

**Zeitschrift:** Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Textilfachleuten

**Band:** 100 (1993)

**Heft:** 3

**Artikel:** Gas-Kondensationskessel mit Traumwirkungsgrad

**Autor:** Stadelmann, Martin

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-678055>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

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

renz in Düsseldorf zur CPD vom 7. bis 10. Februar 1993. Einen stärkeren Rückschlag musste jedoch die Industrie hinnehmen. Hier musste ein Umsatzrückgang von 4,7 Mrd. DM eingesteckt werden. Konsequenterweise musste ebenso eine Reduzierung der Beschäftigten von 9,2% und bei den Betriebsstätten von ebenfalls minus 9,5% vermerkt werden. Drastisch sanken daher auch die Produktionszahlen. Fast alle Produktgruppen verbuchten zweistellige Minuszahlen. Der Außenhandel zeigte sich sehr gesplittet. Zwar sanken die Ausfuhraten in die Schweiz (-6,1%), Österreich und Großbritannien, andererseits wurden Zuwächse in die klassischen Modeländer wie Frankreich und Italien verzeichnet. Um die Situation aber nicht allzu negativ zu sehen, muss vermerkt werden, dass insgesamt gesehen auf die letzten fünf Jahre, die Industrie ein Umsatzplus von 21% verbuchen konnte.

Die einzigen, die sich hätten freuen können, waren die Stricker. Doch hier war der Handel beim Ordern allzu vorsichtig und konnte dann die Nachfrage nicht befriedigen. Ein Umsatzplus konnte aufgrund von besseren Qualitäten verbucht werden (+10%). Doch der Handel setzt weiterhin auf Sicherheit und orderte für das kommende Jahr hauptsächlich Klassiker.

Zweigeteilt zeigte sich die Damenwäsche. Die Miederwaren verzeichneten noch ein Plus von 3 bis 4%, während die Damenwäsche ins Minus rutschte, wobei die Nachtwäsche mit -5% einen besonders grossen Anteil daran hatte. Nur ein schwacher Trost ist dabei, dass auch die Importe deutlich zurückgingen.

Interessant wird sein, wie letztere Branche auf den neuen Messetermin reagieren wird. Die Dessoushersteller präsentieren erstmalig ihre Ware während der CPD. Insgesamt präsentieren 1936 Aussteller ihre Mode für den kommenden Herbst/Winter 1993/94, wobei sich die Zahl der ausländischen Anbieter mit 478 nahezu verdoppelt hat. Konsequenterweise hat sich auch die Ausstellungsfläche auf 140 390 m<sup>2</sup> gesteigert.

Martina Reims ■

## Gas-Kondensationskessel mit Traumwirkungsgrad

**Gas-Kondensationskessel sparen Energie, wenn bei niedrigen Rücklauftemperaturen der Abgastaupunkt von 59 °C unterschritten wird. Regenerative Verbrennungsluftvorwärmung, also Rückführung der nach dem Kondensationswärmetauscher noch im Abgas enthaltenen Restwärme und -feuchtigkeit, hebt den Abgastaupunkt über 70 °C an. Diese Technik ermöglicht dem neuesten Kessel der französischen Seccacier Jahreswirkungsgrade von über 105% vom H<sub>u</sub>.**

Mit dem «Super Oscar» der Expotherm 92 in Lyon wurde der «Altarex»-Kessel gekrönt, in welchem Gérald Brunel, Chefentwickler des Pariser Kesselbauers Seccacier, und Alain Grehier, Chefingenieur des Instituts Français du Pétrole, neueste Ideen aus der Raffinierietechnik, den von Gaz de France und Seccacier patentierten PAVE-Prozess und einen neu entwickelten Erdgasbrenner kombinierten.

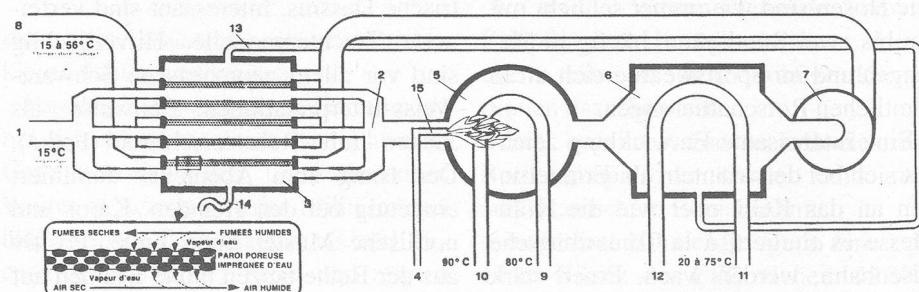
### PAVE hebt Taupunkt über 70 °C

PAVE bedeutet «pompe à vapeur d'eau». Die deutsche Übersetzung könnte man als «regenerative Verbrennungsluftvorwärmung» bezeichnen. Ursprünglich funktionierte es so: Einem Gas-Kondensationskessel wird ein Abgaswäscher nach- und ein Luftwäscher vorgeschaltet.

