

# Energie

Objektyp: **Group**

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

Band (Jahr): **86 (1979)**

Heft 11

PDF erstellt am: **08.08.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Energie

## HT-Erhitzer mit Wirbelschichtfeuerung

In Zusammenarbeit mit der Firma Energy Equipment Company Ltd. in England hat die Bertrams AG in Basel ein Konzept geschaffen, welches hier vorgestellt wird: Eine Anlage zur indirekten Beheizung von Prozessen mit Wärmeträgern, welche durch Verbrennung von Kohle oder brennbaren Industrieabfällen betrieben wird. Wärmeträger-Erhitzer-Ofen und Wirbelbett sind in einer senkrecht stehenden Einheit integriert. Für grössere Leistungen können mehrere Erhitzer in Modulbauweise aneinandergereiht werden.

### Wirbelschichtfeuerung allgemein

Vorzüge der Wirbelschichtfeuerung:

- Hoher Umsetzungsgrad bei der Verbrennung.
- Hoher thermischer Wirkungsgrad (5—10 % Luftüberschuss).
- Kohle mit niederem Heizwert oder andere Industrieabfälle können als Brennstoff verwendet werden.
- Auch bei Verwendung von Brennstoff mit hohem Schwefelgehalt kann den Vorschriften bezüglich SO<sub>2</sub>-Gehalt im Rauchgas entsprochen werden.
- NO<sub>x</sub>-Bildung ist nahezu eliminiert.
- Ideales System für separate oder gleichzeitige Verfeuerung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen.
- Niedere Investitionskosten.

### Stand der Technik der Wirbelschichtfeuerung

Seitdem das erste Kohlvergasungs-Wirbelbett in den zwanziger Jahren von BASF in Deutschland in Betrieb genommen wurde, sind viele solcher Anlagen zu Versuchszwecken oder für industrielle Verwendung gebaut worden. Die wesentlichen Entwicklungen wurden in England gemacht. Dort hat die Kohle auch heute noch im Verhältnis zum Heizöl mehr Bedeutung als in anderen Ländern, wie z. B. in den USA, Deutschland oder Frankreich. Die wesentliche Entwicklungsarbeit wurde mit dem Ziel «Grosskraftwerke» geleistet.

Eine andere Gruppe der Anwendung ist die Verbrennung von Klärschlamm und Flottationsbergen. Die Verbrennung von Klärschlamm ist schon weit industrialisiert, währenddem die Verbrennung von Flottationsbergen im Entwicklungsstadium steht.

Im Anwendungsbereich der Prozessheizungen für mittlere und kleinere Leistungen (2 MW bis 30 MW) sind bisher nur sehr wenige Wirbelschichtfeuerungen industriell eingesetzt worden.

Unter dem Druck seitens Umweltschutz-Vorschriften und Versorgungsproblemen hat die Anwendung des Wirbelbettes für die Verbrennung von Kohle im Kraftwerkbereich wie auch im industriellen Heizungsbereich stark zugenommen.

## HT-Anlagen allgemein

### Vorzüge

Die indirekte Beheizung weist gegenüber der direkten Beheizung mittels Flamme folgende Vorteile auf:

- Hohe Wirtschaftlichkeit; in einer Anlage mit indirekter Beheizung ist ein thermischer Wirkungsgrad von 85 % und mehr durchaus normal.
- Schonung des Produkts, d. h. keine Verschmutzung, keine Ueberhitzungsgefahr.
- Genaue Prozesstemperaturregulierung.
- Grosse Flexibilität, d. h. mehrere Wärmeverbraucher können an einen Erhitzer angeschlossen werden.
- Sicherheit der Anlage, da sich kein offenes Feuer in Produktionsnähe befindet.

### Vorzüge gegenüber Beheizung mit Wasserdampf

- Für Wasser oder Wasserdampf ist druckloser Betrieb nur bis 100 °C möglich; für 200 °C beträgt der benötigte Druck 17 bar, währenddem für 300 °C bereits 89 bar benötigt werden, wobei die Kesselrohrleitungen und beheizten Apparate für den entsprechenden hohen Betriebsdruck zu konstruieren sind.
- Dampfkessel und Dampfgeneratoren brauchen entthärtetes und entgastes Speisewasser, was mit zusätzlichen Kapitalkosten und höheren Betriebskosten verbunden ist.
- Die fühlbare Wärme des Kondensats geht oft verloren.
- Im weiteren sind Anlagen, die Wasser enthalten, frostgefährdet und müssen gegen Korrosion geschützt werden.
- Das Betreiben solcher Wasser- oder Wasserdampfkessel verlangt in der Regel die ständige Anwesenheit eines Kesselwartes.

### Konventionelle Feuerung zu Bertrams-HT-Anlagen

Brennstoff	Feuerungsanlage
Gas	Gasbrenner
Flüssigkeit	Ölbrenner mit rotierenden Scheiben oder mit Druckzerstäuber, modulierend oder zweistufig
Kohlestaub	Staubbrenner
Holzabfälle oder ähnliche Brennstoffe	Unterschubfeuerung

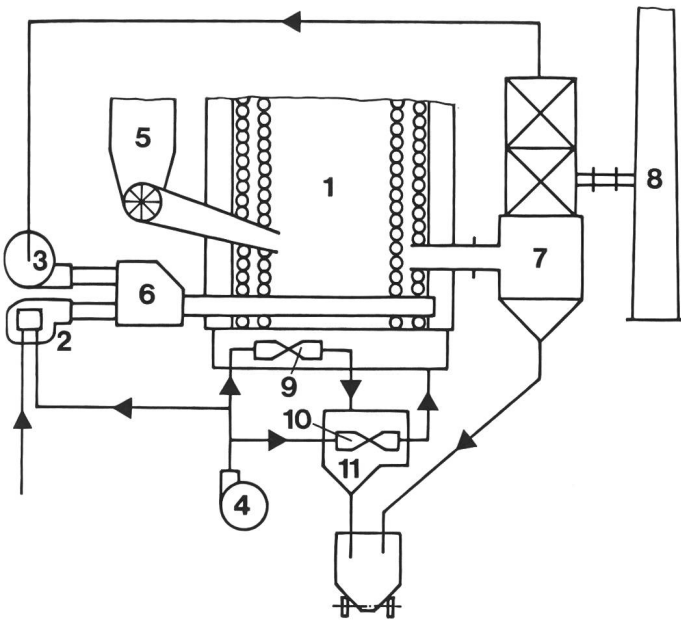
### HT-Anlage mit Wirbelschichtfeuerung

Prinzip des Bertrams-Erhitzers Typ F mit Wirbelschichtfeuerung, System EEC

#### Funktionsweise der Feuerung

Kalte Luft wird von unten durch das mit Sand gefüllte Bett geführt, bis die Sandpartikel fluten, d. h. einen flüssigkeitsähnlichen Zustand annehmen, wobei jedoch noch keine Partikel ausgetragen werden.

Die kalte Luft wird dann durch einen mit Öl befeuerten Anfahrerbrenner vorgewärmt, bis der Sand im Wirbelbett eine Temperatur von etwa 750/950 °C aufgenommen hat.



- |                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1 «Bertrams»-Erhitzer Typ F          | 7 Abscheider       |
| 2 Anfahr-Brenner mit Zündsystem      | 8 Kamin            |
| 3 Rauchgas-Ventilator, Rezirkulation | 9 Aschepumpe       |
| 4 Kompressor für Druckluft           | 10 Sandpumpe       |
| 5 Kohle-Dosier-System                | 11 Sand-/Aschesieb |
| 6 Plenum                             |                    |

Kohle oder andere Brennstoffe werden dann eingeführt. Dadurch wird eine partielle Vergasung im Bett erreicht. In der Zone über dem Wirbelbett verbrennen anschliessend die Gase vollständig. Dieser Vorgang wird kontinuierlich weiterbetrieben, wobei die Betttemperatur durch das Zufügen von Brennstoff sowie durch Rezirkulation eines Teils der Rauchgase reguliert werden kann.

#### Merkmale der Feuerung

Die Luftverteilung ist ein sehr wichtiger Parameter für eine effiziente Verbrennung. Deshalb hat Energy Equipment dieses Problem eingehend studiert und ein eigenes System entwickelt, welches einen sehr guten Umsetzungsgrad bei der Verbrennung ergibt. Abhängig von der Partikelgrösse wird die Wirbelschicht mit parallelen Säulen aufströmender Verbrennungsluft in vertikale Zonen geteilt. Ein Teil dieser Luft passiert das Bett, normalerweise ohne an der Verbrennung teilzunehmen, und zwar bis zur Zone über der Wirbelschicht, wo eine intensive Durchmischung mit dem erzeugten Gas entsprechend wirksame Verbrennung ermöglicht.

Dieser Anteil an Verbrennungsluft, welcher erst an der sekundären Verbrennung teilnimmt, wird teilweise erst als Sekundärluft über der Wirbelschicht eingeblasen. Diese Konstruktion ermöglicht eine höhere spezifische Belastung des Wirbelbettes und trägt wesentlich zu dessen Wirtschaftlichkeit bei. Auch wird dadurch erreicht, dass die Strahlungswärme durch eine einfache Anpassung des Erhitzerkessels voll ausgenutzt werden kann.

Bertrams AG  
Thermische Verfahrenstechnik  
4000 Basel

## Thermografie — eine Hilfe zur Energieeinsparung

Überall, wo Energie zu Heizzwecken oder zur Steuerung industrieller Prozesse eingesetzt wird, treten Verluste auf.

Die Verknappung und Verteuerung der Energieträger zwingt dazu, diese Verluste so gering wie möglich zu halten. Von der Erkenntnis bis zur tatsächlichen Energieeinsparung ist jedoch ein weiter Weg. Ihn mit Aussicht auf Erfolg zu beschreiten — und zwar in weiten Anwendungsbereichen — gestattet die Thermografie. Dieses einfach und schnell einsetzbare kontakt- und zerstörungsfrei arbeitende Messverfahren hat bereits in vielen Bereichen der Technik Anwendung gefunden, z. B. in der

- Gebäudetechnik  
zur Erkennung von Wärmebrücken und zum Nachweis schadhafter oder fehlender Isolierung.
- Verfahrenstechnik  
zur Feststellung von Leckagen in wärme- bzw. kälteführenden Behältern oder Rohrleitungen. Standzeitüberwachung von verschleissenden Anlagen (Hoch-, Glüh-, Trockenöfen, Stahlbläser, Winderhitzer).
- Wärmetechnik  
zum Auffinden von Isolationsschäden und Lecks an unterirdisch verlegten Fernheizsystemen; Entdecken von Totzonen in unzugänglichen Wärmetauschern; Ueberprüfung der Isolierung von Wärmeezeugern und Dampfkesseln jeder Bauart und Grösse.
- Elektrotechnik  
zur Ueberwachung von Hochspannungs-Schaltanlagen, Isolatoren, Verteilerstationen; Ermittlung von Schwachstellen in elektronischen Bauelementen und Schaltungen.
- Fertigungstechnik  
zur Qualitätskontrolle, Produktionsüberwachung und -steuerung.
- Werkstoffprüfung  
zur Erkennung von Materialfehlern, Ermüdungsbrüchen, Gefüge-Fehlstellen.

Wo bisher in mühevoller Kleinarbeit Temperaturfelder punktweise abgetastet werden mussten, genügt heute ein Blick auf den Monitor der handlichen Thermovisionskamera, um den thermischen Zustand eines Bauteils oder einer Anlage beurteilen zu können. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, dass die zu untersuchende Anlage — z. B. ein Hochspannungsschalter — für die Messung nicht ausser Betrieb genommen werden muss, da aus sicherer Entfernung gemessen werden kann.

