

Vorversuche zur Vergasung von granulierter  
Abfallbiomasse mit dem Jül-Gas-Generator  
an der KFA Jülich (Abt. Dekontamination)

Datum: 1982 05 06, 8<sup>30</sup> bis 15<sup>15</sup>

Anwesend:

Seitens der KFA:

Herr Graf (Versuchsleitung, Chemiker)

Herr Leutenberg

Hilfspersonal

Seitens der Fa. Trunkenpolz:

Herr Trunkenpolz jun.

Herr Wörgetter (Konsulent Verbrennungsfragen)

## 1. Versuchsanordnung

Die Vergasung der Biomasse erfolgte im bekannten Gasgenerator (siehe Beschreibung der KFA). Das Gas wurde zunächst gemeinsam mit der Asche und dem Brennstoffrückstand (Kohle) zunächst einem Ascheabscheider zugeführt. Anschließend gelangte das Gas (gemeinsam mit Flugasche) in einen Nachreaktor. Unter Luftzufuhr sollen in dem mit glühendem Koks gefüllten Nachreaktor höhermolekulare Kohlenwasserstoffe gecrackt werden. Aus dem Nachreaktor wurde das Gas in einen Zyklon geführt, aus dem es nachfolgend in den Saugzug gelangte. Der Saugzug drückte das Gas in einen Propangasbrenner, in dem es gemeinsam mit Propan verbrannt wurde. Die Leistung des Gasgenerators soll laut Angabe der KFA mit Sägespänen 100 kW betragen.

## 2. Meßanordnung

Temperaturfühler waren an 4 Stellen angebracht: im Gasgenerator im Bereich der Reaktionszone, im Aus-

tritt aus dem Generator, vor und nach dem Nachreaktor. Die Aufzeichnung erfolgte durch einen Mehrkanal-Kompensationsschreiber. Eine Meßgasentnahme war wahlweise vor oder nach dem Nachreaktor möglich. Die Gasanalyse erfolgte kontinuierlich durch einen IR-Gasanalysator, Siemens Ultramat (Bestimmung des Kohlenmonoxydgehalts) und einen FID der Firma Ratfisch (Bestimmung der Kohlenwasserstoffe bzw. des Methans). Die Meßwerte wurden mit Schreibern aufgezeichnet. An mehreren Stellen der Versuchsanordnung war eine Druckmessung mit U-Rohr-Manometern möglich.

### 3. Versuche

#### 3.1. Anfahren

Das Anheizen erfolgte mit den Holzkohlenresten im Generator und mit stückigem Holz (14 kg). Der Brennstoff wurde von oben mit einem Propangasbrenner entzündet. Mit einer geringen Menge Walnußschalen wurde der Generator in einen stationären Zustand gebracht. Der Anfahrvorgang verlief unproblematisch und rasch. Der CO-Gehalt nach dem Nachreaktor lag bei 12%.

#### 3.2. Versuche mit Stroh

##### 1. Versuch

Das Strohhäcksel wurde auf die Hußschalen aufgebracht. Bei Beginn der Vergasung des Strohs konnte kein Unterschied in der Gaszusammensetzung und bei den Temperaturen beobachtet werden. Nach einigen Minuten mußte jedoch der Brennstoff im Füllschacht durch Stochern der Vergasungszone zugeführt werden. Ein konstanter Betrieb war nur durch Stochern in kurzen Intervallen möglich. Die beim Abbrand entstehenden Brücken waren sehr stabil und konnten durch Nachschieben von Hand nicht eingedrückt werden.

Versuchsdauer: 8<sup>55</sup> - 10<sup>20</sup>

Brennstoff: Weizenstroh (?), fein gehäckselt,  
Wassergehalt ca. 14%

Heizwert  $H_u$ : 14 MJ/kg bzw. 3350 kcal/kg



Gesamte vergaste Menge: 30 kg  
Stündliche Brennstoffmenge:  $B_h = 30 \text{ kg/h}$   
Bruttoleistung:  $P_{zu} = 107 \text{ kWh}$  bzw.  $92000 \text{ kcal/h}$ (?  
Gaszusammensetzung vor Nachreaktor:  
14 - 17% CO  
2 - 4% CH<sub>4</sub>

## 2. Versuch

Die Vergasung lief mit zerkleinerten Maisspindeln ähnlich problemlos. Das Fließverhalten des Maisspindelgranulats war ausgezeichnet.

Versuchsdauer: 13<sup>15</sup> - 14<sup>30</sup>  
Brennstoff: Maisspindeln, zerkleinert  
Gesamte vergaste Menge: 28 kg  
Stündliche Brennstoffmenge:  $B_h = 22,4 \text{ kg/h}$   
Bruttoleistung:  $P_{zu} = 80 \text{ kW}$  bzw.  $69000 \text{ kcal/h}$   
Gaszusammensetzung vor Nachreaktor ähnlich dem 1. Versuch.

Nach den Maisspindelversuchen wurde der Rückstand verwogen:

Rückstand von Versuch 1 und 2: 4,1 kg bzw. 7%  
Schüttgutdichte:  $310 \text{ kg/m}^3$   
Anteil Brennbares: ca. 70%  
Rest Asche

## 3.4. Versuch mit Rinde

Laut Aussage der Vertreter der KFA ist ein befriedigender Betrieb mit Brennstoffen mit einem Wassergehalt größer als 20% nicht möglich. Der Wassergehalt der angelieferten Rinde war jedoch bestimmt wesentlich höher. Die Vergasung war möglich, der Anteil brennbarer Gase war aber gering.

Versuchsdauer: 14<sup>40</sup> - 15<sup>15</sup>  
Brennstoff: Rinde, zerkleinert,  
Wassergehalt hoch (40% ?)  
Heizwert  $H_u = 10,1 \text{ MJ/kg}$  bzw.  
 $2400 \text{ kcal/kg}$  (?)  
Gesamte vergaste Menge: 15 kg

Stündliche Brennstoffmenge:  $B = 25,7 \text{ kg/h}$   
Bruttoleistung:  $P_{\text{zu}} = 72 \text{ kW}^{\text{h}}$  bzw.  $62000 \text{ kcal/h}$  (?)  
Gaszusammensetzung:  
5 - 8 - 12% CO  
1% CH<sub>4</sub>

#### 4. Beurteilung der Versuche

Bei einer Bewertung ist zu bedenken, daß es sich um Einzelversuche handelt, die jeweilige Versuchsdauer und die verbrannten Mengen gering waren und daß nur eine oberflächliche Erfassung von Meßwerten möglich war. Eine Variation der Leistung wurde nicht durchgeführt.

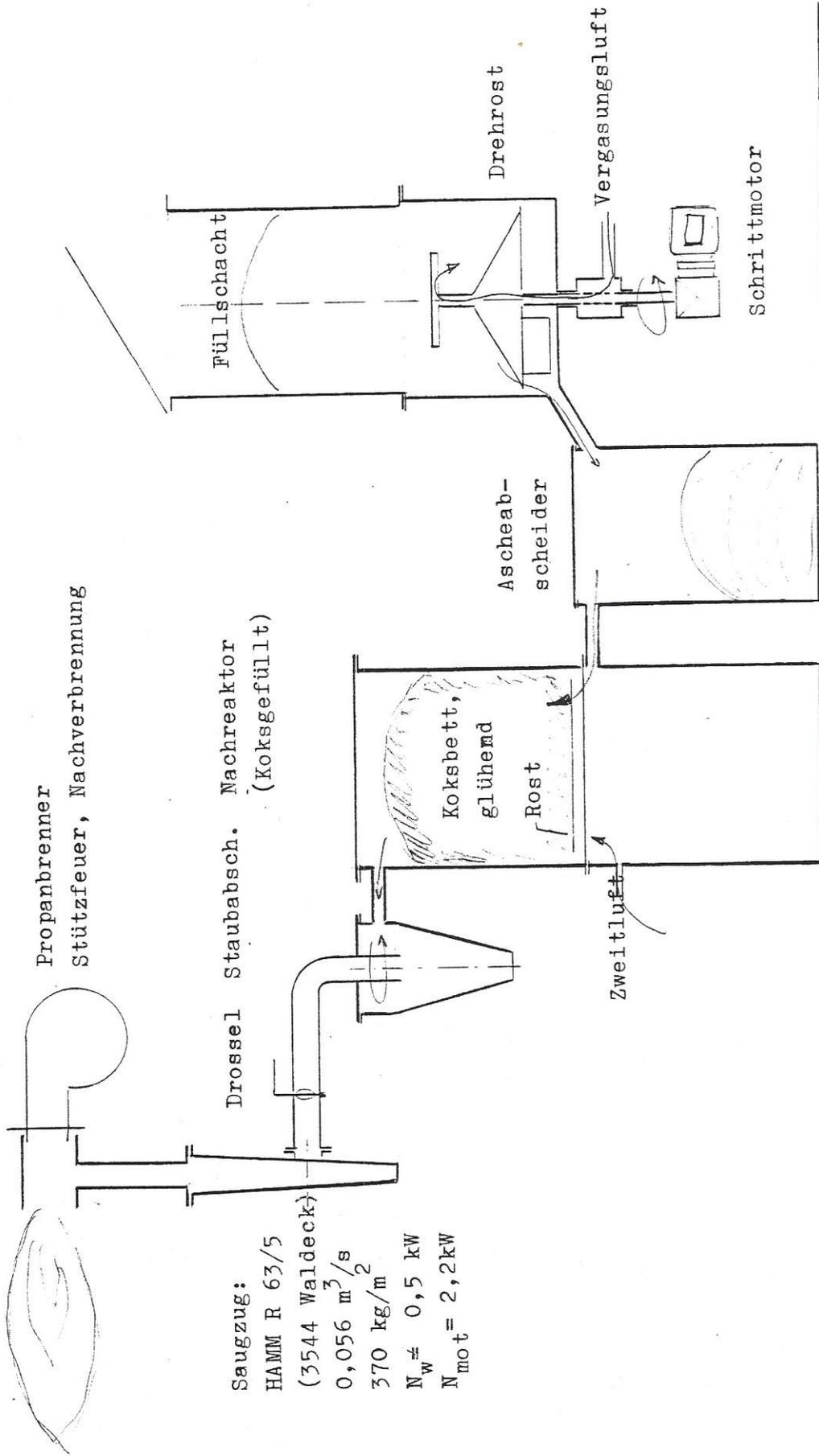
Die Vergasung von Strohhäcksel war möglich, Schlackenprobleme traten nicht auf. Der Austrag des Vergasungsrückstandes funktionierte über die Versuchsdauer, die Rückstandsmenge und das Volumen der Rückstände war groß. Offene Fragen sind die Brennstoffzufuhr und der kontinuierliche Austrag der Verbrennungsrückstände aus dem Aschenabsetzbehälter.

Die Vergasung von Maisspindeln und Maisspindelmehl verlief problemlos, das Rückstandsvolumen ist ebenfalls zu beachten. Sehr günstig ist das Fließverhalten.

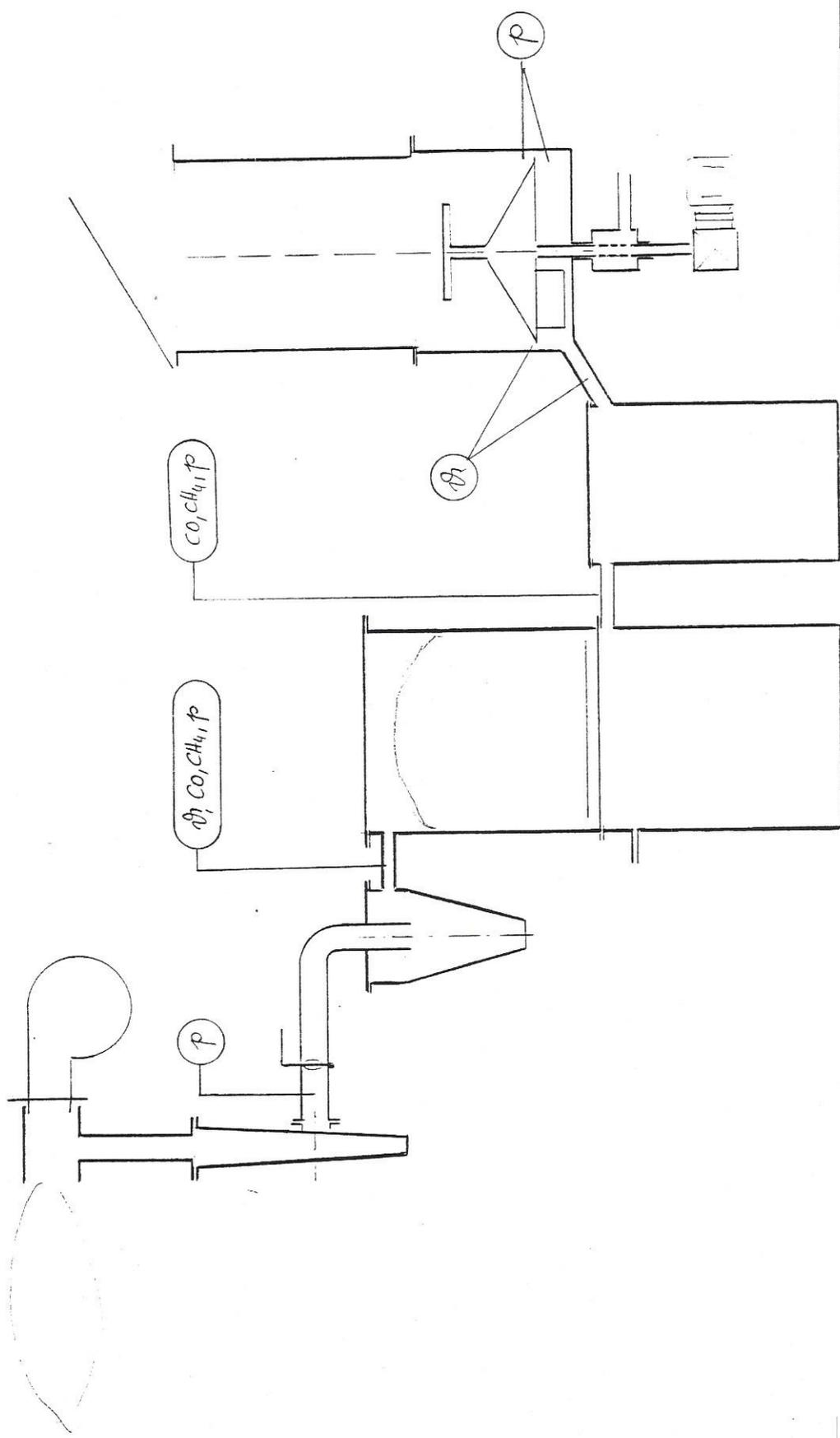
Die Vergasung der sehr nassen Rinde war möglich, die Gaszusammensetzung schwankte jedoch stark, das Gas hatte eine sehr schlechte Qualität (Kohlenmonoxyd- und Methangehalt gering). Das Gas ist möglicherweise zur Wärmeerzeugung geeignet, eine Abkühlung ist aber zu vermeiden.

Für den Bericht

  
Dipl. Ing. M. Wörgetter



Jül-Gas-Generator  
Versuchsordnung  
(Stand Mai 1982)



θ ... Temperaturmeßstelle

p ... Druckmeßstelle

Jülgas-Generator  
Anordnung der Meßstellen

## Brenngaserzeugung aus Biomasse und Kunststoffabfällen

M.Laser, H. Mallek und D. Ermisch  
Kernforschungsanlage Jülich GmbH  
5170 Jülich

Die Brenngaserzeugung aus den verschiedenen organischen Abfällen findet zunehmendes Interesse. Einerseits hofft man, durch einen geeigneten Verarbeitungsschritt die Depo-  
nieprobleme zu lösen oder wenigstens zu mindern. Anderer-  
seits aber erwartet man gleichzeitig angesichts steigender  
Energiepreise eine Minderung des Kostendrucks durch teil-  
weise oder gar vollständige Selbstversorgung mit Warmwasser,  
Prozeßdampf oder Strom. Auch für die Versorgung von Gemein-  
den, Farmern oder forstwirtschaftlichen Betrieben, die nicht  
von einer zentralen Versorgung erreicht werden, z.B. in Ent-  
wicklungsländern, könnte der Einsatz eines einfachen und zu-  
verlässigen Gaserzeugungsverfahrens, das keine großen Ansprü-  
che an die Qualität des Rohstoffs stellt, von großem Wert  
sein.

Die Kernforschungsanlage Jülich hat daher, ausgehend von Er-  
fahrungen auf dem Gebiet der Müllverbrennung ein Gaserzeu-  
gungsverfahren, das sog. Jül-Gas-Verfahren entwickelt, das  
diese Ansprüche erfüllen kann. Zusammen mit der Firma Viess-  
mann in Allendorf/Eder soll es nunmehr zur Serienreife ge-  
bracht werden und in Einheiten mit Leistungen bis zu 5 GJ/h  
angeboten werden. Das Gas kann entweder zur Wärmeerzeugung  
oder mittels Gasmotoren zur Elektrizitätserzeugung genutzt  
werden.

Der Gaserzeuger besteht aus einem einfachen Schachtofen,  
der nach unten mit einem pilzförmigen Drehrost abgeschlossen  
ist, durch den Luft im Unterschub in den Reaktor eingespeist  
wird.

Auf dem Rost ruht eine Schüttung des Rohstoffs bzw. des Ab-  
falls. Durch den Luftzusatz erfolgt eine Teilverbrennung und  
Vergasung des organischen Materials. Dabei entsteht im Be-

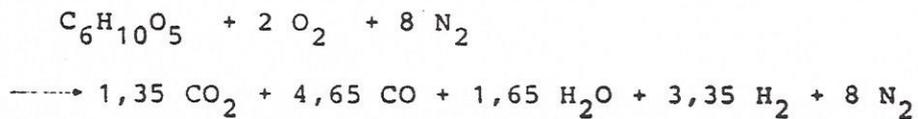
reich des Rostes ein Glutbett mit Temperaturen zwischen 800 und 1000°C. Die Temperatur läßt sich leicht durch Steuerung der Luftzufuhr einstellen. Durch periodische oder kontinuierliche Drehung des Rostes wird das Glutbett geschürt und die Asche ausgetragen.

Das Gas wird im Gleichstrom mit den Abfällen nach unten abgesaugt und passiert dabei das Glutbett. Dabei werden hochmolekulare Verbindungen wie Teere und Öle weitestgehend zu niedermolekularen Gasen gecrackt. Im Gegensatz zu den häufig angewandten Gegenstromverfahren wird dadurch der Anfall an diesen Stoffen bei diesem Verfahren minimiert.

Das heiße Gas umstreicht nun den Füllschacht des Reaktors und überträgt dabei einen Teil der Wärme auf die Schüttung im Reaktor.

Die Zusammensetzung des Gases variiert mit den Roh- bzw. Abfallstoffen, deren Wassergehalt und der Vergasungstemperatur.

Die Vergasung von Zellulose bzw. zellulosehaltigen organischen Material bei ca. 1000°C kann theoretisch durch die chemische Gleichung

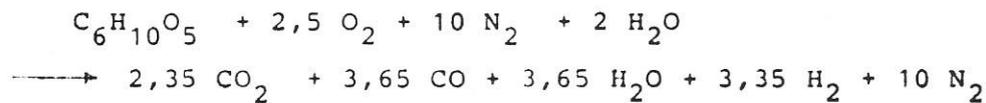


beschrieben werden. Das daraus resultierende Gas hat etwa folgende Zusammensetzung:

7,1 % CO<sub>2</sub>  
17,6 % CO  
8,7 % H<sub>2</sub>O  
24,5 % H<sub>2</sub>  
42,1 % N<sub>2</sub>

Der untere Heizwert dieses Gases beträgt etwa  $1200 \text{ kcal/m}_N^3$  oder  $5025 \text{ kJ/m}_N^3$ . Kondensiert man das Wasser, steigt der Heizwert auf  $1305 \text{ kcal/m}^3$  oder  $5470 \text{ kJ/m}_N^3$ .

Ist das Material feucht, muß zusätzlich Energie zur Verdampfung des Wassers aufgewandt werden. Das kann man durch Einspeisen von mehr Luft erreichen. Dadurch entsteht jedoch ein energieärmeres Gas. So kann die Vergasung von Zellulose mit 13,5 % Wasser durch die Gleichung



beschrieben werden. Die Zusammensetzung des Gases beträgt dann

10,2 %  $\text{CO}_2$

15,9 %  $\text{CO}$

15,9 %  $\text{H}_2\text{O}$

14,5 %  $\text{H}_2$

43,5 %  $\text{N}_2$

Der untere Heizwert dieses Gases beträgt nur noch  $855 \text{ kcal/m}^3$  oder  $3580 \text{ kJ/m}^3$ . Nach Kondensation des Wassers erhöht sich der Heizwert auf  $1015 \text{ kcal/m}^3$  oder  $4250 \text{ kJ/m}^3$ .

