb
- Temperaturwächter und Temperaturbegrenzer am Wärmetauscher
- Pumpennachlauf für den Wärmetauscher nach Ausschalten des Gasbrenners
- Zeitverzögerte Zuschaltung des Wärmetauschers bei erstmaliger Inbetriebnahme
- Verriegelung der Wärmetauscherzuschal-

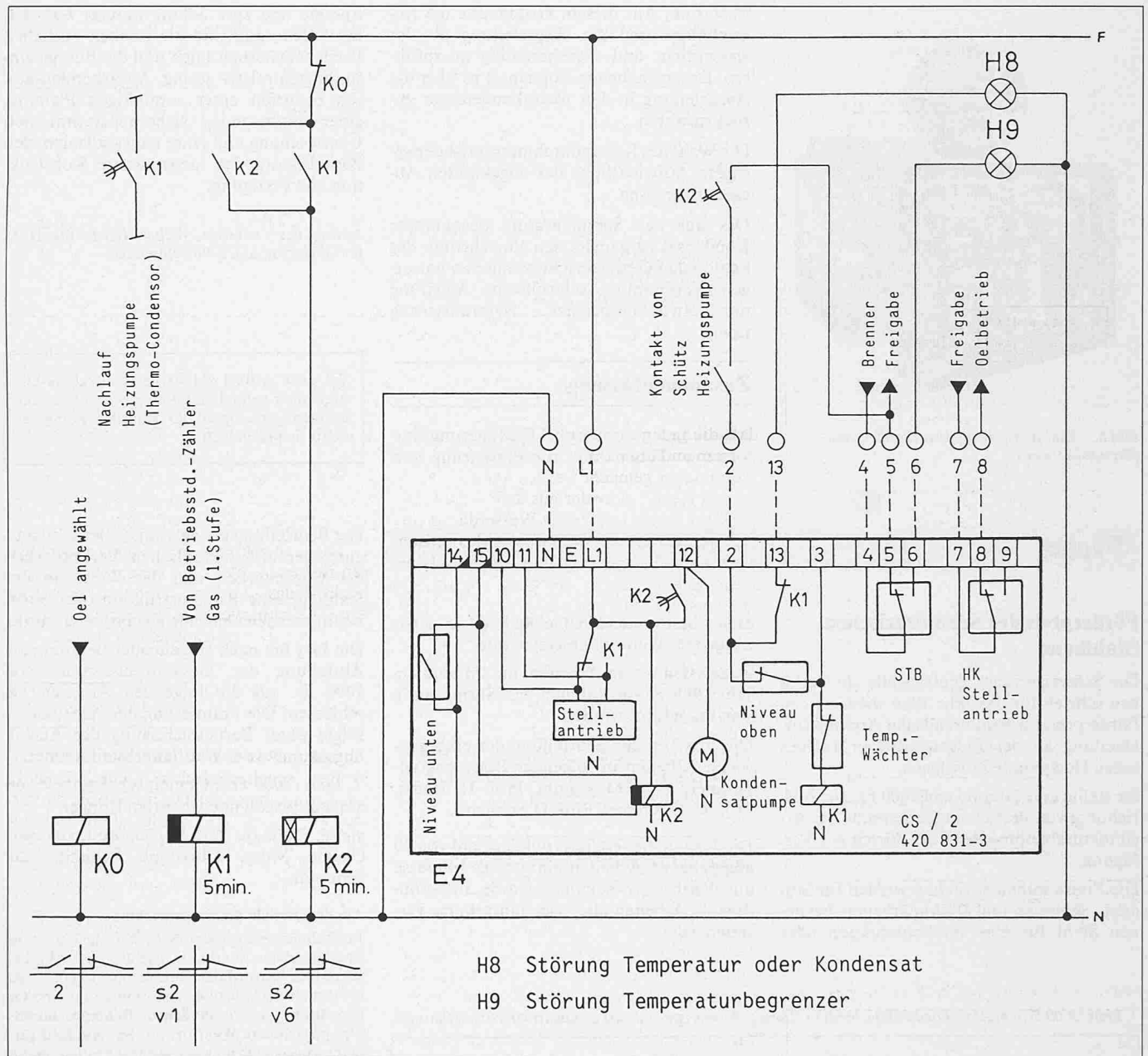


Bild 5. Sicherheitskette der Steuerung (Werkbild Hoval)

tung über den Schaltschütz der Tauscher-  
 pumpe  
 - Niveauschalter für Kondensatpumpe mit  
 Abfallverzögerung  
 - Sicherheitsniveauschalter  
 - Anzeigelampen für Störfälle.

