

89 05 17

bei Tagung in
Grob-Öfen erhalten;
Quelle unbekannt

VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON WAERME UND STROM
AUS BIOMASSE

IB Nr. 98-305

WB-2LAB-1004, rev. 88.06

0111D/88.05

BECK-ea

I N H A L T

	S E I T E
1. PROBLEMSTELLUNG	- 2 -
2. DAS VERFAHREN	- 3 -
3. STOFFBILANZEN	- 4 -
4. APPARATESPEZIFIKATION	- 4 -
5. ENERGIEBILANZ	- 6 -
6. LITERATUR	- 7 -
TABELLE 1: BASISWERTE	- 8 -
TABELLE 2: STOFFBILANZEN	- 9 -
TABELLE 3: ENERGIEBILANZ DER GESAMTANLAGE	- 10 -

1. PROBLEMSTELLUNG

Die Verbrennung von Biomasse, (z.B. Holzschnitzel, Klaerschlaemme) ist Stand der Technik. Der Wirkungsgrad der Verbrennung ist wegen der hohen Feuchte der Biomassen geringer als bei anderen fossilen Brennstoffen wie Steinkohle, Oel oder Erdgas. Zudem ist aufgrund der niederen Primaerenergiepreise die Wirtschaftlichkeit heute nicht immer gegeben. Emissionsmaessig ist die Verbrennung feuchter Biomassen bedenklich.

Sofern sich einerseits Energiekonzepte durchsetzen, die erhoehrt auf heimische, erneuerbare Energietraeger setzen und z.B. Energiewaelder entlang von Autobahnen - u.a. zum Auskaemmen der verkehrsbedingten Emissionen - vorschlagen (1)* u. andererseits die Deponiemoeglichkeiten von Klaerschlaemmen abnehmen, kann in Zukunft mit einem erhoeheten Aufkommen von Biomassen gerechnet werden, welche entsorgt und moeglichst energetisch wirkungsvoll und emissionsarm genutzt werden sollen.

Das vorgeschlagene Konzept wird an Hand der Nutzung von Holzschnitzel beschrieben, ist aber im Prinzip auch fuer andere Biomassen geeignet. Das Konzept ist eine Kombination von an sich bekannten Verfahrensschritten (Trocknung-Gaserzeugung-Gasmotor), welche z.T. fuer andere Medien bereits erprobt sind.

So ist z.B. das von der Firma WAAGNER-BIRO vertretene Dampf-Wirbelschicht-Trocknungs-(DWT)-Verfahren fuer Braunkohle industriell erprobt, bei Klaerschlamm liegen Eignungsversuche vor, jedoch fehlen bei Holzschnitzel noch entsprechende Versuche und Erfahrungen. Die Gaserzeugung aus Biomassen nach dem Rheinbraun-HTW-Verfahren, angeboten von der Firma UHDE ist erprobt und bewaehrt; die bisher angewandte Nassreinigung des Gases ist jedoch durch eine trockene Gasreinigung zu ersetzen. Mit den LEANOX-Gasmotoren der JENBACHER-WERKE steht ein moderner Gasmotor zur Verfuegung, der die Emissionsminderung nur durch Primaermassnahmen erreicht.

* Literaturhinweis s. S. 7

Neuartig - und deswegen auch einer Erprobung zu unterziehen - ist der Energieverbund zwischen diesen Verfahrensschritten, welcher zu der guenstigen Brennstoffausnutzung und der hoeheren Stromziffer - verglichen mit den Konkurrenten: (1) Gaserzeugung mit Gasmotor, jedoch ohne Vortrocknung und (2) Rostkessel mit Gegendampfturbine - fuehrt.

2. DAS VERFAHREN

Das Fliessschema (Bild 1) erlaeutert das neue Konzept.

Aus einem Aufgabebunker wird die entsprechend aufbereitete, von Fremdkoerpern wie z.B. Eisenteilen befreite, zerkleinerte Biomasse (Hackgut, Stroh etc.) ueber ein Dosierorgan - in Abhaengigkeit der Last des Blockheizkraftwerkes (BHKW) - dem Trockner zugefuehrt.

