

24219

Aktennotiz.

27

Die Anwendung der Abgasturbine zur Energie-
Erzeugung im mitteldeutschen Braunkohlenrevier.

Zusammenfassung.

Der Betrieb einer Gasturbine ist mit Aussicht auf Wirtschaftlichkeit nur in Verbindung mit einem vorgeschalteten Strahlungskessel (nach dem Vorbild des Veloxkessels BBC) durchführbar, wobei jedoch nur 24 - 25 % der Gesamtstromerzeugung als Überschussenergie der Abgasturbine gewonnen werden.

Wärmetechnisch und energetisch betrachtet, weist eine solche Arbeitsweise nur kleine Vorteile gegenüber dem reinen Dampfbetrieb mit Gasunterfeuerung auf. Auch apparativ sind diese nicht entscheidend.

Der für die Vortrocknung und Vergasung erforderliche Mehraufwand an Energiekohle wird zwar in Leuna an Hy-Kohle aus dem Geiseltale eingespart; die Spesen für die Trocknung, Brikettierung und Vergasung sind jedoch so hoch, dass selbst unter sehr günstigen Voraussetzungen der bei direkter Verbrennung von RBK unter dem Kessel erzielbare Strompreis sich kaum erreichen lässt. Erst wenn Beaufschlagungstemperaturen, die wesentlich höher als 700° liegen, praktisch zur Anwendung kommen können, kann der Weg über die Vergasung und Abgasturbine für die Energieerzeugung auch auf Basis mitteldeutscher Braunkohle einen Vorteil bringen.

Die Anlagekosten liegen um etwa 50 % höher wie bei einem RBK befeuerten Dampfkraftwerk.

Die Druckvergasung bietet für den Betrieb einer Abgasturbine keinen Vorteil, sie arbeitet im Gegenteil energetisch ungünstiger als die drucklose Schwelvergasung.

Ein wirtschaftlicher Vorteil ist zunächst dort zu erwarten, wo das Gas als Überschussgas der Gross-Schwelereien anfällt, da so die grossen Investitionen für Aufbereitung und Vergasung der Kohle sich erübrigen. Für einen Versuch in betriebsmässigem Umfange steht gegebenenfalls auf der Riebeck-Schwelerei, Deuben das Gas für die Erzeugung von

ca. 5 000 kW

durch Ablösung aus der Dampfkraftanlage zum RBK-Preis zur Verfügung. Das in Leuna zu erzeugende Mischgas aus Winklerkraftgas und Hy-Abgas würde ganz wesentlich teurer eintreten (ca. 5 - 6 fache).

*) oder auch in den Erdölgebieten und Hüttenwerken, wo Erdgas bzw. Gichtgas entfällt.

Herrn Dr. Ing. Orlicek, Rauh. M. Büro Markt, Leuna, Wst.

unter Abkühlung auf etwa 400° direkt kinetische Energie liefert. Da hier die Dampferzeugung im Gebiet des steilsten Temperaturgefälles erfolgt, kommt man zu ausserordentlich kleinen Heizflächen bezogen auf die Verdampfungsleistung. Diese Arbeitsweise ist in dem Veloxkessel (BBC) entwickelt, der sich zunächst in der Erdölindustrie eingeführt hat. Dort liegen die technischen Voraussetzungen für eine solche Betriebsweise ganz besonders günstig (Einzelheiten in Anlage I).

Die Prüfung der Anwendungsmöglichkeit dieser Arbeitsweise für die Energieerzeugung im mitteldeutschen Braunkohlenrevier war das Ziel folgender Ermittlungen. Da hier die Gase erst erzeugt werden müssen, die Gaserzeugung die Vertrocknung der Kohle bedingt und mit einem grossen Anfall von Teer verknüpft ist, so mussten sich diese Erörterungen zunächst auf

- 1.) die Auswahl eines für vorliegende Zwecke geeigneten Gases,
- 2.) die Wahl des Vergasungsverfahrens,
- 3.) die Wahl der Kohlentrocknung (Dampf oder Feuergas),
- 4.) die Rückwirkung des Teerentfalles auf die Benzinherstellung und den Wasserstoffverbrauch in Leuna.

erstrecken.

Die Ermittlungen führten zu folgenden Ergebnissen:

1.) Auswahl eines geeigneten Gases

Von den über Braunkohle herstellbaren Gasen sind am geeignetsten das Kraftgas von Schwelgeneratoren und das Überschussgas der Lurgi-Spülgasöfen.

2. Wahl des Vergasungsverfahrens

Die von der MAN vorgeschlagene Kombination mit der Lurgi-Druckvergasung ist unzweckmässig; sie bietet energetisch keine Vorteile, bedingt aber apparative und betriebliche Komplikationen. Das wenig heizkräftige Winklerkraftgas belastet den Turbinenbetrieb mit höheren Kompressionsverlusten für das Gas. Für seine Erzeugung muss wesentlich mehr Kohle getrocknet werden, wie bei anderen Verfahren.

Die Schwelvergasung liefert Gas Gas mit den günstigsten Brenneigenschaften, erfordert den geringsten Aufwand in der Kohlentrocknung und liefert grosse Teermengen auch bei nicht schwelwürdiger Kohle.

Die Verarbeitung salzhaltiger, schwelwürdiger Kohle bedingt die vorherige Schwelung in Lurgiöfen; die Vergasung des salzhaltigen Gradedstaubes kann möglicherweise nach dem von Koppers entwickelten Verfahren praktisch durchgeführt werden.

3. Kohlentrocknung

Die Trocknung der Kohle erfolgt in allen vorgenannten Fällen am günstigsten mit Feuergasen. Eine sehr günstige Kombination ergibt sich hier durch die Möglichkeit der Verwendung der die Gasturbine mit 400° verlassenden Rauchgase für die Trocknung.

Übersicht über Inhalt und Anlagen.

	Seite
Zusammenfassung.	1
Allgemeine technische Gesichtspunkte.	2
Erforderliche Ermittlungen zwecks Beurteilung der Wirtschaftlichkeit.	3
Gesamtverbrauch an Rohbraunkohle, Gasteil- und Anlagekosten.	4
Übersicht über Inhalt und Anlagen.	5
<u>Anlage A</u>	
<u>Fahrweise der Abgasturbine.</u>	
Verdünnung mit Luft oder Vorschalten eines Strahlungskessels ?	6-7
Notwendigkeit und Durchführung der Gasentschwefelung.	8
<u>Anlage I</u>	
<u>Die Brenneigenschaften der technischen Gase und deren Eignung für den Betrieb einer Gasturbine.</u>	
A. Für Fahrweise mit vorgeschaltetem Strahlungskessel, hierzu Schaubild I: Leistung einer Abgasturbine beim Betrieb mit verschiedenen Gasen.	9
B. Für Fahrweise mit grossem Luftüberschuss, hierzu Fließbilder II a-c für die Verbrennung verschiedener Gase.	10
Analysen der untersuchten Gase.	11
Zahlenübersicht über die Brenneigenschaften der untersuchten Gase.	12
<u>Anlage II</u>	
<u>Wahl des Vergasungsverfahrens.</u>	
Verwendung vorhandener Schwelgase.	13
A. Schwelvergasung von Brakette, hierzu Fließbild IV a und b.	14
B. Druckvergasung nach Lurgi, hierzu Fließbild V.	15-17
C. Die Verwendung von Winklerkraftgas, hierzu Fließbild VI.	18
D. Staubvergasung nach Koppers, hierzu Fließbild III.	19
Gasteil- und Anlagekosten der Schwelvergasung.	20-21
<u>Anlage III</u>	
<u>Die Kohlentrocknung und Brikettierung, hierzu Fließbild IV a u. b.</u>	22
<u>Anlage IV</u>	
<u>Rückwirkung des Teerentfalles auf den Hydrierungsbetrieb.</u>	
Bewertung des Teeres.	23
Einsparung an Geiseltalkohle, H ₂ Wasserstoff und Kompressorenleistung. Zahlenübersicht.	24
<u>Anlage V</u>	
<u>Schätzung des Gasteilpreises und Anlagekosten.</u>	
Annäherungsrechnung für den Gasteilpreis.	25
Rohe Schätzung für die Anlagekosten, hierzu Fließbilder IV, V u. VI.	26

Fahrweise der Abgasturbine.

Das Heruntersetzen der Rauchgastemperatur auf die Arbeitstemperatur der Turbine kann erfolgen durch Vorschalten eines Strahlungskessels oder Strecken mit kälterer Luft.

Soll nun das Herabdrücken auf die Beurschlagungstemperatur von 700° durch Strecken der Rauchgase erfolgen, so muss mit ausserordentlich hohen Luftüberschüssen gearbeitet werden. Diese betragen bei der Verbrennung von

Methan	das 6,5 fache des theoretischen Bedarfs
Schmelgeneratorgas	" 8,15 " " " "
Hochofengichtgas	" 8,55 " " " "

Dementsprechend vervielfacht sich auch die Rauchgasmenge und mit dieser der Rauchgasverlust:

Rauchgase von Schmelgeneratorgas.

