

den 15. Dezember 1943  
J.-Nr. 43/12/1

B

Destillation eines ungarischen Erdölbenzins

Nach dem Bericht von Tramm - Kolling vom 8.8.1943 soll ein ungarisches Erdölbenzin so zerlegt werden, daß neben einer für die Toluolgewinnung brauchbaren C7-Fraktion ein Flieger- und ein Autobenzin gewonnen werden. Unter Ausnutzung der viel schärferen Schnittmöglichkeiten, welche das kontinuierliche Verfahren bietet, dürfte sich die Qualität des zu gewinnenden Fliegerbenzins - auch beim Vorschlag II - noch steigern lassen; vor allem müßte es möglich sein, die bei der Probedestillation abgenommenen Fraktionen 10 - 13 schärfer zu trennen. Dabei ergeben sich zwei Möglichkeiten:

- 1) Man arbeitet wie von Tramm - Kolling vorgeschlagen und trennt sowohl eine Heptan- wie eine Methyl-Cyclohexan-Fraktion ab; letztere zur Umsetzung zu Toluol.
- 2) Man trennt das für die Toluolerzeugung brauchbare n-Heptan heraus und verbreitert diesen Schnitt event. nach rechts und links etwas. Dabei ist angenommen, daß die Methylhexane ebenso wie die Methylcyclohexane zur Aromatisierung brauchbar sind. Durch scharfes Schneiden verbessert man die beiderseits anschließenden Fraktionen so, daß sie ein gutes Fliegerbenzin liefern.

In Abb. 1 sind die Daten der Holtener Abhandlung in etwas abgeänderter Form wieder graphisch zusammengestellt. Die 21 Probefraktionen sind volumemäßig nacheinander abgetragen und in Abhängigkeit davon sind der Verlauf der Siedetemperaturen am Kopf, der spez. Gewichte, sowie der oberen und unteren Begrenzung der Überladekurven (zw. 0,7 und 1,3 Luftüberschuß) dargestellt. Die beiden unteren Streifen enthalten die Vorschläge für den Schnitt der 9 bzw. 10 Fraktionen (I - IX).

In den beigelegten Tabellen 1 und 2 sind die Hauptdaten, die für eine derartige destillative Trennung in Frage kommen, zusammengestellt. Die 1. Spalte enthält die gewählten Schlüsselkomponenten, d.h. die Kohlenwasserstoffe, zwischen denen die einzelnen Trennungen (A bis I) erfolgen sollen. Bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit der infrage kommenden Verbindungen ist diese Wahl natürlich eine recht willkürliche und die daraus ermittelten Mindestrücklaufverhältnisse u.s.w. geben nur einen groben Anhalt für die Bemessung der Apparatur.

Die Spalten 2 - 6 enthalten die für die Regelung der Kolonnen infrage kommenden Daten dieser Schlüsselkomponenten.

Den Spalten 7 - 9 ist die Bezeichnung der gewählten Schnitte (I - IX), ihre Beziehung zu den Fraktionen der Probeschnitte (1 - 21) und ihr volumen- und molmäßiger Anteil am Rohprodukt zu entnehmen.

Spalte 10 zeigt das Verhältnis "d" der Dampfdrucke der für jeden Schnitt infrage kommenden Schlüsselkomponenten bei der mittleren Schnitttemperatur.

Aus diesen Werten liefert die einfache Beziehung  $V_m = 1 : (d - 1) \cdot 100$  das Rücklaufverhältnis bezogen auf den Auflauf der Kolonne (Spalte 11) und für den Fall einer 100-prozentigen Trennung. Für Überslagsrechnung, wie der hier vorliegenden, kann man mit diesen Zahlen für den wirklichen Rücklauf rechnen, denn der Abzug, den man machen kann, wenn man sich mit einer kleineren Ausbeute zufrieden gibt, hebt den Zuschlag, der normalerweise zum Mindestrücklauf gemacht wird, ungefähr auf.

