

000204

XI. Schmieröle für Bodenmotoren in ortsfesten, trag- und fahrbaren Aggregaten.

Sonstige Motorenmuster	Motorenart	Arbeitsverfahren	zu verwendendes Öl bei Dauertemperaturen	Bemerkungen
	Otto	2 Takt	unter -10° C Fl. Motor- und Kompressoröl + Spindelöl grün (2:1) oder Motorenöl der Wehrmacht (Winter)	über -10° C Fl. Motor- und Kompressoröl oder Motorenöl der Wehrmacht (Sommer) oder Flugmotorenöl (nur im Notfall)
	Otto	4 Takt	Fl. Motor- und Kompressoröl + Spindelöl grün (2:1) oder Motorenöl der Wehrmacht (Winter)	Fl. Motor- und Kompressoröl oder Motorenöl der Wehrmacht (Sommer)
	Diesel	4 Takt	Motorenöl der Wehrmacht (Winter)	

XI. Schmieröle für Bodenmotoren in ortsfesten, trag- und fahrbaren Aggregaten.

Sonstige Motornummer	Motorenart	Arbeitsverfahren	zu verwendendes Öl bei Dauertemperaturen		Bemerkungen
			unter -10°C	über -10°C	
	Otto	2 Takt	Fl. Motor- und Kompressoröl + Spindelöl grün (2:1) oder Motorenöl der Wehrmacht (Winter)	Fl. Motor- und Kompressoröl oder Motorenöl der Wehrmacht (Sommer) oder Flugmotorenöl (nur im Notfall)	Mischung 1:25
	Otto	4 Takt	Fl. Motor- und Kompressoröl + Spindelöl grün (2:1) oder Motorenöl der Wehrmacht (Winter)	Fl. Motor- und Kompressoröl oder Motorenöl der Wehrmacht (Sommer)	
	Diesel	4 Takt	Motorenöl der Wehrmacht (Winter)		

000205

DOCUMENTS FROM

OLEX DEUTSCHE BENZIN UND
PETROLEUM GESELLSCHAFT

MARTIN LUTHER STRASSE 61-66

BERLIN

000206

Alex Deutsche Benzin
und

Petroleum Gesellschaft

Martin Lutherstrasse 61-66

From O. Kell

11.8.48

006207

000208

19.- Identification, characteristics
and brand names
of Special
Oils
by Alex.

Gruppen-Sondereole

(Einheitliche ASV-Verkaufsbezeichnungen ab 1. 6. 44 für „Spezialitäten“ im Verbraucher-Geschäft)

Ifd. ASV-Nr. Sort.-Plan	ASV Sorten-Nr.	ASV Verkaufszahl	ASV Verkaufsbezeichnung und Analysendaten	Anwendungs-Beispiele (siehe unter Bemerkung)	Bisherige	
					Mitglieder-Verkaufsbezeichnung	ASV Sorten-Nr.
24	21104	1	ASV Spez. Oel OX Visk. b. 20°C ca. 3-5 E Flp. ca. 150/65°C Stockp. ca. -5°C	Oxydationsbeständiges Spindelöl ohne besondere Kälteeigenschaften, insbesondere für Textil- und Werkzeugmaschinen. Blankhärteöl.	Derop WS 26 Gargoyle Velocite Oel E SHELL OEL JY 1 SHELL OEL QB 1	52 001 57 006 76 002 76 021
25	21102	1	ASV Spez. Oel FP Visk. b. 20°C ca. 1,6 bis 1,8 E Flp. über 100°C Stockp. ca. -15°C	Für feingepaßte Lager mit Lagerspiel von nur einigen Tausendstel mm. Für Honen und Ziehschleifen. Für Glasschleifen an Stelle von Petroleum. Instrumentenöl.	Vacuum Oel 1199 Spezialöl KR 2008 (B.-Gr. 2) SHELL OEL Nr. 1499	57 003 61 007 76 004
23	22135	2	ASV Spez. Oel Kb Visk. bei 50°C ca. 3,5 bis 4,5 E Flp. nicht unter 180°C Stockp. unter -25°C	Für große Kältemaschinen mit hohen Verdichtungstemperaturen, insbesondere auch CO ₂ -Maschinen. Für Kleinkältemaschinen. Für Wasserturbinen. (Anmerkung: Bei Erstbefüllung von neuen Wasserkraftwerken dürfen nur Öle solcher Erzeugung von ASV Spez. Oel Kb. herangezogen werden, die von den Wasserturbinen-Herstellern anerkannt sind.)	Gargoyle Arctic Oel C Schwer Eismasch. Oel Deumos SOK 20; rot Eismasch. Oel Deumos SOK 21 gelb Härteöl Dural Olex ON 40 (Kälteöl) Eismasch.-Oel WR rot Eismasch. Oel WR ungef. SHELL OEL RG 8 SHELL OEL QB 2	57 050 58 056* 58 057* 61 051 72 051 73 051 73 052 76 050* 76 086
45	25020	5	ASV Spez. Heißd. Zyl.	Für Dampftemperaturen oberhalb 300°C.	Gargoyle Cylinderoel Extra Hecla Mineral Heißd.-Zyl.-Oel Hamig 3200 L NITAG HZ 4 Oelhag Zyl. 5320 Oelhag Zyl. 5322 Oelhag Zyl. 5330 Olex HA 25 Olex HA 35 SHELL OEL Nr. 2569	57 250 62 258 68 252 71 250 71 251 71 252 72 255 72 256 76 251
46	25820	5	ASV Spez. Heißd. Emuls.	Im allgemeinen wie für Ifd. ASV Nr. 45 des Sort. Pl., unter besonderer Beachtung der für Zyl.-Emuls. gegebenen schmiertechnischen Richtlinien für Einsatz und Verbrauch.	Gargoyle Heißdampf Cylinderoel Emulsion EH SHELL OEL Nr. 1806	57 257 76 254
37	26109	6	ASV Spez. Oel 9 Visk. bei 50°C ca. 9 E Flp. mindestens 220°C Stockp. nicht schlechter als -10°C	Für Kompressorenschmierung, insbesondere Rotationskompressoren und Hochdruckverdichter, die mit mäßigen Oelviskositäten beherrscht werden können. Temperaturbegrenzung 150°C am Ende der Verdichtung. Für Kompressoren mit starker Oxydationsbeanspruchung bzw. sehr guter Oelrückgewinnung. Für stat. Verbrennungsmotore (nicht für Fahrzeugmotore). Für große Getriebe mit Oelumlaufrschmierung, die eine hohe Lebensdauer und hohe Oxydationsbeständigkeit fordern. Für schwere Spurlager von Wasserturbinen (s. Anmerkung unter Nr. 23). Entspricht der vom Oberbergamt Dortmund herausgegebenen bergpolizeilichen Verschnitt für Rotations- und HD-Kolbenverdichter.	Derop-Hochl.-Kompressoren- OEL HKZ Gargoyle D.T.E. Oel Extra Schwer Spez.-Dieselmotorenöl „Delta 9“ NITAG BR 10 Olex SMD 9 SHELL OEL CY 2	52 301 57 327 64 312 68 321 72 335 76 301
38	26120	6	ASV Spez. Oel 20 Visk. bei 50°C 20-25 E Flp. mindestens 240°C	Für Kompressorenschmierung, insbesondere HD-Verdichter. Temperaturbegrenzung 180°C am Ende der Verdichtung. Für Triebwerke von Kolbendampfmaschinen gekapselter Bauart mit sehr hoher Überhitzung.	Gargoyle D.T.E. Oel AA Hochdruck-Kompressorenöl Spezial 2025 NITAG BR 25 Olex SMD 20 SHELL OEL Nr. 1170	57 328 64 311 68 304 72 305 76 380

000209

Lfd. ASV-Nr. Sort.-Plan	ASV Sorten-Nr.	Lfd. Nr.	ASV Verkaufsbezeichnung und Analysendaten	Anwendungs-Beispiele (siehe unter Bemerkung)	Bisherige	
					Mitglieder-Verkaufsbezeichnung	ASV Sorten-Nr.
39	26103	6	ASV Spez. Oel 35 Visk. bei 100° C ca. 3—5 E Flp. ca. 280° C Stockp. nicht über +5° C Das Oel entspricht dem Verharzungstest n. Linde	Für die Luftkompressoren von Linde-Sauerstoff-Anlagen.	Zylinderöl 2338 extra Oelbag 6026 Oelbag 6028 Oelbag 6030 Olex FHP-90 SHELL OEL Nr. 3391	61 328 71 300 71 301 71 302 72 306 76 325
40	26809	6	ASV Spez. Kompr. Emuls.	Für Rotations- und HD.-Kolbenverdichter. Temperaturbegrenzung 180° C am Ende der Verdichtung. (s. Ze-Rundschr. Nr. 410 v. 10. 3. 1944)	Gargoyle Kompressorenoel Emulsion NITAG EK 90 SHELL OEL Nr. 1845	57 329 68 325 76 331
49	30207	10	ASV Spez. Schneidöl B.-Gr. 2 Visk. bei 20° C ca. 7—9 E Flp. ca. 170° C geschwefelt	Allgem. Automatschneidöl.	Derop-Schneidöl C 222 (B.-Gr. 2) Vacuum Sultran Schneidöl A (B.-Gr. 2) Schneidöl Hamig 30 S (B.-Gr. 2) Schneidöl 2—3 (B.-Gr. 2) NITAG SSR 3 (B.-Gr. 2) Olex C II (B.-Gr. 2) Kühlöl SK 22 (B.-Gr. 2) SHELL OEL M 20 d (B.-Gr. 2)	52 504 57 501 62 503 64 508 68 502 72 506 73 501 76 500
35	34135	14	ASV Hochdr. Getr. Öl S Stockp. ca. +5° C YKA-Wert mindestens 200 fettfrei	Getriebeöl mit Hochdruckeigenschaften für Sommer. Auch für spanlose Metallbearbeitung.	BV-Deropol-Getriebeöl DG Gargoyle Mobilöl Ep Motanol-Getriebeöl GS Veedol-Getriebeöl TG Fahrzeuggetriebeöl MC Olex Getriebeöl S SHELL Getriebeöl HDS	52 701 57 704 61 703 62 703 64 701 72 701 76 708
36	34120	14	ASV Hochdr. Getr. Öl W Visk. bei 50° C nicht unter 20 E Stockp. ca. —15° C YKA-Wert mindestens 200 fettfrei	Getriebeöl mit Hochdruckeigenschaften für Winter. Für Nabenspurlager von Wasserturbinen (siehe Anmerkung unter Nr. 23), sowie andere schwer zu beherrschende Lagerbedingungen. Auch für spanlose Metallbearbeitung.	BV-Deropol-Getriebeöl GW Gargoyle Mobilöl Epwi K Motanol-Getriebeöl GW Veedol-Getriebeöl TGW Fahrzeuggetriebeöl WMC NITAG WI Olex Getriebeöl W SHELL Getriebeöl HDL	52 702 57 706 61 702 62 702 64 701 68 704 72 700 76 707

000210

Bemerkung: Der Einsatz der Gruppen-Sonderöle ist gegeben durch die Anwendungsgebiete, für die die Mitglieder die jeweils unter ein „Gruppen-Sonderöl“ fallenden „Spezialitäten“ seither auch geliefert haben. Mit den Beispielen sind also nur die überwiegenden Hauptanwendungsgebiete gekennzeichnet. Die mit einem * versehenen Sorten, und zwar ASV Sorten-Nr. 58 036, 58 057 und 76 090 werden für den Einsatz an Kleinkettmaschinen auch als Einzel-Sonderöl, also unter bisheriger Firmen-Verkaufsbezeichnung, geführt. Diese Genehmigung ist mit einer Auflage verbunden (Empfänger und Mengenbeschränkung), die bei Lieferung als Einzel-Sonderöl beachtet werden muß.

Mitgl.-SNr.	Mitglieder-Feßbeschriftung	V W G	Fällt unter ASV SNr.	Also A G E 000	Auswelsch-sorte	Analyse-daten der Sorten der Spalte „Mitgl.-SNr.“
Sgr. 1						
72 000						
72 001	Olex SW 26/d	V	—	00	01 226	2,6/20
72 002	Olex SKN 50 (Kälteöl)	V	—	00	72 009	5/20
72 003	Olex SKD 25 (Kälteöl)	V	—	00	72 009	Sip. — 45
72 004	Olex P 01 (Hochdrucköl)	V	—	00	Olex	2,5/50
72 005	siehe 72 003					Sip. — 40
72 006	Olex P 826 B (Spez. Spindelöl)	V	—	00	72 009	3,5/20
72 007	Olex SD 13					2,5/50
72 008	Olex P I (Hochdrucköl)	V	—	00	d. Mitgl.	1,3/20
72 009	Olex SKN 25 (Kälteöl)	V	—	00	Olex	2,5/50
				E		
Sgr. 2						
72 050	Olex ED 25/g (Emulsionsöl)	V	02 925	A	—	—
72 051	Olex ON 40 (Kälteöl)	V	22 135	G	—	4,1/50
72 052	Olex P II (Hochdrucköl)	V	—	E	—	Sip. — 35
72 053	Olex P III (Hochdrucköl)	V	—	E	—	—
72 054	Olex ON 35	V	—	E	—	—
72 055	Olex P IV (Hochdrucköl)	V	—	00	72 052	3,5/50
72 056	Olex DD 65/e (Maschinenöl-Emulsion)	V	—	00	Olex	8/50
72 057	Olex DD 120/e (Emulsion)	V	—	E	—	—
Sgr. 3						
72 150	Olex P 90 (Schiffmaschinenöl)	V	03 190	A	—	9/50
72 151	Olex P 120 (Schiffmaschinenöl)	V	—	00	03 190	12/50
72 152	Olex P V (Hochdrucköl)	V	—	00	Olex	10/50
72 153	siehe 72 057					
72 154	siehe 72 335					
Sgr. 4						
72 200	Olex NA/e (Emulsion)	V	04 885	A	—	—
Sgr. 5						
72 250	Olex CHN 90	V	—	00	Olex	F. 290 comp.
72 251	Olex HA 15	V	—	00	05 010	F. 315
72 252	Olex HN 15	V	—	00	05 010	F. 315
72 253	Olex HA/e (Emulsion)	V	05 810	A	—	—
72 254	Olex CND 90	V	—	00	Olex	F. 290 comp.
72 255	Olex HA 25	V	25 020	G	—	F. 320
72 256	Olex HA 35	V	25 030	G	—	F. 330/35

Ausgabe I. 1. 45

000211

Mitgl.-SNr.	Mitglieder-Faßbeschriftung	V W G	Fällt unter ASV SNr.	Also A G E 00 000	Aus- wech- sorte	Analy- en- daten der Sorten der Spalte „Mitgl.- SNr.“
Sgr. 6						
72 300	Olex SMP 6	V	—	00	72 053 26 105	6/50
72 301	Olex SMP 8	V	—	00	26 109 26 110	8—9/50
72 302	Olex SMP 10	V	—	00	26 109 26 110	9—10/50
72 303	Olex SMP 12	V	—	00	26 109 26 110	9/50
72 304	Olex SMP 15	V	—	00	Olex	15/50
72 305	Olex SMD 20 auch SMP 20	V	26 120	G	—	20/50
72 306	Olex FHD 90 auch FHP 90	V	26 103	G	—	36/50
72 307	Olex MD 6	VWG	26 705 86 980	A 00	86 980	6/50
72 308	Olex SMD 6	V	—	00	72 053 26 605	6/50
72 309	Olex SMD 8	V	—	00	26 109 26 625	8—9/50
72 310	Olex MD 8	VWG	26 705 86 980	A A	—	8/50
72 311	Olex MD 10	VWG	—	000	26 710 86 912	10/50
72 312	Olex MD 12	VWG	26 710 86 912	A A	—	12/50
72 313	Olex SMD 10	V	—	00	26 605 26 610	10/50
72 314	Olex SMD 12	V	—	00	26 109 26 610	9—10/50
72 315	Olex Aeroöl EL	VW	—	000	26 105	5,5/50
72 316	Olex Aeroöl LL	VW	—	000	26 110	10/50
72 317	Olex Aeroöl L	VW	—	000	26 110	14/50
72 318	Olex Aeroöl M	VW	—	090	26 115	17/50
72 319	Olex Aeroöl H	VW	—	000	26 115	23/50
72 320	Olexol W	VW	26 105	A	—	6/50
72 321	Olexol WS	VW	26 105	A	—	8/50
72 322	Olexol S	VW	26 110	A	—	12/50
72 323	Olexol Spezial	VW	26 115	A	—	18/50
72 324	Olexol 85	VW	26 115	A	—	23/50
72 325	Olex Traktorenöl BS	VWG	26 615	A	—	20/50
72 326	Olex Traktorenöl SS	VWG	26 610	A	—	15/50
72 327	Olex Traktorenöl L	VWG	26 605	A	—	5/50
72 328	Olex Traktorenöl M	VWG	26 605	A	—	8/50
72 329	Olex Traktorenöl S	VWG	26 610	A	—	12/50
72 330	siehe 72 308					
72 331	siehe 72 309					
72 332	siehe 72 313					
72 333	siehe 72 314					
72 334	Olex MD 9	VWG	—	000	26 705	9/50
72 335	Olex SMD 9	V	26 109	G	—	

Mitgl.-SNr.	Mitglieder-Fußbeschriftung	V W G	Füllt unter ASV SNr.	Also A G E 00 000	Aus- wahl- sorte	Analyse- daten der Spalte „Mitgl.- SNr.“
Sgr. 7						
72 350	Olex TR 35	V	—	00	72 351	3,5/50
72 351	Olex TR 45	V	—	E	—	—
72 352	Olex TA 45	V	—	00	72 351	4,1/50
Sgr. 9						
72 450	Olex AD 70	V	09 205	A	—	7/50
72 451	Olex AD 200	V	—	000	09 203	20/50
Sgr. 10						
72 500	Olex SBJ II B-Gr. 1 (Bohröl)	V	—	00	72 515	—
72 501	Olex SBJ III B-Gr. 1 (Bohröl)	V	10 911	A	—	—
72 502	Olex B I B-Gr. 1 (Bohröl)	V	—	00	72 515	—
72 503	Olex C III B-Gr. 2 (Schneidöl)	V	—	E	—	—
72 504	Olex C IV B-Gr. 2 (Schneidöl)	V	—	E	—	—
72 505	Olex SCL II B-Gr. 3 (Schneidöl)	V	—	00	72 504	—
72 506	Olex C II B-Gr. 2 (Schneidöl)	V	30 207	G	—	—
72 507	Olex CL B-Gr. 4 (Schneidöl)	V	—	00	72 511	2,5/50
72 508	Olex SBO B-Gr. 1 (Bohröl)	V	—	00	72 515	3,5/50
72 509	Olex SCL B-Gr. 4 (Schneidöl)	V	—	00	72 515	—
72 510	Olex SBO I B-Gr. 1 (Bohröl)	V	—	00	72 511	3,5/50
72 511	Olex C V B-Gr. 2 (Schneidöl)	V	—	00	72 515	—
72 512	Olex P 1011 B-Gr. 1 (Bohröl)	V	—	E	—	—
72 513	Olex Kühlerschutzöl	VW	—	00	72 515	—
72 514	Olex SR 35 B-Gr. 2 (Schneidöl)	V	—	000	—	Olex
72 515	Olex SBJ IV Bohroalkonzentrat B-Gr. 1	V	10 980	A	72 503	—
Sgr. 11						
72 550	Olex SWR 25	VG	11 101	A	—	2,5/50
72 551	Olex WR 45	VG	11 108	A	—	4,5/20
72 552	Olex WR 110	VG	11 208	A	—	11/20
72 553	Olex WR 50	VG	11 113	A	—	5/20
72 554	Olex SWR 50	VG	11 301	A	—	5/50
Sgr. 12						
72 660	Olex KJD 30	V	12 340	A	—	—
72 661	Olex KJD 50	V	12 340	A	—	—
72 662	Olex JD 30	V	12 315	A	—	—
Sgr. 14						
72 700	Olex Getriebeöl W	VW	34 120	G	—	23/50
72 701	Olex Getriebeöl S	VW	34 135	G	—	36/50
72 702	Olex Getriebeöl T	VW	14 035	A	—	20/50

Ausgabe 1. 1. 45

006213

3

U U U U U U U

E/2281

Mitgl.- SNr.	Mitglieder-Faßbeschriftung	V W G	Fäll- unter ASV SNr.	Also A G E 00 000	Aus- weich- sorte	Analysen- daten der Spalte „Mitgl.- SNr.“
72 703	Olex Getriebeöl Compound	VW	—	00	72 755	
72 704	Olex Lederöl	V	—	00	Olex	
72 705	Olex Obenöl	VW	—	00	—	
72 706	Olex Hypoid Getr. Öl	V	—	00	—	
Sgr. 15						
72 750	Olex Wasserpumpenfett	VW	—	E	—	
72 751	Olex K 2 n (Kugellagerfett)	V	—	E	—	
72 752	Olex K 4 w (Wälzlagerfett)	V	—	00	f. Rb. lieferbar	
72 753	Olex K 5 w (Wälzlagerfett)	V	—	E	—	
72 754	Olex WN (Wälzlagerfett)	V	—	00	72 753	
72 755	Olex 522 (Getriebefett)	V	—	E	—	
	Olex Getriebecomound	W	—	E	—	
72 756	Olex 522 g (Getriebefett)	V	—	00	72 755	
72 757	Olex Pufferfett	V	—	00	Olex	
72 758	Olex H 185 (Heißlagerfett in Brikettform)	V	—	E	—	
72 759	siehe 72 779					
72 760	Olex Universalfett	V	—	00	Olex	T. P. 130
72 761	Olex Spezial Hochdruckfett, grün	V	—	00	72 776	T. P. 100
72 762	Olex K 4 n (Wälzlagerfett)	V	—	00	72 753	T. P. 145
72 763	Olex F 2 d (Masch. Fett)	V	15 285	A	—	T. P. 85/90
72 764	Olex F 2 e (Masch. Fett)	V	15 285	A	—	T. P. 85/90
72 765	Olex F 2 s (Masch. Fett)	V	15 285	A	—	T. P. 85/90
72 766	Olex F 3 d (Masch. Fett)	V	—	000	15 285	T. P. 70
72 767	Olex FE (Emuls. Fett)	V	15 875	A	—	T. P. 70
72 768	Olex WS I	V	—	00	15 225	T. P. 50
72 769	Olex G 3 (Gleitfett)	V	—	E	—	
72 770	Olex WS II	V	—	00	15 225	T. P. 40
72 771	Olex WG	V	—	00	Olex	T. P. 60
72 772	Olex WF (Emuls. Fett)	V	15 850	A	—	
72 773	Olex F 2	V	15 285	A	—	T. P. 85/90
72 774	Olex G 2 rot	V	—	00	72 769	T. P. 90
72 775	Olex WS	V	15 225	A	—	T. P. 60
72 776	Olex Autofett	VW	—	E	—	
	Olex Abschmierfett	G	—	E	—	
72 777	Olex Hochdruckfett, grün	VW	—	00	72 776	
72 778	Olex Wälzlagerfett	VW	—	00	72 753	
72 779	Olex Getriebefett	VW	—	00	Olex	
72 780	siehe 72 705					
72 781	siehe 72 513					
72 782	Olex GO g	V	—	E	—	

ASV-Sortenverzeichnis No 2463
Ausgabe 1.7. 43

Inhaltsangabe

Verzeichnis der Lochkarten-Nr. und Kurzzeichen der ASV-Mitglieder ... Seite 1
Lochkarten- bzw. Sortennummern-System der ASV ... " 3-5
Erläuterungen zum Sortenverzeichnis ... " 6

BV	Seite 7-12	MIHAG	Seite 70-73
DAPG	" 13-17	NERAG	" 74-75
DMV	" 18-22	NITAG	" 76-81
DVOAG	" 23-29	NOVA	" 82-85
ESOW	" 30-35	OELHAG	" 86-92
FANTO	" 36-42	OJS	" 93-97
GASOLIN	" 43-50	OLEX	" 98-103
HAMIG	" 51-56	RITZ	" 104-108
JUNG	" 57-58	RKS	" 109-111
MAC	" 59-64	ROMAG	" 112-124
MHG	" 65-69	SVG	" 125-129

Teil I: Enthält die Sortenverzeichnisse der Mitgliedsfirmen, alphabetisch geordnet nach den Kurzzeichen für die ASV-Mitglieder.

Die einzelnen Sortenverzeichnisse sind unterteilt in:

- Liste A: austauschbare Sorten (Analysendaten siehe Liste A Teil II)
- Liste A Zyl: austauschbare Zylinderöle mit Analysendaten
- Liste B: } alle übrigen Schmierstoffe außer Autoschmierstoffen
- Liste C: }
- Liste D: alle Autoschmierstoffe

Teil II: Enthält die Sorten der Liste A und A Zyl Teil I, aber geordnet nach ASV-Bezeichnungen mit Angabe der Analysendaten.

Teil II umfaßt die Seiten 130-158

Das Sortenverzeichnis ist nur für Zwecke und im Interesse der ASV zu verwenden.
Anfertigung von Abschriften bzw. Entnahme einzelner Blätter ist untersagt.
Oberholte Seiten sind bei Auswechslung zurückzugeben.
Der Empfänger ist für sorgfältige Aufbewahrung des Sortenverzeichnisses verantwortlich.
Das Sortenverzeichnis bleibt Eigentum der ASV.

000215

Verzeichnis der Lochkarten-Nr. und Kurzzeichen der ASV-Mitglieder

Lochkarten-Nr.	Kurzzeichen	ASV-Mitglieder
52	BV	Aktiengesellschaft der Kohlenwerstoff-Verbände, Gruppe Benzin-Benzol-Verband (BV), Bochum
53	DAPG	Deutsch-Amerikanische Petroleum-Gesellschaft, Hamburg
54	DEA	Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin
55	DEROP	Derop A. G., Bochum
56	DMV	Deutscher Mineralöl-Verkaufsverein, Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Berlin
57	DVOAG	Deutsche Vacuum Oil Aktiengesellschaft, Hamburg
58	ESOW	Ernst Schliemann's Oelwerke, Hamburg
59	FANTO	Deutsche Fanto-Mineralöl-Industrie-Gesellschaft m. b. H., Hamburg
61	GASOLIN.	Deutsche Gasolin Aktiengesellschaft, Berlin
62	HAMIG	Hamburg-Amerikanische Mineralöl-Gesellschaft m. b. H., Hamburg
63	JUNG	Hamburger Mineralöl-Werke Ernst Jung, Hamburg
64	MAC	Mineralölwerke Albrecht & Co., Hamburg
65	MHG	Mineralöl-Handels-Gesellschaft m. b. H., Hamburg
66	MIHAG	„MIHAG“ Handelsgesellschaft für Mineralölerzeugnisse m. b. H., Berlin
67	NERAG	Gewerkschaft Neue Erdöl-Refinerie —NERAG—, Hannover
68	NITAG	NITAG Deutsche Treibstoffe Aktiengesellschaft, Berlin
69	NOVA	„NOVA“ Mineralölvertriebsgesellschaft m. b. H., Wien
71	OELHAG	Allgemeine Oel-Handels-Gesellschaft m. b. H., Hamburg
72	OLEX	„OLEX“ Deutsche Benzin- und Petroleum-Gesellschaft m. b. H., Berlin
73	OIS	Oelwerke Julius Schindler G. m. b. H., Hamburg
74	RITZ	Louis Ritz & Co., Mineralöl-Import, Hamburg
75	RKS	Reichskraftsprit G. m. b. H., Berlin
76	ROMAG	Rhenanie-Ossag Mineralölwerke Akt.-Ges., Hamburg
77	SHELL, Wn.	Aktiengesellschaft der Shell-Flöridsdorfer Mineralölfabrik, Wien
78	SVG	Schmieröl-Vertriebs-Gesellschaft m. b. H., Hamburg
79	VOC, Wien	Vacuum Oil Company A. G., Wien
81	WINTERS-HALL	WINTERSHALL Aktiengesellschaft, Berlin

Hamburg, den 1.7.1943

Lochkarten- bzw. Sortennummern-System der ASV

1. Grundsätzliches

Die ASV-Sortennummer (-Lochkartennummer) besteht aus 5 Ziffern für alle Sorten des Sortenverzeichnisses.

Ausnahme: poolfreie Lieferung, siehe Erklärung unter Punkt 4.

2. Austauschbare Oele:

Bei austauschbaren Oelen (Liste A und Liste A Zyl. Teil I und II des S-V) kennzeichnen:

- a) die erste und zweite Ziffer die Sortengruppe, und zwar von 01 bis 15;
- b) die dritte Ziffer
- | | |
|--|--|
| mit Ziffer 0 Zylinderoel | bei Lieferbasis Allreich, |
| • • 1 Raffinat | bei Lieferbasis Allreich, |
| • • 2 dunkleres Oel | bei Lieferbasis Allreich, |
| • • 3 Raffinat | bei Lieferbasis Ostmark, Generalgouverne-
ment und Protektorat, |
| • • 4 dunkleres Oel | bei Lieferbasis Ostmark, Generalgouverne-
ment und Protektorat, |
| • • 5 Zylinderoel | bei Lieferbasis Ostmark, Generalgouverne-
ment und Protektorat, |
| • • 6 Marineoel-Raffinat | bei Lieferbasis Allreich, |
| • • 7 Marineoel dunkleres Oel | bei Lieferbasis Allreich, |
| • • 8 dunkle Oele der Sortengruppe 9 (sofern als Maschinenöl verkauft) | bei Lieferbasis Ostmark, Generalgouverne-
ment und Protektorat; |

Wegen Lieferbasis Ostmark, Generalgouvernement und Protektorat siehe Erklärung unter Punkt 5;

- c) die vierte und fünfte Ziffer kennzeichnen:
die Viscosität bei Oelen der Sortengruppe 1, 2/3 und 9 und den Flammpunkt bei Oelen der Sortengruppe 4/5;

000217

3

d) Die ASV-Sortennummern bei austauschbaren Oelen sind die folgenden bei Lieferbasis Altreich:

Sortengruppe 1:

Spind. Oel R 3,5/20 = 01 1 35
 Spind. Oel R 2,5 = 01 1 25
 Spind. Oel D 2,5/20 = 01 2 21

Spind. Oel D 3,5/20 = 01 2 35
 Spind. Oel D 2,5 = 01 2 25

Sortengruppe 2/3:

Masch. Oel R 4 = 02 1 41
 Masch. Oel R 6,5 = 02 1 65
 Masch. Oel R 9 = 03 1 09
 Masch. Oel D 4 = 02 2 41
 Masch. Oel D 6,5 = 02 2 65
 Masch. Oel D 9 = 03 2 09
 Masch. Oel D 15 = 03 2 15
 Mar. Oel R 9 = 03 6 09
 Mar. Oel R 17 = 03 6 17
 Mar. Oel D 9 = 03 7 09
 Mar. Oel D 17 = 03 7 17

Sortengruppe 4:

Satld. Zyl. 230 = 04 0 30
 Satld. Zyl. 250 = 04 0 50
 Satld. Zyl. 260 = 04 0 60
 Satld. Zyl. 280 = 04 0 80
 Satld. Zyl. 285 = 04 0 85

Sortengruppe 5:

Heihd. Zyl. 290 = 05 0 90
 Heihd. Zyl. 300 = 05 0 00
 Heihd. Zyl. 305 = 05 0 05
 Heihd. Zyl. 310 = 05 0 10

Sortengruppe 9:

Dkl. Oel 5 = 09 2 05
 Dkl. Oel 9 = 09 2 09
 Dkl. Oel 7/100 = 09 2 07
 Dkl. Oel 30/100 = 09 2 30

e) Die ASV-Sortennummer bei austauschbaren Oelen sind die folgenden bei Lieferbasis Ostmark, Generalgouvernement und Protektorat:

Sortengruppe 1:

Spind. Oel R 3,5/20 = 01 3 35
 Spind. Oel R 2,5 = 01 3 25
 Spind. Oel D 2,5/20 = 01 4 21
 Spind. Oel D 3,5/20 = 01 4 35
 Spind. Oel D 2,5 = 01 4 25

Sortengruppe 4:

Satld. Zyl. 230 = 04 5 30
 Satld. Zyl. 250 = 04 5 50
 Satld. Zyl. 260 = 04 5 60
 Satld. Zyl. 280 = 04 5 80
 Satld. Zyl. 285 = 04 5 85

Sortengruppe 2/3:

Masch. Oel R 4 = 02 3 41
 Masch. Oel R 6,5 = 02 3 65
 Masch. Oel R 9 = 03 3 09
 Masch. Oel D 4 = 02 4 41
 Masch. Oel D 6,5 = 02 4 65
 Masch. Oel D 9 = 03 4 09
 Masch. Oel D 15 = 03 4 15

Sortengruppe 5:

Heihd. Zyl. 290 = 05 5 90
 Heihd. Zyl. 300 = 05 5 00
 Heihd. Zyl. 305 = 05 5 05
 Heihd. Zyl. 310 = 05 5 10

Sortengruppe 9:

Dkl. Oel 5 = 09 8 05
 Dkl. Oel 9 = 09 8 09
 Dkl. Oel 7/100 = 09 8 07
 Dkl. Oel 30/100 = 09 8 30

000218

3. Alle übrigen Öle und Fette:

Bei allen übrigen Ölen und Fetten einschließlich Autoschmierstoffe (Liste B, C und D) kennzeichnen:

a) die erste und zweite Ziffer des ASV-Mitglied. Diese beiden Ziffern sind identisch mit der Lochkartennummer des ASV-Mitgliedes.

Die Lochkartennummern der ASV-Mitglieder sind die folgenden:

52 BV	62 HAMIG	72 OLEX
53 DAPG	63 JUNG	73 OJS
54 DEA	64 MAC	74 RITZ
55 DEROP	65 MHG	75 RKS
56 DMV	66 MIHAG	76 ROMAG
57 DVOAG	67 NERAG	77 SHELL Wn.
58 ESOW	68 NITAG	78 SVG
59 FANTO	69 NOVA	79 VOC Wn.
61 GASOLIN	71 OELHAG	81 WINTERSHALL

b) die dritte, vierte und fünfte Ziffer die Zugehörigkeit des Schmierstoffes zu einer der 15 Sortengruppen. Es fallen sämtliche unter 3 genannten Schmierstoffe der

Sortengruppe 1: unter 000—049

2: " 050—149

3: " 150—199

4: " 200—249

5: " 250—299

6: " 300—349

7: " 350—399

Sortengruppe 8: unter 400—449

9: " 450—499

10: " 500—549

11: " 550—599

12: " 600—649

13: " 650—699

14: " 700—749

Sortengruppe 15: unter 750—849

4. Erklärung zu Punkt 1 (poolfreie Lieferung):

Bei Friscoel-Lieferung gegen Motorenablauföl (siehe auch Richtlinien für VR Seile XVII/5) wird der ASV-Sortennummer die Ziffer 2 vorgeschaltet, so daß sie also sechsstellig wird.

5. Erklärung zu Punkt 2b (Lieferbasis Ostmark, Generalgouvernement und Protektorat):

Siehe hierzu Erlaß RI/Nr. VI 145—2550/43 v. 17. 5. 43 betreffend Berechnung der durch Änderung der Lieferbasis entstehenden Mehrfracht bei Schmierölen.

000219

Erläuterungen zum Sorten-Verzeichnis

Es bedeuten:

- O Die Sorte ist **lieferbar**
- 00 Die Sorte ist **auslaufend**, d. h. wird nicht mehr produziert, Lagerbestände sind aber noch vorhanden
- 000 Die Sorte ist **nicht mehr lieferbar**, d. h. also, ist auf allen Lägern geräumt und wird nicht mehr produziert
- k Die Sorte ist **klassifiziert** nach den Richtlinien des Sortenplanes der Wirtschaftsgruppe Kraftstoffindustrie
- V Die Sorte wurde seither von der Mitgliedsfirma an **Verbraucher** (gewerbliche und industrielle) geliefert
- W Die Sorte wurde seither von der Mitgliedsfirma an **Wiederverkäufer** (ohne Händlerschein) geliefert
- G Die Sorte wurde seither von der Mitgliedsfirma an **Händler mit Händlerschein** geliefert
- A } Diese Bezeichnungen haben für das Geschäft der ASV
- B } noch keine praktische Bedeutung

Flammpunktgruppen:

- | | | |
|----------|---|--|
| 230/249° | } | SG-Kurzzeichen Z 1 Sortengruppe 4 |
| 250/259° | | |
| 260/279° | | |
| 280/284° | | |
| 285/289° | | |
| 290/299° | } | SG-Kurzzeichen Z 2 Sortengruppe 5 |
| 300/304° | | |
| 305/309° | | |
| 310° | | |

006220

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl Raffinat 3—4/20	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat T	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 221	Spindelöl Destillat 2,1/20	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Spindelöl Destillat 3—4/20	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl DT	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Derop Maschinenöl X	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Derop Maschinenöl Y	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Derop Maschinenöl W	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Derop Maschinenöl XD	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Derop Maschinenöl YD	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Derop Maschinenöl WD	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Derop Maschinenöl 15	0	Masch. Oel D 15	MD 15
Sortengruppe 9:				
09 205	Achsenöl	0	Dkl. Oel 5	D 5

000221

BV
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/S:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 080	Zylinderöl AR 200	0	280/284°	Seltd. Zyl. 280	280/85°	—
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 010	Zylinderöl L 400	0	310°	Heißd. Zyl. 310	310°	—

006222

DAPG
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl Raffinat 3—4/20	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl „A“	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 221	Spindelöl Destillat 2,6/20	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Spindelöl Destillat 3—4/20	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl „A“ d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Raffinat B 41	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Raffinat C 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Raffinat SH 90	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	B 41 d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
03 209	SH 90 d	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	H 150 d	0	Masch. Oel D 15	MD 15
Sortengruppe 9:				
09 205	Deutsches Achsenöl 5—8/50	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Deutsches Achsenöl 8—12/50	0	Dkl. Oel 9	D 9

000223

DAPG
LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/S:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Di. Saltd. Zylinderöl 230/40	0	230/249	Saltd. Zyl. 230	230/240°	—
04 050	Di. Saltd. Zylinderöl 240/50	0	250/259	Saltd. Zyl. 250	250°	—
04 060	Di. Saltd. Zylinderöl 250/60	0	260/279	Saltd. Zyl. 260	260°	—
04 060	Di. Saltd. Zylinderöl 260/70	0	260/279	Saltd. Zyl. 260	260/270°	—
04 080	Di. Saltd. Zylinderöl 270/80	0	280/284	Saltd. Zyl. 280	280°	—
04 085	Di. BW. Zylinderöl	0	285/289	Saltd. Zyl. 285	285°	—
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Di. A. Zylinderöl	0	290/299	Heißd. Zyl. 290	290°	—
05 000	Di. S. Zylinderöl	0	300/304	Heißd. Zyl. 300	300°	—

000224

DMV
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 135	Spindelöl Raffinat E 3—4	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat 2—2,5/50	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	Spindelöl Destillat 3,5/20	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Spindelöl Destillat E 3—4	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl Destillat 2—2,5/50	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl Raffinat 4,1/50	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raffinat 6,5/50	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl Raffinat 9/50	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl Destillat 4,1/50	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl Destillat 6,5/50	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl Destillat 9—10/50	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Maschinenöl Destillat 15/50	0	Masch. Oel D 15	MD 15
Sortengruppe 9:				
09 205	Dunkelschmieröl „W“	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Achsenöl „W“	00	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Dunkelschmieröl „S“	00	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Achsenöl „S“	00	Dkl. Oel 9	D 9

000225

DMV
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Zylinderöl LA	00	230/249°	Saltd. Zyl. 230	230/240°	6-7
04 060	Zylinderöl C	00	260/279°	Saltd. Zyl. 260	270°	3-4,5
04 080	Zylinderöl HR	0	280/284°	Saltd. Zyl. 280	280/290°	3,5/5
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 005	Nova Heißdampf- Zylinderöl 300/310°	0	300/304°	Heißd. Zyl. 305	300/305°	5,25

000226

DVOAG
LISTE A/I

ASV-Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV-Bezeichnung	SG-Kurzzeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Vacuum Oel 16	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Vacuum Spindelöl Raff. 2,5	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Vacuum Oel 25	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	Vacuum Oel 16 d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Vacuum Spindelöl 2,5 d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 225	Vacuum Oel 25 d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 221	Vacuum Oel 12 1/2	00	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Vacuum Oel VP 410	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Vacuum Maschinenöl Raffinal 410	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Vacuum Oel VP 650	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Vacuum Maschinenöl Raffinal 650	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Vacuum Grobgasmaschinenöl	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Vacuum Maschinenöl 410 d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 241	Vacuum Oel VP 410 d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Vacuum Oel VP 650 d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
02 265	Vacuum Maschinenöl 650 d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
Sortengruppe 9:				
09 205	Vacuum Achsenöl Winter	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Vacuum Dunkelöl 5-6	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Vacuum Achsenöl DW	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Vacuum Achsenöl Sommer	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Vacuum Dunkelöl 9-11	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Vacuum Achsenöl AS	0	Dkl. Oel 9	D 9

000227

DVOAG
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunk- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 060	Vacuum Oel VC 701	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	260°	5,0
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 010	Vacuum Oel VC 309	0	310°	Heißd. Zyl. 310	310°	7,6
05 010	Vacuum Zylinderöl 31	0	310°	Heißd. Zyl. 310	310°	7,6

000228

ESOW
Liste A 1

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	OMNIS 20	0		
01 221	OMNIS 20 d	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
			Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
Sortengruppe 2/3:				
02 141	OMNIS 40	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	OMNIS 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	OMNIS 90	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	OMNIS 40 D	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	OMNIS 65 D	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	OMNIS 90 D	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	OMNIS 150 D	0	Masch. Oel D 15	MD 15
03 609	D 7730	0	Mar. Oel R 9	Mr R 9
03 617	D 7793	0	Mar. Oel R 17	Mr R 18
03 709	D 7791	0	Mar. Oel D 9	Mr D 9
03 717	D 7792	0	Mar. Oel D 17	Mr D 18

000229

ESOW
LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Zylinderöl D R C 41	0	230/249°	Satld. Zyl. 230	245/50°	4,6
04 060	Zylinderöl D R C 38	0	260/279°	Satld. Zyl. 260	265/70°	3,8
04 080	Zylinderöl D R C 36	0	280/284°	Satld. Zyl. 280	280°	4,8
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Zylinderöl D R D 34	0	290/299°	Haihd. Zyl. 290	290°	4,5

000230

FANTO
LISTE A/I

ASV-Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV-Bezeichnung	SG-Kurzzeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	„FANTOLIN RE“	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 135	Spindelöl-R	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 135	Roslschutzöl	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl A 34	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl A 21	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl A 46	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl Fantolin F	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	„FANTOLIN DE“	000	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 225	A 257	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	A 287 d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 225	A 287 d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	„FANTOLIN R 45“	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl R 3—4	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl R 4—5	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl BD	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl BE	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Elektromotorenöl SE	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	„FANTOLIN R 65“	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raffinat	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Maschinenöl R 5—6	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Maschinenöl R 6,5	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Maschinenöl BF	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Maschinenöl BS	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	„FANTOLIN R 90“	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 241	„FANTOLIN D 45“	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	BE 7 d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 241	BF 7 d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	„FANTOLIN D 65“	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl Destillat	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
02 265	Maschinenöl D 6,5	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
02 265	Maschinenöl BS 7 d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
02 265	Maschinenöl BS 7 d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
Sortengruppe 9:				
09 205	„FANTOLIN W“	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Achsenöl W	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Maschinenöl GF 7	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Maschinenöl G 570	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	„FANTOLIN S“	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Achsenöl S	0	Dkl. Oel 9	D 9

1. 7. 43

000231

36

FANTO
LISTE A Zyl./I

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt-Gruppe	ASV-Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/3:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Zylinderöl DSS	0	230/249°	Sattd. Zyl. 230	230/40°	4
04 050	Zylinderöl DS	0	250/259°	Sattd. Zyl. 250	250/60°	4,5
04 060	Zylinderöl	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	270°	3-3,5
04 060	Zylinderöl 270	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	270°	3-3,5
04 060	Zylinderöl DM	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	265/75°	3
04 080	Zylinderöl DT	0	280/284°	Sattd. Zyl. 280	280/85°	4
04 080	Zylinderöl 280	0	280/284°	Sattd. Zyl. 280	280/85°	4
04 080	„FANTOLIN A 280“	0	280/284°	Sattd. Zyl. 280	280/85°	4
04 080	Zylinderöl „FANTOLIN V 250“	000	250/259	Sattd. Zyl. 250	250°	4,5
	Zylinderöl „FANTOLIN S 265“	000	260/279	Sattd. Zyl. 260	265°	3
	Zylinderöl „FANTOLIN N 270“	000	260/279	Sattd. Zyl. 260	270°	3-3,5
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Heißd. Zylinderöl	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	5
05 090	Zylinderöl 290	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	5
05 090	Zylinderöl DU	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290/95°	5
05 090	Zylinderöl „FANTOLIN N 290“	000	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	5

000232

GASOLIN
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 125	Spindelöl Raffinat 1560, 1160, 2160, 3160 usw. bis 21 160 u. 60	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 225	Spindelöl Destillat 1169, 2169, 3169 usw. bis 21 169 u. 609	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 135	Spindelöl Raffinat 1120, 2120, 3120 usw. bis 21 120 u. 20	00	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 235	Spindelöl Destillat 1129, 2129, 3129 usw. bis 21 129 u. 209	00	Spind. Oel R 3,5/20	SD 3,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl Raff. 1510, 1210k, 1210, 2210, 3210 usw. bis 21 210 u. 45	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raff. 1530, 1230, 2230, 3230 usw. bis 21 230 u. 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl Raff. 1260, 2260, 3260 usw. bis 21 260 u. 90	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl Destillat 1219, 2219, 3219 usw. bis 21 219 u. 459	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
03 209	Maschinenöl Destillat 1269, 2269, 3269 usw. bis 21 269 u. 909	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Maschinenöl Destillat 1299 u. 159	0	Masch. Oel D 15	MD 15
Sortengruppe 9:				
09 205	Dkl. Schmieröl 5228, 5528 u. 528	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Dkl. Schmieröl 2578, 5578 u. 578	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 207	Heißwalzenzapfenöl, leichtflüssig Kaltwalzenzapfenöl, schwer	0	Dkl. Oel 7/100	D 7

000233

GASOLIN
LISTE A Zyl./l

ASV. Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV. Bezeichnung	Flp. ca.	Vic. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/3:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 060	Sattd. Zyl. CI 13 324, 12 324, 16 324, 1324, 2324, 8324 u. 324	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	265/70°	3,6
04 030	Sattd. Zyl. CI 300, 2300, 5300	00	230/249°	Sattd. Zyl. 230	240/50°	4,5
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Heißd. Zyl. CI 1350, 2350, 3350, 4350, 8350, 12 350, 16 350 u. 350	00				5-6

006234

HAMIG
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Hamig 2	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl R 4,1/50	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl R 4,5/50	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
	Hamig 4,1	000	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Hamig C,5	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
	Hamig 100	000	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Maschinenöl R 6,5/50	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl R ca. 8,0/50	0	Masch. Oel R 9	MR 9
03 109	Maschinenöl R ca. 8,5/50	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 265	Maschinenöl D 6,5/50	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl D 8,5/50	0	Masch. Oel D 9	MD 9

000235

HAMIG
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Dt. Zylinderöl 240/50°	0	230/249°	Satld. Zyl. 230	240/50°	
04 085	Dt. Zylinderöl 280/90°	0	285/289°	Satld. Zyl. 285	285°	
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Nerag Heißd. Zyl. OI 290°					
Spezial A						
05 010	Hamig 3200	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	
	Austauschqualität	0	310°	Heißd. Zyl. 310	310°	9

006236

MAC
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl Raffinat 3,5	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat 2/50	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl Raffinat 2,5/50	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	Spindelöl d. 3,5/20	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl d 2,5/50	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl Raffinat 4,1/50	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raffinat 6,5/50	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl Raffinat 9/50	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl d 4,1/50	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl d 6,5/50	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl d 9/50	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Maschinenöl d 15/50	0	Masch. Oel D 15	MD 15
Sortengruppe 9:				
09 205	Dunkles Oel 5—8	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Dunkles Oel 9—11/50	0	Dkl. Oel 9	D 9

000237

MAC
LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Vis. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/8:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Zylinderöl 240/250	0	230/249	Setld. Zyl. 230	240/250	—
04 060	Zylinderöl 260/265	0	260/279	Setld. Zyl. 260	260/265	—
04 080	Zylinderöl 280/285	0	280/284	Setld. Zyl. 280	280/285	—
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Zylinderöl 290	0	290/299	Heißd. Zyl. 290	290	—
05 005	Zylinderöl 305	0	305/309	Heißd. Zyl. 305	305	—
05 010	Zylinderöl 310	0	310	Heißd. Zyl. 310	310	—

006238

MHG
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat 2/50	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl Raffinat 2,5/50	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	Spindelöl Destillat 3,5/20	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl Destillat 2,5/50	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl Raffinat 4,1/50	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raffinat 6,5/50	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl Raffinat 9/50	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl Destillat 4,1/50	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl Destillat 6,5/50	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl Destillat 9/50	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Maschinenöl Destillat 15/50	0	Masch. Oel D 15	MD 15

000239

MHG
LISTE A Zyl./l.

ASV- Sorten- Nr.	Vorkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Vis. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/S:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Zylinderöl 240/50	0	230/249°	Sattd. Zyl. 230	240/50°	—
04 060	Zylinderöl 260/65	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	260/65°	—
04 080	Zylinderöl 280/85	0	280/284°	Sattd. Zyl. 280	280/85°	—
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Zylinderöl 290	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	—
05 005	Zylinderöl 305	0	305/309°	Heißd. Zyl. 305	305°	—
05 010	Zylinderöl 310	0	310°	Heißd. Zyl. 310	310°	—

000240

MIHAG
LISTE A/I

ASV. Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV. Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
	Spindelöl Raffinat 3,5/20 p	000	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat ü. 2/50 k	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
	Spindelöl Raffinat 2,6/20 k	000	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 221	Spindelöl L. 24 d p	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 221	Spindelöl S. 25 d k	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Spindelöl 3,5/20 d p	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl ü. 2/50 d k	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 235	Spindelöl 3,5/20 d k	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl Raffinat 4,1/50 k	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raffinat 6,5/50 k	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl Raffinat 9/50 k	0	Masch. Oel R 9	MR 9
	Maschinenöl Raffinat 8/50 k	000	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl Destillat 4,1/50 d k	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl Destillat 6,5/50 d k	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl Destillat 9/50 d k	0	Masch. Oel D 9	MD 9
Sortengruppe 9:				
09 209	Dunkles Schmieröl SS	0	Dkl. Oel 9	D 9

000241

MIHAG
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Vorkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 050	Sattd. Zylinderöl 250/55°	000	250/259°	Sattd. Zyl. 250	250/55°	5
05 060	Sattd. Zylinderöl 270°	000	260/279°	Sattd. Zyl. 260	270°	4
04 060	Sattd. Zylinderöl 260/65	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	260/65	5
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 000	Heißd. Zylinderöl 300°	0	300/304	Heißd. Zyl. 300	300	5,5

006242

NERAG
LISTE A/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 3/a:				
02 241	Maschinenöl Destillat Visc. 4,1	0	Masch. Öl D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl Destillat Visc. 6,5	0	Masch. Öl D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl Destillat Visc. 9	0	Masch. Öl D 9	MD 9

LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Fip. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/s:						
SG-Kurzzeichen Z 2:						
	Heißdampf-Zylinderöl 2390	000	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	4,5

000243

NITAG
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 125	NITAG DS 1	0		
01 125	NITAG E 25	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	NITAG VA 1	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 225	NITAG XS 25	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
	NITAG XS 15	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
	NITAG DF 1	000	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
		000	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	NITAG M 40	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	NITAG E 40	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	NITAG H 40	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	NITAG M 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	NITAG E 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	NITAG D 0	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 241	NITAG XM 40	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 265	NITAG XM 65	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 209	NITAG XM 90	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
		0	Masch. Oel D 9	MD 9
Sortengruppe 9:				
09 205	NITAG AS 50	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	NITAG AS 90	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	NITAG AS 12	0	Dkl. Oel 9	D 9

000244

NITAG
LISTE A Zyl/I

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt-Gruppe	ASV-Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Seriennummer 4/3:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 050	NITAG SZ 0	0	250/259°	Sattd. Zyl. 250	255°	5
04 060	NITAG Sattd. Zyl. CI Nr. 9	000	260/279°	Sattd. Zyl. 260	260°	6
04 060	NITAG SZ 1	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	260/70°	4-5
04 080	NITAG SZ 2	0	280/284°	Sattd. Zyl. 280	280°	6
04 085	NITAG SZ 3	0	285/289°	Sattd. Zyl. 285	285°	6
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	NITAG HZ 1	0	290/299°	Heihd. Zyl. 290	290°	5
05 000	NITAG HZ 12	0	300/304°	Heihd. Zyl. 300	300°	5,5

000245

NOVA
LISTE A/I

ASV. Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV. Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Nova Spindelöl Raffinat 3,5/20			
	Nova Eiskompressorenöl rot			
	Nova Öl 2035			
	Nova Automatenöl 2035			
	Nova Zentrifugenöl 2035			
	Nova Spülöl 2035	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 235	Nova Spindelöl Destillat 3,5/20			
	Nova Öl 2135	0	Spind. Oel R 3,5/20	SD 3,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Nova Maschinenöl Raffinat 4,1/50			
	Nova Maschinenöl 1045			
	Nova Dynamoöl 1045			
	Nova Elektromotorenöl 1045	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Nova Maschinenöl Raffinat 6,5/50			
	Nova Maschinenöl 1067			
	Nova Lageröl 1067			
	Nova Kompressorenöl 1067	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Nova Maschinenöl Raffinat 9/50			
	Nova Maschinenöl 1090			
	Nova Kompressorenöl 1090	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Nova Maschinenöl Destillat 4,1/50			
	Nova Maschinenöl 1145			
	Nova Härteöl 1145			
	Nova Lagerschmieröl 1145	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Nova Maschinenöl Destillat 6,5/50			
	Nova Maschinenöl 1167	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Nova Maschinenöl Destillat 9/50	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Nova Maschinenöl Destillat 15/50	0	Masch. Oel D 15	MD 15
Sortengruppe 9:				
09 209	Nova Vulkanöl			
	Nova Achsenöl	0	Dkl. Oel 9	D 9

000246

NOVA
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedfirma	0 00 000	Fälln in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
------------------------	--	----------------	-----------------------------------	---------------------	-------------	--------------------------

Sortengruppe 4/5:
SG-Kurzzeichen Z 2:
05 000 Nova Zylinderöl
Flp. ca. 300° C

0	300/304°	Heißd. Zyl. 300	300°	5,25
---	----------	-----------------	------	------

000247

OELHAG
LISTE A/I

ASV-Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV-Bezeichnung	SG-Kurzzeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	1016	0		
01 125	1020	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 235	1716	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 225	1720	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
		0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	2041	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	2065	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	3090	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	2741	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	2765	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
Sortengruppe 9:				
09 209	9044	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 205	9045	0	Dkl. Oel 5	D 5

000248

OELHAG
LISTE A Zyl./l

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedfirma	0 00 000	ASV-Bezeichnung	SG-Kurzzeichen
Sortengruppe 4/5:				
SG-Kurzzeichen Z 1:				
04 080	Zylinderöl 4280	0	280/284°	Sattl. Zyl. 280 280° 4,5
04 030	Zylinderöl 4239	0	230/249°	Sattl. Zyl. 230 239°
04 060	Zylinderöl 4260	0	260/279°	Sattl. Zyl. 260 260°
04 060	Zylinderöl 4265	0	260/279°	Sattl. Zyl. 260 265°
04 060	Zylinderöl 4270	0	260/279°	Sattl. Zyl. 260 270°
04 085	Zylinderöl 4285	0	285/289°	Sattl. Zyl. 285 285° 4,6
SG-Kurzzeichen Z 2:				
05 090	Zylinderöl 5290	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290 290° 5
05 000	Zylinderöl 5300	0	300/304	Heißd. Zyl. 300 300°
05 010	Zylinderöl 5310	0	310°	Heißd. Zyl. 310 310° 5,5

000249

OIS
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl Raffinat 3,5	00	Spind. Oel R 3,5/50	SR 3,5
01 125	Spindelöl Raffinat 2,5	00	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 221	Spindelöl Destillat 2,6	00	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Spindelöl Destillat 3-4	00	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl Destillat 2,5	00	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl Raffinat 4,1	00	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl Raffinat 6,5	00	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl Raffinat 9	00	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl Destillat 4,1	00	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl Destillat 6,5	00	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl Destillat 9	00	Masch. Oel D 9	MD 9
Sortengruppe 9:				
09 205	GWP	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	GOP	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 207	RP	0	Dkl. Oel 7/100	D 7

000250

OIS
LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/S:						
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 005	Zylinderöl CD 305	00	305/309°	Heißd. Zyl. 305	305	—
05 010	Zylinderöl CD 310	00	310°	Heißd. Zyl. 310	310	—
05 090	Zylinderöl CD 290	00	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290	—

000251

000252

OLEX
LISTE A/I

ASV. Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV. Bezeichnung	SG. Kurzzeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Olex SD 35	0		
01 135	Olex SN 35	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
✓ 01 135	Olex SO 35	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
✓ 01 125	Olex ED 25	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Olex EN 25	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
✓ 01 221	Olex SD 21/d	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	Olex SD 35/d	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Olex SN 35/d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Olex SO 35/d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
✓ 01 225	Olex ED 25/d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Olex ED 41	0		
02 141	Olex EN 41	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
✓ 02 141	Olex EO 41	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
✓ 02 165	Olex DD 65	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Olex DN 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
02 165	Olex DO 65	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Olex DD 90	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
✓ 03 109	Olex DN 90	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Olex ED 41/d	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Olex EN 41/d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 241	Olex EO 41/d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
✓ 02 265	Olex DD 65/d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Olex DN 65/d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
02 265	Olex DO 65/d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Olex DD 90/d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
✓ 03 209	Olex DN 90/d	0	Masch. Oel D 9	MD 9
Sortengruppe 9:				
09 205	Olex AD 55	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Olex AD 90	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Olex AD 100	0	Dkl. Oel 9	D 9
<i>Handungsgruppe 9</i>				
01 225	Olex SD 25	0	Spind. Oel 2,5	SR 2,5
01 225	Olex SN 25/d	0	Spind. Oel 2,5	SR 2,5
01 225	Olex SO 25	0	Spind. Oel 3,5/20	SR 3,5
<i>Sortengruppe 2/3</i>				
03 109	Olex DD 90	0	Masch. Oel R 9	MR 9
03 109	Olex DN 90/d	0	Masch. Oel R 9	MR 9
<i>Handungsgruppe 9</i>				
09 209	Olex AD 90	0	Ml. Oel 9	D 9

OLEX
LISTE A Zyl/I

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Fip. cs.	Vis. bei 100° ca.
Sortengruppe A/3:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Olex NJ 35	0	230/249°	Sattd. Zyl. 230	235°	—
04 060	Olex NJ 60	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	260°	—
04 060	Olex NJ 75	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	275°	—
04 060	Olex ND 70	0	260/279°	Sattd. Zyl. 260	270°	—
✓04 085	Olex ND 85	0	285/289°	Sattd. Zyl. 285	285°	—
SG-Kurzzeichen Z 2:						
✓05 090	Olex HA 90	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	—
05 090	Olex HD 90	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	—
05 090	Olex HM 90	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	—
✓05 305	Olex HN 05	0	305/309°	Heißd. Zyl. 305	305°	—
	<i>04060 Olex NJ 60</i>	0	<i>260/279°</i>	<i>heißd. Zyl. 260. 270°</i>		

