

niker verlangt als Assistenten oder Saatzuchtleiter. Die Vereinigung der gegenseitigen Bauernhilfe hat durch die Übernahme des Obstbaues an den Landstraßen und in öffentlichen Betrieben großen Bedarf an erstklassigen Fachkräften. In den Verwaltungen werden stets fortschrittliche, verantwortungsvolle Gartenbautechniker gesucht. Auch dem Gartengestalter bietet sich ein reiches Betätigungsfeld, nicht zu vergessen der Techniker, der sich dem wissenschaftlichen Versuchswesen zuwendet. Auch er steht in unseren Instituten und Versuchsanstalten vor großen Aufgaben. Unsere Berufsschulen brauchen vorzügliche Lehrer und in der Praxis werden tüchtige, nach allen Richtungen hin ausgebildete Fachkräfte vor die Aufgabe gestellt, neue Wege zu beschreiten und durch Anwendung neuartiger Methoden, basierend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen *Miltschurins* und *Lyssenhos*, größere Erfolge zu erzielen als bisher.

#### Was sagt der Name „Gartenbautechniker“?

Ein dem Gärtnerberuf Fernstehender wird in den meisten Fällen der Meinung sein, daß es sich nur um einen Techniker handelt, der sich auf dem Gebiet der „Technik im Gartenbau“, das heißt mit Maschinen, Geräten, Gewächshäusern usw., beschäftigt. Das ist nicht allein seine Aufgabe, sondern es handelt sich vielmehr um die Beherrschung der angewandten Technik der gärtnerischen Kulturen, um die Kulturtechnik. Hierzu gehören außer den Kenntnissen der einzelnen Kulturarten das Gebiet

der Boden- und Schädlingskunde, Düngerlehre, Systematik, Pflanzenphysiologie, Züchtungslehre, Botanik, Physik usw. Damit eng verbunden ist das Gebiet der Technik im Gartenbau. Um aber das Gebiet Technik noch stärker zu beherrschen, ist das Versuchs- und Forschungsinstitut für Technik im Gartenbau in Quedlinburg geschaffen, das jeder von den einzelnen Fachschulen abgehende Gartenbautechniker in einem 14tägigen Lehrgang besuchen muß. Seine reichliche, moderne Ausstattung und erfahrene Fachkräfte versetzen das Institut in die Lage, das Gebiet des gesamten Gartenbaues in technischer Hinsicht eingehend zu behandeln und es jedem verständlich zu machen; sämtliche Einrichtungen werden auch praktisch vorgeführt. Verursachte früher der Besuch der Lehrgänge finanzielle Kosten, ist heute für die Besucher der Fachschulen, dank dem Entgegenkommen unserer Regierung, der Besuch des Institutes ebenfalls kostenlos.

Zu erwähnen ist noch, daß ein gutes Abschlußexamen einer Fachschule dem jungen Gartenbautechniker die Berechtigung gibt, sich an einer Hochschule immatrikulieren zu lassen. Wünschenswert und erforderlich ist es, daß junge Berufskollegen nicht nur die Diplomgärtnerlaufbahn einschlagen, sondern sich auch für das technische Studium entscheiden, weil der Mangel an guten Ingenieuren speziell für den Gartenbau sich jetzt schon bei der Entwicklung von Aggregaten für diesen Spezialzweig der Landwirtschaft störend auswirkt.

A 537

## Dieselmkraftstoff – das Problem unserer Tage

Von H. LUTHER, Kleinmachnow

DK. 631:629.1-442:552.558

Es ist eine nicht hinwegzuleugnende Tatsache, daß die in den Traktorenwerken unserer Deutschen Demokratischen Republik gefertigten Schlepper eine immer wieder auftretende Störung aufweisen, und zwar äußert sich diese in dem ungewöhnlich hohen Verschleiß der Kraftstoff-Einspritzpumpen und der Einspritzdüsen.

Es ist den unentwegten Bemühungen unserer Fachleute bis heute noch nicht gelungen, die Störanfälligkeit dieser Aggregate auf einen erträglichen Stand herabzudrücken; in dem Maße, wie sich die Zahl der allmonatlich neu in Dienst gestellten Schlepper erhöht, vergrößert sich der Reparaturanfall von Pumpen und Düsen in einer Weise, die es den zur Verfügung stehenden Reparaturwerkstätten sowie den Erzeugerstellen für die betreffenden Ersatzteile nicht immer möglich macht, den an sie gestellten Anforderungen nachzukommen.

Wer mit offenen Augen und geschultem fachlichen Wissen sowohl die Brennpunkte der technischen Fertigung als auch die Einsatzstätten unserer Schlepper durchstreift, wird zu der Erkenntnis gelangen, daß wir durchaus in der Lage sind, unter Verwendung hochqualifizierten Materials erstklassige Werkmannsarbeit zu verrichten. Die Produkte des Arbeitsfleißes der werktätigen Bevölkerung der Deutschen Demokratischen Republik, geboren aus dem schöpferischen Geist unserer Konstrukteure und Techniker, reihen sich in jeder Beziehung ebenbürtig in die gleichartigen Erzeugnisse der kontinentalen und überseeischen Produzenten ein, und zur Behandlung und Bedienung dieser Produkte in den Verbraucherstellen stehen nicht nur die alten erfahrenen Kräfte, sondern auch ständig wachsende Scharen unserer aus einer gediegenen Schulung hervorgehenden jungen Nachwuchskräfte zur Verfügung.

