

Heft XIII

# Die Ersatzbrennstoffe auf dem Vormarsch

Herausgegeben vom  
Verband Schweizerischer Motorlastwagenbesitzer



# Die Ersatzbrennstoffe auf dem Vormarsch

Zusammengestellt von

**E. Monteil, Ing.**

Bern

## Inhalt:

	Seite
Einleitung . . . . .	3
a) Der Holzvergaser . . . . .	5
b) Flaschengas . . . . .	21
c) Alkohol . . . . .	31
d) Das künstliche Benzin . . . . .	45
e) Dampfantrieb . . . . .	52
f) Der elektrische Antrieb . . . . .	57
g) Andere Ersatztriebstoffe . . . . .	62
Schlußfolgerungen . . . . .	71

## Einleitung.

Immer mehr macht sich in neuerer Zeit in vielen Staaten eine Bewegung zum Ersatze der importierten Triebstoffe für Motorfahrzeuge durch einheimische Ersatzbrennstoffe geltend. Natürlich sind es in erster Linie Erwägungen der nationalen Selbständigkeit, neben der Sicherstellung der Landesverteidigung, die ihr Machtwort sprechen. Sie richten sich gegen die ständig ansteigenden Einfuhrmengen fremdländischen Benzins und der Schweröle zum Betriebe der Dieselmotoren. Dazu drängen gewisse Wirtschaftszweige nach einer besseren Verwertungsmöglichkeit von Produkten, für welche heute die Absatzmöglichkeit fehlt. Aber noch andere Gründe sprechen für eine Umstellung und Verbesserung unserer Brennstoffwirtschaft. So schreibt Professor Byland in Zürich :

*« Unsere materiell aufs höchste gespannte Zivilisation macht uns größte Oekonomie in der Anwendung aller uns zur Verfügung stehenden Kräfte zur unabweislichen Pflicht, mit anderen Worten die Konzentrierung auf einheitliche Ziele, um dadurch das Maximum des Erreichbaren zu leisten. Diese Oekonomie der Kräfte ist alles andere denn Materialismus. Sie bedeutet auf dem Boden des Realen, was die Moral auf dem Boden des rein Geistigen. Nur unter diesen Voraussetzungen und bei dieser Denkungsart werden wir uns schließlich aus dem Bann der sinnlosen Verschleuderungspolitik, die uns mit jedem Tag dem Rand des Ruins näherbringt, herauswinden und unsere Wirtschaft auf gesunde Flüsse zu stellen vermögen. Beispiele sind von jedem Zaun zu brechen.*

*So ist es unter anderm bei den uns zur Verfügung stehenden Mitteln ein Frevel, daß wir weiter Steinkohle verbrennen, statt dieselbe in Dieselöl umzusetzen. Beim Verbrennungsprozeß jagen wir 83 % nutzlos durch die Kamine, während uns der Dieselmotor eine Auswertung bis zu 73 % gewährleistet.*

*Nicht allein das. Wir sind heute technisch so weit, daß wir mit den gleichen Treibstoffmengen, bei entsprechender Zusammensetzung derselben und bei Anpassung der Motore, einen wesentlich höheren Nutzeffekt ausschlagen können. Der beste Benzinmotor gibt noch immer nicht über 33 % der in der verbrannten Menge enthaltenen Energie. Darüber frohlocken natürlich die Petroleumproduzenten; denn sie verkaufen effektiv zwei- bis dreimal soviel von ihrer Handelsware, als die Menschheit wirklich zu konsumieren nötig hätte. »*

Vorausgeschickt sei, daß man der ganzen Ersatzbewegung ihre guten Seiten nicht abstreiten kann, nur muß sie sich in einem vernünftigen Rahmen bewegen, der alle übertriebenen Erwar-