Die Größe des Rücklaufverhältnisses bezogen auf das Kopfprodukt (wie es gewöhnlich angegeben wird) ist aus diesen Zahlen leicht zu errechnen und den folgenden Spalten zu entnehmen.

Die Spalten 12 - 15 zeigen gleichzeitig den durch Vergleichsrechnungen ermittelten wirtschaftlichsten Trennplan. Man kann daraus entnehmen, daß es zweckmäßig ist, zunächst das Gesamtprodukt durch die Destillation "A" (Primärtrennung) in zwei etwa gleiche Hälften zu teilen, diese durch die Destillationen B und C (Sekundärtrennung) nochmals aufzuteilen und aus den so entstandenen vier Fraktionen durch die vier weiteren Destillationen D, E, F und G (Tertiärtrennung) acht Produkte zu gewinnen. Von diesen stellen sechs bzw. sieben fertige Fraktionen dar, während eine bzw. zwei durch weitere Destillationen H und I die letzten Fertigfraktionen liefern.

In diese Spalten eingetragen sind weiter die Aufteilung in Kopf- und Bodenprodukt, der Rücklauf und die aufsteigenden Dämpfe, alles in Mol bezogen auf 100 Mol Gemischzulauf zur Gesamtanlage.

Am Schluß der Tabellen sind dann für die einzelnen Destillationen und die entsprechenden Kolonnen (A - I) die Hauptdaten nochmals zusammengestellt (Spalte 16 - 22); auch ist überschläglich die je 100 Mol Einsatz aufzuwendende Wärme in den Spalten 23 - 25 ermittelt.

Abb. 2 und 3 zeigen nun schematisch die nach diesem Prinzip arbeitenden Anlagen (die Reihenfolge der Apparate ist so gewählt, daß sich ein gutes Bild ergibt). Die Kolonnenrechtecke sind so gezeichnet, daß ihre Breiten im Verhältnis der Kolonnenquerschnitte, ihre Höhen im Verhältnis der Kolonnenhöhen stehen. Während nun der Kolonnenquerschnitt mit Hilfe der Spalte 22 und den bekannten Beziehungen zwischen spez. Gewicht und günstigster Geschwindigkeit der Dämpfe für jede Leistung leicht zu ermitteln ist, bereitet die richtige Bemessung der Höhe größere Schwierigkeiten und läßt sich nur von Fall zu Fall bestimmen. Im vorliegenden Fall wird man aber die Höhen so groß machen, wie dies ohne besondere Mehrkosten möglich ist, also bei 3 m Durchmesser für die größeren Kolonnen etwa 30 m hoch (mit 90 - 100 Böden von  $1 = 1$ ). Selbst bei dieser Höhe wird man sich mit Ausbeuten von 80 % und weniger bei einzelnen Schlüsselkomponenten begnügen müssen, die aber Ausbeuten von 90 % und mehr auf die Gesamtfraktion bezogen entsprechen. Auch die teilweise hohen Rücklaufverhältnisse (30 : 1) bedeuten eine Belastung an Dampfkosten bei etwa 1,5 Pfg./kg der betreffenden Fliegerbenzinfractionen, zu denen noch die Kosten der vorhergehenden oder folgenden Schnitte kommen. Der Gesamtdampfverbrauch dürfte etwa 3 kg je kg Einsatzgemisch betragen. Bezüglich der Regelung ist noch folgendes zu bemerken:

Bei Kolonne A, B, C, F und G erfolgt die Einstellung zweckmäßig durch das in der früheren Abhandlung V beschriebene Verfahren mit Temperaturregler in einer Hilfskolonne.

Bei Kolonne E, H und I wird man das in Abhandlung V beschriebene Verfahren dahin abändern, daß man nicht die Kopf-temperatur der kleinen Hilfskolonne, sondern das spez. Gewicht dieses Kopfproduktes zur Impulsgabe für den Regler benutzt.

Die Kolonne D wird zweckmäßig unter einem Druck von etwa 5 atü betrieben. Zur Einregelung genügt ein normaler Kopf-temperatur-Regler mit Druckkompensation oder ein Differenz-temperatur-Regler (nach Abb. I).