Diese Berechnungen zeigen deutlich, daß möglichst trockenes Material vergast werden sollte, wenn man Wert auf einen hohen Heizwert legt. In diesem Falle ist es zweckmäßig, das Material in einem separaten Trocknungsschritt vorzutrocknen. Hierzu kann selbstverständlich sehr vorteilhaft die Abwärme der Gaserzeugung bzw. der Verbrennung genutzt werden.

Experimente mit zahlreichen Roh- und Abfallstoffen bestätigten diese Berechnungen weitestgehend. Sie wurden in Anlagen mit Durchsätzen von 10 bzw. 25 kg/h entsprechend etwa 0,15 bzw. 0,60 GJ durchgeführt.

Mit Erfolg wurden die Anlagen bisher mit folgenden Roh- bzw. Abfallstoffen betrieben:

- Sägemehl
- Hobelspäne
- Holzstückchen verschiedener Größe
- Kakaoschalen
- Reisschalen
- Baumrinde, gehäckselt,
- Stroh, gehäckselt
- häuslicher Abfall, geshreddert
- dito pelletisiert
- Algen

Typische Gaszusammensetzungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Die Daten zeigen die prinzipielle Übereinstimmung der experimentellen mit den berechneten Werten. Die Gasproduktion lag zwischen 3,4 und 4,8 m<sup>3</sup>/kg Roh- bzw. Abfallstoff.

| Material                      | Gaszusammensetzung |      |                |                  |                | Heizwert<br>kJ/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------|--------------------|------|----------------|------------------|----------------|-------------------------------|
|                               | Vol-%              |      |                |                  |                |                               |
|                               | CO <sub>2</sub>    | CO   | H <sub>2</sub> | C·H <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> |                               |
| Sägespäne u.<br>Holzstückchen | 6,2                | 24,2 | 10,4           | 1,3              | 57,9           | 4654                          |
| Kakao-Schalen                 | 7,2                | 22,4 | 12,9           | 2,4              | 50,3           | 5087                          |
| häuslicher Abfall,<br>Pellets | 6,8                | 21,3 | 14,0           | 2,2              | 53,7           | 5029                          |

Tab. 1: Zusammensetzung des Gases aus verschiedenen Roh- und Abfallstoffen. Reaktionstemperatur 800 - 900°C.

Die Versuche zeigten, daß Roh- und Abfallstoffe sehr unterschiedlicher Zusammensetzung und vor allem sehr unterschiedlicher Korn- bzw. Stückgröße ausgezeichnet verarbeitet wer-

den können. Insbesondere die sonst nur unter großen Mühen zu verarbeitenden feinkörnigen Materialien wie Sägespäne oder Reisschalen bereiten keine Probleme.

Die Entwicklung zur Marktreife macht gute Fortschritte, so daß mit einer Markteinführung spätestens im Jahre 1982 zu rechnen ist.

## **Brenngaserzeugung aus organischen Abfällen**

Abfälle aus Holz, Papier, Textilien, Industrieprodukten aber auch landwirtschaftliche Abfälle (z.B. Stroh) enthalten erhebliche Mengen an nutzbarer Energie.

Durch konsequente Weiterentwicklung des inzwischen weltweit bekannten Jülicher Verbrennungsverfahrens für radioaktive Abfälle ist es gelungen, ein Vergasungsverfahren zu entwickeln, welches bisher ungenutzte Energiequellen in optimaler Weise erschließt. Es zeichnet sich besonders aus durch:

- **Hohe Brenngasqualität (entsprechend Generator- bis Synthesegas)**
- **Kein Anfall von Ölen oder Teeren im Brenngas**
- **Ausbrand der Abfallstoffe bis zu 99%**
- **Keine Zusatzenergie erforderlich (ab 4200 kJ/kg)**
- **Vollautomatischer Betrieb der Anlagen möglich**

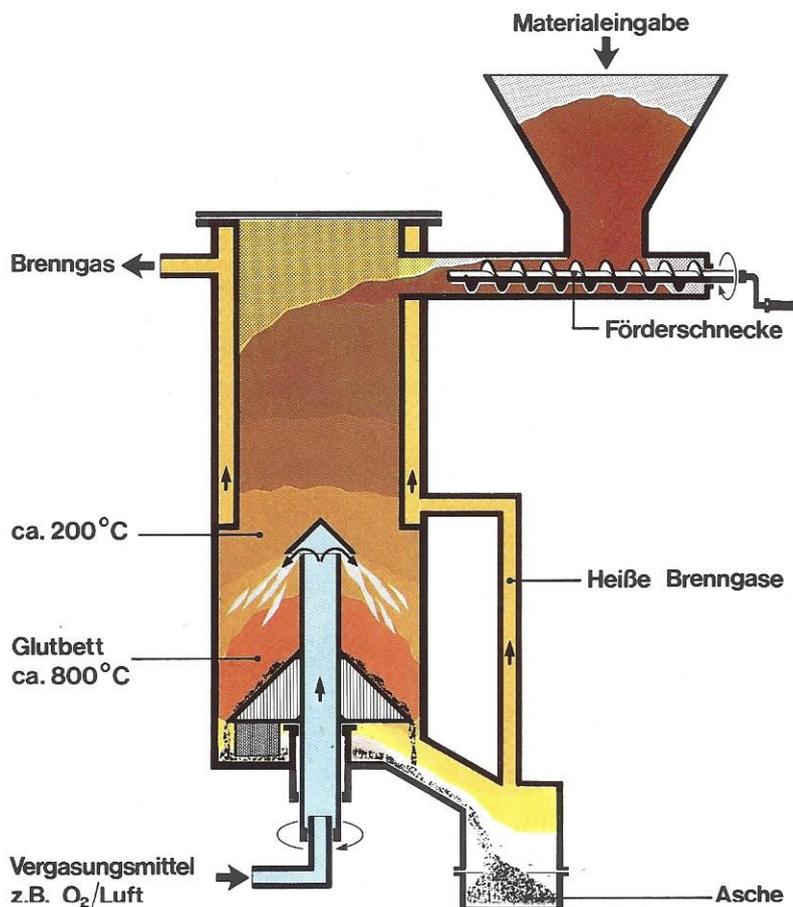


Abb. 1  
Schematische Darstellung  
des Verfahrens  
(Schutzrechte nachgesucht)

# KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH

Die Brenngaserzeugung nach dem KFA-Verfahren erfolgt durch die Behandlung von organischen Abfallstoffen bei steigenden Temperaturen in mehreren Stufen bis über 800°C. Neben der völligen Entgasung des organischen Materials wird hierbei auch ein Aufcracken der teerigen und öligen Bestandteile zu niedermolekularen Verbindungen (Gasen) gewährleistet. Durch die dosierte Zugabe von z.B. Luft, Sauerstoff, H<sub>2</sub>O-Dampf oder CO<sub>2</sub> ist eine sichere und schnelle Steuerung des Vergasungsvorganges möglich. Die erforderliche Energiezufuhr erfolgt ausschließlich durch Abwärme oder durch Verbrennung eines Teils des gewonnenen Brenngases.

| Gas-Zusammensetzung | Gas aus Holzmehl nach dem KFA-Verfahren | Zum Vergleich          |                        |
|---------------------|---|------------------------|------------------------|
|                     |   | Gichtgas               | Koks-Generator-Gas     |
| CH <sub>4</sub>     | 2 %                                     | –                      | 1 %                    |
| H <sub>2</sub>      | 15 %                                    | 4 %                    | 12 %                   |
| CO                  | 25 %                                    | 28 %                   | 28 %                   |
| CO <sub>2</sub>     | 5 %                                     | 8 %                    | 5 %                    |
| N <sub>2</sub>      | 53 %                                    | 60 %                   | 54 %                   |
| Heizwert            | 5000-6000 kJ/m <sup>3</sup>             | 4000 kJ/m <sup>3</sup> | 5300 kJ/m <sup>3</sup> |

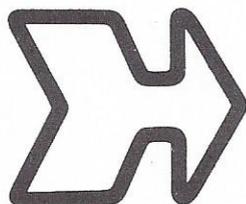
**Abb. 2**  
Mittlere Analysenwerte eines aus Holzmehl gewonnenen Brenngases (zum Vergleich: Gichtgas und Koks-Generatorgas)

## Angebot der KFA

Die KFA ist im Zusammenhang mit der beschriebenen Entwicklung zur Beratung beim Einsatz des Verfahrens und zur Zusammenarbeit bei der Durchführung von Versuchen bereit.

Das Verfahren wird derzeit gemeinsam mit der Firma Viessmann Werke KG zur Industriereife weiterentwickelt.

Wegen zusätzlicher Informationen wollen Sie sich bitte wenden an:



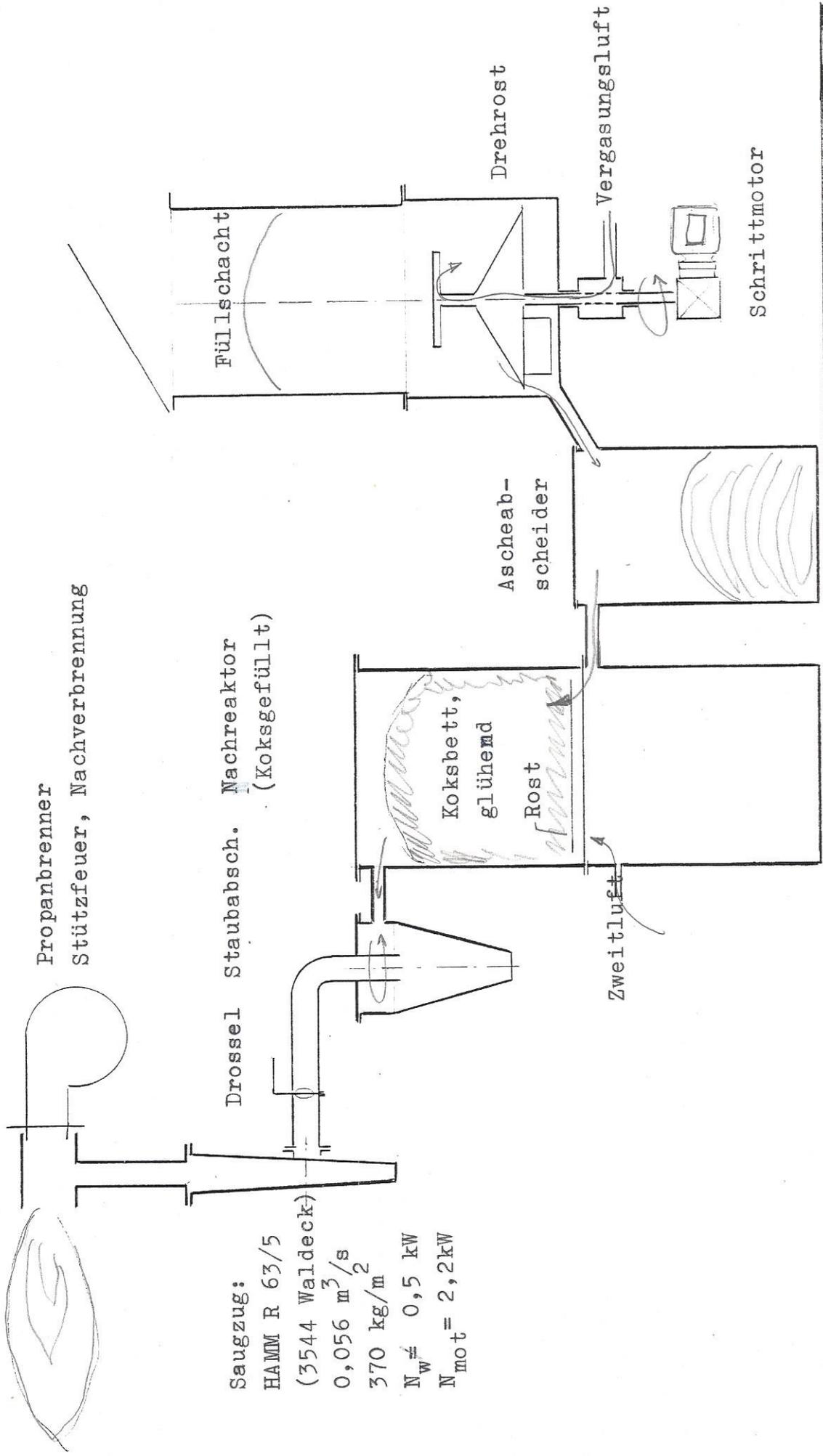
**Technologie-Transfer-Büro**  
der Kernforschungsanlage Jülich GmbH

Postfach 1913  
D-5170 Jülich 1

Telefon: (02461) 613296/613027

Telex: 833556 kfa d – TTB

**KFA**



Propanbrenner  
Stützfeuer, Nachverbrennung

Drossel Staubabsch. Nachreaktor  
(Koksgefüllt)

Saugzug:  
HAMM R 63/5  
(3544 Waldeck)  
 $0,056 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $370 \text{ kg/m}^2$   
 $N_w \neq 0,5 \text{ kW}$   
 $N_{\text{mot}} = 2,2 \text{ kW}$

Drehrost

Vergasungsluft

Schrittmotor

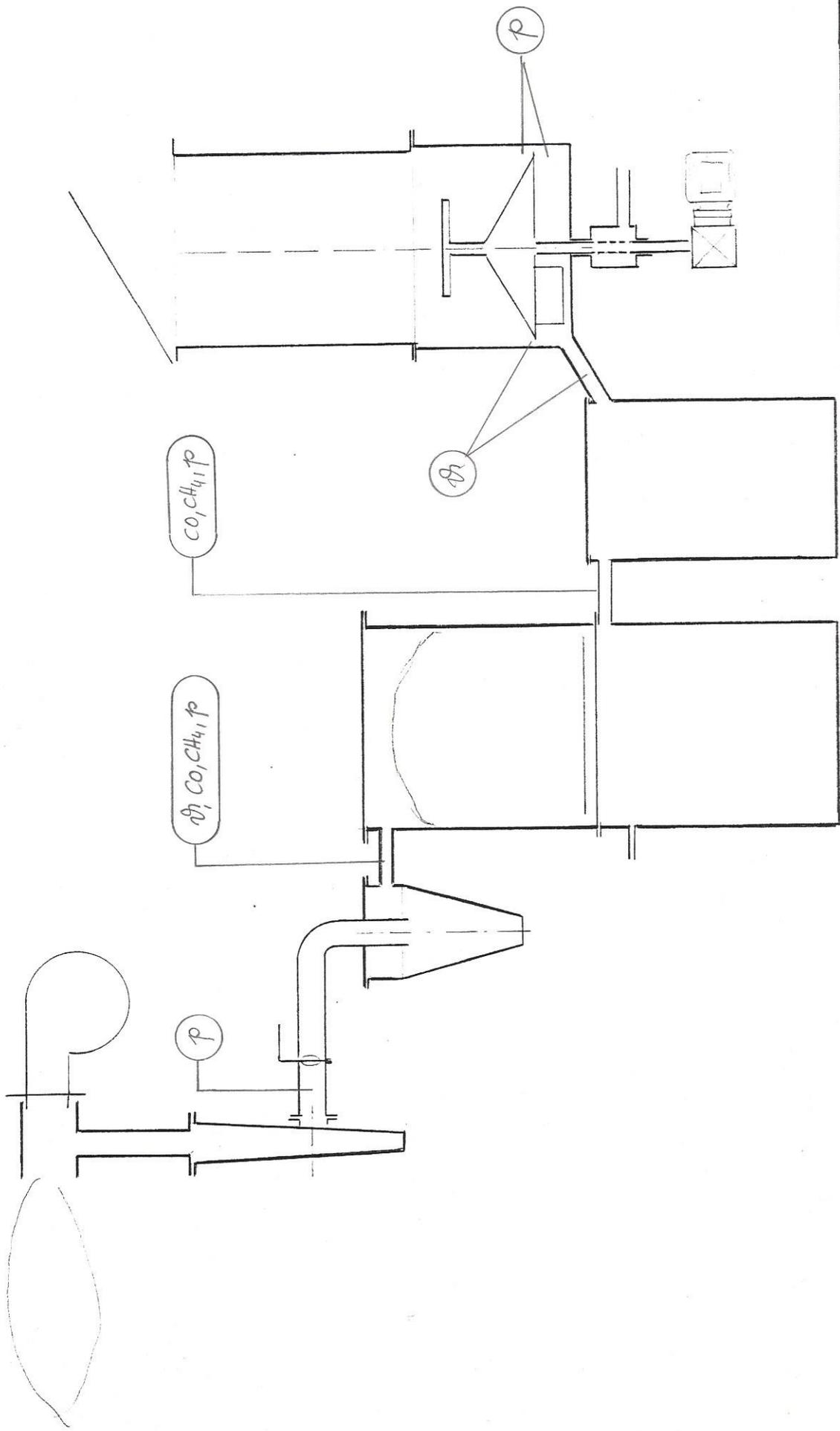
Ascheabscheider

Koksbedd,  
glühend

Rost

Zweitluft

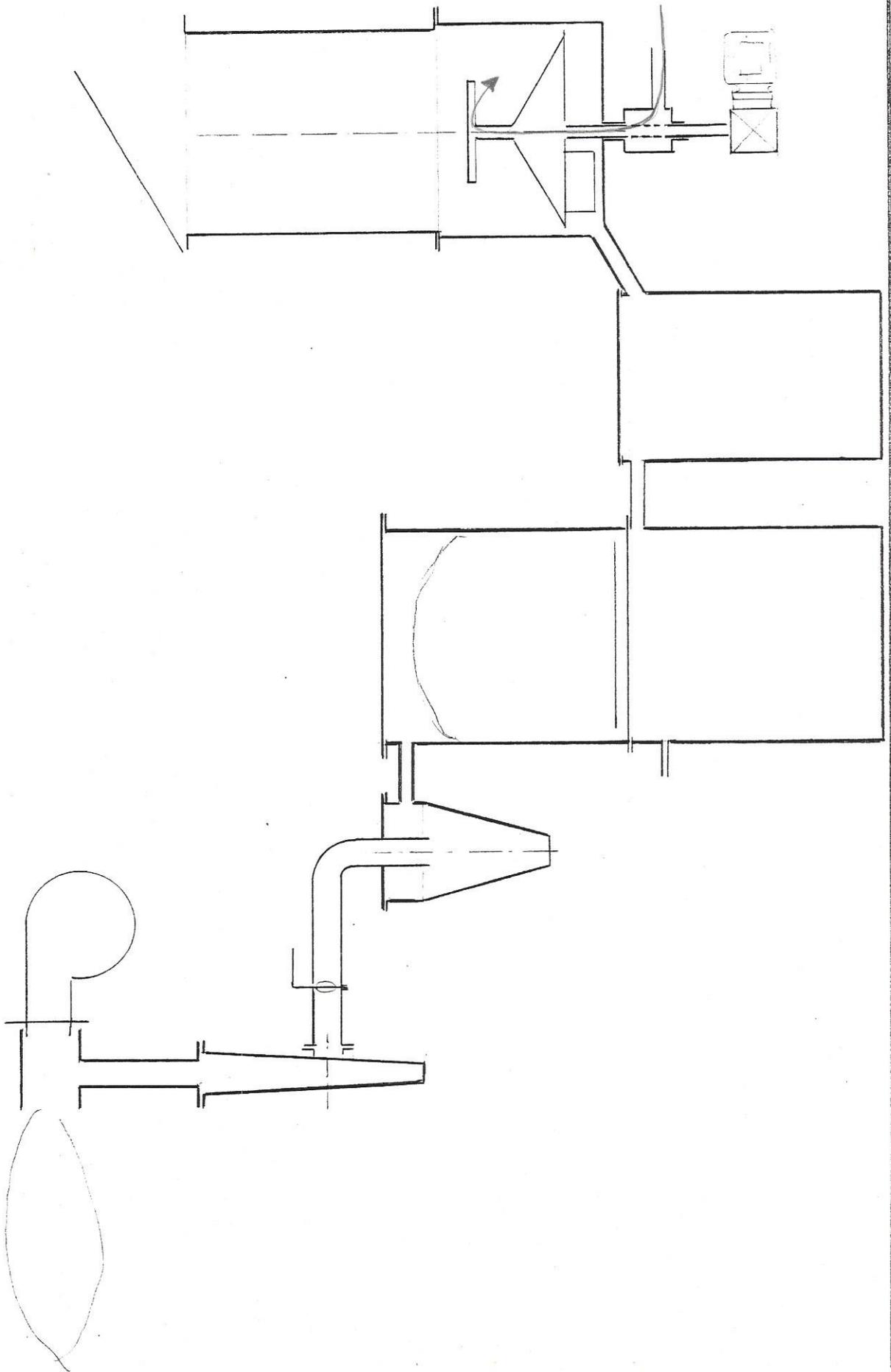
Jül-Gas-Generator  
Versuchsordnung  
(Stand Mai 1982)



ϑ ... Temperaturmessstelle

p ... Druckmessstelle

Jülgas-Generator  
Anordnung der Meßstellen



Vorversuche zur Vergasung von granulierter  
Abfallbiomasse mit dem Jül-Gas-Generator  
an der KFA Jülich (Abt. Dekontamination)

Datum: 1982 05 06, 8<sup>30</sup> bis 15<sup>15</sup>

Anwesend:

Seitens der KFA:

Herr Graf (Versuchsleitung, Chemiker)

Herr Leutenberg

Hilfspersonal

Seitens der Fa. Trunkenpolz:

Herr Trunkenpolz jun.