Nach dem Kondensationswärmetauscher hat das Abgas noch eine Temperatur von etwas über 70 °C. Diese fühlbare Wärme macht aber nur 20% des

im Abgas verbleibenden Wärmeinhalts aus; 80% sind latente Wärme im restlichen Wasserdampf. Der Abgaswäscher gewinnt diese Energie bis zur Verbrennungslufttemperatur, d. h. einer Abgas temperatur von etwa 20 °C, zurück. Er funktioniert also sozusagen als Sekundär-Kondensationswärmetauscher.

Durch einen Kreislauf mit je einer Vor- und einer Rücklaufpumpe wird diese Wärme dem Verbrennungsluftwäscher zugeführt, der dem Brenner vorgeschaltet ist. Dieser erwärmt die Verbrennungsluft mit der zurückgewonnenen fühlbaren und latenten Restwärme vor und befeuchtet sie gleichzeitig. Damit wird einerseits eine Verbesserung des feuerungstechnischen Wirkungsgrades erreicht. Andererseits steigert der höhere Wasserdampfgehalt der Verbrennungsluft den Abgastaupunkt auf über 70 °C. Kondensierender Betrieb wird bei höheren Abgastemperaturen erreicht als sonst möglich; Jahreswirkungsgrade von 105% vom H<sub>u</sub> und mehr werden möglich. Dieses System



- |    |  |    |                          |
|----|--|----|--------------------------|
| 1  | Verbrennungsluft   | 8  | Abgas                    |
| 2  | regenerativ vorgewärmte und befeuchtete Verbrennungsluft | 9  | Rücklauf Primärkreislauf |
| 3  | Gewebewärmetauscher                                      | 10 | Vorlauf Primärkreislauf  |
| 4  | Erdgas   | 11 | Rücklauf Heizsystem      |
| 5  | Kesselkörper   | 12 | Vorlauf Heizsystem       |
| 6  | Kondensations-Wärmetauscher                              | 13 | Kondensat                |
| 7  | Abgasventilator  | 14 | Konsensatablauf          |
| 15 | Brennerkopf  |    |                          |

wird von Seccacier unter dem Namen Innorex seit rund 10 Jahren mit Erfolg angewendet. Es ist jedoch mit den Transferpumpen, Wasserstandsregelungen und dem Platzbedarf zweier zusätzlicher Wäscher sehr platz- und investitionsintensiv. Sein Einsatz blieb deshalb auf Anlagen mit grosser Leistung (2–15 MW) beschränkt. Dass als Brennstoff angesichts der Wäscher nur Gas in Frage kommt, ist klar.

### Kleinere Leistungen dank «Stoff»

Eine neue Idee aus der Raffinerietechnik gestattete es, den Energiesparsegen der regenerativen Verbrennungsluftvorwärmung auch bei kleineren Leistungen regnen zu lassen: Die poröse Membrane, ein hydrophiles technisches Gewebe, das den Skifahrer, Langläufer, Jogger oder auch den Faulenzer kleidet. Was diese Gewebe beim Menschen nicht immer ganz perfekt vollbringen, nämlich die Körperfeuchtigkeit (vulgo: Schweiß) nach draussen zu entlassen, gegen Regen aber dicht zu sein – das gelingt der porösen Membrane als Wärmetauscher einwandfrei.

Der Gewebetauscher ist im «Altarex» dem Kondensationswärmetauscher nachgeschaltet. Ein Abgasventilator schickt ihm die noch feuchten und warmen Abgase. Dieser saugt zugleich Verbrennungsluft für den Gasbrenner an, die im Gegenstrom zum Abgas zuerst durch den Gewebetauscher geleitet wird. Das Abgas wärmt so die Verbrennungsluft vor, kühlt sich dadurch im Tauscher ab und kondensiert. Das Kondensat imprägniert den «Stoff», der dadurch für Luft und Abgas undurchlässig wird. Das noch warme Kondensat hingegen wandert durch Kapillarwirkung durch die «Löcher» im Stoff, also durch die Öffnungen des Gewebegitters, zur Verbrennungsluftseite. Hier verdampft es, so dass die Verbrennungsluft die latente Wärme wie auch die Feuchtigkeit des Kondensats übernehmen kann: Sie ist regenerativ vorgewärmt.

