

Berichte/Jaarklausur

Re

21587

Versuch
Über die Abführung der Reaktionswärme
bei der
SO₂-Erzeugung mit Tauchbrenner aus flüssigem Schwefel und Sauerstoff.

GA

	Seite
1.) Veranlassung zu dem Versuch.	1
2.) Beschreibung der Kühlvorrichtung.	1 - 2
3.) <u>Ermittlung der Wärmedurchgangszahl k aus den Versuchen.</u>	2 - 5
4.) Rechnerische Ermittlung der Wärmedurchgangszahl k.	5 - 8
5.) Ergebnis und Schlußfolgerungen.	8 - 9

1.) Veranlassung für den Versuch.

Im Laboratorium der Braunkohlenvergasung wurde die Herstellung von SO_2 durch Verbrennung von S mit O_2 untersucht. Als geeignet erwies sich die Verwendung von Tauchbrennern, die zu diesem Zweck besonders entwickelt wurden. Mit Hilfe dieser Brenner erfolgt die Verbrennung durch Einleiten von O_2 im flüssigen S unterhalb seiner Oberfläche. Einzelheiten sind dem Bericht des Herrn Dr. Kah vom 30.8.39 betr. "Versuche zur SO_2 -Herstellung" zu entnehmen.

Bei Übertragung des Verfahrens in den großtechnischen Maßstab ist, abgesehen von der Entwicklung geeigneter Tauchbrenner mit großer Leistung, eine wirksame Kühleinrichtung auszubilden, durch die der an den flüssigen S übergehende Anteil der Verbrennungswärme abgeführt wird. Hierbei ist zu beachten, daß der flüssige Schwefel unterhalb von etwa 120°C erstarrt und oberhalb von etwa 160°C einen Bereich sehr hoher Viskosität hat. Der Wärmeentzug muß mithin innerhalb des Temperaturbereiches von etwa 120°C bis 155°C erfolgen.

2.) Beschreibung der Kühlvorrichtung.

Zur Untersuchung der Wärmeübergangsverhältnisse wurde eine unter teilweiser Verwendung vorhandener Apparateteile gebaute Apparatur nach beiliegender Skizze M-3757--16 (Anlage 1) benutzt, die SO_2 für andere Versuchszwecke zu liefern hatte. Sie stand für die Untersuchung der Wärmeübergangsverhältnisse nur in beschränktem Maße zur Verfügung. Außerdem war nicht beabsichtigt, noch besondere Kosten hierfür aufzuwenden.

Die Apparatur bestand aus:

Teil

- 1 Brennkammer mit Tauchbrenner (Sicromaldüse 22-mm- ϕ , 55-mm-Höhe, Einzelheiten s. Bericht Dr. Kah v. 30.8.39).
- 2 Kühlervorlage.
- 3 Als Dampfkessel ausgebildeter S-Kühler n. Zeichnung Me 5403-4 mit 7 Kühlrohren $38 \times 2,5$, 5056 lg., Gesamtfläche der Rohrinne-seite $3,65 \text{ m}^2$
- 4 Dampfkondensator als Rückflußkühler mit 86-Rohren $40 \times 2,5$, 790 lg., Gesamtfläche der Rohrinne-seite $7,5 \text{ m}^2$. Das Kühlwasser fließt auf der Innenseite der Rohre.

Teil

5	Schwefel-Umlaufpumpe, 4-fach wirkende Duplexpumpe mit Dampfantrieb von Weise u. Monski, Halle, Modell "I K 712",
	normale Förderleistung $6 \text{ m}^3/\text{h}$
	max. Gesamtförderhöhe 40 m WS
	Doppelhubzahl $26/\text{Min.}$
	Zylinder-Durchmesser 120 mm
	Hub 100 mm
	Fördermenge je Hin- und Hergang $4 \text{ l/Min.} = 0,24 \text{ m}^3/\text{h.}$

~~Durch die Pumpe wird der sich in der Apparatur befindende flüssige S dauernd im Kreislauf gehalten, wobei die vom S in der Brennkammer aufgenommene Wärme im Kühler an das Kesselwasser abgegeben und vom Dampf im Kondensator an das Kühlwasser weitergegeben wird.~~

3.) Ermittlung der Wärmedurchgangszahl k aus den Versuchen.