000253

1.7.40

OLEX
LISTE B

ASV. Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	k	0 00 Gewicht ca.	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:	20° ca.	50° ca.	100° ca.	Flp. ca.	Stöck. oder Tropf. ca.
Sortengruppe 1:										
72 001	Olex SW 26/d	k	0		2,6					
✓ 72 002	Olex Eiskompressorenöl SKN 50	k	0		4,5					-45
✓ 72 003	Olex Eiskompressorenöl SKD 25	k	0		2,5					-40
72 004	Olex Hochdrucköl P 01	k	00		3,5					
72 005	Olex Hochdrucköl P 7	k	00		2,5					
72 006	Webstuhlöl P 826 B	k	00		2,5					
✓ 72 007	Olex SD 13	k	00		1,3					
Sortengruppe 3/3:										
72 050	Olex Emulsionsöl ED 25/g	k	0		3					
72 051	Olex Hydrauliköl ON 40	k	0		4,1					-35
✓ 72 052	Olex Hochdrucköl P II	k	0		4,1					
✓ 72 053	Olex Hochdrucköl P III	k	0		6,5					
72 054	Olex Hydrauliköl ON 35	k	00		3,5					-25
72 055	Olex Hochdrucköl P IV	k	00		8					
72 150	Schiffsmaschinenöl Olex P 90	k	0		9					
72 151	Schiffsmaschinenöl Olex P 120	k	0		12					
72 152	Olex Hochdrucköl P V	k	00		10					
Sortengruppe 4/5:										
72 250	Olex CHN 90	k	0							
✓ 72 251	Olex HA 15	k	0							290
✓ 72 252	Olex HN 45	k	0							315
										315
Sortengruppe 6:										
Hochdruck-Kompressorenöl										
72 300	Olex SMP 6	k	00	0,888	5,5					
72 301	Olex SMP 8	k	00	0,888	8					
72 302	Olex SMP 10	k	00	0,888	10					
72 303	Olex SMP 12	k	00	0,888	12					
72 304	Olex SMP 15	k	00	0,888	15					
72 305	Olex SMP 20	k	00	0,888	20					
✓ 72 306	Olex FHP 90 Kompressorenöl	k	00	0,888	36				300	-20
72 330	Olex SMD 6	0			6					
72 331	Olex SMD 8	0			8					
77 332	Olex SMD 10	0			10					
72 333	Olex SMD 12	0			12					

x 03609

1. 7. 43

000254

100

**OLEX
LISTE B**

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbefehung der Mitgliedsfirma	k	0 00 000	Sper- Gewicht ca.	Viscosität bei:	Flp. ca.	Stöck- oder Tropf- ca.
					20°	50°	100°
					ca.	ca.	ca.
Sortengruppe 7:							
72 350	Olex TR 35	k	0				
✓72 351	Olex TR 45	k	0			3,5	
72 352	Olex TA 45	k	00			4,5	
Sortengruppe 10:							
72 500	Bohröl Olex SBJ II B Gr. 1	k	0			4,5	
✓72 501	Bohröl Olex SBJ III B Gr. 1	k	0				
72 502	Bohrfett Olex B 1 B Gr. 1	k	0				
72 503	Schneidöl Olex C III B Gr. 2	k	0				
✓72 504	Schneidöl Olex C IV B Gr. 2	k	0				
✓72 505	Schneidöl Olex SCL II B Gr. 3	k	0				
Sortengruppe 11:							
72 550	Olex SWR 25 (a1)		0			2,5	
72 551	Olex WR 45 (aII)		0				
72 552	Olex WR 110 (aII)		0			4,5	
✓72 553	Olex WR 50 (b)		0			11	
Sortengruppe 12:							
✓72 600	Olex KJD 30	k	0				
72 601	Olex KJD 50	k	0				-45
✓72 602	Olex JD 30	k	00				-20 -15/20
Sortengruppe 15:							
72 750	Olex Wasserpumpenfett	k	0				
72 751	Olex Kugellagerfett K 2 n	k	0				
✓72 752	Olex Wälzlagerfett K 4 w	k	0				
✓72 753	Olex Wälzlagerfett K 5 w	k	0				
72 754	Olex Wälzlagerfett WN	k	0				
✓72 755	Olex Getriebefett 522	k	0				
✓72 756	Olex Getriebefett 522 g	k	0				
72 757	Olex Pufferfett	k	0				
✓72 758	Olex Heißlagerfett H 185	k	0				
72 759	Olex Getriebefett	k	00				
72 760	Olex Universalfett	k	00				
✓72 761	Olex Spezial Hochdruck- fett, grün	k	00				130
72 762	Olex K 4 n	k	00				100 145

*72 515 Olex-
Universal-
Öl 18 7 1/2*

1.7.43 13/7/4

000255

**OLEX
LISTE C**

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:	20° ca.	50° ca.	100° ca.	Flp. ca.	Stöckp. oder Tropfp. ca.
Sortengruppe 2/3:									
✓72 056	Olex Maschinenöl Emulsion DD 65/e	0							
72 153	Olex Maschinenöl Emulsion DD 120/e	0			6-8				
Sortengruppe 4/3:									
72 253	Olex Zylinderöl Emulsion HA/e	0			12-15				
Sortengruppe 9:									
72 450	Olex AD 70	0							
Sortengruppe 15:									
✓72 763	Olex F 2 d	0							
72 764	Olex F 2 e	0							90
72 765	Olex F 2 s	0							90
72 766	Olex F 3 d	0							120
✓72 767	Olex FE	0							70
72 768	Olex WS I	0							70
72 769	Olex G 3 n	00							50
72 770	Olex WS II	00							105
72 771	Olex WG	00							40
72 772	Olex WF	00							60
72 773	Olex F 2	00							60
72 774	Olex G 2 rot	00							90
✓72 775	Olex WS	00							90

000256

OLEX
LISTE D

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	A	V	W	0	Spez. Gewicht ca.	Viskosität bei: 20° ca.	50° ca.	100° ca.	Fip. ca.	Stödp. oder Tropfp. ca.
Sortengruppe 6:											
72 307	Olex MD 6	B	VWG	0							6
72 308	Olex SMD 6	B	VWG	0							6
72 309	Olex SMD 8	B	VWG	0							8
72 310	Olex MD 8	B	VWG	0							8
✓72 311	Olex MD 10	B	VWG	0							10
✓72 312	Olex MD 12	B	VWG	0							12
72 313	Olex SMD 10	B	VWG	0							10
72 314	Olex SMD 12	B	VWG	0							12
✓72 315	Olex Aeroöl EL	A	VW	00							5,5
✓72 316	Olex Aeroöl LL	A	VW	00							10
72 317	Olex Aeroöl L	A	VW	00							14
72 318	Olex Aeroöl M	A	VW	00							17
72 319	Olex Aeroöl H	A	VW	00							23
✓72 320	Olexol W	A	VW	0							6
✓72 321	Olexol WS	A	VW	0							8
✓72 322	Olexol S	A	VW	0							12
✓72 323	Olexol Spezial	A	VW	00							18
72 324	Olexol BS	A	VW	00							23
72 325	Olex Traktorenöl BS	B	VWG	09							20
72 326	Olex Traktorenöl SS	B	VWG	00							15
72 327	Olex Traktorenöl L	B	VWG	0							5
72 328	Olex Traktorenöl M	B	VWG	0							8
72 329	Olex Traktorenöl S	B	VWG	0							12
Sortengruppe 14:											
✓72 700	Olex Getriebeöl W	A	VW	0							23
✓72 701	Olex Getriebeöl S	A	VW	0							36
72 702	Olex Getriebeöl T	A	VW	00							40
✓72 703	Olex Getriebeöl Compound	A	VW	0							
Sortengruppe 15:											
✓72 776	Olex Autölfett, rot	A	VW	0							
72 777	Olex Em. Hoch- druckfett, grün	A	VW	00							
✓72 778	Olex Wälzlagerfett	A	VW	0							
72 779	Olex Getriebefett	A	VW	0							
✓72 780	Olex Obenöl	A	VW	00							
72 781	Olex Kühlerschutzöl	A	VW	00							

* 14035

RITZ
LISTE A/I

ASV. Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl R 3,4/20°	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl R 4,1/50	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl R 6,5/50	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl R 9/50	0	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl d 4,1/50	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl d 6,5/50	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl d 9/50	0	Masch. Oel D 9	MD 9

000258

RITZ
LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 030	Zylinderöl 240/50°	0	230/249°	Saflid. Zyl. 230	240/50°	5
04 060	Zylinderöl 260/70°	0	260/279°	Saflid. Zyl. 260	260/70°	5,5
04 060	Zylinderöl 270°	0	260/279°	Saflid. Zyl. 260	270°	3,5
04 085	Zylinderöl 280/90°	0	285/289°	Saflid. Zyl. 285	285/90°	4,5
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Zylinderöl 290°	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	7
05 000	Zylinderöl 300/305°	0	300/304°	Heißd. Zyl. 300	300/305°	7
05 010	Zylinderöl 310°	0	310	Heißd. Zyl. 310	310°	7

RKS
LISTE A/I

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV-Bezeichnung	SG-Kurzzeichen
Sortengruppe 2/3:				
02 165	Maschinenöl Raffinat 6,5	0	Masch. Öl R 6,5	MR 6,5

LISTE A Zyl./I

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fällt in Flammpunkt-Gruppe	ASV-Bezeichnung	Fip. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/S:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 080	Sattdampf Zylinderöl	0	280/284°	Satld. Zyl. 280	280°	
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Heißdampf Zylinderöl	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	

LISTE B

ASV-Sorten-Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	k	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:	Fip. ca.	Stodp. oder Tropfp. ca.
					20° ca.	50° ca.	100° ca.
Sortengruppe 4/S:							
75 250	Heißdampf-Zylinderöl ca. 315°	k	0				315
75 251	Heißdampf-Zylinderöl ca. 340°	k	0				340

1.7.43

000260

RKS
LISTE A/1

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 2/3:				
02.165	Maschinenöl Raffinat 6,5	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5

LISTE A Zyl./l

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	FSM in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 080	Seifdampf Zylinderöl	0	280/284°	Seifd. Zyl. 280	280°	
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Heißdampf Zylinderöl	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	

LISTE B

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	k	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 20° ca. 50° ca. 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. oder Tropfp. ca.
Sortengruppe 4/5:							
75 250	Heißdampf-Zylinderöl ca. 315°	k	0			315	
75 251	Heißdampf-Zylinderöl ca. 340°	k	0			340	

1.7.43

000260

109

RKS
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 2/3:				
02 165	Maschinenöl Raffinal 6,5	0	Masch. Öl R 6,5	MR 6,5

LISTE A Zyl/I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Fllt in Flamm- punkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 080	Saltdampf Zylinderöl	0	280/284°	Saltd. Zyl. 280	280°	
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Heißdampf Zylinderöl	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	

LISTE B

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	k	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 20° 50° 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. oder Tropfp. ca.
Sortengruppe 4/5:							
75 250	Heißdampf-Zylinderöl ca. 315°	k	0			315	
75 251	Heißdampf-Zylinderöl ca. 340°	k	0			340	

1.7.43

000260

109

ROMAG
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	SHELL OEL Nr. 3204 Spindelöl	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	SHELL OEL Nr. 3230 Spindelöl	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	SHELL OEL J 2, JB 2 Nr. 3206, Kidöl lte Mittel Nr. 3208	00	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 235	SHELL OEL Nr. 3204 d, M 10 d, Spindelöl	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 236	SHELL OEL J 2 d Nr. 3206 d M 10 d Spindelöl	00	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	SHELL OEL Nr. 3230 d Spindelöl	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	SHELL OEL B 1, CD 1 Nr. 3240 Maschinenöl	0	Mesch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	SHELL OEL Q 2 Maschinenöl	00	Mesch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	SHELL OEL B 1 Nr. 3238 Nr. 3245 B 1/CD 1 Maschinenöl	00	Mesch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	SHELL OEL BE 2 Nr. 3265 Maschinenöl	0	Mesch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	SHELL OEL BE 3 Nr. 3290 Maschinenöl	0	Mesch. Oel R 9	MR 9
02 241	SHELL OEL B 1 d, CD 1 d Q 2 d Nr. 3240 d Kidöl I schwer d Maschinenöl	0	Mesch. Oel D 4	MD 4,1
02 241	SHELL OEL Nr. 3245 d/B 1d/CD 1 d Maschinenöl	00	Mesch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	SHELL OEL BE 2 d Nr. 3265 d Maschinenöl	0	Mesch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	SHELL OEL BE 3 d Nr. 3290 d Maschinenöl	0	Mesch. Oel D 9	MD 9
03 215	SHELL OEL BF 3 d Nr. 3215 d	0	Mesch. Oel D 15	MD 15
03 609	SHELL OEL Nr. 1225 Marineöl	00	Mar. Oel R 9	MR 9
03 709	SHELL OEL Nr. 1609 d Marineöl	0	Mar. Oel D 9	MR 9
03 717	SHELL OEL Nr. 1618 d Marineöl	0	Mar. Oel D 17	MR 18
Sortengruppe 9:				
09 205	Dunkle Öle HD 4 Nr. 1077, Nr. 1075	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Dunkle Öle H 2 Nr. 1086	0	Dkl. Oel 9	D 9

ROMAG
LISTE A Zyl./l

ASV. Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 080	Fällt in Flammpunkt- Gruppe	ASV. Bezeichnung	Pip. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 080	SHELL OEL BD 4 Nr. 2593 Nr. 2480, Zylinderöl	0	280/284°	Sattd. Zyl. 280	280°	4
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	SHELL OEL Nr. 2592, Zylinderöl	0	290/299°	Helhyd. Zyl. 290	290°	5

000262

SVG
LISTE A/I

ASV- Serien Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl SVG 5002	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 135	Spindelöl SVG 5003	00	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl SVG 230	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl SVG 5004 Nr. 202	00	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 221	Spindelöl SVG 5001 d	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 221	Spindelöl SVG 4001 d	00	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Spindelöl SVG 5002 d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Spindelöl SVG 4002 d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Spindelöl SVG 5004 d	00	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl SVG 230 d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 225	Spindelöl SVG 202 d	00	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl SVG 241	0	Mesch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl SVG 204	0	Mesch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl SVG 206	0	Mesch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl SVG 209	0	Mesch. Oel R 9	MR 9
03 109	Maschinenöl SVG 210	00	Mesch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl SVG 241 d	0	Mesch. Oel D 4	MD 4,1
02 241	Maschinenöl SVG 204 d	00	Mesch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl SVG 206 d	0	Mesch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl SVG 209 d	0	Mesch. Oel D 9	MD 9
03 215	Maschinenöl SVG 215 d	0	Mesch. Oel D 15	MD 15
03 709	Marine-Öl SVG 3095 d	0	Mer. Oel D 9	MD 9
Sortengruppe 9:				
09 205	Dunkelöl SVG 2305	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Dunkelöl SVG 9050	00	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Dunkelöl SVG 2309	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Dunkelöl SVG 9090	00	Dkl. Oel 9	D 9

000263

SVG
LISTE A/I

ASV- Sorten Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	ASV- Bezeichnung	SG- Kurz- zeichen
Sortengruppe 1:				
01 135	Spindelöl SVG 5002	0	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 135	Spindelöl SVG 5003	00	Spind. Oel R 3,5/20	SR 3,5
01 125	Spindelöl SVG 230	0	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 125	Spindelöl SVG 5004 Nr. 202	00	Spind. Oel R 2,5	SR 2,5
01 221	Spindelöl SVG 5001 d	0	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 221	Spindelöl SVG 4001 d	00	Spind. Oel D 2,5/20	SD 2,1
01 235	Spindelöl SVG 5002 d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Spindelöl SVG 4002 d	0	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 235	Spindelöl SVG 5004 d	00	Spind. Oel D 3,5/20	SD 3,5
01 225	Spindelöl SVG 230 d	0	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
01 225	Spindelöl SVG 202 d	00	Spind. Oel D 2,5	SD 2,5
Sortengruppe 2/3:				
02 141	Maschinenöl SVG 241	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 141	Maschinenöl SVG 204	0	Masch. Oel R 4	MR 4,1
02 165	Maschinenöl SVG 206	0	Masch. Oel R 6,5	MR 6,5
03 109	Maschinenöl SVG 209	0	Masch. Oel R 9	MR 9
03 109	Maschinenöl SVG 210	00	Masch. Oel R 9	MR 9
02 241	Maschinenöl SVG 241 d	0	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 241	Maschinenöl SVG 204 d	00	Masch. Oel D 4	MD 4,1
02 265	Maschinenöl SVG 206 d	0	Masch. Oel D 6,5	MD 6,5
03 209	Maschinenöl SVG 209 d	0	Masch. Oel D 9	MD 9
03 215	Maschinenöl SVG 215 d	0	Masch. Oel D 15	MD 15
03 709	Marina-Öl SVG 3095 d	0	Mar. Oel D 9	MrD 9
Sortengruppe 9:				
09 205	Dunkelöl SVG 2305	0	Dkl. Oel 5	D 5
09 205	Dunkelöl SVG 9050	00	Dkl. Oel 5	D 5
09 209	Dunkelöl SVG 2309	0	Dkl. Oel 9	D 9
09 209	Dunkelöl SVG 9090	00	Dkl. Oel 9	D 9

006263

SVG
LISTE A Zyl./I

ASV- Sorten- Nr.	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 060	Fälli in Flammpunkt- Gruppe	ASV- Bezeichnung	Flp. ca.	Visc. bei 100° ca.
Sortengruppe 4/5:						
SG-Kurzzeichen Z 1:						
04 080	Zylinderöl SVG 280	0	280/284°	Salid. Zyl. 280	280°	4,0
SG-Kurzzeichen Z 2:						
05 090	Zylinderöl SVG 290	0	290/299°	Heißd. Zyl. 290	290°	5,0

000264

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Spind. Öl R 3,5/20 SG-Kurzzeichen: SR 3,5 ASV-Sorten-Nr.: 01 1 33 Sortengruppe: 1

ASV-Mitglieds-firma	Vorkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 020	Spez. Gewicht ca.	Viskosität bei: 20° 50° 100° ca.	Flp. ca.	Stöckp. ca.
BV	Spindelöl Raffinat 3-4/20	0		3-4		
DAPG	Spindelöl Raffinat 3-4/20	0		3-4		
DMV	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0	0,895	3,5		
DMV	Spindelöl Raffinat E 3-4	0	0,885/95	3,5	1,7	150/160 u.-45
DVOAG	Vacuum Öl 16	0	0,880		1,6	150/160 -15/20
ESOW	OMNIS 20	0	0,896	5-6		155 -6
FANTO	„FANTOLIN RE“	0		3-5		180 -3
	Spindelöl R	0		3-4		
	Rosenschutzöl	0		3-4		
	Spindelöl A 34	0		3-4		
	Spindelöl Raffinat	0		4-5		
GASOLIN	1120, 2120, 3120 usw. bis 21 120 und 20	00	0,900	3-4	1,6	150 -5/10
HAMIG	Hamig 2	0		3,5		
MAC	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0		3-4		
MHG	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0		3-4		
MIHAG	Spindelöl Raffinat 3,5/20 p	000		3,5		
NOVA	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0				
	Eiskompressorenöl rot	0				
	DI 2035	0				
	Automatenöl 2035	0				
	Zentrifugenöl 2035	0				
	Spülöl 2035	0	0,8949	3,5/20		154 u.-45
OELHAG	1016	0	0,885	3,5		155 +/-
OLEX	OLEX SD 35	0		3,5		
	OLEX SN 35	0		3,5		
	OLEX SO 35	0		3,5		
OJS	Spindelöl Raffinat 3,5	00		3,5		
RITZ	Spindelöl Raffinat 3,5/20	0		3,5		
ROMAG	SHELLÖL - Nr. 3204	0	0,885	3,5		155 +/-
SVG	Spindelöl SVG 5002	0	0,885	3-4		158 +12
	Spindelöl SVG 5003	00	0,895/0,905	4-5		150/160 -15

000265

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Spind. Öl R 2,5 SG-Kurzzeichen: SR 2,5 ASV-Sorten-Nr.: 01 1 25 Sortengruppe: 1

ASV-Mitgliedsfirma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei 30° ca.	50° ca.	100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
BV	Spindelöl Raffinat T	0			2-2,5			
DAPG	Spindelöl „A“	0			2-2,5			
DMV	Spindelöl Raffinat 2-2,5/50	0			2-2,5			
DVOAG	Vacuum Spindelöl Raffinat 2,5	0	0,900	10	2-2,5		165/175	-10/20
	Vacuum Öl 25	0	0,900		2,5		190	-3
FANTO	Spindelöl Raffinat	0			2,5		190	-3
	Spindelöl A 21	0		6	2			
	Spindelöl A 46	0		6				
	Spindelöl „FANTOLIN F“	000		6				
GASOLIN	Spindelöl Raffinat 1560, 1160, 2160, 3160 usw. bis 21 160 und 60	0			5-6			
MAC	Spindelöl Raffinat 2/50	0	0,917	8-9	2-2,5		170	-5/10
	Spindelöl Raffinat 2,5/50	0			2			
MHG	Spindelöl Raffinat 2/50	0			2,5			
	Spindelöl Raffinat 2,5/50	0			2			
M/HAG	Spindelöl Raffinat ü. 2/50 k	0	0,910	8	2,5			
	Spindelöl Raffinat 2,6/20 k	000			2,3		170	-15
NITAG	NITAG VA 1	0	0,910		2,6			
	NITAG DS 1	0	0,910		2,5		170	-15
	NITAG E 25	0	0,910		2,5		170	-15
	NITAG DF 1	0	0,910		2,5		170	-15
OELHAG	1020	000	0,910		2,5		170	-15
OLEX	OLEX ED 25	0	0,895		2,5		160	-10
	OLEX EN 25	0			2,5			
OJS	Spindelöl Raffinat 2,5	00			2,5			
ROMAG	SHELLOL — Nr. 3230	0	0,910		2,5			
	SHELLOL — J 2, JB 2, Nr. 3206, Kidöl II a mittel, Nr. 3208	00	0,897	5-7			165	+5
SVG	Spindelöl SVG 230	0	0,910		2,5		180	+/-
	Spindelöl SVG 5004	00	0,897	5-7			165	+5
	SVG 202	0						

MHG *10 15*

2,5/50

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Spind. Oel D 3,5/20 SG-Kurzzeichen: SD 3,5 ASV-Sorten-Nr.: 01 235 Sortengruppe: 1

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	g 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viskosität bei: 20° ca.	50° ca.	100° ca.	Flp. ca.	Stöckp. ca.
BV	Spindelöl Destillat 3—4/20	0		3—4				
DAPG	Spindelöl Destillat 3—4/20	0		3—4				
DMV	Spindelöl Destillat 3,5/20	0	0,897	3,5			150/16 u.—45	
	Spindelöl Destillat E 3—4	0	0,885/900	3,5	1,7		150/160 —15/20	
DVOAG	Vecuum Öl 16 d	0	0,885		1,6		150	—6
FANTO	„FANTOLIN DE“	0		3—4				
GASOLIN	Spindelöl Destillat 1129, 2129, 31 29 usw. bis 21 129 und 209	00	0,900	3—4	1,6		145	—5'10
MAC	Spindelöl 3,5/20 d	0		3,5				
MHG	Spindelöl Destillat 3,5/20	0		3—4				
MIHAG	Spindelöl 3,5/20 d. p.	0		3,5				
	Spindelöl 3,5/20 d k	0		3,5				
NOVA	Nova Spindelöl Destillat 3,5/20	0						
	Nova Öl 2135	0	0,8970	3,5/20			155	u.—45
CELHAG	1716	0	0,885	3,5			155	—18
OLEX	OLEX SD 35/d	0						
	OLEX SN 35/d	0						
	OLEX SO 35/d	0						
OJS	Spindelöl Destillat 3—4	0		3—4				
ROMAG	SHELLOL — Nr. 3204 d, M 10 d Spindelöl SHELLOL — J 2 d, Nr. 3204 d, M 10 d, Spülöl	0	0,892	3,5			155	+/-
SVG	Spindelöl SVG 5002 d	00	0,908	5—6			165	+5
	Spindelöl SVG 4002 d	0	0,880	4			160	+10
	Spindelöl SVG 5004 d	00	0,884	3,8			170	+14
		00	0,908	5—6			165	+5

blm

4/20

030267

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Spind. Oel D 2,5
 SG-Kurzzeichen: SD 2,5
 ASV-Sorten-Nr.: 01 2 25
 Sortengruppe: 1

ASV-Mitglied-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitglied-firma	0 00 050	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 20° 50° 100° ca.	Pip. ca.	Stockp. ca.
BV	Spindelöl DT	0		2-2,5		
DAPG	Spindelöl „A“ d	0		2-2,5		
DMV	Spindelöl Destillat 2-2,5/50	0	0,910/15	2-2,5	160/170	-15/20
DVOAG	Vacuum Spindelöl 2,5 d	0	0,900	2,5	190	-3
	Vacuum CI 25 d	0	0,900	2,5	190	-3
FANTO	A 257 d	0		2,5		
	A 287 d	0		2,8		
GASOLIN	Spindelöl Destillat 1169, 2169, 3169 usw. bis 21 169 und 609	0	0,920	8-9 2-2,5	168	-5/10
MAC	Spindelöl 2,5/50 d	0		2,5		
MHG	Spindelöl Destillat 2,5/50	0		2,5		
MIHAG	Spindelöl ü. 2/50 d k	0	0,915	8 2,3	165	-15
NITAG	NITAG XS 25	0	0,915	2,3	165	-15
OELHAG	1720	0	0,890	2,5	160	+/-
OLEX	OLEX ED 25/d	0		2,5		
OJS	Spindelöl Destillat 2,5	0		2,5		
ROMAG	SHELLÖL — Nr. 3230 d	0		2,5		
	Spindelöl	0	0,913	2,5	180	+/-
SVG	Spindelöl SVG 230 d	0	0,890	7 2	170	+/-
	Spindelöl SVG 202 d	00	0,921	7-8	160	-45

Über 10 25/d *2,5/20*

000268

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Spind. Öl D 2,3/20 SG-Kurzzeichen: SD 2,1 ASV-Sorten-Nr.: 81 221 Sortengruppe: 4

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				20° ca.	50° ca.	100° ca.		
BV	Spindelöl Destillat 2,1/20	0		2,1				
DAPG	Spindelöl Destillat 2,6/20 kb	0		2,6				
DVOAG	Vecuum OI 12 1/2	00	0,875	2,5			140	-8
ESOW	OMNIS 20 d	0	0,870	2,6			150	+10
MIHAG	Spindelöl L 24 d p	0	0,875	2,6			150	+8
	Spindelöl S 25 d k	0	0,895	2,6			150	-18
NITAG	NITAG XS 15	000	0,895	2,6			145	-15
OLEX	OLEX 21/6 d	0		2,6				
OJS	Spindelöl Destillat 2,6	00		2,6				
SVG	Spindelöl SVG 5001 d	0	0,902	2,6			140	-20
SVG	Spindelöl SVG 4001 d	0	0,870	2,6			150	+6/10

000269

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: **Masch. Öl R 4** SG-Kurzzeichen: **MR 4,1** ASV-Sorten-Nr.: **02141** Sortengruppe: **2/3**

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stockp. ca.
				50° ca.	100° ca.	150° ca.		
BV	Derop Maschinenöl X	0						
DAPG	Raffinat B 41	0		4,5				
DMV	Maschinenöl Raffinat 4,1/50	0	0,910/20	25	4,1			
DVOAG	Vacuum CI VP 410	0	0,905		4,1	185/195	-15/20	
	Vacuum Maschinenöl					200	-1	
	Raffinat 410	0						
ESOW	OMNIS 40	0	0,905		4,1	200	-1	
FANTO	„FANTOLIN R 45“	0	0,908		4,1			
	Maschinenöl R 3—4	0			4,1—4,5			
	Maschinenöl R 4—5	0			3—4			
	Maschinenöl BD	0			4—5			
	Maschinenöl BE	0			3,5—4			
	Elektromotorenöl SE	0			4—5			
GASOLIN	Maschinenöl Raffinat				4—5			
	1510, 1210 k, 1210, 2210,							
	3210 usw. bis 21 210 und 45	0	0,930		4,1	185/190	+/-0 bis -10	
HAMIG	Maschinenöl R 4,1/50	0			4,1			
	Maschinenöl R 4,5/50	0			4,5			
	Hamig 4,1	000			4,5			
MAC	Maschinenöl Raffinat 4,1/50	0			4,1			
MHG	Maschinenöl Raffinat 4,1/50	0			4,1			
MIHAG	Maschinenöl Raffinat 4,1/50 k	0	0,920		4,1	195	-15	
NITAG	NITAG M 40	0	0,920		4,1	198	-15	
	NITAG E 40	0	0,920		4,1	195	-15	
	NITAG H 40	0	0,920		4,1	195	-15	
NOVA	Nova Maschinenöl				4,1			
	Raffinat 4,1/50							
NOVA	Nova Maschinenöl 1045							
	Nova Dynamoöl 1045							
	Nova Elektromotorenöl 1045	0	0,9140		4,1	197	-20	
OELHAG	2041	0	0,914		4,1	200	-18	
OLEX	OLEX ED 41	0						
	OLEX EN 41	0						
	OLEX EO 41	0						

000270

LISTE A/B

ASV-Bezeichnung: Masch. Öl R 4
 SG-Kurzzeichen: MR 4,1
 ASV-Sorten-Nr.: 02 1 41
 Sortengruppe: 2/3

ASV-Mitgliedsfirma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viskosität bei:			Flp. ca.	Stokp. ca.
				20° ca.	50° ca.	100° ca.		
OJS	Maschinenöl Raffinat 4,1	0						
RITZ	Maschinenöl R 4,1/50	0			4,1			
ROMAG	SHELLÖL — B 1, CD 1, Nr. 3240, Maschinenöl	0	0,920		4,1	190	+0/5	
	SHELLÖL — Q 2	00	0,915		4,3	200	+5	
	SHELLÖL — B 1, Nr. 3238, Nr. 3245 B1/CD1, Maschinenöl	00	0,924/927		4,5	200	+8	
SVG	Maschinenöl SVG 241	0	0,913		4,1	195	-2	
	Maschinenöl SVG 204	0	0,924/927		4,5	200	+8	

000271

ASV-Bezeichnung:
Masch. Öl R 6,5

SG-Kurzzeichen:
MR 6,5

ASV-Sorten-Nr.:
02165

LISTE A/II
Sortengruppe:
2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 30° ca.	60° ca.	100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
BV	Derop Maschinenöl Y	0						
DAPG	Refinat C 65	0			6,5			
DMV	Maschinenöl Refinat 6,5/50	0	0,920/30	40/45	6,5			
DVOAG	Vacuum Öl VP 650	0	0,920		6,5		200/210	-15/20
	Vacuum Maschinenöl Refinat 650						203	+4
ESOW	OMNIS 65	0	0,920		6,5		203	+4
FANTO	„FANTOLIN R 65“	0	0,931		6,5		204	-22
	Maschinenöl Refinat 6,5	0			6,5			
	Maschinenöl R 5-6	0			6,5			
	Maschinenöl R 6,5	0			5-6			
	Maschinenöl BF	0			6,5			
	Maschinenöl BS	0			5-6			
GASOLIN	Maschinenöl Refinat 1530, 1230, 2230, 3230 usw. bis 21 230 und 65	0	0,932		6,5		195/200	+0/-10
HAMIG	Hamig 6,5	0			6,5			
	Hamig 100	000			6,5			
	Maschinenöl R 6,5/50	0			6,5			
MAC	Maschinenöl Refinat 6,5/50	0			6,5			
MHG	Maschinenöl Refinat 6,5/50	0			6,5			
MIHAG	Maschinenöl Refinat 6,5/50 k	0	0,925		6,5		210	-10/15
NITAG	NITAG M 65	0	0,925		6,5		210	-15
	NITAG E 65	0	0,925		6,5		210	-15
	NITAG D 0	0	0,925		6,5		210	-15
NOVA	Nova Maschinenöl Refinat 6,5/50				6,5		210	-15
	Nova Maschinenöl 1067							
	Nova Legeröl 1067							
	Nova Kompressorenöl 1067	0	0,917		6,5/50		205	-15
OELHAG	2065	0	0,925		6,5		205	-18
OLEX	OLEX DD 65	0						
	OLEX DN 65	0						
	OLEX DQ 65	0						
OJS	Maschinenöl Refinat 6,5	0			6,5			
RITZ	Maschinenöl R 6,5/50	0			6,5			
RKS	Maschinenöl Refinat 6,5	0			6,5			
ROMAG	SHELLÖL — BE 2, Nr. 3265, Maschinenöl	0	0,925		6,5		205	+0/7
SVG	Maschinenöl SVG 206	0	0,915		6,5		200	-5

1.7.43

000272

137

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Masch. Oel R 9
 SG-Kurzzeichen: MR 9
 ASV-Sorten-Nr.: 03109
 Sortengruppe: 2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 009	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 20° ca. 50° ca. 100° ca.	Fip. ca.	Stockp. ca.
BV	Derop Maschinenöl W	0		8		
DAPG	Raffinat SH 90	0		9		
DMV	Maschinenöl Raffinat 9/50	0	0,920/30	60-70	9	205/215 -15/20
DVOAG	Vacuum Großgas- maschinenöl					
ESOW	OMNIS 90	0	0,918	9		207 -10
FANTO	„FANTOLIN R 90“	0	0,920	9		220 -15
GASOLIN	Maschinenöl Raffinat 1260, 2260, 3260 usw. bis 21 260 und 90	0	0,934	9		210 -0/10
HAMIG	Maschinenöl R ca. 8/50	0		8		
	Maschinenöl R ca. 8,5/50	0		8,5		
MAC	Maschinenöl Raffinat 9/50	0		9		
MHG	Maschinenöl Raffinat 9/50	0		9		
MIHAG	Maschinenöl Raffinat 9/50 k	0	0,935	9		210 -10/15
	Maschinenöl Raffinat 8/50 k	000	0,930	8		210 -10/15
NOVA	Nova Maschinenöl Raffinat 9/50					
	Nova Maschinenöl 1090					
	Nova Kompressorenöl 1090	0	0,9185	9		211 -12
OELHAG	3090	0	0,922	9		222 -10
OLEX	OLEX DD 90	0				
	OLEX DN 90	0				
OJS	Maschinenöl Raffinat 9	00		9		
RITZ	Maschinenöl R 9/50	0		9		
ROMAG	SHELLOL - BE 3, Nr. 3290, Maschinenöl	0	0,930	9		215 +0/14
SVG	Maschinenöl SVG 209	0	0,930	9		205 -4
	Maschinenöl SVG 210	00	0,937	10		220 -23
	<i>Wson 8090</i>	0		9/50		

006273

1.7.43

138

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Masch. Öl D 4
 SG-Kurzzeichen: MD 4,1
 ASV-Sorten-Nr.: 02 2 41
 Sortengruppe: 2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez.-Gewicht ca.	Viskosität bei:			Fip. ca.	Stockp. ca.
				20° ca.	50° ca.	100° ca.		
BV	Derop Maschinenöl XD	0			4,5			
DAPG	Maschinenöl B 41 d	0			4,1			
DMV	Maschinenöl Destillat 4,1/50	0	0,915/25	25/30	4,5	180/190	-15/20	
DVOAG	Vacuum Maschinenöl 410 d	0	0,910		4,1	190	-5	
	Vacuum Öl VP 410 d	0	0,910		4,1	190	-5	
ESOW	OMNIS 40 D	0	0,912		4,2	189	-3	
FANTO	FANTOLIN D 45°	0			4,1-4,5			
	BE 7 d	0			4-5			
	BF 7 d	0			4-5			
GASOLIN	Maschinenöl Destillat 1219, 2219, 3219 usw. bis 21 219 und 459	0	0,932		4,1	185/190	-0/10	
MAC	Maschinenöl 4,1/50 d	0			4,1			
MHG	Maschinenöl Destillat 4,1/50	0			4,1			
MIHAG	Maschinenöl Destillat 4,1/50 d k	0	0,920		4,1	195	-15	
NERAG	Maschinenöl Destillat Viscosilal 4,1	0			4,1			
NITAG	NITAG XM 40	0	0,920		4,1	195	-15	
NOVA	Maschinenöl Destillat 4,1/50 Nova Maschinenöl 1145 Nova Härteöl 1145 Nova Lagerschmieröl 1145	0 0 0	0,9163 0,923		4,1/50 4,1	200 195	-20 +/-	
OELHAG	2741	0						
OLEX	OLEX ED 41/d OLEX EN 41/d OLEX EO 41/d	0 0 0						
OJS	Maschinenöl Destillat 4,1	00			4,1			
RITZ	Maschinenöl d 4,1/50	0			4,1			
ROMAG	SHELLÖL — B 1 d, CD 1 d, Q 2 d, Nr. 3240 d, Kidoal I schwer d, Maschinenöl SHELLÖL — Nr. 3245 d, B 1 d, CD 1 d, Maschinenöl	0 00 0	0,923		4,1	190	+0/5	
SVG	Maschinenöl SVG 241 d Maschinenöl SVG 204 d	00 0 00	0,911 0,915 0,911		4,5 4,1 4,5	200 195 200	-15 +/- -15	

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: ASV-Sorten-Nr.: Sortengruppe:
 Masch. Öl D 6,5 MD 6,5 02 2 65 2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	g 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 30° ca. 50° ca. 100° ca.	Fip. ca.	Stöckp. ca.
BV	Derop Maschinenöl YD	0		6,5		
DMV	Maschinenöl Destillat 6,5/50	0	0,925/35	45/50 6-7	190/200	-15/20
DVOAG	Vacuum Öl VP 650 d	0	0,915	6,5	195	-5
	Vacuum Maschinenöl 650 d	0	0,905	6,5	195	-5
-ESOW	OMNIS 65 D	0	0,921	6,5	194	+2
FANTO	FANTOLIN D 65°	0		6,5		
	Maschinenöl Destillat	0		6,5		
	Maschinenöl D 6,5	0		6,5		
	Maschinenöl BS 7 d	0		6-7		
HAMIG	Maschinenöl D 6,5/50	0		6,5		
MAC	Maschinenöl 6,5/50 d	0		6,5		
MHG	Maschinenöl Destillat 6,5/50	0		6,5		
MIHAG	Maschinenöl Destillat 6,5/50 d k	0	0,930	6,5	205	-10/15
NERAG	Maschinenöl Destillat Viscosität 6,5	0		6,5		
NITAG	NITAG XM 65	0	0,930	6,5	205	-15
NOVA	Nova Maschinenöl Destillat 6,5/50	0	0,9172	6,5	210	-15
OELHAG	Nova Maschinenöl 1167 2765	0	0,918	6,5	192	+/-
OLEX	OLEX DD 65/d	0		6,5		
	OLEX DN 65/d	0		6,5		
	OLEX DO 65/d	0		6,5		
OJS	Maschinenöl Destillat 6,5	0		6,5		
RITZ	Maschinenöl d 6,5/50	0		6,5		
ROMAG	SHELLOL - BE 2 d, Nr. 3265 d, Maschinenöl	0	0,927	6,5	205	+0/7
SVG	Maschinenöl SVG 206 d	0	0,930	6,5	195	-5

000275

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Masch. Oel D 9
 SG-Kurzzeichen: MD 9
 ASV-Sorten-Nr.: 03 2 09
 Sortengruppe: 2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 60 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 20° ca. 50° ca. 100° ca.	Pip. ca.	Stöckp. ca.
BV	Derop Maschinenöl WD	0				
DAPG	Maschinenöl SH 90 d	0		8		
DMV	Maschinenöl Destillat 9-10/50	0		9		
ESOW	OANNIS 90 D	0	0,925/35	60-70	9	200/210 -15/20
GASOLIN	Maschinenöl Destillat 1269, 2269, 3269 usw. bis 21 269 und 909	0	0,930	9		214 -19
HAMIG	Maschinenöl D 8,5/50	0	0,936	9		210 -0/10
MAC	Maschinenöl 9/50 d	0		8,5		
MHG	Maschinenöl Destillat 9/50	0		9		
MIHAG	Maschinenöl Destillat 9/50 d k	0		9		
NERAG	Maschinenöl Destillat Viscosität 9	0	0,935	9		210 -10/15
NITAG	NITAG XM 90	0		9		
NOVA	Nova Maschinenöl Destillat 9/50	0	0,935	9		210 -15
OLEX	OLEX DD 90/d OLEX DN 90/d	0 0	0,922	9 9		215 -12
OJS	Maschinenöl Destillat 9	00		9		
RITZ	Maschinenöl d 9/50	0		9		
ROMAG	SHELLOL - BE 3 d, Nr. 3290 d, Maschinenöl	0	0,932	9		215 +0/14
SVG	Maschinenöl SVG 209 d	0	0,952	9		205 -5
	<i>Olva No 90/d</i>	0		9/10		

030276

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Masch. Oel D 15
 SG-Kurzzeichen: MD 15
 ASV-Serien-Nr.: 83 2 15
 Sortengruppe: 2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez: Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				20° ca.	50° ca.	100° ca.		
BV	Derop Maschinenöl 15	0			15			
DAPG	Maschinenöl H 150 d	0			15			
DMV	Maschinenöl Destillat 15/50	0	0,935/945		15		205/20 —15/20	
ESOW	OMNIS 150 D	0			15			
GASOLIN	Maschinenöl Destillat 1299 und 159	0	0,940		15		220/250 —0/10	
MAC	Maschinenöl 15/50 d	0			15			
MHG	Maschinenöl Destillat 15/50	0			15			
NOVA	Nova Maschinenöl Destillat 15/50	0	0,929		15		230 - —10	
ROMAG	SHELLÖL — BF 3 d, Nr. 3215 d	0	0,928		15		235 +/-	
SVG	Maschinenöl SVG 215 d	0	0,928		15		235 +/-	

000277

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: **Mar. Oel R 9** SG-Kurzzeichen: **Mr R 9** ASV-Sorten-Nr.: **83 6 09** Sortengruppe: **2/3**

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				30° ca.	50° ca.	100° ca.		
ESOW	D 7730	0						
ROMAG	SHELLÖL — Nr. 1225 Marineöl	00	0,934	9,5		210	-10	

000278

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: **Mar. Öl R 17** SG-Kurzzeichen: **M₂ R 18** ASV-Sorten-Nr.: **03 & 17** Sortengruppe: **2/3**

ASV-Mitglieds-firma	Vorkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 950	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				20° ca.	50° ca.	100° ca.		
ESOW	D 7793	0			18			

000279

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: ASV-Sorten-Nr.: Sortengruppe:
 Mar. Gel D 9 Mr D 9 03799 2/3

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	9 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				50° ca.	50° ca.	100° ca.		
ESOW	D 7791	0						
ROMAG	SHELLÖL Nr. 1609 d Marineöl	0	0,934					
SVG	Marine-Öl SVG 3095 d	0				220	-10	

000280

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: **Mar. Gel D 17** SG-Kurzzeichen: **Mr D 18** ASV-Sorten-Nr.: **83 7 17** Sortengruppe: **2/3**

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 89 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				20° ca.	50° ca.	100° ca.		
ESOW	D 7792	0			18			
ROMAG	SHELLOL Nr. 1618 d Marineöl	0	0,933	18		230	—5	

000281

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: D&L Oel 5
 SG-Kurzzeichen: D 5
 ASV-Sorten-Nr.: 09 3 03
 Sortengruppe: 9

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viskosität bei:			Flp. ca.	Stockp. ca.
				50° ca.	100° ca.	150° ca.		
BV	Achsenöl	0			5-6			
DAPG	Deutsches Achsenöl 5-8/50	0			5-12			
DMV	Dunkelschmieröl „W“	0						
	Achsenöl „W“	0	0,920/940		5-6	üb. 150	-15	
DVOAG	Vacuum Achsenöl Winter	0	0,930		5	150	-30	
	Vacuum Dunkelöl 5-6	0			5-6			
	Vacuum Achsenöl DW	0	0,935		6	150	-30	
FANTO	„FANTOLIN W“	0			5			
	Achsenöl W	0			5			
	Maschinenöl GF 7	0			5-6			
	Maschinenöl G 570	0			5-6			
GASOLIN	dunkles Schmieröl 2258, 5528 und 528	0	0,926		5,5	147	-10	
MAC	Dunkles Öl 5-8	0			5-8			
NITAG	NITAG AS 50	0	0,930		5-6	160	-18	
OELHAG	9045	0	0,920		5-6	160	-20	
OLEX	OLEX AD 55				5-6			
OJS	G WP	0	0,975		5-6	170	-15	
ROMAG	D&L Oel HD 4, 1075, 1077	0	0,934		5-6	160	-6	
SVG	Dunkelöl SVG 2305	0	0,934		5-6	160	-6	
	Dunkelöl SVG 9050	00	0,934		5-7	173	-6	

000282

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: Dkt. Oel 9
 SG-Kurzzeichen: 09
 ASV-Sorten-Nr.: 09209
 Sortengruppe: 9

ASV-Mitgliedsfirma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 60 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei: 20° ca. 50° ca. 100° ca.	Flp. ca.	Stöckp. ca.
DAPG	Deutsches Achsenöl 8-12/50	0		5-12		
DMV	Dunkelschmieröl „S“ Achsenöl „S“	0				
DVOAG	Vacuum Achsenöl Sommer	0	0,920/940	9-11	üb. 170	-5/10
	Vacuum Dunkelöl 9-11	0	0,935	9	168	-15
	Vacuum Achsenöl AS	0		9-11		
FANTO	„FANTOLIN S“ Achsenöl S	0	0,935	9	168	-15
GASOLIN	dunkles Schmieröl 2578, 5578 und 578	0		9		
MAC	Dunkles Oel 9-11/50	0	0,931	10	150	-10
MIHAG	dkt. Schmieröl 55	0		9-11		
NITAG	NITAG AS 90	0	0,940	10-12	160	-15
	NITAG AS 12	0	0,935	9-11	160	-18
NOVA	Nova Vulkanöl Nova Achsenöl	0	0,940	11-12	165	-16
OELHAG	9044	0	0,9438	9	160	-13
OLEX	OLEX AD 90	0	0,920	8-10	180	-5
	OLEX AD 100	0		8-10		
OJS	G O P	0				
ROMAG	Dkt. Oel H 2, Nr. 1086	0	0,985	9-10	180	-15
SVG	Dunkelöl 2309	0	0,933	9	176	-4
	Dunkelöl 9090	00	0,933	9	176	-4
	<i>W. K. F. 100</i>	0		9-11	176	-4

000283

LISTE A/II

ASV-Bezeichnung: **Dkt. Gel 7/100** SG-Kurzzeichen: **D 7** ASV-Sorten-Nr.: **09 2 07** Sortengruppe: **9**

ASV-Mitglieds-firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	D 00 000	Spez. Gewicht ca.	Viscosität bei:			Flp. ca.	Stöckp. ca.
				20° ca.	30° ca.	100° ca.		
GASOLIN	Heißwalzenzapfenöl, leichtflüssig	0	0,960		7,5	245	+18	
OJS	Kaltwalzenzapfenöl, schwer R P	0	1,000		7	190	+7	

000284

LISTE A Zyl/H

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: ASV-Sorten-Nr.: Sortengruppe:
 Saltid. Zyl. 230 Z 1 04 0 39 4/5

Flammpunkt-Gruppe: 230/240°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 130° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
DAPG	Di. Saltid. Zylinderöl 230/230	0			230/240°	
DMV	Zylinderöl LA	00			230/240°	
ESOW	Zylinderöl D R C 41	0	0,944	6-7	230/240°	
FANTO	Zylinderöl DSS	0		4,6	245/250°	-3
GASOLIN	Seftd. Zylinderöl 300, 2300, 5300	0		4	230/240°	
HAMIG	Di. Zylinderöl 240/250	00	0,950	4,5	240/250°	± 0
MAC	Zylinderöl 240/250	0			240/250°	
MHG	Zylinderöl 240/250	0			240/250°	
OELMAG	Zylinderöl 4239	0			240/250°	
OLEX	Olex NJ 35	0			239°	
RITZ	Zylinderöl 240/250	0		5,0	235°	
					240/250°	

000285

LISTE A Zy3/II

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: ASV-Sorten-Nr.: Sortengruppe:
 Sattl. Zyl. 230 Z 1 04 0 30 4/5
 Flammpunkt-Gruppe: 230/240°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht co.	Visc. bei 100° co.	Flp. co.	Stöckp. co.
DAPG	Di. Sattl. Zylinderöl 230/230	0				
DMV	Zylinderöl LA	00			230/240°	
ESOW	Zylinderöl D R C 41	0		6-7	230/240°	
FANTO	Zylinderöl DSS	0	0,944	4,6	245/250°	-3
GASOLIN	Sattl. Zylinderöl 300, 2300, 5300	0		4	230/240°	
HAMIG	Di. Zylinderöl 240/250.	00	0,950	4,5	240/250°	± 0
MAC	Zylinderöl 240/250	0			240/250°	
MHG	Zylinderöl 240/250	0			240/250°	
OELHAG	Zylinderöl 4239	0			240/250°	
OLEX	Olex NJ 35	0			239°	
RITZ	Zylinderöl 240/250	0		5,0	235°	
					240/250°	

000285

LISTE A Zyl/H

ASV-Bezeichnung: **Sattd. Zyl. 250** SG-Kurzzeichen: **Z 1** ASV-Sorten-Nr.: **04 0 50** Sortengruppe: **4/3**

Flammpunkt-Gruppe: **250/259°**

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stokp. ca.
DAPG	Dt. Sattd. Zylinderöl 240/250	0			250°	
FANTO	Zylinderöl DS	0		4,5	250/260°	
FANTO	Zylinderöl „FANTOLIN V 250“	000		4,5	250°	
MIHAG	Sattd. Zylinderöl 250/255	0	0,960	5	250/255°	
NITAG	NITAG SZ 0	0	0,960	5	255°	± 0

000286

Zyl/II

Gruppe:

Stockp. ca.

0

LISTE A Zyl/II

ASV-Bezeichnung: Sattd. Zyl. 260
 SG-Kurzzeichen: Z 1
 ASV-Sorten-Nr.: 84060
 Sortengruppe: 4/5

Flammpunkt-Gruppe: 260/279°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
DAPG	Di. Sattd. Zylinderöl 250/260	0				
DAPG	Di. Sattd. Zylinderöl 260/270	0			260°	
DMV	Zylinderöl C	00			260/270°	
DVOAG	Vecuum OI VC 701	0		3-4,5	270°	
ESOW	Zylinderöl D R C 38	0	0,950	5,0	260°	
FANTO	Zylinderöl	0	0,954	3,85	265/270°	-2
FANTO	Zylinderöl 270	0		3-3,5	270°	
FANTO	Zylinderöl „FANTOLIN S 265“	000		3-3,5	270°	
FANTO	Zylinderöl „FANTOLIN N 270“	000		3,0	265°	
FANTO	Zylinderöl DM	000		3-3,5	270°	
GASOLIN	Sattd. Zylinderöl 13 324, 12 324, 16 324, 1324, 2324, 8324, 324	0			265/275°	
MAC	Zylinderöl 260/265	0	0,950	3,6	265/270°	-2
MHG	Zylinderöl 260/265	0			260/265°	
MIHAG	Sattd. Zylinderöl 270	0			260/265°	
MIHAG	Sattd. Zylinderöl 260/265°	0	0,930	4	270°	
NITAG	NITAG SZ 1	0		5	260/265°	
NITAG	NITAG Sattd. Zylinderöl Nr. 9	0	0,940/960	4-5	260/270°	± 0
OELHAG	Zylinderöl 4260	000		6	260°	
OELHAG	Zylinderöl 4265	0			260°	
OELHAG	Zylinderöl 4270	0			265°	
OLEX	Olex NJ 60	0	0,950		270°	
OLEX	Olex NJ 75	0			260°	
OLEX	Olex ND 70	0			275°	
RITZ	Zylinderöl 260/270°	0			270°	
RITZ	Zylinderöl 270°	0		5,5	260/270°	
		0		3,5	270°	

M.H.G.

47-60

0

260°

000287

LISTE A Zyl/H

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: ASV-Sorten-Nr.: Sortengruppe:
 Saltd. Zyl. 280 Z 1 04 0 80 4/5

Flammpunkt-Gruppe: 280/284°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
BV	Zylinderöl AR 200	0				
DAPG	D. Saltd. Zylinderöl 270/80	0			280/285°	
DMV	Zylinderöl HR	0			280°	
ESOW	Zylinderöl D R C 36	0		3,4—5	280/290°	
FANTO	Zylinderöl DT	0	0,970	4,8	280°	+10
FANTO	Zylinderöl 280	0		4	280/285°	
FANTO	„FANTOLIN A 280“	0		4	280/285°	
MAC	Zylinderöl 280/85	0		4	280/285°	
MHG	Zylinderöl 280/85	0			280/285°	
NITAG	NITAG SZ 2	0			280/285°	
OELHAG	Zylinderöl 4280	0	0,960	6,0	280°	± 0
RKS	Saltdampf-Zylinderöl	0	0,950	4,5	280°	
ROMAG	SHELLÖL BD 4 Nr. 2593, Nr. 2480 Zylinderöl	0			280°	
SVG	Zylinderöl SVG 280	0	0,959	4	280°	+23
		0	0,945	4	280°	± 0

000288

LISTE A Zyl/II

ASV-Bezeichnung: Saftd. Zyl. 285
 SG-Kurzzeichen: Z 1
 ASV-Sorten-Nr.: 84 0 85
 Sortengruppe: 4/8

Flammpunkt-Gruppe: 285/289°

ASV-Mitglied-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
DAPG	DI. BW Zylinderöl	0				
HAMIG	DI. Zylinderöl 280/290°	0			285°	
NITAG	NITAG SZ 3	0			285°	
OELHAG	Zylinderöl 4285	0	0,960	6	285°	± 0
OLEX	Olex ND 85	0	0,972	4,6	285°	
RITZ	Zylinderöl 280/290°	0		4,5	285°	285/290°

000289

LISTE A Zyl/II

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: ASV-Sortier-Nr.: Sortengruppe:
 Heißd. Zyl. 290 Z 2 63 0 90 4/5
 Flammpunkt-Gruppe: 290/300°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stöckp. ca.
DAPG	Di. A. Zylinderöl	0				
ESOW	Zylinderöl D R D 34	0			290°	
FANTO	Heißd. Zylinderöl	0	0,950	4,5	290°	-2
FANTO	Zylinderöl 290	0		5	290°	
FANTO	Zylinderöl DU	0		5	290°	
FANTO	Zylinderöl „FANTOLIN N 290“	0		5	290/295°	
GASOLIN	Heißd. Zylinderöl 1350, 2350, 3350, 4350, 6350, 12 350, 16 350, 350	000		5	290°	
HAMIG	Nerag Heißd. Zylinderöl 290° Spezial A	00	0,945		290°	+5
MAC	Zylinderöl 290	0			290°	
MHG	Zylinderöl 290	0			290°	
NERAG	Heißd. Zylinderöl 2890	000			290°	
NITAG	NITAG HZ 1	0	0,957	4,5	290°	± 0
OELHAG	Zylinderöl 5290	0	0,960	5	290°	
OJS	Zylinderöl CD 290	0	0,957	5	290°	
OLEX	Olex HA 90	00			290°	
OLEX	Olex HD 90	0			290°	
OLEX	Olex HN 90	0			290°	
RITZ	Zylinderöl 290°	0			290°	
RKS	Heißd. Zylinderöl	0		7	290°	
ROMAG	Zylinderöl SHELLOL Nr. 2592	0			290°	
SVG	Zylinderöl SVG 290	0	0,960	5	290°	+15
		0	0,945	5	290°	+2

000290

LISTE A Zyl/II

ASV-Bezeichnung: Heißd. Zyl. 300
 SG-Kurzzeichen: Z 3
 ASV-Sorten-Nr.: 65 8 00
 Sortengruppe: 4/3

Flempunkt-Gruppe: 306/304°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 06 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Fip. ca.	Stöckp. ca.
DAPG	Di. S. Zylinderöl	0				
NITAG	NITAG HZ 12	0			300°	
DMV	Nova Heißd. Zylinderöl 300/310	0		5,5	300°	
MIHAG	Heißd. Zylinderöl 300°	0		5,25	300/305°	
NOVA	Nova Zylinderöl Fip. ca. 300° C	0		5,5	300°	
OELHAG	Zylinderöl 5300	0		5,25	300°	
RITZ	Zylinderöl 300/305	0		7	300°	
					300/305°	

000291

LISTE A Zyl/H

ASV-Bezeichnung: Helld. Zyl. 305
 SG-Kurzzeichen: Z 2
 ASV-Sorten-Nr.: 03 6 05
 Sortengruppe: 4/3

Flammpunkt-Gruppe: 305/309

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
MAC	Zylinderöl 305	0				
MHG	Zylinderöl 305	0			305 ²	
OJS	Zylinderöl CD 305	00			305 ²	
OLEX	Olex HN 05	0			305 ²	

000292

LISTE A Zyl/II

ASV-Bezeichnung: Heißd. Zyl. 310
 SG-Kurzzeichen: Z 2
 ASV-Sorten-Nr.: 05 0 10
 Sortengruppe: 4/5

Flammpunkt-Gruppe: 310°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 09 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stadp. ca.
BV	Zylinderöl L 400	0				
DVOAG	Vecuum OI VC 309	0	0,955	7,6	310°	
DVOAG	Vecuum Zylinderöl 31	0	0,955	7,6	310°	
HAMIG	Hamig 3200/Austausch-qualität	0			310°	
MAC	Zylinderöl 310	0		9,0	310°	
MHG	Zylinderöl 310	0			310°	
OELHAG	Zylinderöl 5310	0			310°	
OJS	Zylinderöl CD 310	00	0,957	5,5	310°	
RITZ	Zylinderöl 310°	0		7,0	310°	

000293

LISTE A Zyl/lt

ASV-Bezeichnung: SG-Kurzzeichen: * ASV-Sorten-Nr.: Sortengruppe:
 Heißd. Zyl. 310 Z 2 65 0 10 4/5
 Flammpunkt-Gruppe: 310°

ASV-Mitglieds-Firma	Verkaufsbezeichnung der Mitgliedsfirma	0 00 000	Spez. Gewicht ca.	Visc. bei 100° ca.	Flp. ca.	Stockp. ca.
BV	Zylinderöl L 400	0				
DVOAG	Vacuum Öl VC 309	0			310°	
DVOAG	Vacuum Zylinderöl 31	0	0,955	7,6	310°	
HAMIG	Hamig 3200/Austausch-qualität	0	0,955	7,6	310°	
MAC	Zylinderöl 310	0		9,0	310°	
MHG	Zylinderöl 310	0			310°	
OELHAG	Zylinderöl 5310	0			310°	
OJS	Zylinderöl CD 310	00	0,957	5,5	310°	
RITZ	Zylinderöl 310°	0		7,0	310°	

000293

Target No. 30/2.02

Deutsche Erdöl AG

Berlin

Martin Lutherstrasse 61-66,

Item 20; -

Research in Structure

for

Separation of Solid

Paraffins

000294

000295

DOCUMENTS FROM

DEUTSCHE ERDOZ AG.

MARTIN LUTHER STRASSE 61-66

BERLIN

starrungspunkte ausgezeichnet⁴⁾, während ihre Dichten nur unwesentlich von denen der n-Paraffine abweichen. Auf Grund der für n-Paraffine aufgestellten Beziehung (3) ergibt sich die Dichteerhöhung in $\frac{1}{1000}$ Dichte-einheiten zu:

$$Rw = 10^3 \cdot d^{20} - 511 - 311 \cdot \frac{M}{M+95} \quad (4)$$

Diese Zahl Rw , von uns als Ringwert bezeichnet, ist also eine Maßzahl für die durch Ringschluß hervorgerufene Dichteerhöhung bei Ringparaffinen gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen⁵⁾. Definitionsgemäß ist sie für n-Paraffine 0. Für iso-Paraffine liegt sie meist unter 5, nimmt aber bei Ringparaffinen Werte bis etwa 100 an.

Analog erhalten wir aus Gleichung (1) ein Maß für die Erniedrigung des Erstarrungspunktes. Um diese mit gleicher Molekulargewichtsempfindlichkeit wie den Ringwert zu erhalten, d. h. um die Dichteerhöhung und die Erniedrigung des Erstarrungspunktes als Ordinatenabschnitte in Abb. 1 in der gleichen Maßeinheit messen zu können, versahen wir die Gleichung (1) mit dem Faktor 0,75:

$$Aw = 311 \cdot \frac{M}{M+95} - 205 - 0,75 \cdot Ep. \quad (5)$$

Diese Zahl Aw , von uns als Asymmetriewert genannt, ist also ein Maß für die Erniedrigung des Erstarrungspunktes gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen. Sie nimmt bei iso-Paraffinen je nach Zahl und Art der Verzweigungen verschieden große Werte an; da Ringe ebenso wie Seitenketten den Erstarrungspunkt herabsetzen, hat sie auch für Ringparaffine positive Werte; 0 ist sie nur für n-Paraffine.