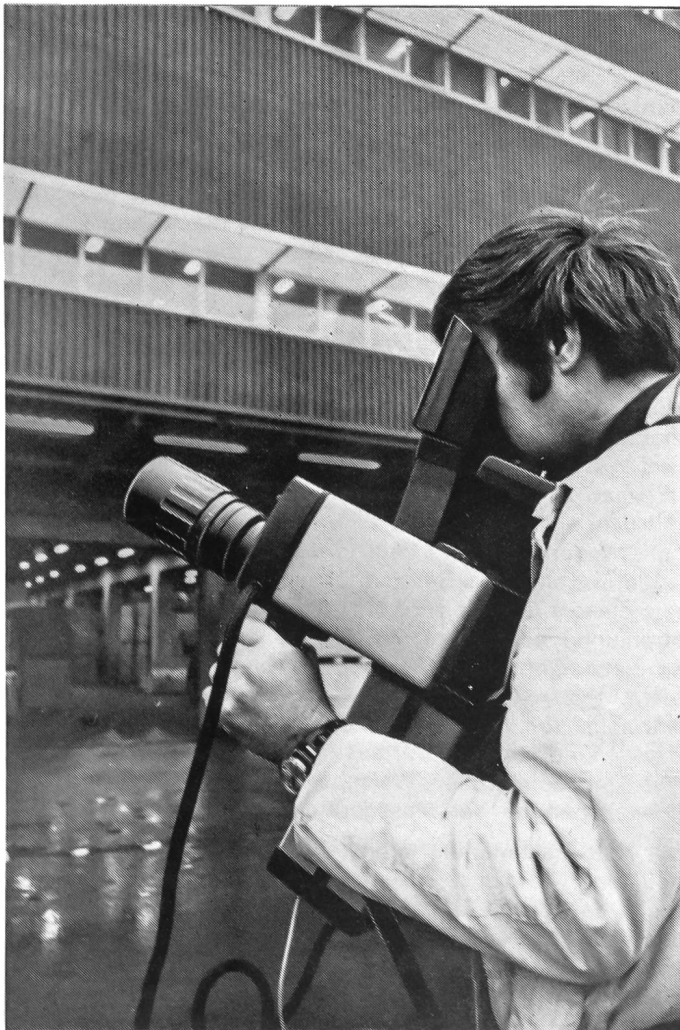
Bei der Thermografie wird die Tatsache ausgenutzt, dass jeder Körper mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes, also grösser als  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , eine elektromagnetische Wellenstrahlung aussendet, deren Intensität und Wellenlänge eine Funktion der absoluten Temperatur ist; man nennt sie deshalb Temperaturstrahlung. Sie ist mit dem sichtbaren Licht verwandt, nur hat sie eine grössere Wellenlänge und liegt in einem für das menschliche Auge unsichtbaren Bereich jenseits der Spektralfarbe rot; aus diesem Grunde wird sie auch mit Ultra- bzw. Infrarotstrahlung bezeichnet. Je wärmer ein Körper wird, umso mehr nähert sich die Infrarotstrahlung dem sichtbaren Licht. Ein «einleuchtendes» Beispiel hierfür ist das Erwärmen von Eisen: mit steigender Temperatur tritt zunächst eine fühlbare Wärmestrahlung, dann eine sichtbare Rot- und schliesslich Weissglut auf. (Temperaturempfindlichkeitsbereich der Messgeräte minus  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .)

Mit Hilfe bestimmter Halbleiterverbindungen, die — ähnlich einer Fozelle — gerade in dem unsichtbaren Bereich der Temperaturstrahlung sensibel sind, ist es möglich, die einfallende Temperaturstrahlung in elektrische Signale umzusetzen. Bei der Messung wird das zu prüfende Teil von der Thermovisionskamera punktweise abgetastet, und die so entstehenden elektrischen Signale erzeugen nach entsprechender Verstärkung und Modulation auf einem Monitor (Fernsehbildschirm) ein Hell-

Dunkel-Bild des betrachteten Objektes — das sogenannte Thermogramm. Dabei ist die Helligkeit des Bildes der Strahlungsintensität proportional. Zur objektiven Beurteilung der Intensitäten kann das Bild auch in Farbstufen umgesetzt werden. Ferner lassen sich über eine «Isothermensaltung» Punkte gleicher Strahlungsintensität hervorheben. Die tatsächliche Temperatur wird rechnerisch aus Intensitätswert und Emissionskoeffizient ermittelt. Je nach Temperaturbereich ist dabei eine Genauigkeit von  $0,2^\circ\text{C}$  zu erreichen. In sehr vielen Fällen ist aber schon die qualitative Aussage eines Thermogramms ausreichend, um die notwendigen Massnahmen zur Energieeinsparung zu ergreifen.

#### — Empfehlung

Die Anschaffungskosten der thermografischen Ausrüstung haben den Einsatz der Thermografie auf industriellem Gebiet um Jahre verzögert. Die steigenden Kosten und Verknappung des Brennstoffs haben aber den Einsatz der Thermografie in der Industrie begünstigt. Anstelle des Kaufs der notwendigen Ausrüstung zu einem Preis von rund Fr. 150 000.— und der Aufstellung einer eigenen Equipe für die Durchführung von thermografischen Inspektionen finden es viele Betriebe vorteilhafter, diese von einem Dienstleistungsunternehmen durchführen zu lassen. Im Laufe der letzten Jahre sind Gesellschaften gegründet worden, die sich auf die Durchführung von thermografischen Inspektionen spezialisiert haben. Die Ergebnisse solcher Inspektionen sind normalerweise für das Brennstoffprogramm sehr hilfreich.



Infrarotkamera im Einsatz



Infrarot-Messausrüstung

Wegen des bedeutsamen Informationsgewinns bei Durchführung dieser Inspektionen empfehlen die Autoren nachdrücklich die Nutzung der IR-Inspektionen als Hilfsmittel innerhalb der Energieeinsparungsprogramme.

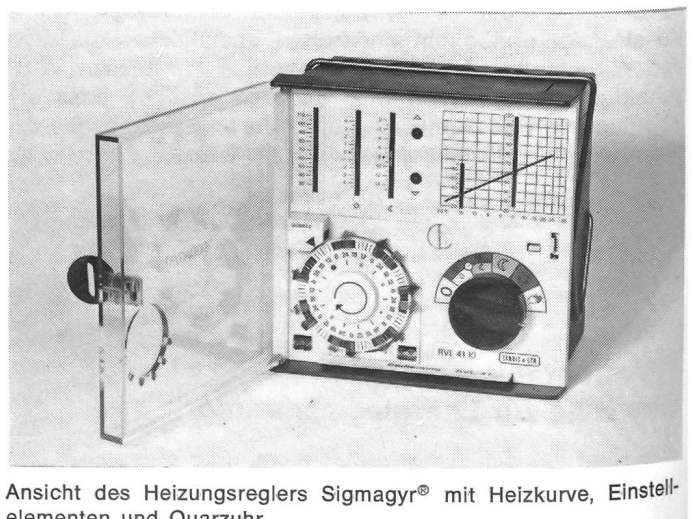
Consultherm AG, 8133 Esslingen ZH

### Neuer Heizungsregler Sigmagyr® für mittlere bis grosse Bauten

Sigmagyr ist ein neuentwickelter Regler für das witterungsgeführte Regeln von Heizungen in mittleren bis grossen Bauten aller Art: Gegenüber seinem Vorgänger sind die Anwendungsmöglichkeiten sowie — zur erhöhten Energieeinsparung — die Regel- und Steuerfunktionen erweitert worden. Die Endkontrolle jedes einzelnen Gerätes sowie die Langzeittests — beide durch Computer durchgeführt und ausgewertet — garantieren einen hohen Qualitätsstandard.

Der neue Regler eignet sich für Anlagen mit eigener Wärmeerzeugung wie auch für Anlagen, die an Fernheiznetze angeschlossen sind. Er kann elektromotorische oder elektrothermische Stellantriebe sowie atmosphärische oder Gebläsebrenner steuern.

Der Wahlschalter erlaubt sechs Heizprogramme. Eine Quarzuhr dient der Tag/Nacht-Umschaltung; ihre Gang-



Ansicht des Heizungsreglers Sigmagyr® mit Heizkurve, Einstell-elementen und Quarzuhr.

reserve beträgt 72 Stunden. Die Raumtemperatur-Korrektur kann direkt in Grad eingestellt und abgelesen werden. Eine Minimal- oder Maximalbegrenzung der Vorlauf- oder Rücklauftemperatur ist zusätzlich möglich.

Zwei Leuchtdioden zeigen die Steuerbefehle an; ein Testschalter erlaubt das Ausschalten der Rückführung. Dadurch wird die Inbetriebnahme vereinfacht.

Die Umwälzpumpe kann vom Regler gesteuert werden. Frostschutz ist durch die Heizkurve, die eine minimale Raumtemperatur von ca. 2 °C garantiert, sichergestellt.

Das Gehäuse und der Montagesockel mit den Anschlussklemmen sind aus Kunststoff. Der Anschluss erfolgt an 220 Volt Wechselspannung.

Eine weitere Neuheit ist das Messelement des Anlegefühlers. Es ist biegsam und passt sich der Rohrrundung an. Das ergibt eine sehr schnelle Temperaturübertragung.

Das Sigmagyr-Sortiment umfasst: Regler (auch ohne Schaltuhr lieferbar), Witterungsfühler, Anlegetemperaturfühler und Tauchtemperaturfühler.

Landis & Gyr Zug AG, 6301 Zug

## Der Gasmotor in der Wärme- und Kältetechnik

1938 hat Sulzer, Winterthur, mit der Inbetriebnahme der Wärmepumpe für das Rathaus in Zürich einen Meilenstein gesetzt. Nach über vierzig Jahren Erfahrung mit einigen Hundert Wärmepumpen im In- und Ausland wird nun in diesen Tagen in Luzern die erste Grosswärmepumpe mit einer Heizleistung von 800 kW unter Verwendung von zwei MWM-Gasmotoren dem Betrieb übergeben. Mit dem Einsatz dieser Gasmotoren wurde nicht nur ein neuer Meilenstein gesetzt, sondern zugleich auch die Weiche für die Zukunft gestellt. Der Gasmotor in Koppelung mit einem Kälte- oder Wärmepumpenkompressor bildet eine Alternative, die sich in der heutigen Zeit der Energieoptimierung geradezu aufdrängt. Mit einigem Stolz dürfen wir heute feststellen, dass allein von der Firma Gebr. Sulzer Aktiengesellschaft innert Jahresfrist nicht weniger als 18 Gasmotoren im Zusammenhang mit Wärme- und Kältetechnik installiert wurden.

Wo liegen nun die Anwendungsgebiete des Gasmotors in der Wärme- und Kältetechnik? Eine klare Abgrenzung des Einsatzgebietes ist leider nicht möglich, da zu viele Fakten variabel sind. Ich denke dabei in erster Linie an die Preisunstabilität der heute zur Verfügung stehenden Energien. Bei der Wärmepumpe mit Gasmotor ist eine langfristige Prognose noch wesentlich schwieriger zu stellen, da nebst den Energiepreisen auch die Umweltprobleme langfristig toleriert und akzeptiert werden müssen. So zum Beispiel die Nutzung von Grund- und Seewasser, oder der Erdwärme. Geht man davon aus, dass der Gesetzgeber das nötige Verständnis aufbringt und das Verhältnis der Energiepreise sich auf dem heutigen Stand stabilisiert, so hat der Gasmotor mit Sicherheit in der Zukunft einen noch wesentlich grösseren Marktanteil.

Bild 1 ermöglicht einen Überblick über den Markt. Der eigentliche Schwerpunkt liegt bei Objekten der öffentlichen Hand, dicht gefolgt von der Industrie und dem Handel. Mit

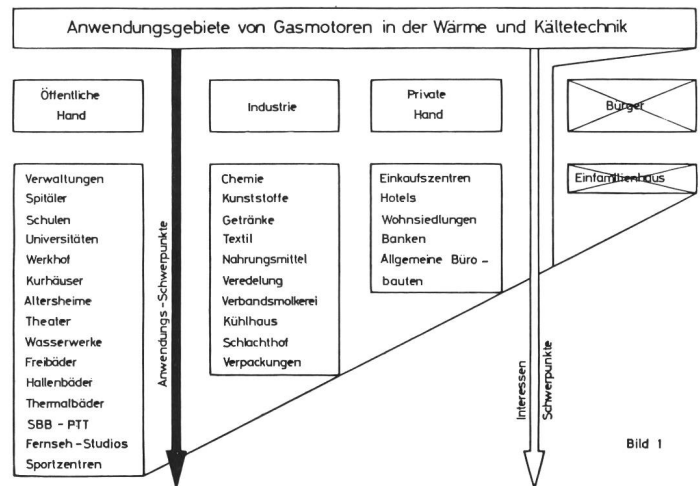


Bild 1

Sicherheit darf gesagt werden, dass der Gasmotor im Einfamilienhaus fehl am Platz ist. Vergleicht man die Einsatzschwerpunkte mit den anfallenden Interessenschwerpunkten, so ergibt sich eine wohl einmalige Diskrepanz. Das kleinste Interesse liegt beim eigentlichen Einsatzschwerpunkt, während bei den technisch und wirtschaftlich aussichtslosen Objekten das grösste Interesse vorhanden ist. Die Abstimmung und Integrierung einer mit einem Gasmotor betriebenen Wärmepumpe in ein bivalentes Heizsystem stellt höchste technische Ansprüche. Dies gilt sowohl für Neu- als auch für Altbauten. Auf individuelle Hobby-Versuche sollte unbedingt verzichtet werden.

Diese Überprüfung erfordert einiges Fachwissen. Es geht nicht darum, den Gasmotor gegen den Elektromotor auszuspielen, sondern für den jeweiligen Bedarfsfall das optimale Konzept zu erschaffen. Nicht der Antrieb fixiert das Konzept, sondern das Konzept den Antrieb. Die alteingesessene Vertrautheit mit dem Elektromotor führt immer wieder zu falschen Schlüssen, die letztlich nur dem Elektromotor dienen, aber keineswegs der Gesamtanlage. Es ist eine Angelegenheit der Erfahrung, die Stärken und Schwächen der einzelnen Alternativen zu kennen und sie in der Gesamtplanung entsprechend zu berücksichtigen. Wobei unter dem Begriff der Gesamtplanung auch die optimale Integration einer Wärmepumpe in das Heizsystem zu verstehen ist. Insbesondere gilt hier der Grundsatz: Nicht das Heizungssystem beeinflusst die Wärmepumpe, sondern die Wärmepumpe das Heizungssystem. Damit wird auch verständlich, dass alle Beteiligten sich zu einem Kollektiv zusammenschliessen müssen, damit der Bauherrschaft das individuell günstigste Gesamtkonzept unterbreitet werden kann. Das heisst, die Planung beinhaltet unter anderem auch die Prüfung der Möglichkeiten des Einsatzes von Gasmotoren.