Rauchgastemp. °C	Luft- Übersch. Vol. %	O ₂ Gehalt Vol. %	Rauchgasmenge je 1000 WE Nm ³	Rauchgasverlust bei Nutzung bis 150° %
1700°	10	1,5	1,44	1,2
900°	600	16,75	6,70	31,6
700°	715	17,3	7,70	36,4

Ebenso steigt mit wachsender Verdünnung der Rauchgase die auf den Vordruck der Turbine zu verdichtende Menge an Frischgas und Luft. Es sind zu komprimieren für eine Abgabeleistung von

100 000 kW

Rauchgastemp. °C	Luft Nm ³ /h	Frischgas Nm ³ /h	zusammen Nm ³ /h	Energieverbrauch ausgedrückt in kW
1700	238 000	175 000	463 000	25 700
900	1 590 000	149 000	1 739 000	89 100
700	2 420 000	195 000	2 615 000	133 600

1 Selbstverbrauch
Kompression

Weiterhin nehmen auch die zur Übertragung der fühlbaren Wärme der Turbinenabgase auf die Verbrennungsluft benötigten Wärmeaustauscher mit zunehmender Verdünnung immer grösser werdende Dimensionen an, desgleichen die zugehörigen Rohrleitungen und Schieber mit den erforderlichen Isolationen.

Dass Missverhältnis zwischen Energieabgabe und Selbstverbrauch beim Fahren mit grosser Verdünnung tritt deutlich in die Augen, desgleichen das ungeheure Anwachsen des Bauvolumens. Da man jedoch zurzeit mangels geeigneter Baustoffe an eine Beaufschlagungstemperatur von ca. 700° gebunden ist, so setzt der praktische Betrieb einer solchen Turbine - soll sie ihren wirtschaftlichen Zweck erfüllen - das Vorschalten eines Strahlungskessels voraus. Man kommt so auf das Prinzip des von BBC entwickelten Velox-Kessels.

Sollte es einmal gelingen, für die Schaufeln einer solchen Turbine einen Baustoff zu finden, der bei 900° betriebssicher ist, so wäre damit ein ganz wesentlicher Fortschritt vor allem auch zugunsten des thermischen Gesamtwirkungsgrades erreicht.

Der thermische Gesamtwirkungsgrad.

Verfahren	Brennstoff	η , bez. auf Gas	η , bez. einges. RBK
Höchstdruckkessel	RBK	-	21
"	Generatorgas	29	20,5
Gasturbine	700°	26	18
Veloxkessel	700°	31	22
Gasturbine	900°	32	25
Veloxkessel	900°	35	25

Die Erhöhung der Beaufschlagungstemperatur auf 900° würde für die Gasturbine (energetisch betrachtet) also einen wesentlichen Schritt vorwärts bedeuten, während die Belastung durch übermässiges Bauvolumen für Vorkompression, Wärmeaustausch- und Umlauf auch hier noch ganz erheblich ist.

Die Chance der Beaufschlagung bei höherer Temperatur kommt natürlich im Umfange des Turbinenanteiles auch der Veloxfahrweise zugute, die energetisch betrachtet erst etwa bei 900° durch den reinen Turbinenbetrieb eingeholt ist; in Bezug auf das Bauvolumen liegt auch hier noch die Veloxfahrweise günstiger. Erschwerend kommt hier für den reinen Turbinenbetrieb hinzu, dass die Abgase die Turbine mit ca. 600° verlassen, Umlaufleitungen und Wärmeaustauscher also auch schon aus Speziallegierungen hergestellt werden müssen, während diese bei der Veloxfahrweise ganz in Wegfall kommen, wenn die Abgase der Turbine für die Kohlentrocknung verwendet werden, was beim reinen Turbinenbetrieb überhaupt nicht möglich ist.

Für unsere mitteldeutschen Verhältnisse spricht ausserdem noch für die Veloxfahrweise der Umstand, dass die chemischen Betriebe stets grössere Mengen an Mitteldruck- und Niederdruckdampf benötigen, ein ganz wesentlicher Anteil des über Dampf erzeugten Stromes also im Vorschalt- und Gegendruckbetrieb gewonnen wird, sodass in der Praxis der reine Gasturbetrieb noch weiter hinter der Veloxfahrweise zurückbleibt, als das aus vorstehenden Zahlenwerten hervorgeht, die auf reinen Condensationsbetrieb bezogen sind.

Der angestrebten höheren Beanspruchungstemperatur von ca. 900° lässt sich voraussichtlich mit den sauerstoffarmen Rauchgasen (12-13 Vol.-% O₂) der Fahrweise mit vorgeschaltetem Strahlungskessel eher näherkommen, wie mit den 17-18 % O₂-haltigen verdünnten Rauchgasen des reinen Turbinenbetriebes.

Die Entschwefelung des Gases

Die direkte schädliche Einwirkung der SO₂-Leit bei der Verbrennung des Kerosinbildenden schwefeligen Säure auf die Segmente des Algas-Turbine und in den Wärmeaustauschern ist bei den Temperaturen, wie schon 700 und 1500° nicht zu unterschätzen. In diesen Temperaturen arbeiten unsere Druckturbinen, so ist nicht zu bezweifeln, dass durch kleine die Ineffizienzen so wird, das Gas enthält, das die Turbinen in einem stark korrosionsfähigen Zustand versetzt. Es muss also eine voraussichtlich erhebliche Schwefelentfernung vor der Verflüssigung zu erwarten sein.

Bei der Schwefelgasreinigung findet sich die Abreinigung des Schwefelgas (H₂S) während der Abreinigung des Gases. Die Schwefelgasreinigung erfolgt durch die Absorption in einem Schwefelwasserstoff-Lösungsmittel. Die Absorption des Schwefelgas sinkt stark ab, wenn die Temperatur des Lösungsmittels ansteigt. Die Temperatur des Lösungsmittels muss also durch Kühlung des Gases oder Leidenwasserstoffentzug vor der Absorption gesenkt werden. Die Entschwefelung des Gases ist durch die Absorption des Schwefelgas in einem Lösungsmittel zu erwarten.

Die Brenneigenschaften der technischen Gase und deren Eignung für den Betrieb einer Gasturbine.

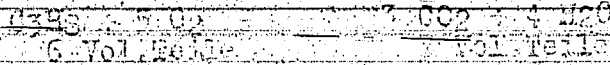
A. Fahrweise mit vorgeschaltetem Strahlungskessel.

Der Velokessel mit angeschlossener Abgasanlage hat sich zunächst in der Erdölindustrie eingebürgert, was durch die verschiedenen Vorkommnisse für eine solche Arbeitsweise die günstigsten sind. Dort gelangt zur Verbrennung:

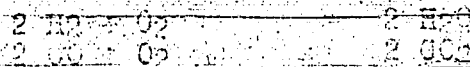
- Rückstandsöle (Lowgradeoil),
- Crackgas,
- Bohrkopfgas,
- sowie Erdgas (CH₄).

Diese hochwasserstoffreichen Brennstoffe durchgehen mit einer stark leuchtenden Flamme die für den Strahlungskessel von grossem Vorteil ist, während die Hauptbestandteile des Generatorgases CO und H₂ in der Flamme nicht brennen.

Der drucklos betriebene Strahlungskessel ist an eine so grosse Kesselwand gebunden, wie sie in der Erdölindustrie nicht verlangt wird; die Verbrennung unter Druck ermöglicht jedoch die Anwendung des Strahlungskessels für kleinere Leistungen. Da das Erdgas und Bohrkopfgas an Ort und Stelle durch einen Druck zu Verfügung stehen, so braucht (auch bei Verbrennung von grade oil) nur die Verbrennungsluft komprimiert zu werden, was durch die in der Abgasanlage direkt genommene kinetische Energie wird, also ein wesentlich geringerer Anteil im Selbstverbrauch verzehrt. Für die Turbinenleistung kommt hier als einziger Nachteil noch dazu, dass die Verbrennung der Kohlenwasserstoffe unter Vollkompression erfolgt.



Während also die Verbrennung der Bestandteile des Generatorgases unter Kontraktion verläuft,



Während also im ersten Falle in der Turbine eine Gasmenge zur Entföhrung gelangt, die grösser ist als das Kompressionsgemisch, ist sie im letzteren Falle kleiner als dieses.

Es ergibt sich somit, dass die erst benutzten Brennstoffe in der Erdölindustrie nicht geeignet sind, während die für den Vollkompression schonen technischen Gase ein grosser Nachteil besteht, nämlich die geringe kinetische Energie, die durch die Verbrennung dieser Gase bei Verdröhung von Generatorgasen zur Verfügung kommt.

Die kinetische Energie, die durch die Verbrennung der Gase in der Erdölindustrie zur Verfügung steht, ist durch die Verbrennung der Gase in der Erdölindustrie nicht zu ersetzen.

Apparativ bedingt die Verwendung solcher Schwachgase weiter ein wesentlich grösseres Bauvolumen für die Wärmeaustauscher, Rohrleitungen und Schieber; desgleichen grössere Installationen für die Vorkompression von Gas und Verbrennungsluft.

