

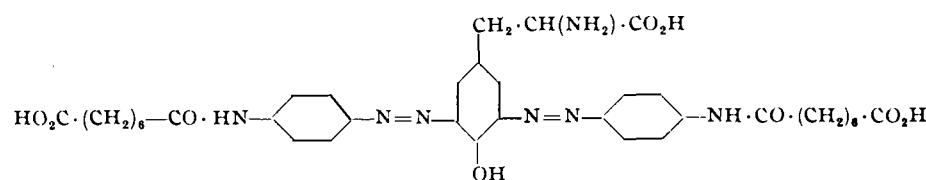
Spezifität dieser Erscheinung wird noch dadurch bewiesen, daß andere Farbstoffe von Normal- und Immunglobulin in gleichem Maß aufgenommen werden. Einen weiteren Beweis für die unmittelbare Bindung von Haptens an Antikörper haben *Haurowitz* und *Breinl* erbracht¹¹⁹. Selbst in vivo können derartige Haptene mit den entsprechenden Antikörpern reagieren (*E. Berger* und *H. Erlenmeyer*)¹²⁰. Nicht ausflockende Hapten-Antikörperverbindungen (aus niedrigmolekularen Haptenen) unterscheiden sich von den Antigen-Antikörperverbindungen im wesentlichen durch eine höhere Dissoziationskonstante und ein größeres Löslichkeitsprodukt. Hat das Hapten ein höheres Molekulargewicht, dann können beide Konstanten so weit abnehmen, daß eine Präzipitation eintritt. Dafür das folgende Beispiel¹²¹): Das Diazoniumsalz des

¹¹⁹ Hoppe-Seyler's Z. physiol. Chem. **214**, 111 [1933].

¹²⁰ Biochem. Z. **255**, 434 [1932].

¹²¹ K. Landsteiner u. J. van der Scheer, loc. cit. ²); vgl. auch E. Berger u. H. Erlenmeyer, Biochem. Z. **264**, 113 [1933].

p-Amino-korksäureanilids ist ein einfaches oder „Halb“-hapten. Durch Kuppelung an Tyrosin oder Resorcin entsteht ein Vollhapten, das ohne weiteres präzipitiert:



Dieses Beispiel zeigt den großen Einfluß der Molekulgröße auf den Verlauf serologischer Reaktionen ganz eindeutig.

Trotz all dieser Versuche bleibt die Frage nach dem Wesen der Bindung im Antigen-Antikörper-Komplex weiterhin offen¹²²). [A. 138.]

¹²² Daß es sich um eine einfache Verbindung von Säure und Base handelt, wie B. F. Chow u. W. F. Goebel (J. exp. Medicine **62**, 179 [1935]) für die Vereinigung von Polysaccharid und Antikörper vorschlagen, ist für andere Fälle nicht vorstellbar.

Über Zusammenhänge zwischen analytischen Daten und der Zündwilligkeit von Dieselkraftstoffen

Von Dr.-Ing. M. MARDER*)

Institut für Braunkohlen- und Mineralölforschung
an der Technischen Hochschule Berlin

Eingeg. 17. August 1936

Nach der Anschauung, die in vielen Arbeiten der Fachliteratur zum Ausdruck kommt, bestehen keine quantitativen Beziehungen zwischen den physikalischen und analytischen Daten und der Zündwilligkeit von Kraftstoffen im Dieselmotor, obwohl die Zündwilligkeit durch die chemische Zusammensetzung der Kraftstoffe gegeben ist. Im Gegensatz dazu wurden mit Hilfe physikalischer Konstanten bereits mehrere Laboratoriumsmethoden zur Bestimmung der Zündwilligkeit ausgearbeitet, die sich auch schon in der Praxis bewährt haben. Neben kombinierten Konstanten, z. B. dem Kennzündwert, dem Dieselindex und dem Parachor kann dabei auch die Dichte bei Berücksichtigung der Siedekennziffer der Kraftstoffe zur Zündwilligkeitsuntersuchung herangezogen werden. Zum Beweis der Brauchbarkeit der Dichte zur Zündwilligkeitsbestimmung ist in Abb. 1 die Dichte von zahlreichen Dieselkraftstoffen verschiedenster Herkunft gegen ihre im C.F.R.-Motor gemessene Cetenzahl unter Benutzung eines Umrechnungsfaktors für die Siedekennziffer aufgetragen. Es tritt eine hervorragende Abhängigkeit zutage, aus der ohne weiteres eine quantitative Cetenzahlbestimmung abgeleitet werden kann.

