

Nr. 15

Thallium-Emissionen
bei der Herstellung von
Portlandzement-Klinker

LIS-Bericht Nr. 15

Herausgeber:

Landesanstalt für Immissionsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Wallneyer Straße 6
D-4300 Essen 1

1981

ISSN 0720-8499

Emission und interner Kreislauf von Thallium
bei einem Drehrohfen mit Schwebegaswärmeaus-
tauscher zur Herstellung von Portlandzement-
klinker unter Einsatz von Purpurerz als Eisen-
träger

- 1. Bericht -

[las] [las] [Lisch]
K. Welzel und H.D. Winkler

THALLIUM-EMISSIONEN BEI DER HERSTELLUNG VON PORTLANDZEMENT- KLINKER

K. Welzel und H.D. Winkler

Z u s a m m e n f a s s u n g

An einer Drehofenanlage mit Schwebegaswärmetauscher wurden in der Zeit vom 7.12.1979 bis 11.3.1980 Untersuchungen zur Ermittlung der Thalliumemissionen und des Thalliumkreislaufes bei Einsatz von Purpurerz als Eisenträger durchgeführt.

- 1.) Das Thalliumneueinbringen durch Schotter, Purpurerz und Brennstoff ohne Berücksichtigung des Kreislaufmaterials betrug ca. 30 g/h bei einer Beteiligung von ca. 3 g/h durch das Purpurerz.

Der emittierte Thalliummassenstrom lag bei Direkt- und Verbundbetrieb bei 9,9 g/h bzw. 10 g/h.
- 2.) Zwischen Wärmetauscher und Elektrofilter baute sich aufgrund der permanenten Filterstaubrückführung ein interner Tl-Kreislauf von ca. 23 kg/h auf, der in Relation zum Neueinbringen von 30 g Tl/h größenordnungsmäßig um den Faktor - 1 000 - höher lag. Durch Öffnung dieses Kreislaufes, z.B. bei An- und Abfahrvorgängen, CO-Abschaltungen des Elektrofilters sowie Betriebsstillständen, können kurzzeitig extrem hohe Tl-Emissionen auftreten.
- 3.) Erfolgte während des Direktbetriebes eine sofortige Rückführung des im Elektrofilter abgeschiedenen Staubes in den Produktionsprozeß, so wurde der interne Tl-Kreislauf nahezu verdoppelt. Dies führte zu einem Anstieg der Tl-Emissionen von 9,9 auf 36 g/h.
- 4.) Der Thalliumabscheidegrad des Elektrofilters lag bei 99,96 %.
- 5.) Tl-haltige Stäube reicherten sich bevorzugt im letzten Staub-bunker des Elektrofilters an.

6.) Im Reingas des Elektrofilters traten kurzzeitig CO-Spitzen bis zu 2 Vol % auf. Abschaltungen des Elektrofilters fanden dabei nicht statt.

S u m m a r y

In a rotary furnace plant with heat exchanger using purple ore as iron carrier the thallium emissions and thallium circulation were investigated during the period December 7, 1979 to March 3, 1980.

1. The thallium introduced with gravel, purple ore and fuel, disregarding the circulating material, amounted to 30 g/h to which purple ore contributed 3 g/h. The emitted thallium mass flow during direct and interconnected operation reached 9.9 g/h and 10 g/h.
2. Between heat exchanger and electrostatic precipitator about 23 kg Tl per hour circulated due to continuous recirculation of collected dust. This amount was higher by a factor 1000 than the 30 g Tl newly introduced. Interruptions of the cycle for instance start-up and shut-down procedures, CO-shut-offs of the electrostatic precipitators and operational standstills cause extremely high Tl-emissions for short periods of time.
3. Immediate recycling of the dust collected in the electrostatic precipitator to the production process during direct operation doubled the amount of internally circulating thallium and caused an increase of the Tl-emissions from 9.9 to 36 g/h.
4. The thallium collection efficiency of the electrostatic precipitator amounted to 99.96 %.
5. Tl-containing dust tended to collect preferably in the last dust storage container of the electrostatic precipitator.
6. In the cleaned gas of the electrostatic precipitator short-term CO-peaks of up to 2 % by volume occurred. These did not trigger any shut-offs of the electrostatic precipitators.

1. U n t e r s u c h u n g s z i e l

Durch den Schadensfall in der Umgebung des Dyckerhoff-Zementwerkes in Lengerich ist der Schadstoff Thallium erstmalig in der Zementindustrie relevant geworden. Untersuchungsergebnisse über Herkunft, Emissionen sowie Art und Höhe des internen Stoffkreislaufes lagen bis zu diesem Zeitpunkt nicht vor. Zur Klärung dieser Fragen wurden von der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW systematische Untersuchungen an einer Drehofenanlage mit Schwebegaswärmeaustauscher bei Einsatz verschiedener eisenhaltiger Zuschläge durchgeführt. Dieses Material enthielt als Verunreinigung Thallium. Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse bei Einsatz des Zuschlagstoffes Purpurerz wieder.

Weitere Berichte werden die Untersuchungsergebnisse bei Einsatz von Sachtleben-Abbrand (Bericht 2) sowie eines thalliumarmen Eisenerzes (Bericht 3) darstellen.

2. B e s c h r e i b u n g d e r u n t e r s u c h t e n A n l a g e

Bei der untersuchten Anlage handelte es sich um einen Drehrohr-
ofen mit ^{Zyklonvorwärmer} Schwebegaswärmeaustauscher zur Herstellung von Portlandzement-Klinker. Die durchschnittliche Ofenleistung lag bei ca. 45 t/h entsprechend ca. 77,4 t/h Rohmehl. Der Purpurerzeinsatz betrug 0,6 - 0,8 % bezogen auf den Rohmehldurchsatz.

Die Rohmaterialien Schotter und Purpurerz wurden entsprechend Abbildung 1 nach Zwischenbunkerung in Rohmaterialsilos über mechanische Fördersysteme einer Walzenschüsselmühle zugeführt und dort bei Verbundbetrieb (ca. 20 h/d) unter Ausnutzung der in den Ofenabgasen enthaltenen Wärme auf die zur Klinkersinterung erforderliche Feinheit vermahlen. Die Mühlenleistung lag im Normalfall bei ca. 80 t/h. Das vom Ofenabgas aus der Mühle ausgetragene Rohmehl wurde in einem nachfolgenden 3-feldigen Elektrofilter abgeschieden und in mehreren Rohmehlsilos zwischengebunkert.

ohne Wärmeaustausch

Während des Direktbetriebes (ca. 4 h/d) fand keine Rohmehlvermahlung statt. Das Ofenabgas gelangte unter Umgehung der Mühle di-

1. U n t e r s u c h u n g s z i e l

Durch den Schadensfall in der Umgebung des Dyckerhoff-Zementwerkes in Lengerich ist der Schadstoff Thallium erstmalig in der Zementindustrie relevant geworden. Untersuchungsergebnisse über Herkunft, Emissionen sowie Art und Höhe des internen Stoffkreislaufes lagen bis zu diesem Zeitpunkt nicht vor. Zur Klärung dieser Fragen wurden von der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW systematische Untersuchungen an einer Drehofenanlage mit Schwebegaswärmeaustauscher bei Einsatz verschiedener eisenhaltiger Zuschläge durchgeführt. Dieses Material enthielt als Verunreinigung Thallium. Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse bei Einsatz des Zuschlagstoffes Purpurerz wieder.

Weitere Berichte werden die Untersuchungsergebnisse bei Einsatz von Sachtleben-Abbrand (Bericht 2) sowie eines thalliumarmen Eisenerzes (Bericht 3) darstellen.

2. B e s c h r e i b u n g d e r u n t e r s u c h t e n A n l a g e

Bei der untersuchten Anlage handelte es sich um einen Drehrohr-
ofen mit ^{Zyklonvorwärmer} Schwebegaswärmeaustauscher zur Herstellung von Portlandzement-Klinker. Die durchschnittliche Ofenleistung lag bei ca. 45 t/h entsprechend ca. 77,4 t/h Rohmehl. Der Purpurerzeinsatz betrug 0,6 - 0,8 % bezogen auf den Rohmehldurchsatz.

Die Rohmaterialien Schotter und Purpurerz wurden entsprechend Abbildung 1 nach Zwischenbunkerung in Rohmaterialsilos über mechanische Fördersysteme einer Walzenschüsselmühle zugeführt und dort bei Verbundbetrieb (ca. 20 h/d) unter Ausnutzung der in den Ofenabgasen enthaltenen Wärme auf die zur Klinkersinterung erforderliche Feinheit vermahlen. Die Mühlenleistung lag im Normalfall bei ca. 80 t/h. Das vom Ofenabgas aus der Mühle ausgetragene Rohmehl wurde in einem nachfolgenden 3-feldigen Elektrofilter abgeschieden und in mehreren Rohmehlsilos zwischengebunkert.

^{ohne Wärmeaustausch}
Während des Direktbetriebes (ca. 4 h/d) fand keine Rohmehlvermahlung statt. Das Ofenabgas gelangte unter Umgehung der Mühle di-

rekt in das Elektrofilter. Der dort abgeschiedene Staub (ca. 6,5 t/h) sowie der im Einspritzkühler anfallende Feststoff (ca. 1 t/h) wurde in einem separaten Silo gebunkert und bei Verbundbetrieb dem Ofenmehl beigemischt.

Entsprechend der Betriebsweise des Drehofens erfolgte der Ofenmehlabzug aus den Rohmehlsilos mittels mechanischer Förderer. Nach stufenweiser Vorwärmung in einem Zyklonwärmetauscher gelangte das auf ca. 800° C aufgeheizte Material in den Drehofen und wurde dort bei Temperaturen um 1450° C zu Klinker gebrannt. Der heiße Klinker wurde in einem Kühler mittels Luft auf ca. 100° C abgekühlt und über ein Silo den Zementmühlen zur Vermahlung zugeführt.

Die bei der Klinkerkühlung anfallende heiße Abluft gelangte zu ca. 2/3 als Sekundärluft in den Drehofen. Die restliche Abluft wurde in einem Faserstofffilter gereinigt.

Die Beheizung des Drehofens erfolgte mit Braun- und Steinkohlenstaub.

3. Technische Daten der Anlage

3.1. Drehrohrofen

Ofentyp:	Drehrohrofen mit Zyklonvorwärmer
Hersteller:	Polysius
Baujahr:	1965
Abmessungen:	3,8 m Durchmesser, 60 m Länge
Klinkerproduktion:	ca. 1080 t/d
Rohmehl/Klinkerfaktor:	1,72
Primärfeuerung am Ofenkopf:	ca. 6,2 t/h Braunkohle ca. 1,4 t/h Steinkohle

3.2. Klinkerkühlung

Kühltartyp: Fuller Schrägrost-Kühler, Gr. 850
 Hersteller: Claudius Peters
 Kühlluftmenge: max. 122000 m³/h
 Abluftreinigung: Flächenfilter Fa. Lühr, Typ EDK
 Abluftvolumen: 43650 m³/h
 Ablufttemperatur: 125° C

3.3. Rohmahlanlage

Mühlentyp: MPS 250
 Hersteller: Pfeiffer, Kaiserslautern
 Baujahr: 1964
 Leistung: 78,6 t/h bei 23,5 % R 0,09 mm
 Betriebszeit: täglich von 12.00 Uhr bis 8,00 Uhr =
 20 Stunden

3.4. Abgasreinigungsanlage

Filtertyp: Elektrofilter
 Hersteller: ELEX
 Baujahr: 1964
 Anzahl der Kraftfelder: 3
 Anzahl der Hochspannungsaggregate: 3
 Filterspannung: 60 kV

3.5. Verdampfungskühler

Hersteller:	Fa. Bischoff/Essen
Baujahr:	1967
Abmessungen:	5,2 m Durchmesser; 30,25 m Höhe
Düsenzahl:	14 Stck.
eingedüste Wassermenge:	max. 8 m ³ /h bei 25 bar

4. U n t e r s u c h u n g s p r o g r a m m

Die Messungen zur Bestimmung der Feststoffemissionen, getrennt für Verbund- und Direktbetrieb wurden in der Zeit vom 7.12. bis 18.12.1979 durchgeführt. Die Meßstelle befand sich im Abgaskamin (Abb. 2). Zeitgleich wurde in gleicher Meßebeine eine Staubsammelprobe zur Bestimmung des Gehaltes an Thallium, Blei und Arsen gewonnen. Ferner wurden von den nachfolgend aufgeführten Materialien Proben entnommen und auf ihren Thalliumgehalt untersucht:

Schotter

Purpurerz

Rohmehl

abgeschiedener Elektrofilterstaub

Klinker

abgeschiedener Klinkerstaub aus dem Faserstofffilter

Steinkohlenstaub

Braunkohlenstaub

Im Vorfeld der Untersuchung entnommene Filterstaubproben aus dem Elektrofilter gelangten ebenfalls in die Auswertung. Des weiteren wurden von einigen ausgewählten Staubproben aus dem Elektrofilter die Pb-, Zn-, Cd-, S- und Cl-Gehalte bestimmt. In allen Proben wurde der Gesamtthalliumgehalt sowie der Anteil des wasserlöslichen Thalliums ermittelt.

Zur Charakterisierung des Betriebszustandes der Anlage wurden im Reingas hinter dem Elektrofilter folgende gasförmige Abgaskomponenten kontinuierlich gemessen und registriert:

Schwefeldioxid	(SO ₂)
Sauerstoff	(O ₂)
Kohlenmonoxid	(CO)
Kohlendioxid	(CO ₂)

Darüber hinaus wurden die Daten

Temperatur im Abgaskamin
Ofentemperatur
Braunkohlenstaubverbrauch
Steinkohlenstaubverbrauch

ermittelt.

5. Meßstellenanordnung

Zur Ermittlung der Staubkonzentration wurden zwei auf gleicher Meßebene um 90° versetzt angeordnete Meßapparaturen zeitgleich eingesetzt. In gleicher Meßebene erfolgte auch die separate Entnahme der Staubsammelprobe sowie der Abzug des Meßgasstromes für die kontinuierlich arbeitenden Geräte.

6. Meßmethode

6.1. Abgasvolumen

Die Bestimmung des dynamischen und statischen Druckes zur Ermittlung der Abgasgeschwindigkeit in definierter Meßebene erfolgte entsprechend der Richtlinie VDI 2066.

6.2. Feststoffkonzentration

Der Meßgasteilstrom wurde mit einem Kleinstaubmeßgerät (ca. 4 m³/h; Filterkopfsonde Bauart Lurgi) abgesaugt und die Feststoffe in mit Quarzwatte progressiv gestopfter Glasfaser-Extraktions-

hülse der Fa. Schleicher und Schüll abgeschlossen.

Der Filtersonde waren eine Kondensatfalle, Trockenturm, Vakuumpumpe, Gasmengenzähler, U-Rohr und Thermometer nachgeschaltet.

6.3 Feststoffsammelprobe

Die Meßanordnung war aufgebaut wie in Punkt 6.2. beschrieben, mit der Änderung, daß die Feststoffabscheidung in mit Quarzwatte progressiv gestopfter V2A-Hülse erfolgte.

6.4. Tl-Analyse der Feststoffe

Der Aufschluß wurde mit einem Gemisch aus Salpetersäure und Flußsäure durchgeführt. (Die Anwendung von Flußsäure war zum Aufschluß silikatisch gebundenen Thalliums notwendig).

Die Abtrennung begleitender Störkomponenten erfolgte durch Extraktion mit Diäthyläther aus einer 1n HBr-Lösung.

Nach Abdampfung des Äthers wurde der Rückstand in Methylisobutylketon aufgenommen und der quantitative Nachweis mittels Atomabsorption vorgenommen.

Beim Aufschluß kalziumreicher Stäube fällt nach Zusatz von HF reichlich CaF_2 aus, das sich beim letzten Abrauchen nur unvollständig lösen könnte. In diesem Fall sollte die Probe zunächst mit HNO_3 extrahiert werden. Der unlösliche kieselsäurehaltige Rückstand wird dann mit Flußsäure abgeraucht. Beide Probenteile werden vor der Analyse wieder vereinigt.

6.5. SO_2 -, O_2 , CO und CO_2 -Konzentration (kontinuierlich)

Es kamen folgende Meßgeräte zum Einsatz:

SO_2 ... URAS entsprechend Richtlinie
VDI 2462 Bl. 4

O_2 ... OXIGOR (Maihak)

CO ... URAS entsprechend Richtlinie
VDI 2459 Bl. 1

CO₂.... URAS (Hartmann und Braun)

Das entnommene Meßgas strömte vor der Einleitung in die Meßgeräte durch einen Peltier-Kühler.

Alle anfallenden Meßwerte wurden auf Linienschreiber kontinuierlich registriert.