Die beiden Kennzahlen Rw und Aw erlauben uns, an Hand der Kenntnis von Molekulargewicht, Dichte und Erstarrungspunkt zu entscheiden, ob ein n-, iso- oder Ringparaffin vorliegt, sowie innerhalb einer der beiden letzten Gruppen die Abweichungen von äquimolekularem n-Paraffin zahlenmäßig auszudrücken.

Handelt es sich nur um die Feststellung, ob ein n-Paraffin vorliegt oder nicht, so genügt es, die Summe von Ringwert und Asymmetriewert zu bestimmen:

$$Sw = Rw + Aw = 10^3 \cdot d^{20} - 716 - 0,75 \cdot Ep. \quad (6)$$

Dieser Summenwert Sw ist das einfache Kriterium für n-Paraffine; denn er erfordert nur die Kenntnis von Erstarrungspunkt und Dichte und vermeidet die in der Praxis wenig geläufige und oft mit größeren Fehlern behaftete Bestimmung des Molekulargewichtes. Für n-Paraffine ergibt sich mit dem Summenwert $Sw = 0$ die Dichte-Erstarrungspunktbeziehung von *Ivanovsky*, Gleichung (2). Für Ringparaffine resultieren größere Werte als für iso-Paraffine, da ja die Summe von Dichteerhöhung und Erstarrungspunkterniedrigung erfährt wird, bei iso-Paraffinen aber fast keine Dichteerhöhung gegenüber n-Paraffin auftritt. Eine Unterscheidung von iso- und Ringparaffinen ergibt sich sinngemäß nicht.

Um auch ohne Kenntnis des Molekulargewichtes Ringbildungen und Verzweigungen unterscheiden zu können, haben wir geprüft, ob die Viskosität an Stelle des Molekulargewichtes Verwendung finden kann, da ihre Abhängigkeit vom Molekulargewicht groß ist im Verhältnis zur Strukturempfindlichkeit. Wir fanden, daß der von *Ubbelohde* und *Walther* für die Temperaturabhängigkeit der Viskosität verwendete Ausdruck $W = \log \log (V_k + 0,8)$ bei n-Paraffinen von $\frac{M}{M+95}$ linear abhängt; V_k ist die kinematische Viskosität in cSt. Für 100°

gilt für n-Paraffine mit mehr als 18 C-Atomen (vgl. Abb. 1):

$$100 \cdot W^{100} = 311 \cdot \frac{M}{M+95} - 269. \quad (7)$$

Da Verzweigungen bei Aliphaten praktisch keinen Einfluß auf die Viskosität haben⁶⁾, gilt Gleichung (7) auch für iso-Paraffine. Lediglich Ringparaffine besitzen höhere Viskositäten als äquimolekulare n-Paraffine; jedoch auch diese Abweichungen sind in den doppelt logarithmischen W-Wert umgerechnet und infolge der geringen Anzahl an Ringen bei festen Kohlenwasserstoffen nur von untergeordneter Bedeutung. Wir drücken also den Quotienten $\frac{M}{M+95}$ in den Definitionsgleichungen für den Ringwert und den Asymmetriewert durch den W-Wert gemäß Gleichung (7) aus und erhalten analoge Kennwerte, aber auf äquivalente n-Paraffine bezogen:

$$Rw(Vk) = 10^3 \cdot d^{20} - 780 - 100 \cdot W^{100} \quad (8)$$

$$Aw(Vk) = 64 + 100 \cdot W^{100} - 0,75 \cdot Ep. \quad (9)$$

Für n- und iso-Paraffine ergeben diese äquivalenten Kennzahlen die gleichen Werte wie die äquimolekularen. Nur für Ringparaffine ist der äquivalente Ringwert infolge der durch Ringschluß bewirkten Viskositäts-erhöhung um etwa 10 bis 20% kleiner als der auf äquimolekulare Stoffe bezogene. Der äquivalente Asymmetriewert ist um den gleichen Betrag größer, da sich die Summe von Ring- und Asymmetriewert unabhängig von Molekulargewicht und Viskosität berechnen läßt.

Der Brechungsindex von Kohlenwasserstoffen ändert sich mit dem Molekulargewicht und der Konstitution in ganz analoger Weise wie die Dichte. Er kann also an Stelle der Dichte zur Charakterisierung verwendet werden. Aus einer von *Ivanovsky*⁷⁾ stammenden Beziehung zwischen Brechungsindex n_D^{20} und Erstarrungspunkt ergibt sich der Summenwert zu:

$$Sw = 2 \cdot 10^3 \cdot (n_D^{20})^2 - 1,400 - 0,84 \cdot Ep. \quad (10)$$

Diese Gleichung ergibt praktisch dieselben Zahlenwerte wie der aus der Dichte berechnete Summenwert Sw . Der Ringwert läßt sich durch Abziehen des Asymmetriewertes Aw von dem Summenwert Sw ermitteln. Mit man den Erstarrungspunkt am drehenden Thermometer, den Brechungsindex mit dem *Abbe*-Refraktometer und die Viskosität mit einem Mikroviskosimeter und die Viskosität mit einem Mikroviskosimeter — das Prinzip von *Bowman*⁸⁾ hat sich gut bewährt — so lassen sich mit Hilfe der Formeln (6a) und (9) Untersuchungen noch an Bruchteilen von einem Gramm ausführen.

Ungesättigte feste Kohlenwasserstoffe sind in den von uns untersuchten Produkten, wie Hydrierversuche und die Prüfung mit Hilfe der spezifischen Dispersion ergaben, nicht in nennenswerter Menge vorhanden.

II. Die Bedeutung des Ringwertes und Asymmetriewertes

Mit Hilfe des Ring- und des Asymmetriewertes lassen sich keine feineren Strukturunterschiede aufklären, es handelt sich nur um eine grobe Klassifikation der festen Kohlenwasserstoffe, wie etwa die Viskositätspolhöhe eine Einteilung in paraffin- und naphthenbasierte Öle erlaubt. Um die Bedeutung und Leistungsfähigkeit dieser

¹⁾ Lediglich Verbindungen besonderer Symmetrie, z. B. 2,2,3,3-Tetramethylbutan bilden Ausnahmen.

²⁾ Da der Gültigkeitsbereich der Formeln (1) und (2) begrenzt ist, läßt sich Gleichung (4) nur für feste Kohlenwasserstoffe anwenden.

³⁾ *L. A. Mikeska*, Ind. Engng. Chem. 28, 970 (1936).

⁴⁾ *J. R. Bowman*, Ind. Engng. Chem., analyt. Edit. 11, 409 (1939).

Kenngrößen zu erläutern, wollen wir sie an Hand von Kohlenwasserstoffen bekannter Konstitution prüfen. Da es nicht möglich ist, alle bekannten Verbindungen einzeln zu diskutieren, beschränken wir uns darauf, die hauptsächlichsten Klassenmerkmale zu zeigen.

Bei Ringparaffinen ist die Dichteerhöhung gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen, die wir durch den Ringwert zahlenmäßig erfassen, das Hauptmerkmal für Ringbildungen. Um die Zusammenhänge zu erkennen, haben wir in Abb. 2 die Ringwerte von gesättigten Hydroaromaten nach Daten aus *Beilstein*⁹⁾, *Evans*¹⁰⁾, *Mikeska*¹¹⁾, *Schmidt* und *Grosser*¹²⁾ und *Turkiewicz*¹³⁾ in Abhängigkeit vom Molekulargewicht dargestellt. Infolge der begrenzten Gültigkeit der Formel (4) hinsichtlich der niedermolekularen Kohlenwasserstoffe sind für diese die Werte durch Differenzbildung der Dichten mit dem äquimolekularen n-Paraffin berechnet worden. Man erkennt, daß die Ringwerte von der Anzahl der Ringe und vom Molekulargewicht abhängig sind, und zwar sind die Werte bei zwei Ringen doppelt so groß wie bei einem Ring. Die Abhängigkeit vom Molekulargewicht ist verständlich, da die durch Ringbildung hervorgerufene Dichteerhöhung sich um so weniger auswirken muß, je größer das Molekül ist. Es besteht annähernd Proportionalität zwischen Ringwert und dem Gehalt an C-Atomen, die am Ringschluß beteiligt sind. Die Zahl der Ringe je Molekül (Z) läßt sich also näherungsweise aus dem Ringwert errechnen:

$$Z = 0,7 \cdot \frac{Rw \cdot M}{100 \cdot 84} - \frac{Rw \cdot M}{100 \cdot 120} \quad (11)$$

Die Streuung der Punkte ist jedoch bei den niedermolekularen Kohlenwasserstoffen recht groß. Dies ist einerseits auf unterschiedliche Dichten zurückzuführen, die für ein- und dieselbe Verbindung von verschiedenen Autoren angegeben sind, andererseits auf den Einfluß von Seitenketten in besonders symmetrischer Anordnung. So ist z. B. der Ringwert von Trimethyl-cyclohexylmethan mit 98 größer, derjenige von 1,2,4,5-Tetramethylcyclohexan mit 46 kleiner als der Ringwert des isomeren n-Butyl-cyclohexans mit 80. Also erhöhen tertiäre und besonders quartäre C-Atome in der aliphatischen Kette den Ringwert, während solche im Ring selbst ihn erniedrigen. Je höher auch die Isomeriemöglichkeiten; daher werden sich um so weniger solche hochsymmetrischen Vertreter in Gemischen bemerkbar machen, so daß in dem Ringwert höher molekularer Produkte die Ringbildung in der oben beschriebenen Art und Weise erfährt wird.

Ringkohlenwasserstoffe mit anderer Gliederzahl als Sechsringe (vgl. Cyclopentanderivate bei *Schmidt* und *Gemäßner*¹⁴⁾) zeigen analoge Verhältnisse wie die Hydroaromaten. Ebenso weisen Polymethylenringverbindungen (*Ruzicka*¹⁵⁾, *McKittrick*, *Henriques* und *Wolff*¹⁶⁾), d. h. Ringkohlenwasserstoffe, bei denen alle C-Atome einen Ring ohne Seitenketten bilden, gleichfalls die Abhängigkeit der Ringwerte vom Molekulargewicht auf. Die Werte liegen zwischen den Kurven für mono- und bicyclische Naphthene. Die Anwesenheit solcher Verbindungen in natürlichen Kohlenwasserstoffen ist nach unseren bisherigen Erfahrungen aber nicht wahrscheinlich, jedoch muß die Frage eingehender geprüft werden.

Neben der Dichteerhöhung zeigen Ringkohlenwasserstoffe gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen auch eine Erstarrungspunkterniedrigung, da ja Ringe ebenso wie Verzweigungen eine Asymmetrie des Moleküls bewirken. Nur die niedermolekularen Polymethylenringe

bis etwa zum zwanziggliedrigen Ring haben höhere Erstarrungspunkte als äquimolekulare n-Paraffine. Aus dem vorhandenen Material läßt sich aber nur schließen, daß die Erniedrigung bei zwei Ringen größer ist als bei einem Ring. Zusätzlich können bei Ringparaffinen aber auch Verzweigungen auftreten, die sich wie bei den iso-Paraffinen auswirken.

Für iso-Paraffine ist allein der Asymmetriewert von Bedeutung, da die Dichteabweichung von iso-Paraffinen gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen nach der Zusammenstellung der Daten aliphatischer Kohlenwasserstoffe von *Egloff*¹⁷⁾ nur geringfügig ist. Lediglich bei Häufung mittelständiger Seitenketten ergeben sich Dichteerhöhungen von etwa 0,01; in den meisten Fällen

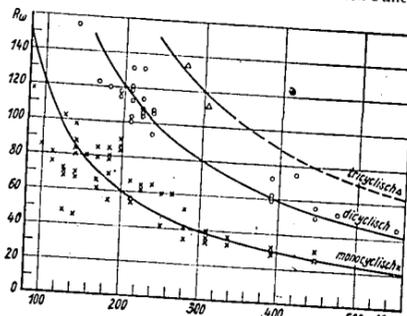


Abb. 2. Die Molekulargewichtsabhängigkeit des Ringwertes von gesättigten Hydroaromaten

liegen sie unter 0,005 ($Rw < 5$), also fast noch innerhalb der für n-Paraffine zulässigen Fehlergrenze. Der Asymmetriewert von iso-Paraffinen bekannter Konstitution kann je nach der Konfiguration der Seitenketten verschieden groß sein. Die geringsten Asymmetriewerte von etwa 10 werden durch β -ständige Methylgruppen hervorgerufen; bei allen übrigen Verzweigungen ist die Erstarrungspunkterniedrigung größer. Das vorhandene Material reicht jedoch nicht aus zur Aufstellung irgendwelcher Zusammenhänge zwischen spezieller Atomgruppierung und dem Asymmetriewert; denn mehrere Faktoren bestimmen die Größe der Erstarrungspunkterniedrigung: die Zahl der Seitenketten, ihre Länge, ihre Lage zueinander und zur Hauptkette sowie die Gesamtgröße des Moleküls. Die Asymmetriewerte bekannter iso-Paraffine zeigen uns also nur, welche Werte wir bei isoparaffinischen Fraktionen von Kohlenwasserstoffen erwarten können.

Die Bedeutung des Ringwertes und des Asymmetriewertes haben wir in obigen Ausführungen an Hand von Daten reiner Kohlenwasserstoffe bekannter Konstitution

⁹⁾ *Beilstein*, Dde. V und E. V.

¹⁰⁾ *E. B. Evans*, J. Instn. Petrol. Technologists 24, 321, 537 (1938).

¹¹⁾ *A. W. Schmidt* u. *A. Grosser*, Ber. dtsh. chem. Ges. 73, 930 (1940).

¹²⁾ *N. Turkiewicz*, Ber. dtsh. chem. Ges. 73, 861 (1940).

¹³⁾ *A. W. Schmidt* u. *A. Gemäßner*, Ber. dtsh. chem. Ges. 73, 359 (1940).

¹⁴⁾ *L. Ruzicka* u. a., Helv. chim. Acta 13 bis 17 (1930 bis 1934); 20, 548 (1937).

¹⁵⁾ *D. S. McKittrick*, *H. J. Henriques* u. *H. J. Wolff*, J. Instn. Petrol. Technologists 23, 616 (1937).

¹⁶⁾ *G. Egloff*, Physical Constants of Hydrocarbons, Vol. I, New York 1939.

000299

tion erläutert. Des weiteren haben wir geprüft, inwieweit eine Übereinstimmung der Schlußfolgerungen aus dem Ringwert mit anderen physikalischen Untersuchungsmethoden gegeben ist.

Zahlentafel 1 zeigt die Elementaranalysen der Fraktionen fester Kohlenwasserstoffe aus midcontinent petroleum, die von Ferris, Coules und Henderson¹⁶⁾ hergestellt und von Mair und Schickanz¹⁷⁾ analysiert wurden. Die Zahl der Ringe je Molekül aus dem Ringwert nach Gleichung (10) berechnet gibt gute Übereinstimmung mit der aus der Elementarzusammensetzung resultierenden Zahl der Ringe je Molekül.

Zahlentafel 1. Fraktionen fester Kohlenwasserstoffe aus midcontinent petroleum nach Ferris, Coules und Henderson

Fraktion	M	Ep °C	d ₄ ²⁰	x in C _n H _{2n+2}	Aw	Rw	Zahl der Ringe/Molekül aus x	Zahl der Ringe/Molekül aus R _w
6 A	420	65,6	0,765	2,0	0	0	0	0
6 I	410	38,8	0,779	0,6	18	16	0,7	0,6
6 J	402	34,0	0,782	0,4	21	20	0,8	0,7

Während Fraktion 6 A eindeutig n-Paraffin ist, müssen bei 6 I und 6 J Mischungen von Ring- und iso-Paraffinen vorliegen, da nach beiden Berechnungsarten weniger als ein Ring/Molekül gefunden wird; n-Paraffine können auf Grund der Herstellung der Fraktionen nicht mehr anwesend sein.

Bemerkenswerterweise lassen sich die Erkenntnisse auch auf aromatenfreie flüssige Produkte übertragen, wie sich aus den Weißölfractionen nach Mair und Schickanz¹⁸⁾ ergibt (Zahlentafel 2). Mit Hilfe der Ringanalyse-Methode von Vlughter, Watermann und van Westen¹⁹⁾ (vgl. auch Schultze und Nicolas²⁰⁾) wurde die Aromatenfreiheit aus der spezifischen Refraktion r_D^{25} und dem Anilinpunkt festgestellt und ebenfalls die Zahl der Ringe je Molekül bestimmt. Die Ringanalyse-Methode erfordert jedoch eine vielfach höhere Genauigkeit an

Zahlentafel 2. Aromatenfreie Weißölfractionen nach Mair und Schickanz

Fraktion	M	d ₄ ²⁰	V _K ²⁰	AP °C	r _D ²⁵	x in C _n H _{2n+2}	Rw	R _w (V _K)	Zahl der Ringe / Molekül aus x	a. d. Ringanalyse	aus R _w
C 15	413	0,832	7,1	106	0,3245	-3,0	68	57	2,5	2,4	2,35
C 23	417	0,812	6,65	112	0,3260	-1,6	48	41	1,8	1,9	1,7
C R	424	0,793	4,72	116	0,3287	-0,3	28	26	1,15	1,2	1,0
F 16	523	0,824	10,53	121	0,3260	-3,0	50	42	2,5	2,1	2,2
F 20	525	0,819	9,82	123	0,3265	-2,1	45	38	2,05	2,0	2,0
F R	537	0,814	9,48	125	0,3275	-1,95	39	34	1,97	1,6	1,75

Dichte und Brechungsindex als der Ringwert. Wie Zahlentafel 2 zeigt, sind die Abweichungen der Ringgehalte nach der Ringanalyse-Methode und aus dem Ringwert bestimmt gegenüber den aus der Elementaranalyse ermittelten von gleicher Größe.

Heinze, Marder und Pohl²¹⁾ schreiben auf Grund von Untersuchungen des spezifischen Parachors dem Paraffinum liquidum tricyclische Natur zu, während der aus ihren Daten berechnete Ringwert 2,6 Ringe je Molekül ergibt. Das von ihnen untersuchte „Ceresin“ ist, da es sich um ein raffiniertes Rohprodukt handelt, molekular und strukturell uneinheitlich sowie nach unserer Erfahrung wahrscheinlich ölhaltig. Aus den angeführten physikalischen Daten ist zu schließen, daß es im wesentlichen aus n-Paraffin besteht, im übrigen aber nicht isodern Ringparaffine enthält.

422

Auch auf die von Müller und Pilat²²⁾ analysierten Fraktionen aus Erdölceresin und Ozokerit angewandt, führt der Ringwert zu den gleichen Strukturergebnissen wie die Elementaranalyse; einige Unstimmigkeiten sind auf unrichtige physikalische Daten zurückzuführen, wie z. B. aus der für gesättigte Kohlenwasserstoffe unmöglich hohen spezifischen Refraktion hervorgeht.

Die Viscositätsdichtekonstante nach Hill und Coats²³⁾ steht ebenfalls in enger Parallele zum äquivalenten Ringwert $R_w^{(V)}$, denn sie verknüpft in ähnlicher Weise Dichte und Viscosität. Für die Viscosität in Saybolt-Sekunden S'' bei 210° F (= 99° C) und die Dichte bei 60° F (= 15,6° C) gilt:

$$VDK^{60} = d_{15,6}^{60} - 0,022 \cdot \log(S'' - 35,5) \quad (11)$$

Da nun das logarithmische Glied $0,022 \log(S'' - 35,5)$ fast identisch ist mit $0,10 \cdot W + 0,030$ läßt sich die VDK in guter Näherung aus dem Ringwert $R_w^{(V)}$ wie folgt berechnen:

$$10^3 \cdot VDK^{60} = R_w^{(V)} + 800 \quad (12)$$

Bemerkenswerte Analogien anderer Daten mit der Dichte von Schmierölen hat Freund²⁴⁾ aufgezeigt. Es würde über den Rahmen der Arbeit hinausführen, alle bestehenden Parallelen des Ringwertes mit der spezifischen Refraktion, dem spezifischen Parachor, der Viscositätspolhöhe und der aus der Viscosität verdünnter Lösungen bestimmten Kettenlänge nach Staudinger hier aufzuführen.

III. Methoden zur Zerlegung von natürlichen Kohlenwasserstoffgemischen

Im vorstehenden haben wir gezeigt, daß man bei Kenntnis dreier physikalischer Konstanten, der Dichte, des Erstarrungspunktes und des Molekulargewichtes bzw. der Viscosität, entscheiden kann, ob ein vorliegender Kohlenwasserstoff ein n-Paraffin, iso-Paraffin oder Ringparaffin ist; weiterhin kann man die Ringbildungen

und die durch Verzweigungen und Ringschlüsse hervorgerufene Asymmetrie der Moleküle zahlenmäßig erfassen. Natürliche Gemische fester Kohlenwasserstoffe

¹⁶⁾ S. W. Ferris, H. C. Coules u. L. M. Henderson, Ind. Engng. Chem. 23, 681 [1931].

¹⁷⁾ B. J. Mair, S. T. Schickanz, Ind. Engng. Chem. 28, 1056 [1936].

¹⁸⁾ B. J. Mair, S. T. Schickanz, Ind. Engng. Chem. 28, 1446 [1936].

¹⁹⁾ J. C. Vlughter, H. J. Watermann u. H. A. van Westen, J. Instn. Petrol. Technologists 21, 661 [1935].

²⁰⁾ G. R. Schultze u. J. C. Nicolas, Öl und Kohle 37, 617 [1941].

²¹⁾ R. Heinze, M. Marder u. H. Pohl, Mitt. Ges. Braunkohlen- u. Mineralölforsch. Techn. Hochschule Berlin, Heft 12, S. 60 [1936].

²²⁾ J. Müller u. S. Pilat, J. Instn. Petrol. Technologists 21, 887 [1935].

²³⁾ J. B. Hill u. H. B. Coats, Ind. Engng. Chem. 20, 641 [1928].

²⁴⁾ M. Freund, Petroleum 21, Nr. 19, S. 2 [1935].

Öl und Kohle
Nr. 16. 22. April 1942

000300

können jedoch aus einer Unzahl von Verbindungen bestehen, deren Molekülgröße und Struktur einen weiten Bereich überdecken. Die physikalischen Daten solcher Gemische sind Mittelwerte. Um eine weitergehende Kenntnis über die Zusammensetzung eines unbekanntes Gemisches von Kohlenwasserstoffen zu erhalten, ist eine geeignete Zerlegung notwendig.

Zahlentafel 3. Lösungsvermögen organischer Flüssigkeiten für strukturverchiedene Kohlenwasserstoffe

Abhängigkeit der Löslichkeit von der Struktur	Abhängigkeit der Löslichkeit von der Struktur	
	gering (ungünstig)	groß (günstig)
gering (günstig)	Dioxan Pyridin	Äthylchlorid Bromoform iso-Amylalkohol Propylacetat Cyclohexanon
	Anilin Benzaldehyd Benzylalkohol Nitrobenzol Phenol o-Toluidin	Benzol, Xylol Cyclohexan Dekalin, Tetralin Heptan Chloroform Tetrachlorkohlenstoff Tetrachloräthan Dichloräthylen mono-, di-Chlorbenzol
groß (ungünstig)		

Zur Aufteilung eines Gemisches von Kohlenwasserstoffen stehen besonders zwei Wege offen: die fraktionierte Destillation und die fraktionierte Trennung mit Lösungsmitteln wie Extraktion, Kristallisation und Fällung. Da die Flüchtigkeit bei homöopolaren Verbindungen in erster Linie eine Funktion des Molekulargewichtes²⁵⁾ ist, erhält man mit der Destillation eine Aufteilung in äquimolekulare Fraktionen, die noch alle Strukturmöglichkeiten in sich schließen.

Zahlentafel 4. Sättigungstemperaturen von Kohlenwasserstofffraktionen in Nitrobenzol und Äthylchlorid

M	Ep °C	Sw	Sättigungstemperatur (°C) in	
			Nitrobenzol	Äthylchlorid
300	43	0	46	30
405	45,5	30	58	29
595	44,5	53	69	30
843	42,5	77	79	28
470	69	2	65	53
587	68	24	68	50
678	67,5	40	72	51
590	83	3	80	67
807	84	24	87	67
etwa 800	96	3	97	nicht löslich
etwa 1000	106	3	111	nicht löslich

Die Löslichkeit nimmt innerhalb der homologen Reihe der n-Paraffine mit steigendem Molekulargewicht bei allen von uns untersuchten Lösungsmitteln in etwa gleichem Maße ab. Im übrigen ist sie mehr oder minder durch die Konstitution der Kohlenwasserstoffe bedingt. Das Lösungsmittel, das geeignet ist, äquimolekulare Fraktionen in strukturverschiedene Anteile zu zerlegen, muß zwei Forderungen erfüllen:

1. eine starke Abhängigkeit der Löslichkeit von der Struktur der Kohlenwasserstoffe aufweisen und

Öl und Kohle
Nr. 16. 22. April 1942

2. eine geringe Abhängigkeit der Sättigungstemperatur von der Konzentration besitzen, damit nicht zu große Mengen des auszuscheidenden Stoffes in Lösung bleiben.

Bei der Prüfung einiger Lösungsmittel sind wir zu der in Zahlentafel 3 wiedergegebenen Einteilung gekommen. Um an Hand eines Beispiels die außerordentlich unterschiedliche Wirkung der Lösungsmittel zu zeigen, geben wir in Zahlentafel 4 eine Gegenüberstellung der Sättigungstemperaturen 20%iger Lösungen von Kohlenwasserstoffen verschiedensten Molekulargewichtes und verschiedenster Konstitution in Nitrobenzol und Äthylchlorid (Dichloräthan).

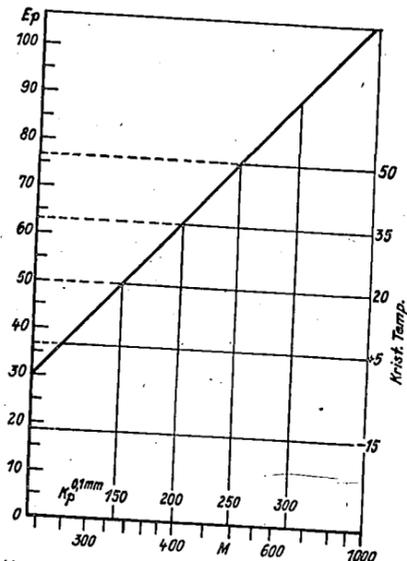


Abb. 3. Schema der kombinierten Anwendung von Destillation und Kristallisation zur Äthylchloridlösung

Man erkennt aus der Zahlentafel 4, daß das Nitrobenzol in erster Linie nach dem Molekulargewicht trennt, wenn auch eine gewisse Strukturempfindlichkeit vorhanden ist²⁶⁾. Die Löslichkeit in Äthylchlorid ist dagegen nur vom Erstarrungspunkt abhängig, und zwar liegen die Sättigungstemperaturen der 20%igen Lösungen um rund 15° tiefer als die Erstarrungspunkte der festen Kohlenwasserstoffe.

Äthylchlorid ist daher geeignet, durch Destillation gewonnene äquimolekulare Fraktionen in strukturver-

²⁵⁾ Vgl. die Siedepunktberechnung von Aliphaten nach Kinney²⁷⁾, sowie die Siedepunkts-Molekulargewichtsbeziehung nach Lucy²⁸⁾ oder Davis²⁹⁾ für hochmolekulare Kohlenwasserstoffe:

$$\log M = 2,276 \cdot \log \frac{Kp - 0,001 \cdot M + 273}{35}$$

²⁶⁾ C. R. Kinney, J. Amer. chem. Soc. 60, 3032 [1938]; 61, 3255/56 [1939].

²⁷⁾ F. A. Lucy, Ind. Engng. Chem. 30, 359 [1938].

²⁸⁾ D. S. Davis, Ind. Engng. Chem. 32, 1148 [1941].

²⁹⁾ Der oft zur Charakterisierung von Ceresinen herangezogene Nitrobenzolkonstante und auch der Anilinpunkt ist demnach zur Strukturbestimmung von festen Kohlenwasserstoffen wenig geeignet.

423

schiedene Anteile zu zerlegen; denn mit fallendem Erstarrungspunkt nimmt die Asymmetrie bei äquimolekularen Fraktionen zu. Abb. 3, die ebenso wie Abb. 1 den Erstarrungspunkt in Abhängigkeit von $M + 95$ darstellt, veranschaulicht die beiden Zerlegungsmethoden. Die fraktionierte Destillation wird durch senkrechte Schnitte, die fraktionierte Kristallisation aus Lösungen in Äthylchlorid durch waagrechte symbolisiert. Jedes Viereck zeigt also den Molekulargewichts- und den Erstarrungspunktsbereich einer Fraktion. Durch Destillation erhält man bei den hier vorliegenden homöopolaren Verbindungen eine Aufteilung nach Molekulargewichten praktisch unabhängig von der Struktur, durch Kristallisation aus Äthylchloridlösungen dagegen eine Aufteilung in Fraktionen mit engem Erstarrungspunktsbereich. Die Anwendung nur einer dieser beiden Methoden wird daher nur bei Vorliegen einer polymerhomologen Reihe von Kohlenwasserstoffen zum Ziele führen. Erst die Kombination der beiden Zerlegungsmethoden²⁰⁾ liefert also hinsichtlich des Molekulargewichtes und des Erstarrungspunktes einheitliche Fraktionen, trennt also n-Paraffine von den übrigen Kohlenwasserstoffen und diese wieder untereinander in Produkte mit geringer und stärkerer Asymmetrie. Eine Trennung von iso- und Ringparaffinen gleichen Molekulargewichtes und gleichen Erstarrungspunktes erfolgt natürlich nicht. Ob eine weitere Lösungsmittelaufteilung dies leistet oder eine Aufteilung auf Grund der verschiedenen Dichten möglich ist, bleibt weiteren Versuchen vorbehalten.

Die geeignete Verfahrenstechnik zur Zerlegung von Kohlenwasserstoffgemischen auf Grund ihrer verschiedenen Löslichkeit in Äthylchlorid ist die Kristallisation. Die Extraktion kommt nur für Lösungsmittel mit geringer Löslichkeit bei der Siedetemperatur in Frage. Die Ausfällung durch Zusatz einer nicht lösenden Komponente hat den Nachteil, große Mengen an Lösungsmitteln zu verbrauchen, die einmal gemischt, schwer wieder trennbar sind. Im übrigen sind bei der Kristallisation die von Koch und Bing²¹⁾ aufgezeigten Schwierigkeiten dadurch zu beheben, daß man die im folgenden Abschnitt beschriebene Arbeitsweise einhält. Als schwerst lösliche Anteile äquimolekularer Fraktionen fallen die n-Paraffine aus, mit abnehmender Kristallisationstemperatur die tiefer erstarrenden Kohlenwasserstoffe, deren Struktur sich immer mehr vom n-Paraffin entfernt. In Lösung bleiben schließlich die öligen Anteile, deren Konstitution sich von den festen Fraktionen mit niedrigem Erstarrungspunkt durch vielfältigere Ringbildungen und Verzweigungen unterscheidet, die aber auch einen gewissen Gehalt an Aromaten und Ungesättigten aufweisen können. Selbstverständlich ist die einmalige Zerlegung keine vollkommene, denn beim Abkühlen einer z. B. 20%igen Lösung eines einheitlichen Kohlenwasserstoffes in Äthylchlorid um 10° fällt nicht die ganze ursprünglich gelöste Menge aus, sondern ein gewisser Teil bleibt in Lösung. Dies Verhältnis ist bei Äthylchlorid im Vergleich zu anderen Lösungsmitteln, z. B. Chloroform, denkbar günstig. So beträgt die noch in Lösung verbleibende Menge in obigem Beispiel für Äthylchlorid nur etwa 2%, für Chloroform jedoch etwa 30% der gesamten Kohlenwasserstoffmenge.

IV. Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Bevor eine Aufteilung von Gemischen fester Kohlenwasserstoffe durch Destillation und Kristallisation vor-

genommen wird, müssen Rohprodukte wie Erdwachs und Gatsch gereinigt werden; denn sie enthalten Verunreinigungen an Harzen und Asphaltstoffen, die die Analyse beeinträchtigen. Säureraffination wurde vermieden, um die Zerstörung der Ceresine auszuschalten. Am besten hat sich die Absorption mit Bleicherde bewährt²²⁾. Man mischt die geschmolzene Substanz mit 200% Erde bei 110 bis 120° und extrahiert nach dem Abkühlen mit Normalbenzin; die gebleichten Produkte sind meist gelb gefärbt. Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, vor der Destillation die Hauptmenge des Öles abzutrennen, indem man die festen Anteile aus der Lösung in 500 bis 1000% Äthylchlorid bei -15 oder -20° auskristallisiert. Das noch verbleibende Öl wird bei der weiteren Zerlegung isoliert.

Das entölte Material wird sodann im Vakuum im Claisen-Kolben destilliert. Die Erhitzung erfolgt in einem flüssigen Metallbad. Die Siedetemperaturen bei den mit einer Örotationspumpe erreichbaren Vakua von 0,1 bis 1 mm werden mit Hilfe des Nomogramms von Beale und Docksey²³⁾ einheitlich auf 0,1 mm umgerechnet. Die Abnahme der Destillate erfolgte jeweils bei den gleichen Siedetemperaturen $K_p^{24)}$, und zwar:

Destillat ...	0	1	2	3	R
$K_p^{24)}$ bis	150°	200°	250°	300°	über 300°

In einigen Fällen wurden die Fraktionen nochmals unterteilt aufgefangen. Zersetzungen traten bei Temperaturen unterhalb 300°²⁵⁾ nicht auf.

Jede der durch Destillation erhaltenen Fraktionen wurde durch Kristallisation aus Äthylchloridlösung zerlegt. Obwohl größere Verdünnungen schärfere Trennungen ergeben, wurde mit technisch üblichen Konzentrationen, also 400 bis 500% Äthylchlorid, gearbeitet. Die bis zur völligen Durchsichtigkeit erwärmte Lösung wurde stufenweise unter kräftigem Rühren abgekühlt und das jeweils ausfallende Kristallat auf der Nutsche abfiltriert. Verstopfungen der Filterporen oder des Nutschenhalses treten auch bei höheren Temperaturen nicht auf, wenn man das Absaugen der Äthylchloriddämpfe vermeidet. Die Vakuumleitung darf also nur hin und wieder kurzzeitig zur Erneuerung des Vakuums geöffnet werden. Die Arbeitstemperaturen brauchen dabei nur auf etwa 1° konstant gehalten zu werden, da die Differenzen der einzelnen Stufen etwa 15° betragen. Die Gatsche wurden zweimal mit je 100% Äthylchlorid gewaschen. Die trocken gesaugten Kristallate wurden durch Abblasen und längeres Verweilen im Vakuumexsikkator von dem Rest des Äthylchlorids befreit.

Die Bestimmung der physikalischen Konstanten der Kristallate wurde nach üblichen Methoden durchgeführt. Die Molekulargewichtsbestimmung aus der Schmelzpunktsdepression von Naphthalin war in einigen Fällen unzuverlässig²⁶⁾. Der Erstarrungspunkt am drehenden Thermometer ist auf 1° genau, die Dichte im Pyknometer gemessen auf 0,001 Einheiten. Die Viskosität wurde in Kapillarviskosimetern, bei Substanzmangel

²⁰⁾ Die Kombination von Destillation und Kristallisation aus Äthylchloridlösungen ist bereits 1927 von Buchler und Graves²⁷⁾ sowie 1931 von Ferris, Coules und Henderson²⁸⁾ angewendet worden.

²¹⁾ O. C. Buchler u. G. D. Graves, Ind. Engng. Chem. 19, 718 (1927).

²²⁾ H. Koch u. G. Bing, Brennstoff-Chem. 16, 141 (1935).

²³⁾ E. Cramér u. C. Creanga, Petroleum 29, 513 (1939).

²⁴⁾ E. S. L. Beale u. P. Docksey, J. Instn. Petrol. Technologists 21, 860 (1935).

²⁵⁾ Vgl. Schultze und Nicolas²⁹⁾.

in einem Mikroviskosimeter nach dem Prinzip von Borman²⁹⁾ gemessen; die für $W = \pm 0,01$ erforderliche Genauigkeit war immer vorhanden. Nach dem eben beschriebenen Arbeitsgang haben wir natürliche Gemische fester Kohlenwasserstoffe verschiedener Provenienz untersucht. Die Resultate von einigen

und es folgen mit fallender Kristallisationstemperatur Produkte mit steigender Asymmetriezahl, bis schließlich Öl im Filtrat verbleibt. Das Syntheseprodukt besteht aus aliphatischen Kohlenwasserstoffen; denn die gefundenen Ringwerte sind nur um wenige Einheiten von 0 verschieden, wie es der Ge-

Zahlentafel 5. Aufteilung der festen Kohlenwasserstoffe aus der Synthese²⁷⁾

Vorreinigung: nicht nötig
Entölung: 4,5% Öl, Stockpunkt (DIN) -10°, $d_{20}^{20} = 0,828$

Bezeichnung der Fraktion	Kristallisations-Temperatur °C	Ausbeute- öffrei %	M	Ep °C	d_{20}^{20}	V_K^{1000}	Aw	Rw
1	I	33	413	66,5	0,770	4,9	1	3
	II	15	375	57	0,760	4,0	0	1
	III	15	379	36	0,766	3,8	17	6
	Filtr.	—	(1,3)	375	(-1)	0,773	3,5	—	14
2a	I	39	470	69	0,770	5,4	2	0
	II	20	428	61,5	0,768	4,7	4	2
	III	5	438	46	0,771	4,8	16	4
	IV	-15	2,9	442	24	0,772	5,0	31	5
2b	I	—	426	(0)	0,773	4,6	—	8
	II	40	495	71,5	0,773	6,2	2	1
	III	29	467	68,5	0,771	5,7	2	2
	IV	5	489	43,5	0,774	5,9	22	3
3a	I	-15	486	21,5	0,778	5,8	39	7
	II	—	475	(-1)	0,779	5,3	—	9
	III	45	546	76,5	0,778	7,5	3	2
	IV	20	515	65,5	0,775	6,6	9	1
3b	I	5	529	40	0,778	7,1	29	3
	II	—	521	23	0,782	6,7	41	8
	III	—	525	(-2)	—	7,2	—	—
	Filtr.	—	(0,8)	525	(-2)	—	—	—
R	Ia	50	591	83	0,781	9,8	1	2
	Ib	25	556	70,5	0,779	8,7	8	2
	II	5	582	44	0,782	9,2	29	4
	IV	-15	0,6	565	31,5	—	9,4	37	9
R	Ia	—	559	(etwa 0)	—	9,8	—	—
	Ib	.60*	2,1	etwa 1500	113	0,805**	—	—
	II	.60*	12,1	etwa 800	96	0,791**	—	—
	III	30	4,6	765	80	0,789	17,3	12
R	IV	-15	2,3	747	49	—	15,7	34
	Filtr.	—	(0,3)	—	(etwa 0)	—	22,5	—

²⁷⁾ Das erste Kristallat des Destillationsrückstandes wurde durch Extraktion mit Normalbenzin in die unlöslichen Bestandteile Ia und die gelösten Ib unterteilt.

²⁸⁾ Die Dichten wurden bei höheren Temperaturen gemessen und auf 90° umgerechnet.

typischen Beispielen zeigen wir in Zahlentafel 5 bis 9, und zwar:

Zahlentafel 5. Feste Kohlenwasserstoffe aus der Fischer-Tropsch-Synthese.

Zahlentafel 6. Amerikanische Vaseline.

Zahlentafel 7. Amerikanisches Petrolatum.

Zahlentafel 8. Propangatsch O aus deutschem Erdöl.

Zahlentafel 9. Gatsch V aus deutschem Erdöl (mit unbekanntem Lösungsmittel abgeschieden).

V. Besprechung der Ergebnisse

Bei einer Betrachtung der Ergebnisse erkennt man, daß die durch Destillation erhaltenen Fraktionen hinsichtlich des Molekulargewichtes verhältnismäßig einheitlich sind, jedoch hinsichtlich ihrer Struktur sehr verschieden sein müssen, wie in den unterschiedlichen Erstarrungspunkten der durch Äthylchlorid weiter verarbeiteten Fraktionen zum Ausdruck kommt. Bei der Aufteilung der Destillationsfraktionen durch Lösungsmittel fällt als erstes immer das am schwersten lösliche n-Paraffin aus,

²⁹⁾ Die Viscositätsbestimmung erfolgt nach Borman durch Messung der Sinkzeit eines etwa 2 bis 4 cm langen Flüssigkeitsfadens in einer senkrecht stehenden engen Capillare (Radius etwa 0,015 cm). Nach dem Hagen-Poiseuille-Gesetz errechnet sich die kinematische Viskosität in St zu

$$V_K = \frac{g \cdot r^4}{8 \cdot h} \cdot t$$

wobei g die Erdbeschleunigung, r der Radius der Capillare und t die Sinkzeit für die Fallstrecke h (20 cm), alle Maße in cm, bedeuten. Es geht dabei also weiter die Oberflächenspannung noch die Dichte noch die Länge des Flüssigkeitsfadens in das Ergebnis ein. Jedoch ergibt nur der obere Meniskus der Flüssigkeitssäule zuverlässige Werte und nur bei Sinkzeiten von mehr als 30 s. Die absolute Genauigkeit betrug 2%, der Substanzbedarf wenige Milligramm.

²⁷⁾ Erläuterungen zu Zahlentafel 5 bis 9: Die bei den Filtraten angegebenen Ausbeuten sind auf das Gesamtmaterial bezogen. Bei den Filtraten wurde anstatt des Erstarrungspunktes der Stockpunkt nach DIN 19M 3662 bestimmt. Der aus diesen Stockpunkten resultierende Asymmetriewert ist mit dem aus den Erstarrungspunkten nicht vergleichbar und wurde daher nicht angegeben. Bei Fraktionen, die in geringer Menge angefallen sind, so daß eine Dichtebestimmung nicht möglich war, wurde der Ringwert aus dem Brechungsindex berechnet.

000303

Zahlentafel 6. Aufteilung von amerikanischer Vaseline²⁷⁾
 Vorreinigung: nicht nötig
 Entölung: 17% Öl, Stockpunkt (DIN) = -18°, d₂₀²⁰ = 0,867

Bezeichnung der Fraktion		Kristallisations-Temperatur °C	Ausbeute ölfrei %	M	Ep °C	d ₂₀ ²⁰	V _K ^{100°}	Aw	Rw
0	—	—	(1,8)	310	(18)	0,784	2,6	—	35
1	I	10	1,9	370	57	0,763	3,65	0	4
	II Filtr.	-15	2,5 (5,8)	366	36,5 (-13)	0,770	3,3	15	12
2	I	30	3,9	474	67	0,776	6,2	4	6
	II	10	6,2	438	54	0,781	5,4	10	14
	III Filtr.	-15	8,0 (5,9)	463	25	0,797	6,0	34	28
3	I	30	6,2	587	68	0,813	6,2	—	44
	II	10	9,0	594	52	0,791	8,8	11	12
	III	-15	12,9	593	21	0,794	9,0	24	15
	IV Filtr.	—	(3,45)	606	21	0,810	10,7	47	31
R	I	20	40,3	988	44	0,825	12,6	—	50
	II	5	6,5	818	36	0,824	41,0	46	30
	III	-15	2,6	770	25	0,830	31,8	46	34
	IV Filtr.	—	(1,65)	774	25	0,849	31,0	53	42

ringen Dichteänderung von iso-Paraffinen gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen entspricht. Das geringe Ansteigen des Ringwertes mit fallendem Erstarrungspunkt deutet auf eine stärkere Dichteabweichung mit zunehmender Asymmetrie hin, aber die Werte bleiben im Rahmen der auch bei einheitlichen Kohlenwasserstoffen festgestellten Abweichungen. Geringe Gehalte an Ringkohlenwasserstoffen sind bei den weichen Fraktionen nicht ausgeschlossen. Differenzen bis zu 3 Einheiten können bei allen Kennzahlen auf Meßfehlern beruhen. Dadurch erklären sich kleine negative Werte, die aber auch dadurch bedingt sein können, daß z. B. β -ständige Verzweigungen geringfügige Dichteminderungen gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen zeigen.

Das Unterscheidungsmerkmal von iso-Paraffinen gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen ist der Asymmetriewert. Obwohl er keine Struktureinheiten klärt, ergibt er doch ein Maß für die strukturelle Abweichung vom

n-Paraffin, das dem technologischen Verhalten gerecht wird. Rechnet man alle Kristallisate mit einem Asymmetriewert kleiner als 5 zu den n-Paraffinen, so resultiert ein Gehalt von 65% n-Paraffin und 35% iso-Paraffin bez. auf ölfreies Syntheseprodukt.

Wenn das Syntheseprodukt in seinen technologischen Eigenschaften Ähnlichkeit mit Ceresin zeigt (vgl. Graefe²⁸⁾), so verdankt es dies dem Gehalt an iso-Paraffinen. Ceresin der Natur enthält aber Ringparaffine. Jedoch beide, Ringe und Seitenketten, bewirken Asymmetrien und beeinflussen die Kristallisationsvorgänge, so daß die Ähnlichkeit hiervon abhängiger technologischer Eigenschaften verständlich wird.

Mit anderer Zielsetzung ist das Syntheseprodukt von Koch und Ibing²⁹⁾ sowie Koch und Billig³⁰⁾ untersucht worden. Durch die Extraktion des Materials mit Äther reichern Koch und Ibing die iso-Paraffine einschließlich

²⁸⁾ E. Graefe, Petroleum 32, Nr. 37, S. 5 (1936).
²⁹⁾ H. Koch u. R. Billig, Brennstoff-Chem. 21, 147 (1940).

Zahlentafel 7. Aufteilung von amerikanischem Petrolatum²⁷⁾
 Die Erdebehandlung ergab 95% gereinigtes Material
 Entölung: 11,5% Öl, Stockpunkt (DIN) = -6°, d₂₀²⁰ = 0,940

Bezeichnung der Fraktion		Kristallisations-Temperatur °C	Ausbeute ölfrei %	M	Ep °C	d ₂₀ ²⁰	V _K ^{100°}	Aw	Rw
2 ^{a)}	I	35	6,6	524	70,5	0,780	6,9	5	6
	II	10	4,2	510	53	0,784	6,3	17	11
	III	-15	1,1	519	38	—	6,7	30	18
	IV Filtr.	—	(1,5)	501	(4)	0,855	12,3	—	82
3	I	40	17,4	571	79	0,786	9,2	3	8
	II	25	9,6	562	65	0,792	9,2	12	15
	III	5	13,5	595	44,5	0,802	9,8	30	23
	IV Filtr.	-15	2,3 (4,4)	590	34,5 (0)	0,812	10,2	37	33
R	I	40	8,5	807	84	0,858	19,2	—	78
	II	25	11,2	899	60	0,803	18,1	10	10
	III	5	21,2	843	42,5	0,812	22,1	31	14
	IV Filtr.	-15	4,4 (3,5)	942	37 (2)	0,825	24,6	43	19

^{a)} Der Siedebeginn für 0,1 mm lag bei 210°, Destillat I fehlt also.

Öl und Kohle
 Nr. 10. 22. April 1942

000304

Zahlentafel 8. Aufteilung des Propangatsches O aus deutschem Erdöl²⁷⁾
 Die Erdebehandlung ergab 95% gereinigtes Material
 Entölung: 5% Öl, Stockpunkt (DIN) = -4°, d₂₀²⁰ = 0,882

Bezeichnung der Fraktion		Kristallisations-Temperatur °C	Ausbeute ölfrei %	M	Ep °C	d ₂₀ ²⁰	V _K ^{100°}	Aw	Rw
0	I Filtr.	15	4,6	330	45	0,753	2,7	2	0
1	I	25	3,9	287	35	0,751	2,3	3	0
	II Filtr.	5	16,1	369	56,5	0,759	3,6	0	1
2	I	30	11,6	337	45,5	0,758	3,2	4	4
	II	15	4,1	351	28,5	0,780	3,55	19	24
	III Filtr.	2	12,9	499	66	0,775	6,1	7	3
3	I	15	6,0	457	52,5	0,783	6,2	14	14
	II	5	4,0	491	38	0,790	6,8	28	18
	III	—	5,7	512	etwa 22	0,808	7,8	41	35
	IV Filtr.	—	3,8	611	73	0,796	11,4	9	16
R	I	15	5,8	625	48,5	0,805	13,0	29	24
	II	3	4,2	634	33,5	0,811	13,6	41	29
	III	—	5,9	606	21	0,833	14,3	48	53
	IV Filtr.	20	6,7	1010	51	0,836	48	41	41

der höher molekularen im Ätherextrakt an; es ist also verständlich, daß sich die Fraktionen des ätherunlöslichen Rückstandes bei der näheren Untersuchung als praktisch reine n-Paraffine erweisen. Das Gleiche gilt für die von Koch und Billig durchgeführte Fällung des „Kogasin-Paraffins“ mit Äthanol aus ätherischer Lösung. Von den Fraktionen aus „Kontakt-Ceresin“ (ihre Zahlentafel 7) weist nur die erste mit Sw = 11 einen größeren Gehalt an iso-Paraffinen auf. Von der 4. Fraktion an liegen praktisch reine n-Paraffine vor. Es ist daher auch nicht angängig, dieses Material als Ceresin zu bezeichnen. Die Kohlenwasserstoffe aus Erdölprodukten, wie die amerikanische Vaseline und das amerikanische Petrolatum und die mit Lösungsmitteln abgeschiedenen Gatsche O und V aus deutschem Erdöl, unterscheiden sich vom Syntheseprodukt grundsätzlich durch die Ringwerte.

Das bedeutet, daß in diesen Produkten Ringparaffine vorliegen. Hinsichtlich der Zahl der vorhandenen Ringe und der mengenmäßigen Zusammensetzung sowie dem Gehalt an n-Paraffinen unterscheiden sich die Produkte jedoch untereinander. Der Propangatsch O aus deutschem Erdöl hat einen besonders geringen Gehalt an hochmolekularen Naphthenen mit mehreren Ringen und dafür aber einen besonders hohen Gehalt an n-Paraffin. Er unterscheidet sich daher auch in seinem technologischen Verhalten wesentlich von den anderen Produkten. Der Gatsch V aus deutschem Erdöl zeigt hinsichtlich seiner Zusammensetzung und seinem technologischen Verhalten mit den amerikanischen Produkten Ähnlichkeit, allerdings auch gewisse Unterschiede, auf die wir in einzelnen aber nicht eingehen können. In den Frak-

Zahlentafel 9. Aufteilung des Gatsches V aus deutschem Erdöl²⁷⁾
 Vorreinigung: nicht nötig
 Entölung: 9,2% Öl, Stockpunkt (DIN) = -2°, d₂₀²⁰ = 0,885

Bezeichnung der Fraktion		Kristallisations-Temperatur °C	Ausbeute ölfrei %	M	Ep °C	d ₂₀ ²⁰	V _K ^{100°}	Aw	Rw
1	I	20	6,9	382	54	0,763	3,9	3	3
	II	5	1,7	355	45,5	—	3,6	6	4
	III	-15	0,7	338	38,5	—	3,5	9	8
	IV Filtr.	—	(0,6)	342	(6)	—	3,9	—	—
2	I	35	8,0	468	64,5	0,773	5,4	4	4
	II	20	6,9	414	57	0,773	5,1	5	9
	III	5	4,0	397	45	0,782	5,3	12	20
	IV Filtr.	-15	1,7 (1,2)	421	34,5 (10)	—	6,2	23	22
3	I	35	7,8	577	79	0,786	8,5	9	8
	II	20	5,3	566	57,5	0,792	8,6	18	15
	III	5	7,2	550	39	0,799	9,5	31	23
	IV Filtr.	-15	2,2 (1,2)	573	29,5 (20)	—	10,0	40	27
R	I	35	6,2	1070	81	0,812	46	20	15
	II	20	25,6	1185	46,5	0,836	53	48	37
	III	5	9,8	904	36	0,839	31	50	46
	IV Filtr.	-15	6,0 (2,8)	868	27,5 (10)	0,847	31	55	56

Öl und Kohle
 Nr. 10. 22. April 1942

427

000305

Zahlentafel 10. Analytische Aufteilung von natürlichen Gemischen fester Kohlenwasserstoffe

Bezeichnung	Fraktion	Ausbeute %	Ep °C	d ₄ ²⁰	VK ¹⁰⁰	Aw(Visc)	Rw(Visc)	Sw	Sw 100 Ep
Deutsches Bohrwachs	Ausgangsmaterial	69	80,5	0,815	16,1	13	26	39	2,0
	hart	85	85	0,798	19,6	11	7	18	1,20
	weich Öl	4,5 26,5	44 (-11)	—	8,1	29	31	60	1,07
Russischer Ozokerit	Ausgangsmaterial	81	84	0,796	13,4	7	10	17	1,06
	hart	85,5	85,5	0,796	14,9	8	8	16	1,10
	weich Öl	9 10	52,5 (-1)	0,786	5,3	15	16	31	0,65
Amerikanisches Petrolatum	Ausgangsmaterial	44	69	0,814	14,3	18	27	45	1,45
	hart	35	75	0,795	12,2	13	10	23	0,92
	weich Öl	21	43 (8)	0,815	14,2	39	28	67	1,17
Gatsch V	Ausgangsmaterial	41	57	0,808	11,5	28	21	49	1,14
	hart	48	65,5	0,802	16,0	23	14	37	1,07
	weich Öl	11	42 (1)	0,811	12,6	38	26	64	1,10
Gatsch G	Ausgangsmaterial	37,5	67,5	0,816	10,3	15	34	49	1,50
	hart	46	72,5	0,798	12,5	15	13	28	1,02
	weich Öl	16,5	44,5 (3)	0,810	9,8	32	29	61	1,10
Gatsch N	Ausgangsmaterial	26	61,5	0,815	11,8	22	31	53	1,38
	hart	58	73	0,791	9,5	10	10	20	0,74
	weich Öl	16	41,5 (-3)	0,813	10,8	36	30	66	1,13
Gatsch W II	Ausgangsmaterial	18,5	49,5	0,842	8,15	25	64	89	1,76
	hart	34	66	0,782	6,75	8	8	16	0,47
	weich Öl	47,5	48,5 (-14)	0,798	6,75	22	24	46	0,89
Gatsch U	Ausgangsmaterial	8	47	0,834	7,9	26	57	83	1,57
	hart	26	69	0,780	6,7	6	6	12	0,39
	weich Öl	66	47,5 (-15)	0,787	5,6	19	16	35	0,67
Gatsch W I	Ausgangsmaterial	7	39	0,802	3,5	15	42	57	0,93
	hart	51	64	0,772	4,7	3	5	8	0,22
	weich Öl	42	44 (-8)	0,762	3,15	9	4	13	0,23
Syntheseprodukt	Ausgangsmaterial	71,5	94/96	0,780	—	—	—	—7	—
	hart*	102	102	0,785	—	—	—	—7	—
	weich Öl	20,5 8	43,5 (-7)	0,771	5,8	22	0	22	0,39
Handelsparaffin aus Braunkohlenteer	Ausgangsmaterial	53	53,5	0,759	3,25	2	1	3	0,06
	hart	44,5	58,5	0,762	3,65	2	0	2	0,05
	weich Öl	2,5	48 (30,5)	0,754	2,75	2	0	2	0,04

* Bei der Extraktion der Hartfraktion mit Äthylchlorid bei der Siedetemperatur blieben 7,8% mit einem Erstarrungspunkt von 112° ungelöst. Die löslichen Anteile (63,7%) hatten einen Erstarrungspunkt von 82,5°.

tionen werden bis etwa 4 Ringe je Molekül gefunden. Bei sorgfältiger Fraktionierung dürften an sich bei einem bestimmten Molekulargewicht nur ganz bestimmte Werte oder mit fallender Kristallisationstemperatur bei der Lösungsmittelaufteilung deren Vielfache auftreten. Daß dies nicht der Fall ist, liegt einmal daran, daß die einmalige Trennung durch Destillation und Kristallisation nicht genügend scharf ist, so daß teilweise Gemische von z. B. mono- und bicyclischen Ringparaffinen auftreten, deren Ringwerte Zwischengrößen ergeben. Andererseits läßt aber gerade die Tatsache, daß auch Ringwerte auftreten, die kleiner sind als bei dem gegebenen Molekulargewicht in einem monocyclischen Ringparaffin zu erwarten ist, darauf schließen, daß neben Ringparaffinen auch iso-Paraffine vorhanden sind. Schließlich kann

auch eine geringe Abweichung von den zu erwartenden Werten durch Verzweigung der Ringparaffine bedingt sein. Inwieweit jedoch die Produkte iso-Paraffine oder Ringparaffine mit Verzweigungen in der paraffinischen Kette oder am Ring enthalten, läßt sich mit Sicherheit auf Grund unserer Versuche nicht entscheiden. Außer den hier näher beschriebenen Produkten haben wir noch viele andere untersucht. Von diesen interessieren am meisten noch Handelsparaffin sowie die festen Kohlenwasserstoffe im Braunkohlenteer. *Tafelparaffin* des Handels besteht, unabhängig von der Herkunft aus Erdöl oder Teer, im Rahmen der Genauigkeit unserer Methode aus n-Paraffin. Es wird aus Destillaten gewonnen und ist daher ein Spaltprodukt der ursprünglich im Ausgangsmaterial vorliegenden Kohlenwasser-

Öl und Kohle
Nr. 16. 22. April 1942

000306

stoffe. In der Hauptsache gewinnt man es bei uns in Deutschland aus Braunkohlenteer. Die festen Kohlenwasserstoffe im Braunkohlenteer bestehen aus Ringparaffinen, die durch Abspaltung der Ringe bei der Destillation und Redestillation in n-Paraffine übergeführt werden. Diese Umwandlung von iso- bzw. Ringparaffinen in n-Paraffin durch spaltende Destillation ist bei der Paraffingewinnung allgemein üblich unter dem Motto „Paraffin muß Feuer gesehen haben“. Jedoch handelt es sich beim Braunkohlenteer nicht allein um die Überführung der Ringparaffine in die n-Paraffine, sondern auch um die Umwandlung des Montanwachses. Wegen dieser zusätzlichen Komplikation soll hier auf diese festen Kohlenwasserstoffe nicht näher eingegangen werden, zumal sie kaum neue Gesichtspunkte hinsichtlich unserer Zielsetzung ergeben.

VI. Schlußfolgerungen zur Einteilung der festen Kohlenwasserstoffe

Auf Grund der in vorstehenden Abschnitten aufgezeigten Zusammenhänge und Versuchsergebnisse lassen sich nun die Grundprinzipien für die Einteilung entwickeln. Die festen Kohlenwasserstoffe aus Naturprodukten und der Synthese stellen Gemische dar, deren Komponenten drei verschiedenen Klassen angehören können: n-Paraffinen, iso-Paraffinen und Ringparaffinen und deren Molekulargewichte zwischen etwa 300 und 1500 variieren. n-Paraffine sind durch die Angabe der Molekulargewichte eindeutig beschrieben. Da sich bei ihnen die Eigenschaften gesetzmäßig mit dem Molekulargewicht ändern, kann man auch eine einfach zu bestimmende physikalische Konstante, wie etwa den Erstarrungspunkt, zur Einteilung und Bewertung heranziehen. Anders liegen die Verhältnisse jedoch bei den iso- und Ringparaffinen, da sie weder durch den Erstarrungspunkt noch durch das Molekulargewicht genügend gekennzeichnet sind. Iso- und Ringparaffine können trotz gleichen Molekulargewichts sehr unterschiedliche Erstarrungspunkte zeigen. Es besteht ein stetiger Übergang von dem n-Paraffin als dem härtesten Kohlenwasserstoff über die mehr und mehr asymmetrischen Ceresinkohlenwasserstoffe bis zu den flüssigen Schmierölkohlenwasserstoffen. Andererseits können iso- und Ringparaffine von gleichem Erstarrungspunkt sehr verschiedene Molekulargewichte haben, wobei das Molekulargewicht um so größer ist, je mehr Verzweigungen oder Ringschlüsse vorhanden sind⁴⁰⁾. Aus Abb. 1 kann man leicht erkennen, daß ein Produkt von gegebenem Erstarrungspunkt um so mehr Paraffincharakter zeigt, je kleiner sein Molekulargewicht ist, denn mit fallendem Molekulargewicht nähert es sich der Geraden für n-Paraffin. Dabei ist maßgebend das mittlere Molekulargewicht. Es wird also nicht entschieden, ob Produkte von einheitlichem Charakter oder z. B. Gemische aus Kohlenwasserstoffen von hohem Ringgehalt mit n-Paraffin vorliegen.