Nun steht aber die Dichte nicht nur zur Zündwilligkeit, sondern auch zu einer großen Zahl analytischer Daten in Beziehung. Solche Beziehungen wurden bereits in einer früheren Arbeit¹⁾ für Braunkohlenöle aufgestellt; sie bestehen jedoch auch für Mineralöle jeder anderen Herkunft, wie in einer kürzlich erschienenen Arbeit²⁾ gezeigt wurde. Der Verlauf der für Braunkohlenöle geltenden Beziehungen ist aus den Diagrammen in Abb. 2 und 3 ersichtlich, in denen der Kohlenstoff- und der Wasserstoffgehalt, das Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis und die Heizwerte von Braunkohlenölen verschiedener Herkunft

und Herstellungsweise gegen die Dichte aufgetragen sind. Diese Beziehungen sind ebenso wie bei Mineralölen anderer Herkunft so ausgeprägt, daß sie in ausgezeichneter Weise zu einer einfachen Bestimmung der genannten Daten direkt

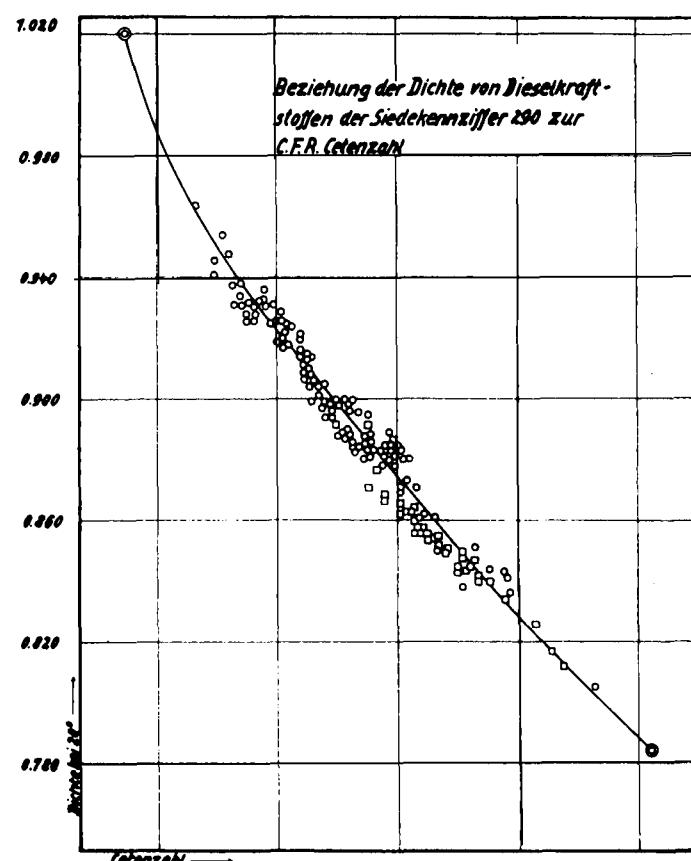


Abb. 1.

*) Unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. F. Sommer. Vorgetragen in der Fachgruppe für Brennstoff- u. Mineralölchemie auf der 49. Hauptversammlung des V. D. Ch. in München am. 9. Juli 1936.

¹⁾ M. Marder, Brennstoff-Chem. **17**, 181 [1936].

²⁾ M. Marder, Öl u. Kohle **12**, 1061 u. 1087 [1936].

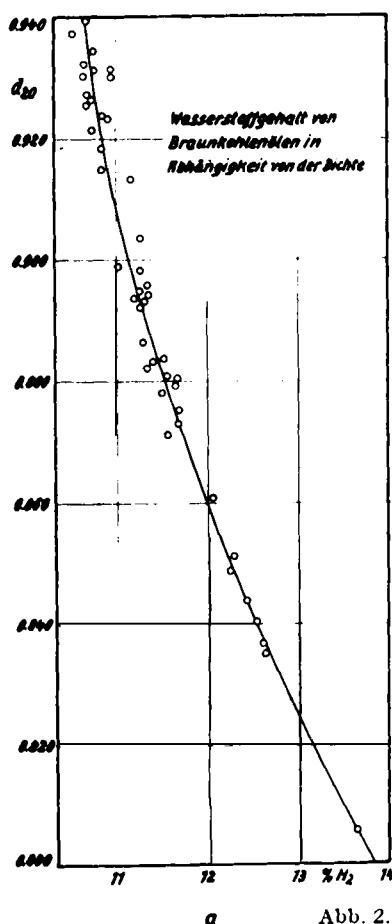


Abb. 2.