Die Trocknung erfolgt im Dampf-Wirbelschicht-Trocknungs- (DWT)-Verfahren, bei welchem die Waerme indirekt ueber Heizflaechen in der Wirbelschicht uebertragen wird, das Wirbeln mit rezirkulierter Bruede erfolgt und die Verdampfungswaerme durch Kondensation der Bruede emissionsfrei zurueckgewonnen wird (2).

Die auf ca. 15% Wassergehalt getrocknete Biomasse wird kontinuierlich in den Vergaser aufgegeben; dieser arbeitet ebenfalls nach dem Wirbelschichtprinzip bei relativ hohen Temperaturen von ca. 750 °C (Hochtemperatur-WINKLER- (HTW)-Vergaser (3)). Das entstehende Brenngas wird entstaubt und gekuehlt. Der erste Kuehler ist ein einfacher Abhitzeessel, in welchem Waerme zur indirekten Trocknung der Biomasse (z.B. ueber einen Thermoelkreislauf) ausgekoppelt wird. Der zweite Waermetauscher kuehlt das Gas auf ca. 200 °C und waermt die Vergasungsluft vor. Das Gas wird in einem weiteren Schlusskuehler/Filter auf die fuer den Motorbetrieb erforderliche Temperatur und Gasreinheit gebracht, eventuell in einem Gastank gepuffert und einem Gasmotor zugefuehrt.

Der Gasmotor selbst arbeitet nach dem LEANOX-System der JENBACHER WERKE. Das Luft-Brenngasgemisch wird in einem Turbolader verdichtet und der 4-Takt-Kolbenmaschine zugeführt, welche als Magermotor ausgelegt ist. Das Einhalten der Emissionsgrenzwerte nach TA-Luft ist ohne aufwendige Sekundaermassnahmen wie z.B. 3-Weg-Katalysator mit Lambda-Regelung zu erreichen (4).

Die Waerme fuer das Heiznetz wird wie ueblich dem Kuehlwasser und dem Auspuffgaskuehler der Verbrennungsmaschine entnommen, wobei die Waerme aus dem Bruedenkondensator zusaetzlich genutzt wird.

3. STOFFBILANZEN

Die angegebenen Werte sind Erwartungswerte und beziehen sich auf die Auslegungsdaten gemaess Tabelle 1. Die Stoffbilanzen fuer diesen Betriebszustand sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

4. APPARATESPEZIFIKATION

Es werden nur die Hauptkomponenten spezifiziert, die angegebenen Werte sind Nennwerte, sodass bei der Auslegung noch entsprechende Sicherheitsfaktoren in Anwendung zu bringen sind.

4.1 DAMPF-WIRBELSCHICHT-TROCKNER

Thermooel beheizt, fuer Holzschnitzel geeignet, mit Bruedenkondensation:

Eintritt	4,1 t/h, 40% Wassergehalt
Austritt	2,9 t/h, 15% W
Wasserverd.	1,2 t/h
Betriebstemp/Druck	110 °C/1,1 bar

4.2 HTW-VERGASER

HTW-Vergaser mit gekuehlter Ein- und Austragsschnecken,
2 Zyklonen, Schleusen

Eintritt	2,9 t/h Holzschnitzel, 15% W
Luftbedarf	2600 Nm ³ /h
Dampfbedarf	100 kg/h (aus DWT-Kreislauf)
Gaserzeugung	5700 Nm ³ /h mit HU=6,15 MJ/Nm ³
Brenngasleistung	9,6 (Nenn-: 10) MW th
Vergasungstemp/Druck	750 °C/1,5 bar

4.3 GASKUEHLER

- Rohgaskuehler, thermoelgekuehlt

Gaseintritt/Austritt	750 °C/300 °C
Gasmenge	5700 Nm ³ /h, staubhaeltig

- Luvo

Gaseintritt/Austritt	300 °C/215 °C
Gasmenge	5700 Nm ³ /h
Luftintritt/Austritt	50 °C/250 °C
Luftmenge	2600 Nm ³ /h