In der beiliegenden Tabelle 1 (Anlage 2) sind die Meßwerte, darunter die zu ermittelnde Wärmedurchgangszahl k des Schwefelkühlers, von verschiedenen Versuchsreihen eingetragen. Unmittelbar gemessen sind die Werte der Spalten 3, 9, 11, 12, 13, 15 und 16.

Zur Auswertung dienen folgende Unterlagen:

Spalte 5. Verbrennungswärme errechnet aus dem gemessenen Sauerstoff-Verbrauch.

$$\text{Auf } 1 \text{ m}^3 \text{ O}_2 \text{ kommen } 1,315 \text{ kg S und damit } 1,315 \cdot 2210 = 2900 \text{ kcal/m}^3 \text{ O}_2$$

Spalte 6. Wärmeabgabe der Apparatur an die umgebende Luft.

Nicht-isolierte Oberfläche der Apparatur $\sim 2,6 \text{ m}^2$, auf Zeichnung 5403-4 grün gekennzeichnet.

Temperatur der Wandoberfläche innen im Mittel $\sim 140^\circ\text{C}$

" " außen $\sim 20^\circ\text{C}$

$$\Delta t = 120^\circ\text{C}$$

Für die Außenseite der Wand:

$$\alpha = 5 + 3,4 \cdot w = 5 + 3,4 \cdot 1 = \sim 8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

s. Hütte, 26. Aufl., Bd. I, S. 499

und damit praktisch auch:

$$k = \sim 8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 2,6 \cdot 8 \cdot 120 = 2500 \text{ kcal/h}$$

unabhängig von der Belastung der Apparatur.

Spalte 7. Wärmeabgang mit der erzeugten SO_2 .

$$0,41 \cdot 150 = \sim 60 \text{ kcal/m}^3 \text{ SO}_2 \text{ bzw. O}_2$$

wobei angenommen ist, daß die SO_2 mit einer Temperatur abzieht, die um 150° über der Temperatur des eintretenden O_2 liegt.

- Spalte 8. Wärmeaufnahme des umlaufenden flüssigen Schwefels.
 Sie ergibt sich durch Abzug der in Spalte 6 u. 7 genannten Wärmemengen von der in Sp. 5 genannten Verbrennungswärme. Vernachlässigt sind dabei die geringen Mengen gasförmig aus der Brennkammer mit der SO₂ austretenden Schwefels.
- Spalte 9. Schwefel-Umlauf,
 aus Pumpen-Hubzahl errechnet.
 Da die Pumpe mit Hubzahlen betrieben wurde, die um ein Mehrfaches höher lagen, als die normale Hubzahl der Pumpe, ist die Errechnung der Umlaufmenge aus der Hubzahl nicht einwandfrei. Eine Pumpe mit größerer Leistung stand nicht zur Verfügung.
- Spalte 11,
 12 u. 13 Schwefel-Temperatur
 gemessen an den Stellen a, b und c der beiliegenden Skizze M 5757-16. Maßgebend für die Ermittlung des Temperaturgefälles im S-Kühler (3) sind die bei b und c gemessenen Werte. Die bei a gemessene Temperatur war fast immer höher als die bei b gemessene, offenbar infolge Rückwirkung der sich in der Nähe befindenden Flamme.
- Spalte 14. Die aus der Wärmeabgabe an den umlaufenden S (Spalte 8) und dem S-Umlauf (Spalte 10) errechnete Abkühlung des Schwefels im Kessel müßte mit der gemäß Spalte 12 und 13 gemessenen Abkühlung übereinstimmen. Dies ist jedoch nur annähernd der Fall, einmal, weil die Bestimmung des S-Umlaufes nicht einwandfrei ist, und ferner, weil schon geringe Ungenauigkeiten bei der Temperaturmessung wegen des an sich sehr kleinen Temperaturintervalles erhebliche Abweichungen ergeben.
- Spez. Gewicht des flüssigen Schwefels $1,61 \text{ kg/l}$
 " Wärme " " " $0,22 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$
 (Landolt-Börnstein. II. Ergänzungsbd. S.1168)
- Spalte 15. Wassertemperatur im S-Kühler.
 Mittelwert der bei d, e u. f gemessenen Werte.
- Spalte 17. Temperaturgefälle im S-Kühler Δt
 errechnet aus den in den Spalten 11, 12 u. 13 aufgeführten Schwefeltemperaturen und der in Spalte 15 genannten Wassertemperatur.