Bei allen Kolonnen bringt man daneben zweckmäßig gut anzeigende Kopf- und Bodentemperaturanzeiger an.

gez. Kelting

Destillative Trennung von ungerischem Erdölbenzin  
(Schnittplan "a": 57,5 % E.- B., 31 % A.- B., 11,5 % T.- B.)

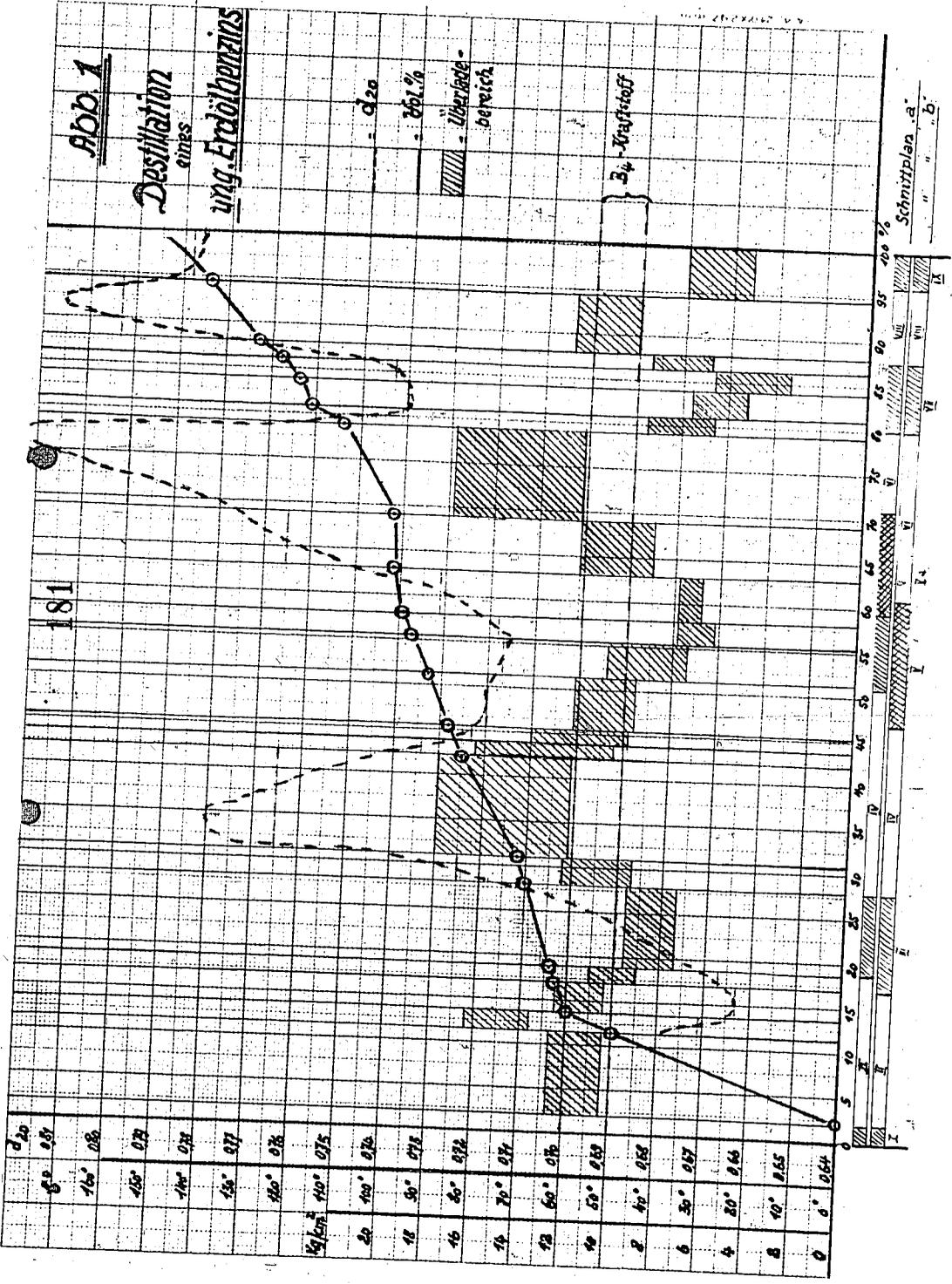
1. Schlüsselkomponenten:	n-Butan		Cyclo-Butan		1-Hexan		n-Hexan		Meth-Cyclo-Pentan		1-Heptan		n-Heptan		Meth-Cyclo-Hexan		Toluol		Cyclo-Heptan		n-Oktan		Meth-Cyclo-Heptan		Cyclo-Oktan		n-Nonan	
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 58 -0,5° 0,582 1,3562 I (1) 2 % 3 Mol %	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> 56 13° 0,704 1,3752 II (2-3-4-5) 17 % 19 Mol %	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 86 60,2° 0,653 1,3712 III (6) 9 % 10 Mol %	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> 86 68,8° 0,664 1,3751 III (6) 9 % 10 Mol %	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> 84 71,8° 0,750 1,4098 IV (7-8-9-10) 23 % 24 Mol %	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> 100 90,0° 0,679 1,3851 V (11-12) 8,5 % 9 Mol %	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> 100 98,4° 0,584 1,3878 V (11-12) 8,5 % 9 Mol %	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> 98 101,2° 0,769 1,4254 VI (13-14) 11,5 % 11 Mol %	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> 92 110,8° 0,867 1,4969 VI (15-16) 9 % 8 Mol %	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> 98 119,0° 0,810 1,4440 VI (15-16) 9 % 8 Mol %	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> 114 125,6° 0,703 1,3976 VII (17-18-19) 7,5 % 6 Mol %	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> 112 134,0° 0,805 1,4410 VIII (20) 8,5 % 7 Mol %	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> 112 149,0° 0,835 1,4586 VIII (20) 8,5 % 7 Mol %	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> 128 150,7° 0,718 1,4056 IX (21) 4 % 3 Mol %														
2. Bruttoformel																												
3. Mol-Gewicht																												
