

Über den Zusammenhang zwischen Raffinationsgrad und motorischer Eignung von Autoölen.

Von Dr. HANS RAMSER und Dr. HEINZ KREKELER.

(Aus dem Laboratorium der Edeleanu-Gesellschaft m. b. H., Berlin.)

(Eingeg. 6. September 1934.)

Für die Beurteilung der Güte eines Autoöles spielen neben den je nach dem Verwendungszweck zufordernden physikalischen und chemischen Eigenschaften die im Betriebe auftretenden, als Ölalterung bezeichneten Eigenschaftsveränderungen eine große Rolle. Neben der motorischen Prüfung von Autoölen versucht man durch künstliche Alterungsmethoden (Einwirkung von Sauerstoff bei erhöhter Temperatur) eine Bewertung zu ermöglichen. In neuerer Zeit hat sich jedoch in zunehmendem Maße die Ansicht geltend gemacht, daß die Beurteilung der Güte eines Autoöles mit Sicherheit nur auf Grund von Motorenversuchen möglich ist und daß künstliche Ölalterungsmethoden nur bedingten Wert besitzen.

Seit dem Jahre 1931 haben wir systematische Prüfungen von Autoölraffinaten, insbesondere von Raffinaten, die durch die Anwendung von selektiven Lösungsmitteln nach dem *Edeleanu-Verfahren*¹⁾ gewonnen wurden, auf dem Motorprüfstand unter verschiedentlich abgeänderten Betriebsbedingungen vorgenommen. Die hier zu beschreibenden Versuche wurden unter Betriebsbedingungen ausgeführt, bei denen man mit einer 21stündigen Prüfzeit im laufenden Motor auskommt. Die maschinelle Anordnung lehnt sich eng an eine Motorprüfstands-methode an, die in dem Forschungslaboratorium der Anglo-Persian Oil Company entwickelt wurde und dort in Benutzung ist. Die Ergebnisse dieser Motorprüfstands-Kurzmethode stehen in Übereinstimmung mit Ergebnissen, die in zahlreichen von der gleichen Gesellschaft ausgeführten Fahrversuchen auf der Straße gewonnen wurden. Bei allen von uns selbst vorgenommenen Fahrversuchen auf der Straße konnten wir die Übereinstimmung der Aussagen beider Prüfverfahren bestätigen.

Motorische Untersuchung.

Der von uns verwendete Motor war ein 0,75 l/15 PS Dixi-Motor, ein wassergekühlter Vierzylinder-Blockmotor mit 56 mm Bohrung und 76 mm Hub. Die von dem Motor geleistete Arbeit wurde von einer Wasserwirbelbremse mit Pendelwaage und automatischer Wasserzulaufregelung (Junkers Motorenbau, Typ B 2 k) aufgenommen.

Das wesentlichste Kennzeichen der Motorprüfstands-Kurzmethode bestand darin, daß die Temperatur des Öles in der Kurbelwanne zur Beschleunigung der Ölalterung künstlich erhöht und der Motor unter periodisch wechselnder Belastung betrieben wird. Zur Erhöhung der Temperatur des Öles in der Kurbelwanne, die sich normalerweise bei unseren Versuchen auf 70 bis 80° C einstellte, wurden in geringem Abstand vom Boden der Kurbelwanne elektrische Heizplatten angebracht, durch die die Temperatur des zu prüfenden Öles auf 110° C gehalten wurde. Die Kühlwassertemperatur betrug am Eintritt 50 und am Austritt 75° C.

Um den Motor periodisch bei wechselnder Belastung betreiben zu können, wurde die Drosselklappe durch eine mit konstanter Drehzahl umlaufende Scheibe gesteuert, die über ein dreifach unterisiertes Getriebe von einem Elektromotor (20 Watt) angetrieben wurde. Der Prüfmotor wurde periodisch wechselnd wie folgt belastet:

¹⁾ W. Grote, H. Krekeler u. H. Ramser, Recent Developments in the Edeleanu Process, Proc. World Petrol. Congress, London 1933, Vol. II, S. 359.