Herr Wörgetter (Konsulent Verbrennungsfragen)

## 1. Versuchsanordnung

Die Vergasung der Biomasse erfolgte im bekannten Gasgenerator (siehe Beschreibung der KFA). Das Gas wurde zunächst gemeinsam mit der Asche und dem Brennstoffrückstand (Kohle) zunächst einem Ascheabscheider zugeführt. Anschließend gelangte das Gas (gemeinsam mit Flugasche) in einen Nachreaktor. Unter Luftzufuhr sollen in dem mit glühendem Koks gefüllten Nachreaktor höhermolekulare Kohlenwasserstoffe gecrackt werden. Aus dem Nachreaktor wurde das Gas in einen Zyklon geführt, aus dem es nachfolgend in den Saugzug gelangte. Der Saugzug drückte das Gas in einen Propangasbrenner, in dem es gemeinsam mit Propan verbrannt wurde. Die Leistung des Gasgenerators soll laut Angabe der KFA mit Sägespänen 100 kW betragen.

## 2. Meßanordnung

Temperaturfühler waren an 4 Stellen angebracht: im Gasgenerator im Bereich der Reaktionszone, im Aus-

tritt aus dem Generator, vor und nach dem Nachreaktor. Die Aufzeichnung erfolgte durch einen Mehrkanal-Kompensationsschreiber. Eine Meßgasentnahme war wahlweise vor oder nach dem Nachreaktor möglich. Die Gasanalyse erfolgte kontinuierlich durch einen IR-Gasanalysator, Siemens Ultramat (Bestimmung des Kohlenmonoxydgehalts) und einen FID der Firma Ratfisch (Bestimmung der Kohlenwasserstoffe bzw. des Methans). Die Meßwerte wurden mit Schreibern aufgezeichnet. An mehreren Stellen der Versuchsanordnung war eine Druckmessung mit U-Rohr-Manometern möglich.

### 3. Versuche

#### 3.1. Anfahren

Das Anheizen erfolgte mit den Holzkohlenresten im Generator und mit stückigem Holz (14 kg). Der Brennstoff wurde von oben mit einem Propangasbrenner entzündet. Mit einer geringen Menge Walnußschalen wurde der Generator in einen stationären Zustand gebracht. Der Anfahrvorgang verlief unproblematisch und rasch. Der CO-Gehalt nach dem Nachreaktor lag bei 12%.

#### 3.2. Versuche mit Stroh

##### 1. Versuch

Das Strohhäcksel wurde auf die Nußschalen aufgebracht. Bei Beginn der Vergasung des Strohs konnte kein Unterschied in der Gaszusammensetzung und bei den Temperaturen beobachtet werden. Nach einigen Minuten mußte jedoch der Brennstoff im Füllschacht durch Stochern der Vergasungszone zugeführt werden. Ein konstanter Betrieb war nur durch Stochern in kurzen Intervallen möglich. Die beim Abbrand entstehenden Brücken waren sehr stabil und konnten durch Nachschieben von Hand nicht eingedrückt werden.

Versuchsdauer: 8<sup>55</sup> - 10<sup>20</sup>

Brennstoff: Weizenstroh (?), fein gehäcksel,  
Wassergehalt ca. 14%

Heizwert  $H_u$  14 MJ/kg bzw. 3350 kcal/kg



Gesamte vergaste Menge: 30 kg  
Stündliche Brennstoffmenge:  $B_h = 30 \text{ kg/h}$   
Bruttoleistung:  $P_{zu} = 107 \text{ kWh}$  bzw.  $92000 \text{ kcal/h(?)}$   
Gaszusammensetzung vor Nachreaktor:  
14 - 17% CO  
2 - 4% CH<sub>4</sub>

## 2. Versuch

Die Vergasung lief mit zerkleinerten Maisspindeln ähnlich problemlos. Das Fließverhalten des Maisspindelgranulats war ausgezeichnet.

Versuchsdauer: 13<sup>15</sup> - 14<sup>30</sup>  
Brennstoff: Maisspindeln, zerkleinert  
Gesamte vergaste Menge: 28 kg  
Stündliche Brennstoffmenge:  $B_h = 22,4 \text{ kg/h}$   
Bruttoleistung:  $P_{zu} = 80 \text{ kW}$  bzw.  $69000 \text{ kcal/h}$   
Gaszusammensetzung vor Nachreaktor ähnlich dem 1. Versuch.

Nach den Maisspindelversuchen wurde der Rückstand verworfen:

Rückstand von Versuch 1 und 2: 4,1 kg bzw. 7%  
Schüttgutdichte:  $310 \text{ kg/m}^3$   
Anteil Brennbares: ca. 70%  
Rest Asche

## 3.4. Versuch mit Rinde

Laut Aussage der Vertreter der KFA ist ein befriedigender Betrieb mit Brennstoffen mit einem Wassergehalt größer als 20% nicht möglich. Der Wassergehalt der angelieferten Rinde war jedoch bestimmt wesentlich höher. Die Vergasung war möglich, der Anteil brennbarer Gase war aber gering.

Versuchsdauer: 14<sup>40</sup> - 15<sup>15</sup>  
Brennstoff: Rinde, zerkleinert,  
Wassergehalt hoch (40% ?)  
Heizwert  $H_u = 10,1 \text{ MJ/kg}$  bzw.  
 $2400 \text{ kcal/kg (?)}$   
Gesamte vergaste Menge: 15 kg

Stündliche Brennstoffmenge:  $B = 25,7 \text{ kg/h}$   
Bruttoleistung:  $P_{\text{zu}} = 72 \text{ kW}^{\text{h}}$  bzw.  $62000 \text{ kcal/h}$  (?)  
Gaszusammensetzung:

5 - 8 - 12% CO  
1% CH<sub>4</sub>

#### 4. Beurteilung der Versuche

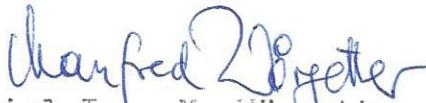
Bei einer Bewertung ist zu bedenken, daß es sich um Einzelversuche handelt, die jeweilige Versuchsdauer und die verbrannten Mengen gering waren und daß nur eine oberflächliche Erfassung von Meßwerten möglich war. Eine Variation der Leistung wurde nicht durchgeführt.

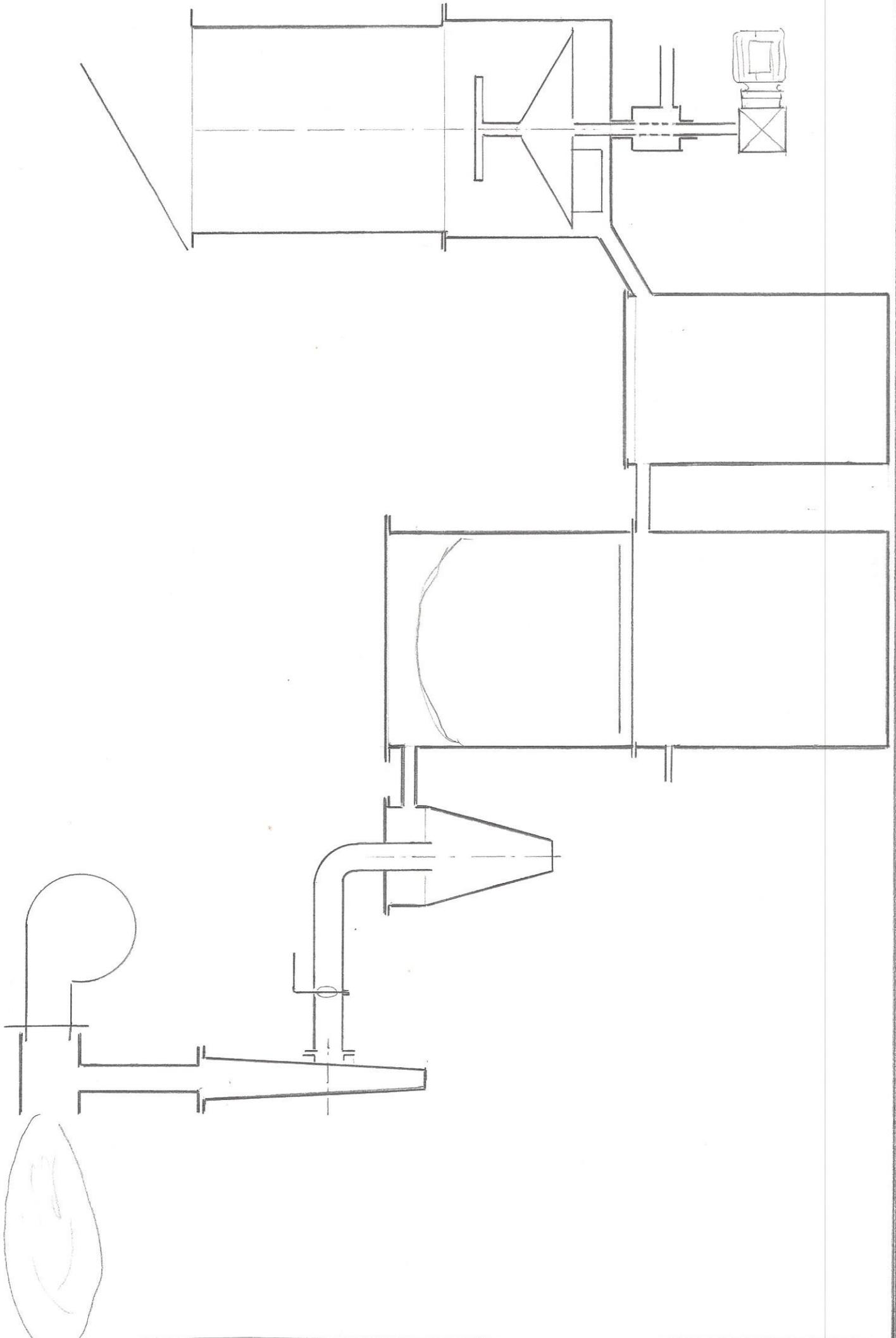
Die Vergasung von Strohhäcksel war möglich, Schlackenprobleme traten nicht auf. Der Austrag des Vergasungsrückstandes funktionierte über die Versuchsdauer, die Rückstandsmenge und das Volumen der Rückstände war groß. Offene Fragen sind die Brennstoffzufuhr und der kontinuierliche Austrag der Verbrennungsrückstände aus dem Aschenabsetzbehälter.

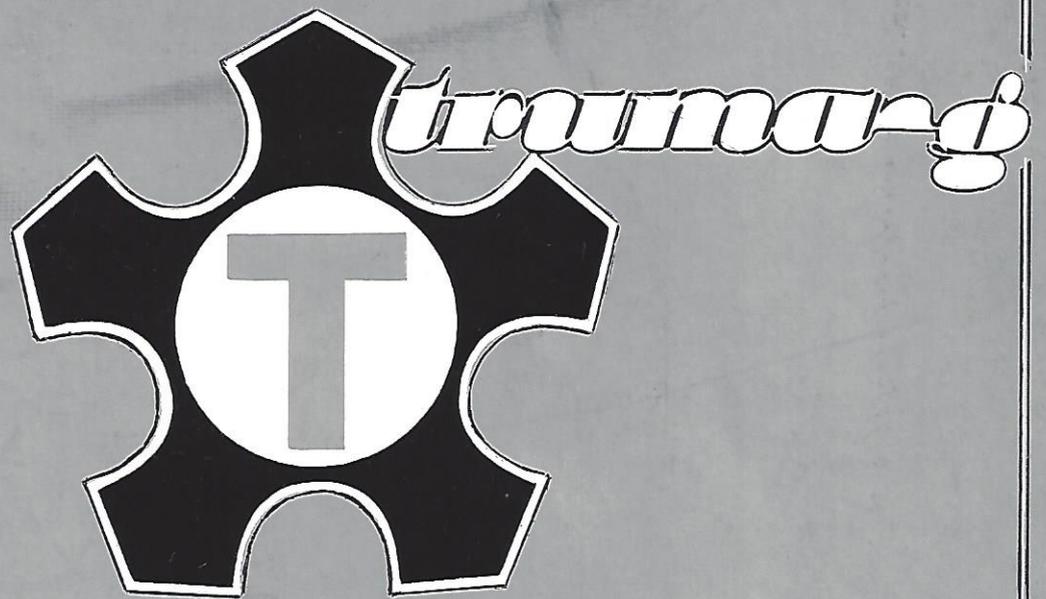
Die Vergasung von Maisspindeln und Maisspindelmehl verlief problemlos, das Rückstandsvolumen ist ebenfalls zu beachten. Sehr günstig ist das Fließverhalten.

Die Vergasung der sehr nassen Rinde war möglich, die die Gaszusammensetzung schwankte jedoch stark, das Gas hatte eine sehr schlechte Qualität (Kohlenmonoxyd- und Methangehalt gering). Das Gas ist möglicherweise zur Wärmeerzeugung geeignet, eine Abkühlung ist aber zu vermeiden.

Für den Bericht

  
Dipl.Ing. M. Wörgetter





TRUNKENPOLZ MASCHINEN  
ALTHEIM O.O.

# TRUNKENPOLZ MASCHINEN ALTHEIM O.Ö.

Gegründet: 1872 von Wenzel Trunkenpolz \* 1909—1956: Inhaber Sohn Hans \* 1956—1974: Inhaber Enkel Friedrich  
Ab 1974 Gesellschaft m. b. H. Geschäftsführender Gesellschafter: Ing. Friedrich Trunkenpolz

Werk 1 — Stammhaus:  
Verwaltung - Konstruktion -  
Kundendienst - Ersatzteillager  
Gesamtfläche: 2.800 qm  
verbaute Fläche: 1.400 qm



Werk 2:  
Serienfertigung -  
Sondermaschinen - Anlagenbau  
Gesamtfläche: 20.000 qm  
verbaute Fläche: 3.400 qm

## Das sind wir

Ein Mittelbetrieb mit durchschnittlich 80 Mitarbeitern. Wir arbeiten in zwei Betrieben auf einem Gesamtareal von 23.000 Quadratmeter mit einer verbauten Fläche von 4.800 Quadratmeter. Unsere Geburtsstunde schlug 1872. Damals brauchten die Gesellen noch kräftige Muskeln, um Drehbank und Bohrmaschinen in Betrieb zu setzen. Um die Jahrhundertwende wurde Gesellenstärke durch Pferdestärke ersetzt, bald darauf kamen die PS aus einem Gasmotor. Die aufkommende Versorgung der Region mit Elektrizität wurde sofort genützt und 1909 der Betrieb voll elektrifiziert. 25 Mann produzierten Schrottmühlen, Windbrunnen, kleinere Dreschmaschinen, Maschinen und Ausrüstungen für Gewerbebetriebe.

Mitte der 50er Jahre wurde die Produktion von Dreschmaschinen und Schrottmühlen aufgelassen und der Bau von Sondermaschinen ausgeweitet. Gleichzeitig bauten wir rege Handelsbeziehungen zu in- und ausländischen Firmen auf. Seit Mitte der 60er Jahre produzieren wir auch wieder Landmaschinen in kleinen Serien. Wir modernisierten die bestehende Betriebsstätte, eine zweite wurde errichtet und seither laufend erweitert. Rund die Hälfte der Produktion exportieren wir. Seit 1974 sind wir übrigens eine Gesellschaft m. b. H.

## Wir lösen Ihre Probleme

Sie brauchen eine Sondermaschine, eine Förderanlage, Einrichtungen zur Zerkleinerung und Aufbereitung . . . ? Dann sind wir der richtige Partner für Sie. Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung und unseren umfassenden Dokumentationen über Maschinenelemente, Hydraulik-, Pneumatik- und Steuerungsausrüstungen lösen wir mit unseren hochqualifizierten Fachkräften diffizile Probleme nach den neuesten Erkenntnissen der Technik. Besonders komplexe Probleme bearbeiten wir in Kooperation mit spezialisierten Partnern. Unsere jahrzehntealten Kontakte zu in- und ausländischen Firmen kommen uns dabei besonders zugute.



### Konstruktionsbüro

Teilansicht. Alle Zeichnungen werden mikroverfilmt und auf einer eigenen Anlage reproduziert.

# Verwaltung Organisation

entsprechen dem gehobenen Standard eines Mittelbetriebes

### Ersatzteilläger

für die einzelnen Geschäftsbereiche mit großzügiger Bestandshaltung



### Zwischenlager

für Zukauf und Fertigungsteile im Produktionsbereich

**Fuhrpark, Kundendienst**  
Teilabbildung

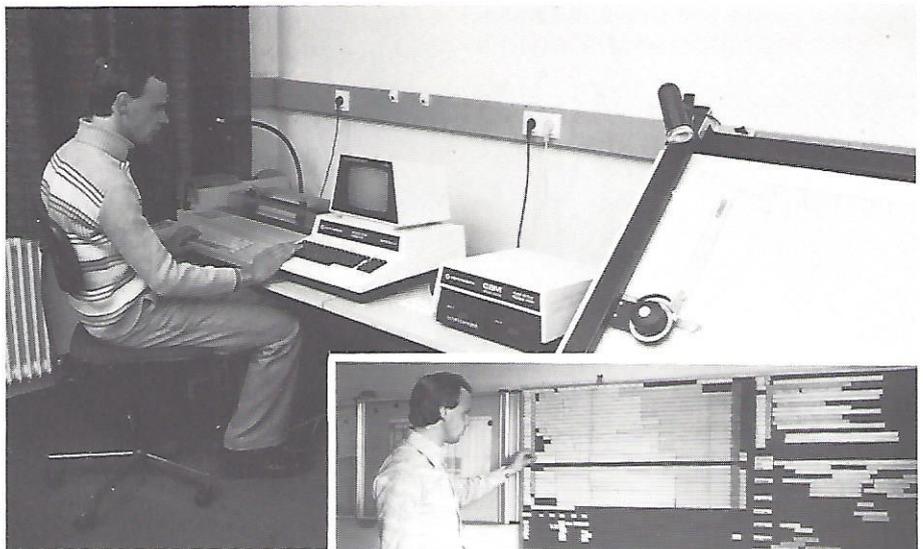


### Datenverarbeitung

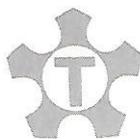
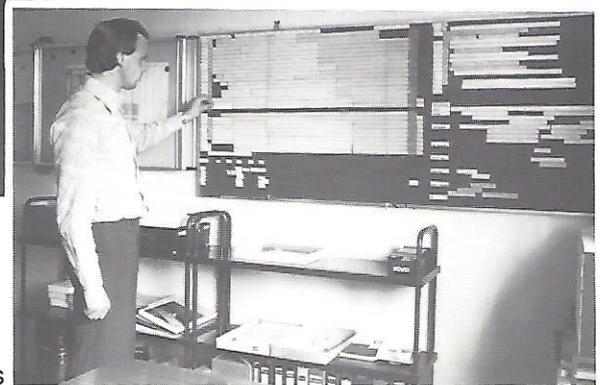
mit 2 Anlagen  
Lagerwirtschaft, Rechnungswesen

### Programmierbüro

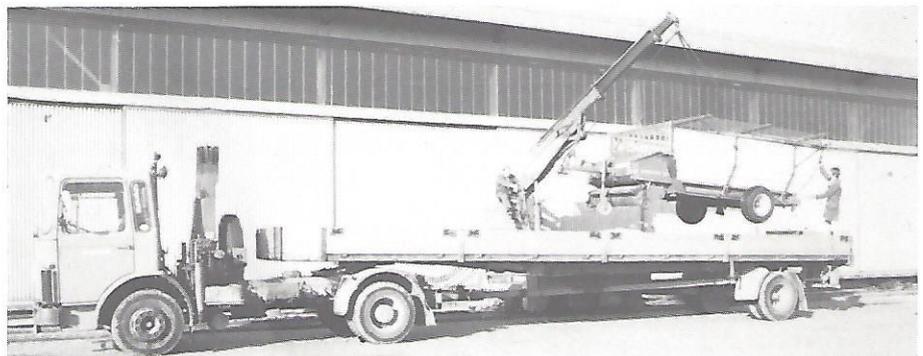
NC-Programmierung mit Rechnerunterstützung