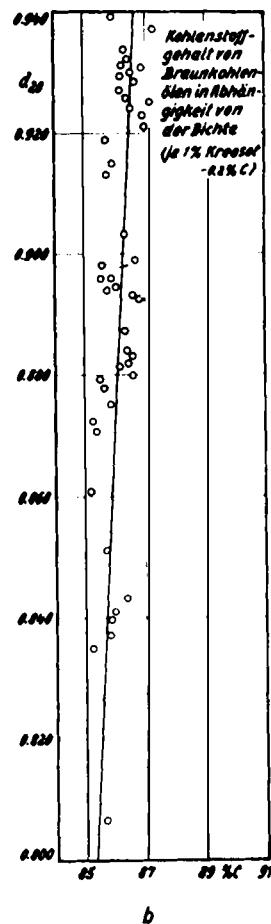


Abb. 3.

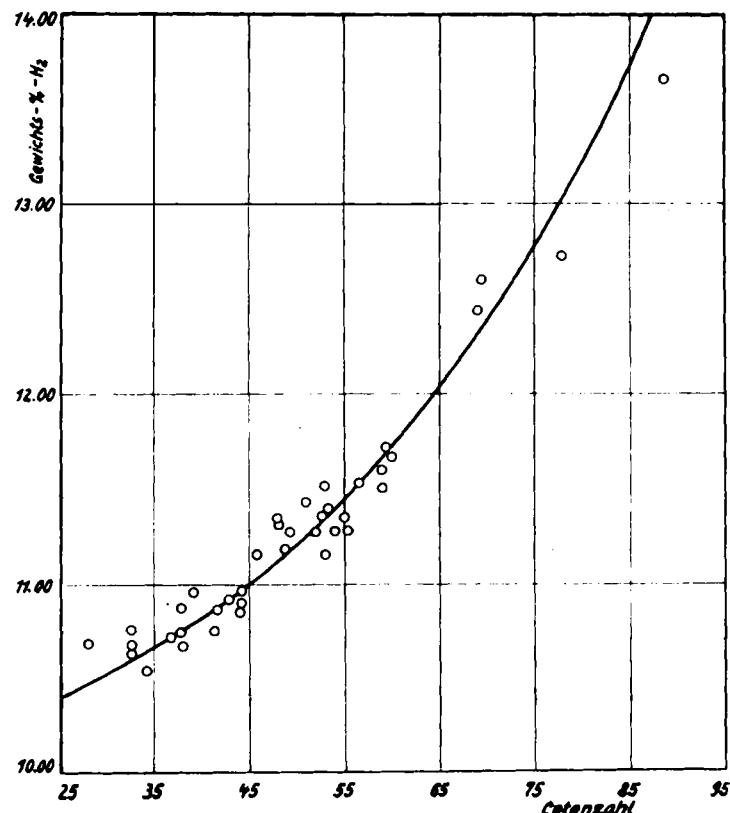


Abb. 4. Die Beziehung zwischen dem Wasserstoffgehalt und der Zündwilligkeit (Cetenzahl) von Braunkohlenölen derselben Siedekennziffer.

mit entsprechend geeichten Aräometern³⁾ herangezogen werden können.

Da nun die Dichte sowohl in Abhängigkeit von den analytischen Daten als auch von der Cetenzahl steht, ist zu folgern, daß auch die analytischen Daten zur Cetenzahl der Kraftstoffe in Beziehung stehen. Trägt man z. B. den Wasserstoffgehalt der Braunkohlenkraftstoffe gegen die allgemein als Maßstab der Zündwilligkeit von Diesekraftstoffen angesehene Cetenzahl auf, so erhält man tatsächlich eine brauchbare Abhängigkeit; allerdings muß man, was bisher nicht bekannt ist, die Siedekennziffer, d. h. die mittlere Molekulargröße der Kraftstoffinhaltsstoffe berücksichtigen; denn der Wasserstoffgehalt ist ebenso wie die Dichte nur bei Kraftstoffen gleicher mittlerer Molekulargröße ein Maß für die Zündneigung. Die Berücksichtigung der Molekulargröße der Kraftstoffinhaltsstoffe erfolgt am einfachsten dadurch, daß man die Siedekennziffer aller Kraftstoffe auf eine einheitliche Siedekennziffer, z. B. wie in Abb. 4 die Siedekennziffer 290, nach der folgenden Gleichung umrechnet:

$$CZ_{290} = CZ + 0.3 (290 - CZ)$$

dabei bedeutet CZ_{290} eine Rechengröße, die die Cetenzahl des untersuchten Kraftstoffes

³⁾ Aräometer zur Bestimmung analytischer, verbrunngstechnischer und motorischer Daten von Ölen sind im Handel.