Zeitdauer s	Drehzahl Umdr./min	PS eff.	entsprechend einer Wagengeschwindigkeit von km/h
20	unter 500	—	Schritt
30	1600	4,1	40,0
40	1900	5,8	47,5
120	2250	9,3	56,2

Zur Einhaltung dieser Mittelwerte wurden Zündung und Wasserzulauf zur Bremse nach Bedarf geändert.

Als Betriebsstoff für die Prüfstandsversuche wurde eine handelsübliche Mischung aus persischem Benzin, Benzol und Alkohol verwendet, die folgende Siedeeigenschaften hatte:

Englerdestillation:

Temp.°C 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
Vol.-% Beg. 5 36 48 55 61 71 76 79 84 88 92 93 95

Der Benzinverbrauch wurde zur Betriebskontrolle bei allen Versuchen ermittelt. Der durchschnittliche Verbrauch betrug 3,4 l/h.

Das zu prüfende Öl befand sich 21 h ohne Unterbrechung unter Betriebsbedingungen (bei einer besonderen Versuchsreihe wurde die Betriebsdauer auf 50 h erhöht). Das Öl wurde zu Beginn des Versuches bis zu einer Strichmarke eingefüllt. Während des Versuches wurde das Öl niveau in der Kurbelwanne durch Nachfüllen von Frischöl konstant gehalten. Das während des Versuches in geringer Menge abgetropfte Öl wurde stets bestimmt und als nicht verbrauchtes Öl gerechnet. Zu Ende des Versuches wurde das Öl erst nach Abkühlung auf etwa 80° C aus der Kurbelwanne abgelassen. Das restliche, nicht ausgelaufene Öl ließen wir über Nacht austropfen. Danach wurde der Motor mit einem niedrig viscosen Öl (helles Gasölraffinat) und Benzol gründlich ausgespült.

Auf die Ausspülung des Motors ist der größte Wert zu legen, da es bei den Kurzversuchen, bei denen nur geringe Mengen Ölschlamm gebildet werden, darauf ankommt, den Schlamm vollständig zu erfassen. Nach unseren Erfahrungen ist es zweckmäßig, den Motor wie folgt zu spülen (der Motor wird dabei, bei abgenommenem Zylinderkopf, mittels eines Elektromotors schnell durchgedreht):

Zweimal mit je 1 l Gasölraffinat, dann einmal mit 3 l Benzol und schließlich wieder mit Gasölraffinat. Durch das zweimalige Spülen mit Gasölraffinat wird die restliche, nicht vom abgelassenen Schmieröl mitgenommene Schlammengen restlos erfaßt. Bei allen Versuchen haben wir zur Sicherheit auch die Kurbelwanne abgeschraubt, um festzustellen, ob sich auf ihr noch Schlamm befindet. Nur bei wenigen Versuchen fanden wir geringe Mengen Schlamm, die mit der im Spülöl befindlichen Schlammengen vereinigt wurden. Durch die anschließende Spülung mit Benzol wird mit Sicherheit jede Spur Schmieröl aus dem Motor entfernt. Die letzte Spülung mit Gasölraffinat hat den Zweck, das nach dem Abtropfen in geringer Menge im Motor verbliebene Benzol vollständig herauszuwaschen. Die Vollständigkeit der Gesamtspülung des Motors ist daran zu erkennen, daß das zuletzt benutzte Gasölraffinat durch die Spülung in der Farbe nicht geändert wurde.

Zustand des Motors und Eigenschaftsveränderungen der Öle im Betriebe.

Aus einigen von uns ausgeführten Versuchen geht hervor, daß der Einfluß des Betriebszustandes des Motors auf den Ölverbrauch und auf die Ölalterung bedeutend ist. Das ist z. B. aus den in Spalte 1 und 2 der Tabelle 1

Tabelle 1. Abhängigkeit des Ölverbrauchs und der Ölalterung vom Betriebszustand des Motors (21stündige Laufzeit).