Waermeuebertragung ev. ueber gleichen Thermoelkreislauf wie bei Rohgaskuehler

- Filter, Schlusskuehler,

Gaseintritt	215 °C
Gasmenge	5700 Nm ³ /h
Kuehlung, auf	40 °C
	80% rel. Feuchte
Reingasstaubgehalt	10 mg Staub/Nm ³
Filter im taupunktsicheren Bereich (100 °C)	
Kondensat ist NH ₃ -haltig	

4.4 GASMOTOREN

8 Stk. Gasottomotoren fuer Holzgas mit Aufladung;
Magerbetrieb inkl. BHKW-Module (Waermetauscher) fuer
Waermeauskopplung.

Kenndaten je Modul:

Brenngasleistung	1,2	MW
Elektrische Leistung	0,385	MW (eta el= 32%)
Thermische Leistung	0,650	MW (eta w = 54%)
Brennstoffnutzung		86%

5. ENERGIEBILANZ

Diese ist fuer das vorgeschlagene Verfahren in Tabelle 3 und
in Bild 2 dargestellt. Die Verwendung der fuehlbaren Waerme
aus dem Rohgas zur Trocknung sowie die Nutzung der
Verdampfungswaerme fuer Heizzwecke fuehrt zu der bereits
erwaehnten guentigeren Brennstoffausnutzung.

Im Vergleich zu diesem Verfahren benoetigt - bei gleicher
Stromerzeugung - der Vergasungsprozess ohne Vortrocknung (5)
ca. 30% mehr Energie und der Rostkessel mit Dampfturbine (5)
ca. das Doppelte.

6. LITERATUR

- (1) NIESSLER: Der Weg zur energieautonomen Gemeinde am Beispiel Bezirk Baden. OENE-Veranstaltung, 10.12.87, Naturhistorisches Museum Wien
- (2) WB-2LAB-2001 Bericht
- (3) KELLER J.: Komb. Gas-Dampfturb. KW mit int. Kohlevergasung Symp. Berlin/DDR, 11.87
- (4) LEANOX: Der schadstoffarme JENBACHER Gasmagermotor. Prospekt der JENBACHER WERKE AG AUSTRIA
- (5) BECKER G.: Holz als Energietraeger, Fachtagung der Arbeitsgemeinschaft erneuerbare Energien, 30. bis 31.05.88, Hotel Hilton, Wien

TABELLE 1 : BASISWERTE

(a) Brennstoff: Feinhackgut

Korngroesse: 30 x 30 x 8 mm

Dichte: 530kg/Festmeter

Wassergehalt: 40% W

Analyse (wasserfrei)

c 50 Gew %

h 6

o 43

n 0,1

a 0,5 bis 0,9

(b) Heizwert TS : HU = 18,6 MJ/kg TS
 bei 15%W : HU = 15,5 MJ/kg
 bei 40%W : HU = 10,2 MJ/kg
 bei 50%W : HU = 8,1 MJ/kg

(c) Benötigte Elektrische Leistung 3MW el

T A B E L L E 2

S T O F F B I L A N Z E N

(Anhaltswerte)

STOFFNUMMER	1	2	3	4
BEZEICHNUNG	feuchtes Hackgut	getrock. Hackgut	Luft	Rohgas
Durchfluss M kg/s	1,14	0,81	-	-
Nm ³ /s	-	-	0,72	1,57
Zusammensetzung 2)	60% TS	85% TS	-	36 % Br.G
Druck bar				1,5
Temp. °C	10	110	10	750
HU MJ/kg	10,2	15,5	-	-
MJ/Nm ³	-	-	-	6,15
Q= M.HU MW	11,6	12,5	-	9,6