Deshalb muß man die Störungsursachen an einer anderen Stelle suchen, und wir glauben nicht fehlzugehen, wenn wir an dieser Stelle aussprechen, daß der Kraftstoff, d. h. also die Qualität und Beschaffenheit des in den Fahrzeugen verwendeten Dieselmkraftstoffes, die Wurzel des Übels darstellt.

Hier könnte eingewendet werden, daß der Dieselmkraftstoff als synthetisches Produkt aus der trockenen Destillation ein chemisch reines Erzeugnis darstellt, dem Beimengungen, die letzten Endes die eigentlichen Störenfriede für Pumpen und Düsen bilden, nicht anhaften dürften.

Das mag wohl in der Theorie zutreffen, aber die Praxis in unseren Tagen sieht doch etwas anders aus. Wenn wir diese Behauptung argumentieren wollen, müssen wir uns zunächst einmal fragen: wie und in welcher Form wird heutzutage der Kraftstoff, der uns in der Deutschen Demokratischen Republik zur Verfügung steht, hergestellt?

Die flüssigen Kraftstoffe bestehen aus Kohlenwasserstoffen, also aus Rohstoffen, die Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten. Sie sind daher praktisch aus allen organischen Substanzen herstellbar.

Man benützt als kohlenstoffhaltige Ausgangsstoffe hauptsächlich Erdöl, Kohle, Teere und pflanzliche Stoffe.

Am einfachsten ist die Erzeugung aus denjenigen Rohstoffen, in denen die Kraftstoffe von Natur aus fertig enthalten sind und nur abgetrennt werden müssen.

Diese Abtrennung geschieht bei Teeren und Rohöl durch Erhitzen unter Luftabschluß und anschließender Kondensation, wobei die verdampften Anteile durch Abkühlen folgeweise nach Siedebereichen gesammelt („fraktioniert“) werden. Diese Verarbeitung bezeichnet man als fraktionierte Destillation.

Um die Ausbeute an Kraftstoffen zu steigern, zerlegt man Erdölrückstände unter Druck und Hitze, gegebenenfalls unter Anwendung sogenannter „Katalysatoren“. Ein Katalysator ist ein Stoff, der den Ablauf einer chemischen Reaktion beschleunigt oder in bestimmte Richtung lenkt, ohne sich selbst zu verändern. Nur die Oberfläche ist am Vorgang beteiligt, deshalb ist die Wirkung um so größer, je feiner der Stoff zerteilt ist.

Bei der vorerwähnten Zerlegung der Erdölrückstände werden große Moleküle aufgespalten und dabei in kleinere, wasserstoffreichere umgewandelt. Bei diesem Spalt- oder „Krack“-Verfahren fallen als Nebenprodukte Gas und Koks an.

Wird Stein- oder Braunkohle unter Luftabschluß mit Wasserzusatz erhitzt, so wird dabei der im Wasser enthaltene Wasserstoff so umgelagert, daß wasserstoffreichere Gase und Teere und wasserstoffarmer Koks entstehen. Man bezeichnet dieses Verfahren, das in Kokereien und Gaswerken zur Anwendung kommt, als „Verkokung“ oder „Schwelung“.

Ein weiteres Verfahren stellt die „Hydrierung“ dar. Zu Brei gelöste Stein- oder Braunkohle jeder Art, Teer, Erdöl oder Erdölrückstände werden unter hohem Druck und hoher Tem-

peratur unter gleichzeitiger Anlagerung von getrennt hergestelltem Wasserstoff an die einzelnen Moleküle zu Kohlenwasserstoffen verschiedenster Art (Benzin und Dieselkraftstoffe) umgesetzt. Die Anwendung von Katalysatoren ist hierbei erforderlich. Die so gewonnenen Kraftstoffe erfahren eine Raffination, wobei chemische Elemente, wie Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel, die im Endprodukt nicht enthalten sein dürfen, abgespalten werden. Zumeist ist nach der Raffination eine zweite Destillation, die sogenannte Redestillation, erforderlich, um gelöste Harze und Asphalte zu entfernen und den Siedebereich des Kraftstoffes richtig einzustellen. Als Nebenerzeugnisse fallen Flüssiggase (meist Gemische aus Propan und Butan) an. Flüssiggase werden bei etwa 6 bis 20 atü flüssig und in dieser Form in Stahlflaschen am Fahrzeug mitgeführt. Die Leistung der Flüssiggase ist unter gleichen Bedingungen etwa gleich groß wie bei Benzin.

Sämtliche Verfahren, nach denen durch chemische Vorgänge die ausschließliche und möglichst vollständige Überführung der Kohle in flüssige und gasförmige Kraftstoffe angestrebt wird, sind als Hydrierungen anzusprechen, da sie den Ausgangsstoff mit Wasserstoff anreichern.

Bei der Synthese nach *Fischer-Tropsch* werden die Ausgangsstoffe zu Wassergas (Wasserstoff und Kohlenoxyd) vergast. Aus diesem Gas werden Kohlenwasserstoffe verschiedenster Art (Benzin und Dieselkraftstoff) bei niedrigem Druck und mäßiger Temperatur unter Anwendung von Katalysatoren aufgebaut. Als Ausgangsstoff können alle Stoffe verwendet werden, die sich zur Vergasung eignen, hauptsächlich also Kohle und Koks. Als Nebenerzeugnisse fallen Flüssiggase und Paraffin an.