**Terminplanung**  
zur Kontrolle des  
Arbeitsfortschrittes



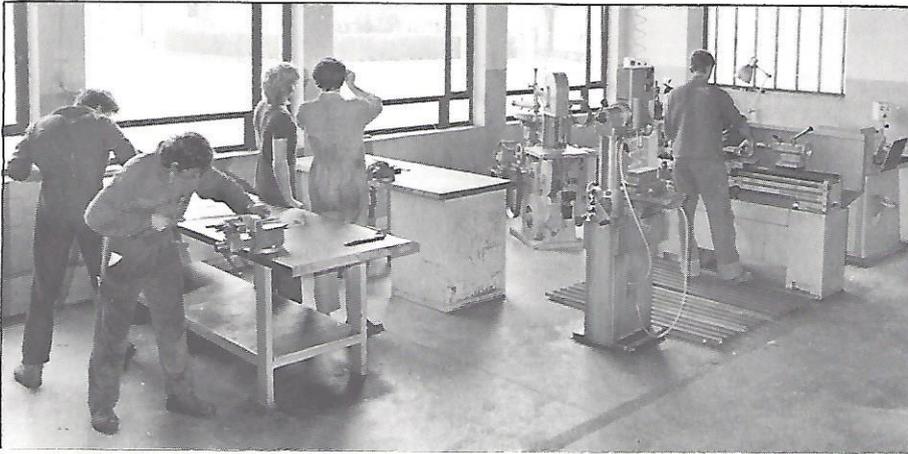
## Lagerwirtschaft Transporte



### Ladekran

selbstfahrend, schienengebunden



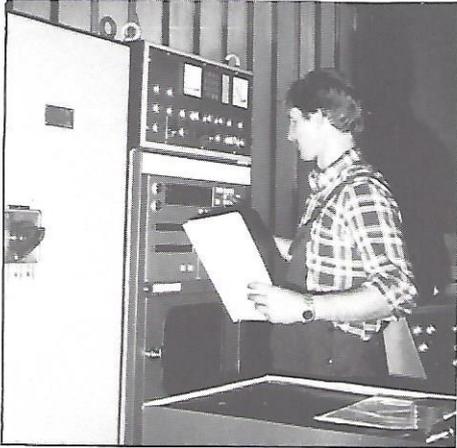


**Lehrlings-Ausbildung**  
zur Sicherstellung eines qualifizierten  
Nachwuchses

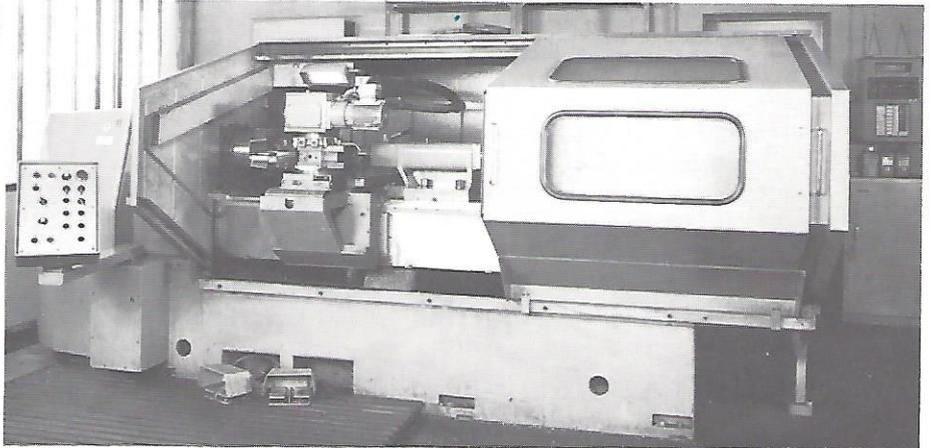
## Produktion

In allen Fertigungsbereichen  
stehen moderne Werkzeug-  
maschinen zur Verfügung, die von  
qualifizierten Mitarbeitern bedient,  
einen hohen Qualitätsstandard  
garantieren

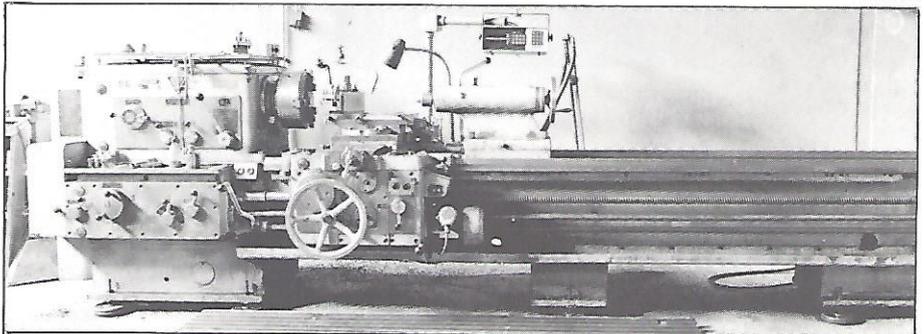
**CNC Futter-Spitzen-Drehmaschine**  
Heid



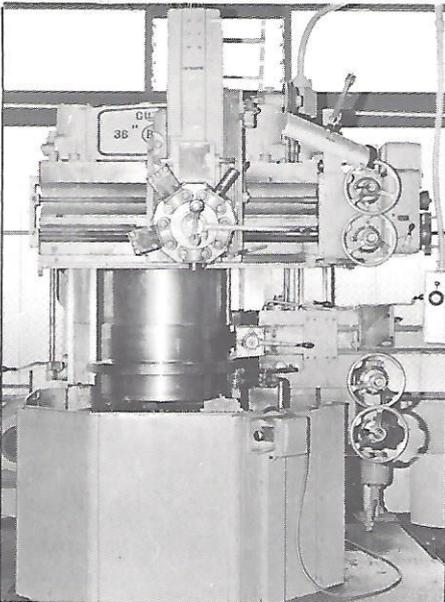
**CNC-Steuerung**  
einer Drehmaschine



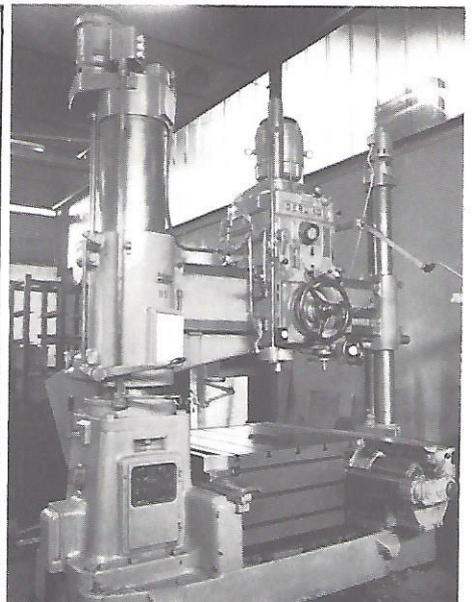
**Spitzendrehmaschine SBW 3.0 m**  
mit digitaler Meßwertanzeige und  
Speicher



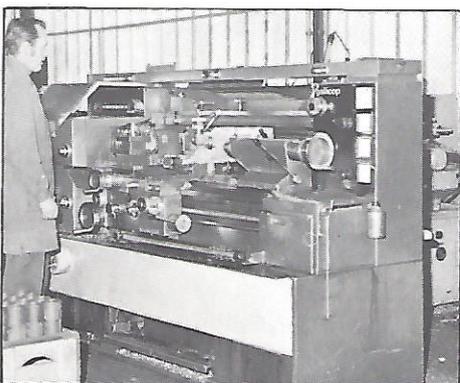
**NC Futterteil-Drehmaschine**



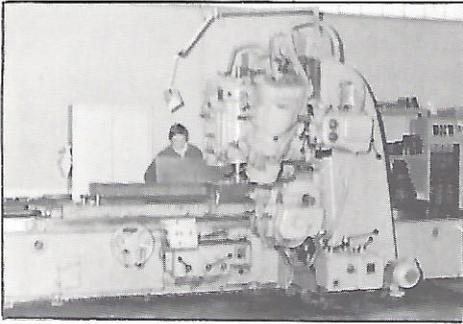
**Karussell-Drehbank**  
zur Bearbeitung schwerer  
Werkstücke  $\varnothing$  1000 mm, h 600 mm



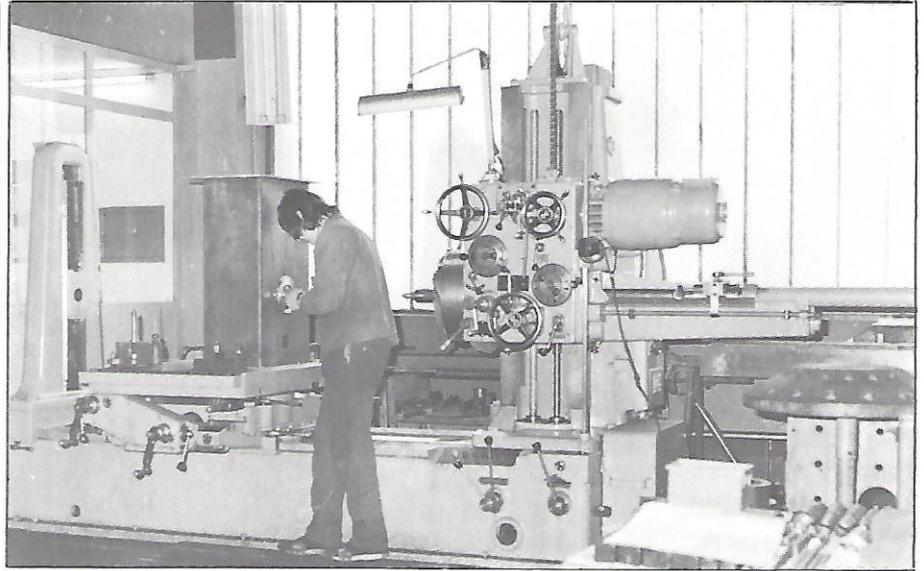
**Koordinaten-Bohrwerk**  
für präzise Bohroperationen



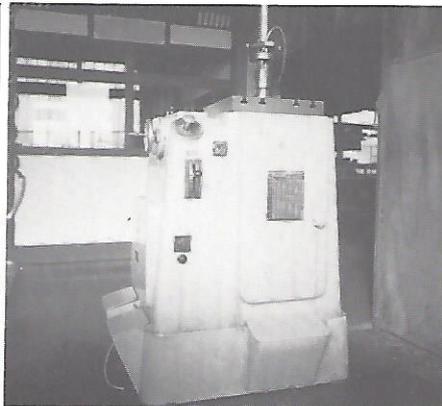
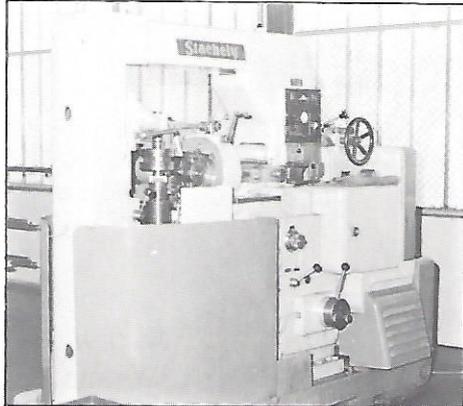
**Kopier-Drehmaschine**  
mit Schnittautomatik



**Langfräswerk**  
mit 4 schwenkbaren Frässpindeln,  
Bearbeitungslänge 3000 mm



**Abwälzfräsmaschine**  
zur Herstellung von Zahn- und  
Kettenrädern



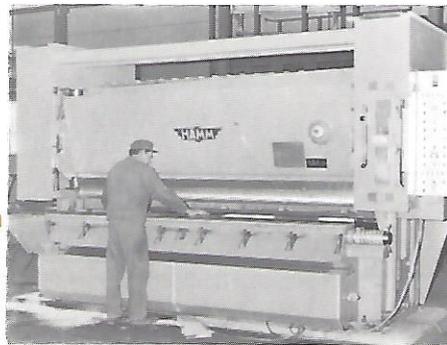
**Bohr- und Fräswerk Graffenstaaden**

**Innen-Keilnuten-Ziehmaschine**  
**Frömag**  
max. Nutenbreite und -länge  
32/250 mm

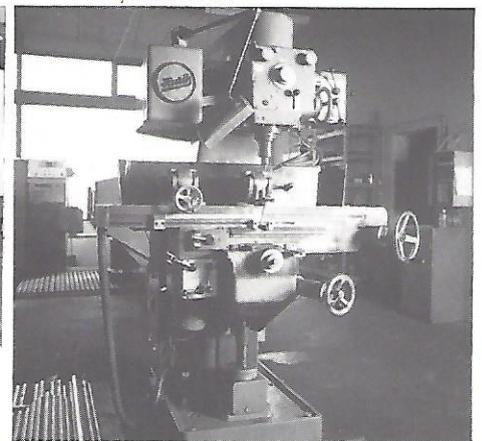
**Keilnuten-Fräsmaschine Hurth**  
max. Nutenbreite und -länge  
32/250 mm

## Produktion

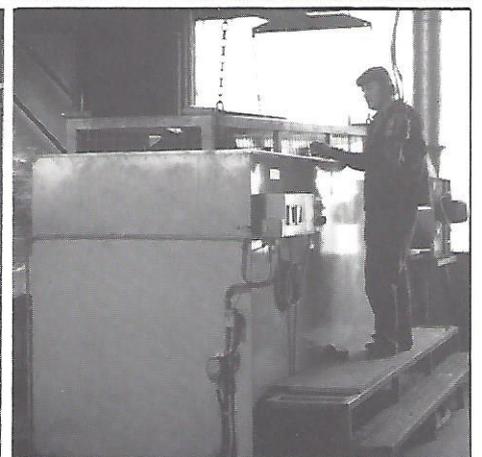
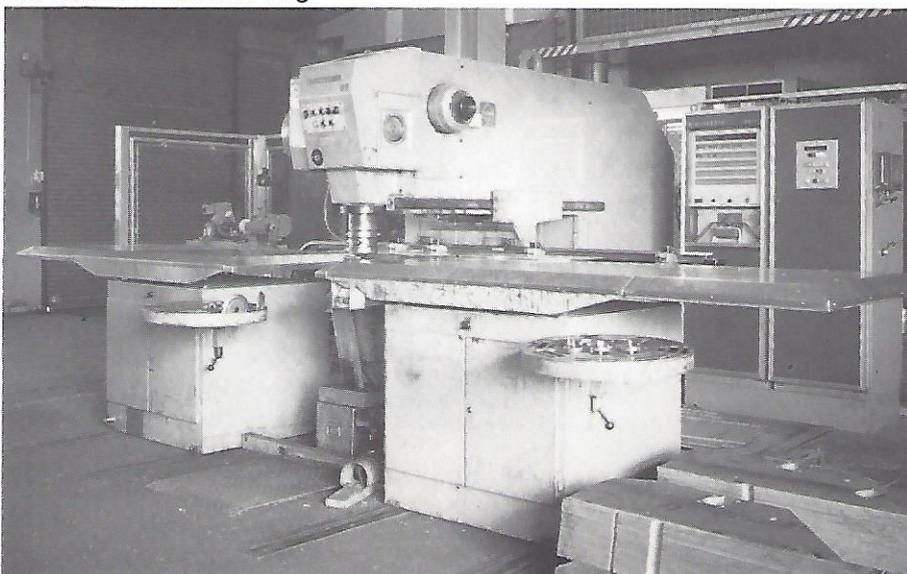
Durch den hohen Eigenfertigungs-  
Anteil sind wir bei Terminproblemen  
und Sonderaufgaben besonders  
flexibel



**Komb. Bleischere**  
**Abkantpresse und Schwenk-**  
**Biegemaschine, Kap. 3000/8 mm**



**NC-Blecbearbeitungs-Zentrum**  
**Trumatic 20**  
mit Nachsetzeinrichtung



Alle Einzelteile laufen vor dem  
Lackieren über eine Entfettungs-  
anlage

# Das können wir

---

## A) Mechanische Fertigung

**1) Zuschneiden** Auf Kreis- und Bandsägen Rundmaterial u. Profile bis 400 mm  $\varnothing$

**2) Drehen** Auf NC, CNC-Drehmaschinen  $\varnothing$  bis 320 mm, Länge bis 1000 mm  
Kopierdrehen  $\varnothing$  bis 235 mm, Länge bis 650 mm  
Spitzendrehen  $\varnothing$  bis 350 mm, Länge bis 3000 mm  
Karusselldrehen  $\varnothing$  bis 950 mm, Höhe bis 530 mm  
Automaten-Drehteile auf Stangen- und Futterautomaten

**3) Fräsen** Auf Horizontal-Bohr- und -Fräswerken  
max. Werkstückabmessungen 1100 x 1000 mm  
Werkstückgewichte bis ca. 1500 kg  
Langfräsarbeiten  
max. Werkstückabmessungen l x b x h 3000 x 850 x 600 mm  
Werkstückgewichte bis ca. 1000 kg  
Allgemeine Fräsarbeiten  
auf Universal-, Vertikal-, Horizontal- und Werkzeugfräsmaschinen  
max. Werkstückabmessungen l x b x h 1000 x 500 x 400 mm  
Abwälzfräsen  
Stirnräder gerade u. schräg verzahnt, max.  $\varnothing$  400 mm bis Mod. 8  
Keilnutenfräsen  
max. Nutenbreite und Länge 32/250 mm

**4) Bohren** Genauigkeits-Koordinaten-Bohrarbeiten auf Vertikal-Bohrwerk OERLIKON  
max. Werkstückabmessungen l x b x h 1500 x 850 x 450/750 mm  
seitl. Aufspannfläche 700 x 880 mm  
Bohrleistung bis 80 mm in Stahl  
Universalbohrarbeiten auf OERLIKON-Universal-Radial-Bohrmaschine  
max. Werkstückabmessungen l x b x h 480 x 200 x 350 mm  
Bohrleistung bis 25 mm in Stahl  
Für sonstige allgemeine Bohrarbeiten stehen Bohrmaschinen mit Bohrleistungen von 8 bis 50 mm in Stahl zur Verfügung.

**5) Schleifen** Rundschleifarbeiten  
max. Werkstücksdurchmesser 300 mm, Länge 1050 mm  
Flächenschleifen  
max. Werkstückabmessungen l x b x h 600 x 220 x 250 mm

**6) Sonderbearbeitungen** Innenkeilnuten  
max. Nutenbreite und Länge 32/250 mm  
Bohrungen mit hoher Oberflächengüte und Genauigkeit  
 $\varnothing$  bis 42 mm, Länge bis 60 mm gehont

## **B) Stahlbau und Blechbearbeitung**

**1) Zuschneiden** Schneiden auf Tafelscheren bis 8 mm Blechstärke und 3000 mm Länge  
Brennschneiden bis 120 mm Materialstärke  
l x b 2000 x 1000 mm mit fotoelektrischer Steuerung  
(Abnahme direkt von der Zeichnung)

**2) Stanzen und Konturrenibbels** Auf NC-Stanz- und Nibbelmaschine TRUMATIC 20 in Verbindung mit unserem leistungsfähigen Programmierbüro und des umfangreichen Werkzeugbestandes können wir schnell und preisgünstig Blechteile für Klein- und Mittelserien herstellen. Arbeitsbereich l x b (4000 x 1250 mm), Blechstärke 8 (10 mm)

**3) Stanzen und Prägen** auf Exzenterpressen bis 80 to.

**4) Pressen und Abkanten** bis 8 mm Stärke und 3000 mm Länge.

## **C) Schweißen**

Längsschweißungen Länge bis 2500 mm (Maschinenschweißen)  
Rundschweißungen bis max. 800 mm  $\varnothing$  (Maschinenschweißen)  
Für Schutzgas- und Elektrodenschweißungen stehen weitere  
10 moderne Schweißgeräte u. geprüfte Schweißer zur Verfügung

## **D) Montage und Sondermontagen**

Dafür stehen eine Vielzahl von Hebezeugen, mehrere Stapler und sonstige Montagebehelfe zur Verfügung.  
In einer neu errichteten Montagehalle können Maschinen und Anlagen mit großen Abmessungen u. Gewichten montiert werden

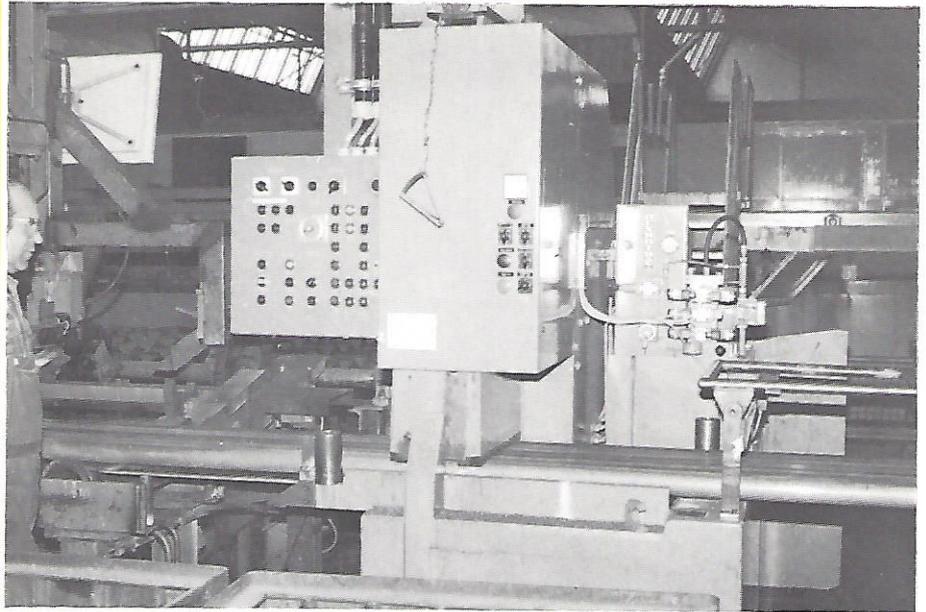
## **E) Lackieren**

Maschinen und Anlagen können bis zu einer Größe von l x b x h 6 x 3 x 2 m einbrennlackiert werden.  
Einzelteile l x b x h 3 x 1 x 1 m werden in einer Dampfentfettungsanlage vorbehandelt.