Spalte	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Verwendetes Öl (siehe Tabelle 3)	A	A	Y	Y	Y
Ölverbrauch in Gew.-%, be- zogen auf angewandte Öl- menge	53	12	28	16	16
Ölkohle im Verbrennungs- raum in Gramm	5,2	2,6	4,0	2,3	2,9
Schlammbildung in Gew.-%, bezogen auf gebrauchtes Öl	0,15	0,045	0,079	0,076	0,078

angeführten Versuchen zu ersehen. Der Betriebszustand des Motors unterschied sich in beiden Fällen dadurch, daß vor dem Versuch in Spalte 1 die alten Kolbenringe gegen neue ausgewechselt wurden (Unrundung in drei Zylindern 0,04 bis 0,05, in einem Zylinder 0,07 mm) und daß vor dem Versuch in Spalte 2 die vier Zylinder sorgfältig ausgeschliffen und wieder mit neuen Kolbenringen versehen wurden. Vor den eigentlichen Prüfläufen ließen wir bei dem Versuch in Spalte 1 den Motor 20 h, bei dem Versuch in Spalte 2 100 h einlaufen. Der große Unterschied im Ölverbrauch hängt damit zusammen, daß sich bei dem Versuch in Spalte 1 die neuen Kolbenringe trotz 20stündigen Einlaufens in die alten Zylinder noch nicht genügend eingepaßt hatten.

Daß aber auch bei gut eingelaufenen Kolbenringen Unterschiede im Ölverbrauch auftreten können, geht aus Spalte 3 und 4 hervor. Bei dem Versuch in Spalte 3 war der Motor noch mit alten, gut eingefahrenen Kolbenringen versehen, bei dem Versuch in Spalte 4 waren alle Zylinder sorgfältig ausgeschliffen und mit neuen Kolbenringen versehen (Einlaufzeit vor dem Versuch 100 h, Betriebszustand des Motors wie bei dem Versuch in Spalte 2). Der Unterschied im Betriebszustand des Motors macht sich im ersten Falle durch erhöhten Ölverbrauch und erhöhte Ölkohlebildung geltend.

Nach den obigen Ausführungen war es für die Durchführung der Motoren-Kurzversuche, bei denen nur kleine Eigenschaftsänderungen gemessen werden, wichtig, daß sich der Betriebszustand des Motors in den einzelnen Betriebsperioden nicht merklich änderte. Wir haben uns davon wiederholt dadurch überzeugt, daß wir

ein früher geprüftes Öl nach Durchführung mehrerer anderer Prüfläufe wiederum untersuchten. In Spalte 5 der Tabelle 1 ist zum Beispiel ein Versuch angeführt, der an fünfter Stelle nach dem in Spalte 4 angegebenen Versuch mit dem gleichen Öl durchgeführt wurde. Ölverbrauch, Schlammbildung und sonstige analytische Daten stimmten in beiden Fällen sehr gut überein. (Die Ölkohlemenge schwankt, wie weiter unten ausgeführt werden wird, bei allen Versuchen, in unregelmäßiger Weise innerhalb größerer Grenzen.)

Art und Herstellung der Raffinate.

Bei unseren Motorprüfstandsversuchen untersuchten wir hauptsächlich den Einfluß, den eine verschiedenartige Raffination mit flüssigem Schwefeldioxyd bzw. mit einem Gemisch, das aus Schwefeldioxyd und Benzol besteht, auf die einzelnen Eigenschaftsveränderungen der Autoöle im Betriebe hat. Daneben prüften wir einige ganz oder teilweise mit Schwefelsäure raffinierte Öle und einige Markenöle des Handels.

