knapp doppelt so groß sein als bei Benzin, und nicht viel anders ist das Verhältnis zu Benzol.

Die zweite Eigenschaft, hinsichtlich deren sich der Spiritus wesentlich von den Kohlenwasserstoffen unterscheidet, ist die Verdampfungswärme. Diese beträgt für

1 kg 95%igen Spiritus etwa 270 Wärmeeinheiten.

1 kg Benzin etwa 115 Wärmeeinheiten,

1 kg Benzol etwa 128 Wärmeeinheiten.

Soll demnach ein Motor für den Spiritusbetrieb eingerichtet werden, so braucht nur der Vergaser entsprechend abgeändert zu werden: die Brennstoffzufuhr muß durch Erweiterung der Düse, ev. Beschwerung des Schwimmers vergrößert werden, und die Motorkühlung ist einzuschränken; ev. kann die dem Vergaser zugeführte Luft vorgewärmt werden. H e m p e l nennt den Lymavergaser als für Spiritusbetrieb geeignet; nach einer Veröffentlichung der Spirituszentrale standen bereits Mitte August, also 14 Tage nachdem die Notwendigkeit des Spiritusbetriebes infolge Beschlagnahme der Benzin- und Benzollager eingetreten war, folgende Spiritusvergaser zur Verfügung: Vergaser der Neuen Automobil-Gesellschaft, Vergaser der Adler-Werke, Vergaser der Opel-Motorwagenfabrik, Pallas-Vergaser, Favorit-Vergaser, Zenith-Vergaser, dieser auch in einer Ausführung der A. H o r c h & Co.-A.-G., und der Cudell-Vergaser. Die bei einigen dieser Vergaser auftretende Schwierigkeit, daß der kalte Motor mit Spiritus nicht ohne weiteres anspringt, wird leicht dadurch behoben, daß für das Anfahren geringe Mengen Benzin durch die Kompressionshähne eingebracht werden.

Es ist somit der Beweis erbracht, daß selbst bei vollständiger Unterbindung der Kohlenwasserstoffzufuhr und -erzeugung, die deutsche Spiritusindustrie imstande ist, den Brennstoffbedarf für die Aufrechterhaltung des Automobilbetriebes sicher zu stellen.

Ein Nachteil des Spiritus wird aber natürlich durch diese Konstruktionen nicht beseitigt: der geringere Wärmeinhalt, so daß zur Erzielung der gleichen Leistung die Mitnahme größerer Brennstoffmengen oder der öftere Brennstoffersatz unterwegs notwendig wird. Diesem Nachteil abzuhelfen, gelten unsere sich durch eine lange Reihe von Jahren erstreckenden Versuche, welche die Erhöhung des Wärmeinhaltes von Spiritus durch thermisch hochwertige Zusätze betreffen; auf diese Verhältnisse gehen auch beide Veröffentlichungen von H e m p e l und D i e t e r i c h ein, und gerade nach dieser Richtung möchte ich meine Erfahrungen hier kurz mitteilen.

Um gleich das Ergebnis vorwegzunehmen: Es haben sich nur die einfachsten Mischungen von Spiritus mit Kohlenwasserstoffen im praktischen Betriebe wirklich bewährt. Als solche kommen in erster Linie Mischungen mit Benzol, bis zu Mischungen von gleichen Raumteilen Spiritus und Benzol, in Frage. Steht Benzin zur Verfügung, so kann ein Teil, etwa die Hälfte des Benzols durch Benzin ersetzt werden. Diese letztere Mischung hat vor allem den Vorzug, daß sie auch bei tiefster Winterkälte keine krystallinen Benzolausscheidungen oder Entmischung zeigt. Wie umfangreiche Versuche zeigen, läßt sich derartig hochcarburierter Spiritus von den meisten Vergasern ohne andere Abänderungen als Einschränkung der Luftzufuhr verarbeiten.