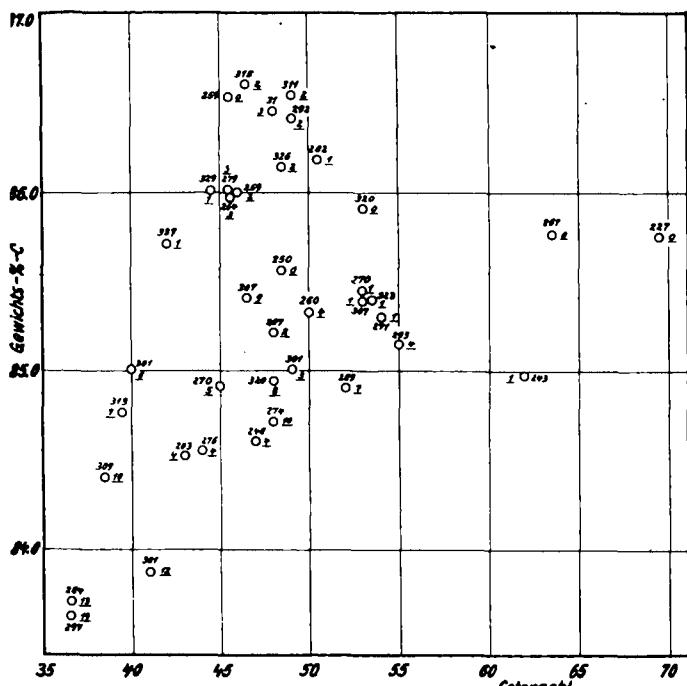


Abb. 5. Die Beziehung zwischen dem Kohlenstoffgehalt und der Zündwilligkeit (Cetenzahl) von Braunkohlenölen gleicher Siedekennziffer. An den einzelnen Punkten sind die Siedekennziffer und der Kreosotgehalt (unterstrichen) der Öle vermerkt.

darstellt, die er besitzen würde, wenn er die Siedekennziffer 290 hätte; CZ ist die im C. F. R.-Motor gemessene Cetenzahl und KZ die Siedekennziffer. Die Gleichung ergibt sich aus dem experimentellen Befund, daß die Cetenzahl bei gleicher Dichte oder gleichem Wasserstoffgehalt mit steigender Siedekennziffer um 0,3 je Kennziffereinheit zunimmt. Für die in der Tabelle aufgeführten Kraftstoffe wurden die Werte CZ₂₉₀ errechnet und im Diagramm Abb. 4 gegen die Dichten der Kraftstoffe aufgetragen. Es ist ersichtlich, daß die Cetenzahl für Kraftstoffe gleicher Siedekennziffer mit steigendem Wasserstoffgehalt fast proportional wächst. Die Streuungen um eine mittlere Kurve sind verhältnismäßig gering und liegen praktisch innerhalb der bei der Elementaranalyse zulässigen Fehler ($\pm 0,2\%$ Wasserstoff). Die Beziehung des Wasserstoffgehaltes zur Cetenzahl kann auch zur Cetenzahlbestimmung benutzt werden. Dazu verwendet man die bereits mitgeteilte, nach CZ aufgelöste Gleichung:

$$CZ = CZ_{290} - 0,3 (290 - KZ)$$

Der Wert CZ₂₉₀ wird aus dem Diagramm Abb. 4 mit Hilfe des Wasserstoffgehaltes abgelesen. Beträgt z. B. der Wasserstoffgehalt eines Kraftstoffes 12,05, seine Siedekennziffer 270, so errechnet sich die Cetenzahl

$$CZ = 65 - 0,3 (290 - 270) \\ = 59$$

Da der Kohlenstoffgehalt mit etwa 85 % den Hauptbestandteil der Dieselkraftstoffe ausmacht, ist zu erwarten, daß er in noch stärkerem Maße als der Wasserstoffgehalt das Zündverhalten der Kraftstoffe im Dieselmotor beeinflußt. Wie aus Abb. 5, in der Kohlenstoffgehalt und Cetenzahl zueinander in Beziehung gesetzt sind, hervorgeht, ist dies jedoch keineswegs der Fall. Denn auch bei Berücksichtigung der Siedekennziffer, die ebenso wie der Kreosotgehalt an den einzelnen Kraftstoffen in Abb. 5 vermerkt ist, treten immer noch beträchtliche Abweichungen bei mehreren Kraftstoffen auf. Diese Abweichungen sind jedoch aller Voraussicht nach auf die sehr ungenaue elementaranalytische Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes kreosothaltiger Teeröle zurückzuführen. Eine Bestimmung der

