

# **Treibstoffe** für **Verbrennungsmotoren**

Von

**Dr.-Ing. Franz Spausta**  
Versuchsanstalt für Kraftfahrzeuge in Wien

Mit 70 Textabbildungen



Springer-Verlag Wien GmbH  
1939

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten

**Copyright 1939 by Springer-Verlag Wien**

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Vienna 1939

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1939

ISBN 978-3-7091-5161-7

ISBN 978-3-7091-5309-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-7091-5309-3

## Vorwort.

Das Erdöl, aus dem heute noch das meiste Benzin gewonnen wird, ist aus unserem Kulturleben nicht mehr wegzudenken. Ein wesentlicher Teil unseres Verkehrswesens ist an das Erdöl und die aus ihm gewonnenen Produkte gebunden.

Das Erdöl war schon in den ältesten Zeiten bekannt. Es trat nämlich in vielen Ländern der alten Welt infolge der Zerklüftung der Erdrinde in flüssiger Form zu Tage. Schriftsteller des Altertums, wie HERODOT und PLINIUS, und auch das alte Testament erwähnen das Erdöl. Seine Verwendung war sehr beschränkt. Man gebrauchte es zu Leuchtzwecken, für die Herstellung von Wagenschmieren und zur Heilung aller möglichen Krankheiten von Mensch und Tier. Diese sehr primitive Verwendung des Erdöls hielt sich aufrecht bis ungefähr in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts. Erst der Fund von Erdöl bei der Erbohrung einer Salzsole in Pennsylvanien gegen Mitte des 19. Jahrhunderts änderte die Sachlage. Das Erdöl floß dabei frei aus der Bohrung. Die großen ausfließenden Mengen von Erdöl regten den Unternehmungsgeist der Amerikaner zur eingehenden Untersuchung des Produktes an. Bald lernte man daraus durch entsprechende Behandlung ein Leuchtöl, unser heutiges Petroleum, herstellen. Das allgemeine Interesse für dieses Naturprodukt war nun einmal vorhanden und die erste von COLONEL DRAKE 1859 bei Titusville in den Vereinigten Staaten niedergebrachte, fündige Ölbohrung ist als Grundstein der Erdölindustrie anzusehen. Etwa 20 Jahre nach dem Fündigwerden der ersten Erdölbohrung in den Vereinigten Staaten beginnt die industrielle Entwicklung der Erdölgewinnung in Rußland und anderen Ländern. Die Weltproduktion an Erdöl im Jahre 1870, in welchem Jahre nur Amerika als erdölförderndes Land auftrat, von 70 800 t stieg bis zum Jahre 1871 schon auf 1 000 000 t und von da an ohne besondere Rückschläge bis auf rund 280 975 000 t im Jahre 1937. Der Weltkrieg brachte den erdölarmeren Ländern zum Bewußtsein, daß das Leben und die Verteidigung ihrer Nation gefährdet ist, wenn sie zu sehr auf den Rohölbezug von anderen, diesen Rohstoff besitzenden Ländern angewiesen sind. Es setzten daher schon während des Weltkrieges und dann in der Nachkriegszeit Bestrebungen ein, eigene Rohstoffquellen für den Betrieb von Fahrzeugen zu verwerten. Diese Bestrebungen zeigten auch in beachtlichem Ausmaß Erfolge. Man kann heute wohl ohne Übertreibung sagen, daß die Monopolstellung des Rohöls als einzige Quelle für die Herstellung von Motortreibmitteln

nicht mehr besteht. Ja, es entstand sogar eine derartige Fülle von Treibmitteln, daß es heute dem Nichtfachmann schon schwer fällt, sich zurechtzufinden. Diese Monographie soll nun allen an diesem Problem interessierten Kreisen ein Führer auf diesem Gebiete sein; und zwar ein Führer in doppelter Hinsicht: Sie soll einerseits die Fortschritte auf diesem Gebiete vermitteln und andererseits zeigen, wie weit derzeit die Entwicklung in Hinblick auf die Verwendung bei dem einen oder dem anderen Motortreibmittel ist.

Wien, im Juli 1939.