4. Siedepunkt bei 760 mm Hg																												
5. spez. Gewicht bei 20°																												
6. Brechungsindex "																												
7. Refraktion (Probedest.)																												
8. Volumen %																												
9. Mol-Prozente																												
10. Relative Flüchtigkeit : d																												
11. Mindestrücklauf, bezogen auf Einsatz																												
12. Primäre Trennung	2,1-fach 1,47 3,1-fach 1,085 3,1-fach 11,8-fach 3,1-fach 12,5-fach 3,0-fach 1,32 1,08 1,32 1,185 1,25 1,055 18-fach																											
13. Sekundäre Trennung	310 Mol Rücklauf + 56 Mol Destillat = 366 Mol aufsteigende Dämpfe; Rücklauf-Verh. 5,5 : 1																											
14. Tertiäre Trennung	174 Mol Rückl. + 22 Mol Dest. = 196 Mol; R.V. 8 : 1																											
15. Quartäre Trennung	3 Mol D 19 Mol 10 Mol E 24 Mol 46 + 3 = 49 Mol; R.V. 15:1 400 + 10 = 410 Mol; R.V. 40:1																											
16. Destillier-Kolonne	9 Mol H 11 Mol 250+9=259 Mol; R.V. 28:1 20 Mol F 8 Mol 6 Mol G 10 Mol 180 + 7 = 187 Mol; R.V. 30:1																											
17. Trennschnitt	A prim. 100 310 56 44 240 28 16 268 300 WE 380 " 3 130 WE B sek.1 56 174 22 34 196 1 300 WE 100 " 1 400 WE C sek.2 44 240 28 16 268 2 150 WE 2 150 WE D tert.1 22 46 3 19 49 300 WE 30 WE 330 WE E tert.2 34 400 10 24 410 2 800 WE - 2 800 WE F tert.3 28 84 20 8 104 800 WE 110 " 910 WE G tert.4 16 64 6 4 70 550 WE - 550 WE H quart. 20 250 9 11 259 1 950 WE 80 " 2 030 WE I quart. 10 180 7 3 187 1 500 WE - 1 500 WE																											
18. Auflauf in Mol/100 Mol.																												
19. Rücklauf " " "																												
20. Kopfprodukt " " "																												
21. Bodenprodukt " " "																												
22. Aufsteigende Dämpfe "																												
23. Verdampfungswärme																												
24. Vorwärmung																												
25. Gesamtwärme für 100 Mol																												
	14 100 WE 700 " 14 800 WE																											