Anhand einiger Beispiele soll versucht werden, die Vorteile des Gasmotors aufzuzeigen.

### Beispiel 1:

Weil ein Altbauobjekt mit einem Heizwasservorlauf von + 80 °C betrieben werden muss, erscheint eine Wärmepumpe als unwirtschaftlich. Die Heizflächen müssten vergrössert werden. Zudem arbeitet die Wärmepumpe mit einer Leistungsziffer von ca. 2,5, bezogen auf die Kuppelungsleistung.

Die Annahme ist falsch. Der Gasmotor anstelle des Elektromotors liefert nicht nur ca. 150% seiner Nennleistung als Heisswasser bei 80 °C, sondern verbessert auch die Leistungsziffer auf ca. 4 bis 4,5, bezogen auf die Kuppelungsleistung.

Der Gasmotor verbessert den Gesamtwirkungsgrad.

**Beispiel 2:**

Weil die Entnahme von Grundwasser bei einem Objekt beschränkt ist, liefert die Wärmepumpe eine zu kleine Heizleistung. Die Zusatzheizung muss aus diesem Grund überdimensioniert werden.

Diese Annahme ist falsch. Der Gasmotor anstelle des Elektromotors reduziert den Energiebedarf aus der Umwelt um ca. 40%.

Der Gasmotor reduziert die Energieentnahme aus der Umwelt.

**Beispiel 3:**

In einem Industriebetrieb wirken sich die Anlaufströme sehr ungünstig aus, da das Netz an der Grenze seiner Kapazität liegt. Die Abwärme fällt leider zyklisch an und würde einen intermeditierenden Betrieb der Wärmepumpe mit sich bringen, womit die zyklisch auftretenden Anlaufströme den Fabrikationsbetrieb tangieren.

Diese Annahme ist falsch. Der Gasmotor anstelle des Elektromotors entlastet das Netz.

Der Gasmotor entlastet das elektrische Netz.

**Beispiel 4:**

Weil die Elektromotor-Wärmepumpe an der Grenze der Wirtschaftlichkeit liegt, erübrigt es sich, die Var. zu prüfen mit einem Gasmotor, da letzterer ohnehin wesentlich teurer ist als der Elektromotor.

Diese Annahme ist falsch, weil sich die anderen Komponenten in der Regel wesentlich verbilligen. Es ist möglich, dass sich die Investitionskosten nur unwesentlich erhöhen, dafür aber die Betriebskosten reduzieren.

Der Gasmotor reduziert die Betriebskosten.

Dies sind einige Beispiele aus der Praxis von Projekten, bei welchen die Wahl des Elektromotors als Antrieb früher feststand, als das Gesamtkonzept ausgearbeitet wurde. Es wäre natürlich völlig falsch, als Konsequenz nur noch den Gasmotor einzusetzen. Jedes Projekt ist verschieden und muss individuell geplant werden. Die Schlussfolgerungen sind keineswegs übertragbar.

Eine Grenze bezüglich des Einsatzes von Gasmotoren ist jedoch klar ersichtlich. Für Heizleistungen unter 300 kW bei Wärmepumpen liegt der Elektromotor ganz klar im Vorteil.

Andererseits sollen aber auch wirklich potentielle Objekte nicht ohne die Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten von Gasmotoren realisiert werden.

Bild 2 zeigt sehr eindrücklich, aus welchen Gründen grössere Zentralen, bei Wärmepumpen ab ca. 300 kW Heizleistung, in Richtung Gasmotor tendieren. Wenn auch der Vergleich mit einem Automotor etwas hinkt, so ist er für Kleinstmotoren durchaus vertretbar. Wenn ein Auto mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 50 km/h an den Kilometerstand von 200 000 km gebracht würde, müsste der Motor 4000 h. in Betrieb sein. Jedermann wäre mit diesem Motor zufrieden. Zwar hätte dieser Motor im stationären Betrieb etwas länger. Eine Wärmepumpe, die jedoch im Jahr mindestens 2000 bis 3000 h. in Betrieb steht, erreicht die Lebensdauer des Motors unter Umständen trotzdem schon nach drei Jahren. Unter diesem Aspekt sieht der gleiche Motor nicht mehr so gut aus. Eine ganz andere Perspektive geben jedoch Gasmotoren grösserer Leistungen, bei welchen Standzeiten von 80 000 h. keine Seltenheit sind.

Da zudem die Unterhalts- und Servicekosten sich in erster Linie an die Betriebsstunden halten, ist ein grosser Motor von mindestens 50 kW Antriebsleistung wesentlich günstiger, bezogen auf das kW Nutzkälte oder Nutzwärme. Die untere Grenze der Einsatzmöglichkeit von Gasmotoren liegt damit bei ca. 200 kW Kälteleistung für Kälteanlagen sowie 300 kW Heizleistung für Wärmepumpen. Als Vergleich dazu sei die Heizleistung der Anlage Habitat, die von Ihnen heute besichtigt wird, nochmals angeführt mit 800 kW Heizleistung.

Zusammenfassend darf gesagt werden, dass der Gasmotor in Koppelung mit einem Kälte- oder Wärmekompressor eher zu spät den Markt eroberte. Es gibt verschiedene Gründe, die dafür verantwortlich sind. Mit einem Blick in die Zukunft können wir nur hoffen, dass die Erdgasversorgung uns nicht den gleichen Engpass beschert wie andere Alternativenergien. Unter dieser Voraussetzung wird dem Gasmotor ein voller Erfolg beschieden sein.

U. Lüthi, dipl. Ing. HTL,  
Verkaufsleiter Schweiz für Wärmepumpen  
und Standardkälte,  
Gebr. Sulzer AG, 8401 Winterthur

## Umweltfreundliche Energiegewinnung aus Altpneus

Anlage der Schweizerischen Gesellschaft für Tüllindustrie AG, Münchwilen TG

Ständerat Dr. Hans Munz, Präsident des Verwaltungsrates der Schweizerischen Gesellschaft für Tüllindustrie, konnte am 10. Oktober anlässlich einer Pressekonferenz eine Grosszahl von Vertretern der Presse begrüßen.

Er wies darauf hin, dass die Tüllindustrie — wie jedes industrielle Unternehmen — mit den Problemen der Energie und des Umweltschutzes konfrontiert werde. Diese beiden Themenkreise sind ja zum Dauergespräch in unserem Lande geworden.

Bei der Energie sind es zwei Fragen, die besonders beschäftigen, einerseits die Möglichkeit, Energie einzusparen oder umgekehrt ausgedrückt, der Energieverschwendung zu steuern, und andererseits die Abhängigkeit vom Erdöl als Energieträger zu reduzieren, die in keinem andern Lande Westeuropas so hoch ist wie in der Schweiz. Bei der Suche nach alternativen Energieträgern ist die Firma auf die Autoreifen gestossen, von denen man weiss, dass sie einen

Vor- und Nachteile von Gasmotoren in Abhängigkeit der Nennleistung im Anwendungsgebiet der Wärme- und Kältetechnik		
Forderungen	unter 50 kW	über 50 kW
Standzeit / Lebensdauer 50 000 h / 15 Jahre	ca. 10 + 15000 / 3-5 Jahre	ca. 15 + 80 000 h / 5-20 Jahre
Niedrige Investitionskosten einer Zentrale pro kW Heizleistung	1800 Fr. + 450 Fr.	450 Fr. + 200 Fr.
Niedrige Betriebs- und Unterhaltskosten	Pro kW sehr teuer	Pro kW sehr billig
Gute Service-Organisation in der Schweiz	Befriedigend bis ungenügend	gut bis sehr gut
Gute Referenzen	lückenhaft	gut
Alternative zu Elektromotor	Nein	Ja

recht hohen Energiegehalt aufweisen. Ihrem Einsatz als Energieträger stand bisher die eklatante und penetrante Umweltverschmutzung durch Abgase und Russ entgegen.

Als vor einigen Jahren von der Direktion die Idee an den Verwaltungsrat herangetragen worden ist, eine Anlage zur Energieerzeugung mittels alter Autopneus und auch anderer Abfälle zu errichten, hat dieser den Vorschlag aufgegriffen. Er konnte und durfte aber an eine Realisierung erst denken, nachdem feststand, dass Umweltbelastungen vermieden werden können. Er wurde darüber informiert, dass bei der Firma Hoval in Vaduz grosse Anstrengungen zur Erreichung dieses Zieles unternommen würden. Den entscheidenden Entschluss zur Errichtung der Anlage wurde lange vor der neuen Preishausse im Erdöl gefasst und ausserdem in einer Zeit, da das Unternehmen sich in einer prekären Ertragslage befand, die sich inzwischen allerdings verbessert hat. Das Unternehmen glaubt, dass mit der Altpneuverwertung und der Verbrennung anderer Industrieabfälle etwa 50% des bisher benötigten Öls eingespart werden kann. Man dürfe auch sagen, dass die Umweltbelastung durch Abgase nach den bisherigen Erfahrungen bei dieser neuen Art der Energiebeschaffung erheblich kleiner ist als bei der normalen Verbrennung von Öl. Abschliessend erwähnte Dr. Munz, dass sie nicht glauben, den Stein der Weisen für die Lösung der schweizerischen Energieprobleme gefunden zu haben, aber vielleicht sagen dürfen, dass sie mit der installierten Pilotanlage doch einen Weg gewiesen hätten, einerseits Altpneus und andere Industrieabfälle auf sinnvolle Weise in den Energieeinen Dienst zu leisten. Insbesondere die Altpneus bilden zyklus einzuschalten und damit zugleich dem Umweltschutz als Abfallstoff für viele Leute ein Aergernis und es ist bis heute ja nicht gelungen, sie anderweitig in grösseren Mengen auf irgend eine Weise aufzuarbeiten und einzusetzen. Dass daneben in entsprechendem Ausmasse auch Oel eingespart wird, spielt eher für den Betreiber einer solchen Anlage eine Rolle als für das nationale Problem der Reduktion der Erdölabhängigkeit.

Direktor W. P. Bachmann stellt mit einigen Worten die Firma vor, die 230 Mitarbeiter beschäftigt und je nach Produkt den Inlandmarkt beliefert, aber auch weltweit exportiert. Der Exportanteil beträgt etwa 60 Prozent. Die Schwesterfirma Weberei Walenstadt weist einen Personalbestand von 200 Mitarbeitern auf.

Zur Energiesituation der Tüllindustrie AG erläutert Herr Bachmann:

Verbrauch 1973		
Wärme	976 000 Liter Heizöl/Jahr	
Elektrizität	3 000 000 kWh/Jahr	
Kosten/Jahr 1973/74	à 22 Rp./Liter	Fr. 212 000.—
	à 6,6 Rp./kWh	Fr. 198 000.—
	Total	Fr. 410 000.—
Anteil an Gesamtkosten vor Abschreibung	3,0 % Wärme 2,8 % Strom	
Total	5,8 %	

Beurteilung der Situation Wärmeenergie 1973/74:

- Absehbare Weltreserven.
- Politischer Einsatz des Energieträgers Erdöl.
- Massive Preiserhöhungen.
- OPEC-Prognosen: Verknappung und Preissteigerungen.
- Dies bedeutet für die SGT bei einer Verdoppelung des Preises zusätzliche Kosten von Fr. 200 000.—.
- Preissteigerung des Produktes 3%.
- Diese kann wettgemacht werden durch eine zusätzliche Produktivitätssteigerung in der gleichen Grössenordnung.

- Fr. 200 000.— wegrationalisieren bedeutet Eliminierung von sieben Arbeitsplätzen. Dies kann nicht sofort, allenfalls innerhalb von fünf Jahren realisiert werden.
- Dazu benötigtes Kapital:

Anhand der Investitionsrechnung ergibt

Rentabilität (Kapitaleinsatz)	=	$\frac{\text{Nettogewinn} \times 100}{\text{Kapital} \times 0,5}$
R	=	$\frac{\text{NG} \times 100}{\frac{K}{2}}$
$\frac{K}{2}$	=	$\frac{\text{NG} \times 100}{R}$
K	=	$\frac{2 \times \text{NG} \times 100}{R}$

Soll die Rentabilität 10 % betragen, der Nettogewinn Fr. 40 000.—/Jahr, ergibt sich

K	=	$\frac{2 \times 40\,000 \times 100}{10}$	= Fr. 800 000.—
Zins (stat.) =			
5 Jahre × 5 % auf 800 000.—			= Fr. 200 000.—
Kapitaleinsatz pro Jahr			Fr. 1 000 000.—

- Um einen zusätzlichen Produktivitätszuwachs von 3 % zu erreichen, muss eine Million in ein lohnendes Projekt investiert werden, und dies fünfmal hintereinander, Jahr für Jahr.