**F. SPAUSTA.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung .....	1
<b>I. Flüssige Treibstoffe.</b>	
A. Aus Erdöl (Rohöl) .....	1
1. Bestandteile des Erdöles .....	1
2. Aufarbeitung des Erdöles .....	3
a) Durch Destillation (Destillations- bzw. straight-run-Benzin) .	3
b) Durch Spaltung (Krackung) von Erdölbestandteilen (Spalt- bzw. Krackbenzin) .....	7
Geschichte 8. — Der Krackprozeß 8. — Einfluß von Zeit, Druck und Temperatur 9. — Wärmebeständigkeit der Kohlen- wasserstoffe 10. — Die Krackverfahren 11. — Bedeutung des Krackens 11. — Die Krackbenzine 13. — Raffination 13. — Zu- satz von Inhibitoren und Färben 14. — Nebenerzeugnisse des Krackprozesses 14. — Reformingverfahren 15. — Kracken von Teeren, Schieferölen und sonstigen Ölen 15.	
B. Flüssige Treibstoffe aus Erdgas (Erdgasbenzin, Naturgasolin, Gasolin, Rohrkopfgasolin oder casing head gasoline) .....	17
1. „Nasse“ und „trockene“ Erdgase .....	17
2. Gewinnung von Erdgasbenzin .....	18
a) Durch Absorption .....	18
b) Durch Adsorption .....	19
c) Durch Tiefkühlung .....	21
3. Gewinnung der tiefsiedenden Bestandteile aus Rohölen, welche längere Zeit gelagert werden .....	22
4. Das Erdgasbenzin .....	22
C. Flüssige Treibstoffe aus Braunkohle (Braunkohlenbenzin) .....	24
1. Die verschiedenen Arten der Verkokung der Kohle .....	24
2. Die Braunkohlenschwelung .....	24
3. Das Braunkohlenbenzin .....	26
D. Flüssige Treibstoffe aus Steinkohlen (Steinkohlenschwelbenzin) ...	27
1. Die Steinkohlenschwelung .....	27
a) Das Schwelgas .....	28
Gewinnung der flüssigen Anteile aus dem Schwelgas 29.	
b) Anwendung der Steinkohlenschwelung .....	29
2. Die verschiedenen Arten der Verkokung der Steinkohle .....	30
a) Einfluß der Temperatur aus Gasausbeute und Gaszusammen- setzung .....	30
b) Einfluß der Temperatur auf Teerausbeute und Teerzusammen- setzung .....	31

	Seite
3. Unterschied zwischen der Schwelung von Stein- und Braunkohle	32
4. Die Steinkohlenschwelung in Deutschland .....	33
Die verschiedenen Verfahren der Schwelung der Steinkohle .....	33
5. Die Steinkohlenschwelung in England .....	34
6. Die Steinkohlenschwelung in Japan .....	36
7. Die Steinkohlenschwelung in anderen Ländern .....	37
8. Die Schwel- und Verkokungsverfahren. „Kohle-in-Öl“ .....	37
9. Die Mitteltemperaturverkokung (Kopperskohleverfahren) .....	40
E. Flüssige Treibstoffe aus Ölschiefern (Ölschieferbenzin, Schieferbenzin)	41
1. Eigenschaften der Ölschiefer .....	42
2. Die Ölschiefervorkommen .....	42
3. Gewinnung von Öl aus den Ölschiefern .....	43
4. Die Ölschieferindustrie in Estland .....	47
5. Die Ölschieferindustrie in Deutschland .....	50
6. Die Ölschieferindustrie in Südafrika .....	50
7. Die Ölschieferindustrie in England .....	50
8. Die Ölschieferindustrie in Japan, Italien, Brasilien, Frankreich und Australien .....	51
F. Herstellung von flüssigen Treibstoffen durch Hochdruckhydrierung (Hydrierbenzin) .....	53
1. Weltvorräte an Kohle und Erdöl .....	53
2. Die Möglichkeiten zur Erhöhung der zur Verfügung stehenden Treibstoffmengen .....	55
3. Grundsätzliches hinsichtlich der Gewinnung von flüssigen Brennstoffen aus Kohle .....	56
4. Entwicklung der Hydrierung .....	59
5. Der Hydrierprozeß .....	60
a) Einfluß des Katalysators .....	64
b) Einfluß der Temperatur .....	65
c) Einfluß des Druckes .....	65
d) Eigenschaften der Hydrierprodukte .....	66
e) Unterschied in der Hydrierung von Öl und von Stein- und Braunkohle .....	68
f) Die Ausbeuten bei der Hydrierung .....	70
g) Anwendungsbereich der Hydrierung .....	71
6. Hydrierung in Deutschland .....	71
7. Hydrierung in England .....	75
8. Hydrierung in Frankreich .....	75
9. Hydrierung in Italien, Jugoslawien und Ungarn .....	76
10. Hydrierung in Japan und Amerika .....	78
G. Herstellung von flüssigen Brennstoffen nach dem Verfahren von FISCHER und TROPSCH .....	79
1. Entwicklung der Synthese .....	79
2. Der Syntheseprozess .....	80
3. Eigenschaften und Zusammensetzung der beim Syntheseprozess erhaltenen Produkte .....	82
4. Rohstoffe und Katalysatoren .....	84
5. Der Syntheseprozess in Deutschland .....	84
6. Der Syntheseprozess in Japan, Frankreich, Südafrika und England	86
7. Staatliche Maßnahmen zur Förderung der Hydrierung und des Syntheseprozesses in den verschiedenen Ländern .....	87