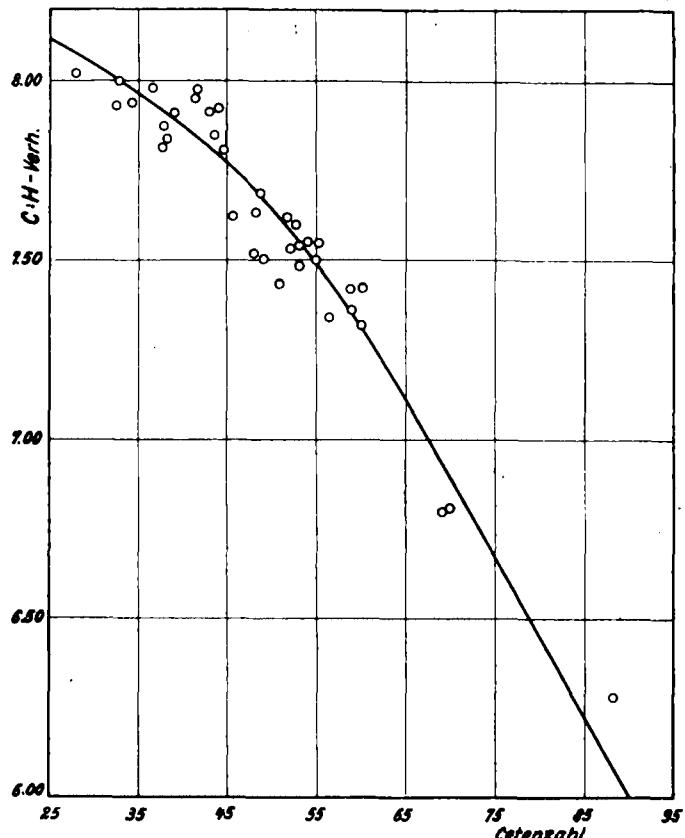


Abb. 6. Die Beziehung zwischen dem Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis und der Zündwilligkeit von Braunkohlenölen gleicher Siedekennziffer.

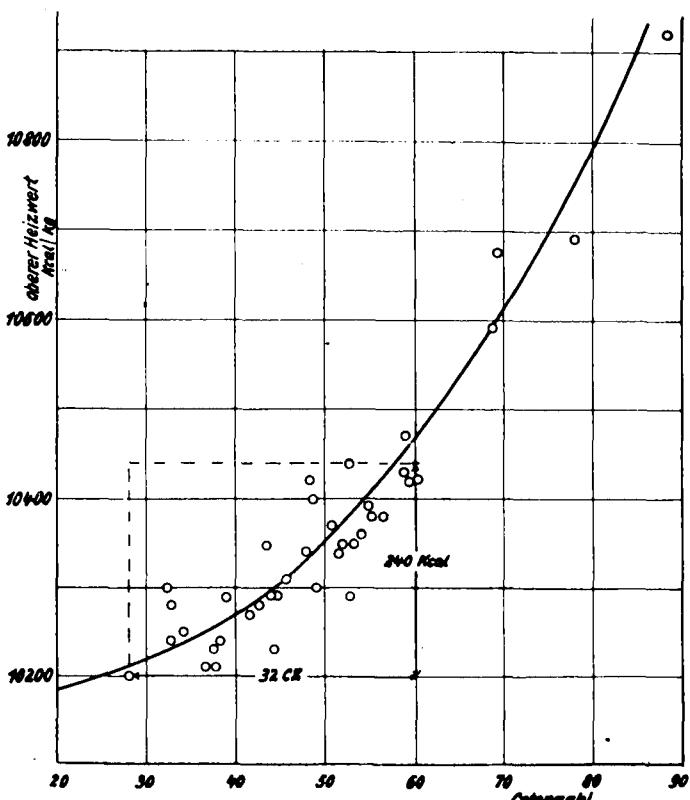


Abb. 7. Die Beziehung zwischen dem oberen Heizwert und der Cetenzahl von Braunkohlenölen gleicher Siedekennziffer.

Cetenzahl aus dem Kohlenstoffgehalt kommt aber auch deshalb nicht in Frage, weil der Kohlenstoffgehalt der Dieselkraftstoffe i. allg. nur in geringen Grenzen, etwa zwischen 84 und 87%, schwankt, während ihre Cetenzahl einen Bereich von 50 Einheiten umfaßt.

Je Cetenzahleinheit ändert sich mithin der C-Gehalt nur um etwa $\frac{1}{50} = 0,06\%$. Da die bei der Kohlenstoffbestimmung geforderte Genauigkeit etwa 0,3% beträgt, so ergibt sich, daß die sicherlich bestehende Kohlenstoff-Cetenzahl-Beziehung bereits durch die bei der Analyse zulässigen Fehler verdeckt wird.