Die vielfach vertretene Ansicht, für die Gasturbine eigne sich wegen der niedrigen Besaufschlagungstemperatur von ca. 700° ein weniger heizkräftiges Gas ganz besonders gut, trifft also nicht zu. Man hat im Gegenteil mit den uns hier zur Verfügung stehenden Gasarten einen ungünstigeren Start als mit den der Stahlindustrie zur Verfügung stehenden Brennstoffen.

Proportional dem mit sinkendem Heizwert zunehmenden Rauchgasvolumen steigert sich der in der Abgasturbine erzeugte Energieanteil, in noch stärkerem Masse jedoch der Selbstverbrauch für die Kompression des Verbrennungsgemisches, so dass die Gesamtertragsanteile, wenn auch nur unwesentlich, mit sinkendem Heizwert etwas abfällt. Die mit sinkendem Heizwert zunehmenden Rauchgasverluste werden durch den grösseren Energieanteil der thermisch günstiger arbeitenden Abgasturbine wieder kompensiert.

Von den auf Basis Braunkohle hergestellten Gasen ist das durch Schwelvergärung von Briketts gewonnene Generatorgas sowie das Überschussgas der Durgi-Spülöfen besonders gut geeignet; letzteres hat für den Strahlungskessel auch noch den Vorteil, dass es mit leuchtender Flamme brennt. Die in ihrer Zusammensetzung dem Kokergas ähnlichen Abgase der Hydrierung haben trotz ihrer wesentlich höheren Heizwertkeine nennenswert günstigeren Brennereigenschaften gegenüber dem Schwelgeneratorgas und sind daher besser für die Konvertierung in Synthesegas und für den Aufbau einer Acetylenanlage auf dem Wasserstoff als die Braunkohle-Generatorgase geeignet.

Beziehungen mit Prozess-Überwachung

Produktion

Die oben erwähnte ist der Heizwert und die Gaszusammensetzung dem Beispiel Gasen an Kompressorenarbeit für die Kaltluftkompression gelehrt wird, muss für die Luftkompression wieder mehrfach verwendet werden. Die beifolgenden Pläne zeigen verschiedene dieser Verhältnisse, desgleichen die unvollständigen hochschwermetallhaltigen...

Analysen der auf die Biegung für den Gasturbinenbetrieb untersuchten Gase

Vol. %	H ₂ S	CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	H ₂	unt. Melwert
Reinholgas					40	33	21	6		15,000
Reinholgas					100					8,500
Kokereigas	0,6	3,0	6,6	54,4	25	2	0,6		7,3	4,220
Schweißgas der Lurgi-Plüßgas-Öfen	2,0	21,2	10,0	13,0	8	1	0,3		44,0	1,770
Schweißgas Generatorgas aus Abfallkessel	0,7	2,3	26,1	18,0	3	0,4			44,0	1,650
Staubgas aus Abfallkessel nach Koppers	0,4	5,6	26,0	18,0					59,0	1,250
Wärmerücklaufgas aus Abfallkessel	0,5	2,0	21,5	12,5	2,7				31,5	1,670
Reinholgas	0,1	9,9	26,0	8,0					59,0	900
Druckverlustgas Turbi	0,2	24,2	10,0	26,0	10,0	0,5			23,5	1,990

Eigenschaften der verschiedenen technischen Heizgase mit Rücksicht auf ihre Verbrennung in einem Strahlungskessel mit Abgasturbine.

Werte für die Verbrennung von 1 Mill. WE

	unterer Heizwert	Gas-Flammen-temperatur	Gas-Luft ausströmtemperatur	zu komprimieren hierfür	Energieerzeugung								
					Strom	Dampf-Überersch.	Kessel	Gasturbine					
	kg/Hr	°C	°C	kg	kWh	kWh	kWh	kWh					
Bohrkopfgas	15 000	1,318	2 200	66	844	930	46,5	1 084	1,18	303	119	70	373
Heizöl 81 %; 11 % H	10 380 ^{*)}	1,25	2 000	1 085	1 190	59,5	1 249	1,14	293	137	76	369	
Erdgas (CH ₄ 100%)	8 560	0,717	1 820	(117)	1 152	1 262	57,5	1 392	1,10	282	153	91	373
Kokergas, HV-Armgas	4 220	0,768	1 840	237	1 063	1 410	74	1 346	1,14	293	148	70	363
Braunkohlengase													
Schmelzgas Lurgi-Ofen	1 770	1,223	1 800	565	1 058	1 726	88	1 668	1,09	280	183	84	364
Druckvergasung	1 630	1,070	1 780	595	894	1 580	79	1 439	1,15	295	158	78	362
Breit 12% H ₂ O	1 940	1,075	1 700	516	1 040	1 230	68	1 554	1,115	286	171	99	344
Druckvergasung	1 250	1,085	1 630	302	368	1 760	100	1 577	1,14	293	168	66	359
Staubvergasung	1 070	1,170	1 470	935	888	1 823	110	1 760	1,11	285	188	74	359
Winklerkraftgas	900	1,300	1 420	1 110	822	1 924	117	1 830	1,11	285	196	75	360
Hochofengichtgas													

*) je kg bei 10% Luftüberschuss.

Anlage II.

II. Wahl des Vergasungsverfahrens.

Mitteldutsche Verhältnisse vorausgesetzt, muss das Gas normalerweise spät hergestellt werden, was bei den uns zur Verfügung stehenden Vergasungsverfahren viel unter-

RM 3,- / 1.000 KWE

kaufm. möglich sein wird, während der Kalorienpreis in der Rohbraunkohle nur etwa

RM 1,- / 1.000 KWE

beträgt.

Die einzigen Betriebe, bei denen mit grösseren Entfallgasmengen zu rechnen ist, sind die Lurgi-Schmelzeisen, deren Überschussgas in den meisten Fällen in den Kesselhäusern mit verbrannt wird.

In Deuten fallen stündlich

ca. 22.000 KWE

an, von denen etwa 1/3 in der Lurgimainrichtung verbraucht wird, sodass ca. 15.000 KWE/h im Kesselhaus verheizt werden, mit denen sich eine Velox-Verstromungsanlage mit einer Abgabeleistung von

ca. 5.000 kW

betreiben lassen.

In Eppingen fallen stündlich ca. 200.000 KWE/h

an, von denen etwa 1/3 in der Lurgimainrichtung verbraucht wird, sodass ca. 15.000 KWE/h im Kesselhaus verheizt werden, mit denen sich eine Velox-Verstromungsanlage mit einer Abgabeleistung von

ca. 75.000 kW

betreiben lassen.

In allen anderen Fällen muss das Gas erst erzeugt werden, wobei es sich um Mengen handelt, die weit ausserhalb des bisher üblichen Rahmens liegen.

Wird diese so betrieben, dass nur ein Teilstrom des in der Vergasungszone erzeugten Generatorgases durch den Oberteil (Schmelzschaft) gesogen wird, so arbeitet derselbe bei richtiger Betriebsweise wie ein Lurgispülgasofen, man kann mit Teerausbeuten von ca. 86 % der Bestimmung nach Fischer rechnen. Diese Fahrweise hat nächsten Vorteil, dass die Teerabscheidung und die Oberflächenkühler nur für ca. 40 % des Gesamtgases zu installieren sind. Die bisher üblichen Einheiten von 3 m Ø Schachtdurchmesser haben eine maximal. Vergasungsleistung von

ca. 1.000 KWE/h

Der Betrieb einer Veloxkraftanlage mit einer Abgabeleistung von

100 000 kW
würde die Aufstellung von nicht weniger als
70 Einheiten

bedeuten; es ist also unbedingt erforderlich, grössere Betriebs-
einheiten zu entwickeln.

Eine Möglichkeit wäre z.B. die, dass man die Kammergeneratoren
wie sie in Ruhland (Brabag Schwarzheide) für die Herstellung
von Mischsynthesegas betriebs werden, auf die Herstellung von
Kraftgas umkonstruiert, was mit einer wesentlichen Vereinfachung
von Bau und Betrieb verknüpft ist, da der ganze Stülgaskreislauf
sowie die Cowper mit ihrer Beheizung in Fortfall kommen. Eine
solche Einheit würde voraussichtlich

ca. 45 000 KWE/h

leisten können, eine Veloxanlage mit einer Abgabeleistung von

100 000 kW

würde also von einer Anlage mit

6 Einheiten

beliefert werden können.

Nachteilig für die Durchführung der Schwelvergasung in solchen
Kammergeneratoren ist der Umstand, dass man hier mit Rücksicht
auf die Verschlackung nur auf eine Asche mit ca. 50 % C-Gehalt
vergasen kann, man erhält also analog dem Winklerverfahren einen
Rückstand, der sich in einer Mühlenfeuerung zur Dampferzeugung
verwenden lässt.

Die Schwelvergasung liefert auch bei Verarbeitung von Briketts
mit nur 10 % Feergehalt nach Fischer Feermengen, die für den
Hydrierungsbetrieb in Lege von Interesse sind. Sie ist nicht
durchführbar für Briketts aus sazhaltiger Kohle.