	Seite
8. Gegenüberstellung von Hydrierung und dem Syntheseprozess ...	88
H. Herstellung von flüssigen Treibstoffen durch Polymerisation (Polymerisationsbenzin, Polymergasoline) .....	90
1. Grundlagen .....	90
2. Die Polymerisationsverfahren .....	91
3. Die Polymerisationsanlagen .....	96
4. Das Isooktan .....	98
5. Die Bedeutung der Polymerisationsverfahren .....	100
I. Das Motorenbenzol .....	100
1. Entwicklung der Verwendung .....	100
2. Gewinnung von Benzol aus Steinkohlengasen .....	101
a) Adsorption mit Steinkohlenteeröl und anderen Waschölen ...	102
b) Adsorption mit festen Stoffen (aktiver Kohle) .....	104
c) Gewinnung durch Tiefkühlung .....	107
d) Das Restgas .....	107
3. Die Reinigung des Rohbenzols .....	107
4. Verfahren zur Erhöhung der Benzolausbeute .....	111
5. Eigenschaften des Motorenbenzols .....	113
6. Benzolerzeugung, Maßnahmen zu ihrer Erhöhung und Bewirtschaftung .....	114
7. Benzolerzeugung auf synthetischem Wege .....	115
J. Druckextraktion von Steinkohle .....	116
1. Verfahren von POTT und BROCHE .....	116
2. Verfahren von UHDE .....	118
K. Der Äthylalkohol (Äthanol, Spiritus) .....	118
1. Herstellung .....	119
a) Herstellung von Spiritus aus stärkehaltigem Material und aus Zellulose (Holzverzuckerung) .....	119
Das Stettiner Verfahren 120. — Das Verfahren von SCHOLLER 121. — Das BERGIUS-Rheinauverfahren 123. — Sonstige Verfahren 125.	
b) Erzeugung von Alkohol aus Sulfitablaugen .....	126
c) Herstellung von Alkohol aus Acetylen .....	127
d) Herstellung von Alkohol aus Äthylen .....	128
2. Entwässerung von Alkohol .....	129
a) Grundlegendes .....	129
b) Entwässerungsverfahren mit Kalk unter Druck (nach MERCK) und mit Gips (I. G. Farbenindustrie A. G.) .....	130
c) Entwässerungsverfahren der Usines de Melle .....	132
d) Druckentwässerungsverfahren (Verfahren nach MERCK) .....	133
e) Entwässerung mit Trichloräthylen (Drawinolverfahren) .....	135
f) Entwässerung mit Kalium-Natrium-Azetat (Verfahren der Hiag) .....	137
g) Beschaffenheit des entwässerten Alkohols .....	137
3. Der Beimischungszwang von Alkohol .....	139
a) In Deutschland (Altreich), Protektorat Böhmen und Mähren, Ungarn und Italien .....	139
b) In Frankreich .....	146
c) In Polen, Schweden, Litauen und Lettland .....	147
d) In anderen europäischen und außereuropäischen Ländern ...	147
4. Eigenschaften des Alkohols .....	148