Zur Herstellung der Raffinate gingen wir von drei Destillaten persischer Herkunft aus: Von einem leichten und einem schweren Schmieröldestillat, deren Eigenschaften in den Spalten 4 und 1 der Tabelle 2 angegeben sind, und einem Lube Base Oil, das zu etwa 60% aus Gasöl und leichteren Anteilen von Spindelölcharakter bestand (Eigenschaften in Spalte 9 der Tabelle 2).

Herstellungsweise und Eigenschaften der aus dem leichten und schweren Schmieröldestillat hergestellten SO_2 - bzw. Benzol- SO_2 -Raffinate sind aus Tabelle 2 zu ersehen. Die leichten und schweren Raffinate wurden jeweils so gemischt, daß das fertige Autoölraffinat eine Viscosität von etwa 60 Centistokes bei 140° F ²⁾ hatte. Die Art der Mischung, das Mischungsverhältnis und die Eigenschaften der fertigen Autoöle sind aus den Tabellen 3 und 4 ersichtlich.

Die Verarbeitung des Lube Base Oil geschah in der Weise, daß das gesamte Öl mit SO_2 - bzw. mit Benzol- SO_2 -Gemisch raffiniert und dann durch Destillation in mehrere Fraktionen und einen Rückstand zerlegt wurde. Durch Mischung des Schmieröldestillates mit dem Rückstandööl wurden dann fertige Autoölraffinate mit einer Viscosität von etwa 60 Centistokes bei 140° F erhalten, deren Eigenschaften aus den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen sind.

²⁾ Alle Temperaturen bei Viscositätsangaben in Fahrenheit zur leichteren Berechnung von Viscositätsindex und Viscositäts-Dichte-Konstante.

Tabelle 2. Eigenschaften der Destillate und der aus ihnen hergestellten Raffinate.

Öl Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Öl Nr. 10	Öl Nr. 11
Raffinationsweise	Un- behandeltes Destillat	200% 25:75-Ben- zol- SO_2 -Gemisch bei -10° C	200% 40:60-Ben- zol- SO_2 -Gemisch bei -10° C	Unbehandeltes Destillat	200% SO_2 - bei -10° C	200% 25:75-Ben- zol- SO_2 -Gemisch bei -10° C	200% 40:60-Ben- zol- SO_2 -Gemisch bei -10° C	Schwefelsäure- raffinat aus Öl Nr. 4	Unbehandeltes Destillat ^{a)}	Leichtes Schmieröl- redestillat aus SO_2 -Raf- finat von Öl Nr. 9 (gebleicht mit 3% Erde)	Schwerer Schmieröl- rückstand aus SO_2 -Raf- finat von Öl Nr. 9 (gebleicht m. 15% Erde)
handlung Gew.-%	69	52								Viscosität bei 200° F 11,9 Centistokes	Viscosität bei 200° F 42,7 Centistokes
Dichte bei 20° C	0,966	15	15	0,929	5	5	5		0,904		
Viscosität b. 100° F		0,914	0,903		0,897	0,881					
Centistoke . . .				142	86	70		107	28,6		
Viscosität b. 130° F											
Centistoke . . .	750		154								
Viscosität b. 210° F											
Centistoke . . .	58,0	29,0	24,4	10,4	8,2	7,9	7,5	9,1	4,2		
Viscositätsindex .	27		78	27	38	63	32				
Viscositäts-Dichte- Konstante . . .	0,895	0,837	0,826	0,876	0,838	0,818					
Conradson-Test .	7,3	1,4	1,1	0,36	0,07	0,04		0,30	0,59		
Farbe in N. P. A.- Graden . . .	über 8	über 8	4 $\frac{1}{2}$	über 8	2 $\frac{1}{2}$					über 8	

Ergebnisse der Motorenversuche.

Nach den Ausführungen über die Abhängigkeit der Eigenschaftsveränderungen der Öle vom Betriebszustand des Motors können nur Prüfstandsergebnisse verglichen werden, denen der gleiche Betriebszustand des Motors zugrunde liegt. Die in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnisse der Motorenversuche können daher nur entweder in Betriebsperiode A oder in Betriebsperiode B unter sich verglichen werden. In Betriebsperiode A befand sich der Motor in gut eingelaufenem Zustand; vor dem Beginn der Betriebsperiode B wurden die vier Zylinder des Motors sorgfältig ausgedreht und mit neuen Kolbenringen versehen (Einlaufzeit vor den eigentlichen Prüfläufen 100 h).