Fragen:

- Welches Projekt?
- Welche neuen Produkte, Märkte, Technologien, Maschinen?
- Wie gross sind die Erfolgsaussichten?

Beschlüsse:

- Sparen ist am sichersten, am billigsten.
- Investitionen besser im Beschaffungsmarkt als im Absatzmarkt.
- Dem Kostendruck dort ausweichen, wo er entsteht.
- Lösungen suchen.
- Planen.

Diese Einsicht hatte die Schweizerische Gesellschaft für Tüllindustrie bewogen, in Zielrichtung Energiesparmassnahmen physikalische Studien zur Analyse ihrer Wärmebilanz ausführen zu lassen. Sie verfolgte damit den Zweck, das Ausmass der möglichen Verbesserungen ihrer Heizölabhängigkeit zu berechnen und Vorschläge für Sofortmassnahmen sowie für ein mittelfristiges Investitionsprogramm auszuarbeiten.

Bei den Sofortmassnahmen standen Eingriffe in die Verbrauchslage im Vordergrund, also Einsparungen zur Beseitigung der Verschwendung, durch Prozess- und Maschinenveränderungen, durch Einsatz von Regelkreisen im Wärmehaushalt. Der mittelfristige Plan dagegen sah vor, Einsparungen auf dem Gebiet der Trocknung, durch Wärmerückgewinnung und durch Übertragung aus anderen Quellen als Erdöl vorzunehmen. Dazu gehören die Verbrennung eigener industrieller Abfälle, die Benützung der Sonnenbestrahlung, der Bodenwärme. Auf dem Gebiet der Verschwendung konnten die einfachsten Einsparungen erzielt werden. Angefangen mit einer psychologischen Aufklärung des Betriebspersonals durch das Anbringen von Wärmeisolierungen, Einbau von Regelkreisen und anderer optimalisierender technischer Massnahmen.

Auf diese Weise konnten 8 bis 10 Prozent des Energiebedarfs eingespart werden. Es zeigte sich aber rasch, dass ein entscheidender Erfolg zur Erlangung einer relativen Erdölunabhängigkeit nur in der Substitution des Heizmaterials zu finden wäre. Dies führte in der Folge dazu, dass eine Verbrennungsanlage für eigene Abfälle ins Auge gefasst und deren Entwicklung durch die Spezialfirma Hoval AG, Vaduz, 1975 in Auftrag gegeben wurde.

### Pyrolytische Abfallverbrennungsanlage Hoval-Kelly/Petersen

Das Quantum der eigenen industriellen Abfälle genügte nicht, um eine umweltfreundliche Verbrennungsanlage zu betreiben, wie dies von Hoval nach bewährtem Baumuster unter Lizenz Kelley USA entwickelt worden war. Die Beschaffung entsprechender Mengen aus der Umgebung der Tüllindustrie stiess auf den Widerstand der öffentlichen Anlagen, die nicht ausgelastet sind. Entsprechende amtliche Bewilligungen waren aus diesem Grunde nicht zu erwirken. Eine systematische Suche nach einem billigen Brennstoff mit hohem Heizwert und problemloser Beschaffungs- und Lagerungsmöglichkeit führte zum Gedanken an den für die Deponie bestimmten, nicht mehr exportierbaren oder aufbereitungswürdigen Altpneu. Entsprechende Nachforschungen ergaben beschaffungsseitig ideale Voraussetzungen. Nachdem aber allgemein bekannt ist, dass eine gewöhnliche Pneuverbrennung ausserordentliche Umweltbelastungen impliziert, musste dieses Problem in bezug auf den technischen Aufwand und gemessen an schweizerischen Normen der Umweltschutz-Behörden studiert und gelöst werden. Nach Kenntnis des anzuwendenden Verfahrens bei der *Reinigung der Abgase und Aufbereitung des Wassers*, durch Spezialfirma Hugo Petersen, wurde eine betriebswirtschaftliche Berechnung der Investition mit dem Ziel angesetzt, einen Kapitalrückfluss von nicht über sechs Jahren zu erreichen.

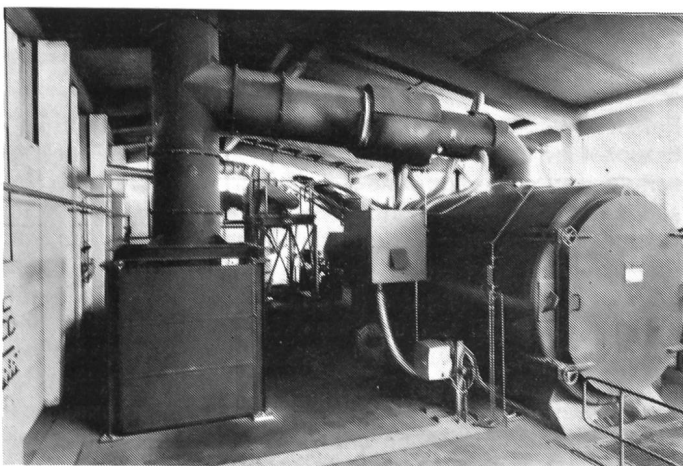
### Anlagebeschreibung

Die im April 1979 in Betrieb genommene Energieerzeugungsanlage besteht im wesentlichen aus folgenden Elementen:

Altpneus-Depot im Freien

Basislager für ca. 800 t Altpneus. Bedarf für 10—12 Monate. Mechanische Förderanlage vom Depot zur Verbrennungsanlage

— Firma Kempf & Co. AG, Herisau



Reifenverbrennung, Pyrolyse-Anlage: Rechts Pyrolyseofen, Mitte Thermoreaktor, links Wärmetauscher.

Hoval-Kelley-Pyrolyse-Kammer mit hydraulischer Beschickung

— Firma Hoval AG, Vaduz

Erste Verbrennungsstufe:

Pyrolyse: Thermische Zersetzung von organischen Stoffen in einer sauerstoffarmen Umgebung.

Umsetzung in brennbare Gase (Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe).

Kohlenstoffreiche Rückstände.

Temperatur bis 600 ° C.

Thermoreaktor

— Firma Hoval AG, Vaduz

Zweite Verbrennungsstufe:

Vollständige Oxydation der erzeugten Gase zu Kohlendioxid und Wasserdampf.

Temperatur über 1200 ° C (Geruchsschwelle 800 ° C).

Wärmetauscher (Economiser)

— Firma Jäggi AG, Bern

Wärmeübertragung von heissen Gasen an Heisswassersystem zur Erzeugung von Warmwasser, Heisswasser und Dampf sowie zur Luftheritzung.

Geschlossener Kreislauf mit Wärmespeicher und Heizungssystem.

Wärmespeicher und Heizungssystem (vorhanden)

— Firma Gebr. Sulzer AG, Winterthur

im geschlossenen Kreislauf mit Wärmetauscher

Rauchgaswäscher

— Firma Hugo Petersen GmbH & Co. KG, Wiesbaden

Abkühlung der heissen Gase auf ca. 60 ° C

Auswaschen von festen Schadstoffen, wie Zinkoxyd, Schwefeldioxyd, Russ und Asche sowie von Salzsäure

Abwasseraufbereitungsanlage

— Firma Hugo Petersen GmbH & Co. KG, Wiesbaden

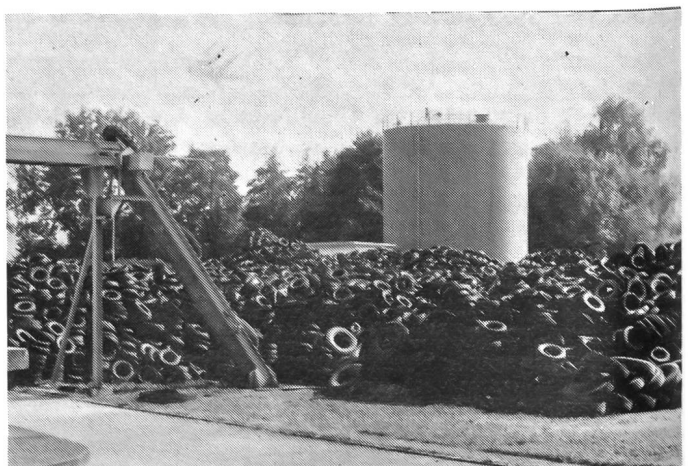
Ausfiltrierung der ausgewaschenen festen Schadstoffe

Neutralisierung und Anreicherung mit Sauerstoff

Bauliche Vorleistungen

bei der Tüllindustrie AG vorhanden

Als weiterer Referent sprach Dr. Hans Kauer vom Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern. Er wies auf das internationale, speziell aber auf das schweizerische Energieproblem hin.



Reifenlager im Freien: Links Reifenförderanlage



Zur neuen Anlage der SGT führte Dr. Kauer aus:

«Wir sind besonders froh, dass es der Schweizerischen Gesellschaft für Tüllindustrie mit ihrer Pneuverbrennungsanlage gelungen ist, auch auf dem Gebiet der Alternativenergien einige «Öl-Zisternenwagen» abzuhängen. Naturgemäss sind die Kapazitäten der Müllnutzung und der Pneuverbrennung im besonderen landesweit begrenzt. Der Anteil von Müll an der Energie beläuft sich auf 0,6 % und die für diese Zwecke nutzbaren Pneus könnten maximal etwa 0,5 % des gegenwärtigen Energiebedarfes betragen. Dazu wären allerdings etwa 10 Anlagen der hier realisierten Grösse erforderlich. Solche Installationen sind aber nicht nur vom Gesichtspunkt des Erdölersatzes, sondern ebenfalls aus Gründen der Umweltgestaltung sehr erwünscht.»

Zum Thema Erzeugung von Energie aus Altreifen mit der Hoval-Pyrolyse-Anlage referierte P. Hwald, Dipl. Ing. ETH, Hoval AG, Vaduz.

Die Energiegewinnung aus Abfallstoffen ist nicht neu; bis vor kurzem beschränkte sie sich jedoch auf Grossanlagen mit Leistungen von mehr als zwei Tonnen pro Stunde. Diese boten eine Gewähr, dass bei genügend hoher Betriebssicherheit umweltfreundlich und wirtschaftlich Energie erzeugt werden konnte.

Kleinanlagen mit Leistungen bis maximal einer Tonne pro Stunde wurden vor allem eingesetzt zur Beseitigung spezieller Abfälle, zum Beispiel in Spitälern, wo oft die Beseitigung gegenüber der Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit Vorrang hatte. Niedrige Energiepreise machten die Energiegewinnung aus Abfällen nicht attraktiv genug.

Heute hat sich die Situation jedoch geändert, und man ist sich bewusst, dass alternative Energieträger zu Erdöl, Erdgas und Strom vermehrt zur Deckung des Bedarfes herangezogen werden müssen. Damit sind auch kleinere Anlagen zur Erzeugung von Energie aus Abfallstoffen wieder interessant geworden. Die Vorteile solcher kleiner Einheiten liegen darin, dass sie häufig dort, wo Abfallstoffe anfallen, auch zugleich ein Energiebedarf besteht; damit entfallen teure Infrastrukturkosten für den Transport der Abfallstoffe und die Verteilung der zurückgewonnenen Energie. Die Anwendung neuer Technologien ermöglichte es, umweltfreundliche, betriebssichere und wirtschaftliche Kleinanlagen herzustellen und zu betreiben. Hoval verwendet für ihre Anlagen das Pyrolyse-Prinzip, das sich dadurch auszeichnet, dass bei weitgehender Unempfindlichkeit gegenüber schwankenden Heizwerten des Abfalles gleichbleibend gute Emissionswerte gewährleistet. Pyrolyse bedeutet die Zersetzung von organischen Stoffen in einer sauerstoffarmen Umgebung in brennbare Gase und Kohlenstoffe. Im Vergleich zu herkömmlicher Verbrennung erfolgt eine pyrolytische Verbrennung wie bei den Hoval-Anlagen in zwei Stufen:

- In der ersten Stufe wird in der Pyrolysekammer unter gedrosselter Luftzufuhr ein geringer Teil der Abfälle, beziehungsweise des entstehenden Kohlenstoffes verbrannt und die dadurch erzeugte Wärme dazu verwendet, den Hauptteil der Abfälle in brennbare Gase und Kohlenstoff zu zersetzen.
- In der zweiten Stufe, im Thermoreaktor, werden die entstandenen brennbaren Gase mit Luft gemischt, gezündet und vollständig verbrannt. Dabei treten Temperaturen von 800—1200 ° auf, wodurch gewährleistet ist, dass keine Geruchsemissionen durch aromatische Kohlenwasserstoff-Verbindungen auftreten können. Die heissen Rauchgase werden in einem Wärmetauscher abgekühlt und die dadurch freiwerdende Wärme zur Erzeugung von Warmwasser, Heisswasser oder Dampf verwendet.

Die Schweizerische Tüllindustrie AG in Münchwilen wählte als Alternativ-Energie-Träger Altreifen, deren Heizwert ca. 85 % desjenigen von Öl entspricht und die in genügender Menge zu günstigen Bedingungen erhältlich sind.