1) Lamda = 1,4

Lmin = 1,42

Vminf = 2,18

V = 2,75 Nm³/Nm³

2) bei Gas Vol%, sonst Gew.%

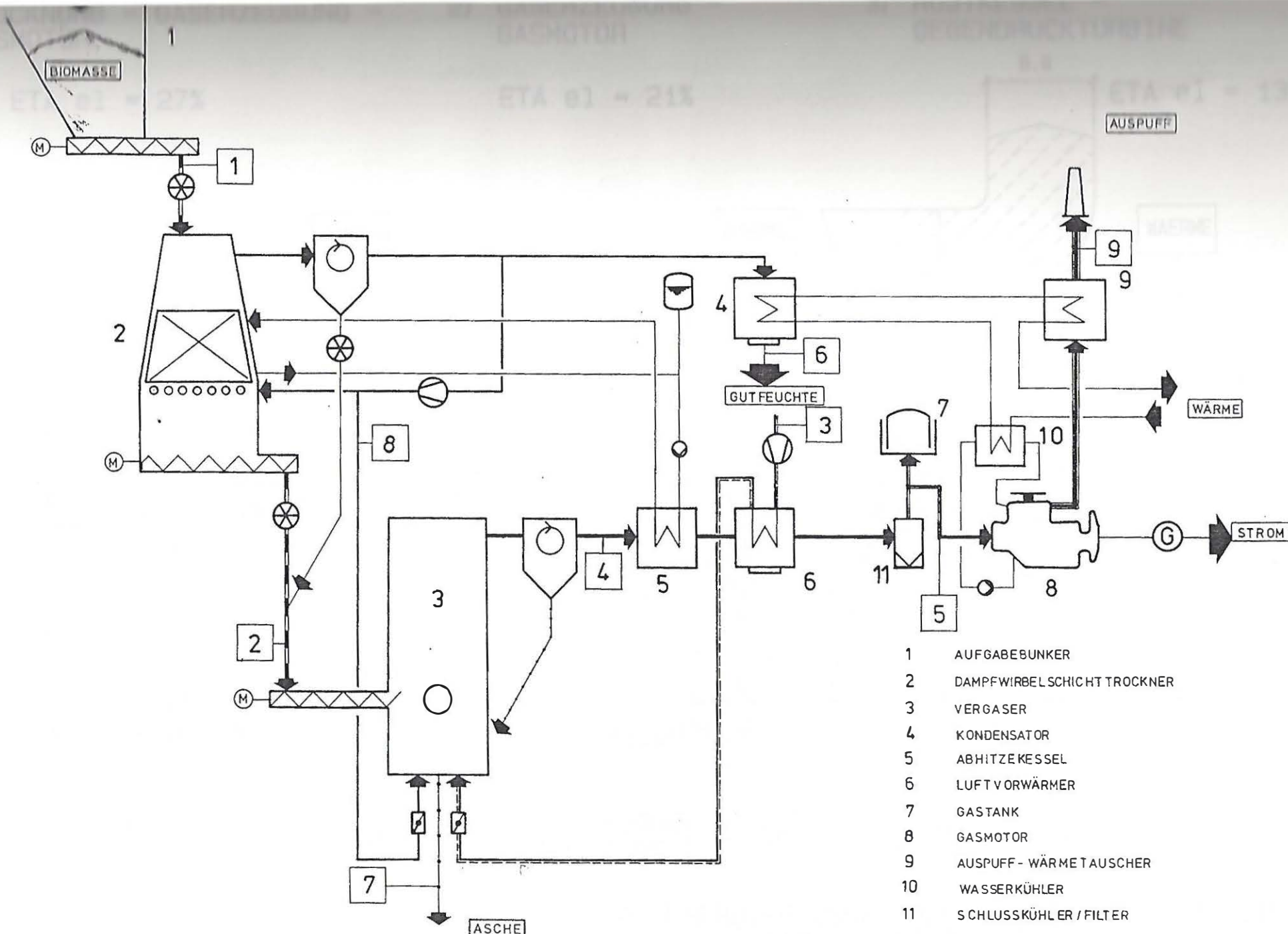
5 6 7 8 9

Brenn- Gas	Konden- sat	Asche	Dampf	Abgas
-	0,33	0,01	0,10	-
1,41	-	-	-	3,88 ¹⁾
40% Br.G.			H ₂ O	4,3% O ₂
1,5		-	1,2	
40	z.B 90 ³⁾	750	110	-
-	-	-	-	-
6,8	-	-	-	-
9,6	-	-	-	-

3) Abhaengig von Vor/Ruecklauftemp.,
Schaltung, Waermetauscherausl.