Ölverbrauch. Wie aus den Zahlen der Tabelle 4 zu erkennen ist, war der Ölverbrauch bei allen Ölen, die sich im Raffinationsgrad zum Teil erheblich unterschieden, nahezu gleich groß. Der Raffinationsgrad eines Autoöles hat also unter gleichen Betriebsbedingungen keinen merklichen Einfluß auf den Ölverbrauch; der Ölverbrauch wird vielmehr in erster Linie durch den maschinellen Zustand des Motors (siehe oben) neben anderen, hier nicht zu erörternden Faktoren bedingt.

Physikalische Eigenschaftsveränderungen der Öle im Betriebe. Die physikalischen Eigenschaften der Öle bezüglich Dichte, Viscosität, Viscositätsindex, Viscositäts-Dichte-Konstante, Farbe, Flammpunkt, Brennpunkt und Stockpunkt änderten sich bei allen untersuchten Ölen zum Teil nur unwesentlich

und zum Teil in uncharakteristischer Weise. (Die in Betriebsperiode A der Tabelle 4 angegebenen Zahlen für das gebrauchte Öl beziehen sich auf das entbenzinerte Öl. Benzinverdünnung durchschnittlich 1 bis 2 Gew.-%.)

Chemische Eigenschaftsveränderungen der Öle im Betriebe. Wie die in Tabelle 4 angeführten Schlammbzahlen für die Lösungsmittel- bzw. Schwefelsäureraffinate erkennen lassen, besteht zwischen dem Raffinationsgrad und der Schlammbildung der Öle im Betriebe ein eindeutiger Zusammenhang. Das durch Anwendung eines 40:60-Benzol-SO₂-Gemisches am besten ausraffinierte Öl A hat die geringste Schlammbildungsneigung, während die weniger gut raffinierten Öle, je nach dem Grad der Ausraffination (Reihenfolge nach fallendem Raffinationsgrad A, B, C, D, E, F, G), eine größere Schlammbildungsneigung haben. Die ganz oder teilweise mit Schwefelsäure raffinierten Öle, die aus denselben Destillaten hergestellt wurden wie die Lösungsmittelraffinate, hatten die größte Schlammbildungsneigung.

Vergleicht man die in Tabelle 4 angegebenen Markenöle des Handels X, Y und Z mit den Lösungs-

Tabelle 3. Mischung der leichten und schweren Raffinate zu fertigen Autoölen.
(Zur Erleichterung der Übersicht Anordnung der Öle wie in Tabelle 4; Reihenfolge nach fallendem Raffinationsgrad: A bis G.)

Ölbezeichnung	Zusammensetzung				Leichter Anteil raffiniert mit	Schwerer Anteil	Viscositätsindex	Farbe in N.P.A. Graden
	Gew. %	von Öl Nr.	Gew. %	von Öl Nr.				
	(siehe Tabelle 2)							
C	48	6	52	2	25:75-Benzol-SO ₂ sehr gutes Markenöl	25 75-Benzol-SO ₂	76	6 ^{1/2}
Y	51	5	49	2	SO ₂	25:75-Benzol-SO ₂	57	7
E	56	8	44	2	Schwefelsäure	25:75-Benzol-SO ₂	68	6 ^{1/2}
F	—	8	—	1*)	Schwefelsäure	25:75-Benzol-SO ₂	50	6 ^{1/2}
G	—	—	—	—	Schwefelsäure	Schwefelsäure	49	8
A	43	7	57	3	40:60-Benzol-SO ₂	40:60-Benzol-SO ₂	79	5 ^{1/2}
B	42	12	58	13	25:75-Benzol-SO ₂	25:75-Benzol-SO ₂	54	4 ^{1/2}
X	—	—	—	—	Flugmotorenöl	Flugmotorenöl	95	4 ^{1/2}
D	65	10	35	11	SO ₂	SO ₂	60	über 8
Y	—	—	—	—	sehr gutes Markenöl	sehr gutes Markenöl	57	7
Z	—	—	—	—	gutes Markenöl	gutes Markenöl	51	über 8
G	—	8	—	1*)	Schwefelsäure	Schwefelsäure	49	8