Die Hoval-Pyrolyse-Anlage, die hier im Einsatz ist, hat eine Verbrennungsleistung von ca. 270 kg Reifen pro Stunde, entsprechend 675 Tonnen pro Jahr im einschichtigen Betrieb. Die Heizöleinsparung entspricht 485 000 Litern pro Jahr.

Die Anlage besteht aus:

- einem Förderband zum Transport der Reifen vom Deponieplatz zur Pyrolyse-Anlage
- der Pyrolyse-Anlage mit Beschickungseinrichtung, durch welche die Reifen chargenweise über ein Schleusensystem in die Pyrolysekammer geschoben werden und mit Thermoreaktor zum Ausbrand der entstandenen Pyrolyse-Gase
- dem Röhrenwärmetauscher zur Erzeugung von Heisswasser
- der Rauchgaswaschanlage, Fabrikat Petersen, mit Kühlturm als erste Abscheidestufe, wo die Rauchgase auf den Sättigungspunkt gekühlt und ein Teil der Schadstoffe absorbiert und ausgewaschen wird, mit Feingasreiniger (Zentrifugal-Aglomerator) als zweite Abscheidestufe und mit Lamellentropfenfänger zum Abtrennen mitgerissener Wassertropfen.

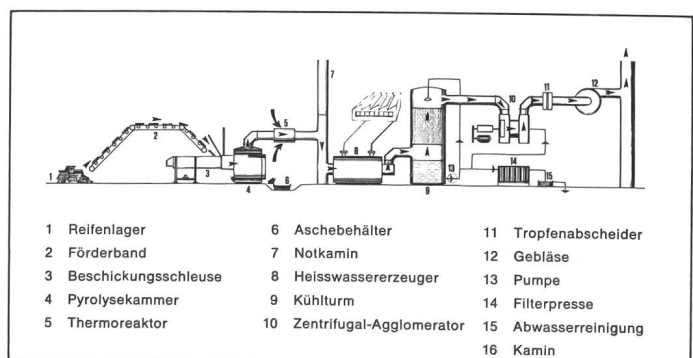
Das nunmehr gereinigte Gas wird von einem Gebläse zum Hochkamin befördert, wobei das Gebläse für die Überwindung der Anlagenwiderstände von Brennkammer, Heisswassererzeuger, Gasreinigung und Abgasleistung ausgelegt ist.

Das Waschwasser wird in einer Filterpresse von festen Schadstoffen befreit und in der Neutralisations- und Oxidationsstufe entgiftet, bevor es in das Betriebswasser geleitet wird.

Der Einsatz einer Rauchgaswaschanlage ist bei der Reifenverbrennung nötig, um das entstehende gasförmige Schwefeldioxyd und den entstehenden Zink-Oxyd-Staub zurückzuhalten.

Die gesamte Anlage zur Erzeugung von Energie aus Altreifen erforderte in diesem Fall Investitionen von ca. 600 000 Franken. Darin inbegriffen ist die komplette Pyrolyse-Anlage mit Heisswassererzeuger, Rauchgaswaschanlage, Förderband, Einspeisung in das bestehende Netz, Wärmezähler, bauliche Vorbereitungen usw., aber ohne Gebäude, da dieses schon bestand.

Die Betriebskosten belaufen sich bei einschichtigem Betrieb ohne Zins und Amortisation auf ca. Fr. 74 000.— pro Jahr. Die Einsparung an Heizöl beträgt ca. Fr. 204 000.— pro Jahr, dazu kommt noch der Erlös aus der Reifenanlie-



Schemazeichnung der Anlage.

ferung von ca. Fr. 13 500.— pro Jahr. Die Netto-Einsparung beläuft sich somit auf Fr. 143 500.— pro Jahr, was zu einer Kapitalrückflussdauer von 4,2 Jahren führt.

Über die Rauchgasreinigung referierte K. Lehmann, Ingenieur der Firma Hugo Petersen GmbH & Co. KG, Wiesbaden.

Die Problemlösung der Pyrolysegas-Reinigung in München war eine Aufgabe, der wir uns gerne stellten. Heisse Abgase, staub- und gasförmige Schadstoffe sind Komplexe, die uns von den grossen Sondermüllverbrennungsanlagen der chemischen Industrie bekannt sind. Hier wurden wir mit der Tatsache konfrontiert, dass nicht, wie im Chemiebetrieb, das erforderliche Fachpersonal zur Verfügung steht, das die Reinigungsanlage nach eigenen Erfahrungen betreibt und überwacht. Die Aufgabestellung war damit für den genannten Anwendungsfall: Falls Chemie, dann bitte auch für Laien durchführbar, bzw. möglichst selbst kontrollierend und korrigierend.

Nach dem Wärmeaustauscher tritt das ca. 250 bis max. 350 °C heisse Abgas über eine Vorbedüsungszone in den Kühl- und Absorptionsturm ein. Durch Wasserverdampfung auf rund 60 °C abgekühlt und durch den intensiven Kontakt mit der Flüssigkeitsbedüsung ist das Gas vorgereinigt. Die Feinstreinigung erfolgt im Petersen-Zentrifugal-Agglomerator, einem Hochleistungsabscheider für feinste Nebel und Stäube.

Weitgehend frei von Stäuben und gasförmigen Komponenten wird das Abgas nach dem Abtrennen der Waschwasertropfen vom Gebläse in den Kamin befördert.

Der Energiebedarf der gesamten Nassabscheideranlage, gas- wie flüssigkeitsseitig, beträgt 29,9 kWh, entsprechend 4,46 kWh/pro 1000 Betriebs-m<sup>3</sup>-Gas.

Nassabscheideranlagen werden von Fall zu Fall für den Durchlauf- oder Kreislaufbetrieb ausgelegt. Wir wählten hier den Kreislauf mit seiner Anreicherung von Schadstoffkomponenten im Washwasser. Ein Teilstrom von 0,7 m<sup>3</sup>/h wird ausgekreist, filtriert, oxidiert und umweltfreundlich in den Vorfluter des Betriebes abgegeben.

Abwassermengenminimierung und möglichst geringer Aufwand für die Abwassereinrichtung bei Erfüllung der behördlichen Auflagewerte, sind in der geschilderten Anlage optimal gelöst. Bü.

## Wärmeaustauscher

### Einleitung

Wärmeaustauscher sind keine spektakulären Apparate, sondern eher Mauerblümchen der Technik. In Anlagen der Verfahrenstechnik, eingebaut in Maschinen, Apparaten, Klimaanlage, finden sie wenig Beachtung, trotzdem ihre Funktion für den Betrieb der betreffenden Anlage eine primäre Voraussetzung darstellen kann. Obwohl Wärmeaustauscher vielfach als statische Bauteile bezeichnet werden, sind es im Grunde genommen sensible dynamische Apparate analog Transformatoren und elektronischen Schaltungen. Sie reagieren unbestechlich bei Veränderung von Strömung, Stoffmenge, Temperatur, Aggregatzustand und Medium.

### Definition

Wärmeaustauscher sind Vorrichtungen und Apparate, die von flüssigen oder gasförmigen Medien durchströmt werden und dabei einen Teil der Wärmemengen von den wärmeren an die kälteren Medien abgeben. Die Wärmeübertragung erfolgt indirekt über Trennwände. Demgegenüber kann eine Wärmemenge aber auch ohne Trennwand direkt übertragen werden, indem man z. B. Wasserdampf in aufzuheizendes Wasser einleitet. Im folgenden sollen die Zusammenhänge beim Wärmeaustausch zweier strömender Medien über eine Trennwand erläutert werden.

### Wärme – Kälte

Bekanntlich ist Wärme ein Energiezustand, ein Schwingungszustand der Atome bzw. Moleküle. Durch Temperaturänderungen der Stoffe verändern sich auch deren physikalische Eigenschaften, wie z. B. Strömungsverhalten, spezifische Wärme, Wärmeleitfähigkeit, Raumgewicht, Zähigkeit und Aggregatzustand.

Alle diese Eigenschaften und deren Veränderungen sind bei der Berechnung von Wärmeaustauschern zu berücksichtigen.

Beispiele von Aggregatzustands-Änderungen:

- Dampf kondensiert zu Flüssigkeit oder umgekehrt, indem Kondensationswärme abgeführt oder Verdampfungswärme zugeführt wird.
- Flüssigkeit geht in den festen Zustand über oder umgekehrt durch abführen oder zuführen von Schmelzwärme.
- Unter gewissen Bedingungen kann ein fester Stoff ohne Flüssigphase verdampfen. Man nennt diesen Vorgang sublimieren.  
Beispiel: Gefriertrocknung unter Vakuum.

### Wärmeübertragung

Wärme kann auf mehrere Arten befördert werden, die durch unterschiedliche Gesetzmässigkeiten gekennzeichnet sind und damit relativ komplizierte Berechnungen erfordern. Im allgemeinen sind drei Arten von Wärmeübertragungen zu unterscheiden:

- Wärmeleitung durch Stoffe;
- Wärmemitführung oder Konvektion in bewegten flüssigen oder gasförmigen Stoffen;
- Wärmestrahlung ohne materielle Wärmeträger, in Form elektromagnetischer Wellen.

Der Wärmeaustausch zwischen zwei strömenden Medien über eine Trennwand unterteilt sich in drei Phasen:

#### Phase 1

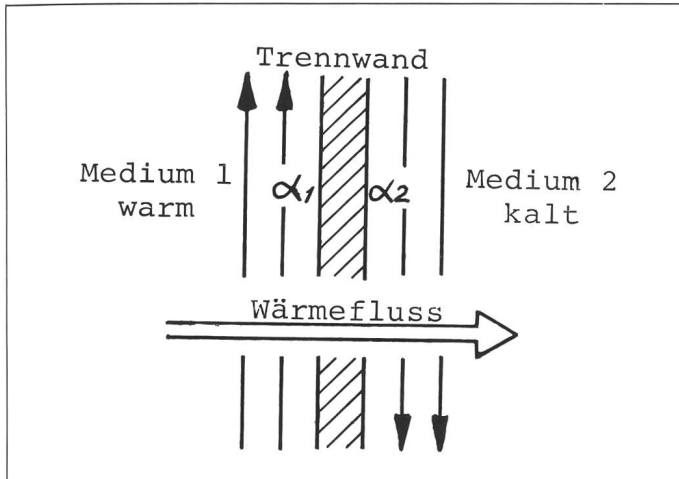
Abgabe von Wärmeenergie des wärmeren Mediums an die Trennwand durch Konvektion. Die Wärmeübergangszahl  $\alpha_1$  (Leitwert) ist abhängig von den physikalischen Eigenschaften und dem Strömungsverhalten von Medium 1. Turbulente oder verwirbelte Strömung ergibt wesentlich höhere  $\alpha$ -Werte als laminare oder wirbelfreie Strömung. Man wird deshalb bei der Auslegung von Wärmeaustauschern möglichst turbulente Strömung anstreben. Das Strömungsverhalten wird rechnerisch ermittelt.

## Phase 2

Wärmeleitung durch die Trennwand, abhängig von der Wärmeleitfähigkeit und der Wanddicke des Trennwandwerkstoffes. Dünne Wandstärken eines gut wärmeleitenden Werkstoffes ergeben hohen Wärmedurchgang.

## Phase 3

Abgabe der Wärmeenergie von der Trennwand an das kältere Medium. Die Wärmeübergangszahl  $\alpha_2$  ist analog Phase 1 abhängig von den Stoffwerten und dem Strömungsverhalten.



Der Gesamtleitwert der drei Phasen wird als Wärmedurchgangszahl  $k$  bezeichnet.

Die übertragene Wärmeleistung errechnet sich wie folgt:

$$Q = k \times F \times \Delta tm$$

Q: Wärmeleistung

k: Wärmedurchgangszahl

F: Fläche der Trennwand

$\Delta tm$ : mittlere Temperaturdifferenz (logarithmisch) der zwei Medien.

## Berippte Oberflächen

Die Wärmeübergangszahlen  $\alpha$  an einer Trennwand sind je nach Aggregatzustand sehr verschieden.

- Strömende-Flüssigkeiten und kondensierende Dämpfe ergeben hohe  $\alpha$  Werte.
- Strömende-Gase ergeben niedrige  $\alpha$ -Werte.

Um nun die Wirksamkeit auf der Seite mit dem niedrigen  $\alpha$ -Wert (z. B. Gasseite) zu erhöhen, wird die zugehörige Trennwandseite mit einer Berippung versehen. Durch diese Massnahme lässt sich eine wesentlich grössere Wärmeleistung übertragen.

In der Praxis finden sich viele Beispiele, wo Wärmetauscher mit Rippenrohren zum Einsatz gelangen. Luftherhitzer, Luftkühler, Autokühler usw.

In Klimaanlage von Textilbetrieben muss wegen der Verstopfungsgefahr durch Textilfasern bei Luftherhitzern und Luftkühlern oftmals auf eine Berippung verzichtet werden.

## Gleichstrom, Gegenstrom, Kreuzstrom

Die Strömungsrichtungen zweier Medien im Wärmetausch-System beeinflussen die übertragene Wärmeleistung ganz

wesentlich. Die diesbezüglichen Zusammenhänge sollen in nachfolgenden Beispielen erläutert werden.