7. Betriebsverhalten der Anlage während der Messungen

Zur Charakterisierung des Betriebsverhaltens der Anlage während der Messungen wurden die im Ofenleitstand registrierten Ofendaten alle 30 min erfaßt und in Betriebsdatenprotokollen niedergelegt. (Anlagen 2 bis 21). Außergewöhnliche Betriebszustände sind gesondert gekennzeichnet. Einige ausgewählte Anlagen-Kenngrößen wurden als Zusammenfassung über die gesamte Meßzeit in den Anlagen 22 bis 27 graphisch dargestellt.

8. M e ß e r g e b n i s s e

8.1. Abgasvolumen

			Verbundbetrieb	Direktbetrieb
Datum			07.12.1979	10.12.1979
Meßzeit			13.00 - 13.15	11.30 - 11.45
Meßquerschnitt	F	m ²	3,1416	3,1416
Abgastemperatur	t	°C	79	118
	T	°K	352	461
Luftdruck	b	mbar	994	970
stat. Druck	p _{st}	mbar	+ 1,45	+ 1,0
absol. Druck	p _o	mbar	995,45	971,0
Feuchtigkeits- gehalt	f	kg/m ³	0,097	0,097
CO ₂ -Gehalt	-	Vol%	18,0	25,0
O ₂ -Gehalt	-	Vol%	10,5	4,0
Dichte	γ	kg/m ³	0,999	0,763
Wurzelwert	-	√mbar	1,16	0,761
mittlere Gas- geschwindigkeit	V _n	m/s	16,4	12,3
Abgasvolumen - feucht -	R _f	m ³ _n /h	138500	77500
Abgasvolumen - trocken -	R _{tr}	m ³ _n /h	121800	68150

8.2. Feststoffemission

8.2.1. Verbundbetrieb

Messung Nr.	Datum	Meßzeit	Massen- Konzentration [mg/m ³ _n]	Massen- strom [kg/h]	
1	10.12.79	13.30-13.54	84	10,23	
2		14.02-14.26	70	8,53	
3		14.35-14.59	104	12,67	
5	11.12.79	13.17-13.41	61	7,43	
15	13.12.79	13.17-13.41	50	6,09	
16		13.51-14.15	92	11,2	
17		14.21-14.45	77	9,38	
18		14.51-15.15	76	9,26	
19		15.20-15.44	70	8,53	
20		15.48-16.12	89	10,84	
24		17.12.79	13.25-13.49	67	8,16
25			13.55-14.19	64	7,79
26			14.24-14.48	64	7,79
27			14.54-15.18	52	6,33
28	15.23-15.47		57	6,94	
Mittelwert			72	8,75	

8.2.2. Direktbetrieb

Messung Nr.	Datum	Meßzeit	Massen- konzentration [mg/m ³ _n]	Massen- strom [kg/h]
4	11.12.79	11.19-11.43	25	1,70
6	12.12.78	11.14-11.38	17	1,16
7		11.46-12.10	15	1,02
8		13.20-13.44	19	1,29
9		13.53-14.17	18	1,23
10		14.24-14.48	14	0,95
11		14.58-15.22	26	1,77
12	13.12.79	9.29- 9.53	33	2,25
13		10.02-10.26	24	1,64
14		10.33-10.57	21	1,43
21	14.12.79	10.15-10.39	23	1,57
22		10.47-11.11	24	1,64
23		11.15-11.39	25	1,70
29	18.12.79	9.18- 9.42	44	3,00
30		10.01-10.25	29	1,98
31		10.30-1054	29	1,98
Mittelwert			24	1,64

8.3. Emission an Tl, Pb und As

8.3.1. Verbundbetrieb

8.3.1.1. Emissionsmessung

Probe-Nr.	Datum	Meßzeit	Thallium (gesamt)		Blei		Arsen	
			[ppm]	[g/h]	[ppm]	[g/h]	[ppm]	[g/h]
4	13.12.79	13.15-18.20	1510	13,9	223	2,06	44	0,41
6	17.12.79	13.20-17.30	1125	8,3	373	2,76	46	0,34
7	"	17.30-19.22	1065	7,9	374	2,77	45	0,33
Mittelwert			1233	10,0	323	2,53	45	0,36

8.3.1.2. Stichprobenentnahme

10	29.01.80	12.20-15.35	573	-	460	-	27	-
12	05.02.80	14.00-17.30	612	-	1003	-	38	-
13	12.02.80	12.45-16.00	753	-	421	-	18	-
16	19.02.80	12.45-16.15	463	-	876	-	32	-
18	26.02.80	12.30-16.00	689	-	794	-	34	-
20	11.03.80	13.55-18.10	528	-	108	-	70	-
Mittelwert			603	-	610	-	37	-

Staubkonzentrationen wurden bei den wöchentlichen Stichproben nicht bestimmt. Eine Berechnung des stündlichen Auswurfes war demzufolge nicht möglich.

8.3.2. Direktbetrieb

8.3.2.1. Emissionsmessung

Probe Nr.	Datum	Meßzeit	Thallium (gesamt)		Blei		Arsen		Be- mer- kung
			[ppm]	[g/h]	[ppm]	[g/h]	[ppm]	[g/h]	
3	12.12.79	10.30-15.30	29024	36,0	2401	2,98	37	0,05	EGR- Staub- rück- füh- rung
2	13.12.79	09.20-10.30	12122	21,5	4780	8,46	204	0,36	*)
5	14.12.79	10.10-11.55	6032	9,9	1367	2,24	38	0,06	

*) EGR-Staubrückführung "Nachlauf"

8.3.2.2. Stichprobenentnahme

11	30.01.80	08.30-11.45	2502	-	1430	-	29	-	
14	06.02.80	02.45-05.15	5599	-	2303	-	32	-	
15	13.02.80	08.30-11.45	3787	-	1969	-	36	-	
17	20.02.80	12.00-12.30	2509	-	1931	-	36	-	
19	27.02.80	09.45-11.45	2158	-	2129	-	38	-	
Mittelwert			3311	-	1952	-	34	-	

Staubkonzentrationen wurden bei den wöchentlichen Stichproben nicht bestimmt. Eine Berechnung des stündlichen Auswurfes war demzufolge nicht möglich.

8.4. Thalliumgehalt der Betriebsproben

8.4.1. Schotter

Der Gesamthalliumgehalt der entnommenen Schotterproben lag zwischen "nicht nachweisbar" und 0,34 ppm.

8.4.2. Purpurerz

Datum	Uhrzeit	wasserlöslicher Tl-Gehalt [ppm]	Gesamt-Tl-Gehalt
10.12.79	13.20	1,0	7,4
11.12.79	13.50	1,0	5,1
13.12.79	15.25	1,0	3,0
29.01.80	13.20	1,0	3,2
05.02.80	15.00	1,0	4,3
12.02.80	14,45	1,0	5,3
19.02.80	15.20	1,0	5,6
26.02.80	16.05	1,0	-
Mittelwert		1,0	4,8

Die Vollanalyse des Purpurerzes wurde vom Lieferanten wie folgt
(in Gew.% bzw. ppm) angegeben:

Fe:	60,2	%	Ti/2:	0,065	%
SiO ₂ :	8,5	%	As:	0,054	%
S:	0,62	%	Sn:	0,05	%
Al ₂ O ₃ :	0,6	%	Cu:	0,047	%
CaO:	0,6	%	Mn:	0,04	%
Pb:	0,52	%	Cl:	0,03	%
Zn:	0,27	%	Sb:	0,02	%
MgO:	0,15	%	Co:	0,009	%
Na:	0,12	%	Cd:	0,001	%
K:	0,1	%	Ni:	0,003	%

In: 12 ppm

Ag: 6 ppm

Tl: 3 ppm

Au: 0,5 ppm

8.4.3. Rohmehl

8.4.3.1. Emissionsmessung

Datum	Uhrzeit	wasserlöslicher Tl-Gehalt [ppm]	Gesamt-Tl- Gehalt	Bemerkung
10.12.79	13.50	33,9	319,4	
11.12.79	14.00	23,4	260,9	
13.12.79	14.45	34,3	369,7	EGR-Staub- Rückführung Nachlauf
17.12.79	15.30	22,4	236,7	
Mittelwert		28,5	296,7	

8.4.3.2. Stichprobenentnahme

29.01.80	13.10	24,4	163,9	
05.02.80	15.30	12,5	122,1	
12.02.80	14.50	16,3	186,1	
19.02.80	15.30	13,6	163,9	
26.02.80	15.55	10,7	145,1	
Mittelwert		15,5	156,2	

8.4.4. Abgeschiedener Elektrofilterstaub (Direktbetrieb)

8.4.4.1. Emissionsmessung

Datum	Uhrzeit	wasserlöslicher Tl-Gehalt	Gesamt-Tl- Gehalt	Bemerkungen
		[ppm]		
11.12.79	11.00	871	2359	
12.12.79	11.15	2463 ^{*)}	6919 ^{*)}	EGR-Staubrück- führung
12.12.79	14.30	322 ^{*)}	2016 ^{*)}	EGR-Staubrück- führung-Nach- lauf
13.12.79	10.30	1306 ^{*)}	4055 ^{*)}	EGR-Staubrück- führung -Nach- lauf
14.12.79	11.40	1183	3103	
17.12.79	11.00	809	2175	
18.12.79	10.30	649	2036	
Mittelwert		878	2418	ohne Staubrück- führung
	mit ^{*)}	1086	3237	mit Staubrück- führung

8.4.4.2. Stichprobenentnahme

30.01.80	10.50	292	1069	
06.02.80	04.45	1235	2982	
13.02.80	10.10	326	1300	
Mittelwert		618	1784	

Im Vorfeld der Untersuchung entnommene Elektrofilterstaubproben erbrachten folgende Analyseergebnisse:

Datum	Uhrzeit	wasserlöslicher Tl-Gehalt	Gesamt-Tl- Gehalt	Bemerkungen
		[ppm]		
24.08.79	10.30	902	2250	
23.11.79	-	486	1607	
27.11.79	-	72	271	EGR-Staubbunker 1
27.11.79	-	53	276	EGR-Staubbunker 2
27.11.79	-	295	979	EGR-Staubbunker 3

8.4.5. Klinker

Bei den entnommenen Klinkerproben lagen die Analysenergebnisse zwischen "nicht nachweisbar" und 0,18 ppm Thallium.

8.4.6. Abgeschiedener Klinkerstaub

Der Gesamt-Thalliumgehalt lag bei den untersuchten Proben zwischen "nicht nachweisbar" und 0,08 ppm.

8.4.7. Steinkohlenstaub

Von den täglich entnommenen Staubproben lagen sämtliche Analyseergebnisse des wasserlöslichen Anteiles unter 1 ppm Tl.

Der Gesamt-Tl-Gehalt lag zwischen 1,2 und 1,8 ppm.

8.4.8. Braunkohlenstaub

Der Gesamt-Thalliumgehalt lag bei den untersuchten Proben zwischen 0,1 und 0,2 ppm.

8.5. Pb-, Zn- und Cd-Gehalt einiger ausgewählter EGR-Staubproben

Datum	Uhrzeit	Pb-Gehalt	Zn-Gehalt [ppm]	Cd-Gehalt	Bemerkungen
24.08.79	10.30	657	159	4,8	Direktbetrieb
30.01.80	10.50	714	70	4,5	"
06.02.80	04.45	2296	71	13,9	"
13.02.80	10.10	640	73	4,5	"

8.6. Schwefel- und Chloridgehalt einiger ausgewählter EGR-Staubproben

Datum	Uhrzeit	Schwefel		Chlorid		Bemerkungen
		wasserlöslich	Gesamt	wasserlöslich	Gesamt	
		[%]		[%]		
24.08.79	10.30	0,351	0,451	0,669	0,756	
23.11.79	-	0,135	0,243	0,403	0,462	
27.11.79	-	0,281	0,344	0,078	0,093	a)
"	-	0,035	0,100	0,068	0,089	b)
"	-	0,124	0,206	0,310	0,347	c)
11.12.79	11.00	0,122	0,230	0,446	0,496	d)
12.12.79	11.15	0,122	0,234	0,436	0,482	d)
"	14.30	0,192	0,285	0,399	0,428	d)
13.12.79	10.30	0,113	0,207	0,382	0,414	d)
14.12.79	11.40	0,088	0,283	0,447	0,522	d)
17.12.79	11.00	0,137	0,272	0,348	0,371	d)

noch 8.6. Schwefel- und Chloridgehalt einiger ausgewählter
EGR-Staubproben

Datum	Uhrzeit	Schwefel		Chlorid		Bemerkungen
		wasser- löslich [%]	Gesamt	wasser- löslich [%]	Gesamt	
18.12.79	10.30	0,168	0,306	0,375	0,399	d)
30.01.80	10,50	0,329	0,582	0,339	0,370	e)
06.02.80	04.45	0,322	0,488	0,324	0,358	e)
13.02.80	10.10.	0,231	0,345	0,398	0,408	e)
20.02.80	11.10.	0,178	0,282	0,233	0,307	e)
27.02.80	11.10	0,161	0,275	0,164	0,203	e)

a), b), c): EGR-Staubbunker Nr. 1-3

d): Zeit der E-Messung

e) Stichprobenentnahme

8.7. Konzentration gasförmiger Abgaskomponenten

8.7.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Der mittlere SO₂-Gehalt über die gesamte Meßzeit lag bei ca. 85 ppm im Verbundbetrieb und 110 ppm im Direktbetrieb. Die Mittelwerte der einzelnen Tagesmeßzeiten sowie die Minimal-/Maximalwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Datum	Verbundbetrieb			Direktbetrieb		
	Mittelwert	Max.-Werte [ppm]	Min.-Werte	Mittelwert	Max.-Werte [ppm]	Min.-Werte
10.12.79	100	110	70	-	-	-
11.12.79	30	50	10	-	-	-

noch 8.7.1. Schwefeldioxid (SO₂)

Datum	Verbundbetrieb			Direktbetrieb		
	Mittelwert	Max.- Werte [ppm]	Min.- Werte	Mittelwert	Max.- Werte [ppm]	Min.- Werte
12.12.79	-	-	-	120	150	100
13.12.79	100	110	70	100	140	80
14.12.79	-	-	-	110	150	100
17.12.79	100	160	50	-	-	-

Alle kontinuierlich registrierten Meßwerte sind als Übersicht in den Anlagen 23 bis 28 zusammengefaßt dargestellt.

8.7.2. Sauerstoff (O₂)

Der mittlere O₂-Gehalt über die gesamte Meßzeit lag im Verbundbetrieb bei 11 Vol% bzw. 4,5 Vol% im Direktbetrieb. Die Mittelwerte der einzelnen Tagesmeßzeiten sowie die Minimal-/Maximalwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Datum	Verbundbetrieb			Direktbetrieb		
	Mittelwert	Max-Wert	Min-Wert	Mittelwert	Max-Wert	Min-Wert
	[Vol%]			[Vol%]		
10.12.79	11,5	12,0	11,0	-	-	-
11.12.79	10,5	13,5	6,5	-	-	-
12.12.79	-	-	-	4,5	6,0	4,0
13.12.79	11,0	12,5	11,5	5,0	6,5	2,5
14.12.79	-	-	-	4,0	4,5	3,0
17.12.79	10,5	11,5	2,0	-	-	-

Alle kontinuierlich registrierten Meßwerte sind als Übersicht in den Anlagen 23 bis 28 zusammengefaßt dargestellt.

8.7.3. Kohlenmonoxid (CO)

Der mittlere CO-Gehalt über die gesamte Meßzeit lag bei ca. 0,4 Vol% im Verbundbetrieb und 0,7 Vol% im Direktbetrieb. Die Mittelwerte der einzelnen Tagesmeßzeiten sowie die Minimal-/Maximalwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Datum	Verbundbetrieb			Direktbetrieb		
	Mittelwert	Max-Wert	Min-Wert	Mittelwert	Max-Wert	Min-Wert
		[Vol%]			[Vol%]	
10.12.79	0,4	1,0	0,1	-	-	-
11.12.79	0,2	0,8	0,1	-	-	-
12.12.79	-	-	-	0,6	1,4	0,1
13.12.79	0,5	1,0	0,1	0,3	0,8	0,1
14.12.79	-	-	-	1,3	2,0	0,5
17.12.79	0,3	0,8	0,1	-	-	-

Alle kontinuierlich registrierten Meßwerte sind als Übersicht in den Anlagen 23 bis 28 zusammengefaßt dargestellt.