Destillative Trennung von ungerischem Erdölbenzin  
(Schnittplan "b": 61,5 F.-B., 24,5 A.-B., 14 T.-B.)

1. Schlüsselkomponenten:	n-Butan	Cyclo-Butan	1-Hexan	n-Hexan	Meth-Cyclo-Pentan	Cyclo-Hexan	1-Heptan	n-Heptan	Meth-Cyclo-Hexan	Cyclo-Heptan	n-Okтан	Meth-Cyclo-Heptan	Cyclo-Okтан	n-Nonan
2. Bruttoformel	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>
3. Mol-Gewicht	58	56	86	86	84	84	100	100	98	98	114	112	112	128
4. Siedepunkt bei 760 mm Hg	-0,5°	13°	60,2°	68,8°	71,8°	80,8°	98,4°	98,4°	101,2°	119,0°	125,6°	134,0°	149,0°	150,7°
5. spez. Gewicht bei 20°	0,582	0,704	0,653	0,664	0,750	0,779	0,679	0,684	0,769	0,810	0,703	0,805	0,835	0,718
6. Brechungsindex "	1,3562	1,3752	1,3712	1,3751	1,4098	1,4263	1,3851	1,3878	1,4254	1,4440	1,3976	1,4410	1,4586	1,4056
7. Fraktion (Probedest.)	I (1)	II (2-3-4)	III(5-6)	III(5-6)	IV (7-8-9-10)	V (10-11-12-13)	V (10-11-12-13)	V (10-11-12-13)	VI (13-14-15-16)	VII(16-19)	VIII(19-20-21)	VIII(19-20-21)	IX(21)	IX(21)
8. Volumen %	2 %	15 %	12 Mol %	11 %	19 %	19 %	14 %	14 %	19 %	18 Mol %	7,5 %	8,5 %	4 %	4 %
9. Mol-Prozente	3 Mol %	17 Mol %	12 Mol %	12 Mol %	21 Mol %	21 Mol %	13 Mol %	13 Mol %	18 Mol %	18 Mol %	6 Mol %	7 Mol %	3 Mol %	3 Mol %
10. Relative Flüchtigkeit : d	1,47	15 %	1,32	1,085	1,32	1,32	1,08	1,08	1,185	1,185	1,25	1,25	1,055(1,09)	1,055(1,09)
11. Mindestrücklauf, bezogen auf Einsatz	2,1-fach	3,1-fach	3,1-fach	11,8-fach	3,1-fach	3,1-fach	12,5-fach	12,5-fach	5,4-fach	5,4-fach	4,0-fach	4,0-fach	18-fach(11)	18-fach(11)
12. Primäre Trennung	20 Mol	33 Mol	53 Mol	53 Mol	310 Mol	310 Mol	363 Mol	363 Mol	47 Mol	47 Mol	47 Mol	47 Mol	47 Mol	47 Mol
13. Sekundäre Trennung	165 + 20 = 185 Mol	165 + 20 = 185 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol	310 Mol
14. Tertiäre Trennung	3 Mol	17 Mol	12 Mol	21 Mol	21 Mol	21 Mol	13 Mol	13 Mol	18 Mol	18 Mol	6 Mol	6 Mol	10 Mol	10 Mol
15. Quartäre Trennung	42 + 3 = 45 Mol; R.V. 14:1	42 + 3 = 45 Mol; R.V. 14:1	390 + 12 = 402; R.V. 32,5:1	390 + 12 = 402; R.V. 32,5:1	387 + 13 = 400 Mol; R.V. 30:1	387 + 13 = 400 Mol; R.V. 30:1	387 + 13 = 400 Mol; R.V. 30:1	387 + 13 = 400 Mol; R.V. 30:1	64 + 6 = 70 Mol; R.V. 11:1	64 + 6 = 70 Mol; R.V. 11:1	64 + 6 = 70 Mol; R.V. 11:1	64 + 6 = 70 Mol; R.V. 11:1	64 + 6 = 70 Mol; R.V. 11:1	64 + 6 = 70 Mol; R.V. 11:1
16. Destillier-Kolonne	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
17. Trennschnitt	prim.	sek. 1	sek. 2	tert. 1	tert. 2	tert. 3	tert. 4	quart 1						
18. Anlauf in Mol/100 Mol	100	53	47	20	33	31	16	10						
19. Rücklauf " "	310	165	254	42	390	387	64	180						
20. Kopfprodukt " "	53	20	31	3	12	13	6	7						
21. Bodenprodukt " "	47	33	16	17	21	18	10	3						
22. Aufsteig. Dämpfe " "	363	185	285	45	402	400	70	187						
23. Verdampfungswärme	2 600 WE	1 300 WE	2 370 WE	280 WE	2 700 WE	3 200 WE	650 WE	1 906 Mol						
24. Vorwärmung	300 "	150 "	-	30 "	-	120 "	-	14 900 WE						
25. Gesamtwärme für 100 Mol	2 900 WE	1 450 WE	2 370 WE	310 WE	2 700 WE	3 320 WE	650 WE	15 500 WE						