Anders ist es mit dem Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis (s. Abb. 6); die bei der Auftragung des Kohlenstoffgehaltes gegen die Cetenzahl auftretenden Unstimmigkeiten haben auf die Abhängigkeit des C-H-Verhältnisses zur Cetenzahl praktisch keinen Einfluß, weil sich bei der Verwendung des Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnisses der bei der analytischen Bestimmung des Kohlenstoffs unvermeidliche Fehler nur mit etwa dem 10. Teil seines Betrages auswirken kann. Obwohl gerade das Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis nach dem Fachschrifttum zur Zündwilligkeit nicht in Beziehung stehen soll, ergibt sich, wie ersichtlich, eine brauchbare Abhängigkeit zwischen dem Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis und der Cetenzahl.

Zur Errechnung der Cetenzahl aus dem Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnis benutzt man wiederum die Gleichung:

$$CZ = CZ_{290} - 0,3 \quad (290 - KZ)$$

nur ist der Wert CZ_{290} in diesem Falle aus dem Diagramm in Abb. 6 zu entnehmen.

Da gezeigt werden konnte, daß die Elementarzusammensetzung der Dieselkraftstoffe in Beziehung zu ihrer Zündwilligkeit steht, ist auch eine Abhängigkeit zwischen dem Heizwert und der Zündwilligkeit der Kraftstoffe zu erwarten, denn die Verbrennungswärme eines Dieselkraftstoffes ergibt sich additiv aus den Verbrennungswärmeln seiner elementaren Bestandteile. So läßt sich der Heizwert eines Kraftstoffes z. B. nach der Verbandsformel aus seinem Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Schwefel-, Stickstoff- und Sauerstoffgehalt angenähert errechnen. Darüber hinaus bringt der Heizwert noch die verschiedenartige Bindung der C-Atome innerhalb der Moleküle zum Ausdruck. Offenbar aber ist der Heizwert nur bei Kraftstoffen gleicher Siedekennziffer ein Ausdruck für die chemische Zusammensetzung und damit auch für das Zündverhalten im Motor, denn praktisch tritt eine Beziehung zwischen den Heizwerten und den Cetenzahlen nur dann in Erscheinung, wenn man, wie bei der Beziehung des Wasserstoffgehaltes und des Kohlenstoff-Wasserstoff-Verhältnisses zur Cetenzahl, einen Korrekturfaktor für die Siedekennziffer einsetzt (Abb. 7). Berücksichtigt man aber die Siedekennziffer, so kommt auch hier eine deutliche Beziehung zum Ausdruck. Die theoretisch erwartete Beziehung zwischen Heizwert und Cetenzahl ist also offensichtlich vorhanden. Es ist jedoch zu bemerken, daß sich die Heizwerte der Kraftstoffe i. allg. nur wenig voneinander unterscheiden. Die Heizwerte von 30 Kraftstoffen, deren Cetenzahlen zwischen 28 und 60 liegen, schwanken z. B. innerhalb des Bereiches