Die in Spalte 18 stehenden Wärmedurchgangszahlen k ergeben sich aus den in Spalte 8 aufgeführten Zahlen für die Wärmeabgabe an den umlaufenden Schwefel dividiert durch die wirksame Kühlfläche ($3,65 \text{ m}^2$) und durch die in Spalte 17 genannten Zahlen für das Temperaturgefälle Δt .

Bei den Versuchen zeigten sich Schwierigkeiten, sobald mit zunehmender Belastung, die bei a in der Brennkammer gemessene Schwefeltemperatur einige Grade über 145°C hinaus anstieg. Die Temperatur stieg dann schnell immer weiter an, obschon durch die dabei auftretende Erhöhung des Temperaturgefälles im S-Kühler eine hinreichende Wärmeabführung zu erwarten war. Es ist anzunehmen, daß der Schwefel in diesem Falle local in der Nähe des Brenners erheblich heißer wird als 160°C , so daß sich in dem verhältnismäßig dünnflüssigen kälteren Schwefel zähflüssige, heiße Schwefelqualen bilden, die den gleichförmigen Schwefelumlauf durch den Kühler und an den Tauchbrennern vorbei stören, wodurch dann die gleichmäßige Wärmeabfuhr beeinträchtigt wird. Das Auftreten solcher zähflüssigen Schwefelqualen ist nach Angabe von Herrn Dr. Kah früher bei Labor-Versuchen bereits beobachtet worden.

Wie aus den Spalten 15 und 16 ersichtlich ist, wurde durch Veränderung des Druckes im Dampfraum des Schwefelkühlers die Temperatur des Kühlwassers verändert. Hierfür war folgende Überlegung maßgebend:

Bei einer Temperatur des Kühlwassers von 120°C liegt die vom flüssigen Schwefel berührte Fläche der Kühlrohre mit Sicherheit über dem Erstarrungspunkt des Schwefels, so daß sich am Rohr keine, den Wärmeübergang verschlechternde Schwefelkruste ansetzen kann. Es ist auf Grund der Versuchsergebnisse anzunehmen, daß sich bei einer Temperatur von 98°C eine dünne Schicht festen Schwefels auf dem Rohr ansetzt und den Wärmeübergang verschlechtert (Vgl. Abschnitt 4). Wenn man die Temperatur über 120°C hält, fällt zwar die Wärmedurchgangszahl k , wie erwartet, besser aus (vgl. Spalte 18, Zeile 1, 2, 12 u. 13 mit den übrigen Zeilen). Trotzdem aber ist die auf 1 m^2 Kühlfläche abführbare Wärmemenge (s. Spalte 19) geringer, weil das nutzbare Wärmegefälle (Spalte 17) erheblich kleiner wird. Bei Temperaturen des Kühlwassers über 120°C war es daher nicht möglich, mit der zur Verfügung stehenden Kühlfläche mehr als $6 \text{ m}^3 \text{ SO}_2/\text{h}$ über längere Zeit zu erzeugen.

Die Leistung der Kühleinrichtung bei einer Kühlwassertemperatur von 120°C läßt sich sehr wahrscheinlich noch steigern, wenn die Bildung von zähflüssigen

Schwefelqualen erschwert wird durch Verbesserung des Brenners und der Brennkammer mit dem Ziele einer gleichförmigen Wärmeverteilung auf den umlaufenden Schwefel. Eine Andeutung in dieser Richtung gibt ein Vergleich der Zeilen 7, 8 und 9 der Tabelle 1. Durch Anordnung von 2 Düsen war es nämlich möglich, die SO_2 -Erzeugung und damit die auf den m^2 Kühlfläche abzuführende Wärmemenge weiter zu steigern.

Im praktischen Großbetrieb wird es ratsam sein, den Schwefelkühler für eine Temperatur von mindestens 120°C einzurichten. Bei tieferen Temperaturen kann der Fall eintreten, daß der Schwefel in einzelnen Rohren des Kühlers, in denen aus irgend welchen anderen Gründen die Strömungsgeschwindigkeit des Schwefels geringer ist, erstarrt. Auch muß bei Stillstand der Apparatur der Kühler ohnehin auf einer Temperatur von mindestens 120°C gehalten werden, um eine Erstarrung des Schwefels zu verhindern.