Wenn man gasförmige, ungesättigte Kraftstoffe, die in Spalt-, Hydrier- oder Synthese-Anlagen zwangsläufig anfallen, hohen Drücken und sehr hohen Temperaturen, teilweise auch bei Verwendung von Katalysatoren, aussetzt, werden dabei kleinere Moleküle zu größeren aneinandergekettet. Man bezeichnet dieses Verfahren als „Polymerisation“. Es entstehen Benzine und ähnliche Kohlenwasserstoffe mit hoher Klopfestigkeit.

Ein Verfahren, das weniger häufig angewendet wird, stellt die „Extraktion“ dar. Hierbei wird gemahlene Steinkohle entweder mit Tetralin und sauren Ölen oder mit verdichtetem Wasserstoff bei sehr hohem Druck und hoher Temperatur aufgelöst (extrahiert). Der Extrakt ist wasserstoffreicher als der Ausgangsstoff. Löst man ihn in Steinkohlenteeröl auf, kann man ihn unmittelbar als Dieselkraftstoff verwenden. Man kann ihn jedoch auch hydrieren und auf diese Weise dann ein sehr klopfestes Benzin erhalten.

Außer den bisher behandelten kohlenstoffhaltigen Ausgangsstoffen lassen sich auch pflanzliche Stoffe zu flüssigen Kraftstoffen verarbeiten. Die Umwandlung geschieht durch Gären. Hier sei nur ein Beispiel angeführt, und zwar die Gewinnung von Äthanol. Äthanol oder Kraftsprit ist technisch reiner Äthylalkohol, der höchstens 0,4% Wasser enthält. Kartoffeln oder Zellstoffablaugen werden vergoren. Der Gärungsprozeß wird durch Impfung mit Hefepilzen eingeleitet. Bei Kartoffeln wird

die in diesen enthaltene Stärke durch das Gären mit Hilfe der Diastase in Zucker umgewandelt. Die Zellstoffablaugen enthalten bereits Zucker. Die Hefe zerlegt nun den Zucker in Alkohol und Kohlensäure. Mittels einfacher Destillation wird der reine Methylalkohol aus dem Gärbrei gewonnen. Zur Erzeugung von 1 Liter Äthanol werden etwa 8,5 kg Kartoffeln und 1,8 kg Kohle benötigt. Als Nebenerzeugnis fallen dabei etwa 11 kg Schlempe als Futtermittel an.

Wir haben also gesehen, daß durch Schwelung, Hydrierung und Benzinsynthese praktisch jede Kohlenart für die Kraftstoffherzeugung herangezogen werden kann. Holz und Torf eignen sich zwar auch zur Herstellung von flüssigen Kraftstoffen mittels Verkokung, doch wird diese Herstellungstechnik nur sehr wenig angewendet. In der Praxis wird bei den Ausgangsstoffen Holz und Torf vielmehr durch unmittelbare Verbrennung in sogenannten Generatoren oder Gaserzeugern die zum Betrieb von Verbrennungsmotoren erforderliche chemische Energie in gasförmigem Zustande gewonnen.

Neuerdings versucht man auch, feste, staubförmige Kraftstoffe (Kohlenstaub) in stationären Dieselmotoren unmittelbar zu verbrennen.

Die Verbrennung der Kraftstoffe im Motor ist eine Oxydation, d. h. eine Vereinigung der chemischen Elemente, aus denen der Kraftstoff besteht, mit dem Sauerstoff der Luft. Der Kohlenstoff verbrennt mit Sauerstoff zu Kohlensäure, der Wasserstoff zu Wasser. Bei dieser in einem Verbrennungszyklus erfolgenden Oxydation wird also chemische Energie unmittelbar in mechanische Kraft und Arbeit umgewandelt.

Je leichter und rascher das Kraftstoff-Luftgemisch entzündbar ist und je schneller und schlackenfreier es verbrennt, einen um so höheren Wirkungsgrad und eine längere Lebensdauer wird der Motor besitzen. Verdampfungs-, Zünd-, Brenngeschwindigkeit und klopfreier Verbrennungsablauf sind für die motorische Verbrennung ausschlaggebend und kennzeichnen die Besonderheiten der *Kraftstoffe* gegenüber den *Brennstoffen*; Gewicht, Flüssigkeitsgrad, Verdampfungswärme, Heizwert usw. sind für den Verbrennungsverlauf weniger von Bedeutung. Die bei der Verbrennung im Motor freiwerdenden Wärmemengen erhitzen naturgemäß die Umgebung des Verbrennungsraumes derart, daß trotz aller Maßnahmen zur Wärmeableitung (Kühlwasser, Kühlrippen usw.) eine Verdampfung des jeweils neu hinzukommenden Kraftstoffes vor Eintritt der eigentlichen Zündung bzw. Verpuffung eintritt. Verdampfender Kraftstoff kühlt nun das Kraftstoff-Luftgemisch ab. Man spricht hierbei von einer sogenannten „Innenkühlung“ des Motors. Die Abkühlung des entstehenden Kraftstoff-Luftgemisches beträgt ohne Wärmeableitung bei Benzin etwa 15 bis 20%, bei Benzol 26% und bei Äthanol 80%. Hohe Verdampfungswärme ist bei Dieselkraftstoff unwesentlich; sie ist bei Otto-Kraftstoffen im allgemeinen nachteilig, weil der Vergaser vereist und weil sich vernebelter Kraftstoff im Saugrohr oder im Zylinder wieder niederschlägt und das Schmieröl verdünnt. In Tafel 1 ist eine Reihe von Kraftstoffen und Gasen mit jeweils der spezifischen Verdampfungswärme angeführt.