H e m p e l macht nun den Vorschlag, zur Carburierung des Spiritus das zu billigen Preise in großer Menge zur Verfügung stehende N a p h t h a l i n zu verwenden. Der Gedanke ist nicht neu, aber es erheben sich gegen die Verwendung dieses Stoffes schwerwiegende Bedenken. In einem vor etwa 7 Jahren erstatteten Bericht über Versuche mit Naphthalin kam ich zu folgendem Ergebnis:

„Auch diese Versuche ergaben kein brauchbares Resultat. Sie scheiterten an der relativen Schwerlöslichkeit des Naphthalins in Spiritus, so daß kein hoher Carburierungsgrad erreicht werden konnte, und weiter an der außerordentlich hohen Krystallisierfähigkeit des Naphthalins. Dieses schied sich, auch bei Mitverwendung von Benzol oder der-

gleichen zur Carburierung des Spiritus, beim Abkühlen auf 0° oder wenig darunter in den bekannten blätterigen Krystallen aus, wodurch natürlich Änderungen in Zusammensetzung und Eigenschaften eintreten.“

Demnach ist naphthalin-carburierter Spiritus in der kalten Jahreszeit nicht verwendbar; die verhältnismäßige Schwerlöslichkeit drückt den wirtschaftlichen Gewinn aus der Mitverwendung dieses sehr billigen Kohlenwasserstoffes auf ein Mindestmaß herab. Ja, unter Umständen können die Herstellungskosten des naphthalin-carburierten höhere sein, als die für Spiritus von gleichem Carburationsgrad ohne Zusatz von Naphthalin. Hierbei ist noch weiter zu berücksichtigen, daß der Heizwert des Naphthalins tiefer liegt als der des Benzols.

Eine Reihe weiterer Vorschläge macht K. D i e t e r i c h, nachdem er eingangs als Praktiker ebenfalls in erster Linie Benzolzusatz empfohlen hat. Zunächst macht er auf die Möglichkeit der Verwendung von A c e t o n aufmerksam. Auch dieser Vorschlag ist nicht neu, er ist sogar Gegenstand des französischen Patentes 380 310 vom 27./7. 1907 aus dem Zusatzpatent 11 176 vom 21./12. 1909, nach dem so ziemlich alles, was brennbar ist und sich mit Spiritus mischen läßt, zur Carburierung Verwendung finden soll. In der Beschreibung zum Hauptpatent findet sich z. B. folgende Mischung angegeben:

Spiritus	80 Teile
Aceton	10 „
Benzin	10 „

Unter gegenwärtigen Verhältnissen könnte Acetonzusatz höchstens dem Zwecke dienen, den Motor ohne Hilfsstoff anspringen zu lassen. Der Heizwert des Acetons, der bei 6720 Wärmeeinheiten liegt, macht die Mitverwendung von Aceton unwirtschaftlich, da der Preis dieses Stoffes ein Mehrfaches vom Preis des Spiritus beträgt. Die gleichen Gründe lassen die Verwendung von Äther aussichtslos erscheinen, da auch bei diesem Stoff die Preissteigerung verhältnismäßig viel höher ist als die Steigerung des Heizwertes. In neuester Zeit sind Versuche gemacht worden, den Spiritus durch Zusatz von Explosivstoffen bzw. stark Sauerstoff abgebenden Mitteln in seinen Eigenschaften für Motorbetrieb zu verbessern. Auch diese Bestrebungen sind nicht neu, es existiert eine ganze Anzahl Patente, welche den Zusatz von Ammoniumnitrat, Äthylnitrat, Nitroglycerin, aromatischen Nitrokörpern zum Spiritus zum Gegenstand haben; in der Praxis haben sich solche Stoffe nicht bewährt. Vermutlich würden die bei der Explosion entwickelten größeren Mengen nitroser Gase die Motoren stark angreifen. Noch bedenklicher muß aber ein Zusatz bezeichnet werden, den ich dieser Tage festzustellen Gelegenheit hatte: dem Spiritus war etwa 0,5% Ammoniumperchlorat zugesetzt. Bei der Explosion trat freies Chlor und Chlorwasserstoff auf, also Stoffe, die sicher in kurzer Zeit den Motor schwer beschädigen.

Alle derartigen mehr oder weniger komplizierten Mischungen sind, wie gesagt, gar nicht erforderlich. Die letzten Wochen haben uns gelehrt, daß bei Berücksichtigung seiner besonderen Eigenschaften der Spiritus ohne jeden Zusatz außer dem vorgeschriebenen Vergällungsmittel sehr gut als Automobilbrennstoff benutzt werden kann. Stehen Kohlenwasserstoffe zur Verfügung, so ist die Verwendung von carburiertem Spiritus empfehlenswert, um die im Brennstoffbehälter mitnehmbare Energiemenge zu erhöhen. Es empfiehlt sich aber, nur einfache Mischungen von Spiritus und Benzol, gegebenenfalls unter Mitverwendung von Benzin zu benutzen. [A. 168.]

Zur Frage der Vergiftungsgefahr durch verdunstendes Sublimat.

Von F. MOLL.

(Eingeg. 4./8. 1914.)