Nr.	Art der Kraftstoffe*)	Dichte bei 20°	Kreosot-gehalt Vol.-%	Siedekennziffer KZ	Cetenzahl, umgerechnet auf mittl. KZ 290		Elementaranalyse			Verhältnis Kohlenstoff zu Wasserstoff
					Cetenzahl, bestimmt im C.R.F.-Motor	Cetenzahl auf mittl. KZ 290	Kohlenstoff Gew.-%	Wasserstoff Gew.-%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	rohes Teerdestillat	0,899	10	274	48,0	52,8	84,71	11,15	7,60	
2	rohes Teerdestillat	0,931	12	301	41,0	37,7	83,86	10,74	7,81	
3	rohes Teerdestillat	0,925	9	307	46,5	41,4	85,41	10,75	7,95	
4	rohes Teerdestillat	0,903	7	289	52,0	52,0	84,90	11,27	7,53	
5	rohes Teerdestillat	0,886	5	270	45,0	51,0	84,91	11,43	7,43	
6	rohes Teerdestillat	0,926	6	301	40,0	36,7	85,08	10,72	7,94	
7		0,921	3	311	48,0	41,7	86,45	10,85	7,97	
8		0,895	4	293	55,0	54,1	85,15	11,28	7,55	
9		0,881	4	260	50,0	59,0	85,33	11,60	7,36	
10		0,940	1	337	42,0	28,0	85,72	10,69	8,02	
11	Hydrieröl	0,835	1	243	62,0	78,0	84,98	12,71	6,68	
12	Hydrieröl	0,841	4	203	43,0	69,0	84,52	12,43	6,80	
13		0,915	0	320	53,0	44,0	85,91	10,85	7,92	
14	durch Behandlung mit selektiv. Lösungsmitteln gewonnen	0,806	0	227	69,5	88,5	85,76	13,65	6,28	
15		0,837	0	267	63,5	69,4	85,78	12,60	6,81	
16		0,871	4	248	47,0	56,6	84,60	11,53	7,34	
17		0,893	3	279	45,5	48,8	86,09	11,19	7,69	
18		0,898	4	276	44,0	49,1	84,55	11,28	7,50	
19		0,883	3	264	45,5	53,3	85,98	11,40	7,54	
20		0,882	0	259	45,5	51,8	86,54	11,35	7,62	
21		0,878	1	270	53,0	59,0	85,45	11,51	7,42	
22		0,919	1	323	53,5	43,6	85,40	10,87	7,85	
23		0,934	1	329	44,5	32,8	86,09	10,76	8,00	
24	rohes Teerdestillat	0,937	7	313	39,5	32,6	84,76	10,68	7,93	
25		0,884	1	282	50,5	52,9	86,18	11,52	7,48	
26		0,896	1	307	53,0	47,9	85,40	11,36	7,52	
27	rohes Teerdestillat	0,937	19	297	36,5	34,4	83,62	10,53	7,94	
28	rohes Teerdestillat	0,930	10	309	38,5	32,8	84,40	10,64	7,93	
29		0,893	2	292	49,0	48,4	86,41	11,32	7,63	
30	rohes Teerdestillat	0,924	8	320	48,0	44,7	84,94	10,88	7,81	
31		0,913	3	301	49,0	45,7	85,02	11,66	7,62	
32		0,894	2	267	48,0	54,9	85,22	11,36	7,50	
33	rohes Teerdestillat	0,932	13	284	36,5	38,3	83,70	10,67	7,84	
34		0,880	0	250	48,5	60,5	86,57	11,67	7,42	
35		0,930	2	326	48,5	37,7	86,14	10,95	7,87	
36		0,879	1	271	54,0	59,7	85,30	11,65	7,32	
37		0,931	2	315	46,5	39,0	86,60	10,95	7,91	
38		0,923	2	311	49,0	42,7	86,55	10,91	7,93	
39		0,887	2	259	46,0	55,3	86,09	11,28	7,55	

*) Bei den nicht näher bezeichneten Kraftstoffen handelt es sich um handelsübliche Braunkohlen-Dieselkraftstoffe.

**) Die Umrechnung erfolgt nach der Gleichung: $CZ_{290} = CZ + (290 - KZ) \cdot 0,3$; darin ist CZ die motorisch ermittelte Cetenzahl, KZ die dem Kraftstoff zukommende Siedekennziffer, der Wert 0,3 ein Umrechnungsfaktor.

von 10200 bis 10440, das bedeutet je Cetenzahleinheit einen Unterschied von 8 kcal/kg (vgl. Abb. 7). Bedenkt man, daß für die Heizwertbestimmung in der Bombe der allgemein zulässige Fehler ± 30 kcal/kg beträgt, so wird es verständlich, daß die an sich vorhandene Beziehung zwischen dem Heizwert und der Cetenzahl nur qualitativ wiedergegeben werden kann. Die calorimetrische Heizwertbestimmung ist somit wesentlich zu ungenau, um zur Ermittlung der Zündwilligkeit herangezogen werden zu können.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß entgegen der bestehenden Meinung zwischen der Elementarzusammensetzung und dem Heizwert einerseits und der Zündneigung von Dieselkraftstoffen bestimmter Herkunft andererseits Beziehungen bestehen, die zum Teil so ausgeprägt sind, daß sie zur praktischen Cetenzahlbestimmung herangezogen werden können. Z. B. kann man aus der Kenntnis des Wasserstoffgehaltes oder des C-H-Verhältnisses und der Siedekennziffer eines Kraftstoffes seine Cetenzahl unmittelbar aus den aufgestellten Abhängigkeiten entnehmen. Die übrigen analytischen Daten sind nur deshalb für die CZ-Bestimmung unbrauchbar, weil der Gesamtbereich, in dem die Konstanten schwanken, gegenüber dem zulässigen mittleren Fehler bei der Analyse zu klein ist.

Beachtet man, daß nicht nur Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt, Heizwerte und Dichte, sondern auch Anilin-

punkt, Viscosität, Zündwerte, Parachor und Siedekennziffer zur Zündneigung in Beziehung stehen, so kann man den Schluß ziehen, daß der größte Teil der physikalischen, analytischen und motorischen Daten von Kraftstoffen voneinander abhängt und demnach auch auseinander abgeleitet werden kann.