## **F) Transport und Zollabfertigungen**

können weitgehend mit eigenem Fuhrpark übernommen werden. Für die Abwicklung von Ein- und Ausfuhrformalitäten steht ein eigener Sachbearbeiter zur Verfügung. Unsere grenznahe Lage zur BRD ermöglicht uns eine rasche und kostengünstige Ein- und Ausfuhrabwicklung im Wege der Hausbeschau. Wir verfügen über eine langjährige Erfahrung in der Verpackung von Übersee-Frachtgut.

**Hochleistungs-Kreissäge**  
für Aluminium und Buntmetalle  
mit teilautomatischem Arbeits-  
zyklus

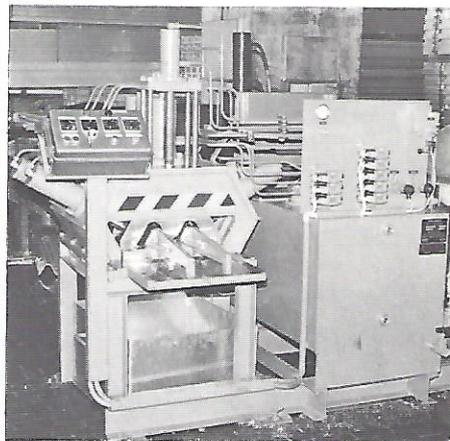


*truma-g*

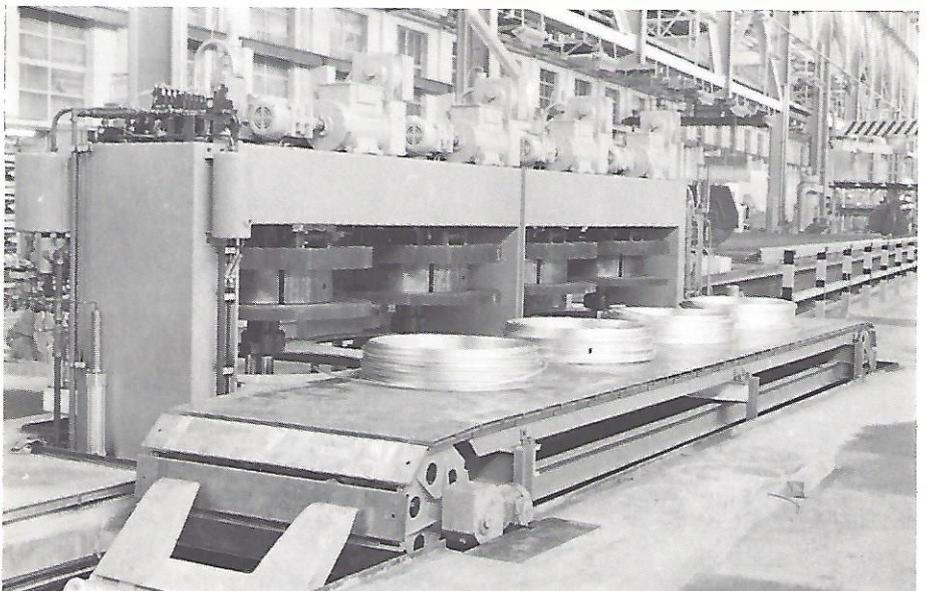
# Fertigungsprogramm Industrieanlagen



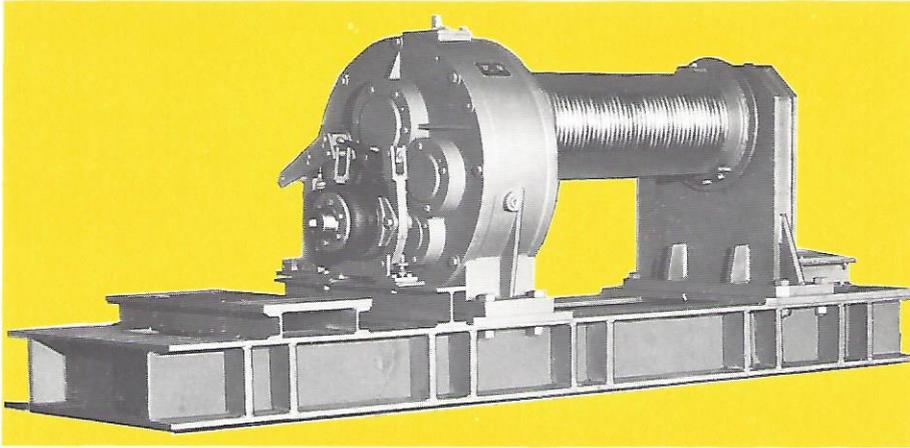
Endmontage eines  
**Ringkolben-Zylinders**  
Hubkraft 1100 to bei 800 bar



**Hydraulische Leitschiene-  
Stanzmaschine**  
zum gleichzeitigen Stanzen  
von 8 Bohrungen



**Bundrollmaschine**  
für Alu-Drähte, mit automatischem  
Ausschieber und Plattenförderband



**Seilwindenstation**  
für Waggon-Verschiebeanlagen  
in Stahlwerken

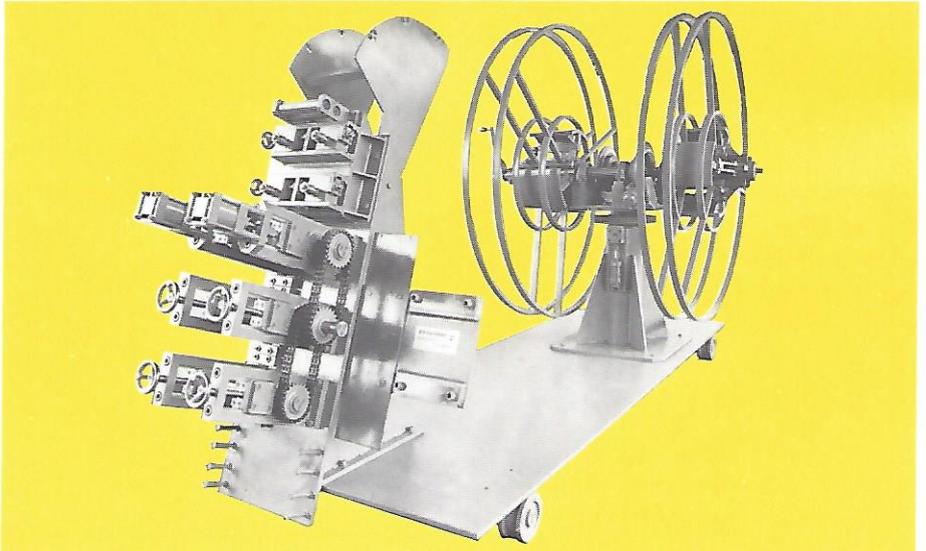
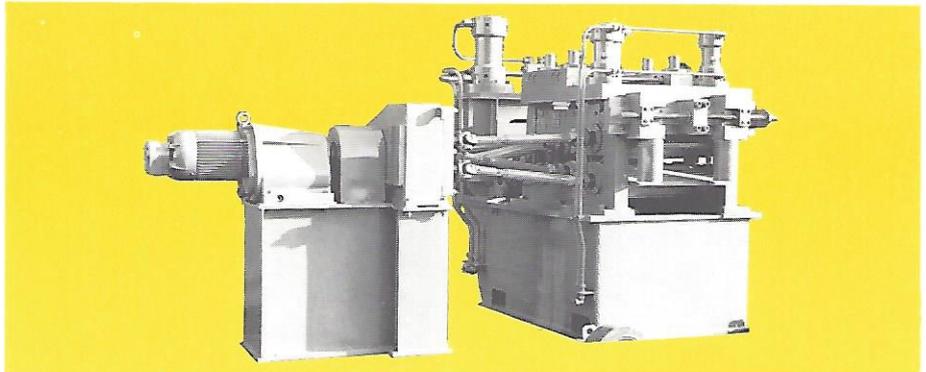
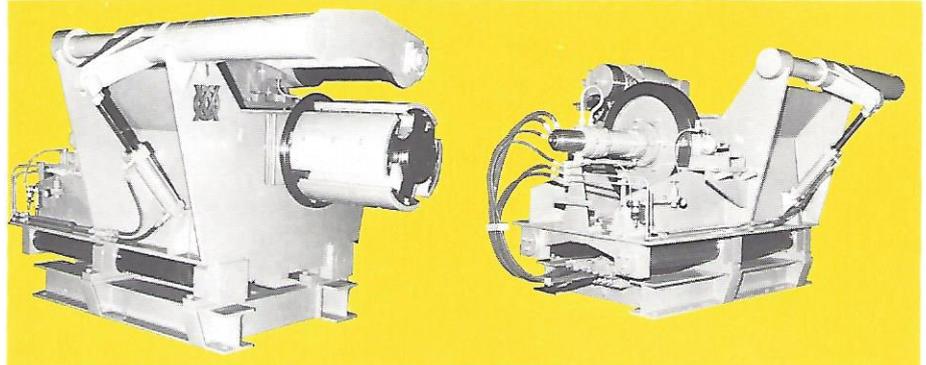
Schwere **Ablauf-Spreizhaspel**  
mit hydraulischem Linearantrieb

Fertigungs  
programm

Industrie  
anlagen

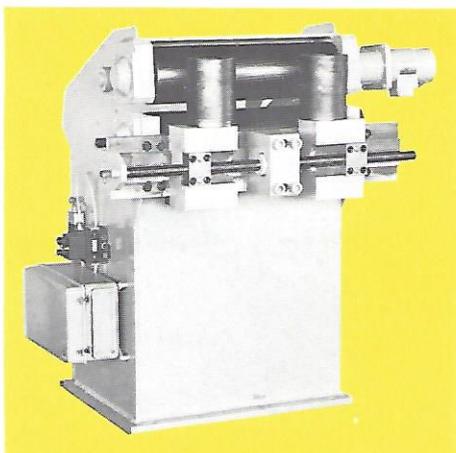


**Richtmaschine**  
mit angebaute Schere und  
Antriebseinheit



**Einbringanlage**  
mit Doppelhaspel und Profilier-  
gerüsten für den Zusatz von  
Legierungskomponenten in der  
Stahlschmelze

*truma-g*



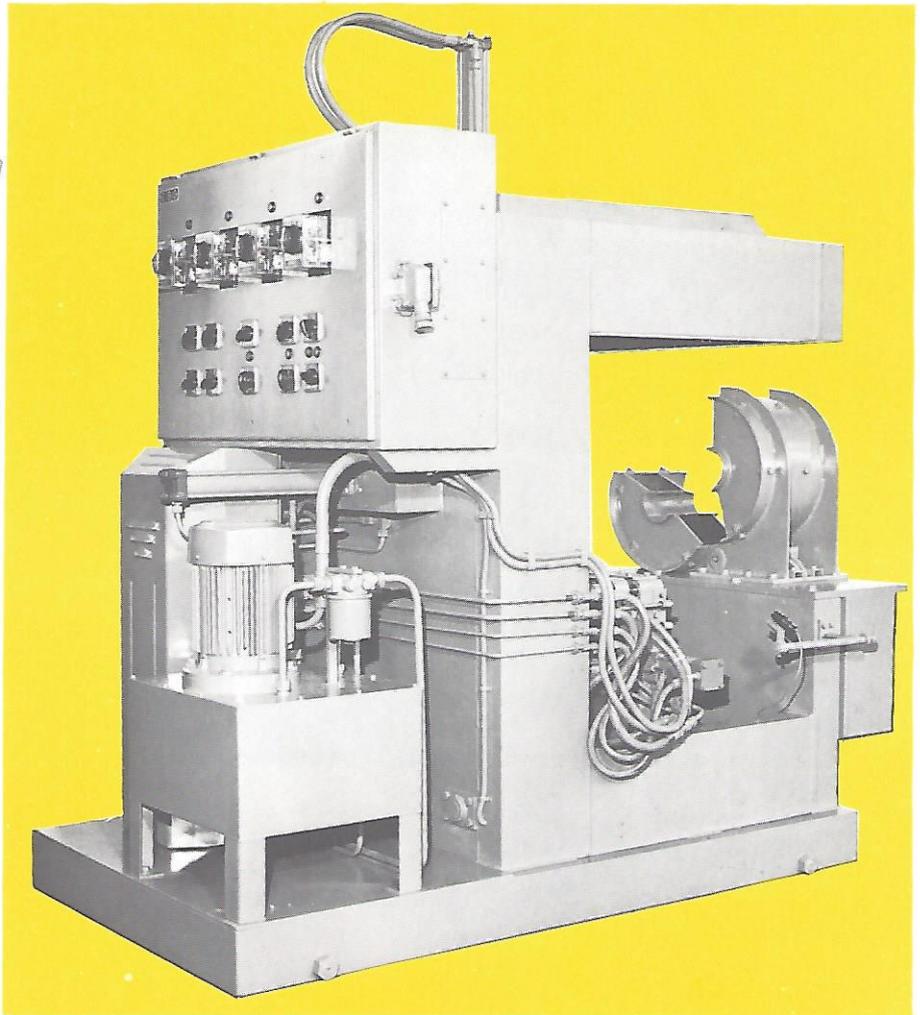
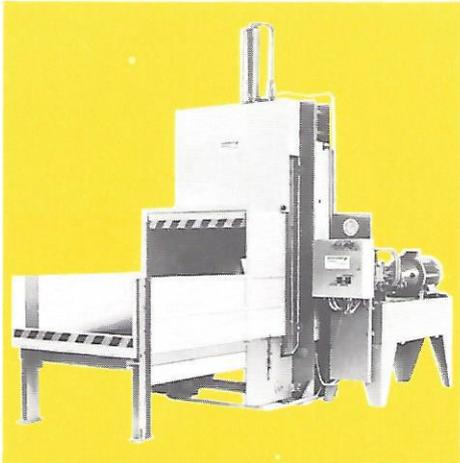
**Bandeinzugs-Rollenbock**  
für Formrohranlage

# Sonder maschinen

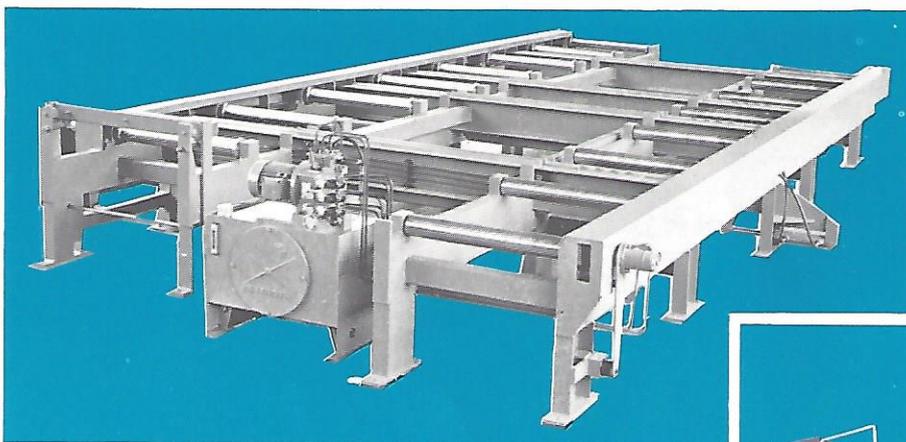


**Elektroheizte Muffenpresse**  
für Kunststoff-Kanalrohre

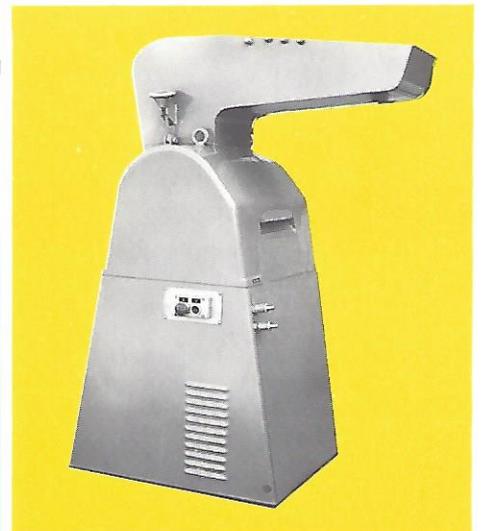
**Hydraulischer Folienballen-Spalter**  
eingesetzt in Rückgewinnungs-  
anlagen der Kunststoffindustrie