*) Schwefelsäureraffinat von 1.

Tabelle 4. Prüfung der Autoöle auf dem Motorprüfstand.
(Reihenfolge der Öle in den Betriebsperioden A und B nach steigender Schlammbildung.)

Ölbezeichnung	Ölverbrauch in Gew.-%, bezogen auf angewandte Ölmenge	Schlammbildung in Gew.-%, be- zogen auf gebrauchte Ölmenge	Eigenschaftsveränderungen nach 21 stündiger Betriebsdauer									
			Dichte bei 20° C			Viscosität bei 140° F Centistoke			Conradson- Test			
			b. 21 h Betriebsdau.	b. 50 h Betriebsdau.	b. 21 h Betriebsdau.	b. 50 h Betriebsdau.	vor- her	nach- her*)	vor- her	nach- her*)	vor- her	nach- her*)
Betriebsperiode A												
C	29	42	0,062	0,13	0,899	0,899	58	59	0,83	13	0	0
Y	28	43	0,079	0,13	0,904	0,904	59	60	0,80	18	0	0,09
E	30	—	0,092	—	0,904	0,904	60	55	0,84	31	0	0,08
F	25	44	0,13	0,20	0,918	0,918	64	57	0,78	41	0	0,05
G	35	47	0,26	0,36	0,928	0,926	62	58	1,2	25	0	0,08
Betriebsperiode B												
							Viscosität bei 100° F Centistoke					
A	12	—	0,045	—	0,890	0,890	173	173	0,45	0,45	0	0
B	16	—	0,050	—	0,898	0,898	181	181	0,47	0,47	0	0
X	14	—	0,058	—	0,884	0,884	196	196	0,63	0,63	0	0
D	15	—	0,077	—	0,908	0,908	204	204	0,89	0,89	0	0
Y	16	—	0,077	—	0,904	0,904	195	195	0,80	0,80	0	0
Z	14	—	0,087	—	0,915	0,915	243	243	1,4	1,4	0,03	0,03
G	17	—	0,112	—	0,928	0,928	216	216	1,2	1,2	0	0

*) Nach Entbenzinierung (Benzinverdünnung 1—2%).

mittelraffinaten, so ergibt sich, daß alle Lösungsmittelraffinate bezüglich der Schlammbildungsneigung, mit einer Ausnahme, gleich oder besser sind als das sehr gute Markenöl Y, das eine Mischung von pennsylvanischem Bright Stock und russischem Maschinenöl ist. Zwei Lösungsmittelraffinate sind sogar besser als ein Flugmotorenöl höchster Qualität. Die Reihenfolge der Öle bezüglich ihrer Schlammbildungsneigung ändert sich nicht, wenn man die Prüfung bei einer 50stündigen an Stelle einer 21stündigen Betriebsdauer vornimmt (siehe Tabelle 4).

Die motorische Prüfung von Autoölraffinaten aus Rohölen gemischtbasischen Charakters hat also gezeigt, daß es durch normale Lösungsmittelbehandlung nach dem *Edeleanu*-Verfahren ohne Schwefelsäurenachbehandlung gelingt, Raffinate herzustellen, deren Stabilität gleich oder besser ist als die der besten heute bekannten Markenöle, während das durch eine reine Schwefelsäurebehandlung nicht gelingt.