8.7.4. Kohlendioxid (CO₂)

Der mittlere CO₂-Gehalt über die gesamte Meßzeit lag im Verbundbetrieb bei 16 Vol% bzw. 24 Vol% bei Direktbetrieb. Die Mittelwerte der einzelnen Tagesmeßzeiten sowie die Maximal-/Minimalwerte sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

8.7.4. Kohlendioxid (CO₂)

Datum	Verbundbetrieb			Direktbetrieb		
	Mittel- Wert	Max-Wert [Vol%]	Min-Wert	Mittel- Wert	Max-Wert [Vol%]	Min-Wert
10.12.79	16	17	15	-	-	-
11.12.79	15	24	14	-	-	-
12.12.79	-	-	-	24	27	21
13.12.79	14	15	13	24	26	21
14.12.79	-	-	-	24	25	23
17.12.79	18	24	16	-	-	-

Alle kontinuierlich registrierten Meßwerte sind als Übersicht in den Anlagen 22 bis 27 zusammengefaßt dargestellt.

9. I n t e r n e T h a l l i u m k r e i s l ä u f e

Nach den vorliegenden Analysenergebnissen verdampft das über Schotter, Erz und Brennstoff eingebrachte Thallium im heißen Teil des Wärmetauschers nahezu quantitativ und gelangt nach Kondensation im kälteren Anlagenteil mit dem Ofengas, gegebenenfalls über die Mühle, in das Gasreinigungssystem (Einspritzkühler, Elektrofilter).

Das dort abgeschiedene Material wird als Rohmehl (Gemisch aus gemahlenem Schotter, Erz und Ofenstäuben) dem Wärmetauscher erneut zugeführt. Hierdurch bildet sich ein interner Tl-Kreislauf (Primärkreislauf) aus.

Für den Verbundbetrieb sind die Tl-Massenströme in Abbildung 28 maßstäblich dargestellt. Aus dem Tl-Gehalt der Einsatz-, Brenn- und Kreislaufstoffe errechnet sich das Tl-Einbringen in das Ofensystem wie folgt:

Schotter:	28,5 g Tl/h
Erz:	3,2 g Tl/h
Brennstoff:	3,6 g Tl/h
E-Filterstaub aus Direktbetrieb:	4208 g Tl/h
Einspritzkühlerstaub aus Direktbetrieb:	362 g Tl/h
E-Filterstaub (Kreislauf):	21041 g Tl/h
Staub-Einspritz- kühler (Kreislauf):	1808 g Tl/h
Einbringen:	27454,3 g Tl/h

Das über die Rohmehlbestandteile errechnete Tl-Einbringen steht in guter Übereinstimmung mit dem direkt aus der Rohmehlanalyse ermittelten Massenstrom von 27591 g Tl/h.

Für das Tl-Ausbringen wurden bei Verbundbetrieb errechnet:

E-Filterstaub (Kreislauf):	21041 g Tl/h
Staub-Einspritz- kühler:	1808 g Tl/h
Rohmehl-Direkt- betrieb:	4604 g Tl/h
Klinker:	8,1 g Tl/h
Emission:	10 g Tl/h
Summe Ausgang:	27471,1 g Tl/h

Aus den vorstehenden Zahlen wird deutlich, daß sich bei Verbundbetrieb im geschlossenen System "Wärmetauscher-Mühle-Elektrofilter-Silo-Wärmetauscher" ein Thalliumkreislauf aufbaut, der mit nahezu 23 kg/h im Vergleich zum Neuzugang zum System (Erz und Schotter) von ca. 30 g/h größenordnungsmäßig um den Faktor -1000- höher liegt. Wird dieser Kreislauf geöffnet, z.B. bei An- und Abfahrvorgängen, CO-Abschaltungen des Elektrofilters sowie Betriebsstill-

ständen, so können kurzzeitig hohe Thalliumemissionen auftreten.

Beim Direktbetrieb ist der primäre Tl-Kreislauf geöffnet. Der im Elektrofilter anfallende Ofenstaub sowie der Einspritzkühler-Staub werden im Normalfall in einem separaten Silo gebunkert und erst bei Verbundbetrieb dem Rohmehl wieder zugeführt. Das bei Direktbetrieb eingesetzte Rohmehl wurde jedoch im Verbundbetrieb erzeugt und enthält somit ebenfalls Tl-haltige Ofenstäube. Der Tl-Gehalt des Direktbetrieb-Rohmehls ist mit dem Verbundbetrieb-Rohmehl identisch. Es bildet sich demzufolge mit zeitlicher Verzögerung über die Rohmehlsilos ein sekundärer Tl-Kreislauf aus. Der Stoffkreislauf verändert sich nur geringfügig (siehe Abb. 29). Der Anteil der einzelnen Stoffe ist für den Direktbetrieb wie folgt:

<u>Eingang:</u>	Schotter:	24	g Tl/h
	Erz:	3	g Tl/h
	Brennstoff:	4	g Tl/h
	E-Filterstaub (Verbundbetrieb):	21041	g Tl/h
	Staub-Einspritz- kühler:	1808	g Tl/h
	Summe:	22880	g Tl/h

Die Summe dieser Eingangsstoffe stellt die mit dem Rohmehl eingebrachte Tl-Fracht dar und steht in guter Übereinstimmung mit den direkt aus der Rohmehlanalyse ermittelten 22988 g Tl/h.

Für das Tl-Ausbringen wurden bei Direktbetrieb errechnet:

E-Filterstaub ins Silo:	21041	g Tl/h
Staub-Einspritz- kühler:	1808	g Tl/h
Klinker:	8	g Tl/h
Emission:	10	g Tl/h
Summe Ausgang:	22867	g Tl/h

Aus den vorstehenden Zahlen sowie der graphischen Darstellung gemäß Abb. 30 ist erkennbar, daß sich mit zeitlicher Verzögerung über die Rohmehlsilos ebenfalls ein Tl-Kreislauf in der Größe des Verbundbetriebes aufbaut und bei Öffnung zu kurzzeitigen Emissionsspitzen führen kann. Beim Vergleich der Fließbilder Verbundbetrieb und Direktbetrieb ist zu beachten, daß dem Verbundbetrieb eine 20-stündige Betriebsdauer, dem Direktbetrieb jedoch nur eine 4-stündige Betriebsdauer zugrundeliegt.

Am 12. und 13.12.1979 trat bei Direktbetrieb insoweit eine für die Thalliumemissionen entscheidende Besonderheit auf, als im Gegensatz zu der sonst üblichen Zwischenbunkerung des Elektrofilterstaubes dieses Material wegen Störungen im Staubbördersystem mittels Fullerpumpe (siehe Abbildung 1) direkt dem Rohmehl vor dem Wärmetauscher zugeführt wurde. Hierdurch wurde ein sonst nur bei Verbundbetrieb üblicher primärer Tl-Kreislauf installiert, der aufgrund des zusätzlichen Einbringens zu einem Anstieg des Tl-Gehaltes im Elektrofilterstaub von 2418 ppm auf 6919 ppm führte. Gleichzeitig erhöhte sich der Thalliumgehalt im Reingas von 6032 ppm auf 29024 ppm (2,9 %) entsprechend einem Auswurf von 36 g/h gegenüber 9,9 g/h.

Der Tl-Abscheidegrad des Elektrofilters von 99,96 % bei Verbund- und üblichem Direktbetrieb blieb jedoch auch in diesem Sonderfall unter Berücksichtigung der in der Bilanzierung enthaltenen Unsicherheiten mit 99,93 % konstant.

10. E r g e b n i s

Beim betriebszeitmäßig überwiegenden Verbundbetrieb (mit Mühle) betrug die mittlere Feststoffkonzentration im Reingas 72 mg/m^3_n entsprechend einem stündlichen Auswurf von 8,75 kg/h. Der Thalliumgehalt in dieser Feststoffmenge lag im Mittel bei 1233 ppm (0,12 %) entsprechend 10 g/h. Die entsprechenden Werte für Blei wurden mit $323 \text{ ppm} \hat{=} 2,5 \text{ g/h}$ bzw. für Arsen mit $45 \text{ ppm} \hat{=} 0,36 \text{ g/h}$ ermittelt.

Während des täglich für ca. 4 h auftretenden Direktbetriebes (ohne Mühle) betrug die mittlere Feststoffkonzentration im Reingas

24 mg/m³_n entsprechend einem stündlichen Auswurf von 1,64 kg/h. Der Thalliumgehalt in dieser Feststoffmenge lag bei der betriebsüblichen Fahrweise bei 6032 ppm (0,6 %) gleich 9,9 g/h. Die entsprechenden Werte für Blei wurden mit 1367 ppm = 2,2 g/h bzw. für Arsen mit 38 ppm = 0,06 g/h ermittelt.

Beim Direktbetrieb trat am 12. und 13.12.1979 insoweit eine für die Thalliumemission entscheidende Besonderheit auf, als im Gegensatz zu der sonst üblichen Zwischenbunkerung des im Elektrofilter abgeschiedenen Staubes dieses Material wegen Störungen im Staubbördersystem mittels Fullerpumpe (siehe Abbildung 1) direkt dem Rohmehl vor dem Wärmetauscher wieder zugeführt wurde. Dies hatte einen Anstieg des Thalliumgehaltes im Reingasstaub von 6032 ppm auf 29024 ppm (2,9 %) zur Folge, entsprechend einem Auswurf von 36 g/h gegenüber 9,9 g/h.

Der Thalliumgehalt des als Eisenträger eingesetzten Purpurerzes lag im Mittel bei 4,8 ppm. Bei einer durchschnittlichen Erzdosierung von 8 kg/t Rohmehl errechnet sich der stündliche Erzeinsatz zu 619,2 kg, entsprechend 3,0 g Thallium. Die durch den Schotter eingebrachte Tl-Menge betrug 23,9 g/h.

Der Tl-Gehalt des Rohmehls lag während der Messung im Mittel bei 297 ppm. Hierbei ist darauf hinzuweisen, daß das Rohmehl ein Gemisch aus Einsatzstoffen und Filterstäuben darstellt.

Der Tl-Gehalt der aus dem Wärmetauscher vom Abgasstrom mitgenommenen Stäube kann mit den beim Direktbetrieb im abgeschiedenen Elektrofilterstaub festgestellten 3237 ppm Tl gleichgesetzt werden. Das Gemisch dieser Stoffe führt zu dem Tl-Gehalt des Rohmehls von 297 ppm.

Bedingt durch die permanente Rückführung der Tl-haltigen Elektrofilterstäube (bei Verbundbetrieb im Rohmehl, bei Direktbetrieb durch Zwischenbunkerung und nachträglicher Zugabe während des Verbundbetriebes) baut sich zwischen Wärmetauscher und Elektrofilter ein Tl-Kreislauf auf, der bei ca. 23 kg/h liegt und damit im Vergleich zum eigentlichen Stoffeinsatz von 30 g Tl/h größenordnungsmäßig um den Faktor -1000- höher liegt. Wird dieser Kreislauf geöffnet, z.B. bei An- und Abfahrvorgängen, CO-Abschal-

tungen des Elektrofilters sowie Betriebsstillständen, so können kurzzeitig extrem hohe Tl-Emissionen auftreten. Bei den im Anschluß an die Emissionsmessungen 1 x wöchentlich entnommenen Stichproben lag der Tl-Gehalt sowohl beim Verbund- wie auch beim Direktbetrieb um ca. 50 % niedriger. Da sich der Tl-Gehalt im Rohmehl in gleicher Zeit ebenfalls um ca. 50 % reduzierte, wird vermutet, daß durch regelmäßige, tägliche Wartungsarbeiten im Wärmetauscher der Tl-Kreislauf gestört war und nicht das bei der Messung festgestellte hohe Niveau erreichte.

T a b e l l e n - u n d B i l d a n h a n g

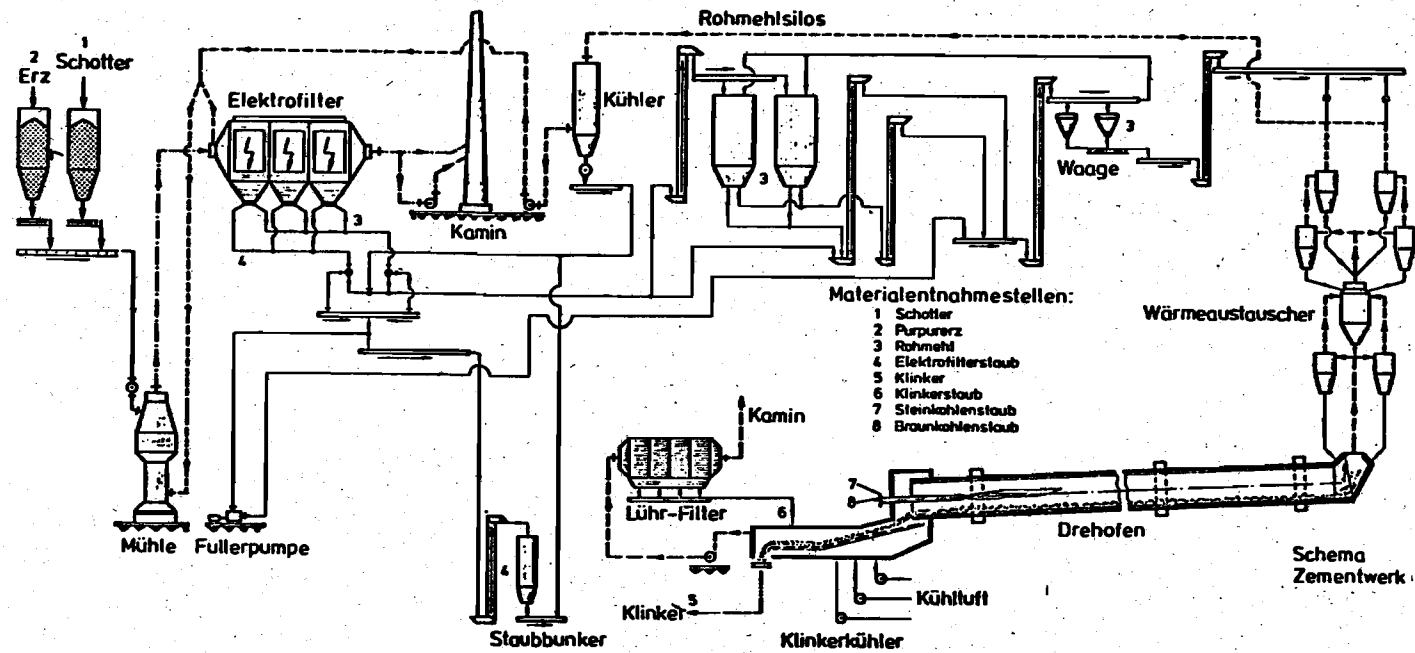


Abb. 1: Schema des Zementwerkes

Datum		10. 12. 1979		Verb.-Betrieb																
Uhrzeit		→		13 ⁰⁰	14 ⁰⁰															
Braunkohle	t / h	5,4	5,4																	
Steinkohle	t / h	1,5	1,5																	
Rohmehl	t / h	75	75																	
Schotter	t / h	82	82																	
Erz	%	0,8	0,8																	
Mater. Einlauf, links	° C	-	-																	
rechts	° C	850	860																	
Zyklon I, links	° C	-	-																	
rechts	° C	920	890																	
Zyklon III	° C	680	670																	
Abgas links	° C	370	365																	
rechts	° C	370	365																	
Druck	mm WS	510	520																	
Sekundärluft	° C	980	1040																	
Ofentemperatur	° C	1580	1580																	
Eintritt EGR	° C	75	78																	
Bemerkungen :																				

Abb. 2: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 10.12.1979

Datum		11.12.1979		Dir.-B. \leftrightarrow Verb.-Betrieb											
Uhrzeit		→													
		10 ⁰⁰	11 ⁰⁰	12 ⁰⁰	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰								
Braunkohle	t / h	5,0	5,0	5,2	5,6	5,6	5,6								
Steinkohle	t / h	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5								
Rohmehl	t / h	70	70	72	75	75	75								
Schotter	t / h	-	-	50	60	60	60								
Erz	%	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8								
Mater. Einlauf, links	° C	-	-	-	-	-	-								
	rechts	840	820	820	820	830	830								
Zyklon II, links	° C	-	-	-	-	-	-								
	rechts	860	880	890	890	880	880								
Zyklon III	° C	680	680	670	660	650	650								
Abgas	links	375	370	380	365	365	365								
	rechts	375	370	370	375	365	365								
	Druck	mm. WS	500	510	540	540	520	520							
Sekundärluft	° C	1020	920	880	940	990	980								
Ofentemperatur	° C	1540	1550	1530	1530	1540	1540								
Eintritt EGR	° C	-	-	-	-	-	-								

Bemerkungen: 9.40 Uhr - Ansätze im Ofen abgeschossen. 11.50-12.10 Uhr - Reinigung Ofeneintritt (Materialaufg.). Braunkohlenregelbereich in der Aufgabe = + ca. 600-1000 kg (fehlerhafte Reglerklappe).