Bei Kraftstoffen, in deren Verbrennungserzeugnissen Wasser auftritt, hat man zwei Grenzfälle zu unterscheiden: den für technische Vorgänge allein wichtigen unteren Heizwert *Hu* (Verbrennungswasser gasförmig) und den oberen Heizwert *Ho* (Verbrennungswasser flüssig). Der Heizwert spielt für die Beurteilung des Energieinhaltes des Kraftstoffes eine entscheidende Rolle. Der obere Heizwert *Ho* ist um die Verdampfungswärme des bei der Verbrennung freiwerdenden Wasserdampfes höher als der untere Heizwert. Beträgt die Verdampfungswärme bei 0° 597 kcal/kg und bei 20° 585 kcal/kg, so ist also bei 20°

$$H_o = H_u + 5,85 \cdot x = H_u + 52,3 \cdot y,$$

wobei *x* das Verbrennungswasser, *y* der Wasserstoffgehalt in Gewichtsprozenten des Kraftstoffes ist. Der Verbrennungsvorgang im Motor, bei dem die heißen Abgase das Wasser in Dampfform enthalten und nicht genutzt werden, zeigt, daß für die Leistung des Kraftstoffes im Motor nur der untere Heizwert benutzt werden darf. Tafel 2 enthält für die wichtigsten flüssigen Kraftstoffe, Gase und festen Brennstoffe die maßgebenden unteren Heizwerte.

Tafel 1

Stoff	Verdampfungswärme <sup>1)</sup> kcal/kg <sup>2)</sup>
Kohlenoxyd.....	51
Erdöl, roh .....	53—84
Leichtbenzin .....	80—90
Äther .....	90
Butan .....	92
Benzol, rein .....	94
Propan .....	102
Wasserstoff .....	110
Azeton .....	125
Dieselmkraftstoff .....	130—190
Äthanol .....	225
Methanol .....	262

<sup>1)</sup> Verdampfungswärme einer Flüssigkeit ist die Wärmemenge, die notwendig ist, um 1 kg der Flüssigkeit bei unveränderlichem äußerem Druck in Dampf von gleicher Temperatur zu verwandeln.

<sup>2)</sup> 1 kcal = 1000 cal = Wärmemenge, die nötig ist, um bei 760 Torr 1 kg Wasser von 14,5° auf 15,5° zu erwärmen.

Tafel 2

Stoff	Unterer Heizwert	
	kcal/kg	kcal/l
Methanol .....	4 700	3 760
Äthanol .....	6 500	5 140
Steinkohlenteeröl .....	8 900	8 900
Heizöl .....	9 150	10 000
Benzol, rein .....	9 600	8 440
Petroleum .....	9 750	8 000
Braunkohlenteeröl .....	9 800	8 580
Diesekraftstoff .....	10 200	8 770
Benzin .....	10 300	7 650
Generatorgas .....	1100—1300	
Kohlenoxyd .....	2 400	
Wassergas .....	3 600	
Klärgas (Faulgas) .....	5800—7200	
Stadt-, Leuchtgas .....	6800—7500	
Butan .....	10 900	
Propan .....	11 050	
Azethylen .....	11 620	
Wasserstoff .....	28 600	
Torf .....	3300—3500	
Holz .....	3500—3800	
Braunkohlenbrikett .....	≈ 4 800	
Braunkohlenkoks .....	> 5 600	
Holzkohle .....	6 500	
Steinkohlenkoks .....	> 6 600	
Torfkoks .....	> 7 100	
Anthrazit .....	> 7 400	

Geringer Heizwert des Kraftstoffes bedingt große Kraftstoffmengen und beeinträchtigt in Verkehrsmitteln Nutzraum, Nutzlast und Reichweite. Für alle Kraftfahrzeuge, die regelmäßig lange Strecken zu befahren haben, sind deshalb Kraftstoffe mit hohem Heizwert je Gewichtseinheit erwünscht.

Für eine vollständige Verbrennung des Kraftstoffes ohne Luftüberschuß errechnet sich der theoretische Luftbedarf; je 1000 kcal Heizwert wird etwa 1 m<sup>3</sup> Luft benötigt. Genaue Daten sind in Tafel 3 angegeben. *Ottomotoren* erreichen bei 0 bis 10% Luftmangel unter dem theoretischen Bedarf größte Leistung, bei 10% Luftüberschuß größten thermischen Wirkungsgrad und kleinsten Kraftstoffverbrauch. *Dieselmotoren* arbeiten bei Höchstleistung mit 10 bis 15% Luftüberschuß noch rauchfrei; bei Leerlauf ist der Luftüberschuß 600 bis 1000%. Ist im Kraftstoff-Luftgemisch ein Überschuß an

Tafel 3

Stoff	Luftbedarf, theoretisch	
	kg/kg	m <sup>3</sup> /l
Methanol .....	6,4	4,0
Äthanol .....	9,0	5,6
Benzol, rein .....	13,3	8,4
Braunkohlenteeröl .....	13,5	9,1
Benzin .....	13,8—16,5	7,6—10,0
Diesekraftstoff .....	14,5	9,6
Petroleum .....	16,8	10,6
Paraffinöl .....	16,8	11,7
Hochofengas .....	0,75	
Kohlenoxyd .....	2,5	
Wassergas .....	4,3	
Stadt-, Leuchtgas .....	10,0	
Azethylen .....	13,25	
Butan .....	15,4	
Propan .....	15,6	
Wasserstoff .....	34,0	
Holz .....	4,5—5,5	
Braunkohlenbriketts .....	7,5	
Steinkohlenkoks .....	10,0	
Holzkohle .....	11,0	
Anthrazit .....	12,0	