In besonderen, hier nicht angeführten Motorenversuchen haben wir festgestellt, daß die geringe Schlammbildungsneigung der Lösungsmittelraffinate

nicht etwa auf die Nachbehandlung der Raffinate mit Bleicherde zurückzuführen ist: So betrug die Schlammbildung eines nicht raffinierten Destillates nach 21stündigem Betrieb 0,45 Gew.-%, die des daraus hergestellten, nicht nachbehandelten SO₂-Raffinates 0,08 Gew.-% und die des mit 5% Bleicherde nachbehandelten SO₂-Raffinates ebenfalls 0,08 Gew.-%. Das mit Erde nachbehandelte Raffinat hatte eine Farbe von 2½ N. P. A., während das nicht gebleichte Raffinat eine Farbe von über 8 N. P. A. hatte.

Die Schlammbildungsneigung von Autoölen im Motor ist als wichtigstes Gütekennzeichen zu betrachten. Öle, deren Schlammbildungsneigung groß ist, sind die Ursache für die häufigsten Betriebsstörungen, die auf das Öl zurückzuführen sind. Namentlich bei den Druckumlaufschmiersystemen ist der gebildete Ölschlamm imstande, die Ölführungskanäle infolge der in der Kurbelwelle auftretenden Zentrifugalwirkung zu verstopfen. Der Nutzen der Schlammpfilter ist im praktischen Betriebe gering, da stets nur ein Teil des Öles filtriert wird, dessen Menge zudem, infolge des zunehmenden Widerstandes des Filters, immer geringer wird.

Daß sich die von uns in den Kurzversuchen gefundenen, scheinbar kleinen Unterschiede in der Schlammbildung verschieden raffinierter Öle praktisch stark auswirken, konnten wir an Fahrversuchen, bei denen die Öle jeweils 2000 Fahrkilometer in einem Personenkraftwagen geprüft wurden, nachweisen. Bei dem mit Schwefelsäure raffinierten Öl zum Beispiel traten bei dem Fahrversuch empfindliche Motorstörungen auf.

Die Änderungen der Neutralisations- und Verseifungszahlen haben sich bei allen untersuchten Ölen als zu gering erwiesen, um für die Beurteilung der Ölqualität in Betracht zu kommen.

Die prozentualen Änderungen des Conradson-Testes gingen in der Betriebsperiode A, in der der Ölverbrauch verhältnismäßig groß war, mit einer Ausnahme, dem Raffinationsgrad und der Schlammbildungsneigung parallel (siehe Tab. 4). In der Betriebsperiode B, bei der der Ölverbrauch geringer war, lag die Änderung des Conradson-Testes innerhalb der Fehlertgrenze der Bestimmung.

Zwischen dem Conradson-Test der Frischöle und der Schlammbildung im Motor besteht offensichtlich kein Zusammenhang.

Ölkohlebildung im Verbrennungsraum.

Die gesamte Menge der im Verbrennungsraum gebildeten Ölkohle ist unregelmäßigen Schwankungen unterworfen. Die gebildete Ölkohlemenge ist sogar bei ein und demselben Versuch von Zylinder zu Zylinder verschieden. Von einem Zusammenhang zwischen Raffinationsgrad eines Öles und der Menge der im Verbrennungsraum gebildeten Ölkohle kann daher nicht gesprochen werden. Durch Extraktion der Ölkohle mit Benzин, Benzol und Chloroform stellten wir fest, daß die bei unseren Versuchen gebildete Ölkohle nur zu 75% aus unlöslichen Anteilen besteht, und daß sich der Rest in unregelmäßiger Weise auf schmieröl- und asphaltartige Anteile verteilt.

Deutliche Unterschiede in der Ölkohlebildung ergeben erst Autoölraffinate, die sich im Siedeverhalten erheblich unterscheiden. Wir haben uns davon überzeugt, indem wir die Siedeeigenschaften von 15 verschiedenen Autoölen (Ausführung der Siedeanalyse: 500 cm³ Öl bei konstantem Vakuum von 5 mm Hg ohne Wasserdampf in 10%-Fraktionen destilliert) und deren Ölkohlebildung im Motor untersuchten.