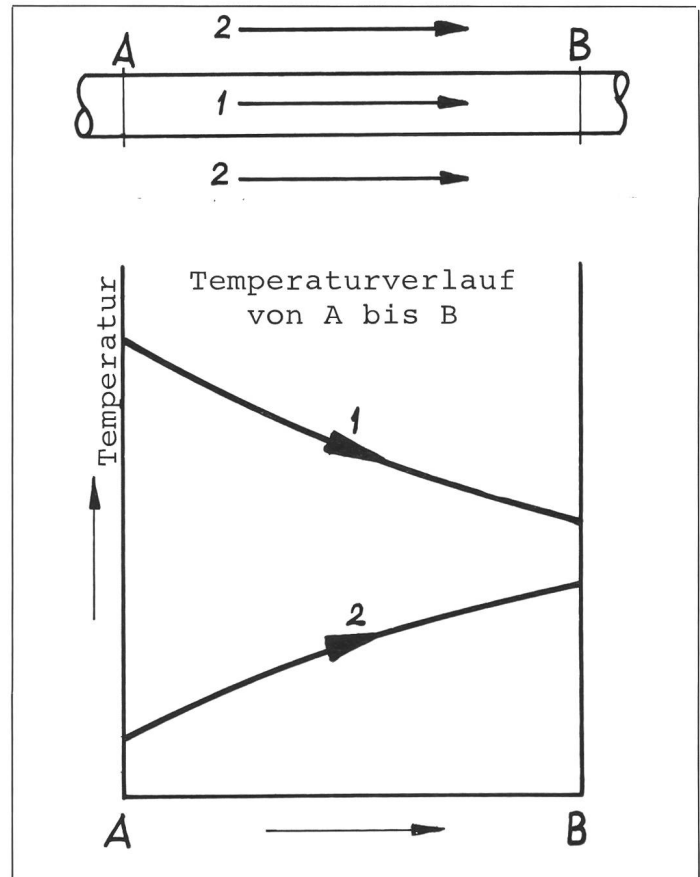
Medium 1 (warm) strömt durch ein Rohr.

Medium 2 (kalt) strömt ausserhalb vom Rohr.

## Gleichstrom

Parallelströmung mit gleicher Strömungsrichtung.

Im Strömungsabschnitt A bis B nähern sich die beiden Temperaturen von Medium 1 und 2. Beim Punkt B liegt die Austrittstemperatur von 2 stets tiefer als diejenige von 1.

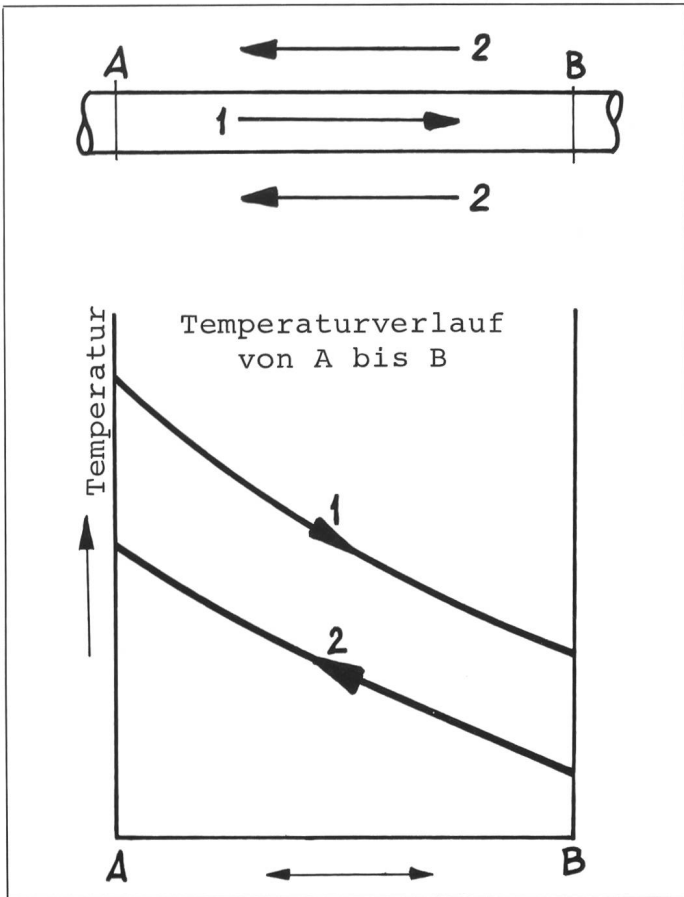


## Gegenstrom

Parallelströmung mit entgegengesetzter Strömungsrichtung.

Die Austrittstemperatur von 2 bei Punkt A liegt höher als diejenige von 1 bei Punkt B. Die Erwärmung von Medium 2 und damit die übertragene Wärmeleistung ist demzufolge bei Gegenstromschaltung grösser als bei Gleichstromschaltung.

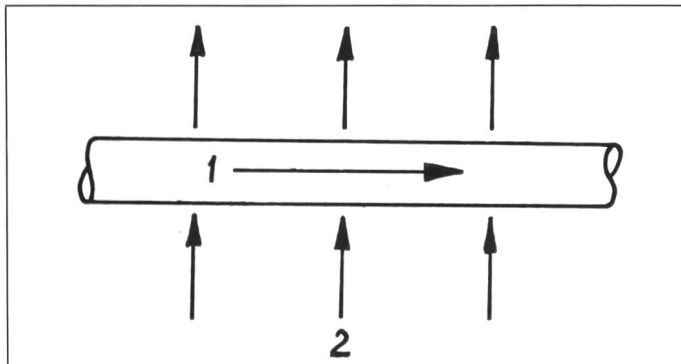
Die mittex werden monatlich in alle Welt verschickt. Technik und fachliche Integrität überwinden selbst ideologische Grenzen: 13 % aller nichtschweizerischen mittex-Abonnenten sind von Wissenschaftlern, Textilkaufläuten und textiltechnischen Fachleuten in Ostblock-Ländern bestellt. Auch sie schätzen die klare Darstellung und das gehobene, aber trotzdem verständliche Niveau ihrer Schweizerischen Fachschrift für die gesamte Textilindustrie.



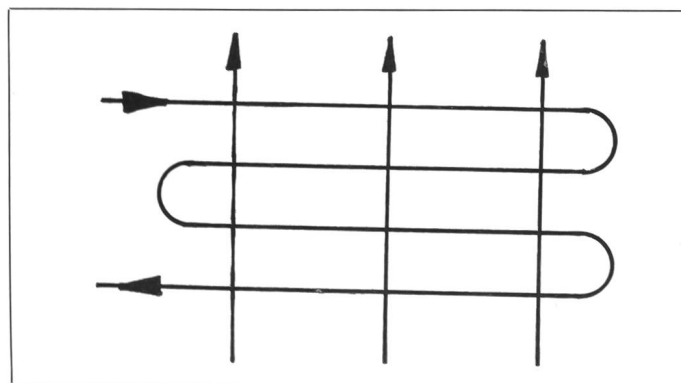
**Kreuzstrom**

Aeusseres Medium 2 strömt rechtwinklig zum inneren Medium 1.

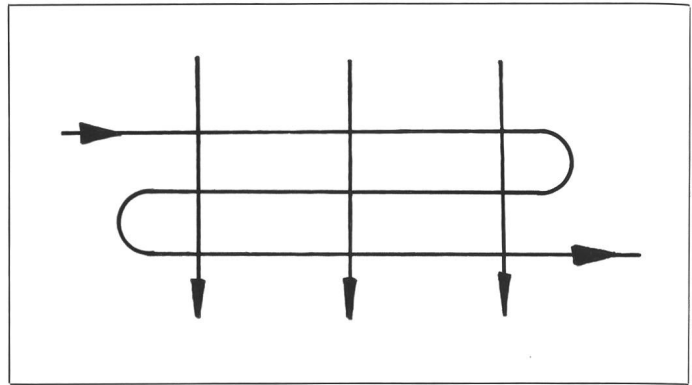
Die Charakteristik dieser Anordnung liegt zwischen Gleich- und Gegenstrom und wird als einfacher Kreuzstrom bezeichnet.



Beispiel von mehrfachem Kreuzstrom:  
Vierfacher Kreuz-Gegenstrom



**Dreifacher Kreuz-Gleichstrom**



Bei Kreuzstrom-Schaltungen dominiert je nach Anzahl der Durchgänge und der resultierenden Strömungskomponente der Gegenstrom- oder der Gleichstromcharakter. Wird beispielsweise ein für Gegenstrom berechneter Luftheritzer fälschlicherweise im Gleichstrom angeschlossen, so wird die kalorische Nennleistung des Apparates nicht erreicht.

**Auslegung von Wärmeaustauschern**

Die kalorische Berechnung basiert auf den physikalischen Grundlagen, auf die bereits andeutungsweise hingewiesen wurde. Für die konstruktive Gestaltung sind die mechanischen Beanspruchungen — hervorgerufen durch Überdruck und Wärmedehungen usw. — ausschlaggebend. Die Auswahl von chemisch beständigem Werkstoff setzt Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung und die Temperaturen der am Wärmeaustausch beteiligten Medien voraus.

Speziell bei Rippenrohr-Wärmeaustauschern hat der Rippenwerkstoff einen wesentlichen kalorischen Einfluss. Je besser die Wärmeleitfähigkeit des Rippenmaterials, umso wirksamer ist die Berippung.

Einige Beispiele von Wärmeleitzahlen in W/m K (Richtwerte)

Guter Wärmeleiter:	Kupfer	390
	Aluminium	220
	Stahl	50
Schlechter Wärmeleiter:	Rostfreier Stahl V2A	20

Aus Gründen von Werkstoffkosten, Warmfestigkeit, Erosions- und Korrosionsverhalten, Anforderungen aus der Sicht des Chemikers usw. kann oftmals nicht unbedingt der Werkstoff mit den besten Wärmeleiteigenschaften für Rohre und Rippen eingesetzt werden.

**Allgemeine Hinweise**

Korrosionsdefekte in Systemen mit Dampf- oder Wasserbetrieb lassen sich durch zweckmässige Wasseraufbereitung verhindern. Falls eine Aufbereitungsmöglichkeit nicht besteht, hat die Werkstoffwahl aufgrund einer Wasseranalyse zu erfolgen. Der Einbau von Apparaten und Bohrleitungen aus verschiedenen Metallen oder Legierungen in demselben Wasser- oder Dampfsystem ist aus Korrosionsgründen tunlichst zu vermeiden.

Der Wärmeübergang verbessert sich mit wachsender Strömungsgeschwindigkeit des Mediums. Gleichzeitig steigt

aber der Strömungswiderstand fast quadratisch mit der Geschwindigkeitszunahme an und damit erhöht sich im gleichen Masse die erforderliche Antriebsleistung für Ventilatoren und Pumpen.

Hohe Strömungsgeschwindigkeiten gestatten zwar kleinere Bauart der Wärmeaustauscher und demzufolge geringere Anschaffungskosten, aber — die Betriebskosten für die aufzuwendende Antriebsenergie sind grösser. Beim Anlagekosten-Vergleich ist es empfehlenswert, nebst dem Preis auch folgende Kriterien in die Beurteilung miteinzubeziehen: verwendete Werkstoffe, Druckverluste, Gewicht. Letzteres kann Hinweise bezüglich Robustheit der Bauart beinhalten.

Strömungsgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten und Dämpfen dürfen nicht beliebig erhöht werden! Beim Ueberschreiten der werkstoff- und temperaturbedingten oberen Grenzwerte besteht Erosionsgefahr, was schliesslich zu Lecklagen führt. Beispielsweise neigen Kupferrohre bei Wassergeschwindigkeiten ab 1,5 m/s zu Erosions-Korrosion, zudem sollte Kupfer aus ähnlichen Gründen in Dampf- und Heisswasseranlagen nicht eingesetzt werden.

In Dampfanlagen ist erstes Gebot, dass das anfallende Kondensat einwandfrei und rasch abgeleitet wird. Mängel an der Funktion von Kondensatableitern und unzuverlässige Leitungsführung können Leistungsreduktion und Defekte verursachen. Bei Kondensatrückstau treten hauptsächlich in der Aufheizphase schädliche Dampfschläge auf. Diese sind als Knistern und Knattern feststellbar und müssen als Alarmzeichen gewertet werden. Kondensataraturen sind periodisch zu kontrollieren und zu warten. Ein schonendes Anfahren bei Erhitzern erspart dem Wärmeaustauscher den gefürchteten Wärmeshock und verlängert sein Leben!