	Seite
L. Der Methylalkohol (Methanol) .....	149
M. Andere Alkohole und Äther, insbesondere Isopropyläther.....	152
N. Eigenschaften von Äthyl- und Methylalkohol im Vergleich zu Benzin	153
1. Der Heizwert, Gemischheizwert und Luftbedarf .....	153
2. Die Verdampfungswärme und Sättigungsverhältnisse .....	155
3. Die Explosionsgrenzen .....	159
O. Dieselmotorentreibstoffe .....	160
1. Entwicklung der Verwendung .....	160
2. Die Dieselmotorentreibstoffe .....	162
a) Gasöl .....	164
b) Dieselöle aus Hydrierprozeß .....	164
c) Kogasin II und Mischungen aus Kogasin II und Steinkohlen- teeröl .....	164
d) Dieselöle aus Braunkohlenschwelteeren .....	165
e) Steinkohlenteeröle .....	167
f) Öle aus Ölschiefern .....	168
g) Pflanzenöle .....	168
3. Die Bedeutung des Dieselbetriebes .....	169
4. Der HESSELMANN-Motor .....	170
P. Eigenschaften und Untersuchung der flüssigen Treibstoffe .....	173
1. Die Klopfbarkeit von Vergasertreibstoffen .....	173
a) Die Bedeutung der Klopfbarkeit .....	173
b) Der Klopfvorgang .....	174
c) Erklärung des Klopfvorganges .....	175
d) Einflüsse auf das Klopfverhalten .....	179
e) Messung der Klopfbarkeit .....	180
$\alpha$ ) Entwicklung 180. — $\beta$ ) Die Oktanzahl (C.F.R.-Motor) 181; Die verschiedenen Prüfverfahren zur Bestimmung der Oktanzahl 184; Der praktische Wert der Oktanzahl 185; Die Bestimmung der Oktanzahl in Deutschland. Der I.G.-Prüfmotor 187. — $\gamma$ ) Bestimmung der Oktanzahl aus physikalischen Daten 191.	
f) Die Oktanzahlen von einzelnen Kohlenwasserstoffen und die Klopfbarkeit von verschiedenen Treibstoffen .....	193
Das Isopentan 196.	
g) Herstellung besonders klopfester Benzine durch Hydrierung	196
i) Mindestanforderungen hinsichtlich der Klopfbarkeit .....	197
$\alpha$ ) In Deutschland 197. — $\beta$ ) In Frankreich 199.	
j) Verwendung besonders klopfester Treibstoffe in Amerika ...	199
2. Die Klopfbarkeit von Dieseltreibstoffen .....	199
a) Grundlegendes .....	199
b) Der Zündverzug .....	200
c) Messung des Zündverzuges. Die Cetan- bzw. Cetanzahl .....	201
$\alpha$ ) Entwicklung der Messung 203. — $\beta$ ) Die verschiedenen Meßverfahren 203. — $\gamma$ ) Der I.G.-Prüf-Dieselmotor 207. — $\delta$ ) Aufzeichnung des Zündverzuges 208. — $\epsilon$ ) Die Cetanzahlen der verschiedenen Dieseltreibstoffe 212.	
d) Bestimmung der Cetanzahl aus physikalischen Daten .....	212
3. Antiklopfmittel (Bleitetraäthyl) .....	216
a) Allgemeines .....	216



	Seite
b) Der Einfluß des Bleitetraäthyls auf die Klopffestigkeit der Kraftstoffe (Bleiempfindlichkeit).....	217
c) Die Verwendung von Bleitetraäthyl in den verschiedenen Ländern .....	218
d) Die Wirkung der Antiklopffmittel.....	220
e) Mittel zur Erhöhung der Zündwilligkeit von Dieselmkraftstoffen	221
f) Sonstige Zusatzmittel .....	222
4. Die Kältebeständigkeit .....	223
5. Der Säuregehalt .....	223
6. Der Harzgehalt („Gum“-Gehalt) .....	223
a) Allgemeines .....	223
b) Die „Inhibitoren“.....	224
7. Die Lagerungsbeständigkeit und Korrosion .....	226
a) Die Mischbarkeit von Dieselmkraftstoffen untereinander .....	228
b) Die Korrosion .....	229
Prüfung auf Korrosion 230.	
8. Wasserlöslichkeit bzw. Wasseraufnahmevermögen .....	231
9. Wichte (Dichte, spezifisches Gewicht).....	232
10. Färben von Benzin .....	235
11. Das Siedeverhalten von Treibstoffen.....	236
a) Allgemeines .....	236
b) Die „Siedekennziffer“ .....	237
c) Die Siedelinien verschiedener Kraftstoffe und ihrer Mischungen	238
d) Der Siedeverlauf und die Starteigenschaften der Kraftstoffe	241
e) Der Siedeverlauf und die Beschleunigungsfähigkeit der Kraftstoffe .....	243
f) Der „Siedeschwanz“ .....	243
g) Bestimmung des Siedeverhaltens .....	244
12. Dampfdruck, Dampfblasenbildung (vapour lock) .....	244
13. Normen, Lieferungsbedingungen und Bezeichnung der Treibstoffe	247