Eine genügende Kennzeichnung für iso- und Ringparaffine ist demnach erst durch die Angabe des Erstarrungspunktes und des Molekulargewichtes möglich. In der Praxis braucht man aber eine Molekulargewichtsbestimmung nicht durchzuführen, da man sich statt dessen des Asymmetriewertes aus der Viscosität oder des Summenwertes bedienen kann, denn beide sind mit dem Molekulargewicht dahingehend verknüpft, daß sie bei Produkten mit einem gegebenen Erstarrungspunkt um so größer sind, je höher molekular die Produkte sind.

Öl und Kohle
Nr. 16. 22. April 1942

Produkte von gleichem Erstarrungspunkt und gleichem Asymmetriewert haben auch das gleiche Molekulargewicht.

Bei der Einteilung von festen Kohlenwasserstoffen sind also zunächst grundsätzlich die n-Paraffine von den durch Verzweigung oder Ringschluß davon verschiedenen Kohlenwasserstoffen zu unterscheiden. Als einfachstes Kriterium dient hier der Summenwert Sw, der bis auf die zulässige Fehlergrenze 0 ist. Des weiteren treten die iso-Paraffine als Sonderklasse der eigentlichen Ceresine, d. h. der Ringparaffine auf; sie zeichnen sich durch einen kleinen Ringwert Rw aus. Die Charakterisierung der Ringparaffine beruht auf dem Summenwert. Durch Festlegung von Grenzwerten für den Summenwert könnte man Mindestforderungen an die Qualität der Ceresine stellen und damit auch einer Verfälschung durch n-Paraffinzusatz vorbeugen; dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich ein hoher Erstarrungspunkt und ein hoher Summenwert ausschließen, die Grenzwerte der Summenwerte für harte Ceresine also niedriger liegen müssen als für weiche. In einfacher Weise kann

der Ceresincharakter durch den Ausdruck $\frac{Sw}{100 - Ep}$ erfaßt werden, der für n-Paraffine 0 ist und für sehr gute Ceresine Werte von 1,0 und darüber annimmt. Weniger gute Ceresine bzw. Mischungen von Ceresin und Paraffin zeigen Zwischenwerte. Auf Produkte mit sehr hohem Erstarrungspunkt ($Ep > 90^\circ$) ist der Ausdruck nicht anwendbar, da der Nenner für $Ep = 100$ verschwindet. Bei diesen besonders harten Stoffen ist ohnedies die Härte das ausschlaggebende Merkmal, so daß auf die Bestimmung des Ceresincharakters verzichtet werden kann. Das gleiche Bewertungsprinzip gilt für die Klasse der iso-Paraffine, doch sind die Summenwerte infolge der geringen Ringwerte nur etwa halb so groß wie bei Ringparaffinen. Innerhalb dieser Klasse dient der Erstarrungspunkt zur Festlegung der Grädigkeit.

Das Grundprinzip der Einteilung beruht demnach auf den technologisch wichtigen Eigenschaften, der Grädigkeit und dem Ceresincharakter. Während bei den n-Paraffinen eine Aufteilung nach Erstarrungspunkten durch Schwitzung heutzutage allgemein üblich ist, beschränkt man sich bei den Ceresinen jedoch auf die Verwendung des meist uneinheitlichen Gemisches, wie es in vielen natürlichen und synthetischen Produkten vorliegt. Es ist jedoch auch bei den Ceresinen vorteilhaft, mindestens in harte und weiche Anteile aufzuteilen und diese gesondert in geeigneter Weise zu verwerten oder gegebenenfalls durch künstliche Mischung ein Material mit zweckentsprechenden Eigenschaften herzustellen. Die infolge hoher Asymmetrie niedrig erstarrenden Produkte zeigen gutes Retentionsvermögen für Lösungsmittel, während Produkten mit hohem Erstarrungspunkt härtende Eigenschaften zukommen und nur geringes Retentionsvermögen.

VII. Analytische Aufarbeitung zur Beurteilung fester Kohlenwasserstoffe

Die analytische Aufarbeitung eines unbekanntes Gemisches fester Kohlenwasserstoffe hat den Zweck, die Substanz so zu zerlegen, daß eine richtige Bewertung

⁴⁰⁾ Daher kann es vorkommen, daß durch Spaltung von Ceresinkohlenwasserstoffen härtere n-Paraffine entstehen; denn die Abspaltung von Ringen oder Seitenketten kann trotz der Verkleinerung des Molekulargewichtes den Erstarrungspunkt durch Aufhebung der Asymmetrie heraussetzen.

ihrer Inhaltstoffe erreicht wird. Sie muß daher zwei Voraussetzungen erfüllen, nämlich

1. die Entfernung des Öles in dem Maße, als eine Beeinflussung der physikalischen Konstanten der festen Kohlenwasserstoffe stattfindet; diese Forderung ist in erster Linie wichtig für die Bestimmung des Ringwertes;
2. eine Aufteilung der festen Kohlenwasserstoffe so weitgehend, daß innerhalb jeder Fraktion die Additivität der Erstarrungspunkte der einzelnen Kohlenwasserstoffe im Rahmen der geforderten Genauigkeit erzielt wird. Diese Forderung ist in erster Linie wichtig für die Bestimmung des Asymmetriewertes.

Eine ausreichende Entölung erreicht man durch Verdünnung des zu untersuchenden Materials in der zwanzigfachen Menge Äthylchlorid und Kristallisation bei -20° . Für die Zerlegung der Festsubstanz genügt nach unserer Erfahrung eine Aufteilung in harte ($E_p > 60^{\circ}$) und weiche Anteile, wobei die Abscheidung der Hartfraktion in zehnfacher Äthylchloridverdünnung bei $+20^{\circ}$ erfolgt. Nur beim Vorhandensein von sehr hoch erstarrenden Kohlenwasserstoffen, wie z. B. beim Syntheseprodukt, ist deren gesonderte Abtrennung notwendig⁴¹⁾. Der Analysegang ist demnach folgender: 50 g Substanz⁴²⁾, bei großem Ölgehalt (über 30%) 100 g, werden in der zwanzigfachen Menge Äthylchlorid gelöst und auf -20° unter Rühren langsam abgekühlt, filtriert und gewaschen. Das Filtrat wird vom Lösungsmittel durch Abdampfen auf dem Wasserbad, zum Schluß im Vakuum, befreit und gewogen. Zur lösungsmittelhaltigen Festsubstanz wird so lange Äthylchlorid hinzugefügt, bis von diesem die zehnfache Menge (bezogen auf Festsubstanz) vorhanden ist. Dann wird bis zur klaren Lösung erwärmt, auf $+20^{\circ}$ abgekühlt, filtriert und gewaschen. Die ausgeschiedene Hartfraktion und das Filtrat werden vom Lösungsmittel befreit und gewogen. Man erhält auf diese Weise drei Fraktionen, nämlich harte Anteile, weiche Anteile und Öl. Von den harten und weichen Anteilen werden die Erstarrungspunkte, die Dichten bei 90° und die Viscositäten $V_{K100^{\circ}}$ bestimmt und mittels der Formeln (8), (9) und (6) Ringwert, Asymmetriewert, Summenwert und Ceresincharakter berechnet. Die Ergebnisse solcher analytischen Aufarbeitungen haben wir in *Zahlentafel 10* für eine Reihe von Produkten aufgeführt, unter gleichzeitiger Angabe der entsprechenden Werte des Ausgangsmaterials.

Von allen Produkten zeigt nur das *Handelsparaffin* einen innerhalb der Fehlergrenze von 0 abweichenden Summenwert. Es ist also das einzige Material, in dem nur n-Paraffine vorliegen. Der Ringwert ist außer beim *Handelsparaffin* auch beim Syntheseprodukt 0; alle übrigen Produkte zeigen wesentlich von 0 verschiedene Ringwerte, enthalten also Ringparaffine. Sie sind nach drei verschiedenen Gesichtspunkten zu bewerten:

1. nach der Ausbeute an harten und weichen Anteilen;
2. nach dem Ceresincharakter ihrer Fraktionen und
3. nach der Grädigkeit ihrer Fraktionen.

Zahlentafel 10 zeigt, wie außerordentlich unterschiedlich natürliche Produkte hinsichtlich aller drei Parameter sein können. Das deutsche Bohrwachs und der russische Ozokerit zeichnen sich durch einen besonders hohen Gehalt an harten Anteilen aus. Das amerikanische Petrolatum und die Gatsche V und G sind etwa gleichwertig im Ceresincharakter, das Petrolatum weicht aber durch den höheren Gehalt an harten

Kohlenwasserstoffen, der Gatsch V durch den niederen Erstarrungspunkt seiner Hartfraktion von den beiden anderen Ceresinen ab. Die harten Anteile des Gatsches N sind bereits als Halbceresine anzusprechen. Die Gatsche mit hohem Ölgehalt: W II, U und W I zeigen einen in der aufgeführten Reihenfolge abnehmenden Ceresincharakter, der auf größere Gehalte an n-Paraffin schließen läßt. Das *Syntheseprodukt* nimmt eine Sonderstellung ein, weil es keine Ringparaffine enthält. Da aber bei diesem der Asymmetriewert und damit auch der Summenwert bei den weichen Anteilen beträchtlich ist, liegen hier iso-Paraffine vor. Bei den harten Anteilen des Syntheseproduktes ist der Summenwert negativ. Die Abscheidung der harten Anteile nach der analytischen Aufarbeitung erweist sich hier als unzureichend. Eine weitere Aufteilung der harten Anteile führt zu zwei Fraktionen mit den Erstarrungspunkten von 112° und $82,5^{\circ}$. Berechnet man aus diesen Komponenten den Erstarrungspunkt, den ihr anteiliges Gemisch ergeben müßte, so kommt man zu dem Wert 86° , während der experimentell ermittelte 102° ist. Eine richtige Bewertung eines Gemisches von Kohlenwasserstoffen ist somit immer erst dann gegeben, wenn nach einer Aufteilung der aus den Komponenten berechnete Erstarrungspunkt mit dem Ausgangsmaterial im Rahmen der Fehlergrenze übereinstimmt. Mit Ausnahme des Syntheseproduktes trifft dies bei den harten und weichen Anteilen der übrigen Produkte in allen Fällen zu, wie wir durch weitere Aufteilung festgestellt haben, d. h.: die einmalige Zerlegung in harte und weiche Anteile ist genügend weitgehend. Wie notwendig die Entölung ist, zeigt ein Vergleich der Daten des Ausgangsmaterials mit denen der Fraktionen besonders beim Ringwert.

Wir müssen uns hier darauf beschränken, eine Auswahl aus den Befunden zu diskutieren. Es ergibt sich jedoch schon aus diesen wenigen Beispielen, wie mit Hilfe der analytischen Aufarbeitung die Bewertung sowohl hinsichtlich der mengenmäßigen Zusammensetzung als auch hinsichtlich des strukturellen Aufbaus und der Grädigkeit und damit der technischen Verwertbarkeit möglich ist. Da aber jeder Einteilung eine gewisse Willkür anhaftet, sehen wir von der Festlegung von Grenzwerten unsererseits ab und bringen nur das Grundsätzliche in Vorschlag.

Zusammenfassung

Aus den zwischen den physikalischen Konstanten von n-Paraffinen geltenden Gesetzmäßigkeiten wurde aus der Dichteerhöhung bei Ringparaffinen bezogen auf äquimolekulare n-Paraffine in dem „Ringwert“ ein Maß für Ringschlüsse und aus der Erniedrigung des Erstarrungspunktes bei iso- und bei Ringparaffinen gegenüber äquimolekularen n-Paraffinen in dem „Asymmetriewert“ ein Maß für die Asymmetrie der Moleküle hergeleitet.

Zur Untersuchung uneinheitlicher Gemische fester Kohlenwasserstoffe haben wir diese nach der Molekülgröße durch fraktionierte Destillation und nach der

⁴¹⁾ Das Syntheseprodukt hat einen Erstarrungspunkt von 95° , auf Grund der Aufteilung gemäß *Zahlentafel 5* errechnet er sich aus den Fraktionen unter Außerachtlassung des Öles additiv zu 67° . Man ersieht daraus, wie stark die Abweichungen bei uneinheitlichen Produkten sein können, wenn sie besonders hoch erstarrende Anteile enthalten.

⁴²⁾ Über die manchmal notwendige Vorreinigung vgl. Abschnitt IV.

Asymmetrie durch fraktionierte Kristallisation aus Lösungen in Äthylchlorid zerlegt.

Von den untersuchten Produkten stellt das Syntheseprodukt ein Gemisch von n- und iso-Paraffinen dar, ist also aliphatischer Natur, während die festen Kohlenwasserstoffe aus Erdölen und Teeren wechselnde Mengen an Ringparaffinen mit unterschiedlicher Zahl an Ringen je Molekül enthalten.

Aus den Versuchsergebnissen wurde der Vorschlag hergeleitet, eine Einteilung und Bewertung der festen

Kohlenwasserstoffe auf Grund ihrer Zusammensetzung hinsichtlich des Erstarrungspunktes und des Ceresincharakters vorzunehmen.

Die für die Arbeit notwendigen Versuche wurden in wesentlichen Teilen von Herrn E. Streckebach ausgeführt, dessen Mitarbeit wir dankend anerkennen. Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Direktor Dr. F. Schick durchgeführt. Für sein großes Interesse und seine stetige Förderung sind wir ihm zu Dank verpflichtet.

000309

RR. - Specifications for
Lubricants

of the
Deutsche Viscobil
G. m. b. H., a
distributing company
for

Deutsche Erdöl A. G.

Berlin-Schöneberg, den 11. August 1945

000310

Die Deutsche Viscobil Öl GmbH. ist eine Vertriebsgesellschaft der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft, die Schmierstoffe und vor dem Krieg auch Gasöl an Verbraucher und Tankstellen vertrieb. Die Hauptverwaltung ist in Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Straße 61-66. Sie hat bzw. hatte Verkaufsabteilungen in

Berlin, Breslau, Braunschweig, Dresden, Essen, Frankfurt/Main, Hamburg, Hannover, München, Nürnberg, Rositz und Stuttgart

und entsprechende Lager über das ganze Reich verteilt. Die zur Verteilung kommenden Schmierstoffe stammten in der Hauptsache aus den eigenen Werken der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft. Außerdem wurden Öle amerikanischen Ursprungs von der Deutsch-Amerikanischen Petroleum Gesellschaft gekauft und weitervertrieben. Das Berliner Geschäft der Gesellschaft belief sich 1939 auf etwa 2.000 to. Infolge der Einschränkungen in der Produktion und Kontingentierung des Verkaufs senkte sich der Umsatz 1944 auf etwa 1.500 to. für den Raum Berlin und Umgebung.

Vertrieben wurden in der Hauptsache Motorenschmierstoffe, Maschinenöle und Zylinderöle.

Motorenöle wurden aus eigenen Raffinerien der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft mit folgenden Eigenschaften geliefert:

Allgemeine Motorenöle:

	Winter- Qualität	Übergangs- Qualität	Sommer- Qualität
Dichte bei 20°C	ca. 0,910/20	ca. 0,910/20	ca. 0,920/30
Flammpunkt o.T.	ca. 200/210	ca. 210/225	ca. 225/235
Viscosität bei 50°C	ca. 6,5	ca. 9,0	ca. 12,5
Viscositäts-Polhöhe	nicht über 2,4		
Stockpunkt	ca. - 25	ca. - 20	ca. - 15
Neutralisationszahl	ca. 10	ca. 10	ca. 0,05
Asche	ca. unter 0,01	dto.	dto.
Asphalt	ca. % 0	dto.	dto.
Conradsontest	ca. 0,5/0,6	ca. 0,7	ca. 0,9
Indianatetest	ca. 100/150	ca. 100	ca. 80/100

b.w.

000311

Spezial-Motorenöl für hohe Ansprüche (Auch an die Wehrmacht geliefert) Viscobil IX (Selektiv-Raffinat):

Dichte bei 20°C	0,900-910
Viscosität bei 50°C	ca. 7,2
" " 100°C	ca. 1,85
Viscositäts-Polhöhe	ca. 1,95
Asche	Spuren
Asphalt	ca. 0
Neutralisationszahl	ca. 0,03
Verseifungszahl	ca. 0,15
Indianatext	ca. 6
Stockpunkt	ca. - 20

Spindelöl-Raffinate mit Viscositäten 3-4, 4-5 und 5-6/20°C:

	3-4/20°C	4-5/20°C	5-6/20°C
Dichte bei 20°C	0,885/95	0,885/95	0,895/905
Viscosität bei 20°C	3 - 4	4 - 5	6,0
Flammpunkt o.T.	ca. 145/150	ca. 150/155	ca. 155/165
Stockpunkt	ca. -15/-20	ca. -15/-20	ca. -10/-15
Asche		unter 0,01	
Neutralisationszahl		unter 0,05	

Transformatorenöl:

Dichte bei 20°C	0,885/900
Viscosität bei 20°C	3/4,5
Flammpunkt o.T.	ca. 150
Stockpunkt	ca. -45°
Asche	unter 0,01
Neutralisationszahl	unter 0,05

Maschinenöl-Raffinate mit Viscositäten 2,5, 3,5, 4,5, 6,5, 8 und 10/50°C

Die anderen Eigenschaften	schwanken
Dichte bei 20°C	920-940°C
Flammpunkt o.T.	200-260°C
Stockpunkte	-5 bis -20°C

Sattdampf-Zylinderöl mit folgenden Eigenschaften:

Dichte bei 20°C	0,950/55
Viscosität bei 100	ca. 3,0/3,5
Flammpunkt o.T.	ca. 270
Stockpunkt	ca. 0 / +10
Asche	ca. 0,02
Neutralisationszahl	ca. 0,15/0,25
Asphalt	ca. 0,1/0,2

Heißdampf-Zylinderöl:

	Qualität HR	Qualität HA
Dichte bei 20°C	0,950/60	0,940/50
Viscosität bei 100	ca. 4,0	ca. 3,5/4,0
Flammpunkt o.T.	ca. 280/290	ca. 280/290
Stockpunkt	ca. +5/+10	ca. +10/+15
Asche	ca. 0,02/0,03	ca. unter 0,01
Neutralisationszahl	ca. 0,15/0,25	ca. 0,10
Asphalt	0,15/0,30	ca. Spuren

Achsenöle entsprechen den Bedingungen der Reichsbahn:

	Sommeröl	Winteröl
Dichte bei 20°C	ca. 0,920/30	ca. 0,920/30
Viscosität bei 20°	ca. 50/60	ca. 25/50
" " 50°	ca. 8/10	ca. 4,5/8,0
Flammpunkt o.T.	ca. über 160	ca. über 140
Stockpunkt	ca. U-Rohr - 5° fließend	ca. U-Rohr -20° fließend
Asche	ca. unter 0,30	ca. unter 0,30
Neutralisationszahl	ca. unter 1,5	ca. unter 1,5
Asphalt	ca. unter 0,2	ca. 0,5/1,0

Triebwerköl 8,5 für Turbinen, Großdieselöl (Auch an die Marine geliefert):

Dichte bei 20°C	ca. 0,925
Viscosität bei 50°	ca. 8-9,5 E
" " 100°	ca. 1,90 E
Flammpunkt o.T.	ca. 215
Stockpunkt	ca. - 10
Asche	ca. 0,01
Neutralisationszahl	ca. 0,05
Verkokung	ca. 0,75

Maschinenöl für Schiffsmaschinen (Auch an die Marine geliefert):

Dichte bei 20°C	ca. 0,935
Viscosität bei 50°	ca. 8-9,5 E
Flammpunkt o.T.	ca. 200
Stockpunkt	ca. -10
Asche	ca. 0,05
Neutralisationszahl	ca. 0,50

000313

Motorenöl für Schiffsmaschinen (Auch an die Marine geliefert):

Dichte bei 20°	0,930
Viscosität bei 50°	10-11,5 E
Flammpunkt	ca. 215
Stockpunkt	ca. -5
Asche	ca. 0,02
Neutralisationszahl	ca. 0,14
Verkokung	ca. 1 %

In der letzten Zeit des Krieges wurden für den zivilen Sektor hochwertige Raffinate nur noch in ganz geringem Umfang zur Verfügung gestellt. Es wurden Destillate und Rückstandsöle verwendet, deren Eigenschaften durch die nachfolgenden Analysendaten illustriert werden.

Maschinenöl-Destillat 6-7:

Dichte bei 20°	ca. 0,925/35
Viscosität bei 50°	ca. 6,0/7,0
Flammpunkt	ca. 190/200
Stockpunkt	ca. 0/-10
Asche	ca. 0,01
Neutralisationszahl	ca. 0,2/0,6
Asphalt	Spuren

Dunkelöle mit den Viscositäten 5-6 und 9-11:

	Visc. 5-6	Visc. 9-11
Dichte bei 20°	ca. 0,920/948	ca. 0,920/948
Viscosität	über 150	über 170
Stockpunkt	ca. 5,5/50	ca. 9,5/50
Asphalt	ca. -15 unter 1	ca. -5/-10 unter 1

Berlin-Schöneberg, ~~11~~ August 11th 1945

000314

The "Deutsche Viscobil Oel Gesellschaft m. b. H." serves as distributing company to the "DEUTSCHE ERDOEL AKTIENGESELLSCHAFT" (DEA), distributing lubricating oils and, before the war, also gas oil to consumers and service stations. The central management of the "Viscobil" is located in Berlin-Schöneberg, Martin Luther - strasse 61-66. The ~~maxselling~~ company has sales offices in Berlin, Breslau, Braunschweig, Dresden, Essen, Frankfurt on Main, Hamburg, Hannover, Munich, Nürnberg, Rositz and Stuttgart. Some of these are closed during the war. A series of stores exist all over the country.

The issued lubricating oils originated mainly from the own works of the DEA in Wilhelmsburg and Vienna. Besides these oils also oils of American origin were purchased from the "Deutsch-Amerikanische Petroleum Gesellschaft, Hamburg" and other importers to be distributed to the consumers. The turnover at Berlin amounted in the year 1939 to about 2000 tons. The figure was reduced in 1944 to about 1500 tons for the district of Berlin and surroundings on account of the reduced production and limitations of selling.

The distribution comprised to a great extent lubricating oils for motors, engine oils and cylinder stock.

The lubricating oils for motors from the own refineries of the DEA had the following specifications:

<u>Common motor oils :</u>	winter oil	intermediate oil	summer oil
Specific gravity 20°C	9.910/920	0.910/20	9.920/30
Flash point	200/210	210/225	225/235
Viscosity °E at 50°C	6.5	9.0	12.5
Viscosity - "Polhöhe"		not higher as 2.4	
melting point	ca. -25°C	ca. -20°C	ca. -15°C
ashes		lower as 0.01	
asphalt	0%	0%	0%
Conradson test	0.5-0.6	0.7	0.9
Indiana test	100/150	100	80/100

"Deutsche Viscobil Oel G.m.b.H., Berlin-Schöneberg.

Special lubricating oils for motors (also delivered to the army)
"Viscobil X"

Specific gravity at 20°C	0.900 - 910
Viscosity °E at 50°C.	about 7.2
at 100°C	" 1.85
Viscosity "Polhöhe"	" 1.95
Ashes	lower as 0.01
asphalt	about 0
"Neutralisationszahl"	0.03
"Verseifungszahl"	0.15
Indiana test	6
melting point	-20°C

Light spindle oils

	<u>3-4 at 20°C</u>	<u>4-5 at 20°C</u>	<u>5-6 at 20°C</u>
Specific Gravity at 20°C	0.885 - 895	0.885 - 895	8.895/905
Viscosity °E at 20°C	3 - 4	4 - 5	5 - 6
flashpoint	145/150°C	150/155°C	155/165°C
melting point	-15/20	-15/20	-10/15 °C
ashes		below 0.01	
Neutralisationszahl		below 0.05	

oil for transformers

Specific gravity at 20°C	0.885/900
Viscosity °E at 20°C	3/4.5
flashpoint	150°C
meltingpoint	-45°C
ashes	below 0.01
"Neutralisationszahl"	" 0.05

engine oils with viscositys °E at 50°C 2.5, 3.5, 4.5, 6.5, 8,
and 10
the other properties about

Specific gravity at 20°C	0.920/ 940
flashpoint	200 /260
freezingpoint	-5 to -20°C

Berlin-Schöneberg, ~~xxx~~ August 11th 1945

000314

The "Deutsche Viscobil Oel Gesellschaft m.b. H." serves as distributing company to the "DEUTSCHE ERDOEL AKTIENGESELLSCHAFT" (DEA), distributing lubricating oils and, before the war, also gas oil to consumers and service stations. The central management of the "Viscobil" is located in Berlin-Schöneberg, Martin Luther - strasse 61-66. The ~~marketing~~ company has sales offices in Berlin, Breslau, Braunschweig, Dresden, Essen, Frankfurt on Main, Hamburg, Hannover, München, Nürnberg, Rositz and Stuttgart. Some of these are closed during the war. A series of stores exist all over the country.

The issued lubricating oils originated mainly from the own works of the DEA in Wilhelmsburg and Vienna. Besides these oils also oils of American origin were purchased from the "Deutsch-Amerikanische Petroleum Gesellschaft, Hamburg" and other importers to be distributed to the consumers. The turnover at Berlin amounted in the year 1939 to about 2000 tons. The figure was reduced in 1944 to about 1500 tons for the district of Berlin and surroundings on account of the reduced production and limitations of selling.

The distribution comprised to a great extent lubricating oils for motors, engine oils and cylinder stock.

The lubricating oils for motors from the own refineries of the DEA had the following specifications:

<u>Common motor oils :</u>	winter oil	intermediate oil	summer oil
specific gravity 20°C	9.910/920	0.910/20	9.920/30
Flash point	200/210	210/225	225/235
Viscosity °E at 50°C	6.5	9.0	12.5
Viscosity - "Polhöhe"		not higher as 2.4	
melting point	ca. -25°C	ca. -20°C	ca. -15°C
ashes		lower as 0.01	
asphalt	0%	0%	0%
Conradson test	0.5-0.6	0.7	0.9
Indiana test	100/150	100	80/100

cylinder stocks with the following properties:

gravity at 20°C	0.959/955	0.950/960	0.940/950
viscosity °E at 100°C	3.0/3.5	4.0	3.5/4.0
flashpoint	270°C	280/290°C	280/290°C
freezingpoint	0 / +10	+5/+10	+10/+15 °C
ashes	0.02	0.02/0.03	below 0.01
Neutralisationszahl	0.15/0.25	0.15/0.25	0.10
asphalt	0.1/0.2	0.15/0.30	0.01

lubricating oils for railways, corresponding with the conditions of the Reichsbahn

	<u>oil for summer</u>	<u>oil for winter</u>
specific gravity at 20°C	0.920/30	0.920/930
viscosity °E at 20°C	50/60	25/50
flashpoint	8/10	4.5 - 8.0
freezing point	160° and more	140° and higher
ashes	-5 flowing	-20°C flowing
Neutralisationszahl	below 0.30	below 0.30
asphalt	" 1.5	" 1.5
	" 0.2	" 0.5 / 1.0

motor oil for turbins, Special diesels (also delivered to the navy)

Viscosity °E at 50°C	8 - 9.5
100°C	1.9
flashpoint	210 and higher
freezingpoint	-10°C
ashes	0.01
Neutralisationszahl	0.05
Verkokung	0.75

engine oil for ship-engines (also delivered to the navy)

Viscosity °E at 50°C	8 - 9.5
flashpoint	200°C
freezingpoint	-10°C
ashes	0.05
Neutralisationszahl	0.50

motoroil for ship - engines (also delivered to the navy)

viscosity °E at 50°C	10-11.5
flashpoint	215°C
freezingpoint	-5 °C
ashes	0.02
Neutralisationszahl	0.14
Verkokung	1%

During the last time of the war the industrial sector received refined oils only on a very small scale. Distilled oils and dark oils were used, the properties of these are illustrated by the following specifications:

engine oil destillat

specific gravity at 20°C	0.925/935
viscosity ^{OE} at 50°C	6-7
flashpoint	190/200°C
freezingpoint	0 - -10
ashes	0.01
Neutralisationszahl	0.2 - 0.6

dark oils

specific gravity at 20°C	0.920/940	0929/940
viscosity ^{OE} at 50°C	5.5	9.5
freezingpoint	-15°C	0 -5/ -10°C
flashpoint	at least 150	170°C
asphalt	below 1	below 1

Mittel Hamburg Cylinderöle Wahlprüfung

000318

Bezeichnung	Cylinderöl C	Cylinderöl HR	Cylinderöl HA
DMV Nr. Viscobil Nr. Olex Nr.			
Farbe	dunkelgrün	dunkelgrün	grün
D 20 ca.	0,950-0,960	0,950-0,960	0,940-0,950
V 100 ca.	3 - 4,5	3,5 - 5,0	3 - 4
Flpkt.o.T. ca.	270°	280-290°	280 - 290°
Stokpkt. ca.	0 - +10°	+ 5 - +15°	+10 bis +20°
Asche % ca.	0,02	0,02-0,03	unter 0,01
Nz. ca.	0,25	0,25	0,1
Asphalt % ca.	0,1 bis 0,4	0,2 bis 0,4	Spuren

Benzine, Petroleum, Gas- und Putzöle

Bezeichnung	Benzin	Petroleum Raffinat	Gasöl	Leichtes Mineralöl 15 (Putzöl)
DMV Nr. Viscobil Nr. Olex Nr.				
Farbe	wasserhell	wasserhell	gelb	hell
D/20° ca.	0,715-0,750	0,800-0,815	0,835-0,855	0,835-0,850
V/20° ca.	..	..	1,25- 1,5	1,35
Stokpkt.ca.	..	unter - 30°	- 10 bis - 45	unter - 10°
Flpkt.Abel ca.	..	über 25°	60 bis 80 P.M.	60 bis 100°
Flpkt.o.T. ca.	..	..	75 bis 100°	unter 0,01
Asche % ca.	0	0	unter 0,01	unter 0,05
Nz. ca.	0	0	0,1 bis 0,5	..
Oktanzahl ca.	45 - 50	..	45 bis 55	..
Catanzahl ca.	..	..	0,1 bis 0,5	..
Schwefel ca.	..	..	..	..
Siedebeg. ca.	40°	170°	0,1 bis 0,5	..
bis 100° ca.	10-30 Vol.%	..	200°	200°
bis 175° ca.	75 Vol.%	..	..	..
bis 185° ca.	..	nicht über 50 Vol%	..	..
bis 240° ca.	..	" " 35 "	..	..
bis 300° ca.	..	..	70 Vol.%	75 Vol.%
bis 350° ca.	..	..	95 "	95 "
Siedeschluß ca.	180°	entspricht so- mit d.Forderun- gen a.Freiheit v.Versprittungs- pflicht	..	..
Korrosionstest gegen Zink ca.	..	..	unter 1 mg	..
Conradsonstest	..	..	unter 0,03	..
Anilinpkt. ca.	..	..	55 - 70	..
Kennziffer	..	..	200 - 290	..

000319

Spindelöl-Raffinate

000320

Bezeichnung	Spindelöl-Raffinat 3,5/20		Spindelöl-Raffinat 2,5/50		Transformatoröl kältebeständig	
	soll Richtlinien- forderung	hat im Mittel	soll Richtlinien- forderung	hat im Mittel	soll Richtlinien- forderung	hat im Mittel
DMV Nr.						
Viscobil Nr.						
Olex Nr.						
Farbe		gelb		gelb		hellgelb
D/20°	ca.	0,885/0,895	-	10	unter 0,895	0,890
V/20°	ca. 3,5 ± 1	3,5	-	2,5	" 8	3,5
V/50°	ca.	1,7	2,5 ± 0,5	2,5	"	-
V/-30°	ca.	-	-	-	unter 500	250
Flpkt.o.T.	ca. n.über 125	150/160°	n.unter 140	165/175°	n." 145	155°
Stöckpt.	ca. n.über +5	-15/-20°	n.über +5	-10/-20°	"	- 45°
HZ	ca. n.über 0,3	unter 0,05	n.über 0,3	unter 0,05	n.über 0,05	Unter 0,05
Wassergehalt	ca. n.über 0,1	" 0,05	n.über 0,1	" 0,05	"	" 0,01
Asche	ca. n.über 0,05	" 0,01	" 0,05	" 0,01	" 0,01	" 0,01
Hartasphalt	ca.	0	0	0	0	0
VZ	ca.	-	-	-	n.über 0,15	unter 0,15
Vt	ca.	-	-	-	unter 0,10	unter 0,10

Spindelöl-Destillate

000321

Bezeichnung	Spindelöl-Destillat 2,1/20 E.P.Öl-Destillat		Spindelöl-Destillat 3,5/20		Spindelöl-Destillat 2,5/50	
	soll Richtlinien- forderung	hat im Mittel	soll Richtlinien- forderung	hat im Mittel	soll Richtlinien- forderung	hat im Mittel
DMV Nr.						
Viscobil Nr.						
Olex Nr.						
Farbe		dunkel		dunkel		dunkel
D/20°	ca. 2,1 ± 1	0,880/95		0,885/900		
V/20°	ca. 2,1	2,1	ca. 3,5 ± 1	3,5		ca. 0,910/15
V/50°	ca. 1,2	1,2		1,7	ca. 2,5 ± 0,5	10
Flpk.o.T.	ca. n. unter 125°	120/130	ca. n. unter 125°	150/160	ca. n. unter 140°	2,5
Stckp.	ca. n. über +5	- 15°	ca. n. über +5	-15/-20°	ca. n. über +5	160/170
Nz.	ca. " " 1,5	Unter 0,7	ca. " " 1,5	unter 0,7	ca. " " 1,5	-15/-20°
Wassergehalt	ca. " " 0,2	" 0,1	ca. " " 0,2	" 0,1	ca. " " 0,2	unter 0,7
Asche	ca. " " 0,2	" 0,1	ca. " " 0,2	" 0,1	ca. " " 0,2	" 0,1
Hartasphalt	ca. " " 0,2	Spuren	ca. " " 0,2	" 0,1	ca. " " 0,2	" 0,1

Maschinenöl-Destillate

000323

Bezeichnung	Maschinenöl-Destillat 4,1/50 = RZA helles Msch. Öl Destillat		Maschinenöl-Destillat 6,5/50 = RZA Verdichteröl Destillat		Maschine 9/
	soll Richtlin. Forderung	hat im Mittel	soll Richtlin. Forderung	hat im Mittel	
DMV Nr.					
Viscobil Nr.					
Olex Nr.					
Farbe					
D 20	ca.				
V 20	ca.				
V 50	ca.				
Flpkt. o.T.	ca.				
Stekpkt.	ca.				
U-Rohr 0°	ca.				
U-Rohr -10°	ca.				
Hs.	ca.				
Wasser	ca.				
Asche	ca.				
Hartasphalt	ca.				

Bis Dezember 1942
freigegeben

1-Dest.	Maschinenöl-Destillat 15/50	
hat im Mittel	soll Richtlin. Forderung	hat im Mittel
dunkel 0,925/35 60/70		dunkel 0,935/0,945
9	15 ± 2,5%	
200/210	n. unter 170°	15,5
-15/-20	n. über +5°	205/220
fließend		-15/-20
fließend		fließend
unter 1,0	n. über 1,5	fließend
" 0,2	" " 0,2	unter 1,0
" 0,1	" " 0,3	" 0,2
" 0,15	" " 0,3	" 0,1
		" 0,20

Dunkle Öle

000324

Bezeichnung	Dunkelöl 5-6/50 -Achsenöl W priv.		Dunkelöl 9-11/50 -KR - Achsenöl S priv.		Dunkelöl 3-6/10 - Dearat	
	oll Eigenschaften Forderung	hat in Mittel	oll Eigenschaften Forderung	hat in Mittel	oll Eigenschaften Forderung	hat in Mittel
DMV Nr. Viscobil Nr. Olex Nr.						
Farbe		schwarz		schwarz		schwarz
D/20° ca.	-	0,920/40	-	0,920/40	-	1,0
V/50° ca.	5-6 10,5	5,5	11 10,5	8,5/10	-	-
V/100° ca.	-	-	-	-	3-4 10%	-
Flpkt. ca.	-	über 150°	-	über 170°	-	4-6
Hs. ca.	1,0	unter 1,5	2,0	unter 1,5	-	240/260
Asphalt ca.	-	" 1,0	1,0	" 1,0	-	bis 0,5
Asche ca.	-	" 0,3	-	" 0,3	-	0,5/1,5
Wasser ca.	-	" 0,2	-	" 0,2	-	unter 0,3
Stokpkt. ca.	-	- 15°	-	- 5/- 10°	-	" 0,2

Motorenöle

000325

Bezeichnung	Motorenöl 6-8/50	Motorenöl 9-12/50		Motorenöl 15-20/50	Motorenöl
	Gruppe A hohe Anforderg. = Viscobil D	Gruppe A hohe Anforderungen = Viscobil DA u.D		Gruppe A hohe Anforderg. = Viscobil ?	der Wehrmacht
		je nach Jahreszeit entweder			
	hat im Mittel	hat im Mittel	hat im Mittel	hat im Mittel	hat im Mittel
DMV Nr. Viscobil Nr. Olex Nr.					
D/20 ⁰ ca.	0,915	0,920	0,925	0,935	0,900-0,905
Flpkt. ca.	200/210	210/225	225/240	230	210/220
V/-15 ⁰ ca.	-	-	-	-	n.über 1800
V/20 ca.	40	60/70	95	120	50
V 50 ca.	6,5	9	12	15	8,5
V 90 ca.	-	-	-	-	2,3
V 100 ca.	1,75	1,95	2,15	-	1,95
V.P. ca.	2,4/2,5	2,4/2,5	2,5	2,3	2,0-2,1
Stokpkt. ca.	- 25 ⁰	- 20 ⁰	- 20 ⁰	2,5	- 20 ⁰
Es. ca.	unter 0,10	unter 0,10	unter 0,10	- 15 ⁰	n.über 0,7
Vs. ca.	-	-	-	unter 0,10	" " 0,25
Conradson ca.	0,4	0,5	0,6	0,7	unter 0,25

Marine Öle

000326

Bezeichnung	Z.d.M. 2		Z. d.M. 7		Z.d.M. 11	
	soll Z.M. Forderung.	hat in Mittel	soll Z.M. Forderung.	hat in Mittel	soll Z.M. Forderung.	hat in Mittel
DMV Nr. Viscobil Nr.						
D 20 ca.	0,920	0,925	0,900	0,915/25	0,900	0,915/25
Flpkt.o.T. ca.	215	220/235	215	205/220	200	205/220
V 20 ca.	-	75	-	55	-	55
V 50 ca.	10-17,5	10,5	12	8,5	8-9	8,5
V 100 ca.	-	1,95	1,80	1,8	-	1,8
Stekpkt. ca.	-	-15/-20°	-10°	-15/-20°	-10°	-15/-20°
Nz. ca.	0,1	unter 0,14	0,05	0,05	0,05	0,05
Asche ca.	0,32	" 0,01	0,01	unter 0,01	0,05	Unter 0,01
Verkokung ca.	-	0,6	0,5	0,5	-	0,5
Emulsionstest ca.						
a) mit Seewasser	n. emulg.	entspricht	n. emulg.	entspricht	Sonder- versucht	-
b) " dest.Wasser	"	"	"	"	"	-
MAN Test bei 155° ca.	-	-	Sonden	entspricht	-	-

Reichsbahn Achsenöle

000327

Bezeichnung	Reichsbahnachsenöl <u>S</u>		Reichsbahnachsenöl <u>D</u>	
	soll RZA Forderung.	hat im Mittel	soll RZA Forderung.	hat im Mittel
DMV Nr.				
Viscobil Nr.				
Olex Nr.				
D 20 ca.	nicht über 0,95	920/930	nicht über 0,95	920/930
Flpkt. ca.	nicht unter 160°	über 160°	nicht unter 125°	über 125°
V 50 ca.	8 - 10	8,5	" " 3,5	4
Hartasphalt ca.	nicht über 0,2	unter 0,2	nicht über 1,0	unter 0,2
Nz. ca.	" " 1,5	unter 1,5	" " 1,5	unter 1,5
Wasser ca.	" " 0,2	unter 0,2	" " 0,2	unter 0,1
Asche ca.	" " 0,3	unter 0,3	" " 0,3	unter 0,3
U-Rohr ca.	- 5° fließ.	erfüllt	- 25° fließ.	erfüllt
Gasölzusatz ca.	-	-	nicht über 10%	7 - 10 %

Gatschsorten

000328

S Gatsch

N- Gatsch

Bezeichnung	Gatsch I Mineralölsalbe I	Gatsch II Mineralölsalbe II
DMV Nr.		
Viscobil Nr.		
Olex Nr.		
Farbe	dunkel	dunkel
D 40 ca.	0,825 - 0,855	0,860 - 0,880
V 50 ca.	1,5/2,5	-
V 60 ca.	-	3,0/4,5
E.P. ca.	30/40	45/55
H ₂ ca.	unter 0,2	unter 0,2
Paraffin ca.	40- 50 %	40 - 50 %

000329

23.- Petroleum Producing
Companies
Germany & Austria
- and their
Outputs.

Berlin-Schöneberg, den 11. August 1945
52/H1

000330

1) Erdölproduzierende Gesellschaften in Deutschland und Österreich und deren Erzeugung.

a) Gewerkschaft Elwerath in Hannover

Kapital: 1.000 Kuxe, Wert je Kux RM 30.000,--

Konzessionen hauptsächlich in der Provinz Hannover, bei Lingen und in Österreich.

Förderung der Gesellschaft in Deutschland:

	1938	ca. 170.000 t	i/Jahr
	1944	" 175.000 t	"
in Österreich	1944	ca. 85.000 t	"

b) Wintershall AG., Kassel

Kapital: RM 125.000.000,--

Hauptzweig der Gesellschaft Kaligewinnung. Seit 1931 auch Betätigung in Erdöl- Hierfür Konzessionen in der Hauptsache im Hannover'schen Raum und in Österreich.

Produktion in Deutschland:

	1938	ca. 100.000 t	i/Jahr
	1944	" 120.000 t	"
" Österreich:	1944	" 20.000 t	"

c) Preussische Bergwerks- und Hütten AG., Berlin.

Kapital: RM 80.000.000,--

Hauptbetätigung: Steinkohlen-, Erz- und Kalibergbau, Hüttenbetrieb und Steinsalz-Bergbau, Elektrizitätsbetriebe, und Erdöl.

Sitz der Erdöl-Abteilung früher Hannover, nach Zerstörung in Berkhöpen b. Peine, Konzessionen im Hannover'schen Gebiet, in Reitbrook b. Hamburg und in Österreich.

Förderung in Deutschland:

	1938	ca. 40.000 t	i/Jahr
	1944	" 40.000 t	"
" Österreich:	1944	" 20.000 t	"

d) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin

Kapital: RM 100.000.000,--

Betätigung im Steinkohlen-Bergbau (Ruhrgebiet), Mitteldeutschen Braunkohlen-Bergbau, Braunkohlen-Schwelung und Erdöl-gewinnung und -verarbeitung.

Erdöl: Heide in Holstein, im Hannover'schen Raum und in Österreich.

Förderung in Deutschland:

	1938	ca. 107.000 t	i/Jahr
	1944	" 200.000 t	"
" Österreich:	1944	" 472.000 t	"

000331

e) Deutsche Vacuum Öl Aktiengesellschaft, Hamburg
(Konzern Vacuum Oil, New York)

Kapital: RM 20.000.000,--

Erdöl-Konzessionen hauptsächlich in Nordwestdeutschland,
in Hannover'schen Gebiet und in Oldenburg.

Förderung:

1938 ca. 50.000 t i/Jahr
1944 " 45.000 t "

f) Produktion einiger kleinerer Betriebe in Nordwestdeutschland
mehr als 20 Betriebe

1938 ca. 135.000 t i/Jahr
1944 " 130.000 t "

Von den Mengen 1944 entfallen auf die

Gewerkschaft Brigitta (Shell und Standard Oil-Gruppe) 61.000 t
" Siegfried (Konzern Vacuum Oil) 45.000 t
Itag, Celle, 10.000 t

In Österreich produzierten ausser den vorgenannten Gesellschaften in 1944:

Rohöl-Gewinnungs-Aktiengesellschaft (RAG)
(50 % Shell, 50 % Vacuum Oil) 280.000 t

Erdölproduktionsgesellschaft
(50 % Wintershall AG, 50 % im Privatbesitz) 120.000 t

van Sickle 100.000 t

Itag einschl. Steinberg-Naphta 100.000 t

Donauöl (IG-Farbenindustrie) 15.000 t

Mithin in Deutschland: 1938 insgesamt ca. 550.000 t i/Jahr
1944 " " 710.000 t "
in Österreich: 1944 " " 1.212.000 t "

2) Produktionsstätten für Erdöl

- a) Reitbrook bei Hamburg
- b) Nienhagen Provinz Hannover
- c) Heide i. Holstein
- d) Meckelfeld bei Hamburg
- e) Oberg Provinz Hannover, Ölheim
- f) Wietze und Thören bei Celle
- g) Gifhorn, Ehra, Wesendorf (Provinz Hannover)
- h) Lingen an der holländischen Grenze
- i) Niederösterreich

000332

3) Raffinerien

a) Heide in Holstein

Eigentümer: Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft

Kapazität: 180.000 t Rohöl im Jahr, nur Toppanlage.

b) Hamburger Raum

I. Rhenania-Ossag Mineralölwerke AG., Hamburg (Shell-Konzern)

Grossraffinerie in Harburg

Kapazität: 300.000 t Rohöl im Jahr

Destillationsanlage, Entparaffinierung mit selektiven Lösungsmitteln und Raffination.

Herstellung von Schmieröl und Motorenöl jeder Art und Asphalte.

II. Raffinerie Grasbrook der Rhenania-Ossag

Kapazität: 50 - 60.000 t im Jahr

Schmieröle jeder Art und Schmierfette.

III. Eurotank, Hamburg-Petroleumhafen

Kapazität: 300.000 t im Jahr

Dubbs-Crackanlage, Herstellung von Benzin und Koks.

IV. Ebano-Asphalt-Werke AG. (Standard-Oil-Konzern)

Kapazität: 300.000 t im Jahr

Destillation von Rohöl, Herstellung von Spezial-Asphalten.

V. Ölwerke Julius Schindler, Hamburg,

Schliemanns Ölwerke, Hamburg,

Mineralölwerke Albrecht, Hamburg.

Alles kleinere Betriebe, die Spezialöle, hauptsächlich Weissöle, herstellen.

VI. Raffinerie Wedel bei Hamburg

Konzern Vacuum Oil, New York)

Kapazität: ca. 80.000 t im Jahr

Herstellung von Spezial-Schmierölen und Fetten

VII. Raffinerie Wilhelmsburg bei Hamburg

Eigentümer: Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin.

Kapazität: 130. - 140.000 t im Jahr

Destillationsanlage, Entparaffinierung mit Lösungsmitteln, Schwefelsäure-Raffination, Hersteller von Topp-Produkten und Schmierölen und Asphalten aller Art.

c) Bremer Raum

I. Raffinerie Oslebshausen

Eigentümer: Deutsche Vacuum Öl AG.
(Konzern Vacuum Oil, New York)

Kapazität: ca. 150.000 t im Jahr

Propan-Entasphaltierung, Phenol-Raffination, Destillationsanlage, Lösungsmittel-Entparaffinierung. Hersteller von hochwertigen Schmier- und Motorenölen.

II. Mineralöl-Raffinerie vorm. August Korff, Bremen
(Konzern Standard Oil Company)

Kapazität: 50 - 60.000 t im Jahr

Destillationsanlage und Schwefelsäure-Raffination
Hersteller von Schmierölen und Schmierfetten

d) Hannoverscher Raum

I. Gewerkschaft Deutsche Erdöl-Raffinerie (Deurag)
" Neue Erdöl-Raffinerie (Nerag)

Eigentümer: Gewerkschaft Elwerath

Deurag: Kuxe zu je 1/3 Gewerkschaft Elwerath, Hannover,
Preussische Bergwerks- und Hütten AG.,
Berlin

und je 1/6 Rhenania-Ossag, Hamburg (Shell)
Deutsch-Amerikanische Petroleum-
Gesellschaft (Standard Oil)

Nerag: Kuxe Gewerkschaft Elwerath und
Preussische Bergwerks- und Hütten AG.
je zur Hälfte.

Deurag/Nerag bilden eine wirtschaftliche Kombination.

Kapazität: ca. mehr als 300.000 t im Jahr

Dubbs-Crackanlage, Destillationsanlage, Lösungsmittel-
Entparaffinierung, Furfurol-Selektivanlage.

Hersteller von Treibstoffen und hochwertigen Schmier- und
Motorenölen, Elektrodenkoks.

II. Raffinerie Dollbergen bei Hannover

Eigentümer: Deutsche Gasolin AG.

50 % IG. Farbenindustrie
25 % Shell
25 % Standard Oil

Kapazität: ca. 60 - 70.000 t im Jahr

Destillationsanlage und Entparaffinierung, Hersteller
von Spezialschmierölen.

000334

e) Mitteldeutscher Raum

I. Raffinerie Lützkendorf, Krumpa b. Merseburg

Eigentümer: Wintershall AG., Kassel

Kapazität: ca. 300.000 t im Jahr

Propan-Entasphaltierung, Selektiv-Raffination, Lösungsmittel-Entparaffinierung
Hersteller von Schmierölen und Motorenölen jeder Art.

f) Westdeutscher Raum

I. Raffinerie Emmerich

Eigentümer: Deutsche Gasolin AG.

50 % IG. Farben

25 % Standard Oil

25 % Shell

Kapazität: ca. 50.000 t im Jahr

Destillationsanlage, Hersteller von Schmierölen.

II. Raffinerie Salzbergen b. Bentheim der Wintershall AG., Kassel

Kapazität: ca. 35.000 t im Jahr

Crackanlage, Destillationsanlage - Hersteller von Kraftstoffen und Schmieröl

III. Raffinerie Monheim

Eigentümer: Rhenania-Ossag Mineralölwerke AG. Hamburg (Shell)

Kapazität: geschätzt auf 150 - 200.000 t im Jahr

Destillationsanlage, Lösungsmittel-Entparaffinierung, Raffinationsanlage,
Hersteller von Schmierölen aller Art.

g) Wiener Raum

I. Deutsche Erdöl AG., Erdölwerke "Nova", Wien-Schwechat

Kapazität: 180.000 t im Jahr

Herstellung von Schmieröl und Kraftstoffen in einer Spaltanlage eigenen Verfahrens.

II. Shell-Floridsdorfer Mineralölwerke AG., Wien-Floridsdorf (Konzernzugehörigkeit Shell)

Kapazität: geschätzt auf 70.000 t im Jahr

Herstellung von Schmierölen aller Art.

III. Raffinerie Kagran

Eigentümer: Vacuum Oil

Kapazität: geschätzt auf mehr als 70.000 t im Jahr

Hersteller von Schmierölen aller Art

000335

IV. Raffinerie Vösendorf

Eigentümer: Aktiengesellschaft der Kohlenwertstoffverbände
Kapazität: geschätzt auf 60.000 t im Jahr

V. Raffinerie Korneuburg

Eigentümer: Deutsche Gasolin AG.

50 % IG. Farben
25 % Shell
25 % Standard Oil

Kapazität: geschätzt auf 60.000 t im Jahr
Herstellung von Schmierölen aller Art

VI. Raffinerie Moosbierbaum

Eigentümer: IG. Farbenindustrie

Kapazität: nicht bekannt bei uns

Herstellung von Spezialerzeugnissen

VII. Raffinerie Wien-Lobau. (50 % Shell, 50 % Vacuum) Kapazität 150 - 180.000 t.

Im wesentlichen nur Toppanlage
Ausser den genannten Betrieben bestehen nur noch einige unbedeutende veraltete Verarbeitungsbetriebe und eine Reihe von Ausweich-Anlagen, die lediglich Toppanlagen sind mit einer für alle gleichmässigen Leistung von 5 - 6.000 t im ~~Monat~~ Monat. Die genannten Raffinerien sind durch Luftangriffe mehr oder weniger stark beschädigt. Ihr gegenwärtiger Zustand ist uns nicht bekannt. Sie sind in den letzten Kriegsmonaten nur behelfsmässig als Toppanlagen wiederhergestellt worden.

Soweit sich die Angaben nicht auf Betriebe der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft beziehen, sind alle Angaben nach bestem Wissen geschätzt, können aber nicht den Anspruch auf unbedingte Richtigkeit erheben.

Frage DSAG

000336

24.- History and Management
of
Deutsche Erdöl A.G.

Berlin-Schöneberg, den 11. August 1945

000337

Übersicht über die

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin-Schöneberg
Martin-Luther-Str. 61-66

Die Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft ist als Deutsche Tiefbohr-Aktiengesellschaft im Jahre 1899 gegründet worden und führt ihre jetzige Firmenbezeichnung seit 1912. Bis 1916 ausschliesslich Betätigung im Erdöl. Sie kontrollierte 95% des Deutschen Erdöl-Aufkommens und war massgebend in Galizien und Rumänien beteiligt. Nach dem Verlust ihrer ausländischen Erdölinteressen 1918 wandte sich die DEA dem Braunkohlen- und dem Steinkohlenbergbau zu. Ihr derzeitiger Aufbau ist folgender:

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin
Zentrale Verwaltung der Gesamtgesellschaft

- I.) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Zechen Graf Bismarck und Königsgrube in Gelsenkirchen.
Steinkohlenbergbau u. Kokerei
Jahresförderung..... 3.600.000 to. i. Jahr
- Steinkohlenhandelsgesellschaften in
Duisburg, Mannheim, Frankfurt/Main,
Saarbrücken, Hamburg.
- II.)
a) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Verwaltung der Braunkohlenbetriebe, Borna Bez. Leipzig.
Braunkohlenbergbau und Brikettfabrikation in Mitteldeutschland
Jahresförderung: i. Rohkohlen..... 11.000.000 " " "
Handelsgesellschaften in Leipzig,
Kassel, Magdeburg und anderen kleineren Orten Mitteldeutschlands.
Briketherstellung..... 3.500.000 " " "
- b) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Mineralölwerke Rositz in Rositz Krs. Altenburg Thür.
Braunkohlenschwelwerke und Braunkohlenteerraffination bei Altenburg/Thür.
Teererzeugung im Jahr..... 240.000 " " "
Teerverarbeitung im Jahr..... 300.000 " " "

III.)

III.) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft,
Verwaltung der Erdölbetriebe,
Berlin-Schöneberg

Erdölgewinnung und Verarbeitung
mit folgenden Einzelbetrieben

a) Erdölgewinnung

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft
Erdölwerke Holstein, Heide/Holst.

im Jahr..... 120.000 to.

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft
Erdölwerke Wietze, Wietze Krs.Celle

im Jahr..... 80.000 to.

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft
Erdölwerke Ostmark, Neusiedl/Zaya

..... 350.000 " bis
400.000 "

b) Verarbeitung in Raffinerien:

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft
Erdölwerke Holstein, Heide/Holst.

Rohölverarbeitung..... 180.000 t Toppan-
Teilweise zerstört, Teilproduktion lage
wieder in Gang.

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft
Erdölwerke Wilhelmsburg, Hamburg-
Wilhelmsburg

Rohölverarbeitung, Herstellung von haupt-
sächlich Schmierölen..... 130.000 t bis
Anlage zerstört und stillgesetzt. 140.000 t

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft
Erdölwerke "Nova" in Wien-Schwechat

Herstellung von Kraftstoffen und
Schmierölen, Rohölverarbeitung..... 180.000 t i.Jahr
Teilweise zerstört, ob wieder in Betrieb
gesetzt, unbekannt.

"Vaucefa" Vereinigte Chemische Fabriken
Aktiengesellschaft, Brandenburg/Havel

Schmierfett-Fabrikation
Zu 70% zerstört, noch nicht wieder in
Betrieb gesetzt.

IV.)

IV.) Vertriebsgesellschaften für Mineralölerzeugnisse:

Deutscher Mineralöl-Verkaufsverein in Berlin-Schöneberg,
Deutsche Viscobil Öl Gesellschaft mbH in Berlin-Schöneberg
 mit 10 Verkaufsabteilungen in Deutschland

Gesamtumsatz dieser Gesellschaften über..... 500.000 t
 im Werte von über RM. 90.000.000.--.

V.) Zur Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft gehört die:

Edeleano Gesellschaft mbH, Berlin-Schöneberg.

die Raffinationsanlagen liefert und baut.

Die Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft verfügt ferner
 über eine Versuchsanstalt in Berlin-Mariendorf.

Die Versuchsanstalt in Mariendorf, Röblingstr. 152-154 arbeitet
 seit dem 9. Mai 1945 wieder, aber nicht als Versuchsanstalt,
 sondern als Kleinproduktionsstätte mit Destillation von Rohölen,
 Regenerieren von Altöl, Veredelung von noch vorhandenen Zwischen-
 fabrikaten.

In Berlin beschäftigt sich nach dem 9.5.45 die Deutsche Erdöl-
 Aktiengesellschaft über ihre Tochtergesellschaft, Deutsche Visco-
 bil Öl Gesellschaft mbH, in der Hauptsache noch mit dem Vertrieb
 von Lagerbeständen an Schmierölen der verschiedensten Sorten.
 Verteilung erfolgt im Einvernehmen mit den zuständigen Kommando-
 stellen der Besatzungs-Armee und dem Magistrat Berlin.

Von dem Verwaltungsstab der DEA sind schon seit kurz nach dem
 26.2.45, dem Tag der Vernichtung des grössten Teils des Verwal-
 tungsgebäudes, alle betriebsgebundenen Teile der Verwaltung
 und des Verkaufs zu den verschiedenen Werken verlagert. Ob und
 inwieweit die obengenannten, ausserhalb der russischen Besatzungs-
 zone, liegenden Werke wieder arbeiten, ist uns unbekannt, da es
 uns nicht möglich ist, die Verbindung mit diesen Betrieben auf-
 zunehmen.

Die DEA, Berlin, kann ihren eigentlichen Aufgaben, insbesondere
 aber auch der Aufgabe der Versorgung Berlins mit Kohlen oder
 Schmierstoffen, nur gerecht werden, wenn sie instand gesetzt
 wird, Verbindungen mit ihren Betrieben aufnehmen zu können.

Frage DEA

Berlin-Schöneberg, August 11th 1945.

S u m m a r y

of the Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft (DEA) in Berlin-Schöneberg,
Martin Lutherstr. 61-66.

The "Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft" was established in the year 1899. It was called at first "Deutsche Tiefbohr - Aktiengesellschaft" and only in the year 1912 its name has been changed into the present one.

Until 1916 the exclusive object of the company was the handling of mineral oil products, it controlled 95 % of the whole petroleum production of Germany and owned commanding interests in the oil industry of Galicia and Roumania. When the company had lost its foreign shares in the year 1918, it extended its interests to coal mining including brown coal.

The present composition of the DEA is described hereafter:

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, Berlin,
Central management of the whole company

I. Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, mines "Graf Bismarck
and "Königsgrube" at Gelsenkirchen.

Coal mining and manufacturing of coke.

Total production per year..... 3.600.000 t

Coal trading companies in Duisburg, Mannheim,

Frankfurt on Main, Saarbrücken, Hamburg.

II. a) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, management
of the brown coal works at Borna, district Leipzig.

Brown coal mining and briquette production in
Central Germany.

Production of raw lignite per year..... 11.000.000 t

Trading companies in Leipzig, Kassel, Magdeburg

and other small towns of Central Germany,

Production of briquettes..... 3.500.000 t

b)

b) Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, "Mineralölwerke Rositz" at Rositz, district Altenburg in the province of Thuringia.