Kraftstoff enthalten, wird dieses als „fett“, im entgegengesetzten Falle als „mager“ bezeichnet. Beide Gemischarten sind für die Verbrennung im Motor ungünstig, sie zünden schlecht und brennen langsam durch. In Grenzfällen spricht man von einer „oberen“ und einer „unteren“ Zündgrenze; bei beiden ist das Gemisch nicht mehr zündbar (siehe Tafel 4). Diejenige Temperatur, bei der sich der Kraftstoff in Berührung mit Luft selbst entzündet und dauernd weiterbrennt, wird Selbstzündpunkt genannt. Der Selbstzündpunkt wird durch Fremdstoffe stark beeinflusst. So führen z. B. im *Ottomotor* glühende Teilchen eines starken Ölkohlenansatzes bei abgeschalteter Fremdzündung zu den bekannten Glühzündungserscheinungen.

Für die Feuergefahr eines Kraftstoffes ist der Flammpunkt ausschlaggebend. Als Flammpunkt bezeichnet man diejenige Temperatur, bei der die verdampfenden Bestandteile bei Annäherung einer Zündflamme zum erstenmal kurz aufflammen, ohne daß der Stoff weiterbrennt. Der Brennpunkt ist diejenige Temperatur, bei der der Stoff nach Entflammung weiterbrennt. Er liegt zumeist etwa 30 bis 40° höher als der Flammpunkt. Tafel 5 zeigt eine Übersicht der Flammpunkte der bekanntesten Kraftstoffe.

Einen ungefähren Anhaltspunkt für die Kraftstoffart und für deren Eignung in Verbrennungsmotoren stellt die „Wichte“ flüssiger Kraftstoffe dar. Die Wichte (früher spezifisches Gewicht) ist das Verhältnis des Gewichts zum Rauminhalt eines Stoffes. Bei Flüssigkeiten und Gasen, die praktisch also porenfrei sind, spricht man im Sinne dieses Verhältnisses von einer „Reinwichte“ im Gegensatz zur „Rohwichte“ bei nicht porenfreien Stoffen wie Metallen und anderen festen Stoffen. Tafel 6

Tafel 4

Stoff	Zündgrenzen	
	untere	obere
	Raum — %	Gas in Luft
Äther .....	1,2	52
Benzol, rein .....	1,3	8,6
Petroleum .....	1,5	8,2
Butan .....	1,5	8,5
Azethylen .....	1,5	80
Propan .....	1,9	9,5
Äthanol .....	2,6	19
Wasserstoff .....	4	77
Methanol .....	5,5	36,5
Wassergas .....	6	72
Stadt-, Leuchtgas .....	6,5	54
Kohlenoxyd .....	12,5	75
Generatorgas .....	21	74

zeigt die Wichten der praktisch verwendeten flüssigen und gasförmigen Kraftstoffe sowie einiger fester Brennstoffe. *Im allgemeinen eignen sich „leichte“ Kraftstoffe für Ottomotoren, „schwere“ Kraftstoffe für Dieselmotoren.*

Kraftstoffe müssen eine bestimmte Leichtflüssigkeit aufweisen. Zur Beurteilung der Flüssigkeit dient der Siedeverlauf, der durch die Siedetrennung des Kraftstoffes ermittelt wird. Die Siedekurve gibt die bei einer bestimmten Temperatur im Siedegefaß verdampfte Kraftstoffmenge an (Bild 1). Für das Verhalten spritzfreier Kraftstoffe im Motor sind drei Punkte der Siedekurve wichtig, nämlich der 10%-, 90%- und 100%-Punkt. Der 10%-Punkt (d. h. 10% Kraftstoff sind verdampft) soll für leichtes Anspringen des kalten Motors niedrig, zur Vermeidung von Dampfblasen bei heißem Motor jedoch nicht zu niedrig sein. Der 90%-Punkt soll nicht zu hoch liegen, um Schmierölverdünnung besonders bei kaltem Motor zu vermeiden. Der bei 100° verdampfte Kraftstoffanteil bestimmt Betriebsbereitschaft und Beschleunigungsvermögen des warmen Motors.

Die Siedekennziffer errechnet sich aus dem Mittelwert der Siedepunkte zwischen 5° und 95°. Sie ist ein vereinfachtes Maß für die Flüssigkeit der Kraftstoffe. Je größer die Siedekennziffer gleich schwerer Kraftstoffe ohne Gegenklopffmittel ist, desto zündwilliger ist im allgemeinen ein Diesekraftstoff und desto weniger klopffest ein *Ottokraftstoff*.

Dieseldkraftstoffe aus Erdöl (z. B. Gasöl) und Braunkohlenteer sind im allgemeinen genügend zündwillig, nicht aber die Kraftstoffe aus Steinkohlenteeren. Die Zündwilligkeit steigt bei gleichen Wichten mit der Siedekennziffer und fällt bei gleicher Siedekennziffer mit steigender Wichte. Ein Kraftstoff ist um so zündwilliger, je leichter seine Moleküle zerfallen. Schwere Öle, z. B. Heizöl, das aus großen Molekülen aufgebaut ist, zerfallen leichter, zünden daher also verhältnismäßig leicht. Auf der anderen Seite brennen schwere Öle langsamer als leichtere.