Abb. 3: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 11.12.1979

Datum		12. 12. 79		Dir. - Betrieb										← Verb. - Betrieb				
Uhrzeit		→		9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	11 ¹⁵	11 ⁴⁵	12 ¹⁵	13 ¹⁵	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰				
Braunköhle	t / h	-	-	5,0	5,0	5,2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2	5,0	5,2					
Steinkohle	t / h	-	-	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5					
Rohmehl	t / h	-	-	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75					
Schotter	t / h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Erz	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
Mater. Einlauf, links	° C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
rechts	° C	-	-	850	850	840	850	860	860	860	860	860	860					
Zyklon II, links	° C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
rechts	° C	-	-	830	860	860	860	870	870	880	880	880	880					
Zyklon III	° C	-	-	680	660	680	670	670	680	680	680	680	680					
Abgas	links	° C	-	370	370	370	370	370	380	380	375	375						
	rechts	° C	-	370	370	375	375	375	380	380	375	375						
	Druck	mm. WS.	-	510	500	500	500	510	510	510	500	500						
Sekundärluft	° C	-	970	930	880	930	950	980	1000	1000	1000							
Ofentemperatur	° C	-	-	1470	1460	1450	1430	1500	1520	1530	1550	1550						
Eintritt EGR	° C	-	-															

Bemerkungen: Mühlenreparatur. E-Filterstaub mit "Fullerpumpe" direkt zum Becherwerk - W.T.-Aufgabe - also nicht wie sonst (ohne Fullerpumpe) ins Silo.

Abb. 4: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 12.12.1979

Datum		13.12.1979		Dir.-Betrieb ←										→ Verbund-Betrieb				
Uhrzeit		→																
		8 ⁰⁰	8 ³⁰	9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	12 ⁰⁰	12 ³⁰	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	15 ⁰⁰	16 ⁰⁰	17 ⁰⁰	18 ⁰⁰	19 ⁰⁰
Braunkohle	t / h	5,2	5,2	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	6,4	5,4	6,6	5,4	5,4	5,8	6,0
Steinkohle	t / h	1,3	1,3	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6	1,6
Rohmehl	t / h	70	70	70	70	70	70	70	65	75	73	73	70	75	75	75	75	75
Schotter	t / h									80	85	85	85	86	86	86	86	86
Erz	%									0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Mater. Einlauf, links	° C	860	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	840	850	850	850	850	850
rechts	° C	850	850	850	850	860	850	850	860	850	860	850	850	850	850	850	840	840
Zyklon I, links	° C	860	880	885	860	870	840	840	890	890	900	900	900	900	880	860	860	860
rechts	° C	880	890	880	870	880	860	850	890	880	880	890	890	890	890	890	870	870
Zyklon III	° C	700	700	720	700	710	720	740	720	690	690	700	710	700	700	700	700	700
Abgas links	° C	380	380	380	385	380	385	370	405	375	370	380	380	375	375	375	370	370
rechts	° C	380	380	380	385	380	380	375	400	375	380	385	380	375	375	375	375	375
Druck	mm WS	490	480	490	490	480	480	490	520	560	560	560	540	520	520	520	520	520
Sekundärluft	° C	800	800	840	760	780	680	780	1020	1060	840	780	1000	1020	1020	900	900	900
Ofentemperatur	° C	1380	1220	1390	1100	←			1100	1440	1380	1320	1400	1520	1480	1520	1500	1520
Eintritt EGR	° C																	

Abb. 5: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 13.12.1979

Datum		14. 12. 1979		Dir. - Betrieb														
Uhrzeit		→		8 ⁰⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰									
Braunkohle	t / h	D 1000 °C Ofentemperatur bei etwa		5,4	5,4	5,5	5,6	5,6										
Steinkohle	t / h			1,6	1,6	1,7	1,8	1,8										
Rohmehl	t / h			73	74	74	74	74										
Schotter	t / h																	
Erz	%																	
Mater. Einlauf, links	° C			840	840	840	840	850										
rechts	° C			860	870	860	860	870										
Zyklon II, links	° C			910	890	890	880	880										
rechts	° C			970	940	940	920	900										
Zyklon III	° C			700	710	700	700	700										
Abgas links	° C		380	370	370	365	370											
rechts	° C		390	380	375	375	370											
Druck	mm. WS		490	490	480	490	480											
Sekundärluft	° C		1000	1000	980	960	960											
Ofentemperatur	° C		1490	1570	1500	1460	1460											
Eintritt EGR	° C		—	—	—	—	—											

Abb. 6: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 14.12.1979

Datum		17. 12. 1979		Dir.-Betrieb ← φ → Verbund-Betrieb															
Uhrzeit		→																	
		10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰		12 ³⁰	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	16 ⁰⁰	17 ⁰⁰	18 ⁰⁰	19 ⁰⁰	20 ⁰⁰	
Braunkohle	t / h	5,6	5,6	5,5	5,4	5,4		5,4	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	
Steinkohle	t / h	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8		1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Rohmehl	t / h	70	70	70	72	72		74	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	
Schotter	t / h							80	80	82	82	82	82	82	82	82	82	82	
Erz	%							9,8	→ durchgehend →										9,8
Mater. Einlauf, links	° C	840	840	840	840	840		840	830	820	820	840	840	850	850	840	840	840	
rechts	° C	820	830	850	850	840		840	840	830	830	840	840	840	850	850	850	850	
Zyklon I, links	° C	870	860	870	870	880		880	900	880	880	880	880	880	880	880	880	880	
rechts	° C	900	870	890	900	880		890	870	860	870	870	870	860	886	860	860	870	
Zyklon III	° C	700	700	710	700	700		700	680	690	690	700	690	700	690	690	690	680	
Abgas links	° C	370	375	375	360	370		370	380	380	380	380	380	375	375	370	380	370	
rechts	° C	360	365	375	370	380		380	370	365	380	385	370	375	375	370	370	370	
Druck	mm. WS	510	520	530	550	560		560	570	580	570	570	565	560	560	570	570	570	
Sekundärluft	° C	910	930	950	880	880		880	900	900	910	930	900	880	880	930	900	900	
Ofentemperatur	° C	1520	1400	1360	1460	1470		1470	1460	1460	1480	1480	1460	1470	1480	1460	1480	1470	
Eintritt EGR	° C	—	—	—	—	—		80	82	80	82	84	80	80	82	80	80	80	

Abb. 7: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 17.12.1979

Datum :		18.12.1979		Dir.-Betrieb											
Uhrzeit		→													
		8 ³⁰	9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰						
Braunkohle	t / h	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4						
Steinkohle	t / h	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7						
Rohmehl	t / h	72	72	72	72	72	72	72	72						
Schotter	t / h	—	—	—	—	—	—	—	—						
Erz	%	—	—	—	—	—	—	—	—						
Mater. Einlauf, links	° C	850	850	860	860	860	850	850	850						
	rechts	° C	860	860	860	860	850	860	840	840					
Zyklon I, links	° C	900	900	900	900	900	890	900	900						
	rechts	° C	900	900	890	890	900	890	890	890					
Zyklon III	° C	690	690	690	690	690	670	680	680						
Abgas	links	° C	370	370	370	375	375	380	380	375					
	rechts	° C	380	380	375	375	375	375	370	375					
	Druck	mm. WS	500	500	500	510	510	510	510	510					
Sekundärluft	° C	900	900	920	940	920	960	970	960						
Ofentemperatur	° C	1480	1440	1460	1480	1490	1500	1570	1500						
Eintritt EGR	° C	—	—	—	—	—	—	—	—						

Abb. 8: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 18.12.1979

Datum		29. 1. 80		Sammelprobe - Verbund Betr.														
Uhrzeit		→		12 ¹⁵	12 ³⁵	13 ⁰⁰	13 ²⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰						
Braunkohle	t / h	3,8	3,8	4,0	4,0	4,2	4,2	4,2	4,0	4,2								
Steinkohle	t / h	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7								
Ronmehl	t / h	71	71	71	71	71	72	72	72	72								
Schotter	t / h	75	80	80	82	82	85	85	85	85								
Erz / Gips	%	$\frac{98}{98}$	$\frac{98}{98}$	→ gleichbleibend						→								
Mater. Einlauf,	links	° C	870	870	860	860	860	860	860	860	860	860						
	rechts	° C	870	850	830	830	830	830	830	830	860							
Zyklon II,	links	° C	850	850	860	860	890	890	890	890								
	rechts	° C	980	980	980	980	940	920	920	920	930							
Zyklon III	° C	620	620	620	620	620	620	620	620	600								
Abgas	links	° C	375	375	370	370	360	360	360	360	360							
	rechts	° C	375	375	370	370	370	360	360	360	360							
	Druck	mm WS	570	570	580	580	570	580	580	590	580							
Sekundärluft	° C	940	940	950	950	980	950	925	930	960								
Ofentemperatur	° C	1520	1550	1530	1510	1480	1500	1520	1530	1500								
Eintritt EGR	° C	82	82	82	82	80	80	80	80	80								

Abb. 9: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 29.01.1980

Datum		30.1.80		Sammelprobe - Dir. Betrieb														
Uhrzeit		→		8 ⁰⁰	8 ³⁰	9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰						
Braunkohle	t / h			4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2						
Steinkohle	t / h			2,2	2,2	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6						
Rohmehl	t / h			63	63	66	67	67	68	68	69	69						
Schotter	t / h			—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Erz / Gips	%			—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Mater. Einlauf, links	° C			980	980	980	860	860	860	860	860							
rechts	° C			980	980	980	880	880	870	860	860							
Zyklon <u>II</u> , links	° C			920	920	930	900	900	900	900	890	900						
rechts	° C			1060	1060	1040	980	980	980	980	940	930						
Zyklon <u>III</u>	° C			640	640	620	620	620	620	620	610	615						
Abgas links	° C			400	400	400	375	375	370	370	370	370						
rechts	° C			400	400	380	375	375	370	370	360	370						
Druck	mm WS			520	520	540	540	540	540	530	530	540						
Sekundärluft	° C			1020	1020	820	860	900	940	980	1020	960						
Ofentemperatur	° C			1100	1380	1420	1390	1390	1400	1400	1420	1360						
Eintritt EGR	° C			60	60	60	60	60	55	55	55	60						

Abb. 10: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 30.01.1980

Datum		Sammelprobe - Verbund Betr.														
Uhrzeit		13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰	16 ³⁰	17 ⁰⁰	17 ³⁰	18 ⁰⁰				
Braunkohle	t / h	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4				
Steinkohle	t / h	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6				
Rohmehl	t / h	67	67	67	67	67	67	68	68	68	68	69				
Schotter	t / h	75	75	75	75	75	75	80	80	80	80	80				
Erz / Gips	%	0,5 / 0,5	gleichbleibend													
Mater. Einlauf, links	° C	830	830	830	830	830	830	850	850	850	850	860				
rechts	° C	840	840	840	840	840	860	860	860	860	850	860				
Zyklon I, links	° C	870	870	870	870	870	870	870	870	880	900	870				
rechts	° C	870	870	870	870	880	880	880	880	880	880	870				
Zyklon III	° C	620	620	600	600	600	600	600	600	620	625	620				
Abgas links	° C	360	360	360	360	360	360	360	360	360	370	360				
rechts	° C	350	360	360	360	360	360	360	360	360	370	360				
Druck	mm WS	630	630	bis Aufschlag, nicht mehr ablesbar,												
Sekundärluft	° C	860	850	890	890	860	900	900	920	930	940	920				
Ofentemperatur	° C	1540	1520	1500	1480	1500	1520	1530	1550	1510	1480	1450				
Eintritt EGR	° C	82	82	82	82	80	80	80	80	80	80	80				

Abb. 11: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 05.02.1980

LIS-Bericht Nr. 1045 (1984)

Datum		Sammelprobe - Dir. Betrieb														
6.2.80 ↓ : 30																
Uhrzeit		2°	3°	3°	3°	4°	4°	5°	5°							
Braunkohle	t / h	4,00														
Steinkohle	t / h	2,0	2,6	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5							
Rohmehl	t / h	66,5	66,5	60	60	63	65	65	65							
Schotter	t / h	3,0														
Erz	%	80														
Maier, Einlauf, links	° C	840	840	850	850	850	830	850	850							
rechts	° C	860	860	850	860	860	840	840	840							
Zyklon I, links	° C	910	900	890	880	880	920	910	900							
rechts	° C	850	850	860	870	870	880	870	870							
Zyklon II	° C	600	600	580	630	630	630	620	620							
Abgas links	° C	350	350	350	370	370	380	370	370							
rechts	° C	350	360	340	380	380	380	370	370							
Druck	mm WS	540	550	550	540	540	550	570	580							
Sekundärluft	° C	900	920	1000	740	620	840	980	990							
Ofentemperatur	° C	1460	1420	1360	<1000	<1100	1230	1510	1550	*						
Eintritt EGR	° C															

Bemerkungen: * Anlage abgestellt - Wärmetauscher verstopft.

Abb. 12: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 06.02.1980

045

Datum		Sammelprobe - Verbund - Betrieb														
Uhrzeit		12 ⁰⁰	12 ³⁰	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰	16 ³⁰	17 ⁰⁰	17 ³⁰			
Braunkohle	t / h	5,8	→ durchgehend →										5,8			
Steinkohle	t / h	1,8	→ durchgehend →										1,8			
Rohmehl	t / h	71	71	72	73	73	74	75	75	75	75	75	75			
Schotter	t / h	80	→ durchgehend →										80			
Erz	%	0,8	vom Schotter - durchgehend										0,8	0,8		
Wasser. Einlauf,	links °C	850	850	850	850	840	850	850	850	840	840	850	850			
	rechts °C	850	850	850	850	850	850	850	860	860	850	860	850			
Zyklon II, links	°C	860	860	870	870	860	880	880	870	870	870	870	880			
	rechts °C	860	860	860	860	870	870	890	880	880	870	870	870			
Zyklon III	°C	600	600	600	600	600	610	610	610	600	600	600	600			
Abgas	links °C	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370			
	rechts °C	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370			
	Druck mm WS	530	530	540	540	540	570	550	550	540	540	540	550			
Sekundärluft	°C	800	800	820	820	820	840	820	900	890	900	890	880			
Ofentemperatur	°C	1420	1440	1460	1460	1470	1450	1480	1480	1470	1480	1480	1460			
Eintritt EGR	°C	76	78	78	78	78	80	82	82	80	80	80	80			

Abb. 13: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 12.02.1980

Datum		Sammelprobe - Dir. Betrieb															
Uhrzeit		8 ⁰⁰	8 ³⁰	9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰							
Braunkohle	t / h	5,9	5,9	5,9	5,2	5,2	4,7	4,6	4,6	4,6							
Steinkohle	t / h	1,8	gleichbleibend							1,8							
Rohmehl	t / h	72	72	72	72	72	73	73,5	74	74							
Schotter	t / h	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Erz	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Mater. Einlauf, links	° C	850	850	850	850	860	850	850	840	840							
rechts	° C	850	850	850	850	860	840	850	840	840							
Zyklon I, links	° C	900	900	900	940	940	900	920	880	870							
rechts	° C	870	880	880	840	860	800	800	800	820							
Zyklon III	° C	600	610	610	610	610	620	600	600	610							
Abgas links	° C	375	375	375	380	380	370	365	370	370							
rechts	° C	380	380	380	380	380	370	370	365	370							
Druck	mm WS	550	550	540	540	550	550	560	560	560							
Sekundärluft	° C	900	880	840	880	920	920	970	940	950							
Ofentemperatur	° C	1460	1440	1430	1540	1510	1540	1560	1540	1550							
Eintritt EGR	° C	-	-	-	-	-	-	-	-	-							

Abb. 14: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 13.02.1980

Datum		Sammelprobe - Verb. Betrieb																
Uhrzeit		12 ⁰⁰	12 ³⁰	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰	16 ³⁰	17 ⁰⁰	17 ³⁰	18 ⁰⁰				
Braunkohle	t / h	6,1	←				gleichbleibend								→	6,1		
Steinkohle	t / h	1,8	←				gleichbleibend								→	1,8		
Rohmehl	t / h	74	74	74	74	74	74,5	75	75	75	75	75	75	75				
Schotter	t / h	80	80	80	80	80	80	85	85	85	85	85	85	85	80			
Erz	%	0,8	% vom Schotter - gleichbleibend										←	→	0,8			
Wasser. Einlauf,	links	° C	840	850	840	840	840	830	850	840	840	840	840	830	830			
	rechts	° C	840	840	830	830	830	820	850	840	840	840	840	840	830			
Zyklon II,	links	° C	890	880	890	890	890	890	870	860	850	860	850	850				
	rechts	° C	880	880	880	880	880	880	870	870	870	870	870	860	860			
Zyklon III	° C	620	620	620	620	620	620	610	610	620	610	620	610	610				
Abgas	links	° C	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	360	360			
	rechts	° C	370	370	370	370	375	370	370	370	370	375	375	360	360			
	Druck	mm WS	580	580	600	600	620	620	600	620	620	610	610	600	600			
Sekundärluft	° C	940	940	960	840	860	880	880	870	860	860	870	860	850				
Ofentemperatur	° C	1520	1490	1470	1440	1450	1430	1430	1540	1550	1550	1560	1520	1490				
Eintritt EGR	° C	80	80	80	78	78	78	78	80	76	78	80	80	80				