2. Die Druckmessung nach Buzal

Bei der Vergasung von Kohle mit Wasserdampf erhalt man bei Durchfuhrung derselben unter Druck neben Wassergas Methan; wird die Vergasung stattdessen mit Luft mit Sauerstoff betrieben, so erhalt man auf diese Weise einen Gasstrom, der aus Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffen, die Luftbestandteile Stickstoff und Sauerstoff, sowie ein gewisses Maß an Wasserstoffgas und Wasserdampf besteht. Als Vorteil dieses Verfahrens ist anzusehen, dass als Brennstoff keine Kohlenstoffe benutzbar werden, sondern vielmehr mit dem Gasstrom der Kohlenstoff abgefuhrt wird, sodass ein Brennstoffgas entsteht, das sich zur Erzeugung von Dampf eignen kann. So kann man sich vorstellen, dass die Kohlenstoffe, die im Gasstrom enthalten sind, sich bei der Verbrennung in Wasserstoff und Kohlenoxyd umwandeln, die dann zur Erzeugung von Dampf benutzbar sind. In vorliegender Arbeit wird die Druckmessung nach Buzal beschrieben, die sich auf die Messung des Druckes in einem Gasstrom bezieht, der durch einen Venturi-Rohr fließt. Die Messung erfolgt durch die Beobachtung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr, das in den Gasstrom eingefuhrt ist. Die Druckverlanderung wird durch die Messung der Querschnittsflache des Venturi-Rohrs bestimmt, die sich durch die Beobachtung der Druckverlanderung ergibt. Die Druckverlanderung ist ein Maß fur die Geschwindigkeit des Gasstroms, die wiederum ein Maß fur den Druck im Gasstrom ist. Die Druckmessung nach Buzal ist eine einfache und genaue Methode zur Messung des Druckes in einem Gasstrom, die sich auf die Messung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr bezieht.

Die Druckmessung nach Buzal ist eine einfache und genaue Methode zur Messung des Druckes in einem Gasstrom, die sich auf die Messung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr bezieht.

Die Druckmessung nach Buzal ist eine einfache und genaue Methode zur Messung des Druckes in einem Gasstrom, die sich auf die Messung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr bezieht.

Die Druckmessung nach Buzal ist eine einfache und genaue Methode zur Messung des Druckes in einem Gasstrom, die sich auf die Messung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr bezieht. Die Druckverlanderung wird durch die Messung der Querschnittsflache des Venturi-Rohrs bestimmt, die sich durch die Beobachtung der Druckverlanderung ergibt. Die Druckverlanderung ist ein Maß fur die Geschwindigkeit des Gasstroms, die wiederum ein Maß fur den Druck im Gasstrom ist. Die Druckmessung nach Buzal ist eine einfache und genaue Methode zur Messung des Druckes in einem Gasstrom, die sich auf die Messung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr bezieht.

Die Druckmessung nach Buzal ist eine einfache und genaue Methode zur Messung des Druckes in einem Gasstrom, die sich auf die Messung der Druckverlanderung in einem Venturi-Rohr bezieht.

Verbrauch 1/2 Mio VE in Bräutig

Vergrößerung der	Hr	20 kWh	Nr	Grund
		LKW		LKW
Kommission der Vergewaltung von				
Vergrößerung	180	19,5		
Korrektur				
des verbrauchten		200,0		0,120
Energie				
Energieverbrauch in				
Strom in der Nat-	515	10,5		
Kommission der				
Vergrößerung	1800	20,0		
des verbrauchten		260		0,9
Energie				
Korrektur				
des verbrauchten				
Energie				
Korrektur				
des verbrauchten				
Energie				
Korrektur				
des verbrauchten				
Energie				
Korrektur				
des verbrauchten				
Energie				

die grossen Mengen an unzersetztem Dampf im Rohgas und durch die grössere Feuchtigkeit des eingesetzten Brennstoffes (20-24 %) etwa das Dreifache an Schwelwasser zu entphenolen ist, wie bei der drucklosen Vergasung von Briketts mit 12 % H₂O,

Ein Vorteil der Druckvergasung könnte lediglich darin erblickt werden, dass die Druckwassererzeuger ausgeführter Dimensionen grössere Vergasungsleistungen je Einheit gestatten. So kann ein Druckwasservergaser von 2,6 m Ø je Einheit

10 - 11 000 KWE/h

erzeugen, so dass für die Installierung von

100 000 kW Stromabgabe

hier nur

ca. 36 Einheiten

aufzustellen wären.

Druckvergasung bei 4 atü.

Ein neuer Gesichtspunkt wäre der, dass man die Schwelvergasung statt bei 0,05 atü bei 4 atü durchführt, also bewusst auf die CH₄ Synthese verzichtet. Der Drehrostgenerator müsste dann mit einer trockenen Austragung und einer Gichtschleuse versehen werden. Die Vergasungsleistung würde voraussichtlich auf das Doppelte steigen. In Wag 11 kommt gegenüber der Lurgi-Fahrweise

~~die Nachkompression des Windes auf 20 atü,~~

~~die Entspannungsturbine,~~

~~der Wärmeaustauscher für die Aufwärmung des Rohgases um 400°.~~

Als Vergasungsdampf kann W1 Dampf 4 atü Verwendung finden, der etwa zu 70 % als Abhitzedampf aus der fühlbaren Wärme des 600° heissen Klargases gewonnen werden kann.

Auch für eine solche Vergasung liessen sich das Überkorn der Kohlentrocknung oder Brikettspäne als billiger Brennstoff verwenden.

D. Staubvergasung nach Koppers.

Auch nach diesem neu entwickelten Verfahren ist es möglich, grössere Gasmengen in einer Betriebseinheit zu erzeugen, und zwar etwa

ca. 25 000 kWh/h!

Das Gas hat jedoch nur einen Heizwert von

1 250 WE/M³ unt. Hzwt.

und erfordert deshalb bezogen auf die Abgabeleistung der Turbinenanlage eine um ca. 10 % grössere Auslegung als bei Verwendung des heizkräftigeren Schwelgeneratorgases. Ausserdem fällt bei dieser Arbeitsweise kein Teer an und muss wegen der grossen Abhitzedampf-erzeugung auch hier mehr Kohle getrocknet werden als bei der Erzeugung von Schwelgeneratorgas. Für vorliegende Zwecke hat diese Arbeitsweise also dieselben Nachteile wie die Winklervergasung von Trockenbraunkohle.

Auch die Vergasung von Trockengrude ist nach diesem Verfahren möglich, bietet aber gegenüber dem Winklerverfahren keine Vorteile, wenn es sich um salzfreie Grude handelt. Für salzhaltige Grude ist dieses neue Staubvergasungsverfahren möglicherweise anwendbar; es würde dann in Verbindung mit Spülgasschwelöfen einen Weg zur Verarbeitung schwelwürdiger, aber salzhaltiger Braunkohle eröffnen.

Bei der Schwelvergasung reichert sich dieses Schwachgas auf

ca. 300 WE/M³

an. Wenn man nach Anrechnung des Bedarfs für die Spülgasschwelung, die Heizung auf 12 % 120, die Schwelöfen auf 1 % 20 und die Verflüchtigung für Vergasung vermittelnde Kosten an Schwachgas (1500 kWh/tonn. Erzeugung) mit diesem Schwachgas die vorliegende, an der Grube für die Erzeugung von Schwachgas anfallende Menge von ca. 1000 WE/M³ anreicht, so ergibt sich ein Heizwert von ca. 1 250 WE/M³.

Die durch die Schwelvergasung anfallende Menge von ca. 1000 WE/M³ Schwachgas ist durch die Schwelvergasung von ca. 1000 WE/M³ Schwachgas anzureichen, so ergibt sich ein Heizwert von ca. 1 250 WE/M³.

Die Gestaltänderung des Gesteins

Unter Zugbelastung eines Proben von

- 1. 2,30 / 100 Rohmaterial 50 % H₂O
- 2. 2,30 / 100 Rohmaterial 12 % H₂O
- 3. 2,30 / 100 Rohmaterial 5 % H₂O
- 4. 2,30 / 100 Rohmaterial 2 % H₂O
- 5. 2,30 / 100 Rohmaterial 0 % H₂O

Die Versuche wurden durchgeführt in der Gesteinsmechanik des Instituts für Geologie der Universität zu Köln

Im Jahre 1964

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

Dr. phil. habil. G. G. Meyer

stehkosten ergeben.

Die Winklervergasung liegt besonders ungünstig, da trotz der höheren Anlagekosten und des höheren Kohlenverbrauches überhaupt kein Feuer anfällt.

Den doppelten Anlagekosten bei dem Umweg über die Verschmelzung und anschliessender Vergasung des Grudestaubes nach Koppers steht auch die doppelte Feermenge gegenüber.