Die Kardinalforderung, die an die Qualität eines Kraftstoffes gestellt wird, ist die Forderung auf chemisch und physikalisch einwandfreie Beschaffenheit. Ein Kraftstoff darf weder grobe Verunreinigungen noch irgendwelche nennenswerten

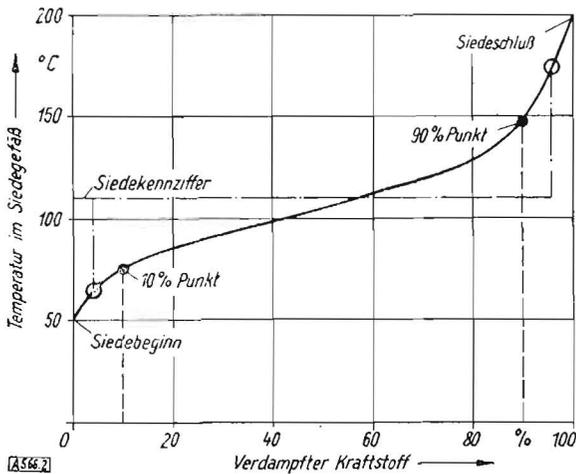


Bild 1

chemischen Rückstände aus Schwefel- oder Stickstoffverbindungen, Säuren oder Laugen enthalten. Erstere würden sehr bald die Organe des Kraftstoffkreislaufes im Motor sowie Leitungen, Pumpen, Düsen usw. verstopfen oder abnutzen, letztere infolge der Zerfallprodukte im Verbrennungsprozeß nicht nur Korrosionen der Motorteile bewirken, sondern auch durch Verkokungsrückstände das einwandfreie Arbeiten der Maschine beeinträchtigen.

Die Eigenart und Kompliziertheit des chemisch-technischen Verfahrens zur Gewinnung von Kraftstoffen aus heimischen Rohstoffen legt unseren Synthesewerken nicht nur schwere Aufgaben, sondern auch ein gerütteltes Maß von Verantwortung auf. Es dürfte einleuchtend sein, daß die bei der fraktionierten Destillation gruppenweise gewonnenen Kraftstoffe sowohl qualitativ als auch wertmäßig unterschiedlich beurteilt werden müssen. So stellen die Erstdestillationen, die Benzine, ein hochwertigeres und daher auch teureres Endprodukt dar als die zuletzt übergelassenen Schweröle. Jedermann weiß, daß zwischen Benzin und Benzin ein Unterschied ist, beispielsweise zwischen Fliegerbenzin und dem Kraftstoff Benzin, den unsere Personenkraftwagen, Motorräder und Lastkraftwagen - soweit letztere mit *Ottomotoren* ausgerüstet sind - heute an den Tankstellen füllen. Dabei spielt es keine Rolle, ob der getankte Kraftstoff Derunapht, Minol oder sonstwie heißt; immer handelt es sich um annähernd das gleiche Produkt mit den gleichen chemischen und physikalischen Eigenschaften. Es handelt sich, kurz gesagt, um Teile der gesamten Destillation, die bereits innerhalb einer weniger hochwertigen Gruppe liegen.

Was für die Benzine gilt, gilt auch für die Dieseldkraftstoffe. Auch hier müssen wir Unterschiede in der Qualität machen, aber während die Benzine, die unseren Verbrauchern zur Verfügung stehen, sich qualitativ untereinander die Waage halten, weisen die Destillationsprodukte der Dieseldkraftstoffe entsprechend der Verfahrenstechnik in den einzelnen Werken verschiedene Güterwerte auf. Diese Güterwerte lassen sich schon rein äußerlich in der Farbe erkennen. Während der helle Dieseldkraftstoff eine verhältnismäßig reine Beschaffenheit hat, enthalten die gelb-rötlichen und braun-rötlichen Sorten bereits gewisse Beimengungen bzw. Verunreinigungen, die sich beim

Tafel 5

Stoff	Flammpunkt
Äther .....	- 30°
Benzin .....	- 23°
Benzol .....	- 6°
Äthanol .....	+ 17°
Spiritus ... & .....	+ 18°
Petroleum .....	+ 55°
Gasöl .....	>100°

dunkelbraunen bis tiefbraunen Kraftstoff anteilig noch vermehren, so daß die letzteren zu den am schwierigsten zu behandelnden Erzeugnissen gerechnet werden müssen.

Hiermit soll allerdings keineswegs zum Ausdruck gebracht werden, daß der am schwierigsten zu behandelnde Kraftstoff notwendigerweise auch der minderwertigste sein muß. Seine dunkle Färbung verdankt dieser Kraftstoff der spezifischen Beschaffenheit des Ausgangsproduktes, das je nach den geologischen Vorkommen der Rohstoffe Spuren von vegetabilischen oder mineralischen Substanzen enthält, die durch den gesamten Verflüssigungs- und Destillationsprozeß nicht restlos ausgeschieden werden. Diese erwähnten Substanzen sind im Endprodukt als sogenannte Schwebestoffe enthalten, die infolge ihrer Leichtigkeit und allerfeinsten Verteilung längere Zeit benötigen, um sich innerhalb des sie umgebenden Mediums abzusetzen. Es leuchtet daher ein, daß ein derartiger Kraftstoff eine gewisse Zeit absolut ruhig lagern muß, damit eine sedimentative Klärung erreicht wird. Der Fachmann spricht hierbei vom „Altern“ des Kraftstoffes.

Wenn das Altern in richtiger Form und bei zweckmäßiger Gestaltung der Ruhebehälter durchgeführt wird, kann über der am Behälterboden abgesetzten Schwebestoffzone ein Kraftstoff entnommen werden, der als gut brauchbar anzusprechen ist.