tungen ausschließt und nicht Verfahren provozieren will, für welche entweder die genügende Absatzmöglichkeit von vorneherein fehlt oder aus gewissen Gründen — nicht zuletzt gesetzlichen Vorschriften — vorläufig nicht realisierbar sind. Es gibt nur wenige Länder, welche nach dieser Richtung eine prädestinierte Stellung einnehmen, wie z. B. Deutschland und England mit ihren Kohlenvorkommen und überaus starken Motorisierung. Es darf auch nie übersehen werden, daß die flüssigen Brennstoffe immer noch vor jeder anderen Art der Treibstoffe einen gewaltigen Vorsprung besitzen und jedenfalls nicht so rasch durch andere Arten verdrängt werden können. Dazu sind noch viele dieser Verfahren technisch nicht reif, um heute schon utopistische Schlüsse zuzulassen. Der Technik und Chemie bleibt noch manche harte Nuß zu knacken, und dann will vor allem die wirtschaftliche Seite eine gründliche Abklärung erfahren. Manches in neuerer Zeit hochtönend der Oeffentlichkeit bekannt-gegebene Gewinnungsverfahren krankt aber leider nach dieser Seite und hat demzufolge bis anhin manche kühne Erwartung enttäuscht. Das weitaus Einfachste stellt immer noch die Destillation der Erdöle dar, bis zu einem gewissen bedingten Grade auch die Spritgewinnung. Hier taucht jedoch schon eine erste Schwierigkeit dadurch auf, daß, während das Erdöl noch auf Jahrzehnte hinaus ein geläufiger Welthandelsartikel bleiben wird, sich der Staat des Alkohols zu monopolistischen Zwecken bemächtigt hat, wodurch die Preisstruktur vom Willen und den Absichten der Verwaltung abhängt.

Es muß anerkannt werden, daß es in neuester Zeit gewisse Verfahren zur Erzeugung von Ersatzbrennstoffen und ihrer Ausnützung in den Motoren — handle es sich hierbei um Fahrmotoren oder um stationäre Anlagen — zu einem hohen Grade der Vervollkommenung gebracht haben. Dabei hat es nicht an technischen Schwierigkeiten gefehlt, ganz besonders in der Auswahl der Materialien für die erforderlichen Apparate, die aber heute zu einem guten Teil als überwunden betrachtet werden können. Es lohnt sich daher, diesem heutigen Stand des Ersatzbrennstoffproblems einmal eine eingehendere Betrachtung zu schenken und die verschiedenen Verfahren und Lösungen auf Vor- und Nachteile zu prüfen. Es wird sich hierbei neben den eingangs erwähnten verallgemeinerten Bemerkungen da und dort Gelegenheit zu kritischen Betrachtungen bieten. Die Abbildungen sind verschiedenen Publikationen neuesten Datums entnommen oder in freundlicher Weise direkt von den Fabrikanten oder Verbrauchern uns überlassen worden.

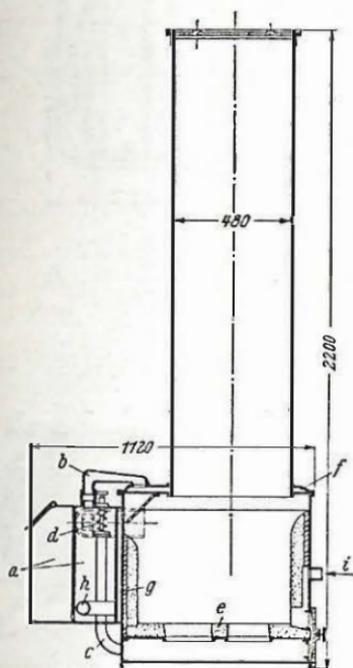
## a) Der Holzvergaser.

Für Schweizerverhältnisse bietet vorläufig einmal die Gewinnung von Holzgas das Hauptinteresse, und zwar die direkte Holzvergasung im Gegensatz zum Holzkohlengas, das in Ländern mit noch bestehender Meilerproduktion nebenbei ebenfalls in Betracht kommt. Die Vorteile der Holzkohle sind nicht derart, daß gegenüber der direkten Holzvergasung wesentlich günstigere Betriebsverhältnisse erzielt werden könnten. Außerdem weist Holzkohle einen äußerst großen Verschleiß vom Erzeugungsort bis zur Verwendungsstelle auf und bietet noch verschiedene andere Unbequemlichkeiten, nicht zuletzt durch ihre Unsauberkeit. An Hand der schweizerischen Verkohlungsversuche mußte zudem festgestellt werden, daß der Verkaufspreis von inländischer Holzkohle selbst bei weitestgehendem Entgegenkommen der Forstverwaltungen teurer als importierte Kohle an der Tankstelle zu stehen kommt. So findet denn Holzkohle zumeist nur Verwendung in Ländern mit billigster Großproduktion, wie beispielsweise in der Tschechoslowakei, oder dann solchen, die an Wagenunterhalt und Betriebssauberkeit vielfach bedeutend geringere Anforderungen stellen, wie z. B. Frankreich, Italien usw. Als schon bedeutend sauberere Betriebsmittel kommen außerdem Stein- und Braunkohlenbriketts sowie Schwelkoks in Betracht.