**Konstruktion – Details sind entscheidend**

Weil Abgaskondensate – auch bei Gasfeue-  
 rung – sauer sind, muss das Material zum  
 Bau von Abgaskondensatoren sorgfältig aus-  
 gewählt werden. Hoval-ThermoCondensato-  
 ren (Bild 6) haben ein Gehäuse aus CrNiMo  
 Stahl 1.4435 und der Rippenrohrtaucher  
 selbst besteht aus der Aluminiumlegierung  
 AlMn 10. Besonderer Wert wurde auf eine  
 gasdichte Konstruktion gelegt, damit ein  
 Austritt von mit Feuchtigkeit gesättigten  
 Abgasen in den Heizraum verhindert wird,  
 weil der Abgaskondensator ja unter gasseitig-  
 em Überdruck steht.

Die getrennte Anordnung des Abgaskonden-  
 sators vom Heizkessel bietet vor allem fol-  
 gende Vorteile:  
 - Flexible Anordnung im Heizraum mög-  
 lich  
 - Erlaubt Nachrüstung von bestehenden  
 Kesselanlagen  
 - Einfacher Transport auf der Baustelle  
 - Übersichtliche Leitungsanordnung  
 - Guter Zugang für Wartungs- und Unter-  
 haltsarbeiten  
 - Unterschiedliche Lebensdauer von Kessel  
 und Abgaskondensator erlauben individu-  
 ellen Ersatz der Geräte.

**Planungshinweise für den Ingenieur**

Die wohl wichtigste Voraussetzung für eine  
 wirkungsvolle Abgaskondensation ist die  
 Wahl einer tiefen Heizungssystemtempera-  
 tur. Daraus resultiert die hydraulische Ein-  
 bindung des Wärmetauschers in einen Hei-

zungskreislauf, der während der gesamten  
 Betriebszeit die tiefsten im System auftre-  
 tenden Rücklauftemperaturen aufweist.  
 Bei Brennern mit Voll- und Grundlastbe-  
 trieb ist die Wasserdurchflussmenge im Ab-  
 gaskondensator durch Umschaltung der För-  
 derpumpendrehzahl anzupassen.  
 Bei Mehrkesselanlagen mit mehreren Ab-  
 gaskondensatoren und Kesselfolgeschaltun-  
 gen ist zu beachten, dass bei Teilast mit teil-  
 weise abgeschalteten Heizkesseln auch die  
 entsprechenden Abgaskondensatoren keine  
 Wärmeleistungen erbringen.

Der Gebläsedruck des Brenners muss in der  
 Lage sein, den gasseitigen Widerstand des  
 Heizkessels, der Abgasleitungen, des Kamin-  
 und des Abgaskondensators zu über-  
 winden.

Die Abgase nach dem Kondensatoraustritt  
 sind mit Wasserdampf gesättigt und stark ab-  
 gekühlt. Deshalb kondensieren sie in den  
 Abgasleitungen und im Kamin weiter. Da-  
 bei fallen beträchtliche Mengen Kondens-



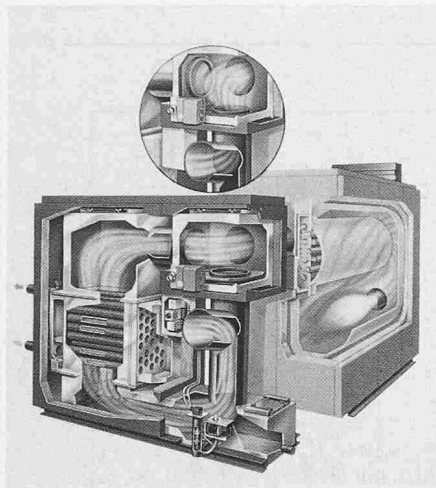


Bild 6. Funktionsprinzip Abgaskondensator (Werkbild Hoval)

wasser an. Aus diesem Grund sind die Kaminanlage und die Abgasleitung absolut wasserdicht und säurebeständig auszuführen. Das entstehende Kondensat ist über die Abgasleitung in den Abgaskondensator zurückzuführen.

Die Wahl des Kamindurchmessers ist der geringen Auftriebshöhe der abgekühlten Abgase anzupassen.

Das aus der Sammelwanne abgepumpte Kondensat ist gemäss den Vorschriften der kantonalen Gewässerschutzämter zu entsorgen (Verdünnung, schwallweise Ableitung mit Zwischenspeicher, Neutralisierung usw.).