Abb. 15: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 19.02.1980

Datum		Sammelprobe - Dir. Betrieb															
Uhrzeit		8 ⁰⁰	8 ³⁰	9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰							
Braunkohle	t / h	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1							
Steinkohle	t / h	1,8	→ gleichbleibend ←							1,8							
Rohmehl	t / h	74	74	74	74	74	72	73	74	74							
Schotter	t / h	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Erz / Gips	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Water. Einlauf,	links ° C	830	820	820	820	820	820	830	840	840							
	rechts ° C	800	820	800	800	840	840	780	820	830							
Zyklon ^{II} ,	links ° C	880	880	890	890	890	890	880	870	880							
	rechts ° C	850	860	860	860	870	870	870	860	870							
Zyklon ^{III}	° C	630	630	630	630	630	625	610	615	620							
Abgas	links ° C	370	370	370	370	370	375	370	370	370							
	rechts ° C	370	370	370	370	370	375	360	370	370							
	Druck mm WS	580	600	600	600	580	560	580	580	580							
Sekundärluft	° C	870	870	880	890	840	860	860	880	920							
Ofentemperatur	° C	1500	1470	1450	1470	1450	1440	1520	1500	1520							
Eintritt EGR	° C	-	-	-	-	-	-	-	-	-							

Abb. 16: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 20.02.1980

Datum		Sammelprobe - Verbund Betrieb															
26.2.80			12 ⁰⁰	12 ³⁰	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰	16 ³⁰	17 ⁰⁰	17 ³⁰	18 ⁰⁰		
Uhrzeit →																	
Braunkohle	t / h		6,2	←	→	gleichbleibend						←	→	6,2			
Steinkohle	t / h		1,8	←	→	gleichbleibend						←	→	1,8			
Rohmehl	t / h		75	←	gleichbleibend						→	75					
Schotter	t / h		80	80	80	80	80	80	82	82	82	82	82	82	82		
Erz	%		9,8	%	v. Schotter - gleichbleibend						←	→	9,8				
Mater. Einlauf, links	° C		840	840	840	850	850	860	830	840	850	860	860	860	860		
	rechts	° C	840	840	850	850	820	800	790	790	790	820	840	840	840		
Zyklon II, links	° C		860	860	880	880	830	860	870	870	870	870	880	870	870		
	rechts	° C	850	850	870	860	860	860	860	860	860	860	870	870	860		
Zyklon III	° C		610	610	620	620	620	620	610	610	610	610	610	620	610		
Abgas	links	° C	370	370	375	375	365	360	365	375	375	370	375	370	370		
	rechts	° C	370	370	375	365	360	365	365	365	365	360	360	370	360		
	Druck	mm. WS	580	580	610	610	610	610	610	600	600	590	600	610	610		
Sekundärluft	° C		860	860	900	960	900	900	920	920	920	910	900	920	920		
Ofentemperatur	° C		1450	1480	1480	1500	1500	1480	1460	1550	1540	1460	1450	1430	1440		
Eintritt EGR	° C		82	82	83	85	83	82	83	83	84	85	83	83	82		

Abb.: 17 Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 26.02.1980

Datum		Sammelprobe - Dir. Betrieb											
Uhrzeit		9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰						
Braunkohle	t / h	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2						
Steinkohle	t / h	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8						
Rohmehl	t / h	75	75	75	72	73	74						
Schotter	t / h	—	—	—	—	—	—						
Erz	%	—	—	—	—	—	—						
Mater. Einlauf, links	° C	860	860	830	840	860	870						
rechts	° C	830	840	860	870	880	880						
Zyklon ^{II} , links	° C	860	860	840	860	870	870						
rechts	° C	860	860	860	880	880	870						
Zyklon ^{III}	° C	610	610	610	610	620	620						
Abgas links	° C	370	370	360	365	370	370						
rechts	° C	375	370	360	370	370	370						
Druck	mm. WS	580	590	570	570	570	570						
Sekundärluft	° C	900	910	920	780	800	820						
Ofentemperatur	° C	1480	1460	1440	1430	1450	1480						
Eintritt EGR	° C												

Abb. 18: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 27.02.1980

Datum		Verbund Betrieb													
Unrzeit \longrightarrow		13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰	16 ³⁰	17 ⁰⁰						
Braunkohle	t / h	5,2	5,2	5,4	5,0	5,2	5,4								
Steinkohle	t / h	1,8	1,8	gleichbleibend					1,8						
Rohmehl	t / h	65	65,5	65,5	64,75	64,75	64,75								
Schotter	t / h	72	75	75	75	75	75								
Erz	%	gleichbleibend				0,8 %		vom Schotter							
Wasser. Einlauf,	links	840	840	830	850	840	840								
	rechts	840	840	840	850	840	850								
Zyklon II, links		defekt \rightarrow													
	rechts	860	860	870	860	870	860								
Zyklon III	° C	620	620	620	680	640	620								
Abgas	links	400	400	390	390	390	380								
	rechts	390	390	380	390	390	380								
	Druck	mm. WS	560	560	575	590	580	590							
Sekundärluft	° C	800	800	900	830	830	960								
Ofentemperatur	° C	1300	1420	1420	1420	1470	1480								
Eintritt EGR	° C	80	80	82	82	82	82								

Bemerkungen: Ab 21.00 Uhr wird die Anlage stillgesetzt.

Abb. 19: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 11.03.1980

Ofenstillstand (Ofenreparatur)

53

Abb. 20: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 12.03.1980

Datum		Dir. Betrieb ← → Verb. Betrieb															
Uhrzeit		10 ⁰⁰	10 ³⁰	11 ⁰⁰	11 ³⁰	12 ⁰⁰	13 ⁰⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	16 ⁰⁰	16 ³⁰	17 ⁰⁰	17 ³⁰	18 ⁰⁰	
Braunkohle	t / h	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7	5,9	6,0	5,9	5,8	5,8	5,8	
Steinkohle	t / h	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
Rohmehl	t / h	65	65	65	67	67	67	67	67	68	69	69					
Schotter	t / h	-	-	-	-	-	70	70	70	70	70	70					
Erz	%	-	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Mater. Einlauf, links	° C	850	840	840	840	840	830	830	830	830	830	840					
rechts	° C	850	840	840	840	840	830	830	830	830	840	850					
Zyklon II, links	° C	830	830	870	870	870	830	830	830	820	900	860					
rechts	° C	830	830	870	870	870	830	830	830	880	880	870					
Zyklon III	° C	630	630	630	640	620	630	650	650	640	630	650					
Abgas links	° C	390	390	370	380	380	370	370	370	380	400	390					
rechts	° C	390	390	370	380	370	370	370	370	370	390	380					
Druck	mm. WS	490	490	490	480	480	400	480	480	450	450	490	500				
Sekundärluft	° C	680	850	830	990	820	920	520	640	770	900	960					
Ofentemperatur	° C	1100	1130	1150	1170	1120	1320	1100	1100	1100	1170	1520					
Eintritt EGR	° C	-	-	-	-	-	82	82	82	82	82	82					

Bemerkungen: Der im Elektrofilter bei Direktbetrieb anfallende Staub wird nicht ins Silo zwischengebunkert, sondern direkt am letzten Redler vor der Waage dem Rohmehl zugeführt.

Abb. 21: Betriebsdaten der Emissionsmessungen am 13.03.1980

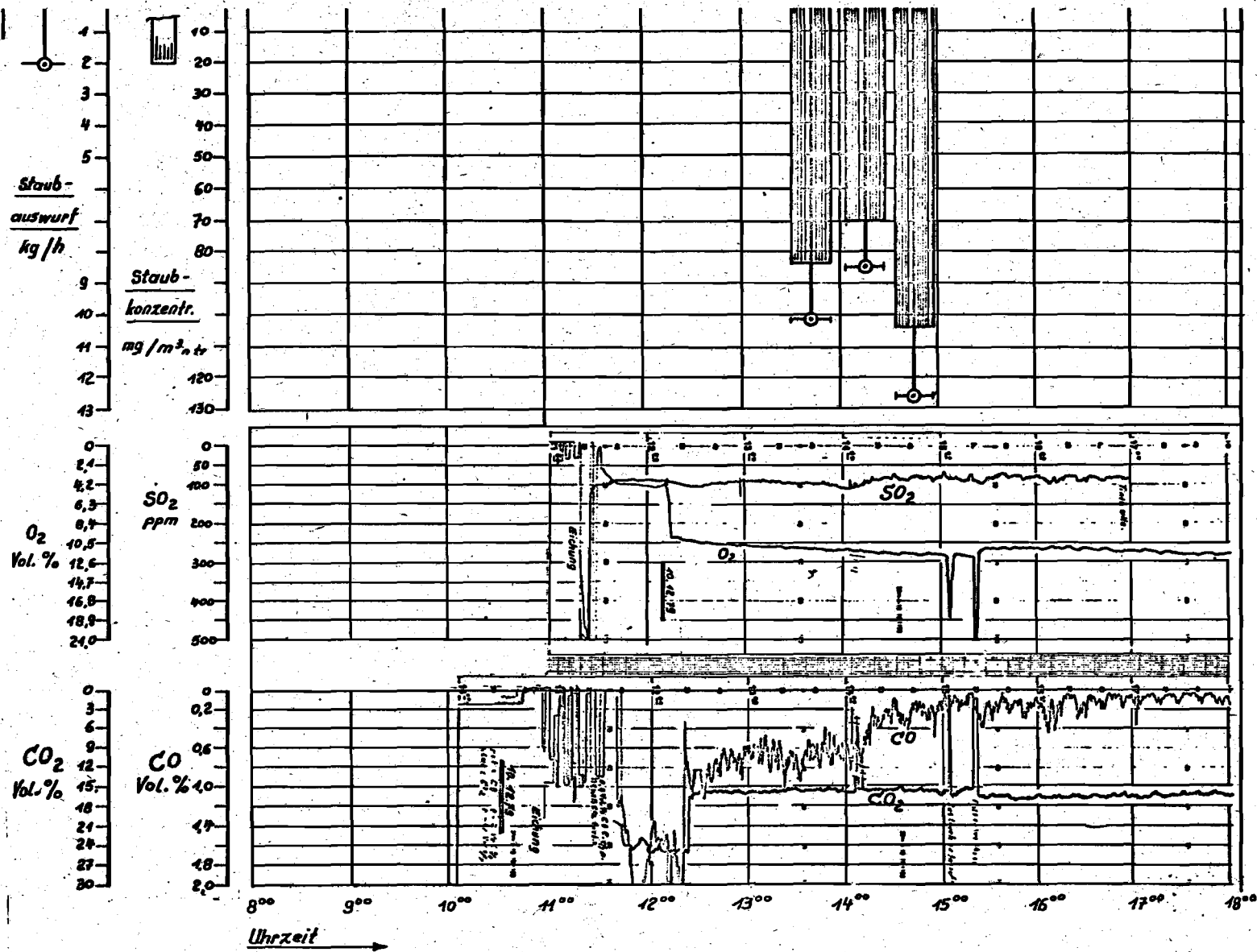
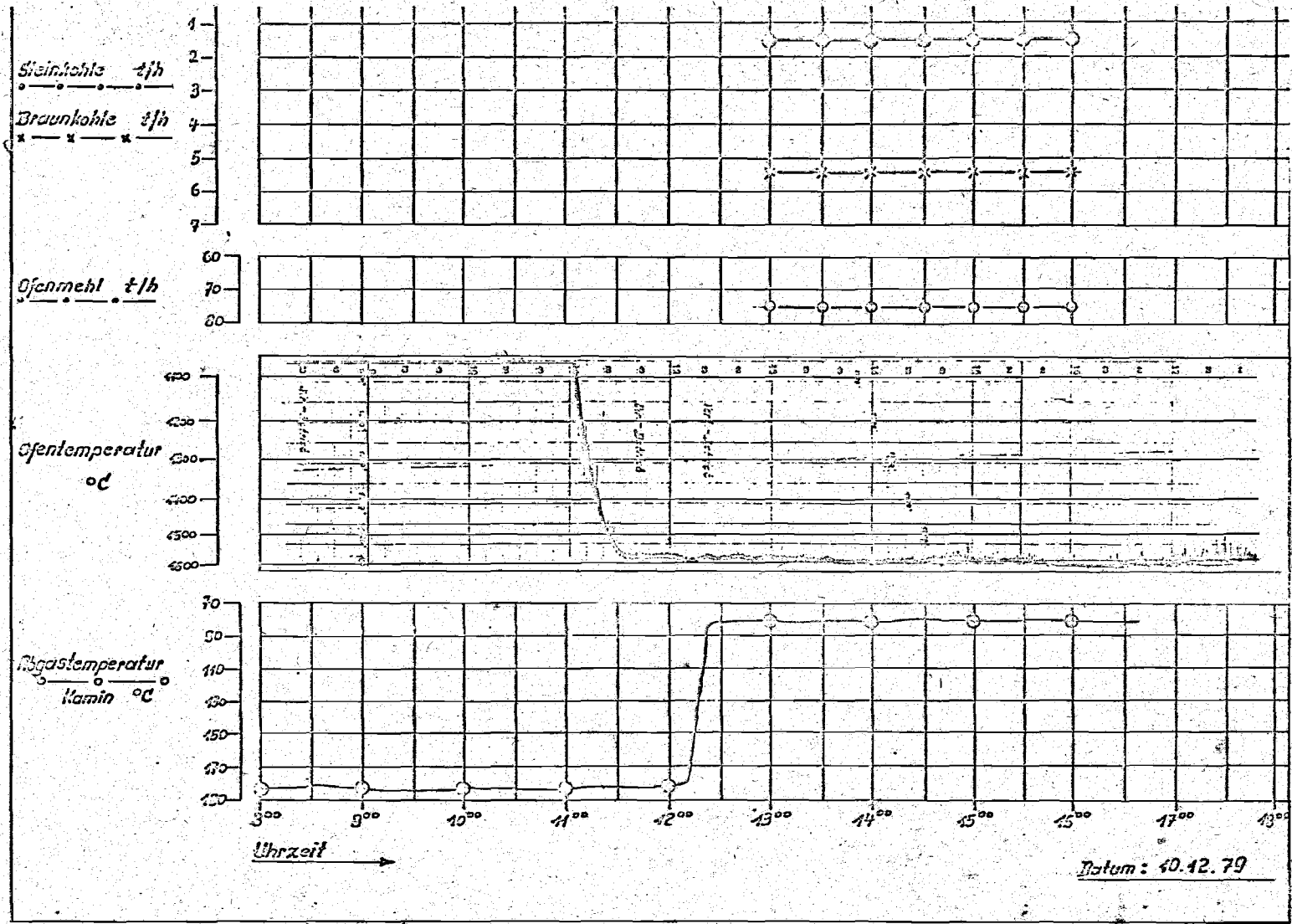


Abb. 22: Darstellung des Betriebsverhaltens am 10.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten



noch Abb. 22: Darstellung des Betriebsverhaltens am 10.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten

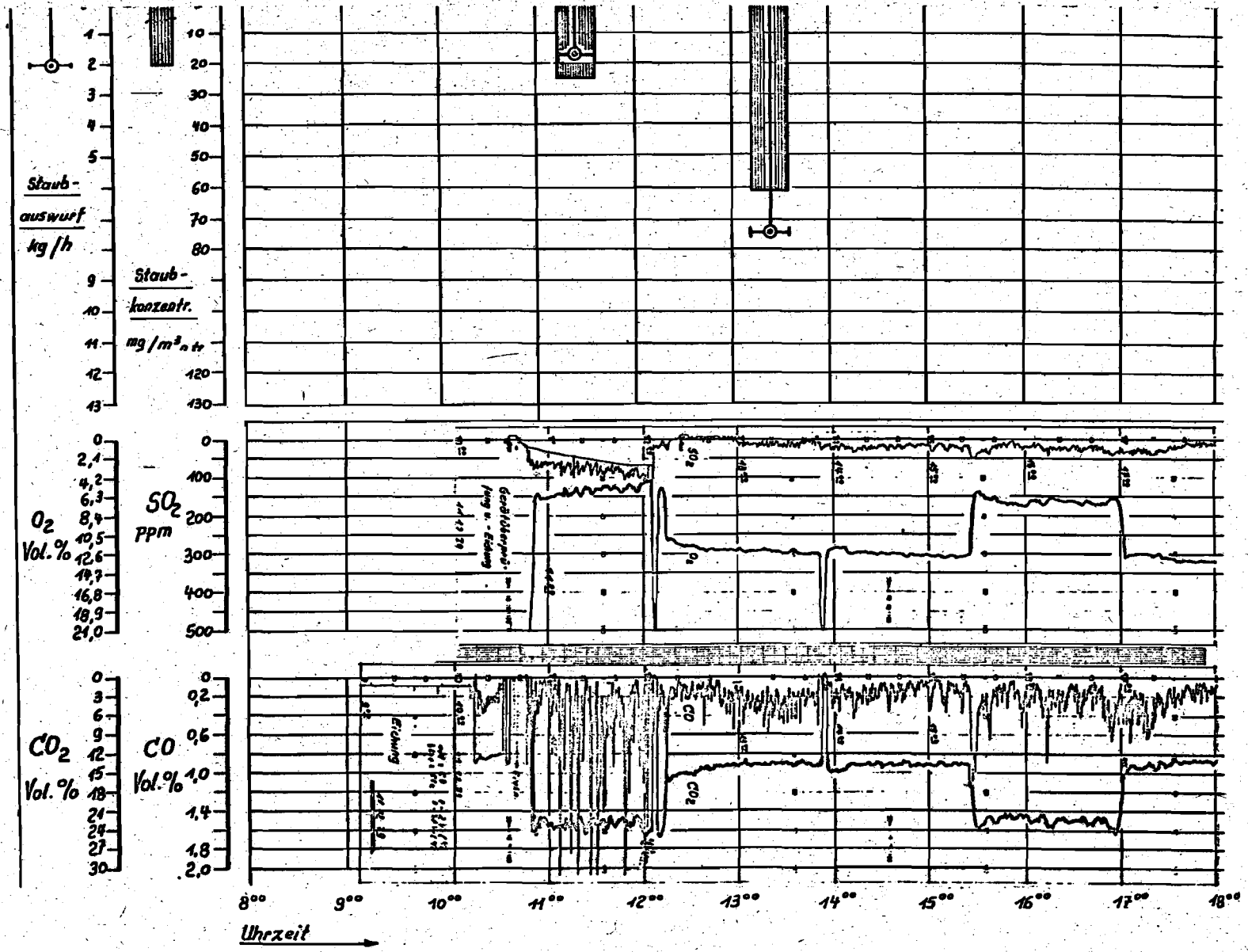
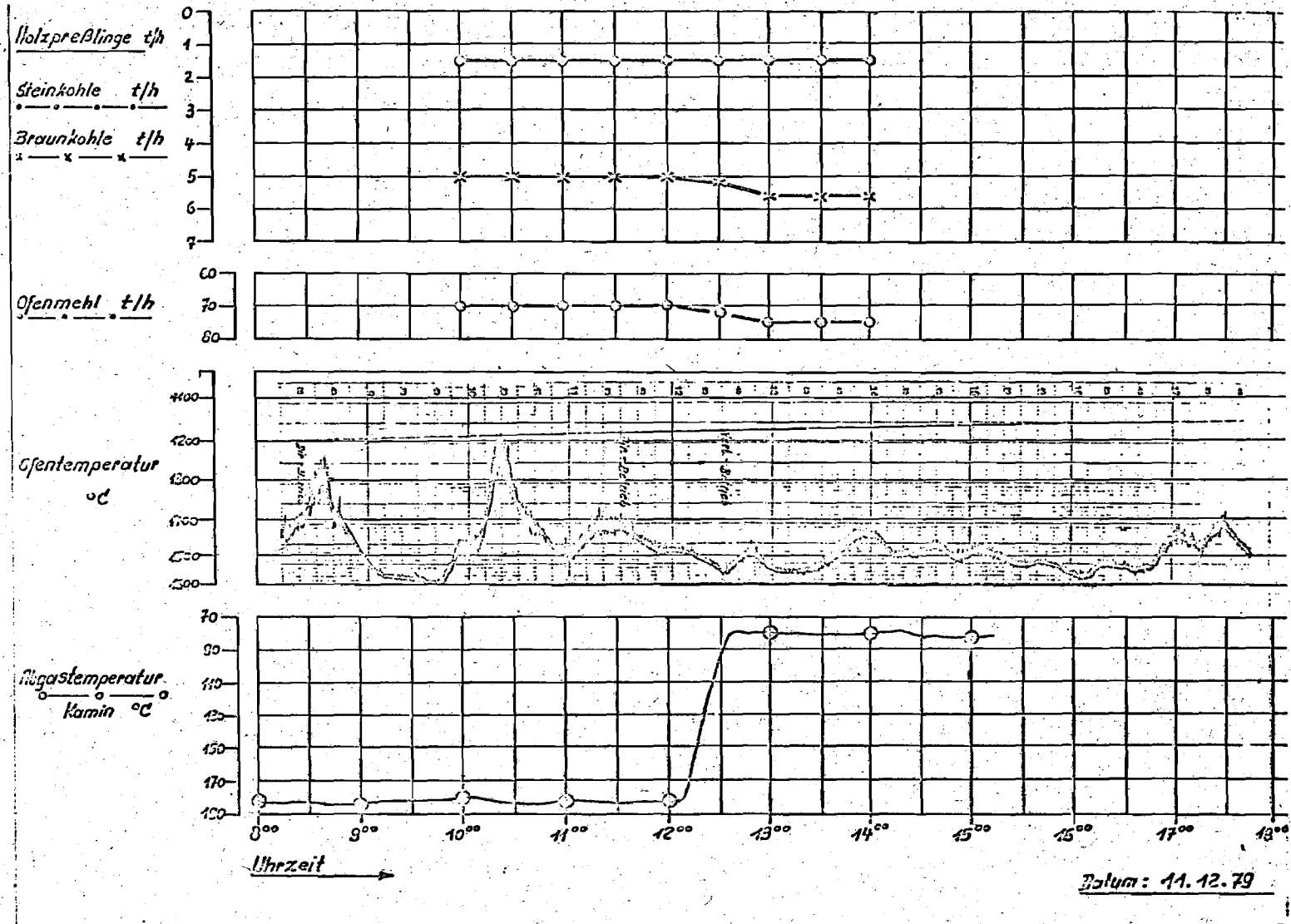


Abb. 23: Darstellung des Betriebsverhaltens am 11.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten



noch Abb. 23: Darstellung des Betriebsverhaltens am 11.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten

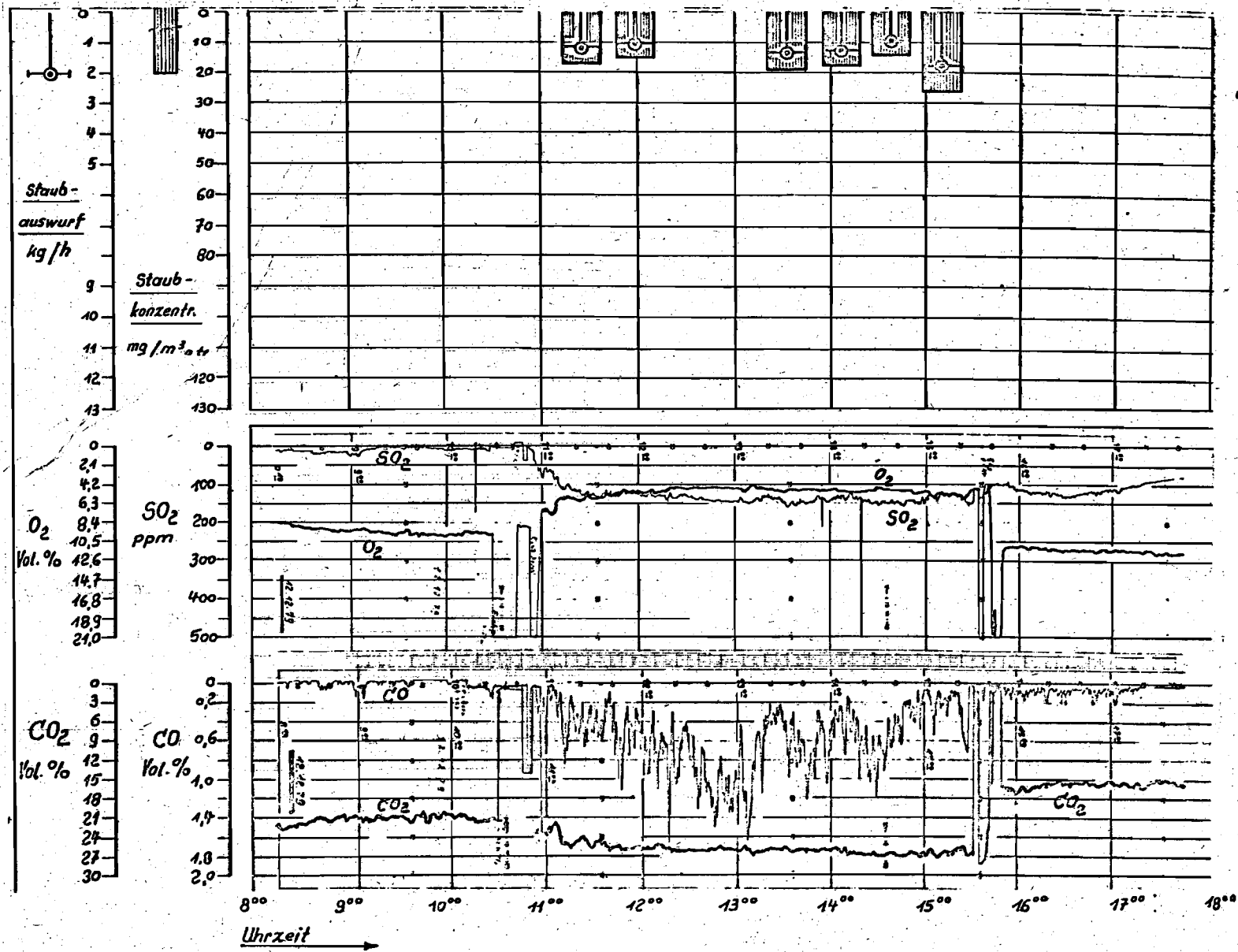
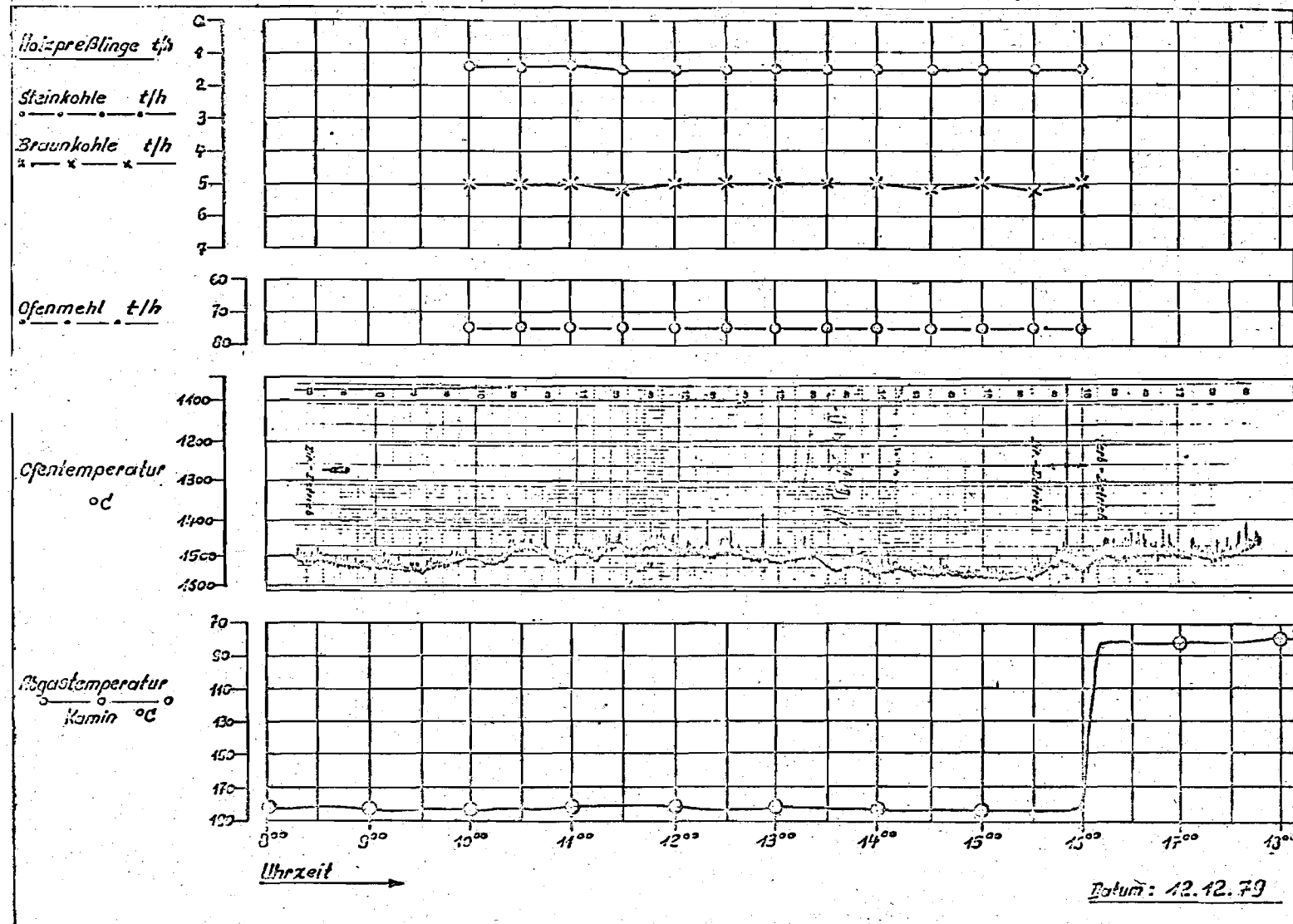


Abb. 24: Darstellung des Betriebsverhaltens am 12.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten



noch Abb. 24: Darstellung des Betriebsverhaltens am 12.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten

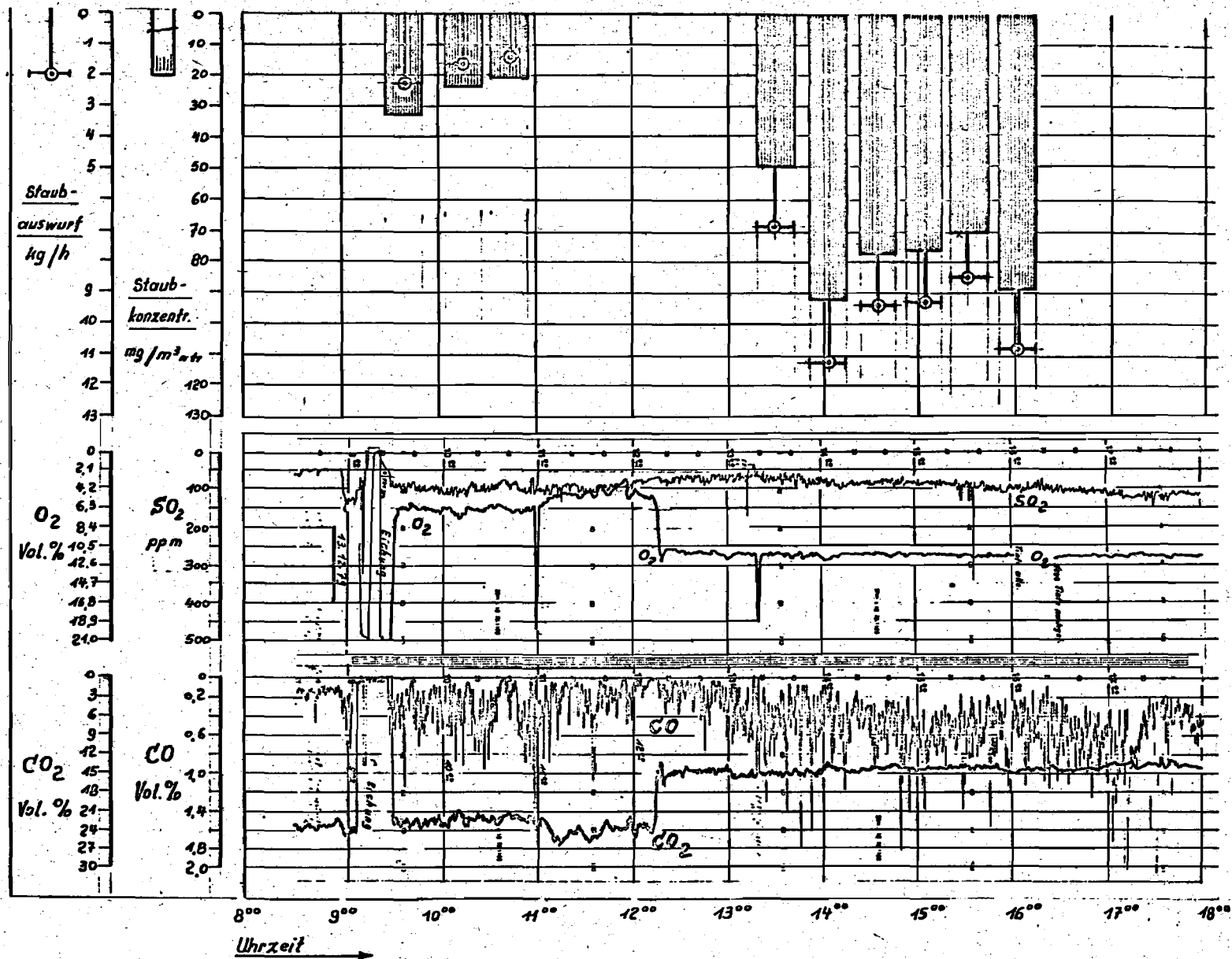
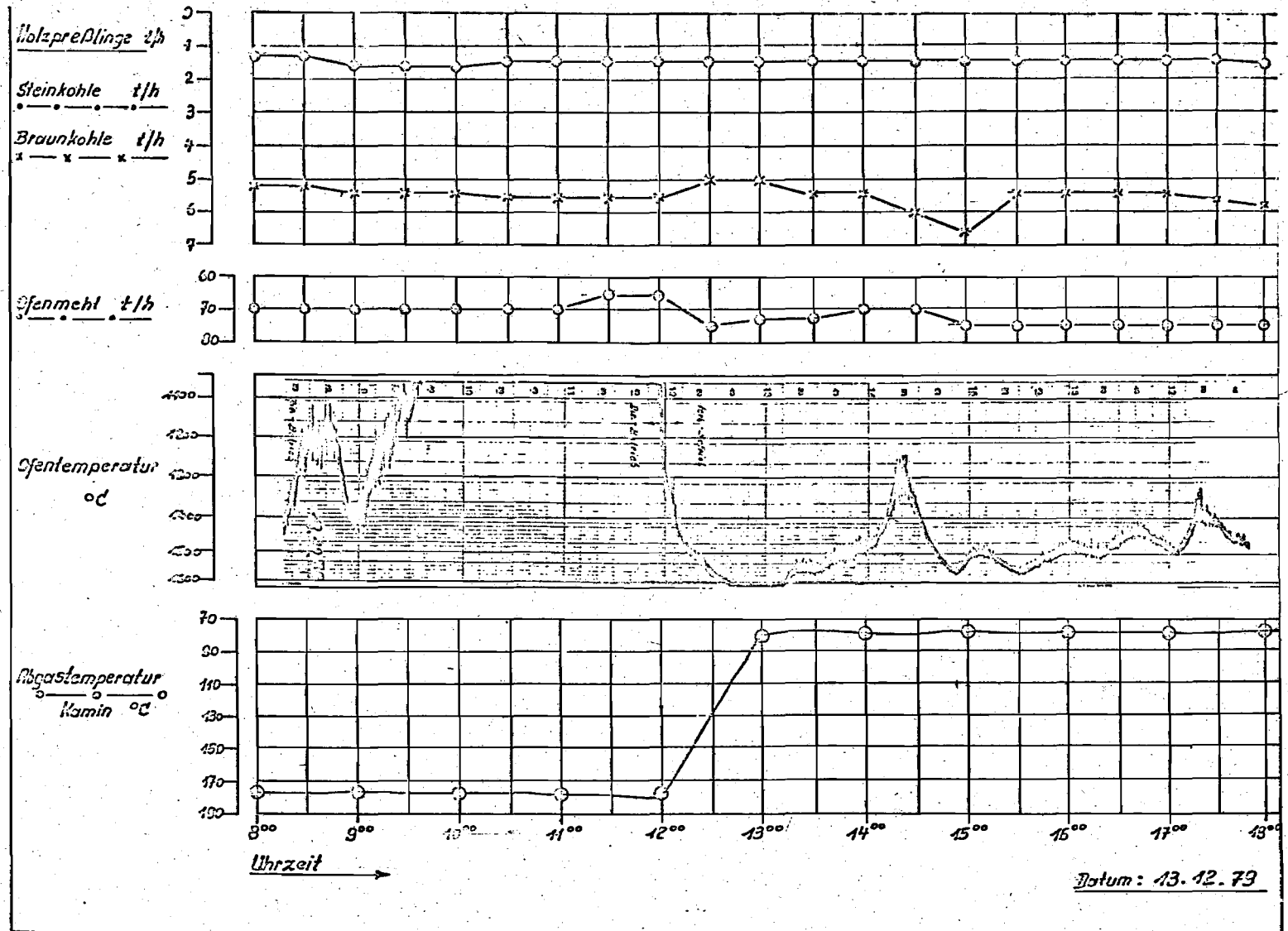


Abb. 25: Darstellung des Betriebsverhaltens am 13.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten



noch Abb. 25: Darstellung des Betriebsverhaltens am 13.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten

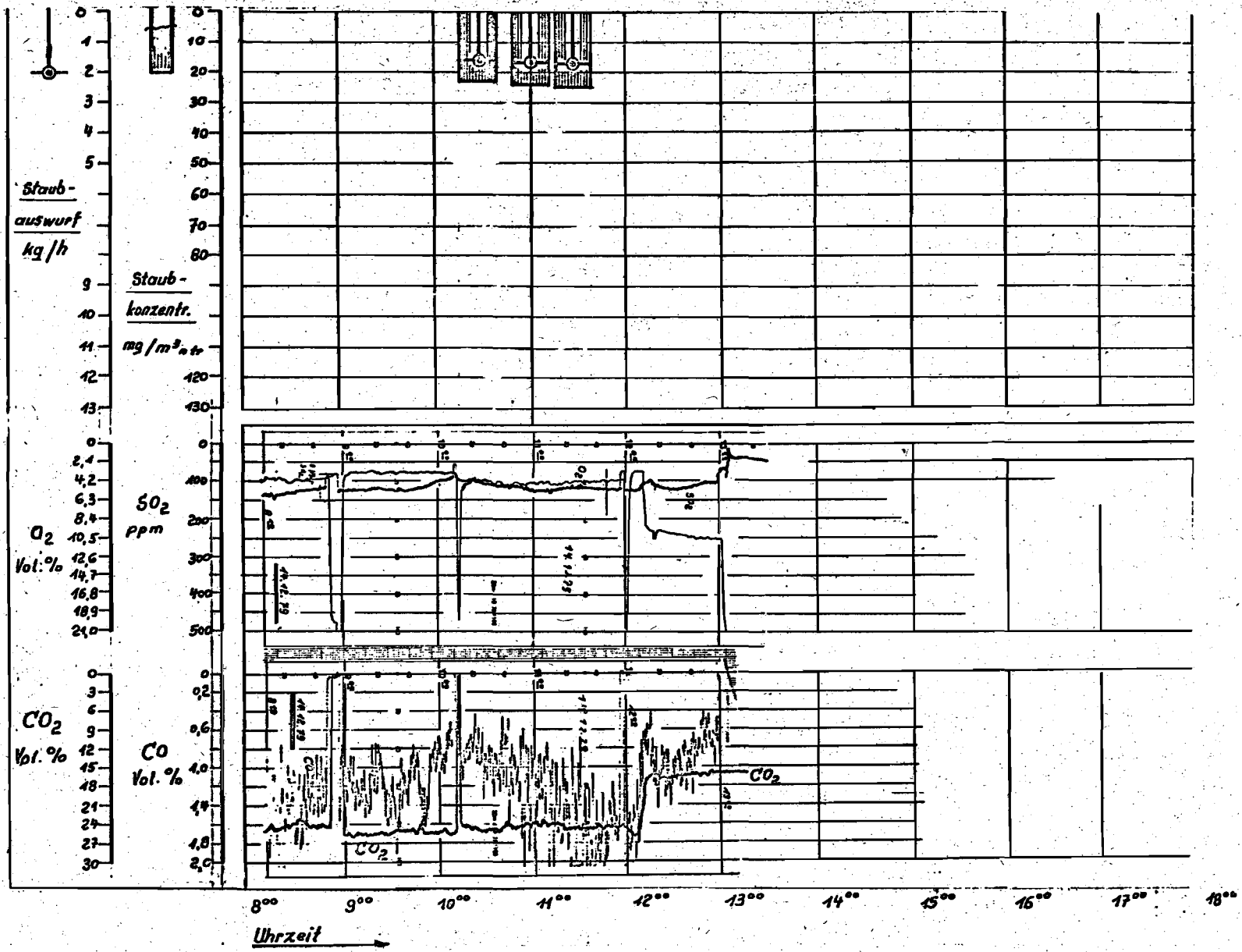
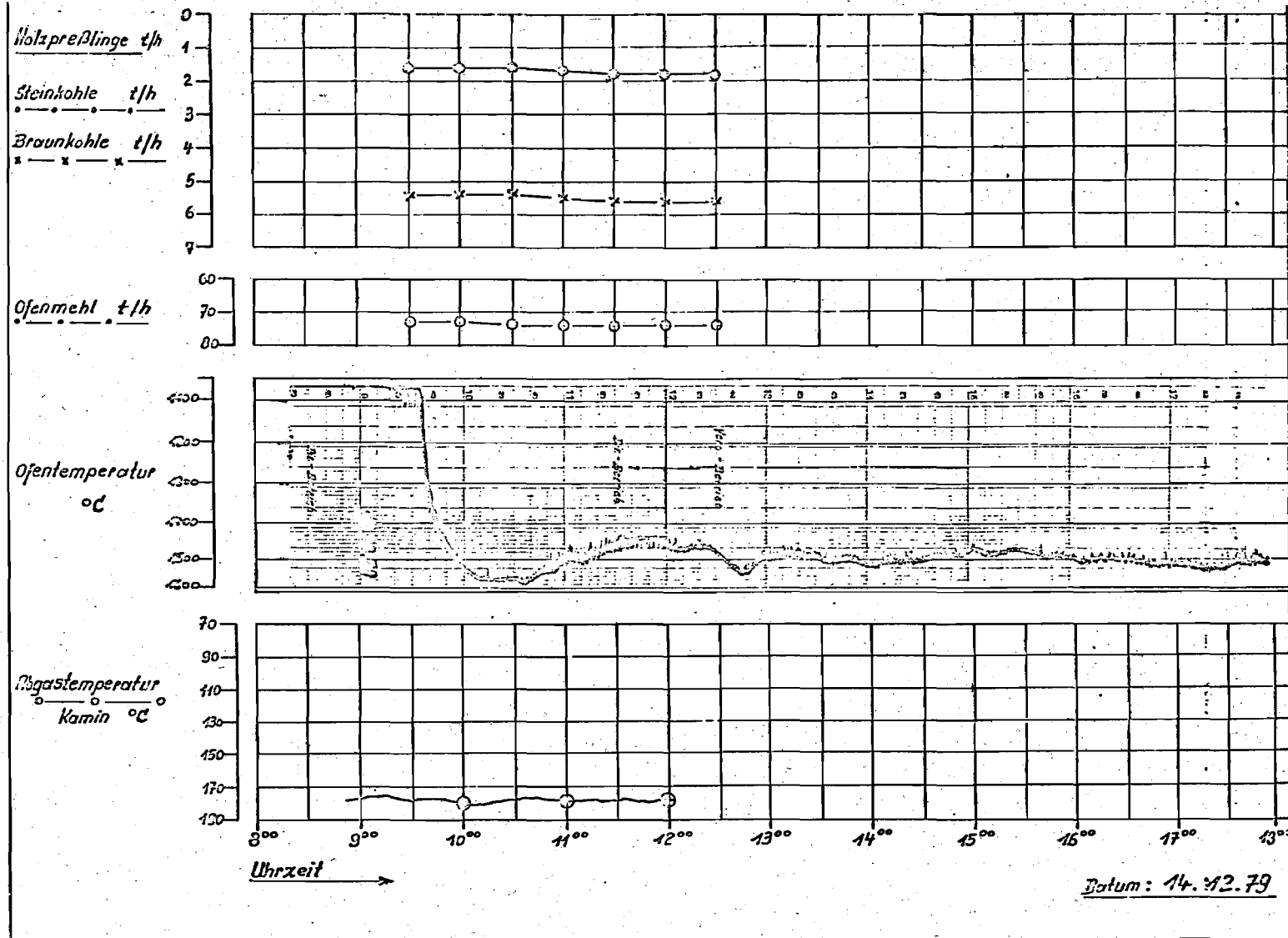


Abb. 26: Darstellung des Betriebsverhaltens am 14.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten



nöch Abb. 26: Darstellung des Betriebsverhaltens am 14.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten

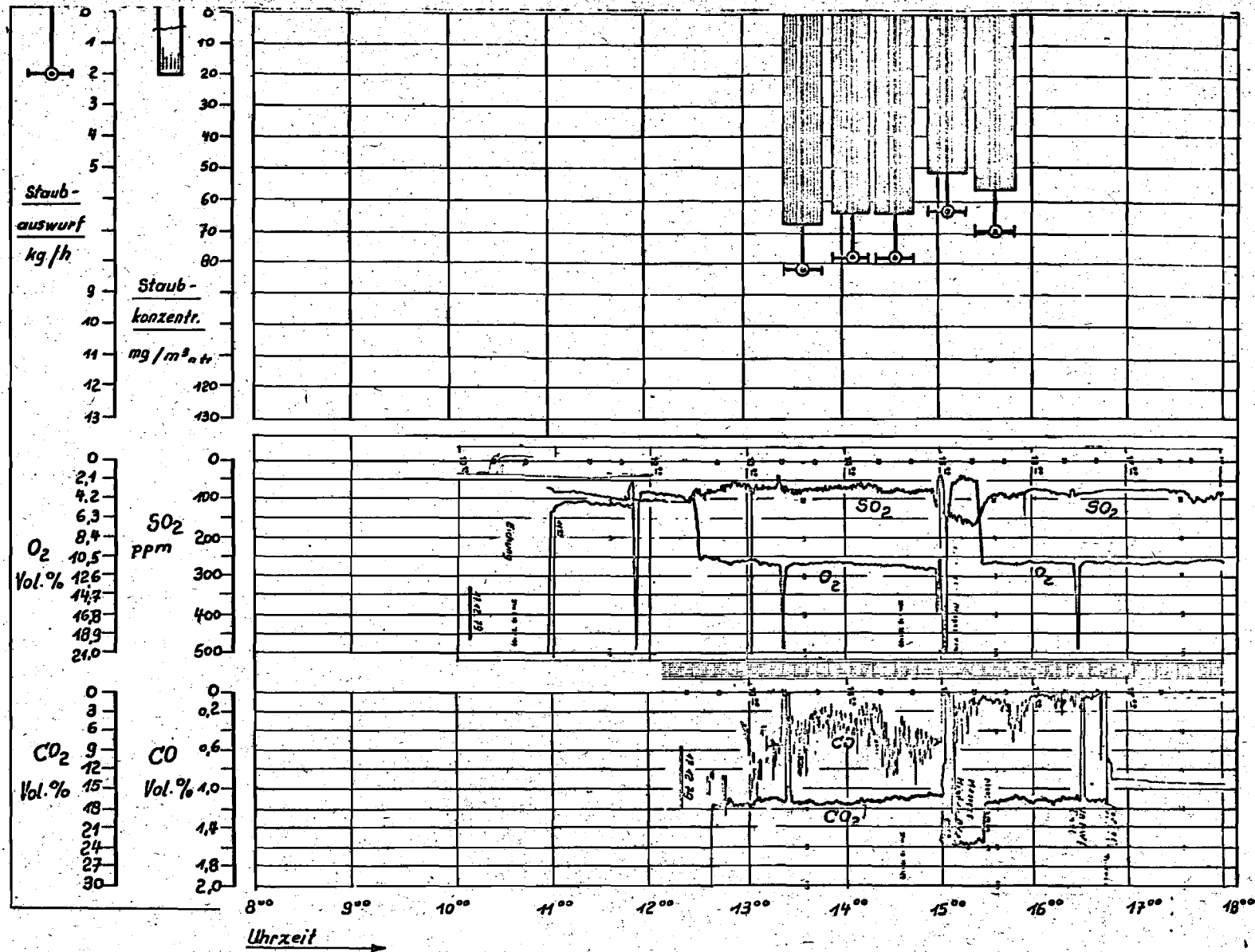
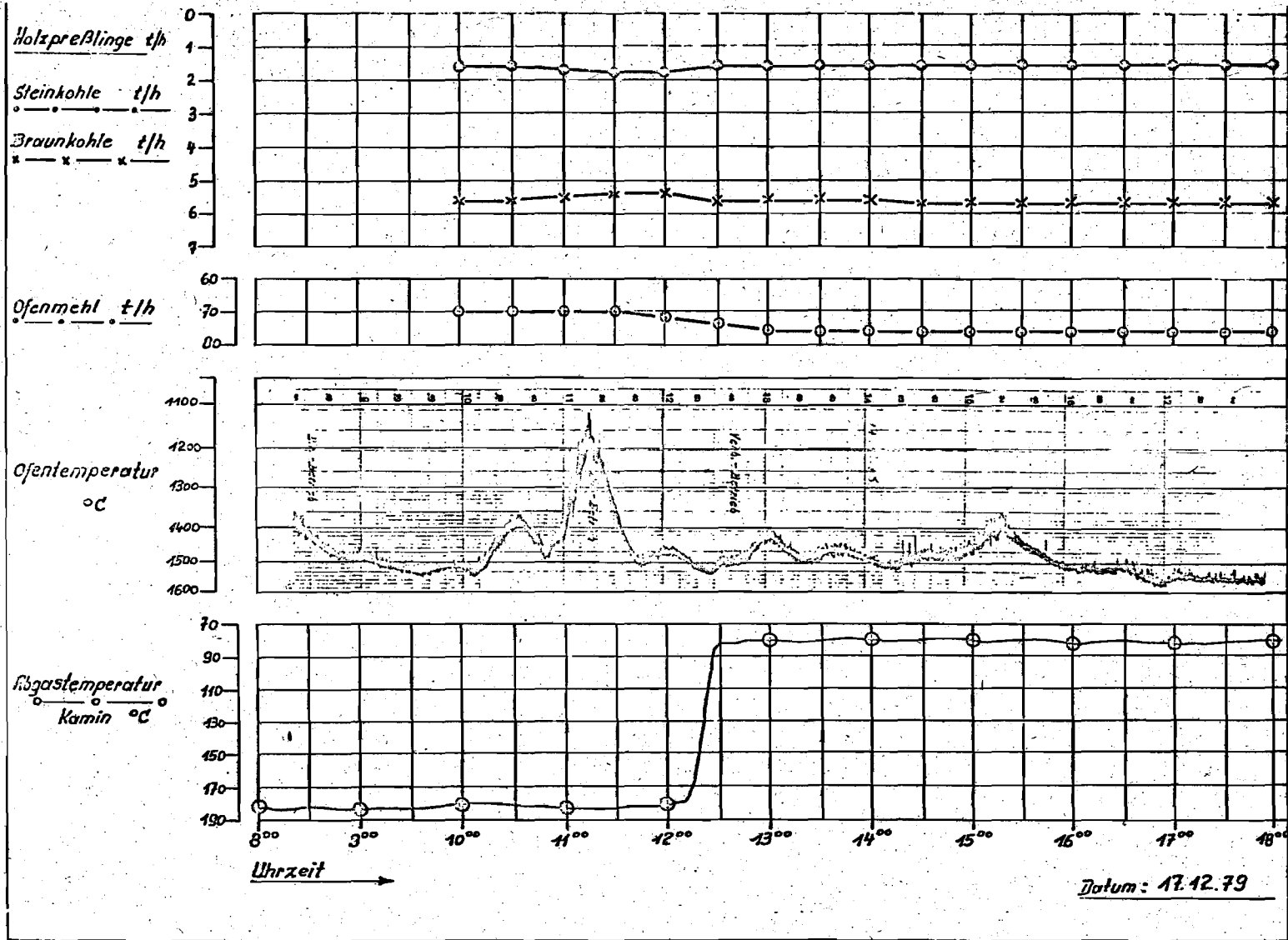