**Schneidmühle**  
zur Abfall-Zerkleinerung

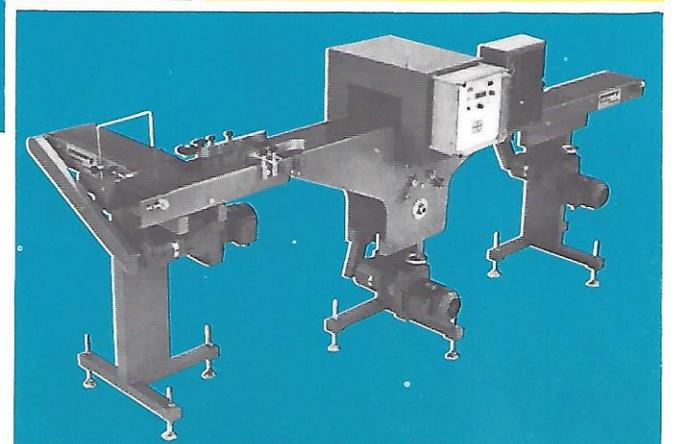


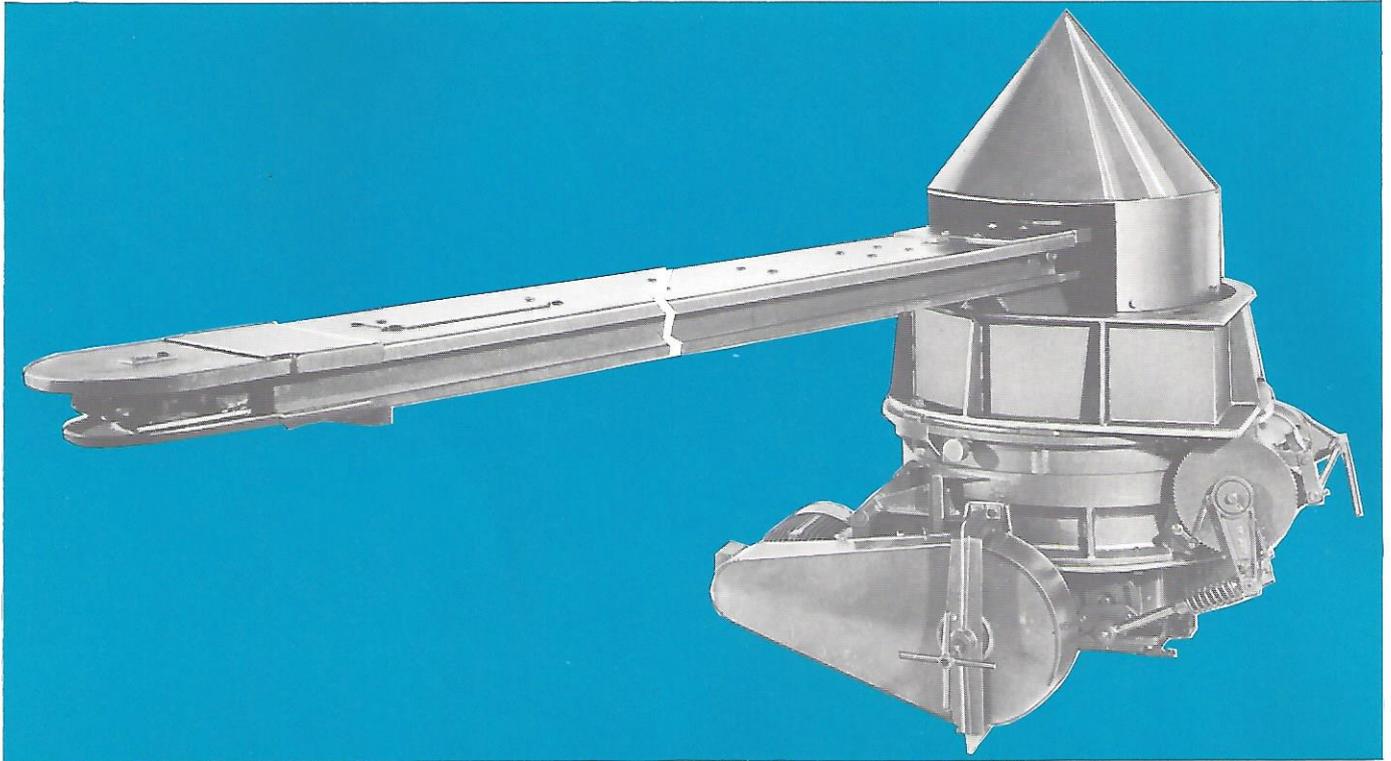
**Zuführ- und Ablaufrollgang**



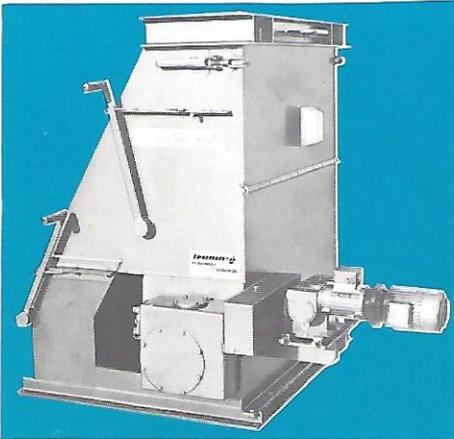
## Fördertechnik

**Paket-Förderanlage**  
mit Metall-Suchgerät für die  
Nahrungsmittel-Industrie

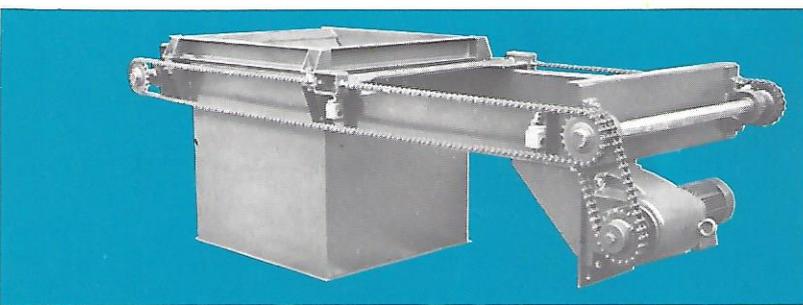




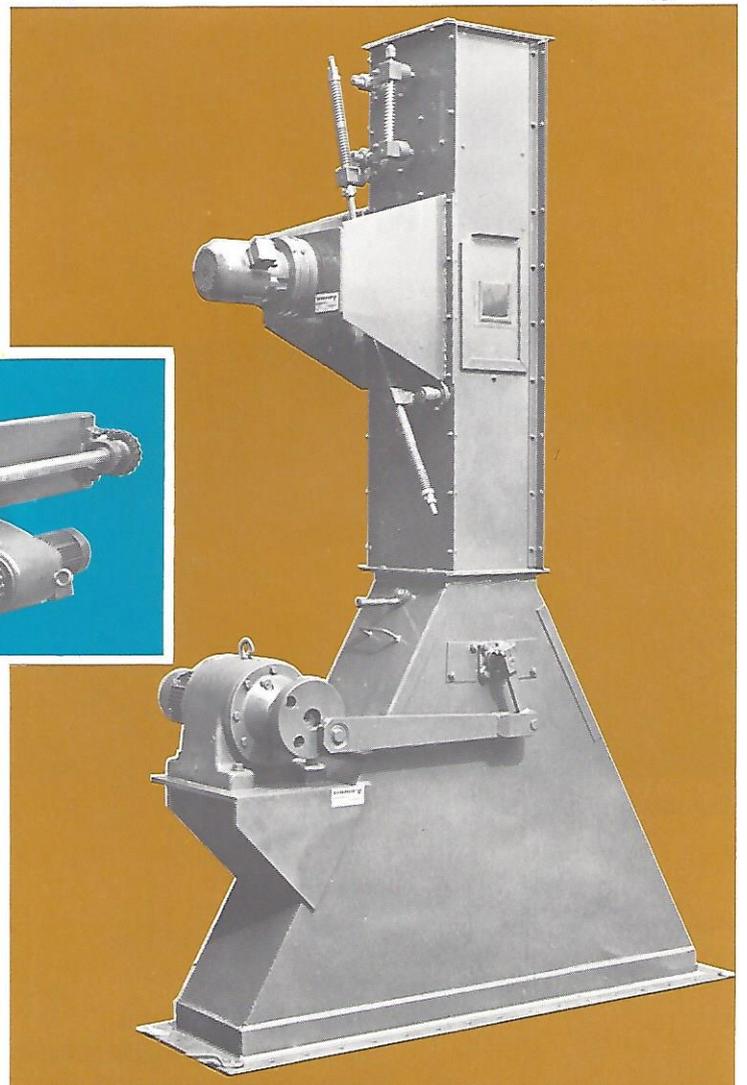
**Silofräse System Arag**  
für die Entnahme von Sägespänen,  
Hackschnitzel, Baumrinde,  
Asbest usw.  
aus Industriesilos bis 6,5 m Ø



**Dosiergerät**  
zur gleichmäßigen Beschickung  
von Feuerungs- oder  
Verarbeitungsanlagen



**Auslaßschieber**  
für die rasche LKW-Beladung  
aus Schüttgut-Silos

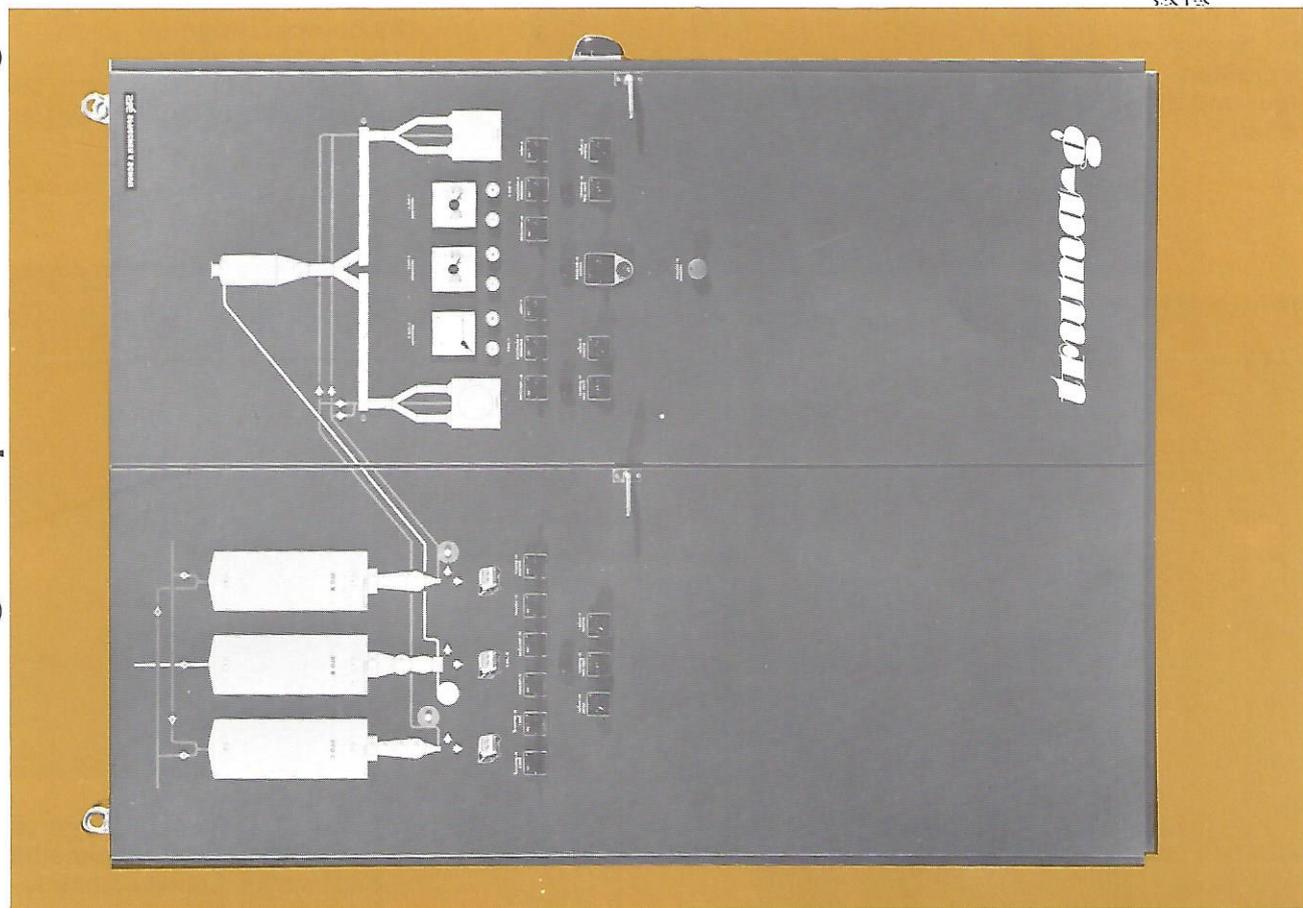
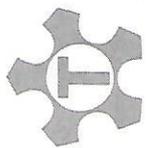


# Förder- Energietechnik



**Kessel-Beschickungsanlage**  
bestehend aus Sicherheitsschacht  
und Pendelverteiler

# Ausführungsbeispiel Siloaustrageeinrichtung mit Feuerungsbeschickung und LKW-Verladung



171

8A13

Trunkenpolz Maschinen Gesellschaft m.b.H. A4950 Altheim  
Mühlheimerstraße 41 \* Telefon: 07723/2393, 2482 u. 2310 \* Telex: 027-771

# POWER-CONTROLL MOTOR-ÜBERWACHUNGSGERÄT

- schützt den Motor
- spart Kraftstoff
- regelt die Laufzeit
- liefert Informationen

## Gehäuse:

Stahlblech Kompaktbauweise —  
Spritzwasserdicht

## Laufzeit- Steuergerät (AWE):

Zur Vorwahl der  
Motorlaufzeit im Bereich  
von 0,1 bis 14 Stunden.

## Starttasten

## Kraftstoffanzeige

## Schlüssel- Hauptschalter

## Temperaturanzeige:

für Kühlwasser oder  
Öltemperatur

## Zentralinstrument

mit

- Betriebsstundenzähler
- Ladekontrollleuchte

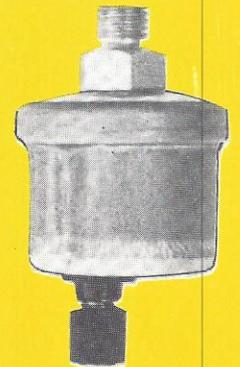
## GRENZWERTKONTROLLE für

- Motortemperatur
- Öldruck
- Kraftstoffmindeststand
- Trockenlaufsicherung für  
Wasserpumpe



Zur Unterbrechung der  
Kraftstoffzufuhr vor der Ein-  
spritzpumpe.

Druck-, Temperatur- und  
Füllstandserfassung



Das Motorüberwachungsgerät POWER-CONTROLL verarbeitet die von den  
Gebern festgelegten Grenzwerte für

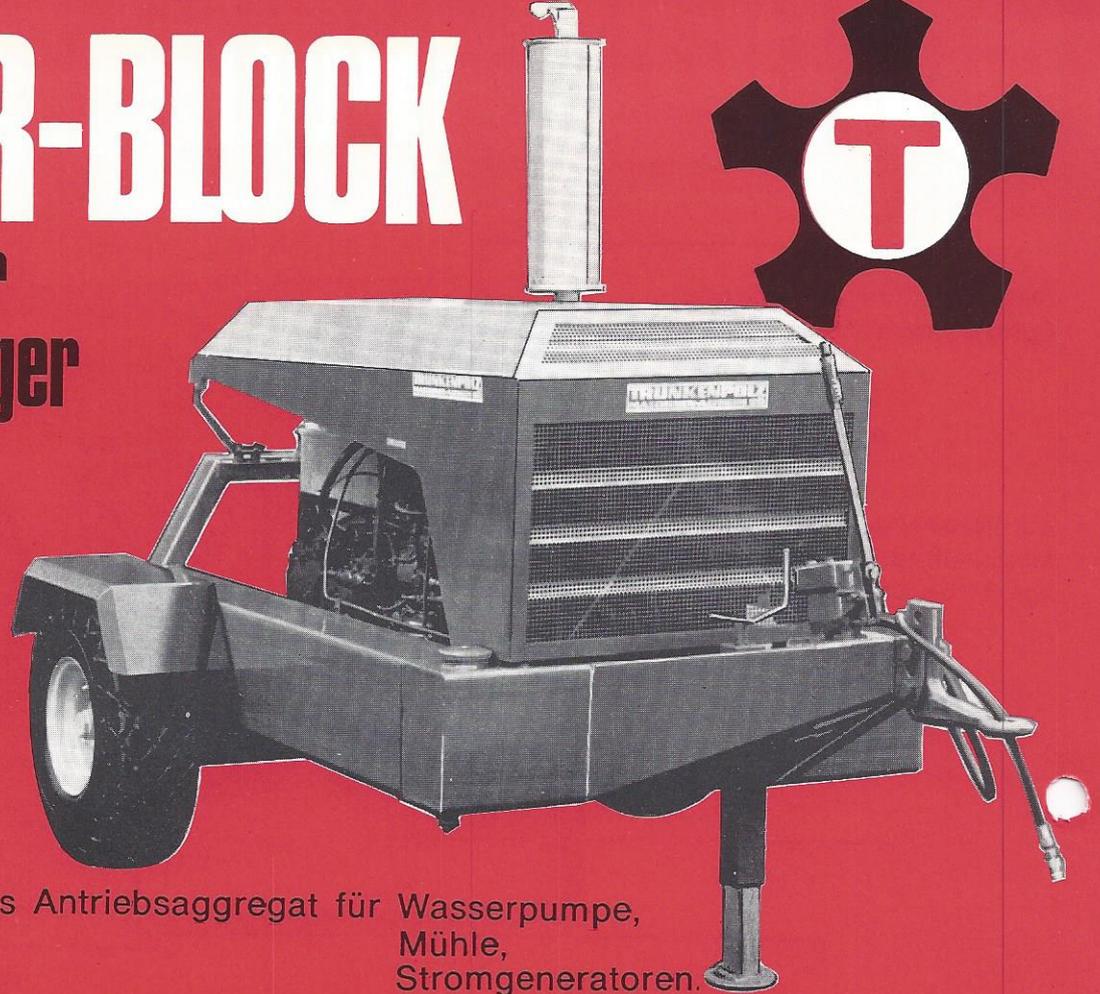
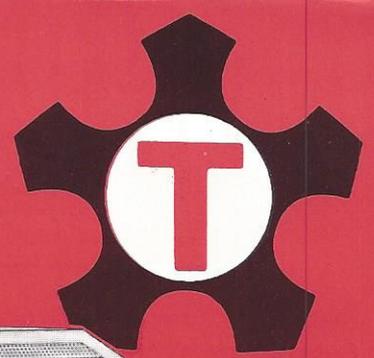
- Kühlwassertemperatur
- Öltemperatur
- Öldruck
- Kraftstoffmindeststand
- Wasserpumpe/Trockenlauf

und sorgt für rechtzeitige Motorstillsetzung, sodaß weder der Motor noch die Wasserpumpe durch kritische  
Betriebsbedingungen Schaden erleiden.

Die Ausführung LS mit eingebautem Laufzeit-Steuergerät (AWE) ermöglicht die Vorwahl einer Laufzeit von  
0,1 bis 14 Stunden. Damit wird gewährleistet, daß nach einer den Bedürfnissen entsprechenden, vorgewähl-  
ten Laufzeit die Bewässerungsanlage selbsttätig stillgesetzt wird.

# POWER-BLOCK

## Einachs-Motor und Geräteträger



Ein modernes fahrbares Antriebsaggregat für Wasserpumpe,  
Mühle,  
Stromgeneratoren.



Der aus großdimensionierten Formrohren gebaute Haupt-  
rahmen dient gleichzeitig als Kraftstofftank mit einem Fas-  
sungsvermögen von 380 l.

Der innerhalb des Hauptrahmens mit einer Vielzahl von Lö-  
chern versehene Montagerahmen ermöglicht einen schnel-  
len und unkomplizierten Einbau unterschiedlicher Motoren.  
Die auf der Rückseite angeordneten Befestigungsflansche  
dienen dem Anbau verschiedener Gerätekonsole, bei-  
spielsweise für die Wasserpumpe oder für die Zusatzaus-  
rüstung (hydr. Hubwerk). Zur Gewährleistung einer ausge-  
wogenen Gewichtsverteilung kann die Achse in einem gro-  
ßen Bereich versetzt werden.

#### Grundausrüstung:

Fahrgestell komplett

#### Zusatzausrüstung:

Motorhaube, Kotflügel, hydr. Hubwerk, Handpumpe zu hydr.  
Hubwerk, Anschlußschlauch mit Schnellkuppler (d. Anschluß  
zum hydr. Hubwerk der Traktorhydraulik), Bremsenrichtung.  
Die Zusatzausrüstung (hydr. Hubwerk) ermöglicht einen  
schnellen An- und Abbau einer Mühle bei gleichzeitiger Ge-  
währleistung der für den Transport erforderlichen Boden-  
freiheit.

#### Technische Daten:

l = 3550 mm, b = 1800 mm, h = ohne Auspuff 1450 mm,  
mit Auspuff 2100 mm



# TRUNKENPOLZ MASCHINEN

A-4950 Altheim OÖ.

Postfach 10 Mühlheimerstr. 41  
Tel. (07723) 2393 Telex 027 771



Gesellschaft m.b.H

# ALTHEIM OÖ

# Brenngas aus pflanzlichen Stoffen

## Gesichtspunkte und Entwicklungsstand der Biomassen-Vergasung

F.W. Guttman, Bergisch Gladbach

Der Aufsatz geht kurz auf die Möglichkeiten der thermischen Nutzung von Abfallstoffen ein, um sich dann eingehender mit der Vergasung von Biomasse zu beschäftigen. Nach einer Betrachtung, welche Art von Biomasse für die Vergasung in Frage kommt und wie dieses Einsatzgut zweckmäßig aufzubereiten ist, stellt der Verfasser die praktisch vorkommenden Varianten des Vergasungsvorgangs vor und die heute in Europa auf dem Markt befindlichen Gaserzeugungssysteme. Es handelt sich jedoch nicht um eine vollständige Aufzählung. Diese Gaserzeugersysteme werden — soweit möglich — hinsichtlich Verfahren, Gaserzeuger, Betriebsangaben, Abwärmennutzung, Bauteile der Vergasungsanlage und Baugrößen miteinander verglichen.

### Einleitung

Die langfristig bevorstehende Verknappung fossiler Brennstoffe läßt der energetischen Nutzung pflanzlicher Massen, die vielerorts reichlich und billig verfügbar sind, erhöhte Aufmerksamkeit zukommen. Dabei kann man heute fast nur noch an die thermische Nutzung von Abfallstoffen denken und muß sich gelegentlich auch die Frage stellen, ob eine sinnvollere Verwendung als die thermische Nutzung (z.B. Spanplatten aus Hobel- und Sägespänen) möglich ist. Dennoch präsentiert sich eine stattliche Liste von Restmaterialien für die Energieerzeugung. Feuchte Abfälle wie von frischen Pflanzen oder aus der Viehhaltung lassen sich durch anaerobe Faulung zu Brenngas (Biogas) umsetzen. Feuchtig-

keitsärmere Stoffe können — je nach ihren Charakteristiken in unterschiedlichen Apparaturen — direkt Wärme oder aber zunächst höherwertigen Brennstoff ergeben.