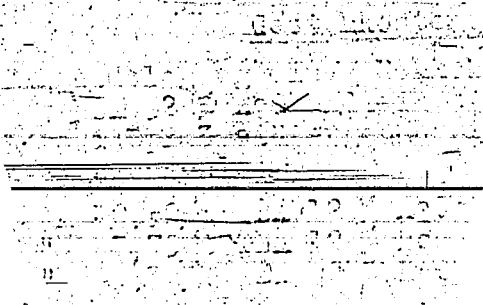
Die überhöhten Anlagekosten bei dem Umweg über die Verschmelzung sind zum grossen Teil auch darauf zurückzuführen, dass die umfangreichen Betriebseinrichtungen für Transport und Bunkerung des Brennstoffes doppelt vorhanden sein müssen. Der bei der vorgeschlagenen Arbeitsweise eintretende Wegfall der Brennkammer, der Umlaufgebläse und der Koksinerisierung im Spülgasofenbetrieb wiegt dies nicht auf.

Die Trocknung lässt sich mit Dampf oder mit heissen Rauchgasen durchföhren. Da die Abgasturbine ein Auspuffgas mit ca. 400° liefert, so drängt sich hierdurch dessen Verwendung für die Kohlentrocknung direkt auf; dieses Rauchgas braucht nur durch zusätzliche Verbrennung von Frischgas oder auch Rohkohle auf eine Temperatur von etwa 600° heraufgestellt zu werden, um nur entsprechend grosse Durchsatzleistungen der Trocknungskomplexe zu kommen. Ungefähr 40% der für die Trocknung aufzubringenden Wärme müssen in Form von Frischgas aufgebracht werden. Da die Abgase der Verbrennung nur 1 - 2 Vol.% O₂ aufweisen, besteht keinerlei Abbrandgefahr. Die Rauchgase lassen sich so bis 120° herunter abkühlen, ohne dass man der sehr voluminösen Wärmeübertragung für die Übertragung der Wärme aus den Abgasen in die Verbrennungsluft bedarf, was eine wesentliche Vereinfachung der Turbinenanlage bedeutet.

Rein energetisch betrachtet benötigen Dampftrocknung und Rauchgastrocknung zwar denselben Aufwand an RBK (siehe beifolgende Anlagenblätter). Das für die Durchführung der Trocknung benötigte Wärme kommt jedoch bei der Rauchgastrocknung in einer wesentlich billigeren Form zum Einsatz. Andererseits ist auch die effektive Verfrachtung bei der Rauchgastrocknung ganz erheblich günstiger als bei der reinen Dampfrocknung. Für die Trocknung von ca. 400 t RBK Tagesleistung kann man die sehr viel kleineren Hochdruckturbinen mit 800 t RBK Tagesleistung verwenden. Entsprechend kommen im vorliegenden Falle die auch sehr voluminösen Schläuche und Rohrleitungen für die Erdgaszuführung im Vergleich zu...

Die Verwendung der im Erdgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe als Brennstoffe ist eine weitere Vereinfachung der Anlage, da diese einerseits mit Rauchgasen von 1000° bis 1200° abgekühlt werden können, andererseits die die Durchdringung der Kohlen und die Trocknung der Kohlen durch die Rauchgase sehr erleichtert werden. Die Kohlenwasserstoffe können auch als Brennstoffe für die Erzeugung von Dampf verwendet werden.

Die weiteren Gasverbrennungen der im Erdgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe sind durch die Auspuffgase der Kohlentrocknung zu realisieren, bei deren Verwendung die Kohlen der Kohlentrocknung verbrennen können. Die Kohlenwasserstoffe sind im Erdgas in der Regel in der Form von Gasen enthalten, die gegen die Anordnung der Turbinen durch geschaltete Sprühventile...



25

[The remainder of the page is heavily obscured by noise and horizontal lines, rendering the text illegible.]

Die Anlagekosten für den Strahlungskessel gehen zwar durch die Verbrennung des Gases unter Druck und Fortfall der Heizfläche für die Wärmenutzung im Bereich des ungünstigen Temperaturgefälles zwischen 700 und 300 - wesentlich zurück. Anstelle dessen treten aber die

- Abgasturbine selbst, doppelt so hoch ausgelagert wie die Abgasreinigung,
- die Gaskompressoren für Luft und Frischgas,
- die Wärmetauscher für das Rauchgas,
- die sehr voluminösen, wärmedisolierten Umwälleutungen für Rauchgas und Verbrennungsluft.

Also auch die Anlagekosten können keine wesentliche Verringerung gegenüber dem drucklos mit Gas befeuerten Kesselbau erfahren.

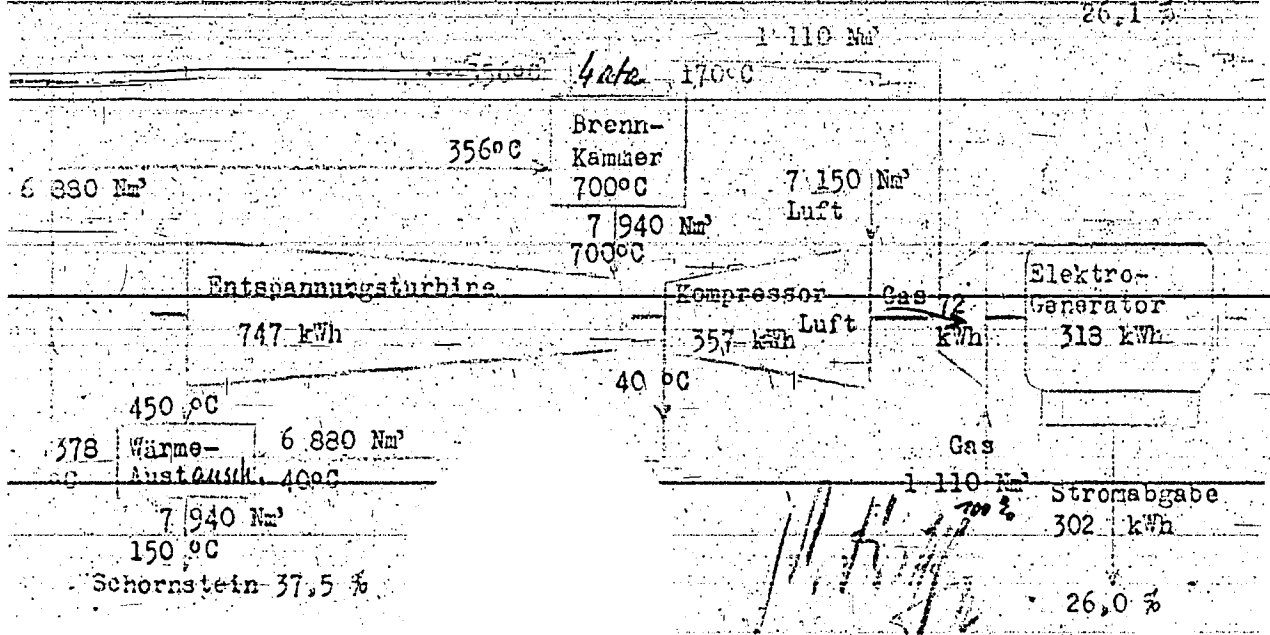
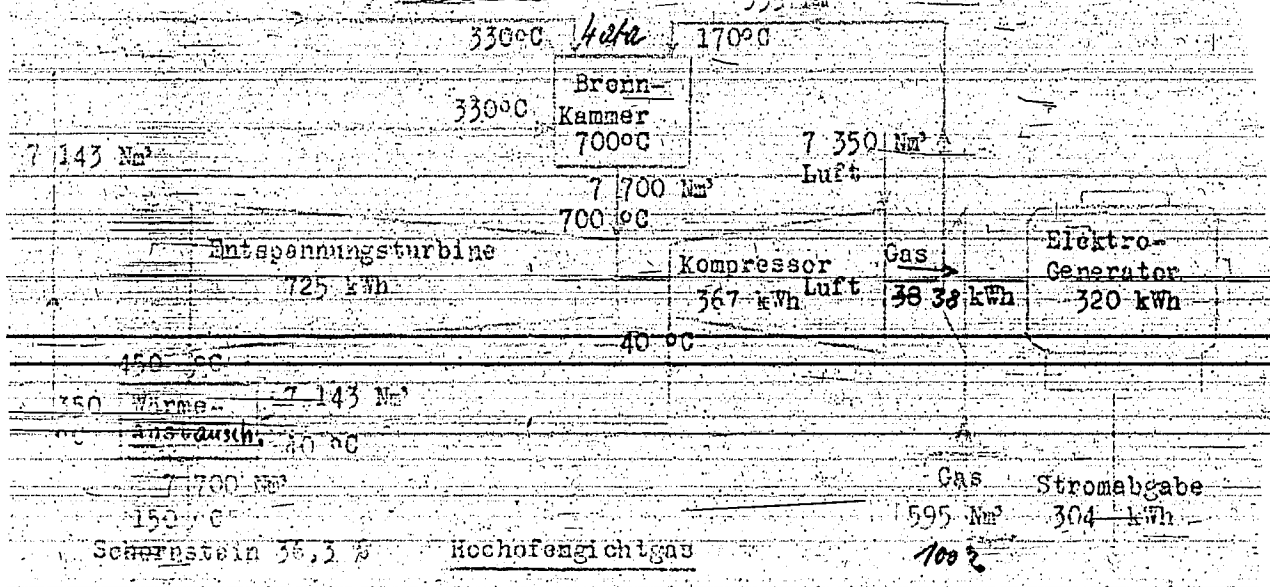
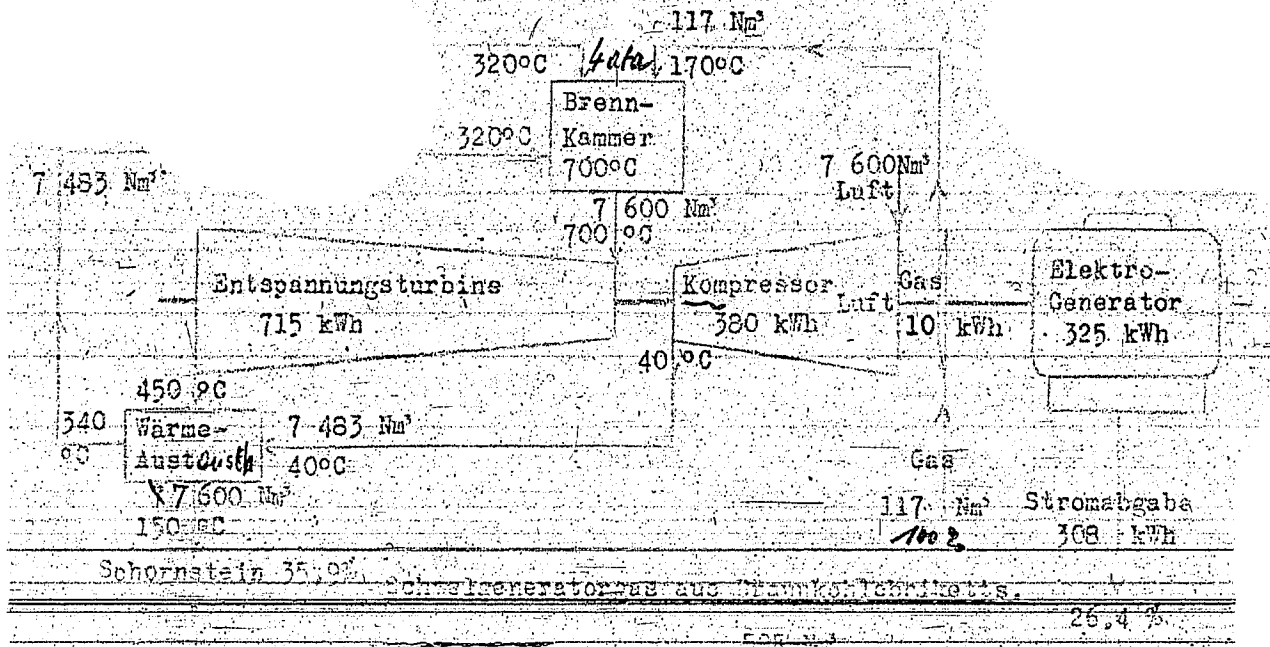
Man kann daraus mit Sicherheit die Schlussfolgerung ziehen, dass es selbst unter den günstigsten Voraussetzungen kaum möglich sein wird, auf Basis nicht schmelzwürdiger Brennstoffe auf dem Umweg über die Vergasung und Abgasreinigung die direkte Verbrennung von BGA in einem Hochdruck-Strahlungskessel zu realisieren. Die zu erreichende Leistung und der Wirkungsgrad sind durch die erforderliche Maßnahme der Feuerleistungen ganz bedingt. Diese hängen sich an die Gasdruckverhältnisse der Gasabdeckung der Turbinen.