Abb. 27: Darstellung des Betriebsverhaltens am 17.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten



noch Abb. 27: Darstellung des Betriebsverhaltens am 17.12.1979 anhand einiger ausgewählter Meßdaten

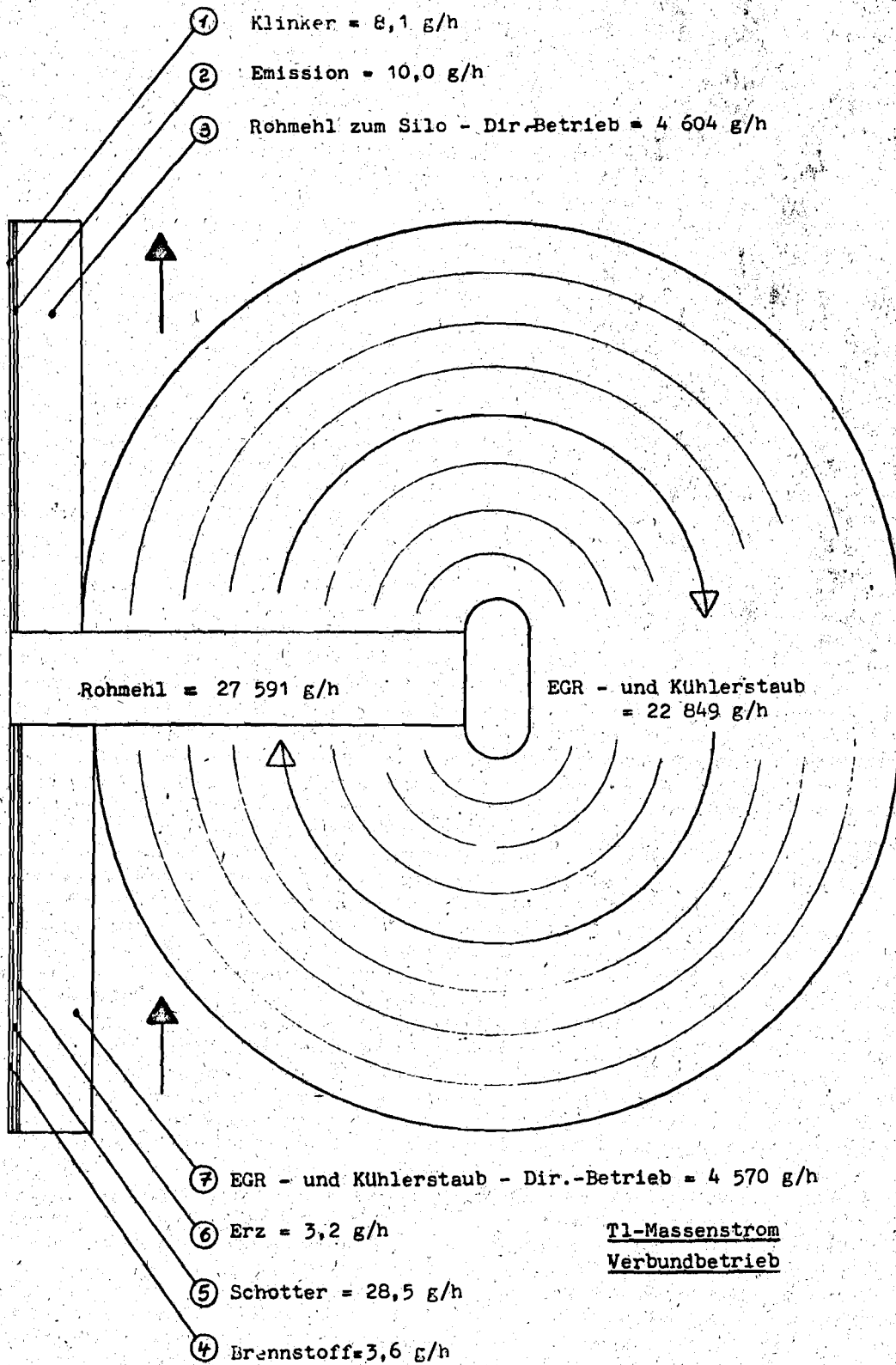


Abb. 28: Tl-Massenstrom im Verbundbetrieb

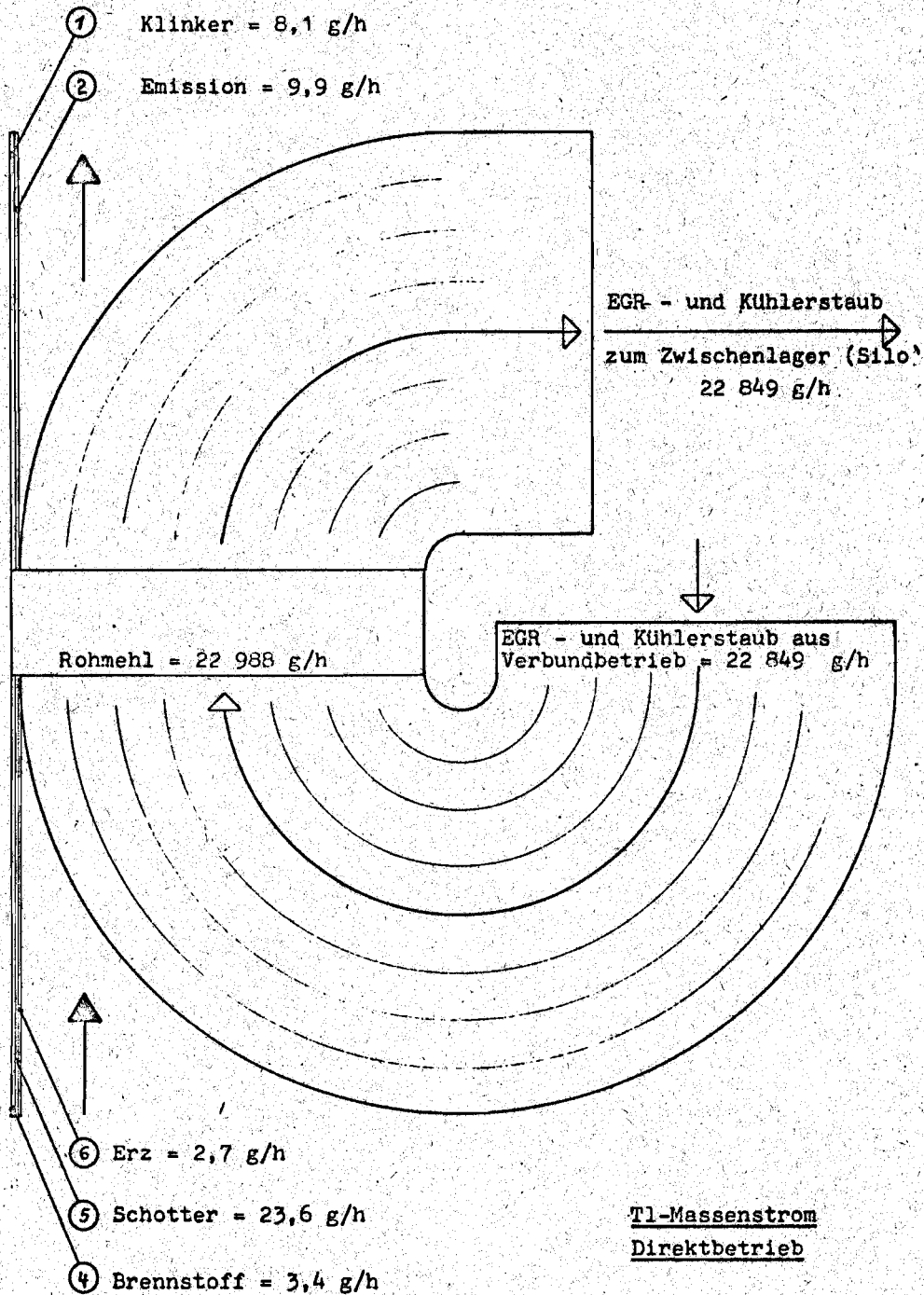


Abb. 29: Tl-Massenstrom im Direktbetrieb

BERICHTE DER

LANDESANSTALT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, ESSEN

- LIS-Berichte -

- Bericht-Nr. 1: KRAUTSCHEID, S. und P. NEUTZ: - vergriffen -
LIDAR zur Fernüberwachung von Staubemissionen.
- Nachweis der Kalibrierfähigkeit eines LIDAR-Systems -
Kurztitel: Fernüberwachung mit LIDAR
1978. 47 Seiten mit 11 Abbildungen, 6 Tabellen und 4 Literaturhinweisen
- Bericht-Nr. 2: BUCK, M.:
Die Bedeutung unterschiedlicher Randbedingungen bei der Messung und
Beurteilung der Luftqualität.
Kurztitel: Randbedingungen bei der Beurteilung der Luftqualität.
1978. 44 Seiten mit 8 Abbildungen, 10 Tabellen und 20 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr. 3: SCHEICH, G.: - vergriffen -
Entwicklung und Anwendung von Ausbreitungsmodellen und Luftüberwachungs-
programme in den USA.
Kurztitel: Luftüberwachung und Ausbreitungsmodelle - Ein USA - Reisebericht -
1979. 47 Seiten mit 17 Abbildungen und 74 Literaturhinweisen
- Bericht-Nr. 4: SPLITTGERBER, H. und K.H. WIETLAKE:
Ermittlung der Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten
am Bau.
Kurztitel: Luftschalldämmung von Bauelementen für Industriebauten.
1979. 133 Seiten mit 53 Abbildungen, 13 Tabellen und 6 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr. 5: SPLITTGERBER, H.:
Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
Zur Problematik der Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
Kurztitel: Meßgrößen und Meßwerte bei Erschütterungsimmissionen.
1979. 52 Seiten mit 13 Abbildungen, 2 Tabellen und 27 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr. 6: STRAUCH, H.:
Ermittlung der Dämmwirkung von Dachentlüftern für Werkshallen im Einbau-
zustand unter Berücksichtigung der baulichen Nebenwege.
Kurztitel: Dämmwirkung von Dachentlüftern.
1979. 33 Seiten mit 13 Abbildungen, 2 Tabellen und 7 Literaturhinweisen.

- Bericht-Nr. 7: KRAUSE, G.M.H., B. PRINZ und K. ADAMEK:
 Untersuchungen zur Anwendbarkeit der Falschfarbenfotografie für die Aufdeckung und Dokumentation von Immissionswirkungen auf Pflanzen.
 Kurztitel: Falschfarbenfotografie - Ein Mittel zur Erkennung von Pflanzenschäden.
 1980. 43 Seiten mit 9 Abbildungen, 2 Tabellen und 11 Karten.
- Bericht-Nr. 8: WIETLAKE, K.H.:
 Erschütterungsminderung durch "Direktabfederung" von Schabotte-Schmiedehämmern.
 Kurztitel: Erschütterungsminderung durch "Direktabfederung" von Schmiedehämmern
 1980. 59 Seiten mit 15 Abbildungen, 5 Tabellen und 7 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr. 9: STRAUCH, H.:
 Methoden zur Aufstellung von Lärminderungsplänen.
 Kurztitel: Konzept für Lärminderungspläne.
 1980. 49 Seiten mit 11 Abbildungen und 18 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr.10: HILLEN, R:
 Untersuchung zur flächenbezogenen Geräuschbelastungs-Kennzeichnung -Ziele, Methodik, Ergebnisse-.
 Kurztitel: Flächenbezogene Geräusch-Immissionen.
 1980. 75 Seiten mit 18 Abbildungen, 7 Tabellen und 12 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr.11: Manns H., H. Gies und W. Stramplat:
 Erprobung des Staub-Immissionsmeßgerätes FH62I für die kontinuierliche Bestimmung der Schwebstoffkonzentration in Luft.
 Kurztitel: Schwebstaubmeßgerät FH62I für die automatisierte Immissionsmessung.
 1980. 26 Seiten mit 10 Abbildungen und 2 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr.12: Giebel, J. :
 Verhalten und Eigenschaften atmosphärischer Sperrschichten.
 Kurztitel: Verhalten atmosphärischer Sperrschichten.
 1981. 39 Seiten mit 12 Abbildungen, 3 Tabellen und 4 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr.13: Bröker, G., H. Gliwa und E. Meurisch:
 Abscheidegrade von biologisch- und chemisch-aktiven Aggregaten zur Desodorierung osmogener Abluft von Tierkörperbeseitigungsanlagen.
 Kurztitel: Desodorierung der Abluft aus Tierkörperbeseitigungsanlagen.
 1981. 44 Seiten mit 7 Abbildungen, 13 Tabellen und 14 Literaturhinweisen.
- Bericht-Nr.14: Brandt, C. J.:
 Untersuchungen über Wirkungen von Fluorwasserstoff auf Lolium Multiflorum und andere Nutzpflanzen.
 Kurztitel: Wirkungen von Fluorwasserstoff auf Lolium Multiflorum.
 1981. 140 Seiten, 37 Abbildungen, 22 Tabellen und 149 Literaturhinweisen.
 (Abdruck der Dr. agr.-Dissertation vom 13. August 1979, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität, Landwirtschaftliche Fakultät, Bonn)