Works for distilling lignite and refining of brown coal tar near Altenburg in the province of Thuringia.

Production of tar per year..... 240.000 t
Processing of tar " " 300.000 t

III. Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, management of the mineral oil works in Berlin-Schoeneberg.

Production and processing of mineral oils with separate works as follows:

a) Production of oil mines:

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, "Erdölwerke Holstein" at Heide in the province of Schleswig-Holstein.

Production per year..... 120.000 t

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, "Erdölwerke Wietze" at Wietze, district of Celle.

Production per year..... 80.000 t

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft "Erdölwerke Ostmark" at Neusiedl/Zaya

Production per year..... 350.000 t
to 400.000 t

b) Processing in refineries:

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft, "Erdölwerke Holstein" at Heide in the province of Schleswig-Holstein.

Processing of crude oil..... 180.000 t
This plant is partly destroyed and is operating as Topping Plant now with reduced capacity.

Deutsche

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft

"Erdölwerke Wilhelmsburg" at Hamburg-Wilhelmsburg.

Processing of crude oil.

Manufacturing of lubricating oils mainly..... 130.000 t
to 140.000 t per year

This plant is destroyed and shut down.

Deutsche Erdöl-Aktiengesellschaft

"Erdölwerke Nova" at Schwechat near Vienna.

Manufacturing of motor spirit, Diesel oil and lubricating oils.

Processing of crude oil..... 180.000 t per year

This plant is partly destroyed, it is not known whether it is put into operation again.

"Vaucefa" Vereinigte Chemische Fabriken Aktiengesellschaft at Brandenburg on Havel.

Manufacturing of grease.

This plant is destroyed to 70 % and not yet operating again.

IV. Distributing companies for petroleum products:

"Deutscher Mineralöl-Verkaufsverein" in Berlin-Schoeneberg

"Deutsche Viscobil Oil G.m.b.H." in Berlin-Schoeneberg

including 10 selling departments in Germany.

Total turnover of the companies above..... 500.000 t per year
value above..... RM 90.000.000,-.

V. The DEA owns furthermore the "Edelsanu G.m.b.H." in Berlin-Schoeneberg.

This company plans and delivers whole plants on the Edelsanu process and plants for extracting and dewaxing mineral oils and brown coal tar oils, furthermore deasphalting of residues, using different kinds of solvents.

Besides

Besides the DEA owns experimental laboratories at Mariendorf near Berlin.

The experimental laboratories at Mariendorf, Roeblingstr.152/54, are in operation again since May 9th 1945, but not for experimental purposes. The installations are used for manufacturing products on a small scale, specially for distillation of crude oil, regenerating of used motor oils, improving and refining of intermediate products.

In the main office the DEA and its branch company, the "Deutsche Viscobil Oel G.m.b.H.", are mainly occupied by distributing the still available stock of lubricating oil of different origins. The distribution is done in accordance with the Head Quarters of the Occupation Forces and the Magistrate of Berlin.

Since February 26th 1945, the day on which the largest part of the office building has been badly damaged, the greater part of the administration staff connected with the different works of the company, has been evacuated and displaced to the different works. It is not known to us whether the above named works which are situated outside the Russian occupation area have taken up operation because there was up to now no possibility to communicate with them.

The DEA-Berlin would be able to take up again its original task, specially supplying the district of Berlin with coal and lubricating oils, but only if it gets enabled to communicate freely with its different works.

Frags DEAS

000344

25: Organization of Petroleum
Economy during the War.

Berlin-Schöneberg, August 10th 1945.
52/Pd.

000345

Organization of Petroleum Economy in Germany during the War.
=====

I. Production.

Supreme authority: "Reichsministerium für Rüstung und Kriegsproduktion" (MINRUK), department Mineral Oil, Berlin W. 7, Schinkel Platz 1, moved to Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 29 & 37 in the year 1945, evacuated for Blankenburg (Harz-Mountain) Neue Kaserne, in March 1945.

Before 1944 the competent authority was the "Reichswirtschaftsministerium" (RWM), department Mineral Oil, Berlin W. 8, Behrenstr. 43. The staff of the RWM was transferred to the MINRUK.

The MINRUK made use of the Committees of production of the following bodies as executing staff: the "Wirtschaftsgruppe Kraftstoff-Industrie", Berlin NW. 7, Dorotheenstr. 35 and the "Fachgruppe Erdölgewinnung", Berlin SW. 68, Linden Str. 21-22, since March 1945 moved to Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Str. 61-66 and evacuated for Wietze, district of Celle, Schule.

The connection between MINRUK and the Committees of Production was upheld by the "Arbeitsgemeinschaft Erdöl-Gewinnung und -Verarbeitung (AEV), Berlin NW. 7, Dorotheenstr. 35, since March 1945 moved to Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 29 and partly evacuated for Wester-Celle into administration-barracks of the "Deutsche Vacuum Oil A.G." and the "Arbeitsgemeinschaft für Hydrierung, Synthese & Schwelung" (ARSYN), Berlin NW. 7, Dorotheenstr. 35, evacuated for Dölkau, Schloss, and others.

The possibilities of production were established by the Committees of production and by the AEV, which were composed of the experts of the different industrial companies and put into accordance with the requirements of the Ministry.

Concerning the crude oil production the program of drilling and petroleum production was fixed by the Special Deputy for petroleum production (Sonder-Bevollmächtigter für die Erdöl-Industrie), Berlin NW. 7, Invaliden Str., Geologische Landesanstalt, in agreement with the experts of the industrial firms. The residence mentioned before was moved to Dessow in the province Mark Brandenburg and later to Wester-Celle "Deutsche Vacuum Oil A.G.". The fixed petroleum production was distributed to the different refineries for processing, according to the working program wanted by MINRUK!

II. Distribution.

Supreme authority "Reichs-Wirtschafts-Ministerium" (RWM), Berlin W. 8, Behren Str. 43. Executing body: "Reichsstelle für Mineralöl" (RFM), Berlin SW. 68, Krausen Str. 22-24, since the end of 1944 moved to Berlin-Charlottenburg 9, Reichskanzler-Platz 7-11, and since March-April 1945 partly transferred to Munich, partly to Hamburg.

A. Motor Spirits and Diesel Oils.

Motor spirits and Diesel oils were confiscated by the "Reichsstelle für Mineralöl" (RFM) since the beginning of the war. For distribution purposes the RFM used the "Zentralbüro für Mineralöl" (ZB), central office originally in Berlin Charlottenburg, Reichskanzler Platz 7/11, with selling departments in all parts of Germany. Since 1944 the central office was transferred to Dresden, Weisser Hirsch, while a rest administration remained at Berlin-Gatow. Since the beginning of 1945 transferred to Aussig, later on Munich and Hamburg. All industrial firms which participated in the business before the war, were united in the ZB, specially the big companies: Rhenania Ossag, Deutsche-Amerikanische Petroleum Gesellschaft, "Olex" Deutsche Benzin- & Petroleum G.m.b.H., Benzol-Verband, Nitag, and others. The whole production in petroleum refineries, hydration works and synthesis works, except the straightrun petrols had to be delivered to the ZB. Straight run petrols were worked into special petrols and distributed by the "Test-Benzin-Gemeinschaft" under control of the Rhenania-Ossag, Hamburg, according to the directions given by the RFM. As far as we know the storing and distributing of petrols and Diesel oils for the Army has been handled by the "Wirtschaftliche Forschungs-Gesellschaft" (WIFO), Berlin W.8, Mohren Str. 36/37. WIFO owned numerous tank farms and disposed of many transportation facilities and has to be regarded as an exclusive government company.

B. Lubricating oils.

The distribution was executed according to the directions of the RFM by the existing distributing firms which were loosely united in a pool. Since October 1942 the distribution took place according to the directions given by the "Schmierstoff-

Gemeinschaft" (SG) which had its origin by the enforced union of the distributing firms under control of the RFM. In the year 1944 this loose pool was replaced by the "Arbeitsgemeinschaft Schmierstoff-Verteilung" (ASV) in Saalfeld on Saale, since March 1945 transferred to Munich and Hamburg, in which all big distributors of lubricating oils were united. The distribution to the consumers was done to about 50 % by the selling offices of the ASV to 50 % by the independent trading firms.

Frank DeRog

Berlin-Schöneberg, den 10. August 1945
52/Hi

000348

Organisation der Mineralölwirtschaft in Deutschland
während des Krieges.

I. Produktion.

Oberste Behörde Reichsministerium für Rüstung und Kriegsproduktion (Minruk), Abteilung Mineralöl, Berlin W 8, Schinkelplatz 1, in 1945 verlagert nach Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 29 und 37, seit März 1945 weiter verlagert nach Blankenburg am Harz, Neue Kaserne. Vor 1944 zuständig Reichswirtschaftsministerium (RWM), Abteilung Mineralöl, Berlin W 8, Behrenstrasse 43. Personal wurde vom Minruk, Abt. Mineralöl, übernommen.

Das Minruk bediente sich als ausführende Organe der Produktionsausschüsse, der Wirtschaftsgruppe Kraftstoffindustrie, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35, und der Fachgruppe Erdölgewinnung, Berlin SW 68, Lindenstrasse 21/22, seit März 1945 Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Strasse 61 - 66, und verlagert nach Wietze Kreis Celle, Schule.

Die Verbindung zwischen Minruk und Produktionsausschüssen bildete ^{an erster Stelle} die Arbeitsgemeinschaft Erdölgewinnung und -verarbeitung (AEV), Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35, seit März 1945 Berlin-Wannsee, Am Sandwerder 29, und teilweise verlagert nach Westercelle in Verwaltungsbaracken der Deutschen Vacuum Öl Aktiengesellschaft, und die Arbeitsgemeinschaft für Hydrierung, Synthese und Schwelung (Arsyn), Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35, verlagert nach Dölkau, Schloss.

Die Produktionsmöglichkeiten wurden von den Produktionsausschüssen und der AEV, in denen die Sachverständigen der Industriebetriebe vertreten waren, festgestellt und auf die Anforderungen des Ministeriums eingestellt.

Auf dem Gebiete der Rohölförderung wurde das Erdölbohr- und -förderprogramm einvernehmlich mit den Sachverständigen der Industrie

./.

vom Sonderbevollmächtigten für die Erdölförderung, Berlin NW 7, Invalidenstrasse (Geologische Landesanstalt), seit Herbst 1945 verlagert nach Dessow/Mark und seit Anfang 1945 verlagert nach Westercelle - Deutsche Vacuum Öl AG. - festgelegt. Die Erdölsollförderung wurde entsprechend dem vom Minruk gewünschten Arbeitsprogramm auf Raffinerien zur Verarbeitung verteilt.

II. Verteilung.

Oberste Behörde Reichswirtschaftsministerium, Berlin W 8, Behrenstr. 43. Ausführendes Organ Reichsstelle für Mineralöl (RfM), Berlin SW 68, Krausenstrasse 22 - 24, seit Ende 1944 Berlin-Charlottenburg 9, Reichskanzlerplatz 7 - 11, und seit März/April 1945 teils in München, teils in Hamburg.

A. Kraftstoffe.

Alle Kraftstoffe (Benzin und Dieselkraftstoff) waren von Kriegsbeginn an zu Gunsten der Reichsstelle für Mineralöl beschlagnahmt. Die Reichsstelle bediente sich zur Verteilung der Zentralbüro für Mineralöl GmbH (ZB), Zentrale ursprünglich Berlin-Charlottenburg 9, Reichskanzlerplatz 7/11, und Verkaufsabteilungen in allen Teilen Deutschlands. Seit 1944 Zentrale in Dresden-Weisser Hirsch mit Restverwaltungsspitze in Berlin-Gatow. Seit Anfang 1945 verlagert nach Aussig, später München und Hamburg. In dieser waren alle vor dem Kriege an dem Kraftstoffgeschäft beteiligten Firmen zusammengeschlossen, insbesondere die Grossfirmen Rhenania-Ossag, Deutsch-Amerikanische Petroleum-Gesellschaft, "Olex" Deutsche Benzin- und Petroleum GmbH, Benzol-Verband, Nitag u. a. m. Sämtliche Kraftstoffherzeugungen in Erdölraffinerien, Hydrier- und Synthesewerken mit Ausnahme der Straightrun-Benzine mussten dem ZB abgeliefert werden. Straightrun-Benzine wurden auf Spezialbenzin weiterverarbeitet und von der Testbenzingemeinschaft, federführend Rhenania-Ossag, Hamburg, nach Weisung der RfM vertrieben. Soviel uns bekannt, hat die Einlagerung und Verteilung von Kraftstoffen für die Wehrmacht die Wirtschaftliche Forschungsgesellschaft (Wifo), Berlin W 8, Mohrenstrasse 36/37,

000350

unter sich gehabt. Die Wifo besaß zahlreiche Tanklager und Transporteinrichtungen und war eine ausschliessliche Reichsgesellschaft.

B. Schmierstoffe.

Die Verteilung erfolgte nach Weisung der Reichsstelle für Mineralöl durch die in einem Pool lose zusammengefassten bestehenden Mineralölvertriebsfirmen. Seit Oktober 1942 vollzog sich der Absatz nach Weisungen der Schmierstoffgemeinschaft (SG), ein Zwangszusammenschluss der Schmierstoffverteiler unter Aufsicht der Reichsstelle für Mineralöl. Dieser lose Pool wurde 1944 durch die Arbeitsgemeinschaft Schmierstoffverteilung (ASV), Saalfeld/Saale, seit März 1945 in Hamburg und München, abgelöst, in der sämtliche Schmierstoffgrossverteiler zusammengefasst waren. Die Verteilung an den Verbrauch erfolgte zu etwa 50 % durch die Verkaufsbüros der ASV, zu 50 % durch den selbständigen Schmierstoffgrosshandel.

Ergebnis D. E. A. S.

000351

Target C 30/89

Edeleanu Gesellschaft m. b. H.

Item - 26

History of Edeleanu Gesellschaft

000352

DOCUMENTS FROM

EDELKAMM-GESSELLSCHAFT mbH.

BERLIN

000353

The EDELEANU-GESELLSCHAFT m.b.H., Berlin-Schöneberg, Martin Luther Str. 61-66 started work in the year 1909. At that time it was called "Allgemeine Gesellschaft für chemische Industrie".

In the beginning its main task was the utilization of the invention of Dr. EDELEANU consisting in treating Kerosene with liquid SO_2 as solvent in order to obtain high class illuminating oil from any stock of inferior quality.

The first plant, installed in 1910 at Rouen, France, capacity about 40 tons, input per day turned out to be a big success and a series of plants was erected in quick succession in Roumania, Galicia and Balik Papan (Borneo). A short time before the war of 1914/18 also the Burmah Oil Co ordered a plant for Rangoon which could not be delivered on account of the war.

Later on a good number of plants for treating kerosene with SO_2 with capacities running up to 1000 tons per day were delivered to many Oil Companies in the United States, Great Britain, Dutch East Indies, Mexico, Trinidad, Bahrain, France, Germany, Italy and so on.

When the Company extended its work to treating lubricating oils of medium and high viscosity, also other solvents were used, i.e. SO_2 - Benzol, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, CH_2Cl_2 , Propane, Phenol and others.

In the years before the war a series of plants was delivered for combined extraction and dewaxing of lubricating oils and cylinder stock. Shortly before the war combined extraction and dewaxing of brown coal tar oil distillate was taken up and executed in a large plant at Espenhain near Leipzig which was put into operation during the war.

Beside the work on this problem the treating of residual oil was taken up, the residue being deasphalted first with Propane and afterwards extracted with Phenol. Construction

000354

work for a couple of plants on this scheme was started but had to be stopped before it was finished.

Follows a short description of the process of extraction and dewaxing of brown coal tar oil.

The wax containing tar oil distillate is introduced into the plant by a piston pump and contacted with the extract solution coming from the first mixer within a centrifugal pump. The mixture is refrigerated to about -10°C in a chiller whereby wax is crystallizing. The two phases get separated by a centrifuge. The phase containing the wax is taken by a pump and introduced into the first mixer where it is treated with SO_2 in counter-current at abt $+40^{\circ}\text{C}$. The extract solution leaving the first mixer at the bottom is mixed up with the incoming wax containing distillate, as mentioned above, whereas the raffinate solution, leaving the first mixer at the top is led to a series of evaporators. By heating with steam all the SO_2 is recovered and the intermediate raffinate leaves the extraction part of the plant free from SO_2 .

The non paraffinic tar oil distillate before being introduced into the second mixer is mixed up with the extract phase which leaves the centrifuge and does not contain any wax. In the second mixer the extract solution is extracted by petrol, most of which leaves the mixer at the top with the raffinate. In the third mixer the raffinate is once more washed by SO_2 to get rid of the last traces of creosot; the raffinate leaving the third mixer at the top is led to another series of evaporators by which the petrol as well as the SO_2 are completely recovered. The product leaving these evaporators represents a first class Diesel oil.

The extract solution coming from the bottom of the second and third mixer is put together into another series of evaporators where the petrol and SO_2 is recovered. The product leaving the last evaporator of this series is used as fuel oil.

Now we come back to the intermediate raffinate. This raffinate when entering the dewaxing division of the plant is first diluted by a few hundred percent of $C_2H_4Cl_2$ then cooled down by a chiller to about $+ 5^{\circ}C$ and led to an entirely new type of filter which has been developed by us in collaboration with a well known constructing firm. It may be called chain filter because it consists of an endless chain of small filter cells moving continuously. The wax cake leaves the filter containing merely traces of oil and is put into a series of evaporators in which the $C_2H_4Cl_2$ is completely recovered. The product leaving the last evaporator is a nearly finished hard wax.

The filtrate solution leaving the filter is put into another chain of evaporators where the $C_2H_4Cl_2$ is recovered. The product leaving the last evaporator is a second grade Diesel oil.

If wanted to, the filtrate coming from the filter can be refrigerated to $- 20^{\circ}C$ in a chiller than again dewaxed in a drum filter of well known design. By this operation a certain amount of soft wax can be gained. The remaining filtrate is a second grade Diesel oil with a low freezing point.

The hard wax has to be aftertreated with a small amount of sulphuric acid and clay to get the wanted white colour, the Diesel oil and the soft wax if there is produced any gets an aftertreatment with clay only, the fuel oil does not need any aftertreatment at all.

In the enclosed floor sheet all the features mentioned above are shown.

Another floor sheet is enclosed shows a low temperature plant for the extraction of petrol working at about $- 60^{\circ}C$. The plant has been installed by the "Concordia" at its Ploesti refinery in collaboration with our company. It does not need any explanation.

Edeleanu Gesellschaft m.b.H.

gez. P. J o d e c k
Chief Engineer

000356

27.- Separation of low-
temperature tars from
Brown Coal and
Oil Shales
with
Selective Solvents.
by
Dr. Ernst Terres,

000357

**Die Zerlegung von Schwelteeren
aus Braunkohle und Ölschiefer
mit selektiven Lösungsmitteln**

Von

Prof. Dr.-Jng. Ernst Terres,
Edeleanu-Gesellschaft m. b. H., Berlin

Sonderdruck

Druck von Wilhelm Knapp, Halle (Saale)

000358

000355

Die Zerlegung von Schwelteen aus Braunkohle und Olschiefer mit selektiven Lösungsmitteln¹⁾

Von Prof. Dr.-Ing. Ernst Terres, Edlecanu-Gesellschaft m. b. H., Berlin.

Kurze Übersicht über die Entwicklung der Raffinationsverfahren mit selektiven Lösungsmitteln.

Es sind nun fast 40 Jahre, daß Edlecanu als erster versucht hat, eine Raffination von Mineralölen mit selektiven Lösungsmitteln durchzuführen. Bis dahin kannte man nur die destillative Zerlegung von Mineralölen in Fraktionen verschiedenen Siedebereichs; zur weiteren Raffination dieser Fraktionen diente Schwefelsäure. Hierdurch wurden die darin vorhandenen unerwünschten Bestandteile als unverwertbarer Säureester abgetrennt und entfernt. Diese Eigenschaft der Schwefelsäure mag Edlecanu auf den Gedanken gebracht haben, flüssiges Schwefeldioxyd zu verwenden, was gleichzeitig den Vorteil brachte, daß es aus den als Extraktfraktion und Raffinatfraktion abgetrennten Lösungen wieder ausgetrieben und zurückgewonnen werden konnte, ohne mit den in ihm gelösten Stoffen in eine chemische Reaktion getreten zu sein. Es hat sich damals und bis in die zweite Hälfte der zwanziger Jahre ausschließlich um die Raffination von Leuchtpetroleum gehandelt, aus dem die aromatischen und die geringen Mengen olefinischer Bestandteile entfernt wurden. Gegen Ende der zwanziger Jahre fand diese Raffination mit selektiven Lösungsmitteln auch Anwendung auf Schmieröle. Flüssiges Schwefeldioxyd ist auch heute noch als selektives Lösungsmittel für alle Mineralölfraktionen — vom Benzin angefangen bis zum mittelschweren Schmieröl hinauf — unübertroffen. Erst mit den steigenden Anforderungen an die Eigenschaften der Schmieröle, besonders der Autoöle und der schwereren Schmieröle, reicht bei diesen das Lösungsvermögen des flüssigen Schwefeldioxyds für die höher molekularen unerwünschten Bestandteile und erst recht für asphaltische Schmierölfraktionen nicht mehr aus. Die N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij und meine Gesellschaft gingen (1929) dazu über, ein zweites Lösungsmittel einzuführen, das seinerseits vorzugsweise in flüssigem Schwefeldioxyd löslich ist, bei der Raffination infolgedessen in die Extraktfraktion geht und dabei gleichzeitig das Lösungsvermögen des flüssigen Schwefeldioxyds erhöht und zu variieren gestattet. Ein typischer Vertreter dieses zweiten Lösungsmittels ist das Benzol, und so entstand das Benzol-SO₂-Verfahren. Statt Benzol können auch andere Lösungsmittel mit ähnlichen Eigenschaften oder SO₂-Extrakte der niedrig siedenden Mineralölfraktionen verwendet werden.

Schon vorher hatte das Suchen nach anderen Lösungsmitteln mit selektiven Eigenschaften für Mineralöl-Kohlenwasserstoffe begonnen. Im Laufe der Jahre wurde auch eine große Anzahl²⁾ geeigneter Lösungsmittel aufgefunden, von denen aber nur sehr wenige Eingang in die Praxis fanden. Bereits im Jahre 1921 wurde von F. Schick bei der Deutschen Erdöl-AG. das Phenol und seine Homologe als geeignetes Lösungsmittel insbesondere für

1) Vortrag, gehalten am 26. Juni 1942 zu Halle (Saale) im Ausschuß für Vorschau und Vorkassung des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins.
2) Die Edlecanu-Gesellschaft hat allein über 25 Lösungsmittel und Lösungsmittelgruppen, die sich für die Extraktion, Entparaffinierung und Entasphaltierung von Mineralölen eignen, unter Patentschutz.

die Schmierölraffination gefunden, das erst gegen 1930 von der Standard Oil Co. of New Jersey als neu aufgefunden technisch verwertet wurde. Bei diesem Lösungsmittel mit großem Lösungsvermögen wird umgekehrt die selektive Eigenschaft durch Zugabe von geringen Prozentsätzen Wasser variiert. Im Jahre 1923 nahm Eichwald bei der Stern-Sonneborn AG. der heutigen Rhenania-Ossag, einen Patentschutz auf Furfural; dieses Lösungsmittel wurde von der Texas Company in die Praxis eingeführt. Von der Standard Oil Co. of Indiana ist um 1930 Clorex, d. i. β -Dichloräthyläther, als selektives Lösungsmittel zur Schmierölraffination verwendet worden, und 1932 haben Max B. Miller und Malcolm H. Tuttle in New York für Rückstandsöle die Kombination dem bereits 1929 Propan als Entasphaltierungs- und Entparaffinierungsmittel von der Union Oil Co. of California und das Prinzip des Duosol-Prozesses von der Bataafschen Petroleum Mij. (Professor van Dijk) unter Schutz gestellt worden waren. Das sind die wenigen Lösungsmittel, die sich für die Extraktion von Mineralölen mit selektiven Lösungsmitteln in der Technik bewährt haben, wobei das Clorex von Anfang an zurücktrat und nur in wenigen Anlagen in USA. Verwendung findet.

Ende der zwanziger Jahre wurde auch die Entparaffinierung mit selektiven Lösungsmitteln durchgeführt. Das erste Verfahren war 1928 das Benzol-Aceton-Verfahren der Texas Co., wenn man von der alten Arbeitsweise, bei der Benzol als Lösungsmittel benutzt wird, absieht. Dann kam 1929 die Entparaffinierung mit Propan der Union Oil Co. hinzu. Um die gleiche Zeit entwickelte meine Gesellschaft die Benzol-SO₂-Entparaffinierung, die mit der anderen Verhältnis, kombiniert wurde. Separator-Nobel bildete ab 1926 (patentiert im Deutschen Reich seit 1931) die Zentrifugen-Entparaffinierung mit Trichloräthylen (Barisol-Prozeß) aus, und die Deutsche Erdöl-AG. baute 1937/38 auf ihrem Werk Wilhelmsburg eine Dichloräthan-Entparaffinierungsanlage. Bei diesen Entparaffinierungsverfahren strebte man in erster Linie die Gewinnung von tiefstockenden Ölen aus paraffinhaltigen Schmierölfraktionen an und gab sich mit mehr oder weniger ölhaltigen Paraffingatschen zufrieden, deren Ölgehalte je nach den Ausgangsölen und der Viskosität der Fraktionen bis zu 60 vH und mehr betragen. Durch das Repulpen, d. i. die Wiederaufnahme des ölhaltigen Gatsches mit reinem Lösungsmittel bei tiefer Temperatur, und nochmaliger Filtration kommt man bis auf etwa 5–10 vH Öl im Gatsch, bei manchen Mineralölen bzw. Fraktionen davon nicht einmal so tief herunter. Ein zweiter Weg zur Entölung von ölhaltigen Paraffingatschen ist der der Rekrystallisation, d. i. vollständige Auflösung des ölhaltigen Gatsches in frischem Lösungsmittel, Abkühlen dieser Lösung auf Entparaffinierungstemperatur und Auskristallisieren des Paraffins mit nachfolgender Filtration. Erst die neuere Entwicklung, über die wir später noch sprechen, hat sich die Aufgabe gestellt, bei der Entparaffinierung direkt ölfreies Gesamtparaffin bzw. ölfreies Hart- und ölarmes Weichparaffin fraktioniert abzuscheiden und damit gleichzeitig den bis jetzt benutzten Schwitzprozeß zu ersetzen.

- 3 -

000359

Mit dieser chemisch-physikalischen Entwicklung hielt die apparative Ausgestaltung der Anlagen Schritt.

In die Schwelteeverarbeitung fand die Anwendung der selektiven Lösungsmittel frühzeitig Eingang, aber sie blieb in Teilverfahren stecken. So sei an die Spritzwäsche von E. Graefe bei den Riebeck'schen Montanwerken zur Schwelteeerdestillaten und auch Kohlschwelteen erinnert, die bereits 1911 eingeführt wurde. Während des Weltkrieges 1916 ist bei der Deutschen Erdöl-AG. auf ihrem Werk Rositz auch eine Anlage zur Extraktion von Braunkohlenteerdestillat und seine Zerlegung in ein paraffinisches Raffinat und einen paraffinfreien Extrakt mittels flüssigen Schwefeldioxyds von meiner Gesellschaft gebaut worden; das Raffinat wurde zur Paraffingewinnung weiterverarbeitet, während der Extrakt damals als Achsenöl Verwendung fand. Vor etwa sechs Jahren ist dann auf dem gleichen Werk Rositz eine Großversuchsanlage zur Selektivbehandlung von Schwelteeerdestillaten mit Phenol erstellt worden.

Alle diese Verfahren befaßten sich nur mit einem Teilvorgang der Gesamtaufarbeitung der Schweltee. Vor etwa sechs Jahren stellten wir uns die Aufgabe, die Gesamtzerlegung der Schweltee in Dieselöl, Heizöl, Tafelparaffin und Weichparaffin in einem kontinuierlichen Arbeitsgang zu lösen, gestützt auf unsere langjährigen Erfahrungen im Bau und Betrieb von Extraktions- und Entparaffinierungsanlagen auf dem Mineralölgebiet. Über dieses Arbeitsverfahren will ich heute berichten.

Die Extraktion mit selektiven Lösungsmitteln und ihre Darstellung in Dreieckskoordinaten.

Ehe wir auf die eigentliche Zerlegung von Schwelteen nach dieser Arbeitsweise eingehen, müssen wir uns mit den Vorgängen bei der Extraktion mit selektiven Lösungsmitteln vertraut machen.

Selektive Lösungsmittel haben, wie schon ihr Name sagt, die Eigenschaft, nur mit Mineralöl- bzw. Teerölbestandteilen bestimmter chemischer Struktur unbegrenzt mischbar zu sein, während sie anders gebaute Bestandteile in einem bestimmten Temperaturgebiet nicht oder nur wenig lösen; sie bilden also mit Mineralölen bzw. Teerölen in diesem Temperaturgebiet zwei flüssige Schichten, die sich voneinander trennen lassen. So sind flüssiges Schwefeldioxyd, Phenol, Furfural und Clorex mit den aromatischen Verbindungen und mit olefinischen Stoffen bis zu einer gewissen Molekülgröße unbegrenzt mischbar, während sie in einem bestimmten Temperaturgebiet naphthenische Kohlenwasserstoffe wenig und paraffinische noch weniger lösen; letztere Schicht ist die Raffinatfraktion, während die spezifisch schwere Lösung in diesen Lösungsmitteln als Extraktfraktion bezeichnet wird. Bei Propan liegen die Verhältnisse umgekehrt; Propan geht als paraffinischer Kohlenwasserstoff in Gegenwart eines der oben genannten selektiven Lösungsmittel in einem bestimmten Temperaturgebiet vorzugsweise in das Raffinat.

Lösungsvermögen und Selektivität ändern sich mit der Temperatur, und zwar nimmt mit steigender Temperatur ersteres zu und letzteres ab; es besteht für jedes selektive Lösungsmittel und ein bestimmtes, aus paraffinischen, olefinischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen bestehendes Gemisch eine Temperatur unbegrenzter Mischbarkeit, oberhalb deren keine Phasentrennung mehr eintritt.

Aber auch bei konstanter Temperatur ändern sich Lösungsvermögen und Selektivität in gleichem Sinne wie bei steigender Temperatur in dem Maße, in dem sich das selektive Lösungsmittel mit den darin löslichen Stoffen anreichert. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Extraktion in mehreren Stufen und im Gegenstrom durchzuführen. Das Ziel der Extraktion ist, die Raffinat-Kohlen-

wasserstoffe möglichst frei von Extraktbestandteilen und den Extrakt möglichst konzentriert und frei von Raffinatbestandteilen zu erhalten; das Raffinat muß also mit möglichst niedriger und der Extrakt mit möglichst hoher Dichte anfallen. Dieses Ziel erreicht man gewöhnlich nicht in mehrstufiger isothermer Arbeitsweise, sondern man muß gleichzeitig mit Temperaturgradient arbeiten. Je näher die Temperatur auf der Raffinatseite an der Temperatur unbegrenzter Mischbarkeit mit dem reinen Lösungsmittel liegt, d. h. je höher sie ist, um so reiner wird das Raffinat, und je tiefer die Temperatur auf der Extraktseite liegt, um so selektiver ist das Lösungsmittel bzw. die Extraktlösung gegen die Raffinat-Kohlenwasserstoffe und um so konzentrierter wird der Extrakt erhalten.

Der Gegenstrom wird in der Weise geführt, daß das Ausgangsöl zuerst mit der vorletzten Extraktlösung behandelt und die dabei entstehende Raffinatfraktion dem Strom des Lösungsmittels entgegengeführt wird; nur das nahezu fertig raffinierte Raffinat kommt mit dem reinen Lösungsmittel zusammen.

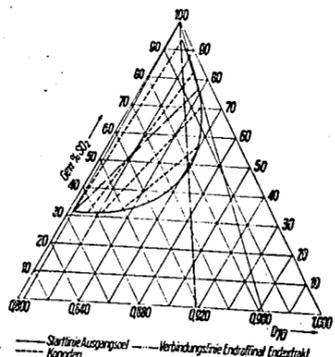


Abb. 1. Braunkohlenschwelteeerdestillat, SO₂-Extraktion bei +40° C.

Diese Verhältnisse lassen sich am eindeutigsten mittels einer graphischen Darstellung übersehen. Hierzu wählt man die Eintragung der Werte für die zusammengehörigen Raffinate und Extrakte in Dreieckskoordinaten, wie es Hunter und Nash zuerst getan haben.

Die hier zu betrachtenden Lösungen bestehen alle aus Lösungsmittel, Raffinat und Extrakt. Da die beiden letzteren nur umständlich und ungenau nebeneinander zu bestimmen sind, wählt man nach dem Vorbild von Hunter und Nash eine additive Eigenschaft, die gleichzeitig ein Maß für das vorhandene Verhältnis von Raffinat zu Extrakt ist; eine solche Größe ist die Dichte oder bei Schmierölen auch die Viskositäts-Dichte-Konstante. Durch diesen Kunstgriff gestaltet sich die Analyse der einzelnen Phasen und deren Eintragung in die Dreieckskoordinaten sehr einfach. Man hat nur den Gehalt der Lösung an Lösungsmittel und die Dichte des lösungsmittelfreien Öles zu ermitteln.

Die Spitze des Dreiecks (Abb. 1) stellt das reine Lösungsmittel (100 vH) dar, während die Einteilung der Dreiecksbasis das in Frage kommende Bereich der Dichten (z. B. D₂₀) umfaßt. Auf jeder Winkelteilenden von Dreiecksspitze auf Basis gefällt, ist das Verhältnis Raffinat zu Extrakt konstant. Jede Winkelteilende stellt infolgedessen alle Lösungen des gleichen Verhältnisses

Extrakt zu Raffinat, d. h. Lösungen der Ölkomponente mit konstanter Dichte in dem Bereich von 0 bis 100 vH Lösungsmittel, dar. Zur Darstellung einer Lösung eines Oles braucht man nur den Prozentgehalt an Lösungsmittel auf der Winkelteilenden, die seiner Dichte entspricht, einzuzichnen.

Man erhält für jede Phasenbildung zwei zusammengehörige Werte, einen, der die Raffinatlösung, und einen, der die zugehörige Extraktlösung darstellt. Trägt man die bei Anwendung verschiedener Lösungsmittelmengen und bei Variation der Dichte der Ölkomponente durch entsprechende Zumischung von artemgem Raffinat oder Extrakt zum Ausgangsöl erhaltenen zusammengehörigen Raffinat- und Extraktlösungen auf, so erhält man eine Kurve; Es ist dies eine isotherme. Innerhalb der Kurve liegt das Phasengebiet, außerhalb das Gebiet homogener Lösungen.

Aus einer solchen Isotherme lassen sich alle wünschenswerten Angaben über das Verhältnis von Lösungsmittelmengen und Ausgangsöl, die Raffinat- und Extraktqualität, die Raffinat- und Extraktmenge, das bei der betreffenden Arbeitstemperatur und der angewandten Lösungsmittelmengen erreichbare beste Raffinat und der Extrakt mit höchst erreichbarer Dichte und weiter die Ausbeute an diesen beiden ablesen bzw. errechnen. Erforderlich ist natürlich für die Auswertung, daß die eingetragenen Raffinat- und Extraktlösungen auch wirklich dem Gleichgewichtszustand bei der Arbeitstemperatur entsprechen. Auch bei noch nicht eingetretener Gleichgewichts- und Gleichgewichtslösung des betreffenden Oles mit dem betreffenden Lösungsmittel darstellt, gleichgültig, ob das Gleichgewicht erreicht ist oder nicht; aber die Verbindungslinien zwischen zusammengehörigen Raffinat- und Extraktlösungen haben andere Neigungswinkel, wenn sie im Gleichgewicht sind, als wenn sie es nicht sind.

Eine solche Kurve heißt Binode, und die Verbindungslinie zwischen einem Extrakt und dem dazugehörigen Raffinatpunkt heißt Konode.

Die Abb. 1 zeigt eine solche Binode für ein Schwelteeextrakt und flüssiges Schwefeldioxyd als selektives Lösungsmittel. Für die experimentell im Gleichgewichtszustand ermittelten Werte der Raffinat- und Extraktlösungen sind die Konoden eingezeichnet. Außerdem ist die Winkelteilende entsprechend der Dichte des Ausgangsöles ($D_{70} = 0,918$) eingezeichnet. Man sieht, daß alle mit diesem Ausgangsöl bei Anwendung verschiedener Mengen Lösungsmittel gewonnenen Konoden diese Winkelteilende, d. i. die Startlinie, schneiden. Diese Schnittpunkte auf der Winkelteilenden stellen die Zusammensetzung der Lösungen (Öl-Lösungsmittel) dar, bevor diese in eine Extrakt- und Raffinatphase auseinandergefallen sind; sie stellen infolgedessen die Ausgangsmischung dar und zeigen an, wieviel Lösungsmittel und Öl angesetzt worden sind.

Die Raffinatlösungen liegen auf dem unteren Kurvenast, und das anzustrebende Raffinat entspricht dem äußersten Punkt links außen dieses Kurvenastes; die Extraktlösungen liegen auf dem oberen Kurventeil, und der Extrakt höchster Dichte liegt an dem Berührungspunkt der von der Dreiecksspitze an die Kurve gelegten Tangente. Aus der Abbildung ergibt sich, daß man mit viel Lösungsmittel in der Ausgangsmischung immer zu einem guten Raffinat kommt, und zwar ist die Dichte des letzteren um so niedriger, je mehr Lösungsmittel im Verhältnis zum Öl zur Anwendung gekommen ist; aber die zugehörigen Extrakte sind nicht genügend ausraffiniert und enthalten noch viel Raffinatbestandteile.

Die Verbindungslinie zwischen dem Punkt des Raffinats niedrigster Dichte und dem Punkt des Extraktes höchster Dichte schneidet die Winkelteilende des Ausgangsöles, und der Schnittpunkt auf dieser Winkelteilenden stellt die Zusammensetzung der hypothetischen Ausgangsmischung Öl-Lösungsmittel dar, aus der sich ergibt, Endraffinat und den gewünschten Endextrakt durchgeführt werden kann. Diese Zerlegung ist, da der gewünschte Extrakt und das gewünschte Raffinat keine sich entsprechenden Punkte auf den Binoden sind, nur in mehreren isothermen Stufen zu erreichen.

Durch die Winkelteilende, welche die Ausgangslösungen darstellt, d. h. die Startlinie, wird aber auch jede Konode in zwei Teile zerschnitten. Die dadurch entstehenden beiden Konodenstrecken sind proportional den Mengen Extrakt- und Raffinatlösungen, die dieser Konode zugehören, und zwar entspricht das Konodenstück vom Raffinatpunkt bis zur Winkelteilenden der Menge Extraktlösung und die andere Konodenstückstrecke von der Winkelteilenden bis zum Extrakt der Menge Raffinatlösung.

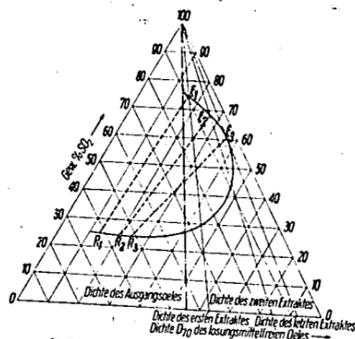


Abb. 2. Isotherme Zerlegung der Extraktlösung durch Verdünnung der Lösungsmittelkonzentration.

Ebenso wird die Verbindungslinie, welche das Raffinat niedrigster Dichte mit dem Extrakt höchster Dichte verbindet, durch die Startlinie im Verhältnis der Mengen Endraffinatlösung und Endextraktlösung geteilt, die als Endergebnis der mehrstufigen Zerlegung des Ausgangsöles mit den sich aus dem Schnittpunkt auf der Startlinie ergebenden Mengen Gesamtlösungsmittel und Ausgangsöl erhalten werden.

Auf der Abb. 2 ist schematisch dargestellt, wie eine Konzentrierung der Extrakte erreicht werden kann. Die Raffinat- und Extraktlösungen R1 und E1, welche der obersten Konode zugehören, zeigen, daß mit viel Lösungsmittel immer ein gutes Raffinat (mit niedriger Dichte) erhalten wird, das bei Anwendung von mehr Lösungsmittel unter Umständen, d. h. immer dann, wenn die Konode nicht mit der Winkelteilenden des Punktes R1 zusammenfällt, noch verbessert werden kann. Zu dem Raffinat R1 gehört der Extrakt E1, der noch nicht genügend ausraffiniert ist und entsprechend seiner Dichte noch viel Raffinatbestandteile enthält; mit mehr Lösungsmittel ist eine weitere Zerlegung dieses Extraktes E1 möglich, da vom Punkte E1 an mit steigendem Lösungsmittelgehalt der Lösungen nur homogene Lösungen entstehen. Durch Verminderung des Gehalts der Lösung von E1 an Lösungsmittel tritt aber eine Verschiebung

des Punktes E1 auf seiner Winkelteilenden in das Phasengebiet ein, und es findet ein erneuter Zerfall des Extraktes E1 in ein neues Raffinat und einen neuen — konzentrieren — Extrakt statt. So zerfällt die Extraktlösung E1 auf der Abbildung durch Verringerung des SO_2 -Gehalts der Lösung — sei es isotherm oder bei höherer Temperatur und Wiederabkühlen auf die isotherme Arbeitstemperatur — von etwa 75 vH auf 60 vH in die neue Raffinatlösung R2 und die neue Extraktlösung E2 mit höherer Extraktstärke als E1. Die Extraktlösung E2 kann durch weiteren Entzug von Lösungsmittel weiter zerlegt werden; durch Verminderung des SO_2 -Gehalts von etwa 67 vH auf etwa 57 vH (siehe Abb. 2) zerfällt die Extraktlösung E2 in die neue Raffinatlösung R3 und die neue Extraktlösung E3. Mit E3 ist man am Ende der Extraktlösungszerlegung durch Verminderung des Lösungsmittelgehalts, da E3 dem Berührungspunkt der von der Dreiecksspitze an die Kurve gelegten Tangente entspricht und den für dieses Ausgangsöl bei der betreffenden Arbeitstemperatur dichtesten Extrakt darstellt. Die Raffinat-

lösungen R3 und R2 können umgekehrt stufenweise durch weitere Verdünnung mit Lösungsmittel ebenfalls weiter zerlegt werden, deren Endraffinatlösung schließlich R1 bzw. eine mit noch niedrigerer Dichte wäre. Man kann also durch stufenweise Verminderung des Lösungsmittelgehalts der Extraktlösungen und stufenweise Verdünnung der Raffinatlösungen eine Zerlegung des Ausgangsöles in die gewünschte Endraffinat- und Endextraktlösung durchführen. Von dieser Zerlegung der Extraktlösung durch Lösungsmittelentzug macht z. B. die Praxis beim Backwash-Verfahren Gebrauch, bei dem auf der Extraktseite im Gebiet konzentrierter Extrakte eine weitere Steigerung der Extraktstärke durch Erzeugung einer Raffinatphase dadurch erzwingen wird, daß ein Teil des Extraktes aus dem Extraktionssystem herausgenommen, ein Teil des Lösungsmittels daraus verdunstet und nach Abkühlung auf die Temperatur des Extraktionssystems wieder in dieses zurückgeführt wird. Aber auch der üblichen Arbeitsweise bei der Extraktion liegen diese Zusammenhänge zugrunde; man dampft zwar in der Praxis das Lösungsmittel nicht teilweise aus, wie es oben geschildert wurde, sondern man setzt den Lösungsmittelgehalt herunter durch Zumischung lösungsmittelfreier Ausgangsöles oder lösungsmittelärmerer Raffinatlösungen zu den lösungsmittelreicheren Extraktlösungen. Man arbeitet in der Praxis, um bei Abb. 2 zu bleiben, wie folgt: Das Ausgangsöl wird

mit Extraktlösung E2 mit etwa 67 Gew.-Proz. SO_2 gemischt, wobei ein isothermer Zerfall in Extraktlösung E3 (61 Gew.-Proz. SO_2) und eine Raffinatlösung R3 eintritt; die Raffinatlösung R3 mit etwa 25 Gew.-Proz. SO_2 (nach Abbildung) wird mit der Extraktlösung E1 mit etwa 75 Gew.-Proz. SO_2 gemischt und zerfällt in die Raffinatlösung R2 und die Extraktlösung E2; die Raffinatlösung R2 wird dann mit reinem Lösungsmittel in die Raffinatlösung R1 und die Extraktlösung E1 mit etwa 75 Gew.-Proz. SO_2 zerlegt.

Die auf die weiter oben geschilderte Weise für bestimmte Ausgangsöle aufgestellten Binoden sind charakteristisch für das betreffende Öl und das betreffende Lösungsmittel. Die Abb. 3 zeigt drei verschiedene Binoden, eingezeichnet in dasselbe Koordinatendreieck. Die Kurve links (I) entspricht einem Braunkohlenschwelterdestillat, die mittlere (II) einem Schieferöldestillat und die Kurve rechts (III) einem langen Schnitt eines paraffinischen Schmieröles. Alle drei Ausgangsöle haben die gleiche Dichte von 0,918, und die Kurven sind vergleichbar.

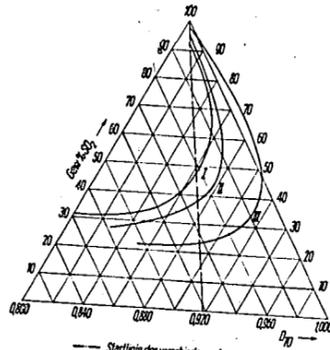


Abb. 3. SO_2 -Extraktionen, Isothermen bei $+40^\circ C$. I Braunkohlenschwelterdestillat, II Schieferöldestillat, III Schwerköldestillat (Persian Wax Cut).

Die drei Öle unterscheiden sich dadurch, daß das Phasengebiet wächst vom Schwelteeer zum Mineralöl, daß also der paraffinische Anteil in derselben Reihenfolge größer wird und gleichzeitig auch die Extrakt-Kohlenwasserstoffe in der Dichte beim Schieferöl und in noch höherem Maße beim Mineralöl ansteigen. Dementsprechend sind auch die Aufarbeitung dieser Ausgangsöle und die daraus gewinnbaren Produkte sehr verschieden.



Abb. 4. Zerlegung von Mineralöl.

Aufarbeitungsschemen für Mineralöl, Schieferöl und Braunkohlenschwelter.

Auf den Abb. 4, 5 u. 6 sieht man in vereinfachter Form das Aufarbeitungsschema für jeden dieser drei Ausgangsöle.

Zunächst die Aufarbeitung für Mineralöl (Abb. 4). Jedes Mineralöl wird destillativ in der atmosphärischen und anschließend in der Vakuumstufe in Fraktionen aufgeteilt. Jede dieser Fraktionen bedarf einer Raffination. Bei den Benzinen ist der Extrakt der wertvollere Teil; Extrakte mit etwa 95 vH Aromaten haben Oktanzahlen von etwa 92 bis 95 und werden als Komponente bei der Herstellung von Fliegerbenzin oder zur Gewinnung von Benzol und Homologen verwandt. Diese hohe Konzentration der Extrakte wird durch Tieftemperaturextraktion der Benzinfraction mit SO_2 allein oder zusammen mit einem Hilfslösungsmittel (z. B. Propan) bis zu $-60^\circ C$ herunter oder durch Benutzung der SO_2 -Extrakte (von

—10 bis —20° C) der Benzinfraction als Extraktionsmittel höher siedender Fraktionen, z. B. von Schmieröl, und destillative Trennung des leichten Benzinextraktes vom schweren Schmieröl extrakt erhalten. Bei den nächsten Fraktionen ist das Raffinat das wertvollere Produkt. Bis zum mittelschweren Maschinenöl etwa genügt flüssige SO_2 als Extraktionsmittel und ist sogar leicht zu ersetzen. Bei den viskoserer Fraktionen ist das Lösungsvermögen von SO_2 nicht mehr ausreichend, und die Extraktion wird mit Benzol- SO_2 oder Furfurol oder Phenol usw., d. h. mit Lösungsmitteln geringerer Selektivität, aber größerem Lösungsvermögen für die zu entfernenden Stoffe, durchgeführt. Außerdem sind bei allen paraffin- oder gemischtbasischen Ölen diese höheren Fraktionen zu entparaffinieren zur Gewinnung von tiefstockenden Ölen sowie Rohparaffin. Alle Produkte erfordern je nach den Ansprüchen an Farbe und Stabilität eine mehr oder weniger starke Nachbehandlung mit Schwefelsäure und Erde oder eines davon.

Oder man arbeitet bei der Destillation des Mineralrohöles auf ein längeres oder kürzeres Rückstandsöl, das dann entschluffert, extrahiert, entparaffiniert und nachbehandelt werden muß, um z. B. ein Flugmotorenöl zu erhalten.

Die Abb. 5 zeigt die Aufarbeitung von Schieferöl, bestehend aus einer destillativen Zerlegung des Rohöles in zwei Stufen in Benzol, eine paraffinhaltige Fraktion, eine paraffinfreie Fraktion und einen Rückstand. Die paraffinhaltige Fraktion wird selektiv behandelt, und zwar mit SO_2 in ein paraffinisches SO_2 -Raffinat und ein paraffinfreies SO_2 -Extrakt zerlegt; letzterer ist nach Entfernung des Lösungsmittels fertiges Heizöl. Das SO_2 -Raffinat wird von SO_2 befreit, in Dichloräthan gelöst, bei etwa +5° Tafelparaffin und aus dem Filtrat von diesem bei etwa —20° nach Zusatz von etwas SO_2 Weichparaffin abgeschieden. Das paraffinfreie Filtrat wird durch Fraktionierung im Vakuum in Dieselöl und je nach Fraktionen zerlegt, wobei die schwerste Fraktion als Rückstand erhalten wird. Auch hier sind die Produkte Dieselöl, Schmieröl, Hart- und Weichparaffin verschieden stark nachzubehandeln.

Die Abb. 6 veranschaulicht die Braunkohlenschwelterzerlegung. Bis nach der SO_2 -Extraktion ist die Behandlung derjenigen des Schieferöles vollkommen gleich; auch die Entparaffinierung des SO_2 -Raffinats ist dieselbe, nur daß das hier anfallende paraffinfreie Filtrat eine Dieselölkomponente darstellt. Eine zweite Dieselölkomponente wird aus dem SO_2 -Extrakt ohne Ausdampfung der SO_2 nach Zumischung der paraffinfreien Mittelölfraction durch Extraktion mit einem leichten Benzinschnitt gewonnen; der in dieser Benzinschneide anfallende Endextrakt ist nach Entfernung der Lösungsmittel fertiges Heizöl. In diesem Zerlegungsschema ist außerdem noch die Verarbeitung des Destillationsrückstands auf Elektrodenkoks vorgesehen.

Die Selektivbehandlung des Schwelteres umfaßt also drei Phasen:

1. die Extraktion der paraffinhaltigen Fraktion mit SO_2 ;
2. die Extraktion des hierbei anfallenden SO_2 -Extraktes nach Zumischung der paraffinfreien Fraktion mittels Benzins, und
3. die fraktionierte Abscheidung von Tafel- und Weichparaffin mit Dichloräthan aus dem SO_2 -Raffinat nach Entfernung der SO_2 .

Diese drei Phasen wollen wir jetzt im einzelnen betrachten.

Die Zerlegung von Braunkohlenschwelter in ein SO_2 -Raffinat und in einen SO_2 -Extrakt.

Kehren wir zu diesem Zweck zu der Binode für Schwelterdestillat zurück. Die in Abb. 7 dargestellte Kurve ist bei 40° C aufgenommen worden. Wir haben bereits gelernt, daraus die Ausgangsmischung Öl-Lösungsmittel, die Mengen der zusammengehörigen Extrakt- und Raffinatlösungen sowie die Qualität der lösungsmittelfreien Raffinate und Extrakte zu entnehmen. Man kann aber noch mehr daraus ableiten.

Das Ziel der Extraktion ist, das Ausgangsöl unter den angewandten Bedingungen in das beste Raffinat (auf dem

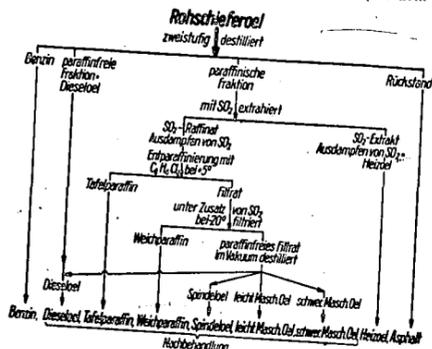


Abb. 5. Zerlegung von Schieferöl.

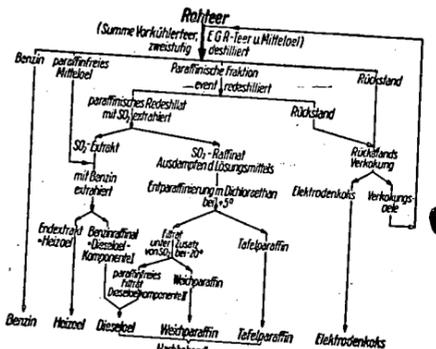


Abb. 6. Zerlegung von Braunkohlenschwelter.

unteren Kurvenast links außen) und den Extrakt mit höchster Dichte zu zerlegen. Verbindet man diese zwei Punkte, so gibt uns der Schnittpunkt dieser Linie mit der Startlinie, wie wir bereits gesehen haben, die für diese Menge Ausgangsöles notwendige und ausreichende Menge Lösungsmittel, in diesem Fall rund 100 Gewichtsprozent, daß diese Zerlegung in das genannte Raffinat und den Extrakt höchster Dichte nur in mehreren Stufen zu erreichen ist. Wir können nun weiter die für diese Zerlegung erforderliche Anzahl Stufen theoretisch ermitteln sowie die Zusammensetzung von Extrakt- und Raffinatlösung in jeder Stufe. Die zu diesen Feststellungen erforderlichen Unterlagen können wir konstruktiv ermitteln.

Es ist klar, daß die Summe Ausgangsöl + Lösungsmittel gleich ist der Summe Raffinatlösung + Extraktlösung, denn die letzteren entstehen aus den ersteren beiden oder, anders ausgedrückt, die in der Zeiteinheit aus dem Extraktionssystem austretenden Mengen Raffinatlösung und Extraktlösung sind gleich den eintretenden Mengen Ausgangsöl und Lösungsmittel.

Es stehen aber auch weiter die sich in der Zeiteinheit im Gegenstrom bewegenden Flüssigkeitsmengen der einzelnen Querschnitte des Extraktionssystems zueinander in einer einfachen geradlinigen Beziehung.

Auf der Extraktseite tritt die Endraffinatlösung aus und das Ausgangsöl ein; auf der Raffinatseite tritt die Endraffinatlösung aus und das reine Lösungsmittel ein.

Es gehören also zusammen die Endraffinatlösung (auf dem linken Kurvenast) und das reine Lösungsmittel (Spitze des Dreiecks) sowie das lösungsmittelfreie Ausgangsöl (Schnittpunkt der Startlinie mit der Dreiecksbasis) und die Endextraktlösung (Tangentenberührung an der Binode). Verbindet man diese Punkte miteinander, so erhält man

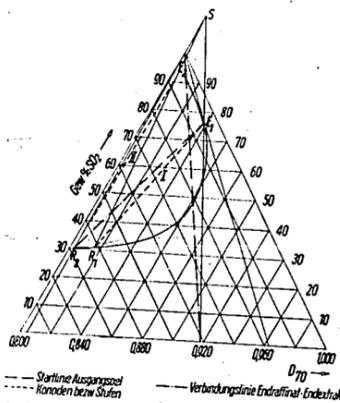


Abb. 7. Braunkohlenschwelterdestillat, SO_2 -Extraktion in zwei Stufen bei +40° C.

zwei Geraden, die sich außerhalb des Dreiecks in dem Punkt S schneiden. Dies trifft aber nicht nur für die Endstufen, sondern auch für jede Zwischenstufe der Extraktion zu.

Bestimmt man für die Zwischenstufen experimentell die Werte der in diese Stufe eintretenden und dort mit der Extraktlösung der Vorstufe zur Zerlegung kommenden Zwischenraffinatlösung und ebenso den hierbei entstehenden Extrakt und verbindet die Punkte Zwischenraffinat und den in dieser Stufe entstehenden Extrakt durch eine Gerade, so geht auch diese Gerade durch den Punkt S. Diese Tatsache läßt sich mathematisch begründen, und man kann beweisen, daß es so sein muß. Für uns genügt es, zu wissen, daß es so ist. Wir können also den Punkt S immer ermitteln aus den Punkten für Endraffinatlösung und der Dreiecksspitze, der Endextraktlösung und dem Schnittpunkt der Startlinie mit der Dreiecksbasis. Weiter können wir dann mit dem Punkt S die Anzahl Stufen ermitteln, die theoretisch notwendig sind, um aus einem bestimmten Ausgangsöl und einer bestimmten Menge Lösungsmittel das gewünschte Endraffinat und den gewünschten Endextrakt zu erhalten.

Die Extraktion geht wie folgt im Gegenstrom vor sich: Der vorletzte Extrakt E2 und das Ausgangsöl werden in

der ersten Stufe gemischt und in Endextrakt E1 und ein Zwischenraffinat R1 getrennt. Dieses Zwischenraffinat ist durch die durch den Endextrakt gegebene Konode festgelegt. Dieses Zwischenraffinat R1 wird in der zweiten Stufe mit dem Zwischenextrakt aus der dritten Stufe*) gemischt und ebenso in ein Raffinat und einen Extrakt (nämlich obigen vorletzten Extrakt) zerlegt. Der Lagepunkt dieses Extraktes auf der Binode ist zunächst unbekannt; man weiß aber, daß er der Schnittpunkt der Verbindungslinie des genannten Zwischenraffinats mit Punkt S auf der Binode sein muß. Ermittelt man ihn auf diese Weise, so gibt die Konode dieses Punktes wieder das zugehörige Raffinat, und nun kann man in gleicher Weise die nächste Stufe ermitteln usw.

Man sieht, daß die isotherme Zerlegung des Schwelterdestillats bei 40° C bei gegebenem Verhältnis Ausgangsöl und Lösungsmittel in das bestmögliche Raffinat und den spezifisch schwersten Extrakt in zwei Stufen möglich ist. Das ließ sich auch schon aus der Neigung der Konoden

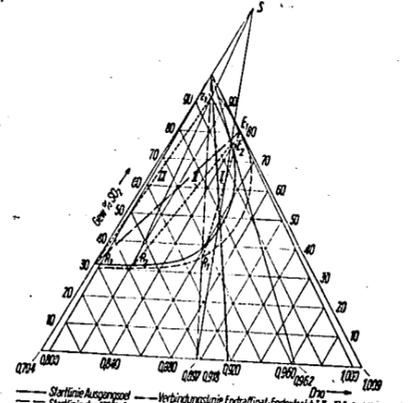


Abb. 8. Braunkohlenschwelter, SO_2 -Extraktion mit Temperaturgradient in drei Stufen bei +40°, +40° und —10° C.

vorhersehen. Je stärker die Konoden divergieren, um so größer ist die Extraktionswirkung jeder Stufe und um so weniger Stufen sind zur bestmöglichen Zerlegung erforderlich. Bei Mineralschmierölen sind meistens drei bis vier und sogar mehr Stufen zur Zerlegung in Endraffinat und Endextrakt erforderlich.

In der Praxis führt man die Extraktion jedoch mit einem Temperaturgradienten durch. So kann man den Endextrakt von 40° weiter zerlegen durch Abkühlen auf tiefere Temperatur. Das zeigt die Abb. 8. Das Schwelterdestillat wird bei 40° C und bei —10° C zerlegt. Dazu ist die —10°-Binode aufzustellen. Der spezifisch schwerste Extrakt ergibt sich wieder aus dem Berührungspunkt der von der Dreiecksspitze an die Binode gelegten Tangente.