## II. Gasförmige Treibstoffe.

A. Flüssiggase .....	252
1. Propan und Butan .....	252
a) Allgemeines .....	252
b) Herstellung.....	254
$\alpha$ ) Aus den Erdgasen 255. — $\beta$ ) Aus den bei der Verarbeitung von schweren Ölen durch Kracken entstehenden Krackgasen 256. — $\gamma$ ) Aus den bei der Hydrierung von Kohle und der synthetischen Gewinnung von Benzin nach FISCHER und TROPSCH sich bildenden Gasen 256. — $\delta$ ) Aus den Gasen, welche bei der trockenen Destillation von Steinkohlen entstehen 258. — $\varepsilon$ ) Aus den Schwelgasen, welche bei der Schwelung von Stein- und Braunkohlen entstehen 258.	
c) Die Stabilisationsanlage .....	258
d) Gesonderte Gewinnung der im Flüssiggas enthaltenen Kohlenwasserstoffe .....	260
e) Eigenschaften des Flüssiggases .....	260
f) Die Verwendung von Flüssiggas als Treibstoff.....	261
$\alpha$ ) Staatliche Förderung der Verwendung von Flüssiggas in Deutschland 265. — $\beta$ ) Die Flüssiggase in Frankreich, Amerika und Italien 268.	

	Seite
g) Spezialmotoren für Betrieb mit Flüssiggas .....	269
2. Ruhrgasol .....	270
B. Dauergase .....	271
1. Motorenmethan .....	271
2. Erdgas (Naturgas) .....	275
a) Vorkommen .....	275
b) Verwendung als Treibstoff .....	279
c) Wechselmotoren .....	279
3. Klärgas (Faulgas, Schlammgas) .....	279
a) Allgemeines .....	279
b) Gewinnung und Verwendung .....	281
4. Leuchtgas (Stadtgas, Ferngas, Koksofengas) .....	283
a) Gewinnung und Verwendung .....	283
b) Die Hochdruckgasflaschen .....	284
c) Die Verwendung von Leuchtgas in den verschiedenen Ländern Gesetzliche Regelung der Verwendung in Deutschland und anderen Ländern 287.	286
d) Vollvergasung der Kohle .....	288
5. Wasserstoff .....	289
<b>III. Feste Treibstoffe, die vergast werden.</b>	
1. Holzgas .....	289
a) Allgemeines .....	289
b) Der Gaserzeuger .....	291
c) Eignung der verschiedenen Holzarten .....	292
d) Kühlung und Reinigung des Gases .....	292
e) Das Anlassen beim Generatorbetrieb .....	293
f) Einfluß des Wassergehaltes des Holzes auf die Zusammen- setzung des Gases .....	294
g) Leistungssteigerung durch Erhöhung der Verdichtung .....	295
h) Die Elastizität der Gaserzeuger .....	296
i) Bedienung und Betriebsführung .....	297
j) Der Leistungsabfall .....	298
k) Maßnahmen in einzelnen Staaten zur Förderung des Ver- brauches an Holz und anderen festen Treibstoffen .....	298
l) Die Wirtschaftlichkeit des Holzgasbetriebes .....	302
2. Holzkohlengas .....	303
a) Die Verkohlung des Holzes .....	303
b) Die Verwendung von Holzkohle als Treibstoff in verschie- denen Ländern .....	305
3. Anthrazit- und Koksgas .....	306
a) Anthrazit .....	306
b) Steinkohlenschwelkoks .....	307
c) Braunkohlenschwelkoks .....	308
d) Torfkoks .....	310
<b>IV. Feste Treibstoffe.</b>	
Kohlenstaub .....	310
Schlußwort .....	314
Schrifttumnachweis .....	320
Sachverzeichnis .....	327