Leider sind aber in fast allen Dieseldkraftstoffen, auch in den helleren, nicht nur die erwähnten Schwebestoffe enthalten, sondern auch Beimengungen gröberer Struktur, die in erster Linie aus Verunreinigungen auf dem Transport des Kraftstoffes

Tafel 6

Stoff	Wichte kg/l	Wichte kg/Nm <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	Wichte g/cm <sup>3</sup>
Erdöl, roh	0,70—1,0		
Äther	0,71		
Flugbenzin	0,72		
Markenbenzin	0,73—0,75		
Äthanol	0,79		
Methanol	0,80		
Petroleum	0,82		
Dieseldkraftstoff	0,84—0,88		
Braunkohlenteeröl	0,85—0,90		
Benzol, rein	0,879		
Paraffinöl	0,88—0,93		
Steinkohlenteeröl	1,0—1,1		
Heizöl	1,0—1,1		
Wasserstoff		0,09	
Azethylen		1,17	
Kohlenoxyd		1,25	
Propan		2,0	
Butan		2,7	
Stadt-, Leuchtgas		0,56—0,61	
Wassergas		0,71	
Generatorgas		1,22	
Hochofengas		1,28	
Sauerstoff		1,43	
Holzkohle			0,3 —0,5
Holz <sup>2)</sup>			0,45—0,81
Anthrazit			1,4 —1,7
Steinkohlenkoks			1,5

<sup>1)</sup> 1 Nm<sup>3</sup> (Normkubikmeter) = 1 m<sup>3</sup> Gas bei 0° und 760 Torr.

<sup>2)</sup> Mittlere Werte für lufttrockenes Holz (Holzfeuchtigkeit etwa 15%).

von der Erzeuger- zur Verbraucherstelle stammen. Wenn man sich überlegt, wie oft der Kraftstoff auf den langen Anmarschwegen „umgeschlagen“ wird, kann man die Wahrscheinlichkeit ermaßen, mit der bei jeder Umfüllung neue Unreinlichkeitsteilchen zufließen. In jedem Bodentank, in jedem Kesselwagen und in jedem Faß sind Rückstände aus Ablagerungen früherer Füllungen enthalten, die bei jedem neuen Einfüllen aufgewirbelt werden und sich dem Inhalt beimengen.

Um diesem Übelstande zu begegnen, ist es erforderlich, alle Transport- und Lagerbehälter, soweit dies irgend möglich ist, einer generellen mechanischen Reinigung zu unterziehen und diese Säuberungsaktion in gewissen Zeitabständen zu wiederholen. Selbstverständlich lassen sich Schmutzabsonderungen auf mechanischem Wege niemals hundertprozentig beseitigen. Aber zum Zurückhalten der Schmutzpartikel von den empfindlichen Organen der Einspritzpumpen und Düsen gibt es ein Mittel, und das heißt: filtern, filtern und nochmals filtern. *Wenn vor der Filterung des Kraftstoffes sorgfältig überlegt wird, wie dies am planvollsten vorgenommen werden kann, wird der seinen Dieselmotor bedienende verantwortungsbewußte Mensch zur Erhöhung der Lebensdauer der Maschine und ihrer Geräte im Kraftstoffkreislauf beitragen.* Wenn sich jeder Wartungsmechaniker und jeder Traktorist vergegenwärtigt, daß die vielen und aber vielen mikroskopisch kleinen Verunreinigungsteilchen, die wenig- oder ungefilterter Dieselmotorkraftstoff immer noch enthält, aus einer Unzahl allerfeinster Schmirgelkörnchen besteht, die die Ursache sind, die haargenau geschliffenen Füll- und Steuerungsorgane seiner Einspritzpumpe zu zerstören und die feinen Kanäle der Düsen zu verstopfen, wird er erkennen, wieviel wertvolles Gut er durch sorgfältiges Filtern schonen, und welche Werte an Volksvermögen er retten kann.

Vielleicht wird er dann auch die immer wiederholten Anweisungen, die bezüglich der Behandlung, vor allem des Filterns des Dieselmotorkraftstoffes, erteilt werden, besser verstehen und würdigen. Er wird auch begreifen, warum er das vor jeder Einspritzpumpe angeordnete Brennstofffilter seines Motors in den angegebenen Zeitabständen kontrollieren und reinigen muß; denn er weiß nun, daß auch der Kraftstoffbehälter seiner Maschine ständig Rückstandspartikelchen an Schmutz enthält, die durch die Bewegungen des Kraftstoffes immer wieder aufgerührt und in die Rohrleitungen getrieben werden.

Wir können uns deshalb bei kritischer Betrachtung aller Punkte der Erkenntnis nicht verschließen, daß noch bedeutende Anstrengungen gemacht werden müssen, um die Qualität des heimischen Dieselmotorkraftstoffes zu verbessern.

Fassen wir den Kreislauf des Dieselmotorkraftstoffes vom Ausgang der Erzeugung bis zum Endverbrauch an Hand der Ausführungen des vorigen Abschnittes noch einmal kurz zusammen, so können in zeitlicher Reihenfolge Qualitätsminderungen folgendermaßen zustande kommen:

1. in der Verfahrenstechnik selbst,
2. auf dem Transport zum Großhandel,
3. in der Einlagerung,
4. im Umschlag zum Verbraucher,
5. in der Manipulation beim Verbraucher,
6. durch ungenügende Filtration vor der Verbrennung.

Wie ist nun vorzugehen, um sowohl die notwendige Qualitätssteigerung zu erreichen als auch die aufgetretenen Mängel beim Transport, bei der Einlagerung und bei der Funktionsbehandlung des Kraftstoffes zu beseitigen?