### Zusammenfassung

Abgaskondensation ist bei Gasfeuerung eine lohnende Massnahme zur Einsparung von

Energie und zum Schutz unserer Umwelt. Bei Ölfeuerung sind die Risiken bezüglich Betriebssicherheit hoch und die Energieeinsparungen relativ gering. Abgaskondensatoren bedürfen einer sorgfältigen Planung, einer umfassenden sicherheitstechnischen Überwachung und einer einwandfreien, den Betriebszuständen angepassten Konstruktion und Fertigung.

Adresse des Verfassers: *Walter Herzog*, Ing. HTL, Hoval Herzog AG, 8706 Feldmeilen.

Vgl. auch Artikel «Moderne Haustechnik-Lösung unter veränderten Energie- und Umweltbedingungen» unter der Rubrik Tagungsberichte in diesem Heft

## Preise

### Förderpreis des Schweizerischen Stahlbaus

Die Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau schrieb für das Jahr 1986 wieder einen Förderpreis für Studierende der Architekturabteilung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich aus.

Sie stellte eine Summe von 7000 Fr. zur Ausrichtung von Preisen an Studierende der Architekturabteilung der ETH Zürich zur Verfügung.

Die Preise sollten verliehen werden für Studien-, Semester- und Diplomarbeiten, bei denen Stahl für eine Baukonstruktion oder

einen bestimmenden Gebäudeteil in überzeugender Weise eingesetzt wurde.

Zugelassen waren Arbeiten, die im Studienjahr 1985/86 im Rahmen des Normalstudiums ausgeführt wurden.

Die Jury trat zur Beurteilung der eingegangenen Arbeiten in folgender Besetzung zusammen: Prof. M. Campi, Prof. H. Hauri, Prof. H. E. Kramel, Prof. D. Schnebli.

Die Jury stellte fest, dass mit der Zahl von 20 abgegebenen Arbeiten ein grosses Interesse am Wettbewerb bekundet wurde, insbesondere da Arbeiten aller vier Jahreskurse vertreten waren.

Die Beurteilung erfolgte unter Berücksichtigung der architektonischen Vertretbarkeit der Gesamtarbeit und der Weise, in der Stahl für eine Baukonstruktion oder einen bestimmenden Gebäudeteil eingesetzt wurde.

Die Jury hat nach eingehender Beratung die Aufteilung der Gesamtpreisumme von 7000 Fr. auf die folgenden Arbeiten beschlossen: Die Prämierung der Arbeiten erfolgte unter Berücksichtigung des Ausbildungsstandes der Wettbewerbsteilnehmer.

1. Preis (3000 Fr.): Gemeinschaftsarbeit von Markus Friedli und Christian Hönger

vier 2. Preise (je 1000 Fr.): Georg Leuzinger, Claude Musy, Christoph Schmid, Urs Schuppli

#### Aus dem Bericht des Preisgerichtes

Im Rahmen einer freien Semesterarbeit stellt der Entwurf einen Alternativvorschlag zu einem existierenden Entwurf dar. Den Verfassern ging es dabei um eine adäquatere Ausformulierung und Organisation des vorhandenen Raumprogramms. Der benachbarte Waldfriedhof und die Stadtgärtnerei wurden dabei in Bezug auf die Situation und die Funktion als Einheit behandelt.

Der Aufbau des Gesamtgebäudes erfolgte in Anlehnung an die Orangerietypologie des 18. und 19. Jahrhunderts mit klassischer Dreiteilung und der Betonung des Mittelteils. Die eigentliche Orangerie wirkt als eingeschobener Glaskörper mit vertikaler Fassadenstruktur in Beziehung zu pflanzlichen Motiven.

### Preis des Belgischen Verbandes Kulturtechnischer Gesellschaften 1987-88

Der Belgische Verband Kulturtechnischer Gesellschaften will sich an das Vorhaben des Europarates, eine Kampagne zugunsten der ländlichen Gebiete zu führen, anschliessen und stiftet einen Preis zur Belohnung eines Beitrages zur Kulturtechnik. Dieser Preis wird während der Internationalen Landwirtschaftswoche 1988 in Brüssel (Ausstellungspark Brüssel, vom 7. bis zum 14. Februar 1988) verliehen.

Thema: Beitrag zur ländlichen Architektur

«Integration neuer oder renovierter Gebäude mit ihrer modernen Einrichtung in die

1. Preis (3000 Fr.): Markus Friedli und Christian Hönger. Betriebsgebäude der Stadtgärtnerei Schaffhausen