Druck	Wärmeleistung	Wärmeleistung	Wärmeleistung	Wärmeleistung
100	100	100	100	100
200	200	200	200	200
300	300	300	300	300
400	400	400	400	400
500	500	500	500	500
600	600	600	600	600
700	700	700	700	700
800	800	800	800	800
900	900	900	900	900
1000	1000	1000	1000	1000

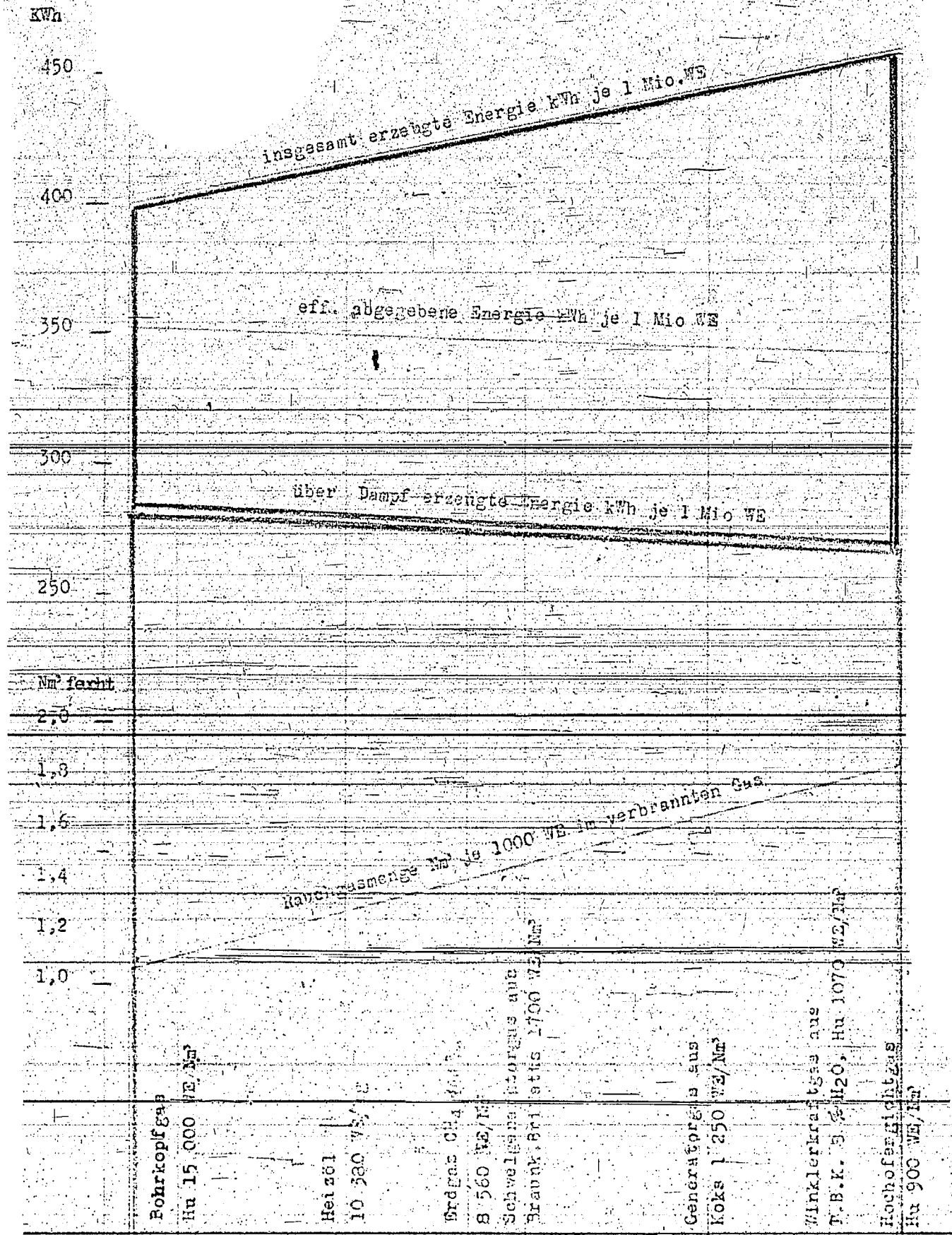
Fließbilder für die Verbrennung verschiedener Gase
 in einer Entspannungsturbine.
 Mengen für 1 Mio WE verbranntes Frischgas.

24245

Methan



Leistung einer Abgasentspannungsturbine
mit vorgeschaltetem Strahlungskessel
beim Betrieb mit versch. Gasen.



rot: In Strahlungskessel über Dampf erzeugte Energie.
blau: In der Abgasentspannungsturbine erzeugte Energie.
schraffiert: Nutzbar abgegebene Energie.