4.) Rechnerische Ermittlung der Wärmedurchgangszahl k für die Kühlung von flüssigem Schwefel durch Wasser mit einem Eisenrohr als Trennwand.

Als Grundlage dienen die Angaben in:

"Berechnung von Wärmeaustauschern",

Bd. I, Blatt 1a, herausgegeben von I.G. - Lu, Technischer Prüfstand,

sowie Angaben über die physikalischen Eigenschaften des Schwefels in den Nachschlagebüchern: Landolt u. Börnstein, Chemiker-Taschenbuch.

Erläuterung der Formeln u. Formelgrößen.

	Dimension:
L Rohrlänge	m
d Rohr-Innendurchmesser	m
w Geschwindigkeit des Schwefels im Rohr	m/sec.
η absolute Zähigkeit des Schwefels	kg sec./m ²
γ spez. Gewicht des flüssigen Schwefels	kg/m ³
c " Wärme " " "	kcal/kg °C
λ Wärmeleitzahl des " " "	kcal/m h °C
λ' " " " "	kcal/m sec. °C
λ_s " " festen " bei 100°C	kcal/m h °C
δ_s Wandstärke der Schwefelkruste	m
δ_r Wandstärke des Eisenrohres	m
λ_r Wärmeleitzahl des Eisens	kcal/m h °C

	Dimension
g Erdbeschleunigung	m/sec. ²
Re Reynolds'sche Zahl	
Pr Prändfl'sche Zahl	
Nu Nusselt'sche Zahl	
α_1 Wärmeübergangszahl Schwefel an Rohrwand	kcal/m ² h °C
α_2 " " Rohrwand an Wasser	"
k Wärmedurchgangszahl	"
$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_r}{\lambda_r} + \frac{\delta_s}{\lambda_s}$	
$\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d}$	
$Nu = 0,024 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,37}$	

Variabel ist nur die Reynolds'sche Zahl und zwar mit der Geschwindigkeit des durch die Kühlrohre strömenden Schwefels. Die übrigen Werte bleiben bei den verschiedenen zu den einzelnen Versuchen gehörigen Belastungsfällen konstant, da die Apparatur und der Wärme abgebende Stoff gleich bleiben.

Konstant bleiben:

L	=	5,056 m	
d	=	0,033 m	
η	=	$8,15 \cdot 10^{-4}$	kg sec./m ²
γ	=	1810	kg/m ³
c	=	0,22	kcal/kg °C
λ	=	0,119	kcal/m h °C
λ'	=	0,000 033	kcal/m sec. °C
λ_s	=	0,134	kcal/m h °C
δ_r	=	0,0025	m
λ_r	=	45	kcal/m h °C
g	=	9,81	m/sec. ²
Pr	=	$\frac{\eta \cdot g \cdot c}{\lambda'}$	= 53,3
α_2	=	2000	kcal/m ² h °C

Es ändern sich:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \gamma}{\eta \cdot g} = 7500 \cdot w$$

$$Nu = 0,024 \cdot 7500^{0,8} \cdot w^{0,8} \cdot 53,3^{0,37}$$

$$= 0,024 \cdot 1260 \cdot 4,45 \cdot w^{0,8} = 134 \cdot w^{0,8}$$

$$\alpha_1 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d} = \frac{0,119}{0,033} \cdot 134 \cdot w^{0,8} = 483 \cdot w^{0,8}$$

δ_s Dicke der am Rohr haftenden Schwefelkruste, abhängig von der Temperatur des Kühlwassers.

k ändert sich mit α_1 und δ_s .

Es ergeben sich für die in Tabelle 1 (Anlage 2) aufgeführten einzelnen Versuche folgende Werte:

Tabelle 2.

	w m/sec.	α_1 kcal/m ² h °C	δ_s 1) mm	k errechnet kcal/m ² h °C	k gemessen kcal/m ² h °C
1	0,67	350		290	237 2)
2	1,0	483		380	295 2)
3	0,67	350	0,125	230	225
4	1,0	483	0,25	220	215
5	1,0	483	0,25	220	230
6	1,0	483	0,25	220	155
7	1,0	483	0,25	220	200
8	1,0	483	0,25	220	215
9	1,0	483	0,25	220	230
10	0,79	404	0,25	205	250
11	0,67	350	0,25	190	200
12	0,56	306	-	260	290
13	0,9	446	0,06	310	325
14	0,9	446	0,125	270	280

1) geschätzt auf Grund der Versuchsergebnisse.