Verbrennung, einfacher für stückige, aufwendiger für feinteilige Materialien, dient in größerem Maßstab fast nur der Dampferzeugung — zur Raum- oder Gerätebeheizung, auch zur Erzeugung elektrischer Energie. Erschwerend ist hierbei die Genehmigungs- und Überwachungspflicht der Dampfanlagen, und nachteilig der mäßige Wirkungsgrad des Gesamtprozesses.

Für manche Abfallstoffe, vorzugsweise Müll, aber auch holzartige Massen, erscheint Pyrolyse (Entgasung, Schwelung) ein brauchbares Verfahren. Sie kann (fein-

## Brenngas aus pflanzlichen Stoffen

### 4) KHD-Humboldt-Wedag AG (Klöckner-Humboldt-Deutz AG), Köln [17 bis 20]

**Verfahren und Gaserzeuger:** Grundlage ist der seit langem bekannte Deutz-Gasgenerator. Doppelfeuer-Festbettvergasung: Hauptreaktion absteigend, Sekundärreaktion über dem Aschenrost, aufsteigend, im Restbrennstoff der Hauptreaktion; dadurch sichere Crackung, der Kohlenwasserstoffe, gute Brennstoffumsetzung, sehr gleichmäßiger Vergasungsbetrieb. Vergasungsluft durch Gaserzeugerunterdruck angesaugt. Reaktorraum negativ konisch, unterhalb der Oxidationszone als Doppelkonus sich einschnürend und erweiternd. Gasabzug im Ringraum zwischen diesem Konus und dem Außenmantel. Gaserzeuger feuerfest ausgekleidet, keine Gas-Kurzschlüsse oder Korrosionen möglich. Luft für Hauptreaktion tritt durch auswechselbare Düsen am Reaktorumfang und regelbar durch Mittelluftrohr ein, Sekundärluft strömt differenzdruckgeregelt unter und durch Aschenrost, dieser und der Aschenausstrag sind differenzdruckgesteuert und motorisch betrieben.

**Betriebsangaben:** Dauerbetrieb erprobt auch unter erschwerten und wechselnden Bedingungen und verschiedensten Brennstoffen wie Stückholz und Hackschnitzel von Weich- und Hart-, Laub- und Nadelholz, Rinde, Briketts von Holz-Feingut, von Stroh und Papier, auch mit losem Feingut. Brennstoff-Stückgrößen 5 bis 10 bis ca.  $300 \times 200 \times 100$  mm bzw. max. Kantenlänge  $\frac{1}{3}$  des Schachtdurchmessers. Gemisch von grobem und feinem Gut günstig. Feuchte bis 20%. Lastbereich 30 bis 110% der Nennlast. Gasheizwert bis  $5500 \text{ kJ/m}^3$ . Reststaubgehalt des Gases nach Reinigung 5 bis  $6 \text{ mg/m}^3$  Gas, Partikelgröße  $\leq 0,2 \mu\text{m}$ , chemische Zusammensetzung ca. 90% C, ca. 1%  $\text{SiO}_2$ , d.h. ohne Verschleißeinwirkung auf den Motor. Eigenenergiebedarf  $\leq 5\%$  der erzeugten el. Energie.

**Abwärmennutzung:** Fühlbare Brenngaswärme zur Luftvorwärmung (Brennstofftrocknung) oder für externe Zwecke vorgesehen. Einsatz des Aggregates als Blockheizkraftwerk. Auch bei luftgekühlten Deutz-Motoren ist die Wärme der Motorabkühlung leicht nutzbar.

**Bauteile der Gasanlage:** Zerkleinerer mit Vorratstrichter und Selbstbeschickung, Skip, Absperrklappe unter Fülltrichter gemeinsam verbrauchsgesteuert. Aschenausstrag staubdicht in Transportgefäße. Einspritzgaskühler, Entstaubung durch Schlagwäscher, Tropfenabscheider. Ablaufwasser aus Gaskühlung und -entstau-

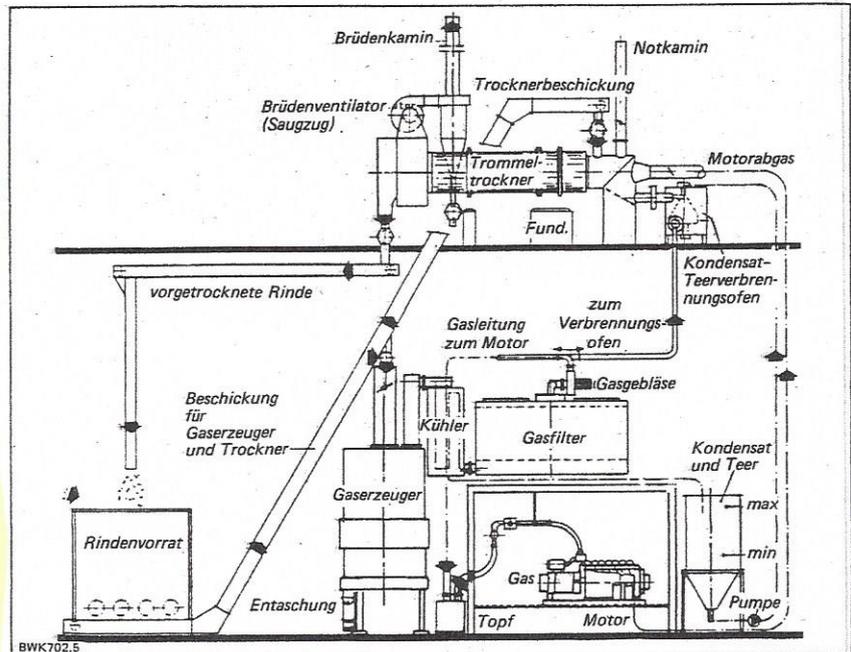


Bild 5: Rindenvergasung mit Rindentrocknung und autothermer Kondensatverbrennung von Schmaus

bung durch Papierbandfilter gereinigt, rückgekühlt im Umlauf. Filterpapier geht in das Beschickungsgut. Keine Umweltbelastung.

**Baugrößen, Vor- und Fertigmontage:**

|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| DU 506            | DU 509  | DU 514  |
| 100/118           | 200/236 | 368/442 |
| kW el. (50/60 Hz) |         |         |

Kompletter Gaserzeuger betriebsfertig installiert auf Rahmen oder in 20' ISO-Container, nur Gaserzeuger-Oberteil, Skip und Aschenförderer bei Aufstellung anzusetzen. Gasmotor-E-Generator und Schaltanlage ebenso installiert, Bild 4.

**Referenzen:** Werkseigene 100 kW-Anlage, weiterhin Anlage DU 509, 200 kW el. in die USA geliefert. Inlandsauftrag auf Anlage DU 154, 400 kW el. erhalten.

### 5) Ingenieurbüro Schmaus, Daun/Kooperation MAN-Schmaus [21 bis 24]

**Verfahren und Gaserzeuger:** Ähnlich dem früheren WEDA-(Damann-)Gasgenerator. Aufsteigende Vergasung in feuerfest ausgekleidetem Schacht, Bild 5. Luftzufuhr erfolgt unter Druck mittels Gebläse in Generator-Unterteil, daher ca. 1 mbar Gas-Überdruck. Luft wird am Generatormantel vorgewärmt. Aschenausstrag einmal je Tag bis Woche, ohne Stillstand der Anlage.

**Betriebsangaben:** Einsatzgut ist vorwiegend feinteilig, Grobanteil beträgt  $\leq 30\%$ ,

Stückgröße max. 30 mm, Einsatzgut mit Feuchte von 100 und 150% (von atro) noch einsetzbar, jedoch wenn Feuchte  $> 67\%$ , dann besser gut vortrocknen. Das Gas führt alle Trocknungs- und Schwelprodukte mit, kühlt sich dabei je nach Feuchte auf 300 bis  $80^\circ\text{C}$  ab. Vergasungswirkungsgrad beträgt 52 bis 74%, der Gesamtwirkungsgrad el.  $\leq 20\%$ , der Gasheizwert 4400 bis  $5400 \text{ kJ/m}^3$ ; er ist höher bei trocknerem Material, Verfahren jedoch stabiler bei feuchterem. In Gaskühlung und -reinigung fallen an:

| $\text{H}_2\text{O}$ im Brennstoff | Kondensat/kg Brennstoff |
|------------------------------------|-------------------------|
| 15%                                | 0,39 kg                 |
| 32%                                | 0,50 kg                 |
| 53%                                | 0,62 kg                 |

Gasfilterfüllung (Brennstoff-Feingut) ist nach Sättigung mit Brennstoff zu vergasen, Neufüllung mit frischem Feingut.

**Abwärmennutzung:** Keine fühlbare Wärme des Gases verfügbar. Gesonderte Verbrennung des aus Kühler und Filter abgezogenen Kondensates dient der Brennstofftrocknung. Motorabwärme in BHKW-System nutzbar.

**Bauteile der Gasanlage:** Silo für Späne, Vorratstrichter für Rinde, mechanische Austräge, Kratzförderer. Trommel-trockner beheizt durch Kondensatverbrennung und Motorabgas. Stetigförderer beschickt

des Wasseranteils verzehrt werden. Dies verringert Reaktionstemperatur und -strecke und damit auch den Abbau der Kohlenwasserstoffverbindungen. Es bleiben also Teer und Phenole im Gas. Je nach Stückgrößen des Einsatzgutes und den örtlichen Voraussetzungen stehen für das Trocknen zur Wahl:

- *Trocknen an der Luft*: Man benötigt viel Grundfläche unter leichter Überdachung; geringe Anlagenkosten. Anwendbar für stückiges Material.

- *Stationäres Trocknen* mittels (Motor-) Abgas in zyklisch beschickten und entleerten Boxen unter Überdachung. Geringerer Flächenbedarf, mäßige Anlagenkosten, Verbrauch (eines Teils) der Abwärme. Anwendbar für stückiges Material.

- *Kontinuierliches Trocknen* in rotierender Trommel mittels Abgas oder Zusatzbeheizung. Geringer Raumbedarf, erheblicher apparativer Aufwand, höhere Anlagenkosten, Verbrauch an Abwärme oder Brennstoff, auch Elektrische Energie. Anwendbar für stückiges und auch feinteiliges Material.

- *Kontinuierliche Flugtrocknung* mittels Abgas oder Zusatzbeheizung, für Feingut geeignet. Übrige Gesichtspunkte wie bei der Trommeltrocknung.

**Stückgröße:** Im Festbettgaserzeuger müssen Luft bzw. Gas die Brennstoffpartikel umspülen können, das Material soll stückig sein. Im Fließbettgaserzeuger muß der Luft- bzw. Gasstrom die Partikel im vorwiegend in der Schwebe halten, das Material muß feinteilig sein. Eine vorherige Zerkleinerung des Grobputs wird fast immer nötig sein. Dafür stehen Pendelsägen, rotierende Trommel- und Scheibenhacker, auch Hammermühlen zur Wahl. Die Zerkleinerer sollten das Rohmaterial selbst einziehen, auch Sperriges annehmen, schließlich mit geringem Kraftbedarf arbeiten und mäßigen Verschleiß haben. Dies erfüllt z.B. ein Gerätetyp mit eigenem Vorratstrichter, einem darin umlaufenden Zuführ- und Vorbrecharm und einem darunter langsam laufenden Messerwerk.

So gut man Grobput zerkleinern kann, kann man heute auch Feingut kompaktieren. Die jahrzentelange bestehende Schwierigkeit, Biomassenbriketts zu erzeugen, die noch in der Glut standfest sind, darf als überwunden gelten. So läßt sich mit der einen oder anderen Aufbereitung jedes Vergasersystem versorgen. Zur Zeit erbringen Stoßkolbenpressen offenbar die am besten vergasbaren Briketts. Die beim Pressen entstehende Reibungshitze läßt sich inzwischen so steuern, daß die Mantelschicht des Brikettstranges anschwellt und sich damit

zusätzlich verfestigt. Das Brikettiergut soll feinteilig sein und nicht mehr als ca. 18% Feuchte haben. Neuartige Doppelschneckenstrangpressen dagegen brauchen mehr Gutfeuchte, erübrigen das Vortrocknen und liefern einen sehr festen Brikettstrang. Alle überschüssige Feuchtigkeit entweicht beim Pressen teils flüssig, teils als Brüden. Der Energiebedarf liegt entsprechend höher.

### Drei praktische Varianten des Vergasungsvorgangs

Das thermochemische Geschehen der Vergasung darf als bekannt gelten, daher hier nur eine kurze Erwähnung: Die pflanzliche Masse besteht aus einer Reihe von Kohlenstoff-Wasserstoff-Sauerstoff-Verbindungen. Bei bemessener Sauerstoff-(Luft-)Zufuhr unter hinreichender Temperatur des Brennstoffs zerlegen sich diese Verbindungen und oxidieren begrenzt. Entstandenes Kohlendioxid reduziert sich in hoher Temperatur am glühenden Kohlenstoff zu Kohlenmonoxid, ebenso zerlegt sich Wasserdampf. Freiwerdender Sauerstoff bindet sich an Kohlenstoff. Die zum Teil endothermen Vorgänge wiederholen sich bis zum Aufbrauch des freien Sauerstoffs und zur Unterschreitung der Reaktionstemperaturen.

Praktisch unterscheidet man Vergasung

„ab-“ oder „aufsteigend“ im „Festbett“ oder bei bewegtem Gut (Fließbett oder Wirbelschicht). Im „Festbett“ gleitet der sonst unbewegte Brennstoff, dem Vergasungsverzehr folgend, abwärts nach. „Absteigend“ bedeutet Abwärts-Gleichstrom von Gas und Brennstoff. Durch Wärmeübertragung von der tiefer liegenden Verbrennungszone her trocknet und verschwelt das frische Gut. Der nun heiße Brennstoff wie auch das Schwelgas unterliegen der Spaltung, Oxidation und Reduktion, hauptsächlich beginnend unterhalb der Entgasungszone bei Luftzufuhr und darunter in der Reduktionszone. Unter hinreichenden Temperaturen des Glutbetts spalten sich die Kohlenwasserstoffverbindungen des strömenden Mediums, so daß das Gas frei von Teerölen und Phenolen ist. Das Gas wird bei etwa 500 bis 600 °C aus dem Gaserzeuger abgezogen.

Bei der „aufsteigenden Festbettvergasung“ strömt Luft von unten durch die Aschenschicht nach oben und beginnt darüber die Oxidation des von oben nachströmenden, bereits heißen Brennstoffs. Die Reduktionszone liegt jetzt noch darüber, und weiter oberhalb finden Vorwärmung des entgasten Materials, Entgasung, erste Vorwärmung, Trocknung statt. Das hier nach oben durchströmende Gas führt alle Entgasungs- und Trocknungsprodukte

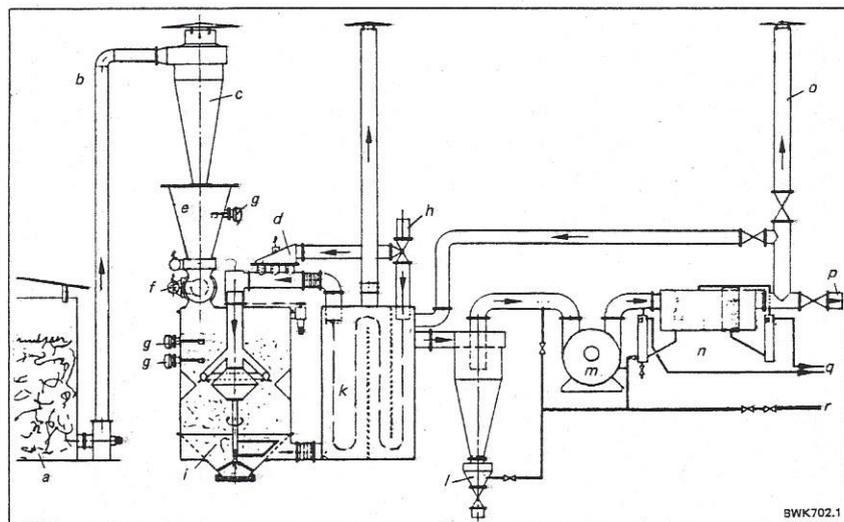


Bild 1: Biomassen-Vergasungsanlage der Energy Equipment Engineering

- |                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| a Brennstoffvorrat          | k Wärmetauscher                       |
| b Pneumatische Förderer     | l Staubabscheider                     |
| c Zyklon                    | m Wasserringverdichter                |
| d Anfahr-Erhitzer           | n Wasserabscheider und Feinabscheider |
| e Vorratstrichter           | o Anfahrkamin                         |
| f Dosierventil und Schleuse | p Gasleitung zum Motor                |
| g Füllstandsgeber           | q Abwasser zum Kanal                  |
| h Lufteinlaß mit Filter     | r Frischwasserzufuhr                  |
| i Gaserzeuger               |                                       |



Gaserzeuger, Zyklonentstaubung, Wasserrohrkühler, Gasfilter.

**Baugrößen, Vor- und Fertigmontage:** Planung in Einheiten für 125 kW elektrischer 15 kW Wärmeleistung. Anlieferung, soweit bekannt, in Einzelaggregaten zur Montage an der Verwendungsstelle.

**Referenzen:** Betriebsanlage im Sägewerk in Morbach, Versuchsanlage in Erching bei Freising (Bayerische Landesanstalt für Landtechnik mit MAN-Neue Technologie, München).

#### 6) TAG, Trocknungs-Anlagen-Gesellschaft mbH, Berlin, Braunschweig [3; 4]

**Verfahren und Gaserzeuger:** Verfahren ist eine TAG-Weiterentwicklung des ERCO-Verfahrens aus den USA.

**Betriebsangaben:** Einsatzgut ist staubförmig bis zu 50 mm großen Würfeln. Feuchtegehalt des Gutes vor Reaktor darf max. 20% betragen, jedoch bis 60% in Verbund mit Vortrocknung. Thermischer Anlagen-Wirkungsgrad 85%. Regelbereich 1:4.

**Abwärmenutzung:** Bei Verfeuerung des Brenngases geht die fühlbare Gaswärme dort mit ein. Bei Motorbetrieb kann die fühlbare Gaswärme im Zuge der Gaskühlung genutzt werden.

**Bauteile der Gasanlage:** Zerkleinerer, Trockner (ggf. mit Motorabgas beheizt), Wirbelschicht-Reaktor mit angebautem Heißzyklon zur Asche- bzw. Holzkohleabscheidung, danach je nach Aufgabenstellung Gaskühlung (bei Motorbetrieb) oder Ölwäscher und -abscheider (bei Pyrolyse).

**Baugrößen, Vor- und Fertigmontage:** Thermische Leistung (je Reaktor) 300 bis ca. 35000 kW  $\approx$  1,1 bis ca. 126 GJ/h. Anlieferung in Einzelaggregaten wegen deren Abmessungen notwendig insbes. bei höheren Anlagenleistungen; Montage auf der Verwendungsstelle.

**Referenzen, Entwicklungen:** 1 Anlage in Europa, 3 auf dem amerikanischen Kontinent gebaut, 3 Aufträge auf Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland erteilt und z.T. im Bau. TAG bearbeitet auch Festbett- und „Kombi“-Vergaser.

#### 7) Viessmann-Werke KG, Allendorf [25 bis 27]

**Verfahren und Gaserzeuger:** Gerät ist neue Eigenentwicklung. Absteigende Festbettvergasung. Gaserzeuger ist bemerkenswert einfach, Oberteil ein „Brennstoffmagazin“ von quadratischem Querschnitt,

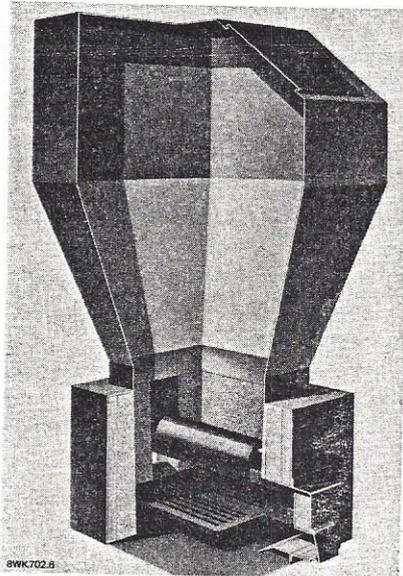


Bild 6: Holzhackschnitzel – Heizgaserzeuger der Viessmann-Werke KG

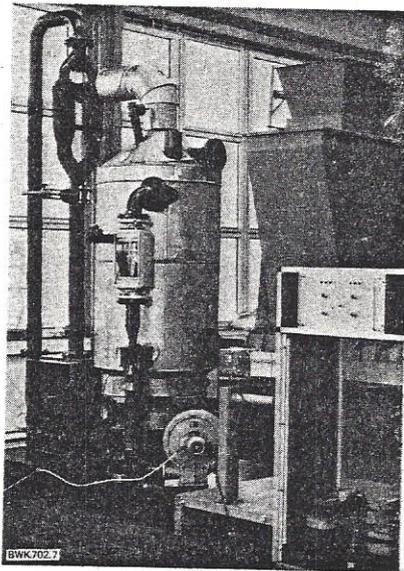


Bild 7: Wirbelschichtvergaser mit mechanischer Eintragung und Beschickung der Fritz Werner Industrieausrüstungen GmbH

nach unten verjüngt, Bild 6. Dichtschließende Einfüllöffnung für Handbeschickung. Das Unterteil ist der eigentliche Gaserzeuger, ebenfalls im Grundriß quadratisch, Blechgehäuse, feuerfest ausgekleidet. Reaktionsraum ist unten durch Aschenrost abgeschlossen, darunter Aschenraum mit Tür. Reaktionsraum enthält ein unten und an einer Stirnseite offenes „Vergasungsprisma“, das ähnlich der „Einschnürung“ anderer Gaserzeuger dem Volumen-

schwund der Füllung bei fortschreitender Vergasung Rechnung trägt, überdies das erzeugte Gas sammelt und dem angeschlossenen Heißwasserkessel zuführt. Nur diese Verwendung des Gases ist vorgesehen.