Abgasturbine mit vorgeschalteter Strahlungskessel

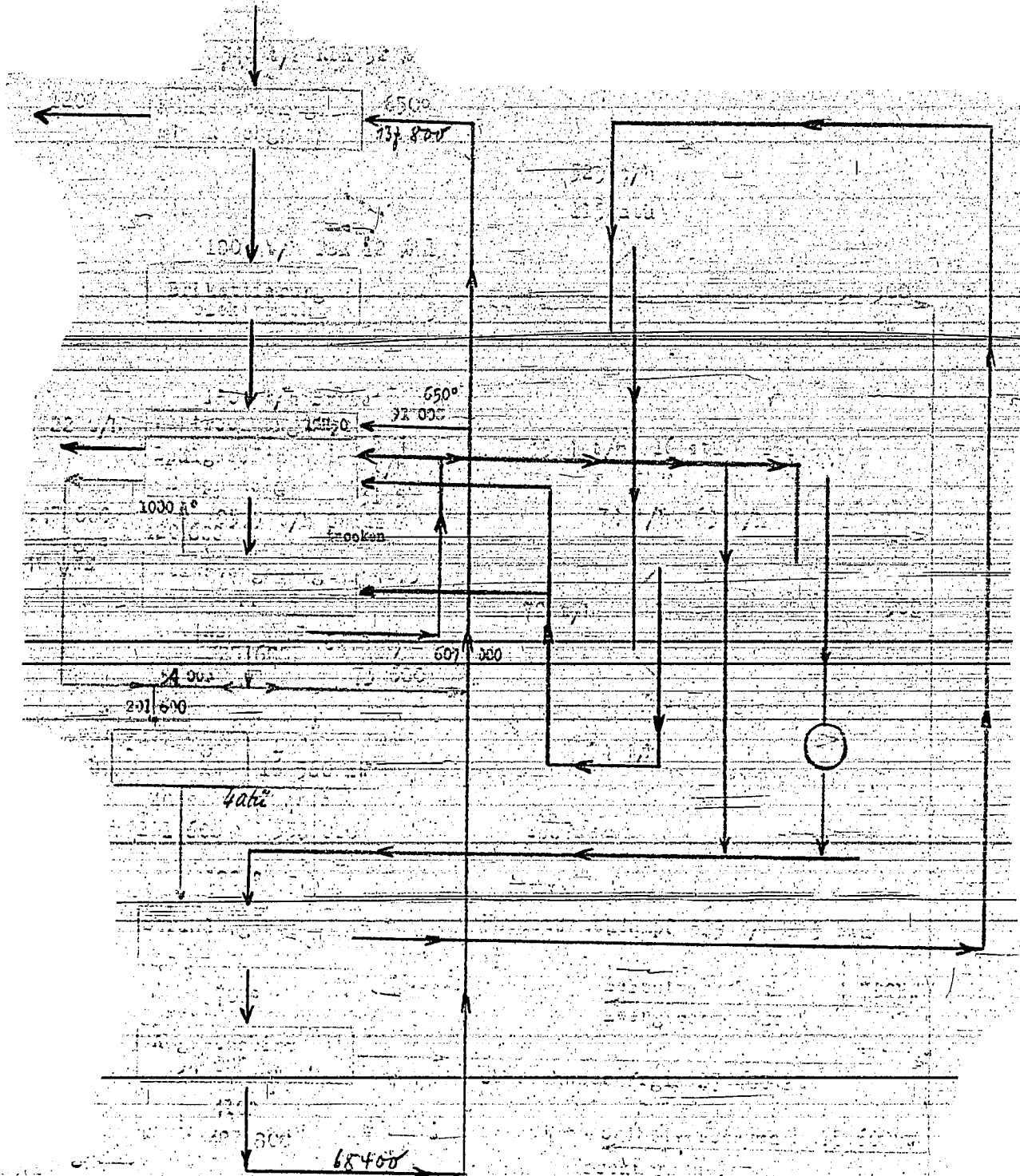
Schwelung von Braunkohlenbriketts

Kohletrocknung mit Rauchgasen

Vergasung des Gradesstaubes nach Eppers

24247

Salzhaltige schwelwürdige Rohbraunkohle 52 % H₂O 7,35 \$ Tonn



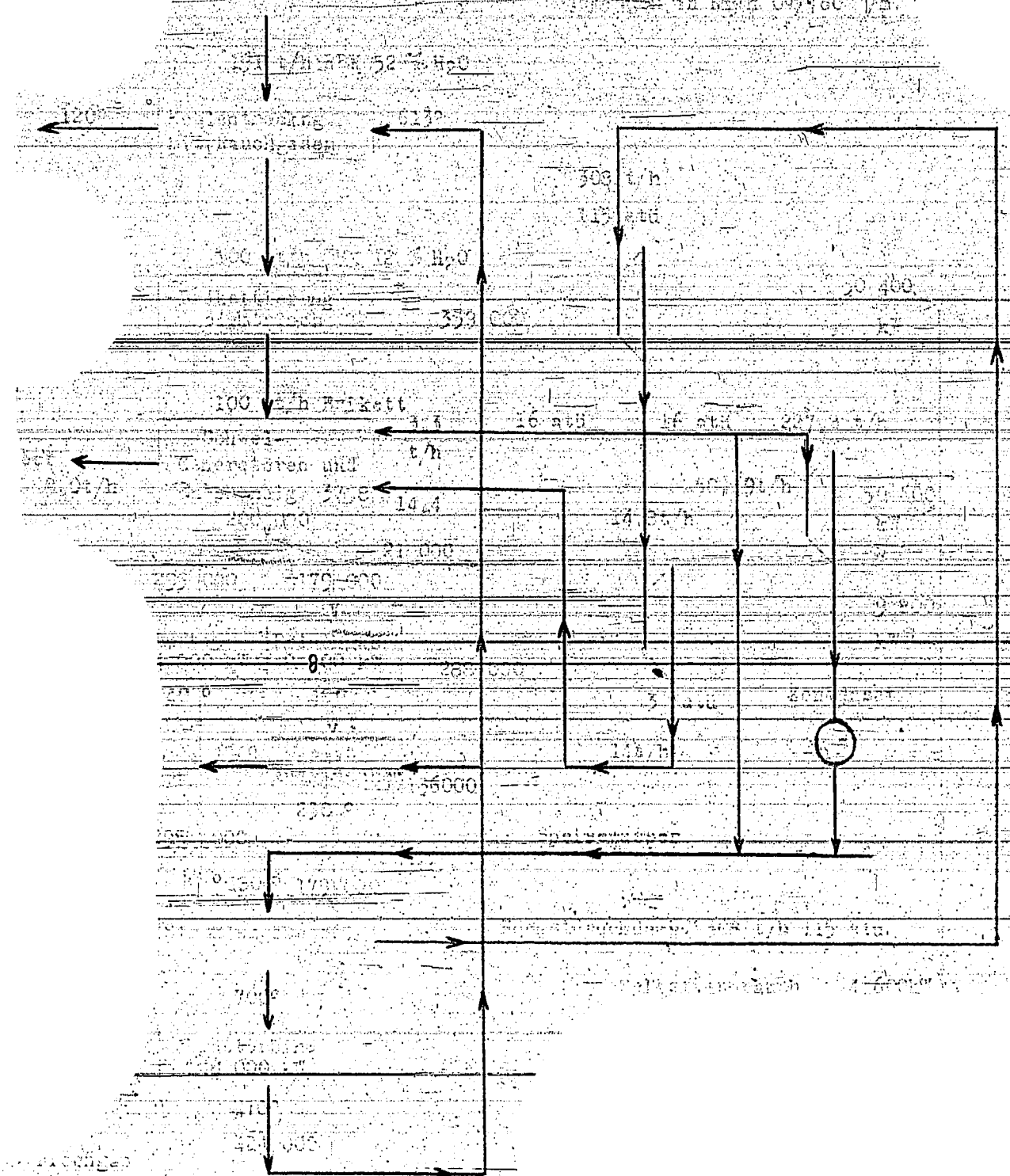
Handwritten notes and signatures at the bottom left of the page, including a signature that appears to be "K. Schumann".

Druckverluste auf Verge...

Schleiferentwurf aus Druckverlustkette
Schleifröhre mit Zählgeräten

Elektrische nicht-selbsttätige Rohrventile 52 H₂O

in Bild 00/460



1. Vorkonzept
 2. Vorkonzept
 3. Vorkonzept
 4. Vorkonzept
 5. Vorkonzept
 6. Vorkonzept
 7. Vorkonzept
 8. Vorkonzept
 9. Vorkonzept
 10. Vorkonzept
 11. Vorkonzept
 12. Vorkonzept
 13. Vorkonzept
 14. Vorkonzept
 15. Vorkonzept
 16. Vorkonzept
 17. Vorkonzept
 18. Vorkonzept
 19. Vorkonzept
 20. Vorkonzept
 21. Vorkonzept
 22. Vorkonzept
 23. Vorkonzept
 24. Vorkonzept
 25. Vorkonzept
 26. Vorkonzept
 27. Vorkonzept
 28. Vorkonzept
 29. Vorkonzept
 30. Vorkonzept
 31. Vorkonzept
 32. Vorkonzept
 33. Vorkonzept
 34. Vorkonzept
 35. Vorkonzept
 36. Vorkonzept
 37. Vorkonzept
 38. Vorkonzept
 39. Vorkonzept
 40. Vorkonzept
 41. Vorkonzept
 42. Vorkonzept
 43. Vorkonzept
 44. Vorkonzept
 45. Vorkonzept
 46. Vorkonzept
 47. Vorkonzept
 48. Vorkonzept
 49. Vorkonzept
 50. Vorkonzept