Für einige Industrien, besonders die Filzfabrikation und die Imprägnierung von Holz nach dem Verfahren von K y a n, ist von jeher die Frage von großer Bedeutung gewesen, ob Gesundheitsschädigungen infolge von Ver-

dunstung von Sublimat entstehen können. Besonders für die Holzkonservierung ist dieses mehrfach behauptet worden. Doch ist bisher niemals der Beweis für diese Behauptungen erbracht worden. Auch die Akten der Gewerbebehörden von Württemberg, Baden und Bayern, wo die Imprägnierung mit Sublimat schon seit fast 70 Jahren ausgeübt wird, enthalten keine Vorfälle, welche diese Behauptung stützen könnten. Zweck der nachfolgenden Ausführungen soll es nun sein, zu zeigen, daß eine Gefährdung der Gesundheit nicht nur bisher nicht vorgekommen, sondern auch vollständig unmöglich ist.

Als Dosis letalis wird im allgemeinen für Sublimat eine Menge von etwa 0,2 g angenommen. Die Frage ist nun, innerhalb welcher Zeit eine solche Menge mit der vom Menschen eingeatmeten Luft von ihm aufgenommen werden kann. Zu diesem Zwecke müssen wir zunächst ermitteln, wieviel Sublimat in Dampfform bei der mittleren Temperatur von 20° unter normalem Luftdruck in einer bestimmten Luftmenge, etwa 1 cbm, vorhanden sein kann. Diese Dampfmenge steht in einem einfachen Verhältnis zum „Dampfdruck“. Für den Dampfdruck des Sublimates haben Arctowsky und Niederschulte mit 60° beginnende Messungen ausgeführt, aus denen die im folgenden benutzte Tabelle (am Schluß dieser Abhandlung) entnommen ist. Der niedrigste gemessene Wert bei 60° ist von der Ordnung 10^{-3} . Eine Vergleichung der bei höheren Temperaturen gemessenen Dampfdrucke zeigt aber, daß bei den meisten Messungen schon die zweite Dezimalstelle nicht mehr genau sein kann, denn die Quotienten der aufeinanderfolgenden Drucke zeigen regellose Schwankungen. Es wurde daher zunächst versucht, die Niederschultesche Tabelle zu korrigieren. Bei Bildung der Quotienten der aufeinander im Abstände von 10° folgenden Messungen zeigte sich, daß diese Quotienten ganz offensichtlich innerhalb der Grenzen von 60 bis 200° um Beträge zunehmen, welche in einem ganz einfachen Verhältnis zueinander stehen. Die Spalte 3 zeigt diese Quotienten, Spalte 4 die abgeleiteten Quotienten. Die Differenz nimmt danach für je 10° um je 1 zu. Mit diesem berichtigten Quotienten wurden nunmehr, von 180° ausgehend, nochmals die Dampfdrucke der Spalte 2 zurückgerechnet und die Werte der Spalte 5 ermittelt, die von denen der Spalte 2 zwischen 100 und 200° sehr wenig abweichen. Die Unterschiede gehen jedenfalls nicht über die normale Grenze der Beobachtungsfehler hinaus.

Diese Werte für den Dampfdruck wurden nun anschließend auch bis hinab zu der Temperatur von 20° berechnet.

Zugleich wurde versucht, zu den Dampfdrucken für diese niedrigen Temperaturen durch Vermittlung der bekannten Dampfdruckformeln von Biot und von Rankine zu kommen. Die Rankinesche Formel hat, wenn P und T aus Versuchen bekannt sind, 3 unbekannte „Konstanten“. Ebenso sind auch in der Biotschen Formel (vereinfachte Form) 3 Unbekannte. Aus drei zusammengehörigen Werten von P und T können diese Konstanten mithin ermittelt werden. Zunächst wurde dies für die Rankinesche Formel durchgeführt. Es ist zu beachten, daß diese Konstanten, welche ja nicht theoretisch abgeleitet, sondern aus einigen Beobachtungen errechnet wurden, nur intrapolare Gültigkeit besitzen, d. h. Gültigkeit für die Werte zwischen den Grenzen von P und T , aus denen sie ermittelt wurden. Die Ermittlung der Konstanten für verschiedene Grenzen zeigte denn auch außerordentlich weite Verschiedenheiten in ihren Werten. Immerhin zeigte eine Einsetzung der verschiedenen Konstanten aber auch, daß wenigstens innerhalb der Grenzen von 0° und 200° die mit ihrer Hilfe ermittelten Werte von P einander hinreichend nahekommen. Das gleiche gilt von der Biotschen Formel, welche für manche Fälle, besonders z. B. wenn man der Ermittlung der Konstanten Temperaturen zugrunde legt, die um gleiche Werte voneinander unterschieden sind, sehr bequem anzuwenden ist. Aus der gleichzeitigen Benutzung der beiden Formeln mit verschiedenen Konstanten und der zuerst entwickelten empirischen Feststellung wurden für den Dampfdruck bei