TABELLE 3ENERGIEBILANZ
der GESAMTANLAGE

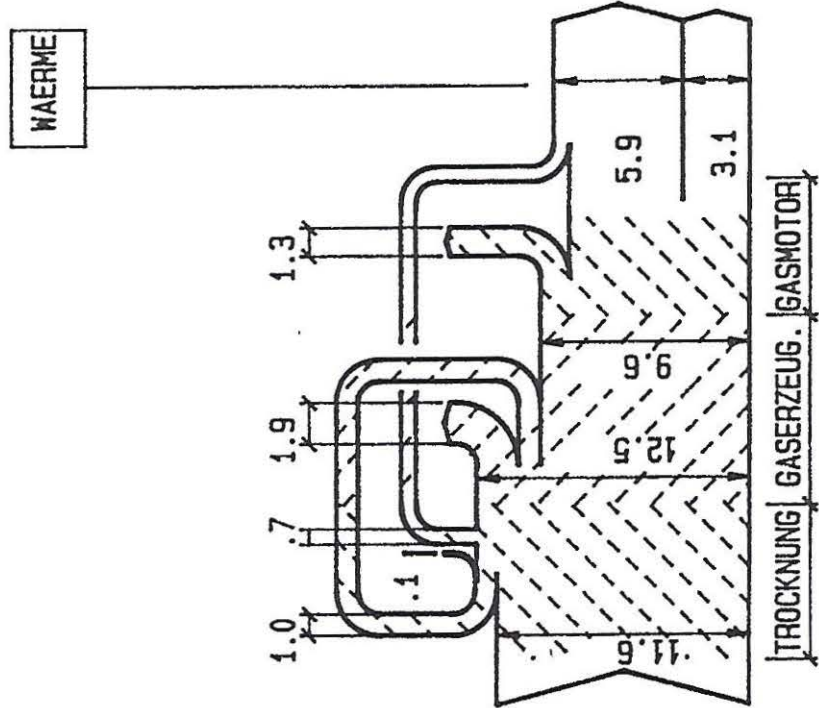
Brennstoffinput		11,6 MW (100%)
Waermeerzeugung		
Abwaerme Motor	$8(0,65) = 5,2$ MW	
Bruedenkondensator	0,7 MW	
Summe		5,9 MW (51%)
Stromerzeugung	$8(0,385) =$	3,1 MW (27%)
Brennstoffnutzung	$5,9+3,1 =$	9,0 MW (78%)
Stromziffer	$3,1/5,9 =$	0,525



- 1 AUFGABEBUNKER
- 2 DAMPFWIRBELSCHICHT TROCKNER
- 3 VERGASER
- 4 KONDENSATOR
- 5 ABHITZEKESSEL
- 6 LUFT VORWÄRMER
- 7 GASTANK
- 8 GASMOTOR
- 9 AUSPUFF- WÄRMETAUSCHER
- 10 WASSERKÜHLER
- 11 SCHLUSSKÜHLER / FILTER