Der derzeitige Umfang der technischen Anlagen und Betriebsmittel unserer Kraftstoffwerke gestattet es noch nicht überall, die aus den einzelnen Verfahren gewonnenen Dieselöle einer Redestillation zu unterwerfen. Infolgedessen enthalten solche Dieselmotorkraftstoffe in Vorstufen asphaltartige Produkte in gelöster Form, die durch Wärme, Luft, längere Lagerzeit oder durch Vermischen mit anderen Dieselölen sich verdichten können.

In Erkenntnis dieser Tatsache werden selbstverständlich unverzüglich alle Maßnahmen getroffen, um die Kapazität der

Werke zu erweitern und überall dort Redestillationsanlagen zu schaffen, wo sie heute noch fehlen.

In dem von der Volkskammer der Deutschen Demokratischen Republik beschlossenen Gesetz über den Fünfjahrplan vom 1. November 1951 ist vorgesehen, die Industrieproduktion in den Jahren 1951 bis 1955 gegenüber dem Vorkriegsstand mehr als zu verdoppeln. Im Gesamtrahmen dieser Produktion nimmt die chemische Industrie einen beachtlichen Raum ein. Durch Rekonstruktion und Erweiterung der chemischen Werke wird die Herstellung von Treibstoffen erheblich erhöht werden. Den Volkswirtschaftsplänen entsprechend, wird sich die Auswirkung der Produktionserhöhung allerdings erst ab 1953 bemerkbar machen. Ebenfalls wird noch eine gewisse Zeit vergehen, bis die erwähnten Redestillationsanlagen errichtet und in Betrieb genommen werden können. Bis dahin muß versucht werden, durch Entwicklung geeigneter Stabilisatoren die Bildung asphaltartiger Ausscheidungen zu verhindern. Ferner sind durch gewisse organisatorische Maßnahmen, vor allem durch eine gesteuerte Verbrauchlenkung, die einzelnen Dieselmotorkraftstoffsorten an diejenigen Bedarfsträger heranzuführen, die sie zweckmäßig verarbeiten können.

Die Dieselmotoren unserer Schlepper sind nach Bauart und Betriebsbedingungen in die Gruppe der kleinvolumigen und schnelllaufenden Verbrennungskraftmaschinen einzubeziehen. Sie können optimal nur mit einem Kraftstoff arbeiten, der einerseits die zur richtigen Zündung erforderliche Zündwilligkeit aufweist und andererseits schlackenfrei verbrennt.

Dieser Anforderung entsprechen jedoch nur diejenigen Produkte, die eine Redestillation durchgemacht haben und die somit durch einen niedrigen *Conradson*-test charakterisiert sind. Alle Dieselmotorkraftstoffe, die diese Merkmale nicht aufweisen, müssen für langsamlaufende und großvolumige Verbrennungskraftmaschinen, wie sie beispielsweise stationäre und Schiffsdieselmotoren darstellen, zur Verwendung kommen.

Dazu ist natürlich erforderlich, daß durch Bereitstellung eines genügend großen Lagertankraumes der Großhandel in die Lage versetzt wird, eine getrennte Lagerung der einzelnen Dieselmotorkraftstoffsorten vorzunehmen. Fortwährende Mischungen der Sorten, wie sie zur Zeit notgedrungen erfolgen, wobei einwandfreie Kraftstoffe durch weniger qualitative eine Minderung erfahren, müssen unterbleiben.

Über die Mischbarkeit der Sorten lassen sich im Augenblick noch keine konkreten Angaben machen. Unsere Chemiker sind mit eingehenden Laboruntersuchungen in dieser Hinsicht beschäftigt. Nach Abschluß der Arbeiten soll eine Mischtablette herausgegeben werden, aus der die Daten der zulässigen Mischbarkeit der Kraftstoffsorten ersichtlich ist.

Um den unerwünscht häufigen Umschlag der Kraftstoffe auf ein normales Maß herabzumindern, müssen alle Stationen der MAS mit ausreichendem Tankraum, Zapfstellen und Transportmitteln ausgestattet werden.

Unter Berücksichtigung des Einsatzes der Schlepper bei Arbeitsspitzen und Doppelschichten muß für die Beschaffung einer entsprechenden Anzahl von Reservebehältern zur Mitnahme von Kraftstoff Sorge getragen werden.

Die Ausbildung qualifizierter Traktoristen und Facharbeiter auf den MA-Stationen muß intensiviert werden. Zuverlässige und absolut sicher funktionierende Kraftstofffilter in Einheitsbauweise müssen entwickelt werden, die eine einfache, bequeme und schnelle Kontrolle bzw. Reinigung gestatten.

Zur Qualitätsbestimmung müssen unverzüglich Versuchsreihen an fabrikneuen Schleppern unter Verwendung der unvermischten Dieselmotorkraftstoffe aus der Erzeugung der einzelnen Werke durchgeführt werden. Diese Versuche sind gemeinschaftlich mit den Fachministerien und den Kraftstoff-Vertriebsgesellschaften vorzunehmen. Nach Ablauf und Auswertung der vorgenannten Versuche ist darüber zu beraten, ob die Gütevorschrift für den *Conradson*-test einer Überprüfung und gegebenenfalls Verschärfung bedarf.

Mit der Generaldirektion der Reichsbahn sind Verhandlungen anzunehmen, um eine geregelte Reinigung der Kesselwagen für flüssige Kraftstoffe sicherzustellen.