20° Werte erhalten, welche sich alle in derselben Größenordnung bewegen, so daß als sicher angenommen werden kann, daß der Dampfdruck des Sublimates bei dieser Temperatur unter 1 : 10 000 mm gelegen ist und höchstwahrscheinlich dem empirisch ermittelten Wert von 0,000 029 am nächsten kommt. Da nun ein Grammolekül eines jeden Stoffes bei 760 mm Druck einen Raum von 22,4 l einnimmt, das Grammolekül des Sublimates aber 270 g beträgt, und der Dampfdruck, wie eben festgestellt, bei 20° = 0,000 029 mm ist, so folgt, daß ein Kubikmeter Luft bei 20° und normalem Druck und bei vollständiger Sättigung $270 \cdot 1000 \cdot \frac{0,000\,029}{760}$ gleich rund 0,0004 g Sublimatdampf enthält.

Die Dosis letalis von 0,2 g ist unter diesen Verhältnissen in rund 500 cbm Luft enthalten. Ein gesunder Mensch verbraucht auf den Tag etwa 10 cbm Luft. Er müßte also 50 Tage lang den ganzen Tag und Nacht derartige mit Sublimatdampf gesättigte Luft einatmen müssen und die ganze Sublimatmenge aus dieser Luft in seinen Körper aufnehmen, um eine der Dosis letalis entsprechende Menge aufzunehmen. Nun kommt es aber einmal nie zur Sättigung der Luft, dann bleibt wohl kein Mensch andauernd in demselben Raum, abgesehen davon, daß überall ein von den meisten in seinem Umfange wohl selten richtig eingeschätzter Luftwechsel stattfindet; ferner wird der größte Teil der außer dem Sauerstoff noch in der Luft enthaltenen Gase wieder ausgeatmet. Es dürfte mithin selbst bei einem ständigen Aufenthalte in Räumen, in denen Sublimat z. B. im imprägnierten Holze vorhanden ist, wohl auch die zehnfache von einem Menschen veratmete Luft noch nicht die obengenannte Sublimatmenge enthalten und noch viel weniger eine solche im Körper ablagern. Schließlich soll auch darauf hingewiesen werden, daß ein großer Teil von irgendetwas in den Körper aufgenommenen Sublimat nach verhältnismäßig kurzer Zeit auch wieder ausgeschieden wird, und das um so mehr, je länger die Zeit ist, auf die sich eine mögliche Aufnahme verteilt. Die durchgeführten Rechnungen zeigen klar, daß die ganze Behauptung von einer Gefahr durch Verdunstung von Sublimat jeder Begründung entbehrt.

Temperatur	Dampfdruck nach Nieder- schulte	Quotienten aus Spalte 2	Quotienten aus Spalte 2 berichtigt	Dampfdrucke korrigiert	Dampfdrucke nach Rankine berechnet
0			3,88		
10			3,66		
20			3,45	0,000027	0,000016
30			3,24	0,00009	0,000064
40			3,04	0,0003	0,000234
50			2,85	0,0009	0,00077
60	0,003		2,67	0,0026	0,0023
70	0,01	3,33	2,50	0,0069	0,0064
80	0,02	2,00	2,36	0,0176	0,0166
90	0,05	2,50	2,23	0,041	0,039
100	0,10	2,00	2,11	0,092	0,09
110	0,19	1,90	2,00	0,195	0,19
120	0,38	2,00	1,90	0,39	0,38
130	0,77	2,02	1,81	0,745	0,73
140	1,35	1,76	1,73	1,35	1,35
150	2,37	1,76	1,66	2,32	
160	3,87	1,63	1,60	3,85	
170	6,25	1,61	1,56	6,20	
180	9,80	1,57		9,80	

Werte von X , Y und Z aus P für 110, 150 und 200°:

$$\begin{aligned} X &= 78,1311, \\ Y &= -8305,7, \\ Z &= -22,13. \end{aligned}$$

Werte von X , Y und Z aus P für 70, 100 und 130°:

$$\begin{aligned} X &= -109,8485, \\ Y &= -1987,5, \\ Z &= -40,2534. \end{aligned}$$

[A. 145.]