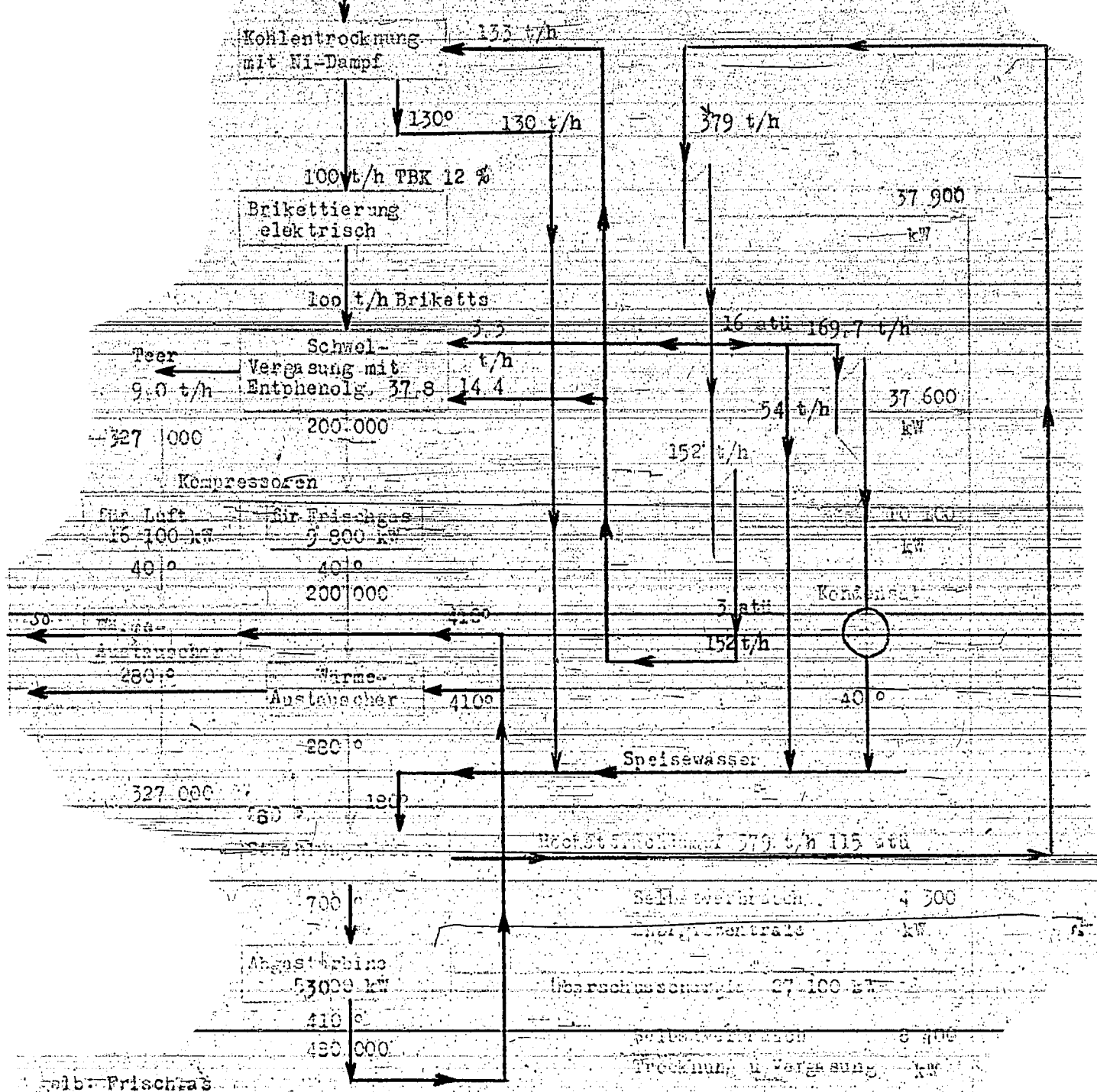
Abgasturbine mit vorgeschalteten Strahlungskessel. **24249**

Schmelzgeneratorsatz aus Braunkohlenbriketts

Kohletrocknung mit Dampf

Salzfreie nicht schmelzbare Braunkohle 52 % H₂O

191 t/h RBK 52 % = Gasmenge in m³/h CO/ 750 m³/m³



gelb: Frischgas
 violett: Rauchgas
 grün: Speisewasser, Kondensat
 blau: Hochdruckdampf 115 u. 16 atü
 rot: Niederdruckdampf 3 atü
 Ström bez. Luft

Selbstverbruch 4 300 kW
 Energiezentrale
 Überschussleistung 37 100 kW
 Selbstverbruch 8 400 kW
 Trocknung u. Vergasung 100 000 kW
 Strömabgabe 100 000 kW

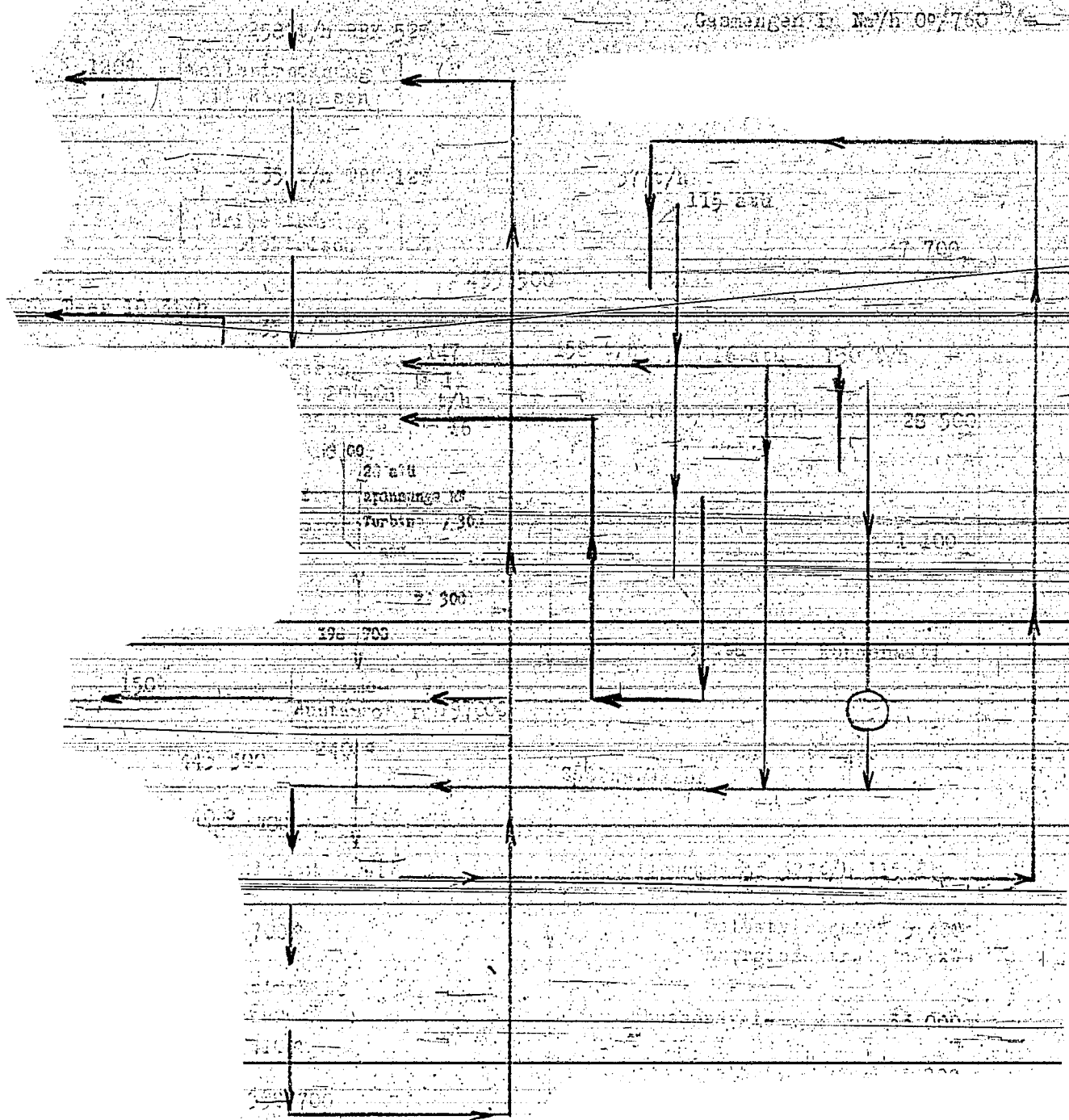
Abgas turbine mit vorgeschaltetem Strahlungskessel.

Lurgi-Druckvergasung von Briketts 12% H₂O bei 20 atü

Trocknung mit Rauchgasen.

Selbstfreie nicht schwelwürdige Rohbraunkohle 52% H₂O; 5,75% Teer.

Gesamengebiet Nr. 10/760



x92 7

...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