Die Schwelterzerlegung hat demnach in drei Stufen zu erfolgen: in der —10°-Stufe als erster Stufe, in der der Endextrakt gewonnen wird und das Ausgangsöl eintritt*)

*) Wie aus dem Weiterfolgenden hervorgeht, erfordert Schwelter keine dritte Stufe, sondern das Zwischenraffinat R1 wird und R2.
 *) Wie man sieht, kann man auf zwei Wegen den Effekt der extrahierten 40°-Stufe erreichen, entweder durch Pleierkühlen des Endextraktes in die —10°-Stufe oder durch gleichzeitige Einführung des Extraktes der 40°-Stufe in die —10°-Stufe, wobei dieser dann mit dem Extrakt der —10°-Stufe in den Endextrakt (—10°) und ein Zwischenraffinat zerlegt wird.

und durch Zumischen der Endextraktlösung der 40°-Stufe zerlegt wird, und aus zwei weiteren Stufen bei +40° C. Dabei wird erst in der dritten Stufe, aus der die Endraffinatlösung austritt, das reine Lösungsmittel zugeführt. Es wird also in der ersten Stufe das Ausgangsöl $D_{70} = 0,918$ gemischt mit Endextrakt E 2 der 40°-Stufe (Extrakt-dichte $D_{70} = 0,962$, SO_2 -Gehalt der Extraktlösung rund 77 Gew.-Proz.) und bei -10° in die Endextraktlösung E 1 (Extrakt-dichte $D_{70} = 1,009$; SO_2 -Konzentration der Lösung rund 89 Gew.-Proz.) und eine Zwischenraffinatlösung R 1 (Raffinatdichte $D_{70} = 0,897$ mit einem SO_2 -Gehalt der Lösung von rund 36 Gew.-Proz.) zerlegt. Letztere Zwischenraffinat-lösung R 1 ist der Ausgangsstoff für die 40°-Stufe. Sie wird hier in der zweiten Stufe mit der Extraktlösung der 30°-Stufe E 3 (Extrakt-dichte $D_{70} = 0,878$ mit einem SO_2 -Gehalt dieser Lösung von rund 93 Gew.-Proz.) gemischt, wodurch sie in die Extraktlösung E 2 (Extrakt-dichte $D_{70} = 0,962$ = Extrakt der zweiten Stufe) und eine zweite Zwischenraffinatlösung R 2 (Raffinatdichte $D_{70} = 0,820$ und einem SO_2 -Gehalt der Lösung von rund 32 Gew.-Proz.) zerfällt. Diese Zwischenraffinatlösung R 2 wird dann mit reinem Lösungsmittel gemischt und in die Extraktlösung E 3 (Extrakt-dichte $D_{70} = 0,878$) und die Endraffinatlösung R 3 (Raffinatdichte $D_{70} = 0,794$ und einem SO_2 -Gehalt dieser Lösung von rund 32 Gew.-Proz.) zerlegt. Diese beiden 40°-Stufen werden in ein und denselben Turmischer, der entsprechend dimensioniert ist, ohne Unterteilung in die einzelnen Stufen durchgeführt.

Vergleichen wir nun die bei diesen Behandlungen erhaltenen Dichten für Raffinat und Extrakt als Maßstab für den Extraktionseffekt.

Bei ausschließlich isothermer Behandlung bei 40° waren aus dem Ausgangsöl mit der Dichte $D_{70} = 0,918$ ein Endraffinat von 0,802 und ein Endextrakt von 0,962 erhalten worden. Bei nachgeschalteter -10°-Stufe ist das Endraffinat auf 0,794 verbessert worden dadurch, daß das im Endextrakt bei +40° noch enthaltene Weichparaffin bei der Tieftemperaturstufe nun ebenfalls ins Raffinat überging, wobei der -10°-Endextrakt in der Dichte anwächst auf $D_{70} = 1,009$.

Aus diesen Werten läßt sich die Mehrausbeute an Raffinat durch Hinzufügung der -10°-Stufe berechnen. Bei rein isothermer Behandlung bei +40° in zwei Stufen sind erhalten worden: 27,5 vH Raffinat mit der Dichte $D_{70} = 0,802$ und ein Extrakt mit einem Stockpunkt von +20° C.

Bei zweistufiger Behandlung bei +40° und nachgeschalteter einstufiger Behandlung bei -10° sind erhalten worden als Endergebnis: 40,4 vH Endraffinat mit der Dichte $D_{70} = 0,794$, d. h. rund 13 vH mehr Raffinat als bei rein isothermer Behandlung bei +40°; dabei haben die beiden 40°-Stufen 24,7 vH (infolge der eingetretenen Verschiebung in der Dichte des Endraffinats) und die -10°-Stufe weitere 15,7 vH gebracht. Der Extrakt mit 1,009 Dichte (D_{70}) hatte nun einen Stockpunkt von -30° C.

Damit haben wir alles erreicht, was mit flüssigem Schwefeldioxyd als selektivem Lösungsmittel bei diesem Schmelzpunkt zu erreichen ist, es sei denn, daß man noch eine weitere Stufe mit noch tieferer Behandlungstemperatur, z. B. -25° oder -30° oder tieferer Temperatur, nachschaltet. Ob dieser Weg zweckmäßig ist oder nicht, hängt von dem dadurch zusätzlich erreichbaren Extraktionseffekt ab und ist vor allem eine wirtschaftliche Frage.

Die Zerlegung des SO_2 -Extraktes aus Braunkohlenschwelter mit Benzin.

Der restliche Teil Raffinat, der noch in dem Extrakt von -10° C verblieben ist, wird in der Benzinwäsche

dieses Extraktes herausgenommen. Im technischen Betrieb wird in dieser Benzinwäsche das destillativ abgetrennte, paraffinfreie Mittelöl mitextrahiert und ebenfalls in Raffinat und Extrakt zerlegt; hierdurch gestalten sich die Extraktionsverhältnisse in der Benzinwäsche etwas günstiger. Bei unseren jetzigen Betrachtungen sehen wir hiervon ab und extrahieren nur den -10°-C-Endextrakt ohne Ausdampfung des Lösungsmittels (SO_2) direkt mit einer leicht siedenden Benzinfraktion. Auch für diese Phase der Gesamtzerlegung haben wir die entsprechende Binode aufgestellt, allerdings nicht bei -10° C, sondern bei 0° C; dadurch ist die Dichte (D_{70}) des Endextraktes etwas niedriger, d. h. 1,045 gegenüber etwa 1,060 bei -10° C.

Abb. 9 zeigt die Binode der Benzinwäsche. Diese Kurve liegt mit dem Phasengebiet nach rechts, und der Raffinatanteil der Kurve liegt oben. Die Dreiecksbasis stellt die Dichte (D_{70}) der SO_2 -haltigen Lösungen und die Dreiecksspitze das reine Lösungsmittel — in diesem Fall Benzin — dar. Bei diesem Extraktionsvorgang handelt es sich um

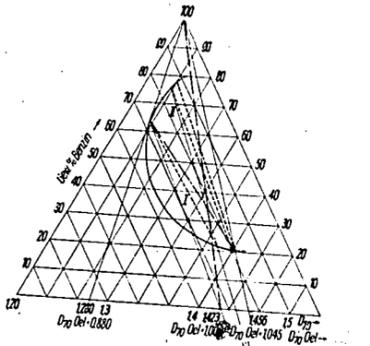


Abb. 9. Braunkohlenschwelterdestillat, Benzinwäsche des SO_2 -Extraktes in zwei Stufen bei -10° C.

die Restauswaschung der Raffinatbestandteile aus dem SO_2 -Extrakt.

Diese Benzinextraktion unterscheidet sich von der oben besprochenen SO_2 -Extraktion dadurch, daß das Lösungsmittel Benzin in das Raffinat geht, und dann dadurch, daß der Ausgangsstoff — der End- SO_2 -Extrakt in SO_2 -Lösung — in einem Turmischer von oben nach unten dem aufsteigenden leichteren Benzin entgegengeführt wird; am unteren Ende des Extraktionssystems tritt also der Extrakt der Benzinwäsche aus und im Gegensatz zur SO_2 -Extraktion das Lösungsmittel (Benzin) ein, und am oberen Ende tritt die Raffinatlösung der Benzinwäsche aus und der Ausgangsstoff ein. Der obere Kurventeil der Binode stellt die Raffinatlösungen und der untere Kurventeil die Extraktlösungen dar. Das Raffinat mit der niedrigsten Dichte wird hier durch die von der Dreiecksspitze an die Binode gelegte Tangente gefunden, während der Extrakt höchster Dichte auf dem äußersten Ende des unteren Kurvenastes rechts außen liegt. Mit viel Lösungsmittel erhält man hier im Gegensatz zur SO_2 -Extraktion immer einen Extrakt von hoher Dichte, aber ein Raffinat, das noch viel Extraktbestandteile enthält; mit wenig Lösungsmittel erhält man ein Raffinat von niedriger Dichte und einen Extrakt mit viel Raffinatbestandteilen. Aus

einer gegebenen Raffinatlösung kann man hier im Gegensatz zur weiter oben besprochenen SO_2 -Extraktion durch Entfernung von Lösungsmittel einen Zerfall in eine neue als das der Ausgangslösung) und eine zugehörige Extraktlösung (eines Extraktes entsprechender Dichte), und dementsprechend kann man durch Behandlung eines Extraktes mit steigenden Mengen Lösungsmittel die Dichte des Extraktes erhöhen. Diesen Besonderheiten trägt Lage und Gestalt der Binode Rechnung. Es kommen bei dieser Extraktion Endextrakt und reines Lösungsmittel in der untersten Stufe zusammen, und am anderen Ende des Extraktionssystems (oberer Teil des Turmischer) verläßt das Endraffinat in Benzinlösung, das System im Gegenstrom mit der eintretenden SO_2 -Lösung des Extraktes aus der SO_2 -Extraktionsphase, d. i. der Ausgangslösung. Zur Ermittlung des Punktes S sind daher hier zu verbinden der Schnittpunkt der Winkelteilenden mit der Dreiecksbasis (Ausgangslösung) mit dem Berührungspunkt der Tangente auf der Binode, d. i. das Endraffinat, und der Lagepunkt des Endextraktes mit dem reinen Lösungsmittel (Dreiecksspitze). Diese beiden Geraden schneiden sich im Punkt S.

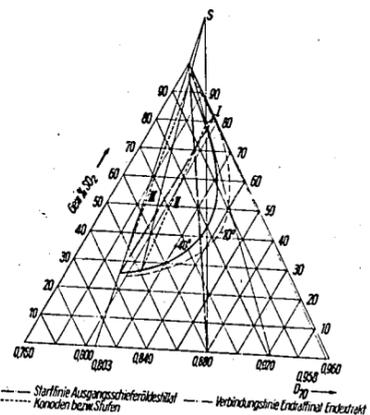


Abb. 10. Schleieröldestillat, SO_2 -Extraktion der Hauptfraktion in drei Stufen bei +40°, +40° und -10° C.

Der Schnittpunkt der Verbindungslinie Extrakt und Endraffinat gibt wiederum die Mengen Ausgangs- SO_2 -Extrakt (aus der -10°-Stufe der SO_2 -Extraktion) und Benzin, die in den Prozeß eingeführt werden, und gleichzeitig wird diese Verbindungslinie durch die Startlinie in dem Verhältnis Raffinatlösung : Extraktlösung geteilt. Mit Hilfe des Punktes S läßt sich feststellen, daß diese Benzinwäsche ebenfalls in zwei Stufen durchzuführen ist.

Das Endraffinat wird hierbei erhalten mit einer Dichte $D_{70} = 0,880$ und der Endextrakt mit einer Dichte $D_{70} = 1,045$. Der Startextrakt hatte eine Dichte $D_{70} = 1,009$. Hieraus läßt sich berechnen, daß in dieser Benzinwäsche eine Aufteilung stattfindet von 21,8 vH Raffinat und 78,2 vH Endextrakt. Da der in diese Benzinwäsche eingeführte Ausgangsextrakt 59,6 vH des Ausgangsschwelterdestillats betrug, kommen zu den in der SO_2 -Extraktion erhaltenen 40,4 vH Raffinat noch weitere 13 vH Teile hinzu. Dieses Benzinraffinat ist die andere, und zwar schwerere Diesellokomponente. Diese Diesellokomponente wird im folgenden mit 1 bezeichnet. Bei Mitextraktion des Mittelöles in dieser Benzinwäsche und Senkung der Extraktionstemperatur auf -10° wird die Benzinraffinatdichte er-

niedrig und die anfallende Menge Raffinat erhöht. Bei Mitverwendung von Mittelöl kommen noch leichter siedende Bestandteile in das Benzinraffinat.

Die Zerlegung von Schleieröldestillat mit flüssigem Schwefeldioxyd.

Ehe wir zur Betrachtung der Entparaffinierungsphase übergehen, die bei Schwelter und Schleieröld dieselbe ist, wollen wir auch noch kurz die Binode für die SO_2 -Extraktion von Schleieröld (Abb. 10) vornehmen. Diese Extraktion wird ebenfalls in zwei Stufen bei 40° und einer nachgeschalteten Stufe bei -10° durchgeführt. Es wird dabei ein Endraffinat mit der Dichte $D_{70} = 0,803$ und ein Endextrakt von der Dichte $D_{70} = 0,958$ erhalten. Das entspricht einer Raffinatausbeute von 50,3 vH aus der paraffinhaltigen Fraktion. Das Gesamtergebnis der Schleieröldzerlegung folgt später.

Die Abscheidung von Tafelparaffin und Weichparaffin aus den paraffinischen SO_2 -Raffinaten.

Wir kommen nun zur Entparaffinierungsphase. Das SO_2 -Raffinat wird zunächst durch Ausdampfen vom Lösungsmittel, d. i. dem Schwefeldioxyd, befreit. Es besteht dann aus praktisch 50 und sogar mehr Gew.-Proz. Gesamtparaffin; es stellt also eigentlich einen sehr ölhaltigen Gatsch dar, und man kann ebensogut von einer Entölung wie von einer Entparaffinierung sprechen. Es wird nun gleichzeitig bei der Paraffinabscheidung eine Unterteilung in Tafelparaffin von 50/52° C oder 52/54° C bzw. je nach Wunsch noch höherem Schmelzpunkt und in Weichparaffin von 25 bis 30° C oder auch höherem Schmelzpunkt durchgeführt, wobei gleichzeitig ein tiefstockendes Ölfiltrat erhalten wird. Als Lösungsmittel wird Dichloräthan mit oder ohne Schwefeldioxyd in der Weichparaffinstufe benutzt. Die Tafelparaffinabscheidung wird je nach dem gewünschten Schmelzpunkt bei +5 oder +10° und die Weichparaffinabscheidung bei etwa -20° durchgeführt. Der Stockpunkt des Endfiltrates liegt dann bei -15° C und darunter. Das Tafelparaffin ist praktisch ölfrei; die Paraffinbestimmung nach Holde ergibt 98 bis 99 vH; das Weichparaffin enthält zwischen 10 bis 14 vH Stoffe mit höherer Dichte, als den rein paraffinischen Kohlenwasserstoffen zukommt. Der Punkt der Ölfreiheit ist hier ungenau, da zwischen den leicht schmelzenden Weichparaffinen und den flüssigen Paraffinkohlenwasserstoffen ein kontinuierlicher Übergang besteht.

Die Anforderungen, die die neuen Verwendungszwecke — die Schmierölsynthese und die Oxydation zu Fettsäure — an Paraffin stellen, weichen von der bisherigen Beurteilung des Paraffins in einigen Punkten wesentlich ab. Zur Feststellung der Kennzeichnung der für die genannten Synthesen in Frage kommenden Paraffineigenschaften haben wir mit den Norddeutschen Mineralölwerken Stettin G. m. b. H., Stettin-Pölitz, und dem I.-G.-Laboratorium in Ludwigshafen in Austausch gestanden und in langwierigen Versuchen die Aufarbeitungsbedingungen und Eigenschaften der erhaltenen Paraffine geändert, bis die erhaltenen Proben den gestellten Anforderungen entsprechen.

Das Tafelparaffin entspricht ohne weiteres diesen Anforderungen, und zwar in bezug auf Ölfreiheit, Dichte, Molekülgröße, Siedebereich, Siederückstand und Anilinpunkt. Etwas anders verhält es sich beim Gesamtparaffin, und beim Weichparaffin. Zur Beurteilung der Brauchbarkeit eines Paraffins sind folgende Kennzeichen als Richtlinie gewonnen worden:

Siedebeginn nicht unter 150° C bei 1 mm Druck (d. s. etwa 300° C bei 760 mm);
Siedende nicht wesentlich über 300° C bei 1 mm Druck;
Dichte (D_{70}) des Destillationsrückstandes, der bei 300° und 1 mm Druck bleibt, nicht über 0,800;

Das paraffinhaltige Teerdestillat wird mit einer Kolbenpumpe in die Anlage gedrückt und mit der vorletzten Extraktlösung der SO₂-Extraktion in einer Kreiselpumpe gemischt. Das Gemisch wird in einem Kühler auf etwa -10° C gekühlt, wobei Phasenbildung eintritt und Paraffin auskristallisiert. Die Phasen werden in einer Zentrifuge getrennt, wobei der Endextrakt der SO₂-Extraktion anfallt, der anschließend der Benzinwäsche zugeführt wird, während die paraffinhaltige Raffinatphase in einem Turmischer, der die früher erwähnten zwei Stufen darstellt, isotherm bei 30° mit flüssigem Schwefeldioxyd weiter extrahiert wird. Die hier anfallende Extraktlösung dient zur Erstextraktion des Ausgangsdestillats, wie bereits erwähnt. Die Raffinatlösung mit den paraffinischen Bestandteilen geht zur Verdampferstation, wo dreistufig das Schwefeldioxyd angetrieben wird. Dieses SO₂-Raffinat wird in einem Tank gespeichert und geht von da zur Entparaffinierung.

Die Extraktlösung aus der Zentrifuge, also der Endextrakt der SO₂-Extraktion, geht ohne Ausdampfung der SO₂ mit Zentrifugentemperatur gemeinsam mit der paraffinfreien Mittelölfraktion zur Benzinwäsche. Das Gemisch fließt im Gegenstrom dem Benzin von -10° von oben nach unten in einem Turmischer entgegen. Die vorzugsweise das Benzin enthaltende Raffinatlösung tritt oben aus dem Turmischer aus und wird in einem zweiten Turmischer zur Entfernung der letzten Reste von Kerosin mit SO₂ nachgewaschen. Diese Raffinatlösung der Benzinwäsche, die die Dieselölkomponente I darstellt, geht zur Verdampferstation. In einem Vorwärmer wird sie durch kondensierende Benzindämpfe aufgewärmt und in vier Stufen von SO₂ und Benzin befreit.

Die in den beiden Turmischern der Benzinwäsche anfallenden Extraktlösungen, die wenig Benzin und viel SO₂ enthalten, werden vereinigt und in ähnlicher Weise wie die Raffinatlösung zum Austreiben von Benzin und SO₂ der Verdampferstation zugeführt, die in diesem Fall fünfstufig arbeitet. Bemerkenswert ist hierbei, daß die im ersten Verdampfer anfallenden SO₂-Brüden zum Heizen des zweiten Kondensatordruckverdampfers benutzt werden. Der vom Lösungsmittel befreite Extrakt ist fertiges Heizöl.

Die Raffinat-Verdampferstationen haben je einen Kondensatordruckverdampfer, die Extrakt-Verdampferstation dagegen einen Hochdruck- und einen Kondensatordruckverdampfer. Das Benzin der benzinhaltigen Verdampfer ausgedampft und bei Ausnutzung der Kondensationswärme und eines Teiles seiner fühlbaren Wärme zur Vorwärmung in den Vorwärmern kondensiert und in einem Benzinsammler gesammelt, um von neuem seinen Weg in die Anlage anzutreten. Es folgen dann die SO₂-Verdampfer bei Niederdruck, deren SO₂-Dämpfe bei Niederdruck, deren SO₂-Dämpfe in Kompressoren auf Kondensatordruck gebracht werden und ebenso wie die SO₂-Dämpfe aus den Vakuumverdampfern, die mittels Rotationsvakuumpumpen und Kompressoren

ebenfalls auf Kondensatordruck gebracht werden, in Kondensatoren verflüssigt und im SO₂-Sammler zur Rückkehr in die Anlage gesammelt werden.

Das bei der SO₂-Extraktion erhaltene und gespeicherte paraffinhaltige SO₂-Raffinat wird der Entparaffinierungsanlage zugeführt, mit Dichloräthan verdünnt und in Kratzkühlern auf die Filtrationstemperatur des Tafelparaffins gekühlt. Die Abtrennung dieses Tafelparaffins geschieht in besonders ausgebildeten Bandzellenfiltern, in denen der wird. Das hier anfallende Tafelparaffin wird in einer dreistufigen Verdampferstation von Dichloräthan befreit. Die aus dem Bandzellenfilter abfließende Filtratlösung erhält einen geringen Zusatz flüssiger SO₂, fließt durch einen Tiefkühler einem Trommelzellenfilter zu, in welchem die Abtrennung des Weichparaffins bei etwa -20° C vorgenommen wird. Als Waschmittel dient das kalte Lösungsmittelgemisch gleicher Zusammensetzung; das gebrauchte Waschmittel geht zur Vorverdünnung des SO₂-Raffinats in den Betrieb zurück. Das Weichparaffin wird einer vier-

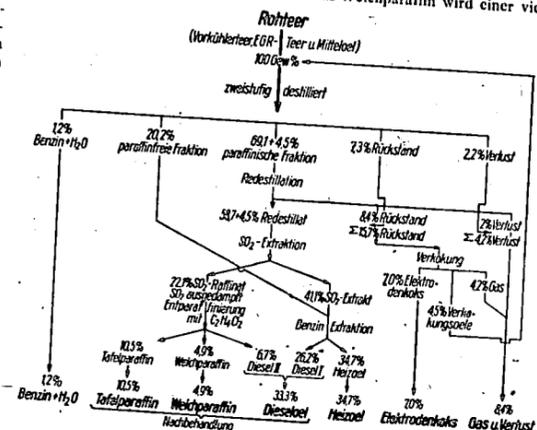


Abb. 17. Zerlegung von Braunkohlenschweltere durch Destillation und Behandlung mit selektiven Lösungsmitteln.

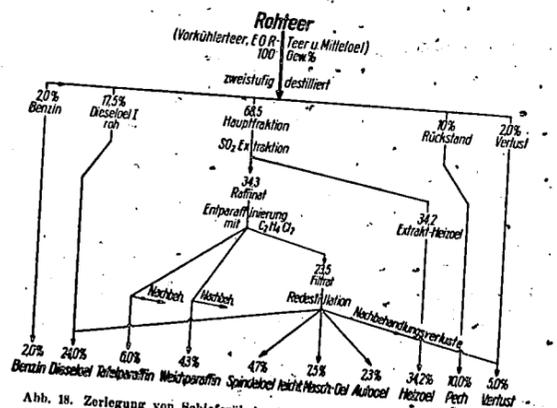


Abb. 18. Zerlegung von Schieferöl durch Destillation und Behandlung mit selektiven Lösungsmitteln.

Zahlentafel 4.

Rohreer zerlegt in	Mitteldeutsche Teere				Hessisches Gebiet	Sudendeutsches Gebiet	Druckvergasungsreer
	I	II	III	IV			
Benzin	2,0	2,5	1,5	1,8	2,7	1,5	- getoppt
Tafelparaffin	11,5	7,7	12,3	14,0	7,6	3,5	
Weichparaffin		6,0	6,4	6,8	3,6	2,0	} 5,0
Dieselöl	47,6	36,5	29,2	32,7	29,8	25,1	
Heizöl	17,4	24,3	34,0	30,0	39,8	33,9	19,2
Rückstand	16,5	18,0	12,6	10,2	10,1	27,7	63,4
Destillationsverluste	5,0	5,0	4,0	4,5	6,4	6,3	9,4
							2,1

stufigen Verdampferstation zugeführt, in der es von den Lösungsmitteln befreit wird. Die vom Trommelfilter abfließende paraffinfreie Filtratlösung wird ebenfalls in einer vierstufigen Verdampferstation von den Lösungsmitteln befreit und stellt dann die Dieselölkomponente II dar. Die Ausdampfung des Dichloräthan-SO₂-Gemisches geschieht in analoger Weise wie die der Benzin-SO₂-Gemische im Extraktionsteil.

Die Produkte, die die Anlage verlassen, werden mit Ausnahme des Heizöles einer Nachbehandlung unterworfen, und zwar die Dieselölkomponenten und das Weichparaffin einer Bleicherdebehandlung und das Tafelparaffin einer Schwefelsäure- und Bleicherdebehandlung, um es auf weiße Farbe zu bringen.

Ich zeige nun noch je eine Aufarbeitung von Braunkohlenschweltere und von Schieferöl mit Angabe der Zerlegungsprodukte und der Ausbeutezahlen.

Aus Abb. 17 geht die Zerlegung eines mitteldeutschen Braunkohlenschwelters hervor. Der Rohreer, bestehend aus dem Vorkühler, EGR, Teer* und Mittelöl, wird in einer zweistufigen Destillationsanlage atmosphärisch und im Vakuum destillativ zerlegt in die geringen Anteile Benzin und Wasser, ein paraffinfreies Mittelöl, eine paraffinhaltige Fraktion und einen Destillationsrückstand. Die paraffinhaltige Fraktion wird einer Redestillation unterworfen, um weißes Tafelparaffin erzeugen zu können. Die beiden Destillationsrückstände — der Erstdestillation und der Redestillation — werden auf Elektrodenkoks verkocht, wobei die hierbei anfallenden gefärbten Verkoksungsreste mit dem Rohreer gemeinsam destilliert werden.

Die paraffinfreien und die paraffinhaltigen Fraktionen werden, wie vorhin geschildert, mit selektiven Lösungsmitteln in Dieselöl, Heizöl, Tafelparaffin und Weichparaffin zerlegt.

Aus 100 kg Rohreer entstehen bei dieser Aufarbeitung:

- 1,2 kg Benzin und Wasser,
- 10,5 kg Tafelparaffin,
- 4,9 kg Weichparaffin,
- 33,3 kg Dieselöl,
- 34,7 kg Heizöl,
- 7,0 kg Elektrodenkoks,
- 8,4 kg Gas- und Verlust.

Die Aufarbeitung von Schieferöl.

Abb. 18 bringt die entsprechende Aufarbeitung von Schieferöl. Es ist hierfür das Schieferöl des Puertollano-Olschiefers aus Spanien ausgewählt, das besonders eingehend untersucht worden ist; aber das hier gebrachte Ergebnis gilt im Prinzip auch für Schweltere aus Olschiefer anderer Vorkommen.

Der Rohreer wird ebenfalls zweistufig destilliert; das dabei erhaltene Destillat läßt sich leichter aufarbeiten als Schweltere destillate aus Braunkohle. Das Arbeitsschema ist früher schon besprochen worden.

6) Elektro-Gasreinigungsteer.

Das destillativ anfallende Dieselöl entspricht in Stockpunkt und seinen anderen Eigenschaften einem guten Dieselöl. Nur die Hauptfraktion von 68,5 Gew.-Proz. wird mit flüssigem Schwefeldioxyd etwa zur Hälfte in Raffinat und Extrakt getrennt, und dieses Ergebnis von Versuchen in größerem Maßstab entspricht vollkommen den Schlussfolgerungen aus den Binoden. Das Filtrat der Raffinat-entparaffinierung enthält außer Dieselöl nur Schmieröl der verschiedensten Viskosität vom Spindelöl bis zum grundlegenden Unterschied gegenüber Braunkohlenteer. Das Autoöl hat 12° E/50 und kann weiter in ein 6° E/50 und ein 18° E/50 im Verhältnis 2:1 zerlegt werden.

Die Gesamtzerlegung gibt zahlenmäßig folgendes Bild: 100 kg Rohschweltere geben:

Benzin	2,0 Gew.-Proz.
Dieselöl	24,0
Tafelparaffin	6,0
Weichparaffin	4,3
Spindelöl	4,7
leichtes Schmieröl	7,5
Autoöl	2,25
Heizöl	34,2
Pech	10,0
Destillat- und Nachbehandlungsverluste	5,05

Zahlenangaben über die Zerlegung verschiedener Braunkohlenschweltere und Eigenschaften der daraus gewonnenen Diesel- und Heizöle.

Die Zahlentafel 4 zeigt die Ergebnisse einiger Schweltere von Braunkohlen verschiedener Provenienz.

Es gibt, wie die erste Kolonne zeigt, mitteldeutsche Schweltere, die bis zu 50 vH und mehr Dieselöl und entsprechend weniger Heizöl liefern, aber es gibt nur wenige Braunkohlenvorkommen, die solche Schweltere geben; bei dem Teer I hätte das Heizöl noch weiter ausraffiniert werden können, wodurch die Ausbeute an Dieselöl noch hätte erhöht und die Dichte des Heizöles über 1,0 gebracht worden wäre. Allgemein ist zu diesen Rohreerzerlegungen zu sagen, daß die destillative Zerlegung in einer Versuchsanlage durchgeführt wurde, die gegenüber dem Großbetrieb zu hohe Destillationsverluste und auch zu hohe Werte für die Destillationsrückstände lieferte. Wie Versuche im Großbetrieb zeigten, sind günstigere Ergebnisse zu erwarten.

Nun noch ein Wort über die Eigenschaften der verschiedenen bei dieser Art der Schwelterezerlegung erhaltenen Produkte.

Nach dem Verarbeitungsschema entstehen zwei Dieselölkomponenten, die eine aus der Entlösung des SO₂-Raffinats, die andere aus der Benzinwäsche des SO₂-Extraktes. Die erstere weist Cetenzahlen, im Motor gemessen, zwischen 60 bis 75 auf, je nach der Beschaffenheit des Teerdestillats, das zur Verarbeitung kommt. Die Dieselölkomponente aus der Benzinwäsche ist niedriger und liegt

Zahlentafel 5.

	Aus mitteldeutschen Schwelteen				Hessisches Gebiet	Sudeten- deutsches Gebiet	Druck- vergasungs- teer
	I	II	III	IV			
D_{70}	0,815	0,837	0,857	0,868	0,840	0,876	0,845
Viskosität $^{\circ}E/20$	1,7	1,57	1,71	2,07	1,6	2,0	1,64
Stockpunkt $^{\circ}C$	-15	-17	-16	-21	-18	-22	-10
Kreosotgehalt	< 0,5	0	0,5	0	0,5	—	—
Cetenzahl (Motor)	58	55	55	48	48,5	40	50
Oberer Heizwert kcal/kg	10 800	10 580	10 640	—	10 690	10 100	—
Hierzu gehören folgende Heizöle:							
D_{70}	0,996	1,030	1,025	1,029	1,006	1,039	1,020
Viskosität $^{\circ}E/50$	3,5	2,57	3,1	3,18	1,97	5,67	1,85
Stockpunkt $^{\circ}C$	-25	-25	-27	< -25	-20	-13	< -30
Kreosotgehalt	29	~ 50	36	28	55	34	53
Unterer Heizwert kcal/kg	8 750	8 560	8 600	8 700	8 580	8 660	—

zwischen 35 und 45. Die Cetenzahlen des Gemisches aus beiden liegen bei mitteldeutschen Schwelteen zwischen 48 bis 55 durchschnittlich, bei sudetendeutschen Teeren um 40. Die mittlere Dichte (D_{70}) der Dieselmischungen liegt zwischen 0,800 und 0,850 und die Viskosität bei 20 $^{\circ}$ unterhalb 2 $^{\circ}E/20$. Man kann die selektive Zerlegung auch so leiten, daß ein 4 $^{\circ}E/20$ -Dieselöl dann mit höherer Gesamtausbeute erhalten wird. Der obere Heizwert dieser Diesellole liegt um 10 600 bis 10 800 und der untere Heizwert um etwa 10 000 kcal/kg. Die Anforderungen, die vom Reichswirtschaftsministerium und vom Oberkommando des Heeres und der Marine gestellt werden, werden in allen Einzelheiten gehalten.

Zahlentafel 5 gibt eine Zusammenstellung der fertigen Diesellole aus Schwelteen der der Zahlentafel 4 entsprechenden verschiedenen Braunkohlenvorkommen.

Das Heizöl nach unserer Arbeitsweise findet als Marineheizöl Verwendung und entspricht den an dieses gestellten Anforderungen. Vor allen Dingen wird der Forderung entsprochen, daß die Dichte über 1 liegt und der untere Heizwert 8500 kcal/kg nicht unterschreitet. Die Verkokungszahl liegt zwischen 1,4 und 2,5 und bleibt unter dem festgesetzten Höchstwert von 3,0. Der Stockpunkt ist ohne Schwierigkeit unter -20 $^{\circ}C$ zu senken, obwohl nur ein Stockpunkt von 0 $^{\circ}C$ vorgeschrieben ist. Der Kreosotgehalt richtet sich nach dem Kreosotgehalt des Ausgangsteeres; eine Begrenzung des Kreosotgehaltes des fertigen Heizöles ist in den gestellten Anforderungen nicht vorgesehen.

Schlußbetrachtung.

Es sei hier nicht verschwiegen, daß die Übertragung des geschilderten Zerlegungsverfahrens in den technischen Maßstab nicht ohne Schwierigkeiten abgegangen ist. Es sind nicht nur Braunkohlenschwelteere sehr verschieden vom Mineralöl, sondern sie sind auch unter sich verschieden. Hinzu kommt zum Teil eine große Empfindlichkeit gegen Luftsauerstoff, der leicht Ausscheidungen hervorruft. Diese Schwierigkeiten sind nach und nach überwunden worden. Das SO_2 -Raffinat ist heute ein überraschend helles Produkt und leicht zu entparaffinieren. Das Heizöl, in dem sich die gesamten Kreosote anreichern und je nach dem Kreosotgehalt des Ausgangsteeres im Endextrakt 30—60 vH ausmachen, wird hierdurch besonders stabil und mischt sich in jedem Verhältnis mit anderen Heizölen.

Die Eigenschaften entsprechen den Vorschriften der Marine. Apparativ war neben einigen anderen neuen Apparaturteilen ganz neu die Anwendung des geschlossenen Bandzellenfilters. Auch hier waren erst erhebliche Schwierigkeiten im Betrieb, die in gemeinsamer Arbeit mit dem Erbauer, der Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., die auch die Trommelzellenfilter früher mit uns entwickelt hatte, überwunden wurden. Heute ist die Filtration auf dem Bandzellenfilter wohl der demonstrativste Teil der gesamten Apparatur und verursacht praktisch überhaupt keine Störung mehr.

Die Paraffine, besonders das Tafelparaffin, werden ölfrei erhalten und fallen in höherer Ausbeute an als bei der alten Arbeitsweise; sie sind trotzdem diesen in allen Eigenschaften vollkommen gleichwertig, besonders in der Farbe bei wesentlich kleinerem Verbrauch an Schwefelsäure und Erde bei der Nachbehandlung. Dabei können je nach Einstellung der Filtriertemperaturen die Anforderungen an die Schmelzpunkte weitgehend variiert und dadurch jede Anpassung an den Markt und an Spezialverwendungszwecke erreicht werden.

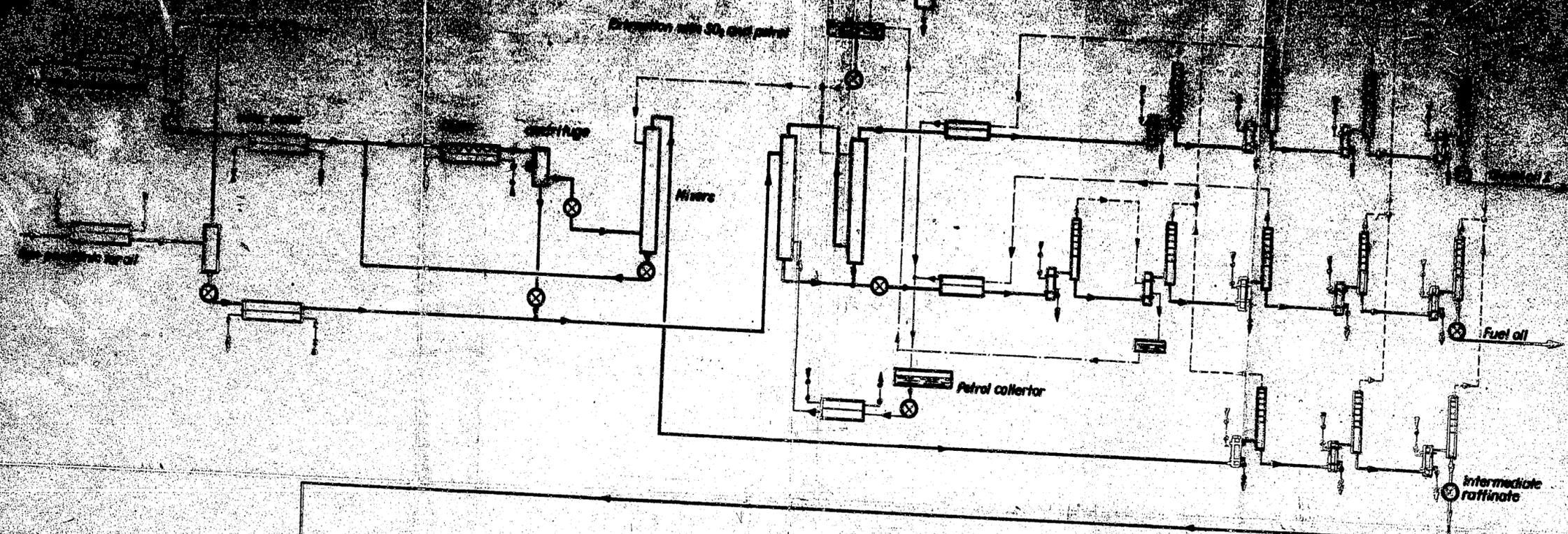
Ich bin damit am Ende meiner Darlegungen. Ich habe versucht, in großen Zügen einen Überblick in das reichlich verwickelte Gebiet der Raffination mit selektiven Lösungsmitteln zu geben, insbesondere in ihrer Anwendung auf die Zerlegung der Schwelteere. Obwohl ich aus einem reichlichen Material nur das Wesentliche ausgewählt habe, konnte ich leider nicht mehr einschränken, ohne Gefahr zu laufen, dem Überblick seine Vollständigkeit zu nehmen.

Diese Arbeiten und Entwicklungen sind eine Gemeinschaftsarbeit des größeren Teiles des chemischen und technischen Stabes meiner Gesellschaft. Wenn ich auch nicht alle Beteiligten hier nennen kann, so seien doch die besonderen Leistungen hervorgehoben der Herren Dr. Karl Fischer für den chemischen Teil und Dipl.-Ing. Alfred Hoppe für den technischen Teil. Die Deutsche Erdöl-AG. hat unter Aufwand erheblicher Mittel eine Großversuchsanlage von 50 t Tagesleistung auf ihrem Werk Rositz erstellt, und die Durchführung der Versuche ist durch die großzügige Unterstützung durch die Werksleitung im besonderen Maße gefördert worden. Allen beteiligten Kreisen sei hier für ihre Mitarbeit und Förderung aufrichtig gedankt.

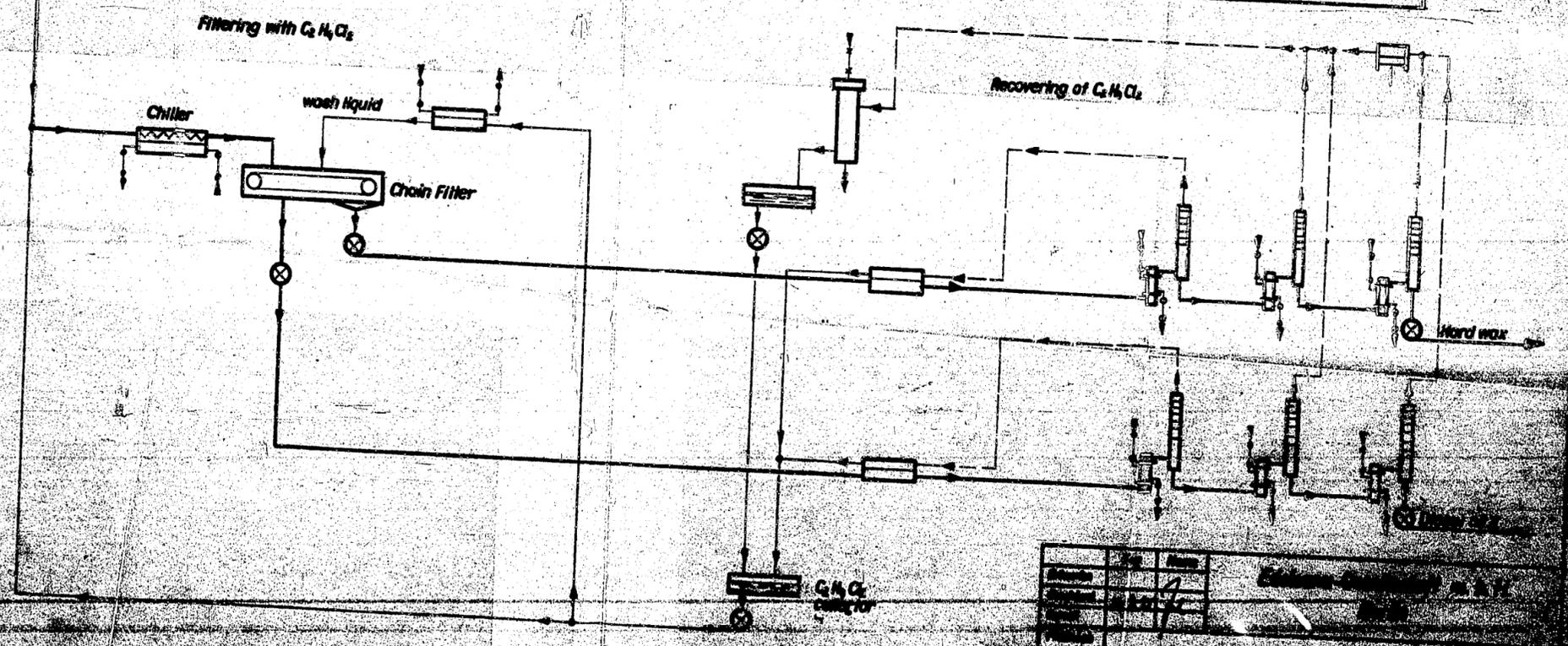
000373

28. - Flow-sheet of a
Plant for Processing
Brown Coal
Taxes.

100378



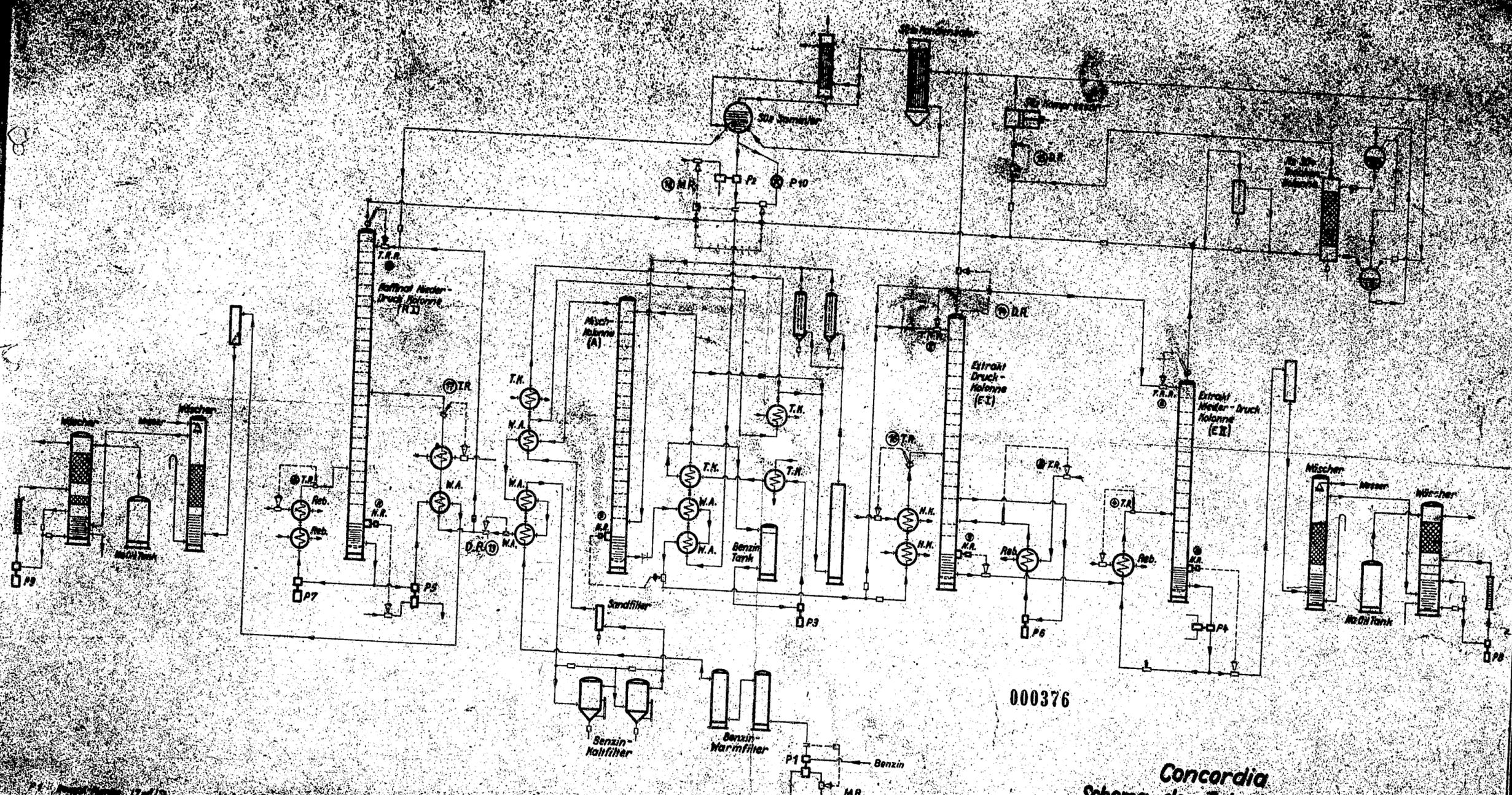
- Liquid pump
- Compressor
- Tar oil distillate and products
- Petrol for extraction and $C_2H_2Cl_2$ for denising
- Petrol vapours and $C_2H_2Cl_2$ vapours
- Liquid SO_2
- SO_2 vapours
- Wash liquid
- $C_2H_2Cl_2$ collector



Item	Qty	Notes

000375

29.- Flow-sheet of a
Toluene Extraction
Plant
at
Concordia



000376

- | | | | |
|------|-------------------------------------|--------|--------------------------|
| P.1 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | N.A. | Körnungsklassifizierer |
| P.2 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | T.R. | Temperaturregler |
| P.3 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | N.K. | Nachkühler |
| P.4 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | Reb. | Reboiler |
| P.5 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | P.R. | Prozessregler |
| P.6 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | T.R. | Temperaturregler |
| P.7 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | N.R. | Niveauregler |
| P.8 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | T.R.R. | Temperatur-fertig-Regler |
| P.9 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | | |
| P.10 | Druck-Sensoren 10 m ² /s | | |

Concordia
 Schema der Toluol Extraktions-Anlage
 40 m² / 24 Std

Büro Original

30-10948 a

Edeleanu-Gesellschaft m. b. H. Berlin

000377

DOCUMENTS FROM
Dr. VOGEL POTTZ

000378

Target No. C 30/413

Kaiser Wilhelm-Institute
for

Strömungsforschung

Berlin NW 87.

Franklinstrasse 27/29.

30.- Report - 1945 - of the
Activities of the Abteilung
Reibungsforschung
with
13 Appendices

KAISER WILHELM-INSTITUT FÜR STRÖMUNGSFORSCHUNG
ABTEILUNG REIBUNGSFORSCHUNG

(1) BERLIN NW 87, FRANKLINSTR. 27/29

RENN. 6/03805023

FERNSPRECHER: 3923 47

POSTSCHECHKONTO: BERLIN 209620

POSTANSCHRIFT: KWI FÜR STRÖMUNGSFORSCHUNG,
ABT. REIBUNGSFORSCHUNG, (1) BERLIN NW 87, FRANKLINSTR. 27/29

jetzige Anschrift ist die Wohnung
des Leiters:

Dr. Ing. G. VOGELPOHL
Berlin - Pankow
Zellerfelderstrasse 9

000379

IHRE NACHRICHT VOM:

IHRE ZEICHEN:

UNSER ZEICHEN

TAG:

Vpl/V

13. August 1945

BETRIFFT:

B e r i c h t

über die Tätigkeit der Abteilung Reibungsforschung
und die wissenschaftliche Arbeit des Leiters

1. Die Entstehung der Abteilung Reibungsforschung.

Meine Arbeiten über die Widerstände von Eisenbahnfahrzeugen (Ziffer 2 bis 3 und 7 bis 9 des als Anlage 2 beigefügten Verzeichnisses meiner wissenschaftlichen Arbeiten, sowie Anlage 4 und 5) machten eine eingehende Beschäftigung mit der Lagerreibung erforderlich. Diese Studien brachten die Erkenntnis, dass es sich bei der Schmierung - im Gegensatz zur allgemein verbreiteten Ansicht über die Natur des Schmiervorganges - hauptsächlich um einen Strömungsvorgang handelt. Die grundlegenden Gedanken wurden in den Veröffentlichungen Ziffer 10, 11, 13 und 16 bis 27 des anliegenden Verzeichnisses niedergelegt.

Die experimentelle Prüfung dieser Anschauungen konnte im Institut für Technische Strömungsforschung an der Technischen Hochschule Berlin, dem ich seit dem 1.3.1928 als Assistent und seit dem 1.4.1937 als Oberingenieur angehörte, nicht in wünschenswerter Weise durchgeführt werden.

Herr Prof. Dr. L. P r a n d t l, Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts für Strömungsforschung in Göttingen, der sich mit meinen Arbeiten eingehend beschäftigte, schlug der Generalver-

waltung der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften die Errichtung eines besonderen, von mir zu leitenden Instituts für Reibungs- und Schmierforschung vor. Da während des Krieges keine neuen Forschungsinstitute offiziell errichtet werden sollten, wurde die beabsichtigte Neugründung als "Abteilung Reibungsforschung" dem Kaiser Wilhelm-Institut für Strömungsforschung angegliedert. Am 30.6.1942 schied ich aus meiner Stellung als Oberingenieur an der Technischen Hochschule Berlin aus und übernahm am 1.7.1942 den Aufbau und die Leitung des Instituts.

2. Sitz des Instituts.

Dem mehr wissenschaftlichen Charakter der Arbeiten entsprechend war Göttingen als Sitz der Abteilung Reibungsforschung vorgesehen. In vorhandenen Räumen war eine Unterbringung nicht möglich, die hierfür bestellten Baracken wurden durch Luftangriff beim Hersteller zerstört. Dann erhielt ich durch meine persönlichen Beziehungen Räume von der Technischen Hochschule Berlin, auf diese Weise kam das Institut nach Berlin. Es hatte eine räumliche Gemeinschaft mit der Hochschule, war aber von dieser verwaltungsmässig und wissenschaftlich völlig unabhängig.

3. Finanzierung der Arbeiten.

Durch Vermittlung von Herrn Professor P r a n d t l wurden dem Institut von der Forschungsführung die erforderlichen Geldmittel bereitgestellt.

4. Der Beginn der Arbeiten

ging durch Mangel an Hilfskräften nur sehr langsam vorwärts. Anfänglich stand nur eine technische Assistentin zur Verfügung, am 1. Dezember 1942 trat eine Sekretärin ein. Am 1. März 1943 wurde bereits ein grosser Teil von rechnerischen und konstruktiven Arbeitsergebnissen sowie der Literatur durch Luftangriff vernichtet. Erst in der Mitte des Jahres 1943 erhielt ich Ingenieure als Mitarbeiter und einen Mechaniker, jetzt erst konnten die experimentellen Arbeiten beginnen. Am 26. November 1943 wurde bei den grossen Luftangriffen auf Berlin das Institut sehr stark beschädigt, wobei auch viele Arbeitsunterlagen und

und Bücher vernichtet wurden. Der Fortgang der Arbeiten war dadurch um Monate verzögert. Ebenfalls konnte unter diesen Umständen die Schulung der Mitarbeiter im Sinne meiner Gedanken über Reibung und Schmierung nur geringe Fortschritte machen.

5. Zusammenarbeit mit dem Reichsinstitut für Erdölforschung an der Technischen Hochschule Hannover.

Am 17. April 1943 wurde ich berufen, an der Technischen Hochschule Hannover im Rahmen der Vorlesungen des dortigen Reichsinstituts für Erdölforschung das Lehrgebiet "Physik des Erdöls" in Vorlesungen und Übungen zu vertreten. Die Vorlesung entspricht etwa dem Inhalt des ersten Bandes von EUCKEN-JAKOB, Der Chemie-Ingenieur.

Das Reichsinstitut interessierte sich sehr für die von mir bearbeiteten Verfahren der Prüfung von Ölen für Schmierzwecke, deshalb wurde im Laufe des Jahres 1944 ein Teil meines Institutes nach Hannover verlegt. Der Rektor der Technischen Hochschule stellte mir zur Unterbringung der Maschinen das Festigkeitslaboratorium zur Verfügung, das im Keller untergebracht war und damit eine gewisse Sicherheit gegen Luftangriffe bot.

Aus diesem Grunde verlagerte ich den grössten Teil meines Institutes nach Hannover. Im Sommersemester 1944 habe ich dort auch eine Vorlesung über "Reibungslehre" gehalten, ausserdem wurde mir von da ab auch das Lehrgebiet "Hydromechanik" übertragen. Im Dezember 1944 stellte die Technische Hochschule den Antrag beim Kultusministerium, mich zum Dozenten für Strömungs- und Reibungslehre in der Fakultät für Maschinenwesen zu ernennen. Meiner Inanspruchnahme wegen beschloss ich, ganz nach Hannover überzusiedeln, was nur allmählich vor sich ging. Noch am 23.3.45 verliess eine Sendung Berlin.

6. Die Berichte des Instituts.

Unter den geschilderten Umständen - anfänglicher Mangel an Mitarbeitern und an fachlich vorgeschulten Kräften überhaupt, mehrfache erhebliche Beschädigung des Instituts durch Luftangriffe und Vernichtung von Arbeitsergebnissen, Übernahme der Lehrtätigkeit in Hannover und Verlagerung des Instituts dahin,

die Notwendigkeit der Herstellung aller Versuchseinrichtungen nach eigenen Angaben, da die von mir benötigten Apparate bisher anderweitig nicht hergestellt wurden - war es kaum möglich, grössere Berichte abzuschließen. In Arbeit befinden sich mehrere. Die beabsichtigten Versuchsreihen konnten nur begonnen und noch nicht zu ende geführt werden, zumal bei Reibungsmessungen die Feststellung einzelner Versuchspunkte wegen des Erreichens eines stabilen Wärmezustandes längere Zeit, oft mehrere Stunden erfordert. Auch kürzere Zwischenberichte konnten meist nur Mitteilungen über den Stand der Arbeiten ohne zahlenmässige Einzelheiten bringen. Abgefasst wurden oder es befinden sich in Arbeit:

- 1) Zur Integration der Reynoldsschen Gleichung für das Zapfenlager endlicher Breite. Veröffentlicht im Ingenieur-Archiv Bd.14 (1943) S.192/212. Ein Sonderdruck ist als Anlage 12 beigefügt.
- 2) Untersuchungen zum Übergang der Reibungswärme aus der Schmierschicht in die Gleitflächen. Ist als VDI-Forschungsheft im Herbst 1944 zum Druck gegeben. Vervielfältigte Exemplare sind in Hannover und Göttingen.
- 3) Die Stribeck-Kurve als Kennzeichen des allgemeinen Reibungsverhaltens geschmierter Gleitflächen, ihre Berechnung und versuchsmässige Bestätigung. Zur Vervielfältigung bestimmter abgeschlossener Bericht, maschinenschriftliche Exemplare sind in Hannover und Göttingen, aus in Berlin noch vorhandenen Aufzeichnungen bereite ich die Abfassung für den Druck vor.
- 4) Kavitation als Ursache des Schäumens von Schmieröl. Zwischenbericht über experimentelle Untersuchungen, maschinenschriftliche Exemplare in Hannover und Göttingen.
- 5) Über die Zuverlässigkeit von Ergebnissen aus Lagerreibungsmessungen. Noch nicht abgeschlossener Bericht über eine in Hannover laufende Arbeit.
- 6) Über neuere Reibungsmessungen und Versuchsergebnisse, die im Widerspruch zu der hydrodynamischen Theorie der Schmiermittelreibung stehen sollen. Grösstenteils fertiger Bericht, versuchsmässige Unterlagen befinden sich teilweise noch in Hannover.
- 7) Versuche zur Ölversorgung der Hublager von Verbrennungskraftmaschinen. Zwischenbericht in Hannover und Göttingen.
- 8) Konstruktion und Erprobung einer Ölprüfmaschine zur Erfassung des reinen Schmiermittelverhaltens unter Ausschluss des Einflusses vom Lagermetall und der Verformungen von Welle und Schale. In Hannover laufende Arbeit.
- 9) Die Druckentwicklung im Schmierkeil mit parabolischem Spaltverlauf und der Bereich der Anwendungsmöglichkeit auf Gleit- und Wälzlager. In Arbeit.

10) Der zeitliche Verlauf der Erwärmung in einem COUETTE-Viskosimeter bei hohen Schergeschwindigkeiten. Rechnerische Untersuchung mit beabsichtigter experimenteller Nachprüfung in Hannover. In Arbeit.

Alle Berichte sind nach ihrem Abschluss zur Veröffentlichung bestimmt, da es sich bei ihrem Inhalt um reine Grundlagenforschung handelt.

7. Die geplante weitere Arbeit des Instituts

ist im wesentlichen in der als Anlage 1 beigelegten Denkschrift "Reibungsforschung" niedergelegt. Weitere Einzelheiten werden gern mitgeteilt.

8. Die Versuchseinrichtungen in Hannover.

In Hannover befanden sich am 6.4.1945 im Festigkeitslaboratorium der Technischen Hochschule, betriebsfertig, im Bau oder im Entwurf:

- 1) Eine betriebsfähige Ölprüfmaschine zur Erfassung des reinen Schmiermittelverhaltens unter Ausschaltung des Einflusses vom Lagermetall und der Verformungen von Welle und Schale.
- 2) Viele Einzelteile zum Bau einer zweiten ähnlichen Maschine.
- 3) Ein KAMMERER-Versuchsstand für Lagerprüfung, mit Antrieb in LEONARD-Schaltung zur Drehzahlregelung und Übersetzungsgetriebe, betriebsfähig.
- 4) Ein neuer Prüfstand für Querlager bei hoher Belastung, nach fertigem Entwurf im Bau.
- 5) Eine Sechspunkt-Parallelogramm-Reibungswaage zum Studium der Fehlerquellen bei der Lagerreibungsmessung, betriebsfähig.
- 6) Eine neuartige Reibungswaage für den gleichen Zweck, betriebsfähig.
- 7) Eine Reibungsmessvorrichtung zur exakten Momentenmessung mit Stützlagerkorrektur, im Bau.
- 8) Eine Sondervorrichtung zur Reibungsmessung am Einzellager, im Entwurf.
- 9) Eine Vierlager-Prüfmaschine, im Entwurf.
- 10) Zwei Fettprüfmaschinen zur laufenden Prüfung von Schmierfetten, betriebsfähig.
- 11) Zwei Lager für Luftschmierung zu Demonstrations- und Versuchszwecken, im Bau.
- 12) Ein Achsialdrucklager mit Luftschmierung für Versuchszwecke, betriebsfähig.

13) Eine Versuchseinrichtung zur Sichtbarmachung des Strömungsverhaltens zwischen sich nähernden oder entfernenden ebenen Flächen, nahezu fertiggestellt.

14) Eine Einrichtung zur Erfassung der Werkstoffzerstörung durch schnell sich nähernde und entfernende Flächen, zum Studium der pitting-Erscheinungen an Zahnrädern, betriebsfertig, aber noch verbesserungsbedürftig.

15) Eine Vorrichtung zur Messung der Ruhereibung bei hohen Flächendrücken, wo die scheinbare gleich der wirklichen Berührungsfläche ist, betriebsfähig.