2) die starke Abweichung des k gemessen von k errechnet bei den Versuchen 1 u. 2 dürfte durch Meßfehler bedingt sein. Wahrscheinlich ist die Hubzahl der S-Umlauf-Pumpe nicht richtig ermittelt worden, was zu falscher Umlaufmenge und damit zu falschem α_1 führt.

Mit zunehmender Umlaufgeschwindigkeit des Schwefels wird die Wärmeübergangszahl Schwefel an Rohrwand wesentlich besser.

Für $w = 2 \text{ m/sec.}$ errechnet sich

$$\alpha_{\text{sw}} = 840 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

Bei Kühlwasser von 120°C wird damit

$$k = 570 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C},$$

so daß z.B. bei $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ insgesamt

$$570 \cdot 20 = 11.400 \text{ kcal/m}^2 \text{ h abgeführt werden könnten.}$$

Versuche zur Bestätigung dieses Verhaltens konnten nicht durchgeführt werden, da eine Schwefelpumpe mit hinreichend großer Förderleistung nicht zur Verfügung stand.

5.) Ergebnis und Schlußfolgerung.

Die Wärme, die bei der Erzeugung von SO_2 durch Verbrennung von flüssigem Schwefel mittels Sauerstoff im Tauchbrenner entsteht, ist vom umlaufenden Schwefel so aufzunehmen, daß dieser sich dabei auch in der Nähe des Brenners nicht über 160°C erwärmt. Zu diesem Zweck sind möglichst weitgehend unterteilte Tauchbrenner zu entwickeln, deren einzelne Brennstellen kleine Leistung haben (höchstens $5 \text{ m}^3 \text{ O}_2$ -Verbrauch je Stunde) und intensiv von Kühltischschwefel umspült werden, so daß sich Quallen aus zähflüssigem Schwefel nicht bilden können.

Die vom umlaufenden Kühltischschwefel aufgenommene Wärme ist in einem Röhrenkühler an Wasser abzuführen. Das Kühlwasser muß auf einer Temperatur von mindestens 120°C gehalten werden können, d.h. es ist ein Dampfkessel für mindestens 1,5 atü als Kühler anzuwenden, der die vom Schwefel übernommene Wärme seinerseits über einen Rückflüßkühler an Kühlwasser nach außen abgibt. Wenn das zur Schwefelkühlung dienende Kühlwasser auf 120°C gehalten wird und die Geschwindigkeit des flüssigen Schwefels in den Kesselrohren mindestens 1 m/sec. beträgt, so kann man ein Temperaturgefälle $\Delta t = 20^\circ$ und eine Wärmedurchgangszahl

$$k = 300 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

als mit Sicherheit erreichbar annehmen, d.h. man kann mit einem Wärmedurchgang von $6000 \text{ kcal je m}^2 \text{ h}$ rechnen. Damit der Kessel nicht zu lang wird, kann man den Schwefel in mehreren Zügen durch den Kessel hindurchführen. Die Leistung des Kessels läßt sich steigern, wenn man das Kühlwasser auf 100°C hält. Dabei steigt

das Temperaturgefälle auf $\Delta t = 40^\circ\text{C}$, während die Wärmedurchgangszahl k bei einer Schwefelgeschwindigkeit von 1 m/sec. auf etwa $200 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$ sinkt, so daß mit einem Wärmedurchgang von $8000 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$ gerechnet werden kann. Jedoch sollte man den Kühler nicht auf dieser Grundlage konstruieren, weil die Möglichkeit besteht, daß der Schwefel bei ungünstigen Strömungsverhältnissen in einzelnen Rohren erstarrt.

Eine wesentliche Verbesserung des Wärmedurchgangs läßt sich durch Steigerung des Schwefelumschlages erzielen. Bei Steigerung der Schwefelgeschwindigkeit in den Kühlrohren auf 2 m/sec. errechnet sich z.B. unter Zugrundelegung einer Kühlwassertemperatur von 120°C eine Wärmedurchgangszahl k von $\sim 550 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$ und damit bei $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ ein Wärmedurchgang von $11.000 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$.