Zusammenfassung.

Die Untersuchung von 10 verschiedenen raffinierten Autoölen auf dem Motorprüfstand hat ergeben, daß SO₂-bzw. Benzol-SO₂-Raffinate Schwefelsäureraffinaten aus denselben Destillaten, namentlich in der Schlammbildungsneigung im Motor, wesentlich überlegen sind.

Durch normale SO₂-bzw. Benzol-SO₂-Behandlung gelingt es, aus Destillaten gemischtbasischen Charakters Autoöle herzustellen, die den besten, heute auf dem Markt befindlichen Autoölen gleichwertig und zum Teil überlegen sind.

Ölverbrauch und Ölkohlebildung im Motor hängen vom Raffinationsgrad der Öle nicht ab. [A. 114.]

Festigungsversuche an Trypanosomen mit Arsenpyridinderivaten.

Von Prof. Dr. H. SCHLOSSBERGER und R. SCHÜFFNER.

(Aus dem Laboratorium für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie der Abteilung für Biologie des Reichs-
gesundheitsamts, Berlin-Dahlem.)

(Eingeg. 24. September 1934.)

Die Tatsache, daß sich bestimmte Arten von Krankheitserregern, besonders Trypanosomen, gegen therapeutisch wirksame chemische Substanzen *in vivo* festigen lassen, bildet bekanntlich den hauptsächlichsten Beweis für die Annahme, daß die betreffenden Präparate im infizierten Tierkörper direkt auf diese Mikroorganismen einzuwirken vermögen, daß also eine Verankerung der parasitizid wirkenden Mittel durch das Protoplasma der Mikrobenzellen stattfindet. Wenn auch das Zustandekommen und der Mechanismus der Festigung im einzelnen noch keineswegs klargestellt sind (vgl. Schnitzer), so ist doch im Hinblick auf die Feststellung, daß ein gegen eine bestimmte Substanz gefestigter Parasitenstamm noch durch gewisse andere Präparate beeinflußt werden kann, anzunehmen, daß diese Mittel von anderen „Chemoceptoren“ der Parasitenzelle verankert werden, daß also das Parasitenprotoplasma über eine Vielheit von Haftgruppen verfügt. So haben z. B. Ehrlich (s. auch Neven) sowie Yorke und seine Mitarbeiter die Beobachtung gemacht, daß ein gegen Atoxyl gefestigter Trypanosomenstamm auch gegen verschiedene andere Arsenver-

bindungen, wie Arsacetin oder Neosalvarsan, fest ist, daß er jedoch noch durch Arsenophenylglycin und einige weitere aromatische Arsenverbindungen, welche das Radikal der Essigsäure enthalten, wirksam beeinflußt werden kann. Ehrlich hat daraus wohl mit Recht den Schluß gezogen, daß das Arsenophenylglycin und die ihm nahestehenden Substanzen nicht nur zu den der Verankerung des Atoxyls und zahlreicher sonstiger Arsenikalien dienenden „Arsonoceptoren“, sondern noch zu anderen Haftgruppen der Parasitenzelle, die er „Aceticoceptoren“ nannte, Verwandtschaft haben. Andererseits kann aus der Beobachtung, daß gewisse Substanzen eine Arzneifestigkeit der Mikroorganismen nicht nur gegen ihre eigene Körperklasse, sondern auch gegenüber Stoffen aus anderen chemischen Gruppen zu bewirken vermögen, auf eine Verwandtschaft der Mittel hinsichtlich ihrer Wirkungsweise und ihres Angriffspunktes in der Parasitenzelle geschlossen werden. So zeigte sich z. B. durch die Untersuchungen von Ehrlich, Kudicke, Morgenroth und Freund, Collier, Leupold, sowie Yorke und seinen Mitarbeitern, daß Trypanosomenstämme, die mit orthochinoi-