16) Viskosimeter für hohe Schergeschwindigkeiten unter Berücksichtigung der Erwärmung der Flüssigkeit durch innere Reibung, im Entwurf.

17) Eine Vorrichtung zur Feststellung des Kraftfeldes der Werkstoffpaarung Schale-Schmiermittel-Welle nach HEIDEBROEK, zur Wiederholung bzw. Widerlegung der von HEIDEBROEK angestellten Beobachtungen, betriebsfertig.

18) Messgeräte für Werkstatt und Versuch, Einrichtungen für photographische und chemische Laboratorien, Konstruktionsbüro, Verwaltungsbüro, der grösste Teil der Bibliothek.

Vorstehend aufgeführte Einrichtungen waren bei meinem letzten Besuch in Hannover am 3./6.4.1945 noch vorhanden. Kampfhandlungen haben meines Wissens seitdem nicht mehr oder kaum noch stattgefunden, so dass dieses Material erhalten sein müsste. Den Mechaniker des Festigkeitslaboratoriums hatte ich auch für meine Arbeiten übernommen, daher glaube ich, dass dieses Inventar auch gepflegt worden ist.

Ob an den im Bau befindlichen Einrichtungen oder an den Versuchen weiter gearbeitet wurde, ist mir nicht bekannt, ich habe seitdem keine Nachricht aus Hannover erhalten.

In der letzten Sendung von Berlin am 23.3.1945 befanden sich unter anderem eine Ölprüfmaschine von THOMA, ein beträchtlicher Teil der Bibliothek, photographische und chemische Geräte, eine Analysen-Waage, eine Analysen-Quarzlampe, ein grosses Photokopiergerät sowie viele Einzelteile für Experimentalarbeiten. Die Kisten waren bis zum 6.4.1945 in Hannover noch nicht eingetroffen, müssen aber nach hier in Berlin angestellten Nachforschungen schon in Lehrte gewesen und demnach auch noch nach dem Bestimmungsort gelangt sein.

9. Die in Berlin verbliebenen Versuchseinrichtungen

sind nicht mehr in betriebsfähigem Zustand. Es befanden sich noch dort:

- 1) Zwei vom Versuchsfeld für Maschinenelemente der Technischen Hochschule Berlin leihweise zur Verfügung gestellte KAMMERER-Lagerprüfstände.
- 2) Ein Versuchsstand zur Erforschung der Schaumbildung im Öl durch Kavitation.
- 3) Ein Versuchsstand für die Feststellung der Ölversorgung der Hublager von Verbrennungskraftmaschinen.
- 4) Ein Prüfstand zur Untersuchung von Hochdruck-Ölversorgungsgeräten.
- 5) Eine Verschleissprüfmaschine.
- 6) Ein Rauheitsmessgerät.
- 7) Büroeinrichtungen für Verwaltung und Konstruktion, Schriftverkehr, Arbeitsergebnisse und ein kleiner Teil der Bibliothek.

Durch die Kampfhandlungen Anfang Mai brannte ein Teil der Räume aus. Dabei wurden die Büroeinrichtungen völlig zerstört, ebenfalls der Panzerschrank mit seinem Inhalt an Schriftverkehr und Arbeitsergebnissen, ferner die Rechenmaschine, Schreibmaschine und Messgeräte. Der Luftschutzraum blieb zwar erhalten, aber der grösste Teil seines Inhaltes wurde von den russischen Behörden verlagert.

Der wissenschaftliche Schriftverkehr wurde weitgehend mit Herrn Professor P r a n d t l geführt, ebenfalls wurden vielfach Abschriften nach Göttingen gegeben, so dass die Wiederherstellung der wichtigsten Unterlagen von Göttingen aus möglich sein müsste. Doppel von Arbeitsergebnissen wurden nach Hannover, teilweise auch nach Erding/Obb. bei München gegeben. Mit dem Verlust der Unterlagen in Berlin ist also noch nicht ein Gesamtverlust zu beklagen.

Von den Versuchseinrichtungen in Berlin wurde Pos.4) durch Brand völlig zerstört, Pos.5) von den russischen Behörden verlagert, ebenfalls die elektrischen Antriebseinrichtungen zu Pos.1) bis 3), darunter ein Leonard-Aggregat und ein Drehstrom-Kollektormotor und die Hochfrequenz-Funkenbeleuchtungseinrichtung von Pos.2); Pos.6) ist stark beschädigt. Ein experimentelles Arbeiten ist daher in Berlin am bisherigen Ort nicht mehr möglich, zumal auch sämtliche Werkzeugmaschinen und Werkzeuge sowie die Stromversorgungseinrichtungen - Transformatoren, Umformer und Gleichrichter - von den russischen Behörden verlagert wurden.

10. Mitarbeiterbestand und gegenwärtige Tätigkeit in Berlin.

Am 1.4.1945 waren von 14 Mitarbeitern des Instituts 9 in Hannover (5 Diplom-Ingenieure, 1 Konstruktionsingenieur, 2 Mechaniker, 1 Sekretärin), von denen ich bis jetzt keine Nachricht erhalten habe, und 5 in Berlin (1 Doktor-Ingenieur, 1 Mechaniker, 1 Sekretärin, 2 technische Assistentinnen, von denen eine auch im Laufe des April nach Hannover gehen sollte).

Durch die augenblickliche Verkehrslage in Berlin ist ein regelmässiges Zusammenkommen der hier verbliebenen Institutsangehörigen sehr erschwert, ich habe sie daher bis auf weiteres beurlaubt. Sie leisten nur gelegentlich Hilfe und führen Auf-räumungsarbeiten durch. Ich selbst arbeite an den theoretischen Grundlagen, die weitreichende mathematische Kenntnisse erfor-dern, zu den in Bericht 9) und 10) auf S.4 und 5 genannten Un-tersuchungen, sowie an der Abfassung des Textes zu den Berichten 3),5),6) und 9) für die Veröffentlichung.

Vor allem bin ich mit der Niederschrift des Manuskripts zu meinem Buch über "Reibungslehre" beschäftigt, das in der auf S.5 genannten Denkschrift "Reibungsforschung" unter Ziffer 9 erwähnt ist. Über dieses Buch habe ich bereits mit Herrn David C l a y t o n vom National Physical Laboratory, Teddington, gesprochen, bei seinem Besuch in Berlin im Frühjahr 1939. Herr C l a y t o n stand mit mir damals in engem Gedankenaustausch und nannte mir bereits einen geeigneten Übersetzer zur Übertra-gung meines Buches in die englische Sprache. Der Krieg hat die Fertigstellung des Buches stark verzögert.

Zu jeder weiteren Auskunft stehe ich gern zur Verfügung.

Vogelpohl

Dr.Ing.habil. Georg Vogelpohl
Leiter der Abt. Reibungsforschung
im KWI für Strömungsforschung

13 Anlagen.

000387

Anlage 1.ReibungsforschungA. Arbeitsgebiet und Aufgabe der Reibungsforschung.

Vom Bauwerk unterscheidet sich die Maschine durch die Bewegung. Bei jeder Bewegung ist ein Hindernder Widerstand, die Reibung zu überwinden. Im allgemeinen tritt neben der Reibung auch Verschleiss auf. Reibung und Verschleiss bestimmen weitgehend die Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit und Lebensdauer der Maschinen.

Durch Einführen einer Flüssigkeit oder plastischen Masse zwischen die aufeinander gleitenden Flächen wird die Reibung erheblich vermindert. Das ist der Vorgang der Schmier-

neben diesem meist unerwünschten Hindernis (nützlich in der Bremse!) gibt es eine zweite gleichfalls als Reibung bezeichnete Form eines Widerstandes gegen das Eintreten einer Bewegung aus der Ruhe heraus: Die Reibung in der Ruhe oder Haftreibung. Diese ist vielfach nützlich. Sie ist die physikalische Grundlage aller lösbaren und unlösbaren Verbindungen der Bau- und Maschinenteknik, der feststellbaren Bremsen, der Fortbewegung von Fahrzeugen, des Gehens und Stehens von Mensch und Tieren, sowie alles Spinnens, Webens und Nähens.

Aufgabe der Reibungsforschung ist die Klärung der physikalischen Vorgänge bei der Reibung in der laufenden Maschine, der Schmierung und des Verschleisses und der Ursachen der Reibung in der Ruhe.

B. Gegenwärtiger Stand der Reibungsforschung.

Die neuzeitliche Reibungsforschung beginnt mit Untersuchungen von AMONTONS im Jahre 1699. Trotz umfangreicher Arbeiten durch nahezu 250 Jahre hindurch ist es bisher nicht gelungen, auch nur die einfachsten Fälle der Gleitreibung einwandfrei zu klären. Insbesondere bestehen über das Zapfenlager, dem wichtigsten Maschinenelement der drehenden Bewegung, noch keine widerspruchsfreien Messergebnisse, ebensowenig solche über die Reibung hin- und hergehender Maschinenteile, noch weniger über den auftretenden Verschleiss.

Die eine Hauptursache dieser Unvollkommenheit ist die, das man vielfach die Reibung als eine den aufeinander gleitenden Stoffen eigentümliche Eigenschaft ansieht. Ebenso werden die reibungsmindernden Fähigkeiten eines Schmiermittels meist als Stoffeigenschaft angesehen. Die Reibung selbst und ihre Verminderung durch ein Schmiermittel sind aber keine Stoffeigenschaften, sondern physikalische Vorgänge, die von zahlreichen Veränderungen abhängen. Von diesen blieb bei den weit-

aus meisten Versuchen ein Teil unberücksichtigt, wodurch Widersprüche in die Ergebnisse kamen. Zum anderen gibt es noch keine Vorrichtung, die eine unmittelbare Messung der Reibung eines einzelnen Lagers ohne schwierige Korrekturen ermöglicht. Die in grosser Zahl im Gebrauch befindlichen Messeinrichtungen weisen grobe Fehlerquellen auf, die nur wenig bekannt sind. Die Anzeigen solcher Vorrichtungen werden kritiklos als "die Reibung des Versuchslagers" hingenommen. Bei den Abweichungen handelt es sich

nicht um zehn bis zwanzig, sondern um hunderte von Prozenten.

Derartige Messergebnisse machen eine theoretische Vorstellung vom Wesen der Reibung unmöglich, selbst eine überschlagsmäßige Anwendung in der Praxis ist nicht angebracht.

Nur in einer Richtung liegen zufriedenstellende Resultate vor: Die Anwendung der hydrodynamischen Grundgleichungen auf den Strömungsvorgang des Schmiermittels - immer eine zähe Flüssigkeit - liefert Rechnungsergebnisse, die durch gute richtige Beobachtungen bestätigt worden. Aber auch diese als hydrodynamische Theorie der Schmiermittelreibung bezeichnete Lehre ist in Anwendbarkeit auf die Praxis sehr umstritten. Vielfach sind die oben erwähnten fehlerhaften Versuchsergebnisse mit der Rechnung verglichen, ebenfalls sind fehlerhafte Rechnungsergebnisse zum Vergleich herangezogen. Da kann natürlich keine Übereinstimmung erwartet werden, es müssen Widersprüche auftreten.

Behauptet wird auch, dass Schmiermittel mit gleichen physikalischen Eigenschaften, aber verschiedenartigem chemischen Aufbau, in der reibungsmindernden Wirkung verschieden sind. Die Messungen dazu sind meist in Ölprüfmaschinen ausgeführt, in denen die aufeinander gleitenden Flächen teilweise gänzlich anderen Schmierverhältnissen als in der wirklichen Maschine unterworfen sind. So haben sich die Ergebnisse solcher Prüfmaschinen meist nicht in die Wirklichkeit übertragen lassen.

Ebenso wenig wie die Schmiereigenschaften der Öle sind die Gleiteigenschaften der Lagermetalle geklärt.

9. Die Arbeiten der Abteilung Reibungsforschung.

Bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis auf dem Gebiet beziehen sich die Arbeiten - von geringfügigen Einzelfragen abgesehen - ausschliesslich auf die Grundlagenforschung. Die von der hydrodynamischen Seite kommende Theorie der Schmierung wird weiter ausgebaut. Ausserdem werden alle mit Reibung, Schmierung und Verschleiss zusammenhängenden mechanischen, thermodynamischen, elastizitätstheoretischen und werkstofftechnischen Fragen theoretisch bearbeitet.

Die Versuchsarbeiten umfassen zur Zeit folgende Gruppen, die schon laufen oder in Angriff genommen werden sollen:

1. Reibung und Schmierung.

a) Die Reibungsmessung. Das erste Ziel ist die Schaffung von Vorrichtungen, die eine einwandfreie Messung der Lagerreibung gestatten. Dieses wird auf mehreren Wegen - Messung an einer einzelnen Lagerschale mit Korrekturen, zwei gegenseitig auf die Welle gedrückten Lagerschalen, des gesamten Drehmomentes unter Elimination der Reibung der Stützlager, Vierlagerprüfmaschinen und Sondervorrichtungen zur Messung der Reibung am Einzellaager - zu erreichen versucht. Die neu entwickelten Vorrichtungen unterscheiden sich ausserlich nur wenig von den bisher verwendeten, vermeiden aber durch die erfolgten Änderungen und vor allem durch die Art der Beobachtung und Messung die bisherigen Fehler.

b) Temperaturmessung. Von ebenso grosser Bedeutung wie die Reibungsmessung selbst ist die Bestimmung der Temperaturverteilung im Schmierfilm, und daraus über die Temperaturviskositätskurve folgend die Zähigkeitsverteilung im Schmierfilm. Viele unzutreffende Behauptungen über den Reibungs- und

Schmiervorgang sind auf mangelhafte Zähigkeitsbestimmung in der Gleitstelle zurückzuführen. Theoretische Vorarbeiten als Grundlage für die Messverfahren sind zum grossen Teil abgeschlossen.

c) Rauigkeitsmessung. Besonders wichtig ist die Erfassung des geometrischen Zustandes der Oberfläche der aufeinander gleitenden Teile. Hierfür verfügt das Institut über ein in Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. FORSTER entwickeltes Messgerät, das die photographische Aufnahme des Oberflächenzustandes über grosse Bereiche ermöglicht. Bei den Reibungsversuchen werden planmässig auch die Rauigkeiten der Oberflächen erfasst, um hier Zusammenhänge zu klären. Ein entsprechendes Gerät für Bohrungen wird entwickelt.

d) Allgemeine Feinmesstechnik. Die Rauigkeitserhebungen haben die Grössenordnung $m_y = 0,001$ mm; die rechnerisch ermittelten Schmierfilmdicken haben die gleiche Grössenordnung und gehen auch noch tiefer. Zum Vergleich zwischen Rechnung und Versuch ist daher eine Längenmesstechnik zu schaffen, die an schwer belasteten und dementsprechend verformten Maschinenteilen noch die Erfassung von $0,1$ m_y gestattet. Die bis jetzt vorhandenen Messgeräte sind bereits bei 1 m_y von so grosser Empfindlichkeit, dass geringste Temperatureinflüsse die Anzeige erheblich ändern. Längenmessverfahren in der Grössenordnung der Wellenlängen des sichtbaren Lichtes sind bisher für solche Aufgaben noch nicht entwickelt.

e) Rauigkeit und Ruhreibung. In besonderen Vorrichtungen sollen Flächen mit verschiedenem Bearbeitungsstand aufeinander gedrückt und gegeneinander verschoben werden, wobei die in der Berührungsfäche auftretenden Verformungen unter Anwendung metallographischer Beobachtungsverfahren mikroskopisch ausgemessen werden. Diese Untersuchung ist notwendig, um über die Ruhreibung tiefere Einsichten zu erhalten und das durch Verformungen der sich berührenden Oberflächen bedingte Kraftfeld zu erfassen. Vielfach besteht die Meinung, die Ruhreibung rühre zum grossen Teil unmittelbar von Grenzflächenkräften her. Diese Versuche können also eine Unterscheidung herbeiführen, ob die Reibung durch Grenzflächenkräfte oder die Rauigkeiten, bzw. die bei der elastischen und plastischen Verformung unter gegenseitigem Druck auftretende Kraftfelder verursacht wird.

von besonderer Bedeutung sind diese Versuche ebenfalls in bezug auf den Verschleiss, daher wird bei dementsprechend langsamer Bewegung der Zustand der ungeschmierten und auch teilweise geschmierten Gleitreibung zu erfassen versucht. vgl. auch Ziffer 3.

f) Reibung im Hochvakuum. Besondere Aufmerksamkeit verdient die Reibung gereinigter Flächen, wo zum Teil im Vakuum die letzten adsorbierenden Schichten entfernt sind. Wie bisher in dieser Richtung vorgenommenen Versuche sind stets unter Vernachlässigung der Oberflächenbeschaffenheit ausgeführt, daher ist eine Wiederholung der Versuche notwendig.

2. Versuche über die selbsttätige Versorgung der Gleitstelle mit dem Schmiermittel.

Viele Reibungsversuche sind ohne Beachtung der gleichbleibenden Versorgung der Gleitstelle mit dem Schmiermittel vorgenommen worden. Letztere wird entweder durch Überfluten

mit einem Ölstrom geliebert, oder sie erfolgt durch die Grenzflächen- und Kapillarkräfte der Werkstoffe und des Öls. Öle mit verschiedenen Grenzflächeneigenschaften ergeben dann verschiedenartige Versorgung mit Schmiermittelmengen und demnach verschiedene Reibung. Die Nichtbeachtung dieser Zusammenhänge hat zu der Annahme geführt, dass die Grenzflächenkräfte unmittelbar die Reibung verursachen oder beeinflussen, und dass sie auch damit für die Schmierwirkung massgebend sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das ein Irrtum. So ist es bereits im Institut gelungen, mit nichtnetzenden Flüssigkeiten, wie Quecksilber, das unter geringem in den Schmier-spalt eingeführt wird, einwandfreie Schmierwirkungen zu erzielen. Für die technische Schmierung ist die Klärung dieser Fragen von grösster Bedeutung, besonders für die Zylinderschmierung. Dafür sind netzende Öle notwendig, bei denen Grenzflächenkräfte eine für die Schmierung ausreichende Ölmenge an der Wand halten können. Der Schmiervorgang selbst verläuft dann unter denselben Bedingungen wie im Lager. Einen Kolben mit dem nichtnetzenden Quecksilber zu schmieren, was beim Lager mit Sondervorrichtungen gelingt, ist nicht möglich.

3. Verschleiss.

Reibung und Verschleiss hängen teilweise eng zusammen. Die Verschleissforschung ist noch sehr wenig entwickelt und die theoretischen Vorstellungen sind noch unvollkommener als die über die Reibung. Insbesondere gehen dabei auch eindeutig chemische Vorgänge mit ein, da das umgebende Medium eine Rolle spielt.

Hier soll versucht werden, neben einer Fortführung der bisherigen Entwicklung der Verschleissprüfmethoden von einem Studium des Verformungsbildes beider Haftreibung und Gleitreibung bei geringen Geschwindigkeiten mit mikroskopischen und mikrokinematographischen Aufnahmen den Verschleissvorgang von der Seite der Festigkeit her zu erfassen.

4. Ölprüfmaschinen.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse über Reibung, Schmierung und Verschleiss gestattet auch die Scharifung von Prüfmaschinen, auf denen die Schmiereignung von Ölen einwandfrei bestimmt werden kann. Bisher ist die Brauchbarkeit derartiger Maschinen beschränkt oder gar irreführend. Da solche Prüfverfahren in der Praxis dringend benötigt werden, sind bereits Maschinen, bei denen die bisherigen Unvollkommenheiten vermieden sind, in der Erprobung und weiter im Bau.

5. Öleigenschaften.

Die vom Institut in Angriff genommene vertiefte Auffassung des Schmiervorganges nach der mechanisch-physikalischen Seite macht auch eine schärfere Erfassung der Öleigenschaften nach dieser Richtung hin notwendig.

a) Innerster Linie ist das Viskositätsverhalten bei hohen Schergeschwindigkeiten festzustellen, bei denen die Erwärmung des Schmiermittels durch innere Reibung nicht mehr zu vernachlässigen ist. Besondere Viskosimeter für diese Aufgaben sind in Entwicklung. Die rechnerischen Grund-

lagen aus der Wärmlhre liegen bereits vor.

b) Für die Schmierung von Maschinen ist die Neigung der Schmiermittel zur Schaumbildung besonders zu beachten. Eingehende Versuche haben gezeigt, dass die Schaumbildung eng mit den Kavitationserscheinungen zusammenhängt. Es laufen Versuche zur Klärung dieser Fragen.

6. Berechnung von Gleitlagern.

Die Anwendung der Reibungsforschung in der Praxis des Maschinenbaues geht neben der betrieblichen Seite auch auf das Konstruktive. Das von FALZ entwickelte Berechnungsverfahren für Gleitlager ist nur auf recht unvollkommenen Grundlagen aufgebaut. Notwendig sind:

a) Versuche über die Wärmeabgabe von Lagern. Bisher lagen nur recht bescheidene Ergebnisse für Einzellager vor, sie sind zu vervollständigen und auf Lagerungen im Verband von Maschinen auszudehnen. Die Abhängigkeit der Wärmeabgabe von einzelnen Veränderlichen ist gründlicher als bisher zu erforschen. Auch lassen sich theoretische Untersuchungen in dieser Richtung durchführen.

b) Versuche zur Ermittlung der geringsten zulässigen Schmierschichtstärke. Diese für den Konstrukteur wichtige Rechengrösse ist bisher allein aus Oberflächenrauheitsbetrachtungen hergeleitet worden. Das Verfahren liefert Werte, die bei schwer belasteten Lagern weitgehend unterschritten sind und teilweise zu einer übertrieben sorgfältigen Oberflächenbearbeitung geführt haben. Es ist ein neues Verfahren angegeben, wie die Feststellung aus Laufversuchen am Lager hergeleitet werden kann.

7. Schmierung von Maschinen.

Die Versorgung der vielen Gleitstellen einer grösseren Maschine, beispielsweise eines Dieselmotors, ist bisher rein auf Grund praktischer Erfahrung vorgenommen. Eine betriebsfähige Lösung braucht aber noch lange nicht die beste zu sein. Versagen in der Schmierung durch unvollkommene Ölversorgung wird in den meisten Fällen dem Schmiermittel zugeschrieben, sodass teilweise schlecht durchkonstruierte Versorgungsverfahren mit hochwertigen Ölen ausgeglichen sind. Angestrebt wird eine konstruktive Ausbildung, die mit einfachen guten Ölen eine absolut zuverlässige Schmierung und damit sicheren Betrieb der Maschinen gewährleistet.

8. Lagermetalluntersuchungen.

Die sogenannten Gleiteigenschaften von Lagermetallen sind in bisher sehr einseitiger Weise festgestellt worden. Bei den meisten in der Öffentlichkeit bekannt gewordenen Versuchen ist nicht einmal das verwendete Schmiermittel angegeben.

Die Behauptungen, die hydrodynamische Theorie führe zu keiner Beurteilungsmöglichkeit von Lagermetallen, ist ein Irrtum. Die geringste zulässige Schmierschichtstärke, vgl. Ziffer 6b, ist eine Grösse zur Kennzeichnung der Gleiteigenschaften. Eine entsprechende Ausdehnung der dort genannten Versuche auf verschiedene Lagermetalle führt auch zu einer wissenschaftlich begründeten zahlenmässigen Erfassung dieser bisher mehr gefühlsmässig behandelten Eigenschaften.

Verschiedene Lagermetalle haben je nach ihrer Festigkeit, namentlich in Abhängigkeit von der Temperatur, eine verschiedene Fähigkeit, unter Druck gegen eine härtere Fläche eine mehr oder weniger glatte Oberfläche zu bilden, als sie von der Bearbeitung herrührt. Die Gesamtheit dieser Fähigkeiten wird als Oberflächenbildsamkeit bezeichnet. Ihre Abhängigkeit von den Festigkeitseigenschaften und dem metallographischen Gefügebau ist für die geringste zulässige Schmierschichtstärke massgebend.

9. Literarische Tätigkeit.

Neben der Veröffentlichung von Einzelergebnissen in Fachzeitschriften und Forschungsheften oder besonderen Mitteilungen ist die Abfassung eines grösseren Werkes unter dem Titel "Reibungslehre" geplant. Es soll den gegenwärtigen Stand unseres Wissens und die Ergebnisse der Arbeiten des Instituts in zusammenfassender, übersichtlicher Darstellung enthalten. Ein Teil des Manuskripts für eine erste Einführung ist bereits zum grossen Teil fertiggestellt.

ABTEILUNG REIBUNGSFORSCHUNG
des Kaiser Wilhelm-Instituts für Strömungsforschung.

Anlage 2

Verzeichnis der wissenschaftlichen Arbeiten

von Dr. Ing. G. VOGELPOHL VDI

(bis 30.6.1945)

000393

A. Originalaufsätze

- Anlage 3**
- 1) Ueber die Ermittlung der Rohreinlaufströmung aus den NAVIER-STOKESSchen Gleichungen, Zschr. angew. Math. Mech. Bd. 13 (1933) S. 446/447
 - 2) Windkanalversuche über den Luftwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen, Z. VDI Bd. 78 (1934) S. 159/167
 - 2a) Windkanalversuche über den Luftwiderstand von Eisenbahnfahrzeugen, Nachdruck von 2) in der Monatsschrift der Internationalen Eisenbahn-Kongress-Vereinigung Bd. 5 (1934) S. 717/735
 - 2b) Expériences au tunnel aérodynamique sur la résistance atmosphérique des véhicules de chemin de fer, française Übersetzung von 2) im Bulletin de l'Association internationale du Congrès des Chemins de Fer Bd. 16 (1934) S. 766/785
- Anlage 4**
- 2c) Wind flume experiments on the atmospheric resistance of railway vehicles, englische Übersetzung von 2) im Bulletin of the International Railway Congress Association Bd. 16 S. 939/957
 - 3) Gemeinsam mit M. MEDICI: Ricerche sperimentali sulla resistenza dell'aria nei convogli ferroviari, Il Monitore Tecnico Bd. (1934) S. 143/148
 - 4) FRIEDRICH WILHELM BESSEL, Zur 150. Wiederkehr seines Geburtstages (22.7.1784), Rundsch. Techn. Arb. Bd. 14, Nr. 29 vom 18.7.34
 - 5) FRIEDRICH WILHELM BESSEL, Vom Handlungslehrling zum bedeutendsten Astronomen seiner Zeit, "Das Werk", Monatsschrift der Vereinigten Stahlwerke A.G. Bd. 14 (1934) S. 375/376
 - 6) Braucht der Ingenieur neue Mathematikbücher? Rundsch. Techn. Arb. Bd. 15, Nr. 17 vom 24.4.1935, S. 4
- Anlage 5**
- 7) Die physikalische Natur der Bewegungswiderstände von Eisenbahnfahrzeugen, Z. VDI Bd. 79 (1935) S. 851/860
 - 8) Versuche mit Kraftfahrzeugmodellen im Windkanal, Rundsch. Techn. Arb. Bd. 15, Nr. 37 vom 11.9.1935, S. 3
 - 9) Zur Gesetzmäßigkeit des Luftwiderstandes von Eisenbahnzügen, Forsch. Ing. Wes. Bd. 6 (1935) S. 217/222
- Anlage 6**
- 10) Zur hydrodynamischen Theorie der Lagerreibung, Zschr. angew. Math. Mech. Bd. 15 (1935) S. 378
 - 11) Hydrodynamische Theorie und halbflüssige Reibung, Oel und Kohle Bd. 12 (1936) S. 943/946
 - 12) Fortschritte in der Strömungsuntersuchung mit dem Ultramikroskop, Zschr. angew. Math. Mech. Bd. 16 (1936) S. 371 (kurzer Vortragsbericht, vgl. auch E 8).
 - 13) Hydrodynamische Lagertheorie und halbflüssige Reibung, Zschr. angew. Math. Mech. Bd. 16 (1936) S. 371/372 (kurzer Vortragsbericht, vgl. auch E 9).

Noch vorhandene Sonderdrucke, teilweise auch beschädigt, sind als weitere Anlagen beigelegt.

000394

- A2 -

- Anlage 7** 14) Ueber den Impulssatz der Strömungslehre, Forschg. Ing. Wes. Bd. 8 (1937) S. 35/41
- Anlage 8** 15) Gemeinsam mit D. MANNESMANN: Strömungsuntersuchung mit dem Ultramikroskop, Forschg. Ing. Wes. Bd. 8 (1937) S. 42/47
- Anlage 9** 16) Neuere Prüfungen des Schmiervorgangs als Grundlage der Gleitlagerbemessung, im Berichtwerk über die Tagung "Prüfen und Messen" des VDI vom 1. und 2. 12. 1936, Berlin 1937 S. 173/180 (vgl. auch E 11).
- 17) Beiträge zur Kenntnis des Schmiervorgangs unter Nutzbarmachung älterer Arbeiten der hydrodynamischen Theorie, Zschr. angew. Math. Mech. Bd. 17 (1937) S. 362/365
- 18) Beiträge zur Kenntnis der Gleitlagerreibung, VDI-Forschungsheft 386, Berlin 1937
- Anlage 10** 19) Oiliness as a Result of the Heating of Lubricants, Proceedings of the General Discussion on Lubrikation and Lubricants, London 1937, Bd. 2, S. 442/451
- 20) Viscosität und Schmiervorgang, Oel und Kohle Bd. 14 (1938) S. 991/997
- 21) Zur Klärung des Gleitreibungsvorganges, Oel und Kohle, vereinigt mit Petroleum, Bd. 35 (1939) S. 720/728. Zuschr. ebda. Bd. 36 (1940) S. 249
- Anlage 11** 22) Die rechnerische Behandlung des Schmierproblems beim Lager, Oel und Kohle, vereinigt mit Petroleum Bd. 36 (1940) S. 9/13 und S. 34/38
- 23) Die geschichtliche Entwicklung unseres Wissens über Reibung und Schmierung I, Oel und Kohle, vereinigt mit Petroleum Bd. 36 (1940) S. 89/93 und S. 129/134
- 24) Ueber die Reibungsverluste in Schiffswellenlagern, Schiffbau, Schiffahrt und Hafenbau Bd. 42 (1941) S. 343/348, Zuschr. ebda.
- 25) Ueber das Wesen von Reibung und Schmierung, Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen Bd. 23 (1942) S. 11/14
- 26) Der heutige Stand der Grenzreibungsforschung (Kritik und Ausblick), Oel und Kohle, vereinigt mit Petroleum Bd. 38 (1942) S. 340/350
- Anlage 12** 27) Zur Integration der REYNOLDSschen Gleichung für das Zapfenlager endlicher Breite, Ing. Arch. Bd. 14 (1943) S. 192/212
- 28) Untersuchungen zum Uebergang der Reibungswärme aus der Schmierschicht in die Gleitflächen (Temperaturverteilung und thermische Anlaufstrecke in parallelen Schmierschichten bei Erwärmung durch innere Reibung), VDI-Forschungsheft, im Druck.

000395

- Bl -

B. Berichterstattung über wissenschaftliche
Arbeiten mit kritischen Zusätzen

- Page 73**
- 1) Beitrag zur Turbulenzforschung, Forsch. Ing. Wes. Bd. 4 (1933) S.154/155
 - 2) Neue Fragen der Strömungsforschung (Vom 9. Deutschen Physiker- und Mathematikertag in Würzburg 1933) Z.VDI Bd. 77 (1933) S.1318
 - 3) Ermittlung räumlicher Strömungsvorgänge mit Hilfe des Farbanstrichverfahrens, Z.VDI Bd. 78 (1934) S.1332/1333
 - 4) Luftwiderstand von Schnellzügen auf Grund von Windkanalversuchen, Z.VDI Bd. 82 (1937) S.1386/1388
 - 5) Neuere Messungen der Verlagerungskurve des Wellenmittels im Gleitlager, Z.VDI Bd. 82 (1938) S.832/834
 - 6) Reibungswiderstand und Trgkraft eines Gleitschuhes endlicher Breite, Z.VDI Bd. 87 (1943) S. 370/372.

17. Berechnung von Achsialturbinen durch Streckenprofilgitter.

Von Frits Weinig in Berlin.

(Aus dem Institut für Technische Strömungsforschung, Technische Hochschule Berlin.)

Der Berechnung achsial durchströmter Turbinen legt man die ebene Strömung durch ein geradachsiges Gitter aus Schaufelprofilen zugrunde. Im Grenzfall sehr enger Teilung ist die Stromfadentheorie, im Grenzfall sehr weiter Teilung die einfache Tragflügeltheorie anwendbar. Eine Verbindung von der Tragflügeltheorie zur Stromfadentheorie stellt der Kutta-Joukowskische Satz dar. Mit $w_\infty = \frac{v_1 + v_2}{2}$ (Abb. 1) wird die auf ein Profilstück der seitlichen Ausdehnung dr ausgeübte Kraft

$$P = \rho \cdot \Gamma \cdot w \cdot dr \quad (\rho = \text{Dichte}), \quad (\Gamma = \text{Zirkulation}).$$

Hierbei ist

$$\Gamma = (w_{u_1} - w_{u_2}) \cdot l. \quad P \text{ steht senkrecht auf } w_\infty.$$

Eine Möglichkeit, weitere Lücken zwischen Stromfadentheorie und Tragflügeltheorie auszufüllen, ist die der gleichwertigen Streckenprofilgitter. Es läßt sich zeigen, daß es zu jedem Gitter aus beliebigen Profilen ein Gitter aus Strecken als Profilen gibt, welches ihm bezüglich der ausgeübten Strömungskräfte bzw. bezüglich der Ablenkung der Strömung gleichwertig ist. Damit zerfällt praktisch unsere Aufgabe in zwei Teile: erstens die Strömungskräfte bzw. die Ablenkung der Strömung durch ein Streckenprofilgitter zu berechnen, zweitens das zum gegebenen beliebigen Profilgitter gleichwertige Streckenprofilgitter zu bestimmen. Für die Strömung durch Streckenprofilgitter findet man mit Benutzung der Methoden der konformen Abbildung

$$\Gamma = k(t/l, \beta) \cdot \pi \cdot \sin \delta.$$

$k(t/l, \beta)$ (Abb. 2) stellt also das Vielfache der Kraft dar, welche ein Streckenprofil im Gitterverande unter gleicher Anstellung $\delta = \beta - \alpha$ (Abb. 1) erfährt wie ein allein stehendes Streckenprofil. Statt mit den Kräften kann man auch mit den Strömungsrichtungen (Abb. 1) rechnen:

$$\frac{\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1}{\tan \beta - \tan \alpha_1} = \frac{2q}{1+q}.$$

$$\text{Hierbei ist } q = \frac{k}{\pi l \cos \beta} \quad (\text{Abb. 3}).$$

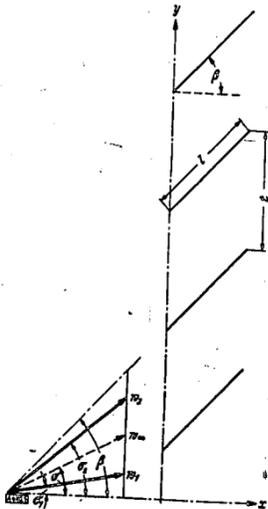


Abb. 1.

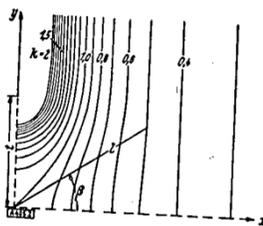


Abb. 2.

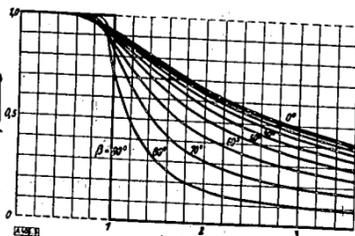


Abb. 3.

auf Abb. 4 zu sehen ist. Der Zylinder schwingt nach unten, und an dem Zylinder entsteht eine neue Welle. Der Wellenkamm ist aber jetzt nicht mehr glatt, sondern ein Gekräusel. Der davorlaufende Wellenkamm ist auf der Abbildung auch noch zu sehen, und er ist ebenfalls schon etwas gekräuselt. Der Zylinder trägt einen Maßstab, um die Größe der Kräusel ausmessen zu können. Einen Augenblick später erhält man Abb. 5. Die Kräusel ziehen sich zu größeren Kräuselbällen zusammen, und noch etwas später erhält man ein Wellenbild nach Abb. 6. Die laufende Welle ist fast ganz verschwunden. Sie ist in eine stehende Welle umgeschlagen, die senkrecht zu der ursprünglichen Welle in Richtung der Zylinderachse schwingt. Die Anzahl der stehenden Wellen ist bei begrenztem Tank dadurch gegeben, daß die stehende Welle die halbe Frequenz des schwingenden Erregers hat und gleichzeitig ein ganzes Vielfaches der stehenden Welle zwischen den Tankwänden sein muß.



Abb. 7.



Abb. 8.

Um die Ursache des Wellenumschlags zu finden, habe ich zunächst verschiedene schwingende Körper, außer dem Zylinder auch die Platte und den Keil untersuchen lassen. Auch hier trat der Wellenumschlag ein. Wir erhalten also den Satz: Die Möglichkeit des Wellenumschlags hängt nicht von der Form des schwingenden Körpers ab. Daraufhin prüfte ich, ob die Echowirkung der Tankwand die Ursache sein könne. Ich ging mit dem Modell in einen sehr großen Wassertank; aber hier trat der Wellenumschlag ebenso ein, und zwar unabhängig von der Richtung, in der die Tankwände zur Zylinderachse liefen. Daraus ergibt sich der Schluß: Der Wellenumschlag hängt nicht von der Begrenztheit des Tanks ab. Nun sagte ich mir, daß wahrscheinlich die Begrenztheit des Modells in der Achsenrichtung die Ursache des Wellenumschlags sei. Denn die Rechnung, welche die laufende Welle ergibt, gilt nur für einen unendlich langen Zylinder. Die Modelle haben aber an ihren Enden einen singulären Punkt. Nun kann man keinen unendlich langen Zylinder herstellen, aber man kann einen unbegrenzten Zylinder machen, indem man den Zylinder zu einem Ring zusammenbiegt. Noch einfacher ist es, wenn man eine Kugel nimmt, die halb ins Wasser eingetaucht ist und vertikal schwingt. Diesen Versuch hat vor kurzem Herr Holstein im Institut für angewandte Mechanik zu Göttingen auf meine Veranlassung hin gemacht. Bei niederen Frequenzen entstehen ringförmige Wellen, die von der Kugel weglaufen. Bei man nun die Frequenz, so erhält man Abb. 7. In der Mitte sieht man die Kugel, die mit einer Maßteilung versehen ist. Sie sendet gerade eine ringförmige Welle aus, deren Kamm aber bereits stark gekräuselt ist. Der voranlaufende Wellenring ist ebenfalls auf dem Bild zu sehen; er ist auch gekräuselt. Einen Augenblick später ist auch hier der Wellenumschlag eingetreten, wie dies aus Abb. 8 zu sehen ist. Wir haben sechs stehende Wellen, die jetzt der Kugel gestattet, die Größe der Welle auszuwerten. Auch bei der Kugel ist die Frequenz der stehenden Welle die Hälfte der Frequenz des Erregers. Wir kommen also zu dem Schluß: Der Wellenumschlag hängt nicht von der Begrenztheit des Erregers ab.

Der Wellenumschlag muß nach diesen Versuchen eine rein hydrodynamische Ursache haben. Die umgeschlagene stehende Welle muß in den hydrodynamischen Differentialgleichungen mitenthalten sein, von denen bisher als Lösung nur die laufende Welle bekannt ist. Der kritische Punkt des Wellenumschlags hängt nach unseren Versuchen nicht nur von der Frequenz, sondern auch von der Amplitude des schwingenden Körpers ab. Besonders erstaunlich ist, daß die umgeschlagene stehende Welle senkrecht zu der ursprünglichen laufenden Welle steht. Leider kann ich hier noch keine Theorie des Wellenumschlags geben. Das Problem ist ein räumliches und deshalb besonders schwierig mathematisch zu behandeln. Trotzdem will ich meine bisherigen Versuchsergebnisse mitteilen, denn soviel ich weiß, ist noch nie über solche Umschlagserscheinungen berichtet worden.

392, 14

15. Über die Ermittlung der Rohreinlaufströmung aus den Navier-Stokesschen Gleichungen.

Von G. Vogelwohl in Berlin.

(Aus dem Institut für Technische Strömungsforschung an der Technischen Hochschule Berlin.)

Die Beobachtungen Gibsons über den Eintritt der Turbulenz im Kreisrohr¹⁾ haben dem Verfasser Anlaß, von den Navier-Stokesschen Gleichungen ausgehend eine Behandlung der Rohreinlaufströmung zu versuchen. Die nichtlinearen Gleichungen sollen in der üblichen Weise gelöst werden, daß man, von einer brauchbaren Grundlösung als erster Näherung ausgehend, in der Bestimmungsgleichung für die zweite Näherung die quadratischen Glieder vernachlässigen kann.

In dem Vortrag wurde die Auffindung der Grundlösung behandelt, der Gedanke ist folgender: Betrachtet man den stationären Verlauf des Überganges von der geradlinigen Geschwindigkeitsverteilung bis zur Poiseuilleschen Parabel von einem Koordinatensystem aus, das sich mit der mittleren Geschwindigkeit \bar{c} entlang der Rohrachse bewegt, so wird in diesem der Vorgang nichtstationär. Andererseits sind die radialen Komponenten der Geschwindigkeit klein gegenüber den axialen, vernachlässigt man sie in erster Näherung, so ergibt sich zur Beschreibung des Vorgangs eine Gleichung vom Typ der Wärmeleitungsgleichung, in der das Druckglied als Störungsfunktion einget.

Daß die Möglichkeit nahegelegt wird, auf diesem Wege eine brauchbare Näherungslösung für die Geschwindigkeitsverteilung zu finden, zeigte ein vorgeführter Versuch, wie ihn Herr Prof. Fättinger in seinen Vorlesungen über Strömungsphysik an der T. H. Berlin zu bringen pflegt.

Liegt die Rohrachse in der Z -Richtung des Zylinderkoordinatensystems und macht man die Gleichung durch Einführung geeigneter Veränderlicher dimensionslos, so lautet sie

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial c}{\partial r},$$

wo zur Beschreibung des stationären Vorgangs in erster Näherung $t = z\bar{c}$ gesetzt werden kann. Die Lösung der homogenen Gleichung kann in der Form $c = \sum_k T_k \cdot J_0(\xi_k \cdot r)$ angesetzt werden, entwickelt man das Druckglied nach Besselschen Funktionen — man multipliziert mit $1 = 2 \sum_k J_0(\xi_k \cdot r) / \xi_k \cdot J_1(\xi_k)$, so erhält man für T_k eine gewöhnliche lineare Differentialgleichung und für c die Lösung

$$c = \sum_{k=1}^{\infty} \left[C_k e^{-\xi_k^2 t} - \frac{2}{\xi_k J_1(\xi_k)} \int_0^t \frac{\partial p}{\partial z} e^{-\xi_k^2(t-\tau)} d\tau \right] J_0(\xi_k r) \quad (1).$$

Hierin bedeuten C_k als Integrationskonstanten die Koeffizienten der Entwicklung der zur Zeit $t=0$ vorgegebenen Geschwindigkeitsverteilung nach Besselschen Funktionen erster Art. Ist das Druckgefälle als Funktion der Zeit gegeben, so ist die Berechnung von c ohne weiteres möglich.

Die hier aufgeworfene Fragestellung erfordert dagegen, das Druckgefälle so zu bestimmen, daß die mittlere Geschwindigkeit \bar{c} konstant bleibt, das führt auf die Volterra'sche Integralgleichung erster Art

$$\bar{c} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{4}{\xi_k^2} \left(1 - e^{-\xi_k^2 t} \right) + \int_0^t \frac{\partial p}{\partial z} \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \frac{4}{\xi_k^2} e^{-\xi_k^2(t-\tau)} d\tau = 0,$$

¹⁾ Phil. Mag. 7. Reihe, Bd. 15 (1933), Nr. 99, S. 637/47. Bericht des Verf. über die Gibsonsche Arbeit nebst kritischen Anmerkungen in Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Bd. 4 (1933), Nr. 3, S. 154/55.

die sich nach einer von Whittaker angegebenen Methode²⁾ lösen läßt. Man erhält

$$-\frac{1}{c} \frac{\partial p}{\partial z} = 8 + 4 \sum_{k=2}^{\infty} \frac{a_k t}{c} \quad (2),$$

wo die a_k die Wurzeln der Gleichung $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{4}{x + \xi_k^2} = 1$ bedeuten, es ist $a_1 = 0$, $a_2 = -26.374$, $a_3 = -70.849$, $a_4 = -135.023$, $a_5 = 218.922$.

Für größere Werte von k gilt näherungsweise $a_k = 4 - \xi_k^2$. Einsetzen von (2) in (1) ergibt für c Geschwindigkeitsverteilungen mit konstanter mittlerer Geschwindigkeit; sofern man das nichtstationäre Problem ins Auge faßt, handelt es sich um eine exakte Lösung der Navier-Stokesschen Gleichungen. Die Brauchbarkeit als erste Näherung für die Rohreinlaufströmung muß noch durch die Bestimmung der weiteren Näherungen erwiesen werden.

401, 15

16. Analytische Ausbildung von Schnelldampferformen.

Von Georg Weinblum in Berlin.

In einer früheren Arbeit¹⁾ habe ich gezeigt, wie man mit Hilfe des Michellschen Integrals, ausgehend von geeigneten Polynomen, Schiffsoberflächen geringsten Wellenwiderstandes ableiten kann. Die gewonnenen Resultate erstreckten sich nur auf größere Froudesche Zahlen $\bar{\gamma}$; an der unteren Grenze ($\bar{\gamma} \sim 0,30$) trat eine Streuung der Ergebnisse ein, welche aber nur auf eine Ungenauigkeit der durch die Ritzsche Methode bedingten Rechenverfahren zurückzuführen ist. Es wird hier deshalb das Gebiet der Froudeschen Zahlen von etwa 0,26 bis 0,32 durch direkte Auswertung des Integrals für verschiedene Schiffslinien eingehender untersucht; ich nenne diesen Bereich den der Schnelldampfergeschwindigkeit, die Ergebnisse gelten natürlich ebenso für andere Fahrzeuge mit einem nicht zu geringen Tiefgangsverhältnis.

Frühere rechnerische Untersuchungen haben in Übereinstimmung mit experimentellem Material erwiesen, daß zur Erzielung eines geringen Wellenwiderstandes bei diesen Geschwindigkeiten nur kleine Schärfegrade ∂/β in Frage kommen; wir können daher den Kern unserer Aufgabenstellung dahin formulieren, daß wir für verschiedene Schiffslinien die Werte des Schärfegrades festzustellen suchen, welchen ein Minimum des Wellenwiderstandes entspricht. Diese Fragestellung ist jetzt praktisch noch wichtiger als früher, weil durch die Reduktion von Bauweisen Beschränkungen im Volligkeitsgrad aus anderen Gründen immer mehr wegfallen.

Zunächst werden einige Spantflächenkurven von Taylor durch Polynome angenähert und der zugehörige Wellenwiderstand berechnet; in guter Übereinstimmung mit Versuchsergebnissen zeigt sich, daß für die gewählte Form das Widerstandsminimum bei einem Schärfegrad von etwa 0,52 erreicht wird. In ähnlicher Weise wird die Abhängigkeit des Widerstandes vom Schärfegrad für eine Kurvenschar $\eta = 1 - a_1 \xi^2 - a_2 |\xi|^3 - a_3 \xi^4$ untersucht.

Schreiben wir die Bedingung $\left. \frac{\partial \eta}{\partial \xi} \right|_{\xi=1} = 0$ vor, so fällt der Widerstand bis zu einem Schärfegrad von $\sim 0,48$; mit zunehmender Volligkeit wächst der Widerstand außerordentlich schnell, was aber noch einer experimentellen Bestätigung bedarf. Machen wir dagegen den Eintrittswert $\left. \frac{\partial \eta}{\partial \xi} \right|_{\xi=1} = 1$, so werden diese Schiffslinien für höhere Schärfegrade und Froudesche Zahlen anscheinend sehr brauchbar, dagegen versagen sie allgemein für kleinste Volligkeiten und geringere Geschwindigkeiten; das Widerstandsminimum ist bei einem Schärfegrad von zirka 0,54 bei nicht zu kleinen Froudeschen Zahlen zu erwarten.

Die Rechnung zeigt, daß fast alle Schnelldampfer vom Standpunkt des Widerstandes aus zu völlig ausgeführt sind. Es ist noch nicht gelungen, mit diesen und ähnlichen Spantflächenkurven im betrachteten Geschwindigkeitsgebiet rechnerisch bessere Ergebnisse, als sie den Standardschiffen Taylors entsprechen, zu erreichen. Man wird daher die Schnelldampfer meist mit einem Bugwulst versehen; als praktische untere Grenze für den Schärfegrad ist dann etwa 0,54 zu nennen, welche durch eine volligere Ausbildung des Hinterschiffes noch etwas nicht erschöpft; vor allem soll eine aussichtsreiche Kombination der günstigsten hier ermittelten Form mit einem Bugwulst untersucht werden. Aber es ist kaum zu erwarten, daß wesentlich neue positive Ergebnisse mit anderen Linien zu erreichen sind.

403, 16

¹⁾ Proc. Roy. Soc. London, Series A, 94, 1918, S. 367 ff.

²⁾ Schiffe geringsten Widerstandes, Int. Congr. f. Mech., Stockholm 1930.

[628. 23 & 636. 221]

Wind flume experiments on the atmospheric resistance of railway vehicles,

by G. VOGELPOHL, Dipl. Ing., V.D.I., Berlin.

Communication from the Technical Institute on Aerodynamical Research at the Higher Technical School, Berlin.

(Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure-VIII.)

The trials so far carried out in wind flumes, on railway vehicles, have nearly always been made to ascertain the atmospheric resistance of isolated vehicles, such as fast rail motor coaches and locomotives. The following note is intended as a contribution to the question if the wind flume lends itself to the determination of the atmospheric resistance of trains. By means of data taken from recently published articles, the author begins by a brief description of the aerodynamic principles of tests with models, the practical usefulness of which has been shown in the case in question by the measurements obtained in the wind flume of the « Berliner Institut für Technische Strömungsforschung ». In addition to the values of the atmospheric resistances, which vary with the design of the vehicles, this note describes a means whereby the atmospheric resistance of an intermediate vehicle in a train and the end vehicle can be determined.

The efforts now being made to raise the commercial speed of trains (1) make it necessary to know the resistances opposing the forward motion of the train with much greater accuracy than when the speed did not exceed some 110 km. (68 miles) an hour. Formerly, except for a few theorists, the railway engineers, in fact, only considered the

total resistance and endeavoured to express it by the simplest possible mathematical formula. They preferred to use such expressions as $W = a + b v^2$, or $W = a + b v + c v^2$, in which a , b and c , are constants or at least values independent of the speed v .

These formulae were obtained by interpolation of the results of trial runs. They are not merely useful, they are essential so long as it is a question of getting out timings or calculating the dimensions of locomotives for a definite service within the range of speeds selected. It is, however, an absolute error to consider such simple formulae, obtained by interpolation, as natural laws because, on the contrary, the results of trials lose their physical meaning when expressed in this form. FRANK (2) already raised this objection. When we reflect that, in the resistance to forward motion on straight level track, the losses through friction and shocks are affected by the weight and speed in a way still not fully known, that the air resistance is a function of the form of the body and the nature of its surface and varies approximately — but not exactly — with the square of the relative speed between the vehicle and the wind, and with the specific weight of the surrounding atmosphere, whilst it is wholly independent of the weight, we

(1) See H. NORDMANN, Z.V.D.I. (Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure), vol. 75 (1931), page 1237.

(2) A. FRANK, Z.V.D.I., vol. 31 (1907), p. 95. See for fuller details on resistance formulae, H. NORDMANN, *Glaciers Annalen*, vol. 78 (1916), page 135.

must admit that the total resistance, composed of such different elements, cannot be expressed accurately by any such simple equation.

The main factors, frictional resistance and air resistance, cannot be represented for all speeds by terms the index of which is a whole number. This is very clearly shown, as regards air resistance, by the example of a sphere dealt with later on. Now, a potential function the index of which is a whole number can only represent a natural law when it includes all phenomena coming under this law (2). The experiments with the pendulum by means of which A. Frank (4) thought he had definitely proved that, even at the lowest speeds, the air resistance varies as the square of the speed, should be accepted with caution as in the case of many other experiments of the period (5).

As the individual resistances are lost in the formula for the total resistance, the engineer designing a new locomotive or carriage for high speeds is quite unable systematically to reduce the individual resistances by properly arranging the constructional parts. This applies in particular to the atmospheric resistance which, as is known, forms the major part of the resistance to forward motion at high speeds.

Under the impulse of naval and aeronautical design the knowledge of the nature of the resistance of currents and in particular of air currents, and of the

(2) M. REINER, *Naturwissenschaften*, vol. 21 (1933), page 294.

(4) A. FRANK, *Z.V.D.I.*, vol. 50 (1906), page 503.

(5) In this connection should be mentioned especially F. von LÖESSEL: *Die Luftwiderstandsgesetze, der Fall durch die Luft und der Vogelflug* (The laws of air resistance, of bodies falling through the air, and of the flight of birds), Vienna, 1896. By quite imperfect test methods, he arrived at a most peculiar theory of the resistance of the atmosphere (theory of the angle of impact) which unfortunately was widely accepted and caused much confusion.

best methods of reducing such resistance, has grown considerably during the last three decades, although only a relatively small part of such knowledge has been used in connection with railways. The great success of aviation technique is due in many points to the methodical study of the aerodynamical conditions by means of tests based on the mechanics of similarity.

Air resistance and tests with models.

In dealing below with air resistance, we will limit ourselves to the case in which there is no side wind. It is true that in railway work this condition must, of necessity, be taken into consideration, but this difficult question cannot be dealt with until the simpler case of the resistance without side wind has been elucidated. Besides, at high speeds, the component of the side wind is small, but on the other hand it is very important in shunting work (6).

Bases of calculation and factors of similarity.

The formula given by NEWTON is still used when calculating the resistance. If F is the maximum surface exposed to the current of air (cross section) in m^2 , v the relative speed between the air and the vehicle in metres per second, ρ the specific mass of the air in $\frac{kgr.}{sec.^2/m^3}$, q the pressure of impact in $kgr. per m^2$ or millimetres of water, and c_w a coefficient, the resistance of the air W (in $kgr.$) is:

$$W = c_w \rho \frac{v^2}{2} F = c_w q F = q F c_{wq} \quad (1)$$

The quantity $c_{wq} = F = F^2 q_{wq}$ has generally been used by railways recently; it should be noted, however, that this equivalent surface is simply a comparative value. It must not be looked upon

(6) C. PIRATH, *Verkehrstechnische Woche*, vol. 23 (1929), page 164.

as a plane surface offering equal resistance to the air, as is sometimes done when it is thought with NEWTON that a surface attacked along the normal by the wind has for all shapes the resistance coefficient $c_w = 1$.

The coefficient c_w is a number without dimensions; it depends on the form of the body, on the nature of its surface, and on the Reynolds number. The latter

is given by $Re = d \cdot v / \nu$ in which d is a characteristic measurement of length for a given geometrical form, v the speed, and ν the kinematic viscosity of the medium in question. For air of 760 mm. of mercury and 20° C., we have, in round numbers, $\nu = 0.15 \text{ cm}^2/\text{sec.}$ or $0.000015 \text{ m}^2/\text{sec.}$ The surface F and the impact pressure q are definitely fixed by the dimensions and the speed of the

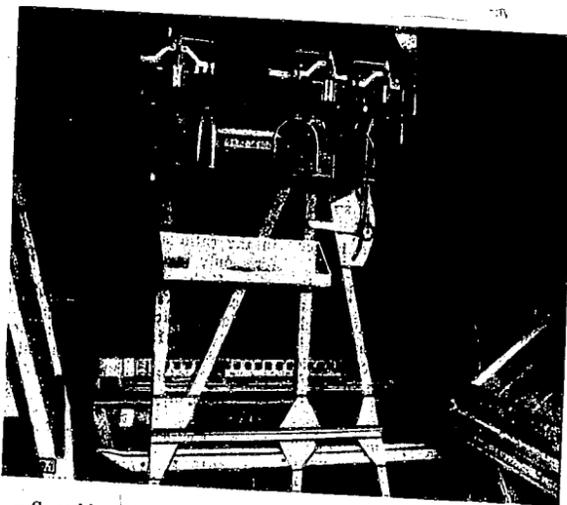


Fig. 1. — General layout of the equipment for measuring the resistance of models in the wind flume.

Model complete with drop lights, ventilators, etc.

vehicle and of the wind, as well as by the atmospheric conditions, and can be calculated easily, so that the whole difficulty of the resistance of the air lies in ascertaining the coefficient c_w . The only method available today, by which to arrive at its value, is by full-size tests, or by tests with models based on the

mechanics of similarity. Figure 1 shows the general arrangements of such a trial with models.

Object of trials with models.

The theory of mechanical similarity teaches that two bodies will have the same value of c_w when, besides being

geometrically similar, the lines of flow are also alike so that there is, therefore, dynamical similarity. The latter case occurs when the ratio between the frictional forces and the inertia forces is everywhere the same, which leads to the condition that Re is the same (7).

Consequently, the resistance constant can be determined exactly by small-scale model tests when Re can be given the same value as for the full size. With the usual wind flume this condition would be fulfilled were the wind speed to increase in proportion to the reduction of the dimensions of the model. For a 1/20th model, the wind speed would have to be 660 m. (1968 1/2 feet) per sec. to correspond to 30 m./sec. = 108 km. (67.1 miles) an hour with the full-size vehicle. If no departure were made from this rule, we should soon find ourselves amongst speeds exceeding those of sound, when the mechanics of similarity are no longer applicable in the above way.

When dealing with aircraft and railway vehicles especially, it is almost always impossible to get a high enough value of Re , and therefore dynamic similarity. In principle, it is possible to carry the trials further in the pressure air flume, or by towing tests in water (8) when the viscosity is some fifteen times less. This method, however, has its own and greater difficulties. Pressure wind flumes are extremely costly to build and operate; there are at present only two such wind flumes in existence.

(7) See, for example, L. PRANDTL and O. G. TIETJENS: « Hydro- und Aeromechanik », vol. 2, Berlin, 1929; also W. WENZ and F. HARMIS: « Handbuch der Experimentalphysik » (Experimental physics handbook), vol. IV, part 2, Leipzig, 1932.

(8) Professor FÖRTINGER has suggested a method in which the waves are eliminated by plates resting on the water. The models float and roll with the wheels upwards under the plates through which the arm of the weighing machine passes so as to not to interfere with taking the measurements.

Difficulties of tests with models.

The resistance coefficient must, therefore, be calculated for values of Re lower than those obtained in service, so that a few words must be said on the dependence of the values of c_w on Re . In the case of bodies of angular shape or with projections there is little such dependence. The air resistance then consists chiefly of the resistance known as *form resistance* and increases almost exactly as v^2 .

When, on the other hand, large surfaces are exposed to the air in the direction of their movement, the *frictional resistance* is the one which comes into action. The constant c_w then diminishes as Re increases. The limit is represented by a plate which meets the air at right angles to its plane; if at very low speeds the current is composed of parallel layers of air, c_w falls in the ratio of $1 : \sqrt{Re}$. W , therefore, only increases with the power 1.5 of v . If the air movement be turbulent, it increases with the power of 1.8. The resultant indices for the speed always lie between 1.8 (simple frictional resistance with turbulent current) and 2 (simple resistance of form), for the resistance in practical cases.

Critical behaviour of c_w .

In 1912, EIFFEL called attention to the peculiar behaviour of the resistance corresponding to certain values of Re , this behaviour being explained by PRANDTL in 1914. Attention must be called to this irregular behaviour as it greatly affects the question of trials with models. Taking a sphere, for example, we reproduce first of all (fig. 2), above Re , the coefficient c_w . In addition, for a given sphere (150 mm. in diameter), the air resistance is shown above the speed. In the interval $Re = 200\ 000$ to 400 000, the curves are most irregular. We have no space here to study the

physical reason for this "critical" behaviour (9).