Ein kleiner Trick steigert den Regenerationseffekt zusätzlich: Das Kondensat aus dem Kondensationstauscher wird dem Gewebetauscher auf der Abgasseite zugeführt, so dass es zusam-

men mit deren Restfeuchte ebenfalls zur Verbrennungsluft gelangt.

Die Technik der porösen Membrane macht den Pumpenkreislauf des PAVE-Systems und die beiden Duschen-Wärmetauscher mit ihren Wasserstandsregulierungen überflüssig. Der Kessel kann kleiner bleiben und wird billiger; Rentabilität stellt sich ab rund 300 kW ein.

### Ganz kleine Löcher

Zwei Bedingungen bestimmen die Porosität der Membrane. Die «Löcher» müssen eine Mindestgrösse von 0,0000072 mm haben, um die kapillare Wanderung des Kondensats zu gestatten. Die Trennung der beiden Medien Abgas und Verbrennungsluft ist bis zu einer Porengröße von 0,15 mm gewährleistet. Diese Eckdaten erarbeiteten die Ingenieure nach umfangreichen Versuchen.

Nun spielt aber auch die Gewebedicke eine Rolle. Auf dem Gewebe muss immer ein Kondensatfilm mit genügender Masse liegen bleiben, damit dieses im Teillastbetrieb nicht austrocknet. Sonst wäre das Gewebe zwischen Abgas- und Luftstrom nicht mehr dicht. Der Kapillareffekt wird natürlich durch grössere Poren und möglichst dünnes Gewebe verbessert. Die Membrane muss aber so stabil sein, dass sie weder bei der Montage noch im Betrieb des Kessels beschädigt werden kann. Und schliesslich setzen die technischen Möglichkeiten der Gewebefabrikanten sowie die bei der Gewebeherstellung unvermeidlichen Toleranzen den Wünschen Grenzen.

Deshalb wählten Brunel und Grehier schliesslich ein Gewebe mit einer Dicke zwischen 0,5 und 1,5 mm und einer Porengröße von 50 bis 80% des Maximalwerts, also 0,075–0,12 mm.

### Metall, Glas oder Kunststoff?

Das Material der porösen Wärmetauscherwände muss im Langzeitbetrieb einiges aushalten können: Es muss bei einem pH-Wert bis 3 und gegen Nässe korrosionsfest sein. Temperaturbeständigkeit bis 80 °C ist zudem gefragt, und ein maximaler Druck der gegenläufigen

Ströme bis zu 10<sup>5</sup> Pa (entspricht 1 bar) darf keinen Schaden anrichten. Das Gewebe muss darüber hinaus hydrophil sein und eine genügende mechanische Widerstandskraft aufweisen. Und kosten darf es auch nicht allzu viel.

Nickelgewebe oder solche aus feinsten Fäden rostfreien Stahls erfüllen diese Kriterien, aber zu einem hohen Preis. Polymere wie PEHD (Polyethylene hoher Dichte) oder gewisse PVC-Sorten mit entsprechender Behandlung genügen den Anforderungen ebenso wie Glasfasergewebe und Mischungen von Glasfasern und Polymeren.

Nach gründlicher Evaluation entschieden sich Brunel und Grehier schliesslich für ein PVC-Gewebe.

### Spezieller Brenner nötig

Die feuchtigkeitsgesättigte Verbrennungsluft würde auf normale, aus Stahl gefertigte Brenner korrosiv wirken – Seccacier fertigt den Altarex-Brenner deshalb aus nichtrostendem Stahl. Problematischer sind die Folgen der Feuchtigkeit für die Flammenstabilität: Die Flamme eines konventionellen Brenners neigt zur Instabilität oder gar zum Abreissen. Deshalb wurde eine Konstruktion aus der Industriebrenner-Technologie abgeleitet. Mit einer zweistufigen Verbrennung und einer Unterbelastung des Brenners gegenüber Normalbetrieb lässt sich eine ausgezeichnete Flammenstabilität erreichen. Zudem senkt die Zweistufen-Verbrennung zusammen mit der Feuchtigkeit der Verbrennungsluft die Stickoxidwerte auf rund 50 mg/m<sup>3</sup> 3% O<sub>2</sub>.

Dieser Wert ist zwar für moderne Gaskessel nicht ungewöhnlich. Für die Umwelt entscheidend ist jedoch nicht die momentan gemessene Stickoxidemission, sondern die Jahresfracht dieses Schadstoffs. Und da der Altarex mit einem Jahreswirkungsgrad von z. B. 105% gegenüber konventionellen Kesseln einen Viertel des Energieverbrauchs einspart, bleibt der Umwelt auch die entsprechende Schadstoffmenge erspart.

Martin Stadelmann  
Verband Schweiz. Gasindustrie,  
Zürich ■