### In eigener Sache

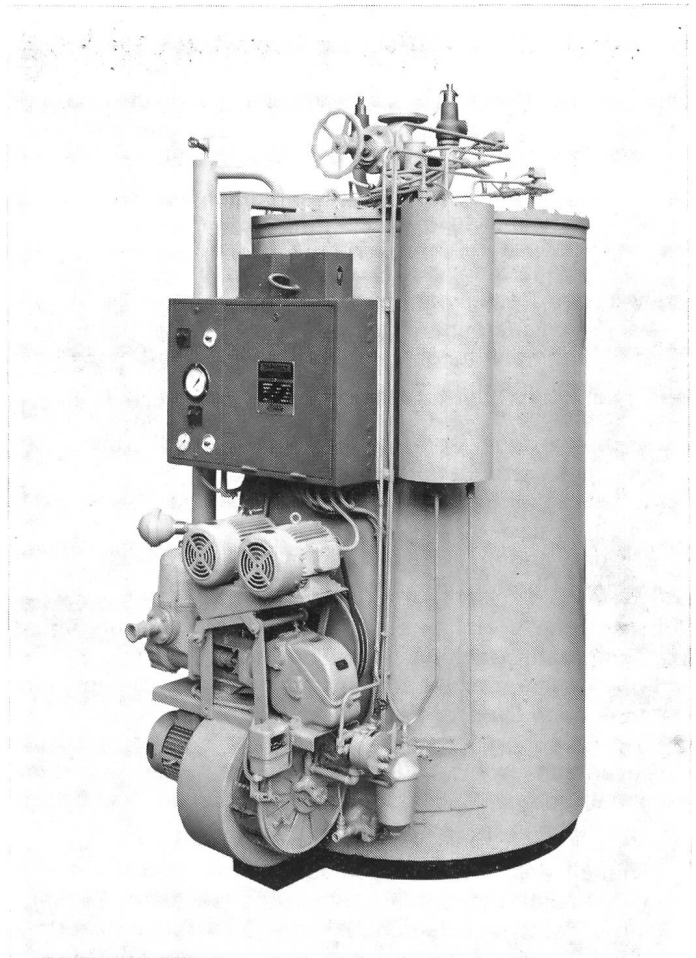
Seit 1949 konzentriert sich unser Fabrikationsprogramm ausschliesslich auf Wärmetauscher. Auslegung, Konstruktion und Herstellung basieren auf grosser Erfahrung und den stets angepassten neuesten Erkenntnissen und Fabrikationsmethoden. Bestausgewiesene langjährige Mitarbeiter sind uns Gewähr für funktionell und qualitativ optimale Erzeugnisse. Die Zulassung vom eidg. Kesselinspektorat SVDB ermöglicht es uns, auch kontrollpflichtige Objekte herzustellen. Unsere Serviceverpflichtungen nehmen wir ernst. Wir sind aber auch gerne bereit, an Fremdfabrikaten Reparaturen auszuführen, Aenderungen vorzunehmen oder Ersatzelemente herzustellen. Unsere weit über die Landesgrenze hinausreichende Konkurrenzfähigkeit, aber auch jahrzehntelange Kundentreue, sind für uns Befriedigung und Selbstbestätigung zugleich.

W. Ott  
c/o Brunner AG  
Fabrik für Wärmeaustauscher  
8636 Wald

### Heissölkessel zur Beheizung von Textilmaschinen

Drucklose Wärme mit Thermo-Öl

Die industrielle Wärmetechnik steigt immer mehr auf die indirekte Wärmeübertragungsmethode um und bedient sich



Wärmeträgerölen, auch Thermoöle genannt, die in vielen Fällen Wasser oder Dampf als Heizmedium ablösen. In Temperaturbereichen bis 320°C verwendet man speziell behandelte Mineralöle, die aufgrund ihres hohen Siedepunktes von 360°C einen drucklosen und damit gefahrlosen Heizbetrieb sicherstellen. Die feinfühligste Temperatursteuerung, die leichte Pumpfähigkeit auch bei Frost und die Vermeidung von Korrosionsschäden sind weitere Vorzüge von Thermoöl. Bei einer richtig ausgelegten Anlage hat das Thermoöl eine jahrelange Verwendbarkeit.

Als Anwendungsbeispiel im Textilbereich nehmen wir die Beheizung eines Spannrahmens:

Von den verschiedenen Beheizungsmöglichkeiten für Spannrahmen bietet sich immer mehr die Beheizung mit Wärmeträgerölen an. Diese Tatsache findet ihre Erklärung in der Vielfalt der Anwendung dieses Beheizungssystems, mit dem die Firma Kapp Schnellmann AG, Urdorf, über ausgiebige Erfahrungen verfügt.

Abgesehen von der Wirtschaftlichkeit, ist die Umrüstung bestehender dampfheizter Systeme häufig ohne konstruktive Änderungen am Spannrahmen möglich. Die Umstellung hat lediglich zur Folge, dass das Rohrleitungssystem zum Transport des Wärmeträgers auf die speziellen Eigenschaften von Wärmeträgeröl umgebaut werden muss.

Bereits hier zeichnen sich deutliche Vorteile ab gegenüber einem Hochdruckdampfkessel, der zur Erzeugung von Lufttemperaturen von 200°C in jedem Fall eingesetzt werden muss. Wenn man bedenkt, dass der Dampfkessel mit einem Druck von ca. 30 atü (bei Sattedampf) arbeiten muss, um die erforderlichen Lufttemperaturen zu erzeugen, während Wärmeträgeröl bis zu einer Temperatur von 320°C drucklos geführt wird, so sind allein bei der Rohrleitungsverlegung erhebliche Einsparungen die Folge.

Die Konsequenz, die eine Beheizung mit Wärmeträgeröl bei einer Neukonstruktion von Spannrahmen nach sich zieht, ist die Auslegung der Luftheritzer auf einen Betriebsdruck von ca. 6 atü. Dieser «Betriebsdruck» entsteht lediglich durch die Förderung des Wärmeträgeröles und nicht durch die Dampfspannung dieses Mediums.

Ein weiterer Beweis für die wirtschaftliche Überlegenheit einer Wärmeträgerölanlage sind folgende Tatsachen:

- Wärmeträgerölaggregate unterliegen in ihrem Betrieb nicht den Bestimmungen des SVDB.
- Der Wärmeerzeuger kann in unmittelbarer Nähe des Spannrahmens aufgestellt werden, so dass lange Rohrleitungen entfallen.
- Eine spezielle Überwachung des Gerätes durch einen Kesselwärter ist weder vorgeschrieben noch notwendig, der Kessel arbeitet automatisch.
- Schwierigkeiten mit Wasseraufbereitung, Kondensatableitern usw. gibt es nicht.
- Bei den andern Heizmedien häufig auftretende punktförmige Überhitzungen werden vermieden.

Neben diesen Vorteilen einer Wärmeträgerölheizung muss die Temperaturregelung derartiger Anlagen erwähnt werden, die äusserst exakt arbeitet. Es werden Regelgenauigkeiten je nach Qualität der Regler mit Toleranzgrenzen von  $\pm 1\%$  garantiert. Bei hochwertigen motorgesteuerten Mischventilen werden diese Temperaturgenauigkeiten noch überboten, so dass sich Genauigkeiten von 0,6 bis 0,8 % erreichen lassen.

Die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten von Wärmeträgerölen macht industrielle Beheizung attraktiv. Es kann z.B. über Zwischenschaltung eines mit Thermoöl beheizten Dampfumformers zusätzlich eine Dampfmenge mit Drücken bis 20 atü erzeugt werden. Wenn man jetzt noch die stufenlose Regelbarkeit der Vorlauftemperatur bis  $320^{\circ}\text{C}$  gegenüber der herkömmlichen Beheizung vergleicht, so ist der Einsatz von Thermoöl-Heizaggregaten in jedem Fall berechtigt und ökonomisch vertretbar.

Bei den Anlagekosten ist zu bemerken, dass bei Thermoöl-Beheizung die für Dampfanlagen erforderlichen Apparaturen für Wasseraufbereitung, Entgasung des Frischwassers und Kondensatrückführung entfallen. Weiterhin haben Thermoöle den Vorteil, dass sie nicht gefrieren und in allen Temperaturbereichen thermisch stabil genug sind, um die Bildung von Gas, Koks oder Schlamm zu verhindern. Ferner vermeiden sie Korrosionen, weil sie chemisch neutral sind.

### **Einrohr-Dampferzeuger als wirtschaftliche Dampfversorgung**

Mit diesem Dampferzeugungssystem steht bereits inert zwei bis drei Minuten nach dem Kaltstart die volle Dampfleistung zur Verfügung. Diese Wärmeerzeugung ist besonders wirtschaftlich, da sie zugeführte Heizenergie durch die kurze Anheizzeit fast restlos für die Dampferzeugung genutzt wird.

Alle wichtigen Bedienungs- und Überwachungsorgane sind an der Stirnseite des Dampfautomaten übersichtlich in einem Schaltschrank eingebaut. Die Bedienung ist denkbar einfach und kann von jeder angelernten Kraft übernommen werden. Sämtliche Bauelemente des VAPORAX-Dampfkessels sind so angeordnet, dass sie leicht zugänglich sind und die Inspektion und Überwachung erleichtert wird. Die eingebauten Überwachungs- und Sicherheitsarmaturen schützen den Kessel, selbst bei Fehlmanipulationen.

Der Einrohrdampferzeuger liefert Dampf mit einem Restfeuchtigkeitsgehalt von ca. 3—5 % am Austritt der Heizschlange. Diese Restfeuchtigkeit wird im angeschlossenen Zyklon-Dampf-Wasserabscheider entzogen, so dass trockener Sattdampf zur Verfügung steht.

Die Heizschlange ist aus hochwertigen nahtlosen Dampfrohren hergestellt, und die Abmessungen sind grosszügig dimensioniert. Dank den sich daraus ergebenden grossen Rohrwandstärken haben diese Heizschlangen eine sehr lange Lebensdauer.

Der Vaporax-Dampfkessel wird als kompakte, anschlussfertige Baueinheit geliefert. Diese Einheit enthält alle für den Betrieb des Kessels notwendigen Aggregate wie: Speisewasserpumpe, Kesselarmaturen, Öl-, bzw. Gasbrenner mit Verbrennungsluftgebläse und die komplette, vollautomatische Steuerung. Der Dampferzeuger arbeitet nach dem Benson-Einrohrdurchlaufprinzip und wird für Dampfleistungen von 100—2000 kg/h gebaut. Der Kessel ist von allen Aufstellungsbeschränkungen für Dampfkesselanlagen befreit und kann in, unter, über und neben bewohnten Räumen direkt beim Verbraucher aufgestellt werden. Alle Modelle haben kleinstmögliche Abmessungen, so kann z.B. ein Kessel mit einer Leistung von 600 kg/h Dampf noch durch eine Türöffnung von 90 cm gebracht werden. Eine Aufstellungsfläche von  $2,5 \times 2,5$  m ist für diesen Kessel ausreichend.

Alle Dampferzeugungsanlagen werden mit einer den Umständen angepassten Wasseraufbereitung ausgerüstet.

Die Firma Kapp Schnellmann AG, Urdorf, stellt Interessenten detaillierte Unterlagen zur Verfügung. Bü.

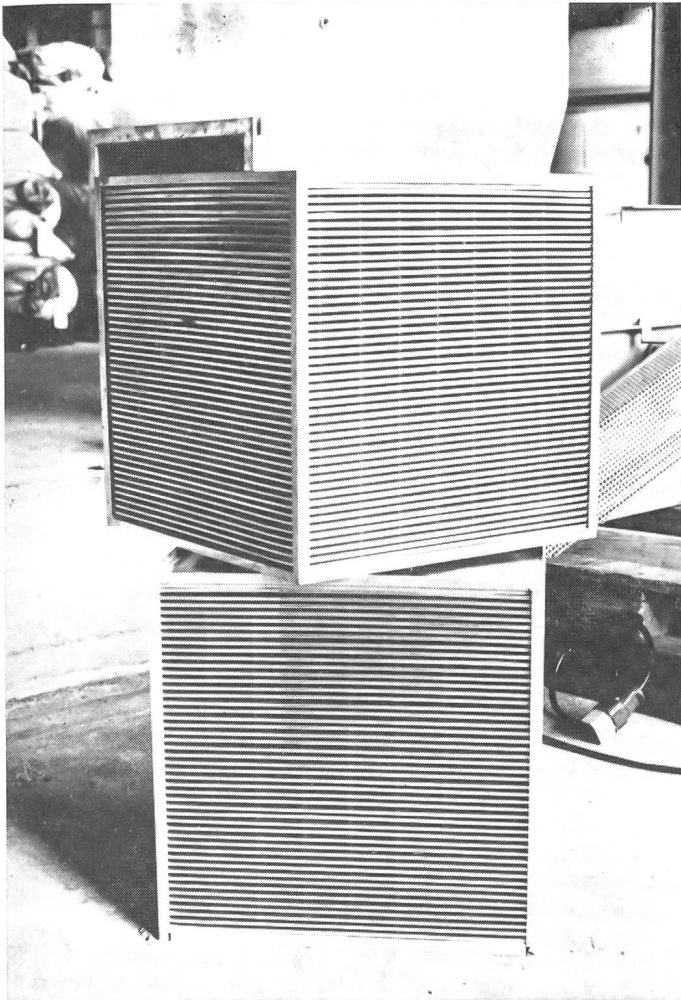
## **Energie — aus der Luft gegriffen**

### **Neue Möglichkeit bei der Wärmerückgewinnung aus verschmutzter Abluft**

Unzählige Industrieanlagen wie Einbrennöfen, Trocknungs- und Glühkanäle, aber auch Gewerbebetriebe aller Art (z.B. Druckereien, Textilveredler) und Grossküchen leiten grosse Mengen heisser und verschmutzter Abluft ins Freie, wodurch deren Wärmeinhalt verloren geht. Oft ist diese Energie sogar noch auf einem hohen Niveau, arbeiten doch z.B. Druckmaschinen in der Verpackungsindustrie mit Trocknungsluft von etwa  $220^{\circ}\text{C}$ . Durch Rückgewinnung der damit in der Abluft enthaltenen Wärme könnten grosse Energiemengen eingespart werden. In vielen Fällen haben jedoch die Inhaltsstoffe der verschmutzten Abluft den Einsatz von Wärmetauschern unmöglich erscheinen lassen, weil die bisherigen Wärmetauscher-Systeme wegen mangelnder Reinigungsmöglichkeiten nach längerer oder kürzerer Einsatzdauer durch Ablagerungen an den Austauschflächen ihre Wirksamkeit verloren oder gar ganz verstopft wurden.