This fact, demonstrated here with a sphere, is also found to a more or less pronounced extent with bodies of other shapes. Above the critical region, the

Earlier tests.

Until the most recent tests, these facts were not always taken into account. LEBOUCHER investigated the form of rail motor coaches (2) which can fall entirely in the critical zone, as ROY (10) had already pointed out. In addition, LEBOUCHER only carried out his tests at the single speed of 28 m. (91.8 feet) per second = 101 km. (62.8 miles) per hour, that is to say for a single value of Re . It was consequently quite impossible to recognise any irregularity in the resistance coefficient, should such irregularity occur. The curves reproduced on pages 12 and 13 of his article (2) are simply parabolas passing through this single point, and are not curves established from test results.

Roy, probably through the influence of these doubtful tests, came to the conclusion that useful tests on models cannot be made in the case of railway vehicles or coaches, which, in the opinion of other investigators and to our own mind, is far from correct.

Roy calls particular attention to the fact mentioned above in (2) that perfect geometrical similarity of the model gives rise to errors when applying the results to the full-size vehicle (11). While this is undoubtedly true, reliable values can nonetheless be obtained even in this case. In this event, the details which may be expected on the model to be in an infracritical current should

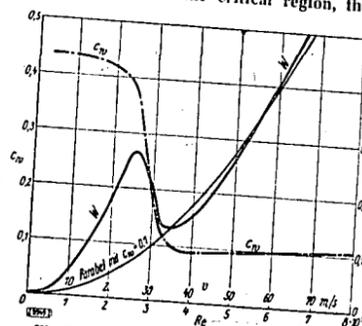


Fig. 2. — Air resistance W of a 150-mm. diameter sphere for air of specific mass $\rho = 1/8$ and a resistance coefficient c_w (according to Flachsbart).

Note: Parabel mit... = Parabola with...

dependence on Re is generally very slight so that in this area the law of the resistance being proportional to the square of the speed again applies as a first approximation. The following conclusions can therefore be drawn:

1. The tests must be made in the supercritical region if the actual case lies in a supercritical position;

2. With complicated models such as, for example of locomotives, details of small size, such as projections on the boiler, parts of the motion, and sometimes the chimney, may fall in the infracritical zone, whereas in the actual full-size machine the current is supercritical. If the model is a faithful geometrical image of the actual machine, the values of c_w obtained are too great and the resistance for the actual vehicle will be too high.

(9) LEBOUCHER, *Revue Générale des Chemins de fer*, vol. 51 (1932), 2nd half year, page 3, and *Bulletin of the Railway Congress*, February 1933, p. 210.

(10) ROY, *Revue Générale des Chemins de fer*, vol. 52 (1933), 1st half year, page 3, and *Bulletin of the Railway Congress*, August 1933, page 738.

(11) The same question has also been dealt with by O. G. TIETJENS and K. C. RIPLEY, *Trans. Amer. Soc. Mech. Eng.*, vol. 54 (1932), A.P.M. 23, p. 285, and by F. C. JOHANSON, *Engineer*, vol. 145 (1928), page 140.

be replaced by smaller bodies or be made another shape, which in the model will give the same relative resistance without essentially changing the form of the current. As a rule, special tests have to be made for this purpose.

For example, when making the tests on models of vehicles described further on, we replaced the ventilators by simple cylindrical bodies (fig. 1). It would have cost too much to copy the Wendler ventilator correctly and the resistance coefficients would have been too high. The bogies too, used in the tests, are very rough and ready copies of the real ones. In any case, perfectly correct and consequently very expensive models, such as for example that of the Canadian National Railways (12), may be described, from the point of view of experimental technology, as useless and even as likely to defeat the desired end. For some decades, in practical experimental work in connection with marine and aeronautical construction, such faithful reproductions have not been used, good results still being obtained. Be this as it may, careful tests with models should be made, taking into account the extent these elements affect the total resistance.

Special features in trials on railway vehicles.

In addition to the above conditions governing the value of tests on models, based on the critical phenomena, we have just dealt with, we have to give sufficient weight to certain ratios of similarity between the vehicle and the model, and this causes difficulties when testing railway vehicle models. In the wind flume, the model is stationary and is subject to the wind driven through the flume, whereas under actual conditions the train is running and the sur-

(12) *The Engineer*, vol. 135 (1933), page 385; H. Nordmann, *Z.V.D.F.* vol. 77 (1933), p. 884.

rounding atmosphere is stationary or has only a slight motion. Consequently, the tests on the model represent an inversion of the true conditions. For there to be at least similarity, the wheels should turn and a reproduction of the track should advance at a speed corresponding to that of the train. This ideal test with a model is very difficult to carry out as the wind speed in the flume reaches or exceeds 60 m. (197 feet) per second.

Different methods of carrying out the tests.

So far models have been suspended in the wind flume in the following ways:

1. Simple hook-up of the model in the free air current without any reproduction of the permanent way (13);
2. Use of a belt which travels under the model (14);
3. Addition of a fixed plate representing the ground;
4. Use of double models (15);
5. Goss's experimental plant (16).

These different systems call for the following remarks:

1. This arrangement in no way corresponds to the actual case, as the air can escape on all sides. The influence of the ground has, however, been determined separately in the case in question.
2. This would undoubtedly be the best method if the belt could be made to advance with perfect regularity. This condition does not, however, appear to

(13) Double models, the object of which is to eliminate frictional limiting surfaces, were probably first suggested by Prof. FÜRSTNER in 1903 when investigating ship models, and have been largely used recently in tank tests on boats to analyse the resistances. See *Jb. schiffbautechn. Ges.*, 1924, page 296.

(14) F. W. Goss, *Engineer*, vol. 86 (1898), page 164.

be possible at high speeds. Any flapping of the belt disturbs the current of air acting on the model; the return part of the belt is the one liable to run irregularly. No results of tests with this arrangement have been published.

3. As in this case the reproduction of the ground does not move relatively to the model, we may expect to find differences in similarity near the ground. However, if the test is carried out carefully and the length of the model is reasonable, it is always possible to get a sufficiently uniform distribution of the air speed above the plate. If, more-

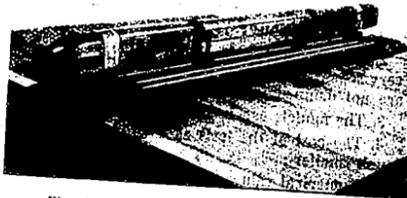


Fig. 3. — Plate with smooth model, no drop lights, ventilators, etc. The ballast is reproduced on the plate and projects above it.

over, as in our tests, the plate is covered with a reproduction of the raised ballast (fig. 3), a marked reduction of speed is only observed near the head of the rail. Consequently, the whole of the main elements composing the air resistance are situated in this normal speed zone.

4. The use of two models with the wheels facing (method of images) enables us to get a current closely reproducing actual conditions. Turbulence, stronger than that experienced in actual practice, can be set up about the wheels through the absence of a real plane. Then too, the process is much more costly owing to the double models.

5. Goss's tests must be mentioned by themselves, as for many years they were the only wind flume tests on the atmospheric resistance of railway vehicles and have been taken into account in recent tests. These tests were carried out on trains of models of as many as 25 vehicles in a wind flume measuring 50 cm. (19 11/16 inches) on each side and 8.20 m. (26 ft. 11 in.) long over all, with wind speeds of up to 65 m. (213.2 feet) per second. Our present knowledge forces us to qualify such an arrangement as likely to give questionable results. Goss's wind flume was a long tube and, to some extent, may be likened to a tunnel in which a standing train is subject to the action of wind coming from the outside. The influence of the tunnel walls is very great and gives rise to a current entirely different from that affecting a train running through free air. The results obtained by Goss, therefore, require verification and if this be found necessary, to be corrected by the results of tests based on more precise and more complete theories than are available today.

Consequently the plate and the double model are the only practical simple arrangements at our disposal today. Only experience will show which is the better. Generally speaking there is a tendency to consider the second, the double-model method, as the better. In our tests, however, in which the influence of the end face was eliminated by fixed pieces, the results obtained with the double-model were very little better. LENOUCHE's conclusions on this method are correct, it is true, but any numerical proof of the errors recorded relatively to actual values has not been given for either the plate or the double model.

Influence of rotating parts.

Roy, in his article, called attention to the additional resistances, and in particular to the « fan » resistance which cannot be ignored, produced by the

000407

moving parts and especially by the wheels. Because of this, the air current alters with a model all parts of which are stationary. It is also stated that the resultant of all the aerodynamical forces exerts on the vehicles, especially when there is a cross wind, an additional force, which can modify the flange and journal friction and, therefore, affects the rolling resistance which varies with the weight. We do not know, however, how serious these forces are. Seeing that they are of secondary importance (15) no more time will be devoted to them, as we are not dealing with the comparative values of the atmospheric resistance.

Roy has given a method for ascertaining the total resistance and its component resistances. This may be called "running tests with models" as it consists in ascertaining the air and rolling resistance on models of trains fitted with measuring devices.

The following may be taken as summarising all there is to say on tests on models in wind flumes: "Trials on models generally give values lower than the Reynolds number for the full-size machine. If, however, conclusions may be drawn from these studies, which appear to give higher Reynolds numbers, this is largely because in many cases the influence of the Reynolds number is so small. The values obtained from a model cannot, however, be transposed directly and much experience is required to know when this transposition is allowable and when it is unreliable. Comparative measurements made from time to time with full-size vehicles as and when possible are therefore a ne-

(15) The tests made at Göttingen by C. PINATH on a truck on rollers to ascertain the force required to move a pair of wheels transversely confirm this point of view.

(16) W. WIEN and F. HARMS, *Handb. der Experimentalphysik* (Experimental physics handbook), vol IV, 2nd part, Leipzig, 1932, page 113f. The test mentioned above deals in

necessary complement to tests on models (16).

Test on models and running test.

The comparison we have just made is usually made on railways by *running tests*, which always produce definite results in the eyes of the engineer, as all the influences occurring in service are taken into consideration. The tests, however, themselves are very difficult to carry out as regards ascertaining the air resistance (17).

The following are the advantages of tests with models over running tests:

1. The test programme drawn up on proper bases is followed faithfully; the trial takes place under uniform speed and air conditions;
2. The resistance is measured with very sensitive weighing machines which are not damped in any way;
3. The models can be altered quickly;
4. The cost of the tests as a whole is much smaller;
5. Numerical values are obtained very soon after completing the preparatory work and the actual test;
6. The results may be used easily and safely.

As regards the last point, in running trials the total resistance is always measured, although it is difficult to do so exactly, owing to the conditions on the line. This, however, is possible, with the facilities now available. On the other hand, no one has succeeded in separating the rolling and the air resistances, as the results upon which the

particular with the possible critical zones with sudden changes of the resistance coefficients.

(17) F. SAUTHOFF: « Die Bewegungswiderstände der Eisenbahnwagen unter besonderer Berücksichtigung der neueren Versuche der Deutschen Reichsbahn » (The resistance of railway vehicles to forward motion and the recent Reichsbahn tests). Diss. T. H., Berlin, 1933, p. 3. Other contributions are also included.

000408

different train resistance formulae are based still differ too widely.

Nevertheless, we would not like to suggest that running tests are useless. First of all, the test on a model in the wind flume is only used to give the *air resistance*, but it is, therefore, doubtless more useful than the *roller stand* in determining the *resistance to motion*. Owing to the condition of the track, the rolling resistance can only be ascertained sufficiently accurately by running tests; in the case of the air resistance too there are still factors which cannot be cleared up so well as by running trials with actual trains.

The question of most importance, after all, is: How does the air resistance increase with the number of vehicles? The air current changes from coach to coach. As the length of the train increases, the layer entrained by its movement has greater energy. On the other hand, the relative speed immediately against the body sides falls. In calm weather, therefore, with identically alike vehicles, the air current at one of the first vehicles is different from that along one of the last. Now, the extent to which this affects the resistance can only be ascertained primarily by running tests. So far, no great importance has been attached to this condition. We have already said that Goss's wind flume tests ought to be confirmed. In the tubular flume current conditions soon become uniform, that is to say they differ from the actual state of affairs, so that the air resistance due to the air current necessarily is about the same for each vehicle. Neither can TIETJENS and RIPLEY's tests (21) in which the locomotive is first tested alone, then with one or two vehicles, be taken as decisive on the point, although no great difference was found in the atmospheric resistance of the two vehicles.

The trials with models representing the *largest naval units* so far built, on the reduction of the local friction coeffi-

cient as the length of the ship increases, make us think that the same action may occur in railway trains. The equivalent area of the isolated railway vehicle would correspond more or less to the local friction coefficient of the ship builder.

Impact pressure.

From equation (1) the impact pressure is $q = \rho v^2/2$; when multiplied by the equivalent area in square metres it gives the resistance in kilogrammes. The dependence of the specific mass of the air ρ on the barometric pressure p and the temperature t has not been taken into account in tests so far carried out on the atmospheric resistance of trains, an average figure being used instead. H. NORDMANN has already pointed out that this may make the results very unreliable (18). Relatively to the total resistance, the use of a mean value is permissible without serious error for average speeds, as SAUTHOFF has shown in a calculated example for a speed of 80 km. (50 miles) an hour (19). However, in tests such as those described hereafter, and for high speeds, the exact value of the specific weight of the air must be taken into account. The hydro-metric state of the atmosphere also has its influence, although it is slight; for example, at 30° C. (86° F.) and 100% humidity, the density is 1.6% less than that of dry air, whereas at 0° C. (32° F.)

(18) H. NORDMANN, *Glaciers Annalen*, vol. III (1932), page 87.

(19) F. SAUTHOFF, publication referred to above, page 20.

(20) We have prepared abac charts, which we hope to publish later, on a simple method of calculating the impact pressure.

(21) From the records of Potsdam Meteorological Observatory. The first example was kindly sent us by Professor SCHWABE, of the Berlin Meteorological Institute; the second was selected haphazardly. More accurate data on the value and frequency of the changes would be very useful.

and 100 % humidity, it is only 0.23 %. For air of average humidity (60 %), we can use as a good approximation (20):

$$\rho = 0.04714 \frac{p}{273 + t} \text{ [Kgr. sec. m.}^{-4}\text{]}$$

Besides variations of atmospheric pressure and temperature, the specific mass of the air is subject to other wide fluctuations. In Winter, the maximum values of the atmospheric pressure frequently coincide with minimum temperatures, and inversely, so that the specific mass fluctuates between very wide limits. On the 23rd January 1907, at Potsdam, for example, the specific mass of the air was $\rho = 0.1451$. On the 20th February, 1907, that is just four weeks later $\rho = 0.1217$. On the 16th March, 1928, $\rho = 0.1371$ was recorded and on the 31st March, 1928, $\rho = 0.1192$ (21). These figures show that ρ can vary within a short time, at the same place, between wide limits, especially in Winter. In Summer, the atmospheric pressure and temperature correspond more closely; nonetheless, in our countries the specific mass of the air can vary by 30 % and more in the course of a year. The limits become still wider if we take into account the reduction of pressure due to increased altitude.

Generally speaking, the average value $\rho = 1/8$ is close enough for calculating the total resistance. When, however, running trials are being made to obtain comparative values and to arrive at, for example, the effect of alterations in the designs of vehicles, the exact specific mass of the air must be taken into account when calculating the atmospheric resistance, owing to the very slight differences in tractive resistance involved.

As there is always a certain lapse of time between two such tests owing to the alterations to be made, the atmospheric conditions may be expected to be different. A better design might thus be considered as less good as the result

of a trial properly carried out in all other respects, and vice versa.

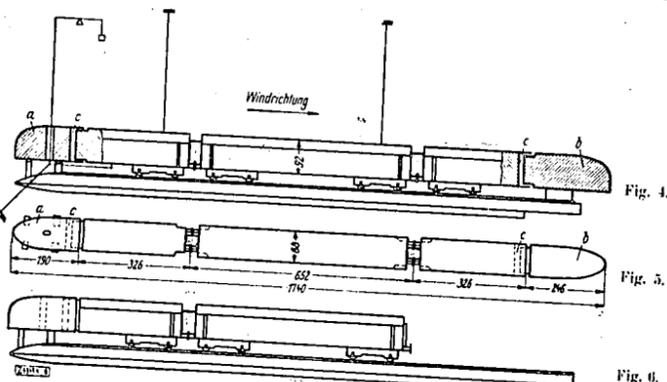
A classic example of this kind is to be found in the trials made by the High-Speed Electric Railway Investigation Company on the Marienfelde-Zossen line in 1901 and 1902 (22). The value of the difference between the impact pressure and that inside the vehicle, in 1901, was found to be $P = 0.0054 \text{ v}^2 \text{ kgr./m}^2$, and in 1902 $P = 0.0052 \text{ v}^2 \text{ kgr./m}^2$. This latter value is the one usually taken as being correct.

Most probably, the difference is due entirely to a different specific mass of the air; the 1901 tests were made at the end of November, and those of 1902 towards the middle of October. A close study of the way these results were obtained (23) and at the same time of the records of the Meteorological Institute of Berlin and Potsdam shows that there can be hardly any doubt about this point.

Our own tests.

An investigation we made in July, 1932 (24), for Messrs. Borsig, on the atmospheric resistance of locomotives led us to carry out measurements we had had in mind for many years, on the effect of the design of the vehicles. By making use of part of the locomotive testing plant we were able to adopt the lay out shown in figs 4, 5 and 6, the resistance at the forward and back ends being eliminated by the fixed end pieces *a* and *b* (figs. 4 and 5). Between these two end pieces a complete vehicle and two half vehicles, connected by protecting plates at the fixed *a* and *b* end pieces to form a single block, are free to oscillate; they are attached in such a way as to leave them some freedom of

(22) Z.V.D.I., vol. 47 (1903), p. 1703; see Bonnes, ditto, vol. 48 (1904), p. 949.
(23) Reports of the test runs on the Military Railway (1901 to 1902), Berlin (1902 to 1904).
(24) Z.V.D.I., vol. 77 (1933), p. 510.



Figs. 4 to 6. — Arrangement of the model as an intermediate vehicle of the train (figs. 4 and 5) and as the rear vehicle (fig. 6).

a and *b* = Fixed connecting pieces. — *c* = Spaces.

Note: Windrichtung = Direction of wind.

movement. Between the vehicles, therefore, there were two passages which had a vital influence on the resistance we were measuring.

It was quite well known beforehand that the motion of the air about a model suspended in this way could not be the same as that, unknown until that time, round actual vehicles. It would perhaps have been better had the head piece *a* been shaped like a locomotive; if further tests are made this will be done. The profile of the head piece was in this case designed to induce as little extra speed of the air current on the carriage models as possible (25); it was not possible to avoid such an increase entirely. The result was a slight depression in the gaps *c*, greater at the leading end than at the trailing, and therefore a force acting against the resistance. On the other hand, the extra speed had the

effect of increasing the resistance itself, so that two errors partly cancelled one another. This possible source of error will be avoided in future tests.

In spite of this, very useful results have been obtained from this simple layout, which agree almost exactly with those obtained in running trials.

When the fixed piece *b* and the last half vehicle is removed the equipment is suitable for measuring the increased resistance of the last vehicle (fig. 6); in considering the results the absence of the last half vehicle is taken into account. The errors mentioned above can become greater in this case, and the differences wider. It is true that the values for the different types of vehicles tested against one another are always correct since they are all measured under the same conditions.

However, the absolute values of the atmospheric resistances can fall back and probably become too small, and this too is shown by the measurements taken.

(25) F. WEINIG, Z. angew. Math. Mech., vol. 13 (1933), p. 224.

000411

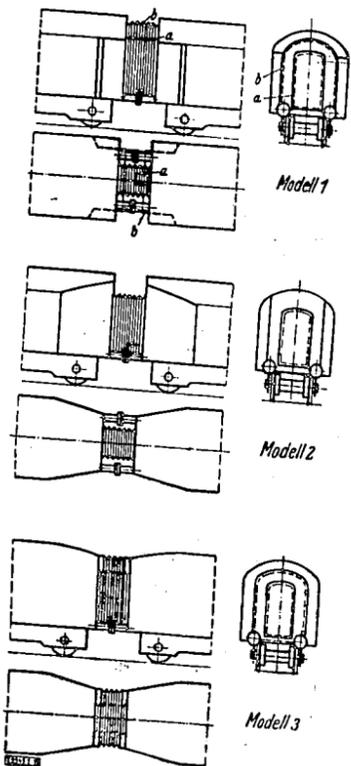


Fig. 7 to 15. — Design of models of the different vehicles at the vestibule ends.

Figs. 7 to 9. — Model 1, of the 1928 type of vehicle: a) with standard, and b) with large diaphragm.

Figs. 10 to 12. — Model 2, of the 1923/24 type of vehicle.

Figs. 13 to 15. — Model 3, with standard and large diaphragm.

Fig. 16. — For the intermediate vehicle of the train.

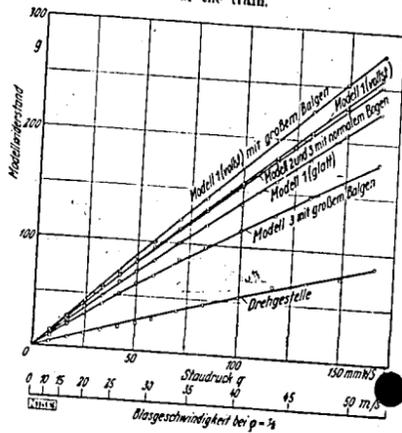
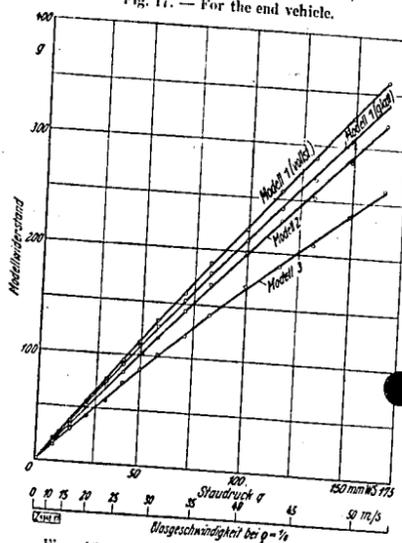


Fig. 17. — For the end vehicle.



Figs. 16 and 17. — Resistances of the models in terms of the impact pressure.

Explanation of German terms:
 Modellwiderstand = Resistance of the model. — Blaugeschwindigkeit = Speed of the air current in the flume. — Staudruck = Impact pressure. — Vollst. = Complete. — Mit grossem Balgen = With large diaphragm. — Mit normalem Balgen = With standard diaphragm. — Glatt = Smooth. — Drehgestelle = Bogies.

951

15

000412

Results of wind flume trials.

The measurements taken were limited to corridor carriages of recent design, which can be used for fast services. We measured:

- the influence of the ends of the vehicles;
- the influence of the dimensions of the diaphragms, and
- the influence of the additional resistance due to windows, ventilators, step boards, etc., but this latter only for a single type of vehicle.

The models were identical except the body ends, and are shown in figures 7 to 15. The models 1 and 2 are of corridor coaches of the Reichsbahn; model 1 an all-metal 3rd class carriage, 1928 type, class C 4 ü 28; and model 2 a 2nd-class carriage 1923/4 type, class B 4 ü 23/24. These models are to scale; the third model is not; it simply represents the body ends of a recent French Nord carriage (26). The models are at present made of wood, without windows, ventilators, doors, etc...

Two diaphragms were tested on each of models 1 and 3, the standard and a large one taken out over the buffers (27); the standard diaphragm alone was used with model 2.

We were able to compare the results with those of running trials in the case of model 1 only, by using the results of the extensive tests carried out by the Reichsbahn in 1929 on the resistance of the 1928-type corridor carriages. The smooth wooden models showed, in the wind flume, a resistance some 16% lower in value to that found by Nocon

(26) VALLANCIEN, *Org. Fortsch. Eisenbahnwescens*, vol. 87 (1932), p. 243. These vehicles are very striking owing to their smooth exterior.

(27) H. NORDMANN, *Glaser's Annalen*, vol. 111 (1932), p. 87, and *Organ Fortsch. Eisenbahnwescens*, vol. 87 (1932), p. 39.

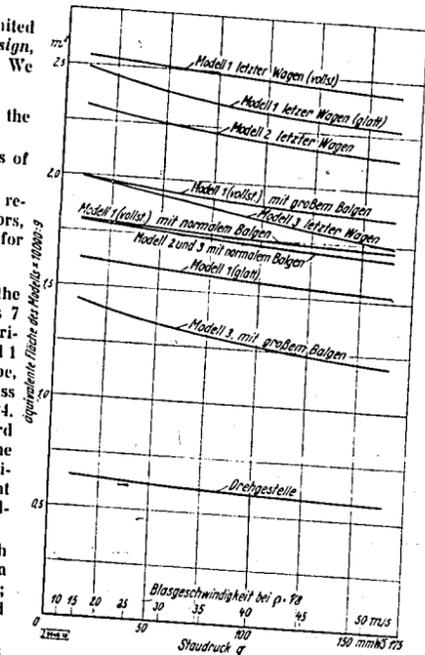


Fig. 18. — Equivalent surfaces transposed to the actual vehicle by calculation, from the results shown in figs. 16 and 17.

Note: Äquivalente Fläche des Modells = Equivalent surface of the model. — Letzter Wagen = Rear

in these running trials (28). When the model was completed by window recesses made in it, and the ventilators, step boards, and battery boxes fitted, the resistance was still 5% less than that found by Nocon. When we remember that the bogies of the actual vehicle are

(28) E. Nocon, *Glaser's Annalen*, vol. 108 (1931), p. 99.

complicated, that there is a lighting dynamo and other fittings, which tend to increase the resistance, the agreement between the results of the running trials and those on the model may be said to be very close. The differences obtained with the different models may, therefore, be applied to the full-size vehicle.

In order to ascertain the effect of the bogie, the body alone is tested. This method is not entirely correct, as it sets up a quite different current under the model; the result, however, gives a reference point when ascertaining the magnitude of the resistance.

The resistances obtained with the model are shown, on figure 16, in terms of the impact pressure for the intermediate vehicle of the train. Figure 17

gives them for the rear vehicle. They have been reproduced to show the accuracy of the measurements. Figure 18 shows the equivalent areas converted for the full-size model; this has been done so that the results can be better appreciated. We must, however, be careful not to conclude that the actual equivalent areas of the full-size coach alter to this extent for the speeds and impact pressures in question.

For this reason, table 1 gives once again the equivalent areas F_{eq} , and the relative resistances recorded at each moment in the wind flume, in terms of the resistance of the carriage (in heavy type) used as a comparison, and finally the horse power used for four higher ranges of speed.

TABLE I.
Equivalent surfaces F_{eq} , comparative values of the resistances, and power required for a vehicle at different speeds (in calm weather).

Type and arrangement.	Dia- phragm.	F_{eq} m ² (sq. feet).	Comparative values.				Horse power required at the speed of			
			1.41	1.49	1.27	1.46	30 km/h. (18 m.p.h.)	45 km/h. (28 m.p.h.)	75 km/h. (47 m.p.h.)	120 km/h. (75 m.p.h.)
As rear vehicle.	Model 1, complete (*)	2.44 (26.26)	1.41	—	—	—	31.7	75.5	147	254
	- 1, smooth	2.28 (24.54)	—	1.49	—	—	29.6	70.5	137	238
	- 2	2.15 (23.14)	—	—	1.27	—	27.9	66.5	130	224
	- 3	1.75 (18.84)	—	—	—	1.46	22.8	54.1	105	182
As intermediate vehicle.	Model 1, complete	1.88 (20.24)	1.09	1.23	—	1.57	24.4	58.2	113	196
	- 1	1.73 (18.62)	1.00	1.13	—	1.44	22.5	53.5	104	180
	- 1, smooth	1.53 (16.47)	0.88	1.00	0.91	1.27	19.9	47.4	92.2	159
	Models 2 and 3, smooth (**)	1.69 (18.19)	—	1.11	1.00	1.41	22.0	52.4	102	176
	Model 3, smooth	1.20 (12.92)	0.69	0.79	0.71	1.00	15.6	37.1	72.3	125
	Bogies	0.54 (0.58)	0.34	0.38	0.34	0.48	7.5	18	35	60

* Complete means: with drop lights, ventilators, etc. cf. fig. 1.; "smooth", cf. fig. 3.
** The results of tests with the two different types were so nearly similar that they have been grouped together here.

This table shows that:

1. the increased resistance of the last vehicle is not a fixed ratio to that of the intermediate vehicles of the train;

2. greater attention must be given to the designs of the bogies for the reason that in a cross wind the bogie has a much more serious effect than the much "smoother" body, and

3. the best type of vehicle only shows its full value at high speeds, since the power required increases as the cube of the running speed.

It is most important first of all to note that good aerodynamical profiles do not depend alone on the design of the body or on the width of the diaphragm by itself; the two conditions must be united. In model 3, which gave bad results with the standard diaphragm, the large diaphragm reduced the resistance by 29%, that is very considerably. On the other hand it increased the air resistance by 9% on the good design of model 1.

Tests to ascertain the path of the air stream.

The variations in the results is due to the kind of current which forms at the ends of the vehicle. We can get a first idea of these phenomena, at least on the body sides, by towing a model corresponding to the horizontal section of the vehicle in water containing a mixture of powdered lycopodium and aluminium powder (Ahlborn process). Figures 19 to 26 are snapshots, taken under the same conditions, of the formation of eddies varying within the time. The camera moved with the towed model and recorded, therefore, the relative current and in particular eddies relatively stationary: such as would be seen from the train. The eddies in relative motion set up lines which cross one another.

Figure 19, corresponding to model 1 with standard diaphragm, shows that the whole of the space between the car-

riages is full of eddies, so that the exterior current as it were slips over them as on a roller bearing, without penetrating to any extent into the recesses. Owing to the angular form of the passages, the eddies cannot get back so easily into the outside current as in the case of models 2 and 3 (fig. 20). In the case of the latter, the easy taper of the sides makes it easier for new energy to flow into the whirling mass but also makes it easier for the eddies which have left the main stream to escape back into it. The whirling mass is in all cases more stable in figure 19 than in figure 20.

Against this, with model 1 and large diaphragm (figs. 21 to 23) behind angle α , rather a long chain of small eddies is set up more or less all the same size. Theory and experience teach us these chains of eddies are very unstable; the number of eddies which leave at the outgoing side is nearly double that observed with model 1, with a standard diaphragm. Figure 21 shows in the top half that, once the last eddy has been carried away, the current strikes freely against the side b of the following vehicle. This particularly serious drawback is largely avoided with model 3 with large diaphragm (fig. 24); moreover, the eddies set up are much smaller than in figure 21. Figures 22 and 23 show the great changes in the flow of the current.

These snapshots thus allow us to study the nature of the currents; it must of course be remembered that the photographs only show the momentary state of currents in the horizontal plane, whereas in fact these currents vary periodically and are three-dimensional. They undoubtedly follow a parallel path over the roof.

Finally, figures 25 and 26 show, for the two designs, the conditions of the current on the last vehicle. The exterior currents reunite better in figure 26 which shows, in harmony with the measurements of resistance obtained in

Figs. 19 to 20. — Towing tests in water, made with sections of railway vehicle models, to show the behaviour of the current⁽²⁾.
 Figs. 21 to 23. — Model 1 with large diaphragm; development of the current at different moments; the figures show the great variation in the formation of eddies.

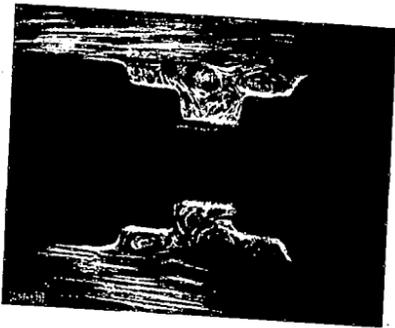


Fig. 19. — Model 1 with standard diaphragm.



Fig. 21. — The free current strikes against angle *b*.

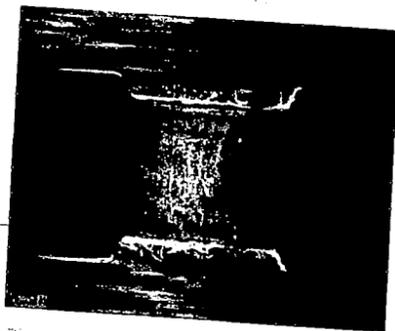


Fig. 23. — Practically uniform distribution of eddies.



Fig. 20. — Models 2 and 3 with standard diaphragm.



Fig. 22. — Intense formation of eddies in front of *b*.



Fig. 24. — Model 3 with large diaphragm.



Fig. 25. — Large area of dead water behind the square end of the vehicle.

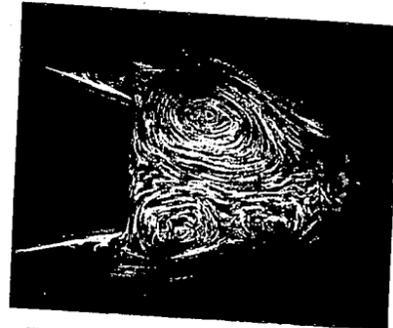


Fig. 26. — Satisfactory current behind the end of a tapered-off vehicle.

the wind flume, the superiority of this shape.

⁽²⁾ The clear lines on the edges of the models are due to reflections which could not be prevented when the photographs were being taken.

Economic importance of the air resistance.

The object of the present note has not been to examine very closely the

economic importance of the air resistance in railway working. To form an idea of the financial aspect of the question, JOHANSEN should be studied as he, after a cautious estimate of the condi-

tions, comes to the conclusion that a reduction of 25 % in the air resistance alone would mean an annual saving of £ 50 000 (or in 1928, about one million Rm.) for each of the English group

Figs. 25 and 26. — Current conditions on the last vehicle. — Fig. 25, model 1. — Fig. 26, models 2 and 3.

000417

Companies⁽²⁰⁾. True, a more accurate calculation of this kind would not be simple even for a long-distance train (such as one running 600 km. = 373 miles) if the profile of the line was such as to mean frequent changes in speed. And as a dead calm cannot be expected to be the average condition throughout the year, the influence of the wind would have to be studied, as it is a factor which is both doubtful and complicated. For a great system such as the Reichsbahn, an exact calculation of the total saving would be in any case very tedious.

From the tests in question the atmospheric resistance of model 3 with large diaphragm is about 30 % less than that of the present type of corridor vehicle type C 4 ü 28. This value probably applies to the full-size vehicle, in spite of the simplified form of the model.

The tests carried out in our Institute for the Borsig Lokomotive Works⁽²¹⁾ showed a still greater reduction in air resistance as regards the locomotives. For the train as a whole, the reduction in air resistance can exceed the 25 % given by JOHANNSEN without it being necessary to adopt shapes very different from those so far in use. With streamlined profiles, better results can, of course, be obtained.

Programme of future trials.

In view of the particular way in which the resistance is set up at the gaps between the vehicles, we propose to carry out a scheme under consideration for some time by Professor FÖTTINGEN as a continuation of the previous tests. The object of these further tests is to carry

⁽²⁰⁾ F. JOHANNSEN, article mentioned above. The same question has been dealt by O. G. TIETJENS and K. C. RIPLEY (article quoted above), and in a note by Messrs. Sulzer Brothers, Winterthur, Switzerland, *Schweizerische Bauzeitung*, vol. 102 (1933), p. 287.

⁽²¹⁾ Publication of the *Inst. für Tech. Strömungsforchung der T. H., Berlin*. Pamphlet No. 1 will be issued shortly.

out a methodical investigation into the friction and resistance of bodies of this kind, made up of sections, with special reference to the conditions imposed by the methods of construction used on the railways.

Further tests will be made to find out numerical values in respect of facts of which the railway engineer has been aware for a long time. With the new plant we wish to ascertain the air resistance of open wagons loaded and empty; the figures that have been published on this subject require confirmation. We ought to be able to also find the answers to the question how much the air resistance is increased by open doors on covered wagons and parcels vans.

Much interest is taken in the ventilation of passenger carriages. Numerical data is wanted on the increase in air resistance through opening a window. It is not possible at times to avoid opening the windows whilst the train is in motion, if the vehicle is to be properly ventilated, even in sections only partly occupied. The additional demand on the locomotive would appear to be quite considerable, judging from the trials on open goods wagons, especially at high speeds. The question then arises as to whether a special system of ventilation⁽²²⁾ might not be cheaper and more efficient than by means of drop lights. According to the results of tests quoted earlier on, the ventilators themselves add considerably to the air resistance. The passengers would warmly welcome artificial ventilation with closed windows provided it were adequate, as the vehicles so equipped are more pleasant to travel in.

* * *

We wish to once more convey our deepest gratitude to our respected Mas-

⁽²²⁾ GÜSTNER, *Organ Fortschr. Eisenbahntechnik*, vol. 88 (1933), p. 419, and E. MERTZLIN, *Z.V.D.I.*, vol. 77 (1933), p. 1063.

000418

ter, Professor FÖTTINGEN, who kindly supported us and placed his wind flume at our disposal during the tests; also to Professor NORDMANN, V.D.I., for his valuable advice in connection with the drawing up of the present note and the graphical representation of the test results. We are also particularly indebted to our colleagues, Messrs. EICKE and SYDOW, Dipl. Ing., for their kind assistance.

Professor MEDICI, of the Padua Higher Technical School, who remained a whole year in Germany as a Delegate of the Italian Government, in order to study the work of the German Research Centres, repeated on his own account and quite independently, as a guest of our Institute, some of the previous measurements, so as to control our results which, at first sight, appeared really remarkable.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTFLEITER: G. GARBOTZ VDI

Bd. 79

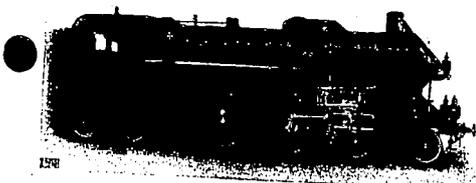
SONNABEND, 13. JULI 1935

Nr. 28

Die physikalische Natur der Bewegungs- widerstände von Eisenbahnfahrzeugen

Von G. Vogelpohl VDI, Berlin

Aus dem Institut für Technische Strömungsforschung an der Technischen Hochschule Berlin



Die Bayerische 2B2-Vierzylinder-Schnellzuglokomotive mit „Windschneiden“; entsprechend der Auffassung vom Mechanismus des Luftwiderstandes vor 30 Jahren, Verkleidung vor dem Hindernis.

100 Jahre deutsche Eisenbahn

Am 14. Juli 1935 eröffnet die Reichsbahn aus Anlaß des 100jährigen Bestehens der deutschen Eisenbahnen in Nürnberg eine große Verkehrsausstellung. Wir bringen hierzu in dem folgenden Aufsatz einen Beitrag über die geschichtliche Entwicklung und unsere heutige Kenntnis vom Eisenbahnwiderstand, einer sehr wichtigen Frage, die in unserer Zeitschrift seit Jahrzehnten ausführlich erörtert worden ist, sowie einen kurzen Bericht über die Nürnberger Ausstellung. Dem gegenwärtigen Stand des deutschen Eisenbahnwesens wird ein besonderes Heft unserer Zeitschrift gewidmet sein, das Ende dieses Jahres in zeitlichem Zusammenhang mit großen Veranstaltungen der Deutschen Reichsbahn erscheinen wird.

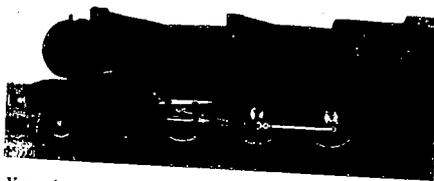
Vor einem Jahrhundert erschien das grundlegende wissenschaftliche Werk über Lokomotiven von Graf de Pambour¹⁾, dem das Eisenbahnwesen viel verdankt. Hier wurde über die im Jahre zuvor auf der Liverpool-Manchester-Bahn ausgeführten Versuche über den Widerstand von Lokomotiven und Wagen berichtet: praktisch brauchbare Zahlenwerte, eingeordnet in ein von klarer Erkenntnis des mechanisch-physikalischen Zusammenhangs der Widerstände nach dem damaligen Stand des Wissens geschaffenes Formelsystem waren das Ergebnis.

Die Folgezeit ist nicht den von Pambour gezeigten Weg weitergegangen; jahrzehntelang herrschte reinste Empirie. Erst 1883 führte Frank mit seiner preisgekrönten Arbeit²⁾ von neuem Überlegungen im Sinne der Mechanik ein, die allerdings den heutigen Anforderungen nicht mehr genügen. Die Gegenwart bedingt vor allem durch den Schnellverkehr eine genauere Kenntnis der Widerstände. Hierzu auf Grund neuzeitlicher Ergebnisse der Einzelwiderstände betreffenden Sondergebiete beizutragen, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit.

¹⁾ F. M. G. de Pambour, Traité théorique et pratique des machines locomotives, Paris 1835; 2. Aufl. 1840; deutsche Übersetzung unter dem Titel „Theoretisch-praktisches Handbuch über Dampfmaschinen“, von C. H. Schüssler, Braunschweig.

²⁾ A. Frank, Organ Fortschr. Eisenbahnwes. Bd. 20 (1883) S. 3.

Die drei Bilder zeigen den Wandel von der Kenntnis des Luftwiderstandes, gekennzeichnet an der äußeren Bauform der Lokomotive.



Versuche zur Verminderung des Luftwiderstandes an einer neuzeitlichen englischen Lokomotive mit Verkleidung hinter den Hindernissen. (Die Verkleidung hinter dem Schornstein wird zwar einen geringen Widerstand, aber eine schlechtere Rauchabführung zur Folge haben.)

Der Schnellverkehr erfordert eine genaue Kenntnis vom Widerstand der Eisenbahnfahrzeuge. Nur durch klare physikalische Vorstellung vom Wesen der einzelnen Widerstandsgrößen, aus denen sich der Gesamtwiderstand zusammensetzt, sind einwandfreie Erkenntnisse hierüber möglich. Hier werden Lagerreibung, Luftwiderstand, Rollreibung und Stoßwiderstand erörtert und Anregungen für die weitere Forschung gegeben.



Ganz verkleidete deutsche Schnellzuglokomotive, Reihe 05.

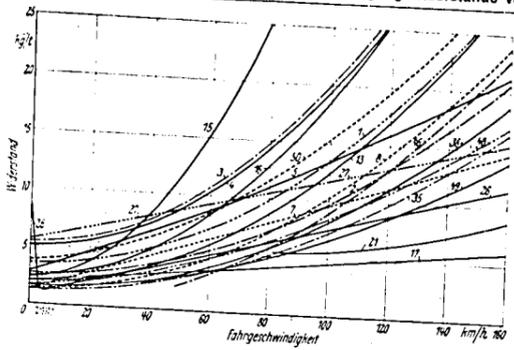


Abb. 1. Zusammenstellung des Widerstandsverlaufs nach verschiedenen Formeln:

Nr. 1 bis 4. Clark. 1. für ganze Züge; 2. Zug allein; 3. für ganze Züge, Schmalspur; 4. Lokomotive und Tender. 5. Harding. 7. „Do Monte Alto.“ 8. Henderson. 13. Wellington. 15. Scarle (Lokomotive und Zug). 16. Chanute. 17. Ricour (Zug allein). 21. Jarnes. 26. Sinclair. 27. Dohlt (für ganze Züge). 35. Dechy. 36. Wolff. 46. du Bonsquet. 48. Barbier (zweiachsige Wagen). 49. Barbier (Drehgestellwagen). 50. Barbier (Lokomotive und Tender).

Die Ziffern entsprechen der Reihenfolge der von Aspinall angegebenen Zusammenstellung.

Allgemeines über die bisherigen Versuchsergebnisse

Über die verschiedenen Versuche zur Klärung der Widerstände bei der Zugförderung hat H. Nordmann¹⁾ berichtet. Werden noch die Veröffentlichungen von Nocon²⁾ und Sauthoff³⁾ über die neueren Versuche der Deutschen Reichsbahn berücksichtigt, so ergibt sich eine fast vollständige Übersicht der technischen Zugwiderstandsforschung, die nur durch ausländische Arbeiten noch zu ergänzen wäre⁴⁾.

Die Ergebnisse aller Untersuchungen werden durch möglichst einfache Formeln dargestellt; vorwiegend sind es:

$$W = a + bV;$$

$$W = a + bV^2;$$

$$\text{oder } W = a + bV + cV^2;$$

auch die Formel $W = a + bV^3$

war kurze Zeit im Gebrauch. Die von der Fahrgeschwindigkeit V unabhängigen Beiwerte a , b , c wurden bei einer Gruppe von Forschern so bestimmt, daß sie die Versuchswerte möglichst gut wiedergaben. Es waren also rein mathematische Gesichtspunkte maßgebend, ohne daß den Beiwerten eine physikalische Bedeutung zugemessen wurde.

Die andere Gruppe, vor allem auch Frank, sieht in den einzelnen Formelgliedern Ausdrücke allgemeiner physikalischer Gesetze, die die Teilbeiträge bestimmen, aus denen sich der Gesamtwiderstand zusammensetzt. So hält Frank vor allem ein mit V linear wachsendes Glied auf Grund heute nicht mehr haltbarer Vorstellungen für unmöglich⁵⁾.

Die physikalischen Überlegungen beschränken sich dabei ausschließlich auf die Festlegung der mathematischen Gestalt der Widerstandsformel; die Größe der Beiwerte selbst wurde ebenfalls durch unmittelbare Fahr-, Ablauf- oder Auslaufversuche bestimmt. Die fortschreitenden Erfolge der Versuchstechnik, namentlich die neueren Forschungen der Deutschen Reichsbahn, haben auch Franks Auffassungen nicht stützen können. Bereits die Formeln von Leitmann, von v. Borries, der Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen, von Lomonosoff, Sanzin und Strahl enthalten ein in V lineares Glied. Die sehr sorgfältigen Versuche der Reichsbahn vom Jahre 1929 wurden von Nocon und Sauthoff durch dreigliedrige Formeln dar-

¹⁾ H. Nordmann, Glaser's Ann. Bd. 78 (1916) S. 133; ders., Z. VDI Bd. 73 (1929) S. 1413.

²⁾ E. Nocon, Glaser's Ann. Bd. 108 (1931) S. 99.

³⁾ Fr. Sauthoff, Die Bewegungswiderstände der Eisenbahnwagen unter besonderer Berücksichtigung der neueren Versuche der Deutschen Reichsbahn, Diss. T. H. Berlin 1933.

⁴⁾ Soweit die Arbeiten im folgenden nicht erwähnt werden, finden sich Angaben in Bauer-Stürzer, Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven, Berlin 1923 S. 12.

⁵⁾ Vgl. A. Frank's Auffassung hierüber in seinem letzten Aufsatz Z. VDI Bd. 51 (1907) S. 98.

gestellt; dabei will aber Sauthoff dem linearen Glied keine besondere physikalische Bedeutung wie früher mehr beilegen⁶⁾.

Dem tieferen Sinn einer physikalisch richtigen Formel, also eines Naturgesetzes, müßte vor allem entsprechen, daß man über den Versuchsbereich hinaus richtige Schlüsse aus ihr ziehen kann. Die Aussagen über den Widerstand, sowohl was die absoluten Werte als auch den Verlauf anbetrifft, gehen aber derart auseinander, daß man unmöglich von einer auch nur näherungsweise aufgefundenen naturgesetzlichen Beziehung überzeugt sein kann⁷⁾. Eine Zusammenstellung ausländischer Widerstandsformeln ergibt dasselbe Bild, Abb. 1⁸⁾.

Die Versuchsbedingungen waren in den einzelnen Fällen viel zu verschieden, als daß man sie in einheitliche Formeln fassen konnte. Außerdem sind nach dem heutigen Stand der Forschung die Einzelwiderstände: Lagerreibung, Luftwiderstand, Rollreibung zwischen Rad und Schiene und Stoßverluste nicht durch ganzzahlige Potenzen der Fahrgeschwindigkeit darstellbar. Solche Ausdrücke können nur den Charakter von allerdings technisch sehr brauchbaren Interpolationsformeln haben, die in ihrer einfachen Gestalt für den Betrieb gute Übersichtswerte geben, aber nicht mehr der Auswertung sorgfältiger und höchst kostspieliger Versuche zugrunde gelegt werden dürfen. Im folgenden wird sich hierfür eine Anzahl neuer Gesichtspunkte ergeben.

Die Lagerreibung

Anwendung der hydrodynamischen Theorie auf das Gleitlager

Die gleitende Reibung ist von Coulomb 1785 durch den Ausdruck $S = \mu N$ erfährt worden, wo S die unter der Normalkraft N notwendige Schubkraft zum Verschieben der Körper gegeneinander bedeutet⁹⁾. Man behält heute noch diese Darstellung bei; jedoch wird unter μ nicht mehr wie bei Coulomb eine von Druck und Geschwindigkeit unabhängige Konstante verstanden.

Bei vollkommener Schmierung, d. h. bei völliger Trennung der Teile durch eine dünne Schmierschicht (Schwimmlager) ist für die Größe der Reibungszahl μ nur die Zähigkeit η des Schmiermittels maßgebend¹⁰⁾. Dieser Zustand ist je nach der Zähigkeit des Öles an ge-

⁹⁾ Fr. Sauthoff, a. a. O. S. 44.

¹⁰⁾ Vgl. z. B. P. Denningshoff, Glaser's Ann. Bd. 58 (1906) S. 223, oder G. Strahl, Z. VDI Bd. 57 (1913) S. 329.

¹¹⁾ J. A. F. Aspinall, Bull. des Intern. Eisenbahn-Kongress-Verbandes Bd. 17 (1903) S. 188.

¹²⁾ Daß die Reibung im festen Verhältnis zum Normalkraft stehen soll, ist schon um 1600 von Leonardo da Vinci ausgesprochen, μ sollte allgemein den Wert $\frac{1}{4}$ haben. Vgl. Th. Beck, Z. VDI Bd. 50 (1906) S. 624.

¹³⁾ Eine sehr schöne von Beck nicht erwähnte Darstellung der Reibung eines Zapfens in der Halbschale fand der Verfasser im Codex Atlanticus, Folio 363 verso-a.

¹⁴⁾ N. Petroff, russischer Eisenbahntechniker, wies 1883 zuerst nach, daß bei vollkommener Schmierung nicht der Baustoff der Gleitflächen, sondern die Zähigkeit des Schmiermittels maßgebend ist. Seine grundlegende Arbeit ist in Ostwalds Klassikern Nr. 218 abgedruckt.

000420

000421

wisse Drehzahlen gebunden, die nicht unterschritten werden dürfen, sonst tritt teilweise metallische Berührung ein (halbflüssige Reibung, Teilschmierung).

Im Zustand der Ruhe ist die Reibungszahl im wesentlichen durch die Lagerbaustoffe und den Bearbeitungs-zustand bedingt, und nach Striebeck¹¹⁾ unabhängig von der Belastung, und zwar ist die Reibungszahl der Ruhe μ_0 0,22 für Weißmetall und μ_0 0,14 für Gußeisenschalen. Mit eintretender Bewegung beginnt die Ölzufuhr zur Gleitfläche hin, bis sich mit steigender Drehzahl ein zusammenhängender Ölfilm zwischen Zapfen und Schale bilden kann. Die Ölschicht ist tragfähig geworden, μ erreicht einen Tiefwert; bei weiter steigender Drehzahl nimmt μ wieder zu, sofern die Lagertemperatur sich nicht wesentlich erhöht.

Bewegungswiderstand beim Anfahren

Der soeben dargelegte Vorgang bestimmt fast ausschließlich die Größe des Anfahrwiderstandes von Eisenbahnzügen. Alle mit der Geschwindigkeit zunehmenden Widerstände sind in den ersten Augenblicken des Anfahrens verschwindend klein, während die Lagerreibung dem erwähnten sehr großen Wert von μ_0 zustrebt. Dieser Vorgang ist in England von Sinclair¹²⁾, Abb. 1, und unabhängig davon in Deutschland durch die Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen richtig erkannt und wiedergegeben worden¹³⁾. Weitere Zahlenwerte verdankt man v. Glinski¹⁴⁾, der mittels Dynamometermessung die für das Anfahren notwendigen Zugkräfte bei Lokomotiven festgestellt hat. Das dort beschriebene Verhalten stimmt mit neueren Prüfstandergebnissen überein¹⁵⁾, v. Glinski gibt auch eine Begründung im Sinne der Striebeck'schen Lagererfahrungsformel¹⁶⁾. Demgegenüber hat Sanzin festgestellt, daß festgebremste Lokomotiven bei Neigungen der Strecke in der Größenordnung von 10 bis 15‰ wieder in Bewegung kamen¹⁷⁾. Der Anfahrwiderstand muß also kleiner sein als die diesen Neigungen entsprechende waagerechte Komponente. Auch dieses findet eine befriedigende Erklärung. Die Versuche von v. Glinski beziehen sich auf im wesentlichen waagerechte Strecken, wo die Radsätze von den Bremsen freigegeben werden und Zapfen und Schale ohne jeden äußeren Einfluß sich dem bestgeeignetsten Ruhezustand anpassen können. Wird aber ein Zug auf geneigter Bahn festgebremst, so greifen durch das Bremsgestänge Kräfte am Radsatz und demgemäß auch am Lager an, als deren Folge sich Zapfen und Schale nicht derartig innig berühren, wie bei nicht festgebremster Achse. Unter diesen Umständen können größere Ölmengen im Lagerspiegel verbleiben.

Auf jeden Fall ist die Meinung Franks unrichtig, daß in seiner Formel das konstante Glied von 2,5 kg/t auch den Anfahrwiderstand (für $V=0$) wiedergibt¹⁸⁾, während er dieses bei den Formeln mit einem kleineren Wert als 2,5 kg/t für Wagenzüge bestreitet, eine Auffassung, der auch Strahl gefolgt ist¹⁹⁾. Ein derartig kleiner Versuchswert ist eben nur ein aus Fahrversuchen gewonnener Extrapolationswert und hat mit dem physikalischen Vorgang des wirklichen Bewegungswiderstandes beim Anfahren nichts zu tun. Besondere Erwähnung verdienen daher die von Frank im Jahre 1903 angestellten Versuche zur Ermittlung der Zugwiderstände bei geringen Geschwindigkeiten²⁰⁾; die Beharrungsgeschwindigkeiten betragen 23,2 und 25,7 km/h. Nun liegen aber die beobachteten Mindestwerte in den Widerstandskurven der Stu-

¹¹⁾ E. Striebeck, Z. VDI Bd. 46 (1902) S. 1340; VDI-Forschungsheft Nr. 7, Berlin 1903.

¹²⁾ A. Sinclair, Engineering Bd. 61 (1899) S. 448.

¹³⁾ Berichte über die Versuchsfahrten auf der Müllartseisenbahn 1902, Berlin 1903, S. 7 und Tafel 6 u. 7; Z. VDI Bd. 48 (1904) S. 953, Abb. 10.

¹⁴⁾ H. v. Glinski, Z. VDI Bd. 56 (1912) S. 2065.

¹⁵⁾ G. Duffing, Z. VDI Bd. 52 (1908) S. 405.

¹⁶⁾ H. v. Glinski, Glaser's Ann. Bd. 83 (1916) S. 94.

¹⁷⁾ R. Sanzin, Z. VDI Bd. 57 (1913) S. 626.

¹⁸⁾ Vgl. Franks Ausführungen hierüber im Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnen, Bd. 29 (1883) S. 4; ferner Z. VDI Bd. 51 (1907) S. 98.

¹⁹⁾ G. Strahl, Z. VDI Bd. 57 (1913) S. 327.

²⁰⁾ A. Frank, Z. VDI Bd. 51 (1907) S. 98.

diengesellschaft bei 4 bis 5 km/h, in der von Sinclair bei rd. 5 km/h, Abb. 1; eine Umrechnung aus den Striebeck'schen Versuchen ergibt dieselbe Größenordnung, Abb. 2. Franks Versuchsgeschwindigkeiten liegen rd. fünfmal so hoch, sie können also die Frage nach dem Anfahrwiderstand und dem bei ganz geringen Geschwindigkeiten nicht entscheiden.

Da die dynamometrische Messung, abgesehen vom Anfahren selbst, bei Geschwindigkeiten unter 20 km/h unsicher ist, bleibt die Erfassung dieses Gebiets dem Auslauf-Versuch vorbehalten. Die verschiedenen Versuchsverfahren müssen sich also ergänzen, um das Bild von der Gesamtheit der Widerstandsfragen zu ergeben.

Vollkommene Schmierung

Die erschöpfende mathematische Behandlung für den Strömungsvorgang des Öles zwischen Zapfen und Schale ist zwar noch nicht gelungen. Doch liefert die hydrodynamische Theorie der Lagerreibung Ergebnisse, die in Anbetracht des sehr schwierigen Erfassens aller den Schmiervorgang bestimmenden Umstände als sehr gut zu bezeichnen sind.

Hier muß auf jede nähere Darstellung verzichtet werden²¹⁾, es genügt die Mitteilung des Ergebnisses über die Größe des Reibungsbeiwertes μ , für den E. Falz²²⁾ aus den Gumbel'schen Arbeiten die Näherungsformel

$$\mu = 0,038 \sqrt{\frac{\eta \omega}{p_m}} \quad (1)$$

ableitet, worin η die Zähigkeit des Schmiermittels in kg/m^2 , ω die Winkelgeschwindigkeit der Welle in s^{-1} , p_m der mittlere Flächenendruck in kg/cm^2 ist. Die endliche Lagerlänge ist darin berücksichtigt, genau für $l = d$ (l = Länge, d = Dmr. des Lagers); dennoch kann sie auch für diesen Fall nur angenäherte Werte geben, da neben den vereinfachenden, zur mathematischen Behandlung notwendigen Annahmen der Ausdruck, mathematisch betrachtet, von der Lösung durch eine Reihe nur das erste Glied darstellt. Ferner ist ein mittlerer Wert für die Exzentrizität angenommen.

Abb. 2 zeigt die Anwendung der Falz'schen Formel auf die Versuche von Striebeck. Sowohl hinsichtlich des Charakters der Kurven als auch der Größe der durch sie gegebenen Werte von μ muß man ihre Brauchbarkeit anerkennen.

Der Faktor 0,038 vor der Wurzel ist als guter Mittelwert anzusehen; man darf sich daher durch abweichende, namentlich kleinere Werte nicht beirren lassen, die im Schrifttum zu finden sind. Abb. 2 läßt erkennen, daß er für geringe p_m zu klein, für größere p_m und niedrigere Drehzahl zu groß ist. Je nach dem Bereich kann daher ein durch Versuchsergebnisse belegter Faktor von dem hier genannten Wert abweichen.

Abhängigkeit von der Temperatur

Die große Veränderlichkeit der Zähigkeit einiger Schmieröle mit der Temperatur zeigt Abb. 3. Mit Hilfe dieser Kurven und Gl. (1) ist es möglich, am Prüfstand gewonnene Versuchsergebnisse auf die Fahrt zu übertragen, ohne daß es nötig wäre, durch einen künstlichen Luftzug von der Größe der Fahrgeschwindigkeit ähnliche Bedingungen wie bei der Fahrt zu schaffen.

Abb. 4, 5 und 6 zeigen nach Ergebnissen der Lagerversuchsabteilung Göttingen der Deutschen Reichsbahn gewonnene μ -Kurven, die der Sauthoff'schen Dissertation entnommen sind. Hier nimmt μ mit stark steigender Temperatur bei wachsender Drehzahl ab. Nach

²¹⁾ Man vgl. Gumbel-Eberling, Reibung und Schmierung im Maschinenbau, Berlin 1925; Schibel-Körner, Die Gleitlager, Berlin 1932; S. Kiehlolt in Wien-Harna, Handbuch der Experimentalphysik Bd. 4, Teil 2, Leipzig 1932, S. 391 bis 428; E. von Ende in Auerbach-Hort, Handbuch der phys. u. techn. Mechanik Bd. 5, Leipzig 1931, S. 797 bis 838; W. Stielers, Das Schwimmlager, Berlin 1933; H. O. Rosenell, The Theory of Film Lubrication, London 1928; ferner S. Kiehlolt, Z. VDI Bd. 71 (1927) S. 216; und M. ten Bosch, Schweiß, Bauzig. Bd. 69 (1932) S. 321.

²²⁾ E. Falz, Grundzüge der Schmiertechnik, 2. Aufl. Berlin 1931, S. 83.