1) TROCKNUNG - GASERZEUGUNG -
GASMOTOR

ETA e1 = 27%



HACK-
SCHNITZ

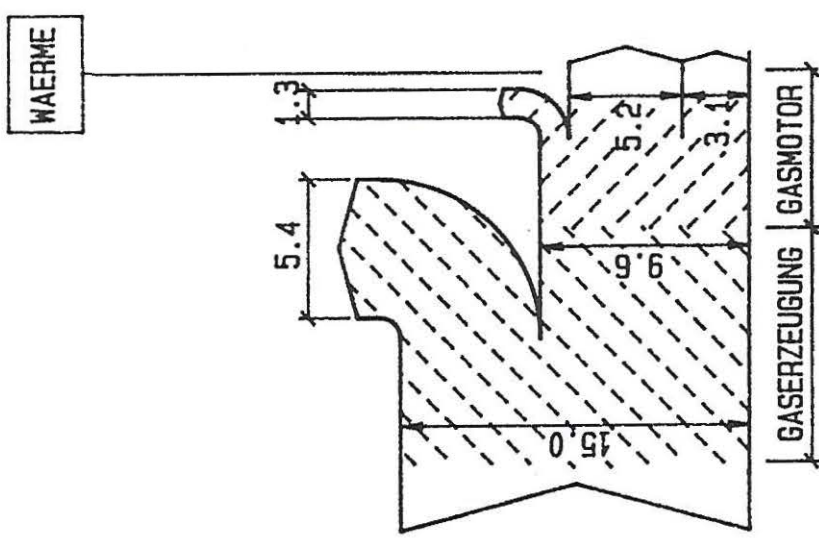
TROCKEN
HOLZ

BRENN
GAS

STROM

2) GASERZEUGUNG -
GASMOTOR

ETA e1 = 21%



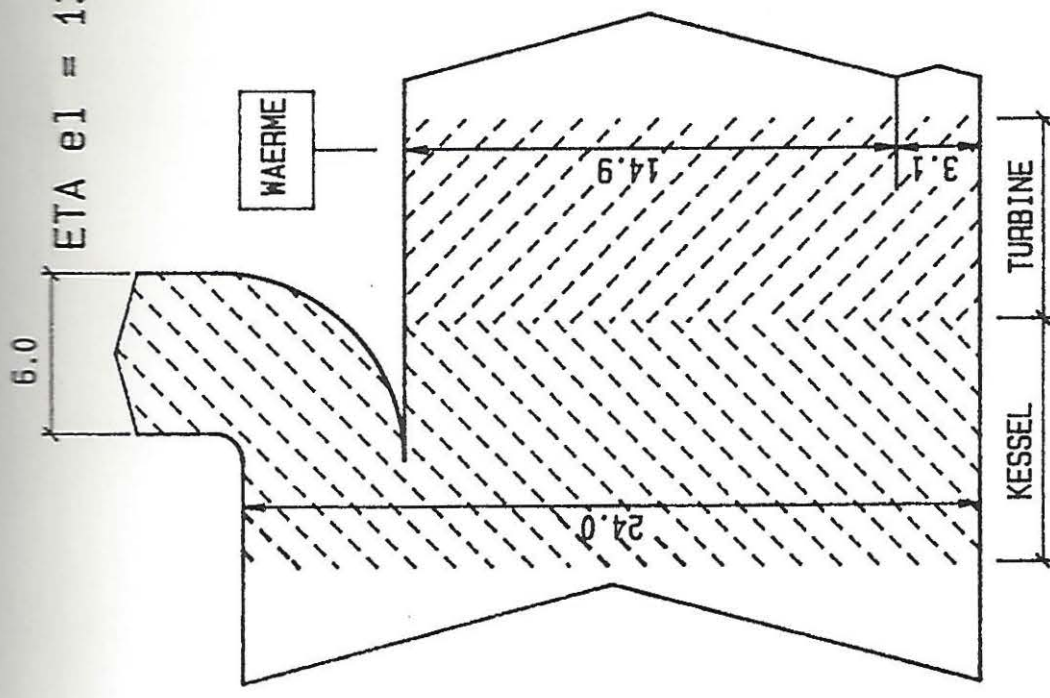
HACK-
SCHNITZ

BRENN
GAS

STROM

3) HOCHDRUCK-
GEGENDRUCKTURBINE

ETA e1 = 13%



HACK-
SCHNITZ

DAMPF

STROM

BILD 2 ENERGIEFLUSSBILDER fuer BHKW - PROZESSE
mit GLEICHER STROMERZEUGUNG