Der Schwefelkreislauf muß von Zeit zu Zeit gereinigt werden, da sämtliche mit dem Schwefel in die Apparatur hineinkommenden Verunreinigungen sich darin ansammeln. Beim Reinigen der Versuchsapparatur wurde Schwefeleisen und Eisensulfat gefunden, was auf Eisenangriff schließen läßt. Im Zusammenhang hiermit sei auf den bereits erwähnten Bericht des Herrn Dr. Kah hingewiesen, wonach bei bestimmten Belastungsfällen der einzelnen Tauchbrenner geringe Mengen von SO_3 entstehen können. Ein nach Abschluß der Versuche ausgebautes Kühlerrohr ließ jedoch auf der vom Schwefel berührten Innenseite keinen nennenswerten Angriff erkennen.

Vor Anwendung des Verfahrens in großtechnischem Maßstab dürfte es ratsam sein, neben der Entwicklung geeigneter Tauchbrenner für große Leistung auch noch Untersuchungen zur Klärung der Materialfrage vorzunehmen.

Ø Herren

Dr. Augusten
 OI. Keinke/Ing. Bauder

OI. Sabel
 Dr. Braus
 Dr. Kah
 Dr. Seeger
 Dr. Jeltsch
 Dr. Menschick
 DI. Ihlenburg
 DI. Sommer.

Strom
hm.

Tabelle 1.

Versuche über Abführung der Reaktionswärme bei der SO_2 -Erzeugung mit Tauchbrenner
aus flüssigen S und O_2 .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Datum	Zeit	O_2 -Verbrauch	Art der O_2 -Zuführung	Erzeugte Wärme	Wärmeabgabe an umgebende Luft	Wärmeabgang mit SO_2	Wärmeabgabe an umlaufenden S	Doppelhube der Pumpe	S-Umlauf	S-Temperatur			Errechnete Abkühlung des S im Kessel	Kühler Wasser-temp.	Druck	Δt	k	je m^2 S abgeführte Wärmemenge
1940	h	cbm/h		kcal/h	kcal/h	koal/h	kcal/h	je Min.	cbm/h	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	atü	$^{\circ}\text{C}$	kcal/ $\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$	kcal/ m^2
1	21.4.	12 Uhr	5	14 500	2500	300	11 700	60	14,4	142,5	137	136	2	123	1,6	13,5	237	3200
2	"	16 "	6	17 400	2500	360	14 540	90	21,6	143	137	136	1,7	123	1,6	13,5	295	4000
3	15.5.	12 ³⁰	10	29 000	2500	600	25 900	60	14,4	140,5	138,5	137	4,5	106	0,45	31,5	225	7000
4	16.5.	13 ³⁰	12	34 800	2500	720	31 580	90	21,6	142	139,5	136,5	3,7	97,5	0	40,5	215	8300
5	17.5.	5 h ϕ	13	37 600	2500	780	34 320	90	21,6	144	137,7	137	4	97	0	41	230	9400
6	20.5.	16	10	29 000	2500	600	25 900	90	21,6	138	136	133,5	3	98	0	36,5	195	7000
7	"	11	10	29 000	2500	600	25 900	90	21,6	137	135	132,5	3	98,5	0	35	200	7000
8	22.5.	13	12	34 800	2500	720	31 580	90	21,6	142	140	136	3,7	98	0	40	215	8300
9	"	16	14	40 600	2500	840	37 260	90	21,6	146,5	144,5	138,5	4,3	97,5	0	44	230	10 200
Nach Überholung und Reinigung der Apparatur:																		
10	21.9.	11 ³⁰	12	34 800	2500	720	31 580	70	16,8		137	131,5	4,7	99	0	35	250	8300
11	"	16	10	29 000	2500	600	25 900	60	14,4		137,5	132	4,5	99	0	35,7	200	7000
12	22.9.	10	5	14 500	2500	300	11 700	50	12		138	136	2,4	126	1,5	11	290	3200
13	"	14	8	23 200	2500	480	20 220	80	19,2		137	134	2,6	118,5	1	17	325	5500
14	"	15	10	29 000	2500	600	25 900	80	19,2		137	132	3,4	109	0,45	25,5	280	7000