**Betriebsangaben:** Einsatzgut besteht aus Weichholzhackschnitzel von 5 bis 10 mm Länge, bis 35% Feuchte. Unter Anbau eines Rüttlers am „Magazin“ ist auch die Zugabe von kurzem Reisig und Feingut möglich.

**Baugrößen, Vor- und Fertigmontage:**

|               |    |     |     |                        |
|---------------|----|-----|-----|------------------------|
| Einheiten für | 27 | 40  | 58  | 90 kW (therm.)         |
| bzw. ca.      | 1  | 1,4 | 2,1 | $3,2 \times 10^5$ kJ/h |

Gaserzeuger und Kessel werden, in sich fertig, zum Zusammenbau angeliefert.

#### 8) Fritz Werner Industrieausrüstungen GmbH, Geisenheim [28; 29]

**Verfahren und Gaserzeuger:** Verfügbar ist zur Zeit ein Festbettgaserzeuger für absteigende Vergasung, der seit langem eingeführte Imbert-Gasgenerator. Unabhängig davon steht ein „Wirbelschicht“-Gaserzeuger vor der Einführung, ein zylindrisches Gefäß mit Fluidisierboden für Gebläse-Luftzufuhr von unten, Bild 7. Beschickung (mit Förderschnecke) geschieht durch ein zentrales Rohr von oben. Das Gut breitet sich über dem Fluidisierboden aus und reagiert in der Luft- bzw. Gasströmung schwebend. Das erzeugte Brenngas strömt ohne Berührung mit dem frischen Vergasungsgut nach oben ab und nimmt dabei feinteilige Asche mit.

**Betriebsangaben für „Wirbelschicht“-Gaserzeuger:** Als Brennstoff kommen fast alle Biomassen wie Holz- und Jahrespflanzen-Abfälle in Frage; Partikelgröße  $\leq 15$  mm; Feuchte  $\leq 20\%$  (atro); Gasabzug bei ca. 850 °C.

**Wirkungsgrade und Verluste:**

|  |         |
|--|---------|
| Gebundene Wärme des Brennstoffs                            | 100%    |
| Gebundene Wärme des Gases                                  | ca. 80% |
| Fühlbare Wärme von Luft im Wärmetausch mit heißem Brenngas | ca. 11% |
| Wärmeverluste der Gasanlage                                | ca. 9%  |
| Gasmotor, nutzbare Wellenleistung                          | ca. 29% |
| Motor-Abwärmern:   |         |
| Ölkühlung  | ca. 10% |
| Motorkühlung   | ca. 16% |
| Abgas  | ca. 25% |
| Nutzbare el. Leistung                                      | ca. 24% |
| Eigenverbrauch (der Nebenaggregate)                        | ca. 3%  |
| Stromerzeuger-Verlust                                      | ca. 2%  |

**Abwärmenutzung:** Fühlbare Wärme des Brenngases über Luftvorwärmung wird zum Brennstofftrocknen genutzt, Motorabwärme ist extern nutzbar.

Externe Nutzung der Motorabwärme möglich.

**Bauteile der Anlage:** Pneumatischer Förderer transportiert Brennstoff von Brennstofflager in Vorratstrichter über Gaserzeuger, füllstandsgesteuert. Dosierventil und gasdichte Schleuse, Füllstandsregler, Gaserzeuger, Anfahr-Lufterhitzer, Gas/Luft-Wärmetauscher, Zyklonabscheider für Asche und Feinkohle, Wasserring-Gassauger und -verdichter, Wasserabscheider (Wasserüberschuß läuft in Kanalisation).

**Baugrößen, Vor- und Fertigmontage:** Bisher eine Baugröße; 300 kg Brst/h. Gaserzeugergruppe als Kompakteinheit auf Rahmen 4,5 x 2 m, Rahmen 1,5 m über Flur für Aschenabzug. Bauhöhe oberhalb Rahmen: 3 m, Vorratstrichter über dem Gaserzeuger. Gesamtgewicht: 3 t. Anlagen für 10 bis 5000 kg Brennstoff/h in Vorbereitung.

### 3) Imbert Energietechnik GmbH & Co KG, Weilerswist [13 bis 16]

**Verfahren und Gaserzeuger:** Absteigende Festbettvergasung im seit langem eingeführten Imbert-Gasgenerator, Bild 2. Vergasungsluft wird durch Gaserzeuger-Unterdruck angesaugt. Im Bereich der Oxidationszone ist Schacht als Doppelkonus (sich verengend und wieder erweiternd) ausgeführt. Durch Ringleitung im Heißgasstrom tritt die Luft hier durch Öffnungen/Düsen in den Reaktionsraum. Das heiße Gas durchströmt den Ringraum zwischen Außenmantel und darin eingesetztem Reaktorschacht, Gasabzug an dessen Oberkante. Schacht und Konen aus metallischen Baustoffen.

**Betriebsangaben:** Vergasungsgut: Stückholz, Kantenlänge ca. 15 x 30 bis  $\leq 150$  mm (bei Anlagen für 150 bis 400 kW), Feuchte max. 25%, geringer Feingutanteil möglich. Briketts von Feingut bisher als unsicher vergasbar beurteilt. Vergasungsluft i.M.  $0,65 \text{ m}^3/\text{m}^3$  erzeugtes Gas. Gaserzeugung  $2,2 \text{ m}^3/\text{kg}$  Brennstoff, bei steigender Feuchte abnehmend. Gaskühlung beim Umströmen des Reaktors von 600 bis 700 auf 300 bis 400 °C. Gaserzeuger-Lastbereich 1:4.

**Abwärmennutzung** beim Brenngas, soweit bekannt, nur im Ringraum des Gaserzeugers zwischen Außenmantel und Schacht. Motorabwärme kann ggf. für Heizzwecke u.Ä. (Blockheizkraftwerk-Betrieb) eingesetzt werden.

**Bauteile der Gasanlage:** Tagesbunker faßt ca.  $8 \text{ m}^3$ , Rohrförderschnecke, ggf. abgasbeheizt, füllstandsgesteuert; Absperrschieber; Gaserzeuger; Aschenrost mecha-



Bild 3: Komplett Holzvergasungsanlage für einen Holzdurchsatz von 600 kg (Holz, lufttrocken)/Stunde

nisch bewegt, differenzdruckgesteuert; Gasreinigung und -vorkühlung auf 300 bis 200 °C im Zyklon, Schlußkühlung in Wärmetauscher oder Scrubber, ggf. Elektrofilter. Aschenaustrag, Zyklonablauf und Kühlerablauf geht in gemeinsame Wanne. Frischwasserbetrieb mit Wasserabstoß, auch Wasserumlauf möglich.

**Baugrößen, Vor- und Fertigmontage:** Gaserzeugereinheiten für 60 bis 200 kVA, auch bis 650 kVA elektrische Leistung. Bauteile der Gasanlage sind in Normcontainern verladbar, Bild 3.

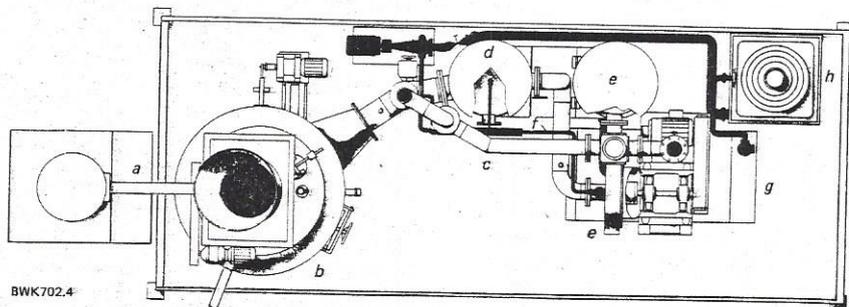
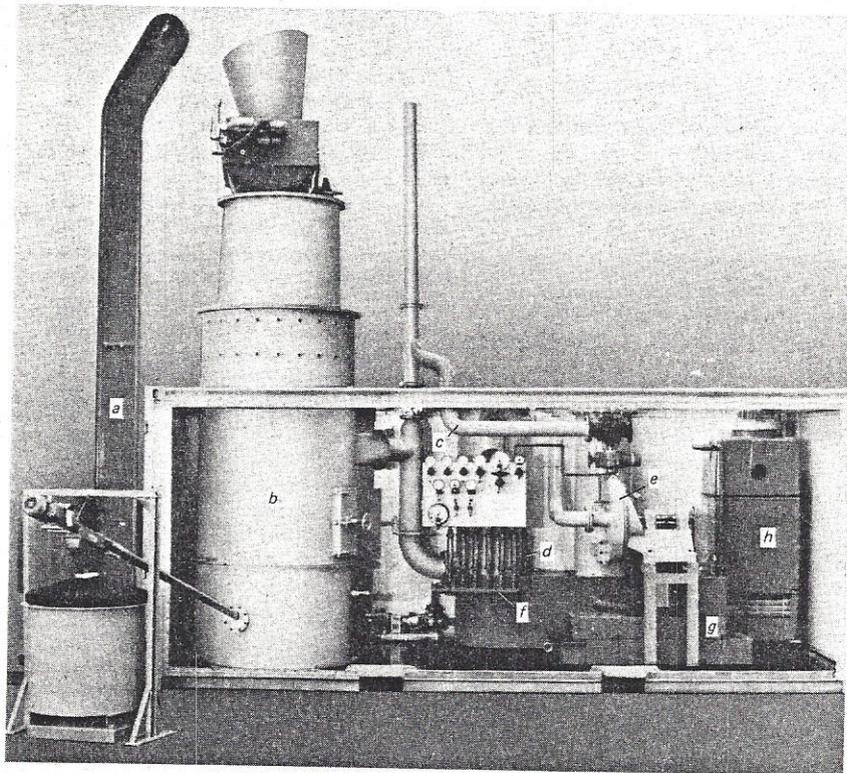


Bild 4: Biomassen-Gasanlage für 200 kW (elektrische) von KHD-Humboldt-Wedag

- |   |             |   |                         |
|---|-------------|---|-------------------------|
| a | Beschickung | e | Gaswäsche und -trockner |
| b | Gaserzeuger | f | Wasserkreislauf         |
| c | Gasleitung  | g | Wasserreiniger          |
| d | Gaskühler   | h | Wasser-Rückkühler       |

## Brenngas aus pflanzlichen Stoffen

**Bauteile der „Wirbelschicht“-Gasanlage:** Zerkleinerer, Förderer, Zwischenbunker mit mechanischem Austrag, Förderer, Trommelrockner mit Zyklon-Abgasentstauber, Förderer, Zwischenbunker mit mechanischem Austrag, Förderer, Gaserzeuger, Zyklon-Gasreiniger, Brenngas/Luft-Wärmetauscher, Luftgebläse, Brenngas-Feinfilter, Gassauger, Pufferbehälter, (Motor).

### Baugrößen, Vor- u. Fertigmontage:

1) Festbett-Gaserzeuger (mit Gasmotor und E.-Generator)

| Elektrische Leistung (kW) | 8,8 | 20  | 28  | 40  | 48  | 68  | 90  | 125 | 184 | 240 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Bauhöhe (m)               | 1,2 | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,0 |
| Gewicht (t)               | 0,8 | 1,2 | 1,7 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 4,7 | 5,1 | 7,0 | 7,8 |

Kleinere Einheiten werden betriebsfertig montiert angeliefert.

2) „Wirbelschicht“-Gaserzeuger: Noch keine Angaben über Leistungen und Maße erhältlich.

**Referenzen, Entwicklungsstand:** Bisher (Okt. 82) 5 Festbett-Gaserzeuger mit Gasmotoren und Elektro-Generatoren geliefert. „Wirbelschicht“-Gaserzeuger ist 1983 verfügbar.

### Denkbare Entwicklungsschritte

Die heute verfügbaren Systeme zur thermischen Verwertung von Biomassen dienen überwiegend der Umsetzung in elektrische Energie, weil diese am vielseitigsten anwendbar, leicht fortzuleiten und zu verteilen ist und am meisten verlangt wird. Das Entwicklungsbemühen richtet sich auf Verwendbarkeit unterschiedlicher Biomassen, auf Mechanisierung und Automation des Gesamtablaufs, auf Dauerbetriebsfähigkeit und auf Reinhaltung der Umwelt. Im Vergleich jedoch zu der gewaltigen Menge an pflanzlichen Abfallstoffen und dem Bedarf an einer Vielzahl kleinerer Kraftstationen in der Welt stehen alle Systeme der Biogaserzeugung erst an der Schwelle zum Markt.

Dennoch zeigen sich die verfügbaren Systeme zugleich als Anstoß zu weiteren Entwicklungen, die mancherorts bereits begonnen haben.

Das Gas aus der heutigen Biomassenvergasung hat nur geringe Energiedichte. Um die Motoren besser auszulasten bzw. gleiche Leistung mit kleinerem Motor zu erreichen, geht man bereits vom noch üblichen „Saugbetrieb“ des Gasmotors zu einem zwischengeschalteten Gassauger und Verdichter über.

Man mag überlegen, den mit der Vergasungsluft eingebrachten Stickstoff als Ballast zu vermeiden und durch Vergasung mit Sauerstoff allein den Gasheizwert etwa zu verdoppeln. Aber abgesehen von Entwicklungsaufgaben, die sich dadurch am Gaserzeuger ergeben, wird die zugehörige Luftzerlegungsanlage den bisher bescheidenen Rahmen an Technik und Kosten der Biomassen-Gasanlagen unvertretbar überschreiten.

Viel leichter gangbar erscheint die Entwicklung der Vergasung unter erhöhtem Druck, besonders zusammen mit einer Gasturbine, deren Turboverdichter genug Luft bei hinreichendem Druck für die Vergasung liefern kann. Natürlich bestehen hier einige noch zu lösende Aufgaben: Die Druckvergasung liefert Gas anderer Zusammensetzung; die „Geometrie“ des Gaserzeugers ändert sich; der Eintrag des Brennstoffs und der Abzug der Asche erfordern apparative Maßnahmen.

Ein anderer Entwicklungsschritt wäre die oft verlangte Leistungserhöhung des einzelnen Gaserzeugers. Bei allen Systemen, mit einer Ausnahme liegt die Grenze offenbar noch bei ca. 400, allenfalls 650 kW (elektrische Leistung/Einheit! Neben anderen Schwierigkeiten, größere Gaserzeuger zu bauen, dürfte die gleichmäßige Luftverteilung über den Reaktor-Querschnitt die größte sein. Dennoch erscheint die Aufgabe lohnend zu sein, denn es wird einen hohen regelungstechnischen Aufwand verlangen, wenn man z.B. mehrere Gaserzeuger einen Motor speisen lassen will. Außerdem werden die Investitionswie die Betriebskosten für mehrere kleine Aggregate erheblich über denen für z.B. zwei größere Anlagen mit gleicher Gesamtleistung liegen.

So stellt sich die Gewinnung von Brenngas und elektrischer Energie aus Biomassen als zwar nichts grundsätzlich Neues dar, aber als eine sehr zeitgemäße und überaus entwicklungs- und zukunftssträchtige Aufgabe dar.

### Schrifttum

- [1] Lenz, S.: Heil, J.: Niedertemperaturpyrolyse System Kiener. Thermochemische Gaserzeugung aus Biomasse; Vorträge eines Seminars, Projektleitung Energieforschung Kernforschungsanlage Jülich GmbH. Jül-Conf-46. (Nov. 82), S. 25/40.
- [2] Emmerich: Karbonisierung von Biomasse, wie [1], S. 41/64.
- [3] Sreihler, A.: Pyrolyse und Vergasung von Biomassen. Übersicht, wie [1], S. 1/24.
- [4] Grumpelt, H.; Mussholder, K.; Peters, W.: Vergasung, die energetische Nutzung von Abfällen. Deutsche Papierwirtschaft (1/82), S. 124/128.

- [5] Viktor, H.: Energie aus Biomasse. Fortschrittsber. VDI-Z. Reihe 6, Nr. 96 (81)
- [6] Self Sustained Dual Fuel Power System. Diesel & Gas Turbine Worldwide. (1980) Apr.
- [7] Moteurs Duvant: Renewable Energy; Firmendruckschrift (80).
- [8] Energy Equipment Engineering: Wood Waste Gasification. Firmendruckschrift (82).
- [9] Groeneveld, J. u. Hos, J.J.: Gasification of Various Wastes (1-50 mm) in an annular co-current Moving Bed Gasifier. Firmendruckschrift Energy Equipment Engineering (81).
- [10] Groeneveld, M.: Scaling up of the co-current Moving Bed Gasifier. Firmendruckschrift Energy Equipment Engineering (81).
- [11] Groeneveld, M. u. Westertorp, K.R.: Social and Economic Aspects of the Introduction of Gasification Technology in Rural Areas of Developing Countries. American Chemical Society (80). 0-8412-0565-5/80/47-130-70.
- [12] Humboldt-Deutzmotoren AG: Energie aus tropischen Abfallstoffen. Firmendruckschrift (etwa 1938).
- [13] Imbert Energietechnik GmbH & Co KG: Vergasung von festen Brennstoffen. Firmendruckschrift (81).
- [14] Walter Otto Zerbin: Vergasung von Biomassen. Wie [1], S. 102/121.
- [15] Zerbin, W.O.: Energiegewinnung durch Vergasung von Biomassen. Mitteilungsheft der Gesellschaft der Förderer und Freunde der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg Reinbek e.V. (1980) Nr. + S. 21/35.
- [16] Ide, H.; Linneborn, H.; Lohmann, J.; Zerbin, W.O.: Energiegewinnung aus Holz und Stroh im Stückvergaser 50-150 kW; 150-400 kW. Schlussbericht zum F- und E-Auftrag der Kommission der Europäischen Gemeinschaft, Gen. Dr. Brüssel, Nr. 384-77-9 ESD u. Nr. 661-78-7 ESD (2/79).
- [17] Klöckner-Humboldt-Deutz AG: Energie aus Biomasse durch KHD-Holzgas-Kraftanlage. Firmendruckschrift. (11/82).
- [18] Schmidt, K.: Die Gaserzeuger. Julius Springer (39).
- [19] Schmidt, K.: Ortsfeste Holzvergaser. Holz als Roh- u. Werkstoff. 3 (1940) Nr. 9.
- [20] Unkelbach, K.H.; Pleimling, H. Energiegewinnung mit Schwachgasgeneratoren. Wie [1], S. 152/167.
- [21] Schmaus, H.: Holzgas-Blockheizkraftwerk-BHKW-System Schmaus. Firmendruckschrift (81).
- [22] Leuchs, M.: Messungen an einem Biogas-Generator. Sonnenenergie & Wärmepumpe. 7 (1982) Nr. 4.
- [23] Leuchs, M.: Measurement of a counter-current Gasifier in Connection with an Engine of 125 kW Electrical Power. Paper vom 2. ECKongress "Energy from Biomass", Berlin (Sep. 82).
- [24] Köhler, G.: Rinden und Spänevergasung als wirtschaftliches neues Verfahren zur Energiegewinnung in der Holzindustrie. Holzzentralblatt 107 (1981) Nr. 19. E 3843 B.
- [25] Viessmann-Werke KG: Multola Vergasereinheit für Holzhackschnittel. Presseinformation (4/82).
- [26] Viessmann-Werke KG: Ein Förster heizt wieder mit Holz. Presseinformation (9/82).
- [27] Viessmann-Werke KG: Multola-Vergasereinheit, Firmendruckschrift. (82).
- [28] Fritz Werner Industrieausrüstungen GmbH: Wood Gasification. Firmendruckschrift (82).
- [29] Garkisch, A.: Vergasung von Biomasse. Wie [1], S. 130/143.

BWK 702