Für die praktische Bestimmung der Cetenzahl ist jedoch allgemein zu sagen, daß diejenige Prüfweise zu bevorzugen ist, die in möglichst einfacher Arbeitsmethode die beste Übereinstimmung mit der auf dem Prüfstand gemessenen Cetenzahl ergibt. In diesem Sinne erweist sich zweifellos die Dichtemethode allen anderen Prüfweisen wesentlich überlegen, denn die Dichte läßt sich nicht nur in einfachster Weise mit einem Aräometer bestimmen, sondern steht auch zur Cetenzahl von Dieselkraftstoffen in ausgezeichneter Beziehung⁴⁾ (vgl. Abb. 1). Den besten Beweis ihrer Richtigkeit und Brauchbarkeit hat die Dichte-Cetenzahl-Beziehung dadurch erbracht, daß es mit ihrer Hilfe möglich war, neue Wege zur Herstellung zündwilliger Dieselkraftstoffe aus Erdölen und Teeren aufzuzeigen⁵⁾.

[A. 4.]

⁴⁾ Vgl. in diesem Zusammenhange: R. Heinze u. H. Hopf, Brennstoff-Chem. 17, 442 [1936].

⁵⁾ R. Heinze u. M. Märder, ebenda 17, 326 [1936]. R. Heinze und M. Märder, diese Ztschr. 49, 567 [1936]. M. Märder, Automobiltechn. Z. 89, 516 [1936].

VEREIN DEUTSCHER CHEMIKER / AUS DEN BEZIRKSVEREINEN

Dr. HANS WOLF †

Am 21. Januar 1937 ist unerwartet und plötzlich im Alter von 55 Jahren Pg. Dr. Hans Wolf, Chemiker der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Werk Ludwigshafen-Oppau, Mitglied des Kleinen Rates des Vereins Deutscher Chemiker, des Beirates des Bundes Deutscher Chemiker und früherer Vorsitzender unseres Bezirksvereins, gestorben.

Hans Curt Wolf wurde am 25. März 1881 als Sohn des Webereidirektors B. Wolf in Meerane i. Sa. geboren. Nach Besuch der Schule in Augsburg und des Realgymnasiums in Reichenbach i. Schl. begann er Ostern 1899 mit dem Studium der Chemie an der Universität Breslau.

Es ist bezeichnend für die hohe Begabung, die Vielseitigkeit und die Tatkraft des Verstorbenen, daß er nicht nur sein Studium unter Prof. L. Abegg mit Auszeichnung, 21jährig, bereits nach 6 Semestern abschließen konnte, sondern daß er während dieser 6 Semester auch noch Zeit fand, 3 Monate als Praktikant in der Schwefelsäure- und Ultramarinfabrik der Chemischen Fabrik Silesia, Saarau i. Schl., und 2 Monate als Analytiker in der agrikulturchemischen Versuchsstation Breslau tätig zu sein.

Kurz nach seiner Promotion trat er dann, 21jährig, in die Dienste der Badischen Anilin- u. Soda-fabrik. Knietsch trug

dem Wunsche des jungen Physikochemikers Rechnung und beauftragte ihn mit der Untersuchung der Verfahren und Vorgänge bei der Schwefelsäureherstellung. Die damals und später von Slama und Wolf durchgeführten Arbeiten machten es möglich, den Platinkontakt durch den heute noch gebräuchlichen Vanadinkontakt zu ersetzen.

In diese Zeit fällt das Aufblühen katalytischer Verfahren in der Technik, und Hans Wolf war es vergönnt, als Mitarbeiter von Bosch und Mittasch maßgebende und bleibende Erfolge bei der Auffindung der Katalysatoren und Aktivatoren für die Ammoniakherstellung aus Stickstoff und Wasserstoff zu erzielen. Auch bei der technischen Lösung der Ammoniakverbrennung hat er grundlegende Vorarbeit geleistet.

In den letzten $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnten seines Schaffens bearbeitete er zunächst im Leunawerk, dann im Werk Oppau in erster Linie Fragen aus dem Rostschutz- und Anstrichgebiet sowie aus dem Gebiet der Baustoffe. Die Erfolge dieser Arbeiten haben ihn weit über die

Grenzen der I. G. Farbenindustrie hinaus bekannt gemacht.

Der Beruf allein konnte trotz all dieser Erfolge die Schaffenskraft und Lebensenergie Hans Wolfs nicht voll