Hier springt nun der «Austausch-Austauscher» von Aluisse in die Lücke!

Die Problemlösung besteht darin, dass die eigentlichen Wärmetauscher-Elemente in extrem kostengünstiger Ausführung so gestaltet sind, dass sie nach Erreichen eines bestimmten Verschmutzungsgrades mit wenigen Handgrif-



fen der Anlage entnommen und durch neue, saubere ersetzt werden können; eine Arbeitspause von wenigen Minuten genügt dafür.

Durch dieses neue Konzept steht der wirtschaftlichen Wärmerückgewinnung aus verschmutzter Abluft nichts mehr im Wege. Die Abluft ist in den seltensten Fällen so schmutzig, dass die Tauscherelemente zu häufig gewechselt werden müssten. Ein langsames Verstopfen (durch Lackbestandteile, Weichmacher, Flusen, Gebäckkrümeln, Küchenfett usw.) wird erwartet und in Kauf genommen; während dieser Zeit wird aber ein Mehrfaches an Tauscher-Anschaffungskosten an Energie eingespart. Die verschmutzten Elemente können in aller Ruhe gereinigt und für den nächsten Austausch bereitgestellt werden. Werden die Rückstände auf den Tauscherflächen eingebakken (Lacke, hohe Temperaturen), so können die Plattenwärmetauscher-Würfel als Schrott dem Recycling zugeführt werden.

#### Technische Daten

Dimension:	500 × 500 × 500 mm
Oberfläche pro Luftstrom:	25 m <sup>2</sup>
Plattenabstand:	5 mm
Plattenmaterial:	hochwertige Aluminiumlegierung
Oberfläche:	blank, auch lackiert lieferbar
Gewicht:	16 kg
Zulässige maximale Ablufttemperatur:	250 °C
Luftmenge pro Würfel:	1000—3500 m <sup>3</sup> /h (20 °C, 760 mm Hg)

Die Wärme wird mit einem Wirkungsgrad von etwa 45 % zurückgewonnen. Der Wirkungsgrad einer Anlage kann durch Hintereinanderschalten von zwei bis drei Würfeln

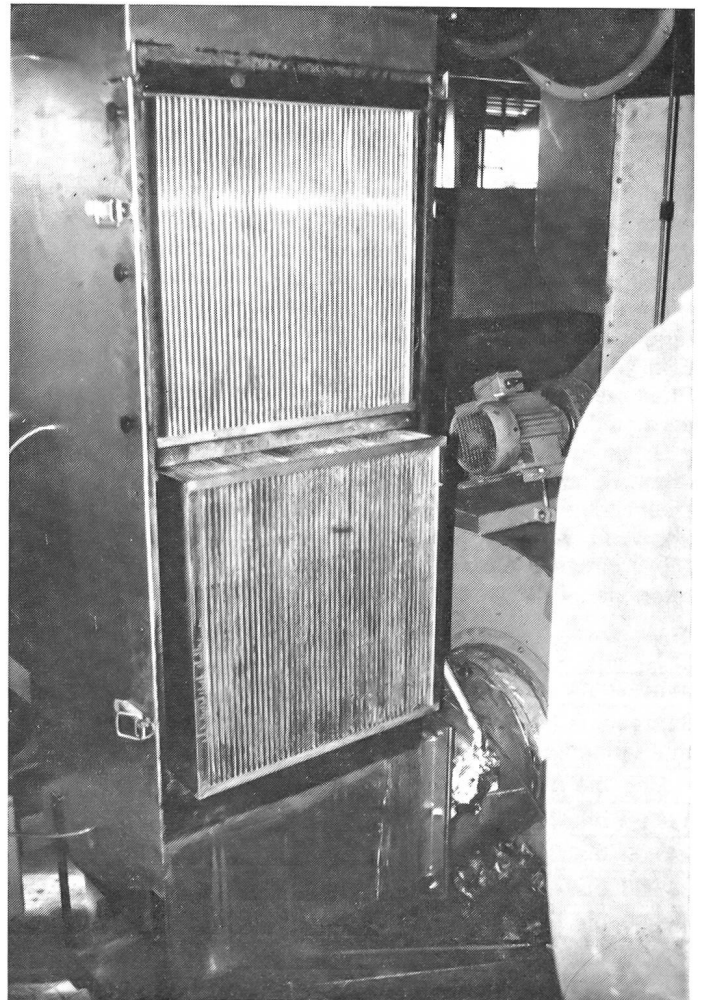
auf bis ca. 80 % erhöht werden; durch Nebeneinanderbauen von Tauschern kann selbstverständlich auch die Leistungsfähigkeit im Bezug auf das Luftvolumen vergrößert werden. Die Grenze dürfte durch ein noch einfaches Auswechseln der Tauscherelemente gesetzt werden und dürfte etwa bei vier bis sechs Würfeln parallel und zwei bis drei Würfeln in Serie liegen.

Damit lässt sich aber ein Abluftvolumen von ca. 15 000 m<sup>3</sup> pro Stunde mit einem Wirkungsgrad von 60—80 % «verarbeiten». Damit ergibt sich eine sehr gute Aufgabenteilung zwischen Plattenwärmetauschern bei kleineren und Wärmerädern bei grösseren und grossen Anlagen für den Luft/Luft-Wärmeaustausch.

Heute, wo der Konkurrenzkampf harte Kalkulationen einfach vorschreibt, sind leider (leider für die Energiesituation!) nur Investitionen zu vertreten, die «wirtschaftlich» sind, d.h. die sich innert nützlicher Frist amortisieren. Diese Pay-back-Zeit beträgt heute in der Industrie etwa zwei Jahre. Hier nun einige Zahlen zu diesem Thema, zusammengetragen aus Anlagen, die mit dem «Austausch-Austauscher» ausgerüstet sind oder werden:

— Anlage «Folienbedruckung»	
Investition für Gehäuse, Rahmen, Würfel	Fr. 14 616.—
Energieeinsparung pro Jahr	Fr. 16 392.—
— Anlage «Grossbäckerei»	
Investition für Gehäuse, Rahmen, Würfel	Fr. 14 448.—
Energieeinsparung pro Jahr	Fr. 7 300.—
— Anlage «Bandlackierung» (in Planung)	
Investition für Gehäuse, Kanäle, Rahmen und Würfel	Fr. 48 972.—
Energieeinsparungen pro Jahr (aufgrund der Erfahrungen errechnet)	Fr. 52 282.—

(Die Einsparungen wurden aufgrund der Energiepreise 1978 kalkuliert!)



Eine ansehnliche Anzahl von Tauscher-Würfeln sind bereits erfolgreich im Einsatz, und gegenwärtig werden in der Schweiz, in der Bundesrepublik Deutschland, in Österreich, Frankreich, Dänemark, Schweden und in den Niederlanden weitere Projekte erstellt und neue Anwendungen geprüft — kein Wunder bei diesen Pay-back-Zeiten von ein bis zwei Jahren für die Start-Investition! Man kann also mit dem «Austausch-Austauscher» von Alusuisse nicht nur Energie, sondern auch Geld sparen, Kosten reduzieren, und das dürfte bei vielen Unternehmen und Unternehmern verschiedenster Branchen den Entschluss leicht machen, die Wärmerückgewinnung mit hoher Priorität zu behandeln und die Aus- oder Nachrüstung mancher Anlage nochmals durchzurechnen, bei der es noch vor kurzer Zeit unwirtschaftlich war, Energie und Geld aus der Luft zu greifen.

Max A. Luther,  
Product-Manager Energieprodukte und Systeme  
bei der Schweiz. Aluminium AG (Alusuisse),  
8034 Zürich

## Volkswirtschaft

### Einkommen und Vermögen in der Schweiz

#### Fakten und irreführende Behauptungen

Zugleich mit der Erhebung über die Lage der Altersrentner wurde eine Erhebung über die Einkommen und Vermögen aller Schweizerbürger durchgeführt. Nach dem Urteil unabhängiger Experten ist die Erhebung zuverlässig. Sie erfasst die steuerpflichtigen Personen, ob sie Erwerbstätige, Lehrlinge, Studenten oder Rentner sind.

Ermittelt wurde der Stand 1976, und zwar auf Grund der Steuerunterlagen. Das Einkommen umfasst Arbeitsverdienst, Vermögensertrag, Renten und Pensionen, aber z. B. nicht Stipendien. Die Erhebungszahlen geben das effektive und nicht nur das steuerbare Einkommen (nach steuerlichen Abzügen) an. Lediglich Gewinnungskosten und AHV-Beiträge wurden in Abzug gebracht.

Die Jahreseinkommen der Alleinstehenden und Verheirateten gehen aus der folgenden Aufstellung hervor:

Jahreseinkommen		
Jahreseinkommen in Franken	Alleinstehende Prozent	Verheiratete Prozent
bis 11 900	24	2
12 000 bis 23 900	38	15
24 000 bis 35 900	27	34
36 000 bis 47 900	7	24
48 000 bis 59 900	2	13
60 000 und mehr	2	12
	100	100

1976 hatten von den Alleinstehenden (Rentner, Personen in Ausbildung und Arbeitslose eingeschlossen) 62 % ein Einkommen unter 24 000 Franken, während 83 % der Verheirateten auf 24 000 Franken und mehr gelangten. Die Hälfte der Verheirateten hatte ein Einkommen von über 36 000 Franken.

Nach Altersklassen sind ebenfalls wichtige Einkommensunterschiede feststellbar.

Einkommensverteilung nach Alter	19 bis 29			30 bis 59			über 60		
	Jahre			Jahre			Jahre		
Jahreseinkommen in Franken	Prozent			Prozent			Prozent		
bis 23 900	57			23			52		
24 000 bis 47 900	39			56			34		
48 000 bis 99 900	4			19			11		
100 000 und mehr	0			2			3		
	100			100			100		

Es liegt auf der Hand, dass die Jungen — darunter Lehrlinge und Studenten — weniger Einkommen haben als die mittlere Generation. Ueber die Hälfte der Schweizerbürger im Alter von 30 bis 59 Jahren, Alleinstehende und Verheiratete, kamen 1976 auf Einkommen zwischen 24 000 und 48 000 Franken und ein Fünftel auf mehr als 48 000 Franken. Die Altersgeneration weist mehr kleine Einkommen auf als die mittlere Generation, unter anderem wegen zahlreichen verwitweten Personen und über 74jährigen Rentnern, die z. B. in geringerem Ausmass pensionsberechtigt sind als die neuen Rentnerjahrgänge.

Würde man die Zahlen von 1976 auf 1979 aufwerten, so dürfte heute annähernd die Hälfte der Verheirateten Einkommen von über 40 000 Franken beziehen (nach Abzug der AHV-Prämien). Für mehr als die Hälfte der Alleinstehenden dürfte heute das Einkommen 20 000 Franken und mehr betragen. Die Behauptung in SP-Publikationen, dass die Hälfte der Schweizer Einkommen von weniger als 19 000 Franken hätten, ist eindeutig falsch. Sie stammt aus der Wehrsteuerstatistik für die Einkommensjahre 1971/1972. Seither ist das Lohnniveau um rund 60 Prozent gestiegen, infolge Teuerungsanpassung und Reallohnzunahme. Ferner wurden die AHV-Renten mehr als verdoppelt.

Die Erhebung orientiert auch über das Vermögen (ohne Hausrat).

Vermögen in Franken	Vermögensverteilung nach Alter			
	19—29 Jahre	30—44 Jahre	45—59 Jahre	über 60 Jahre
	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
keines	37	23	18	10
— 49 900	56	47	38	30
50 000—100 000	5	16	18	18
100 000 und mehr	2	14	26	42
	100	100	100	100

Infolge vermehrter Spartätigkeit und vermehrtem Erbanfall wachsen die Vermögen mit zunehmendem Alter. 1976 besaßen 44 Prozent der 45—59jährigen ein Vermögen von über 50 000 Franken gegenüber 60 Prozent der über 59jährigen.

Die Verteilung der Einkommen und Vermögen in der Schweiz ist relativ ausgeglichen. Eine freiheitliche Ordnung hat in Verbindung mit Sozialwerken eine im grossen und ganzen annehmbare Verteilung der materiellen Güter bewirkt.

H.G.B.