Abb. 1

Destillation  
eines  
ung. Erdölbenzins



181

Schnittplan „a“  
„ „ „ „ b“

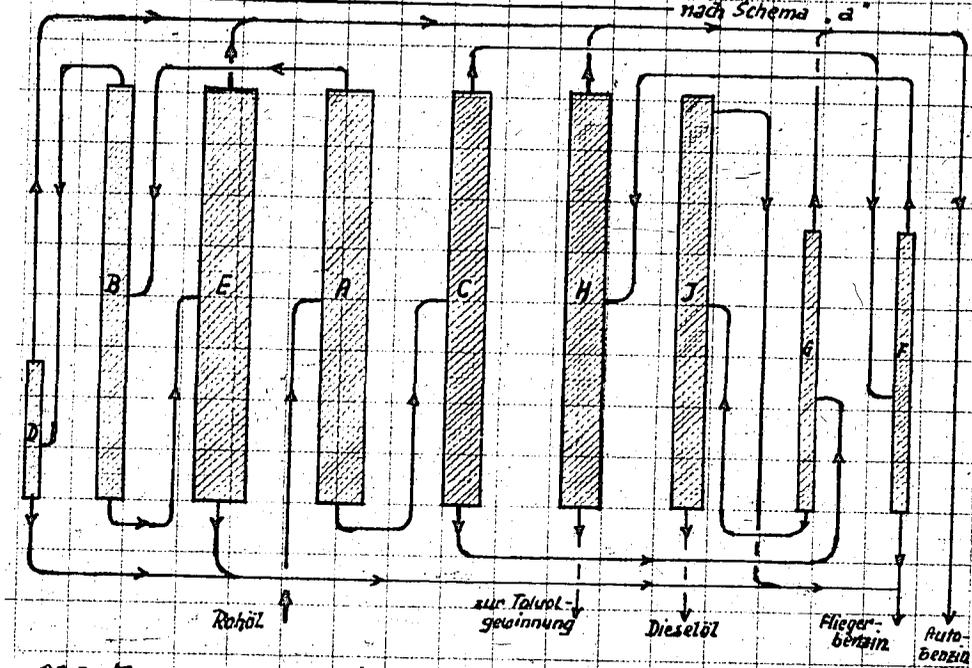


Abb. 3