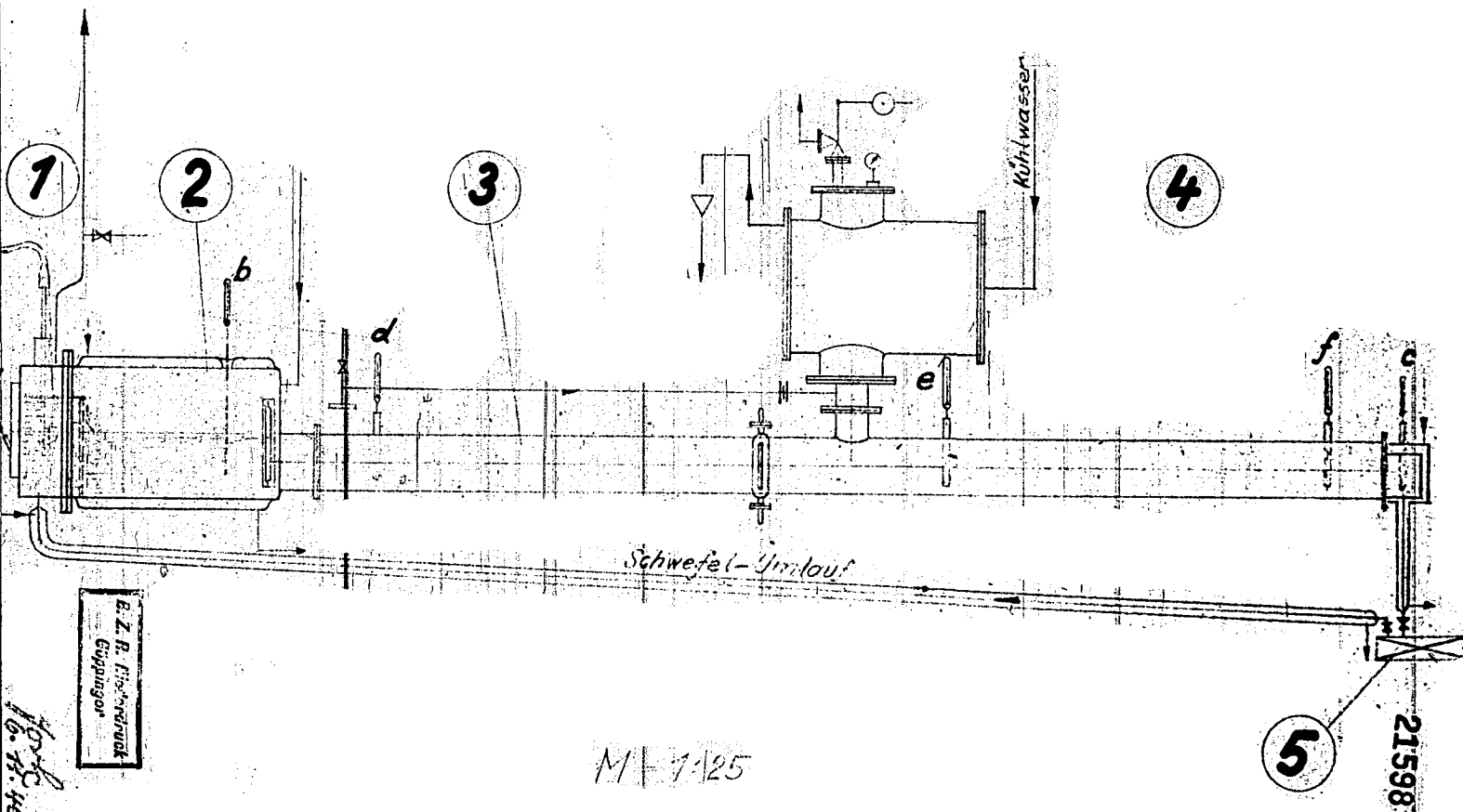
Feb. 1911
Ammoniakwerk Merseburg G. m. b. H.

Skizze eines Schwefelkühlers

M 3757-16

16. 11. 10

E. Z. R. Hochdruck
Gießungen



M 7/25

21598