Das Meilen der Holzkohle ist zudem unwirtschaftlich, da hierbei eine Menge volkswirtschaftlich wichtiger Nebenprodukte verlorengehen. Die größte Rentabilität kommt daher nur der industriellen Verkohlung zu. Bei dem am besten geeigneten Buchenholz werden als weitere wertvolle Nebenprodukte Holzgeist, Methanol, Holzessig, Essigsäure, Essigessenz, Aceton, Holzteer, Pech, Kreosot usw. gewonnen.

Der Holzkohlenvergaser sei daher einleitend nur der Vollständigkeit halber kurz erwähnt. Er arbeitet zum Teil mit aufsteigender, zum Teil mit absteigender Vergasung, mit oder ohne Wasserdampfzusatz. Infolge der höhern Temperaturen der Brennzonen besitzen sämtliche Bauarten eine Auskleidung. Die mittlere Rostbelastung beträgt etwa 200 kg Brennstoff pro m<sup>2</sup>/std.

Als seine vollständigsten Repräsentanten dürfen wohl der deutsche « Wisco »- und der « Hansa »-Generator, sowie die französischen Vergaser von Gohin-Poulenc, Malbay und Panhard & Levassor angesprochen werden. Der « Wisco »-Gaserzeuger (Abb. 1) arbeitet z. B. mit aufsteigender Vergasung. Der Wasserdampf



- a = Wasserbehälter.
- b = Ansaugrohr für Warmluft.
- c = Leitung für Luft- und Wasserdampfgemisch.
- d = Ventil zum Absperrn der Leitung c bei Außerbetriebsetzung.
- e = Rost.
- f = Luftmantel.
- g = Gassammelraum.
- h = Gasaustritt.
- i = Anblasöffnung (wird während des Betriebes verschlossen).

Abb. 1. Holzkohlen-Generator Wisco.

wird in dem seitlich unten angebrachten Kasten durch die Wärme des abziehenden Gases entwickelt und zusammen mit der in einem Luftmantel bereits vorgewärmten Luft unter dem feststehenden Rost hindurch in den Feuerraum gesaugt. Das erzeugte Gas tritt am oberen Ende des Feuerraumes seitlich aus. Durch ein vorgebautes Sieb werden gröbere Holzkohlenteilchen zurückhalten. Sein rechteckiger Querschnitt ermöglicht eine bessere Ausnutzung der Platzverhältnisse im Wagen. Für seine Güte spricht schon der Umstand, daß er von den namhaftesten Erstellern von Motorlastwagen eingebaut wird. So war an der

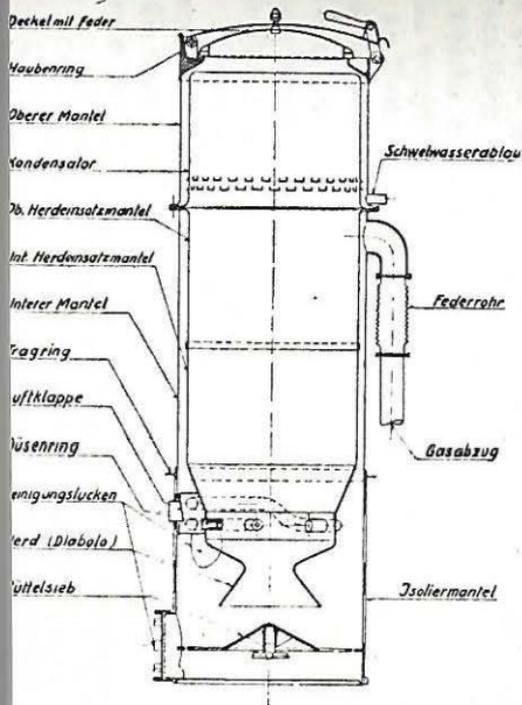


Abb. 2. Der neue Imbert-Gaserzeuger der Imbert-Gas AG. in Aarau.

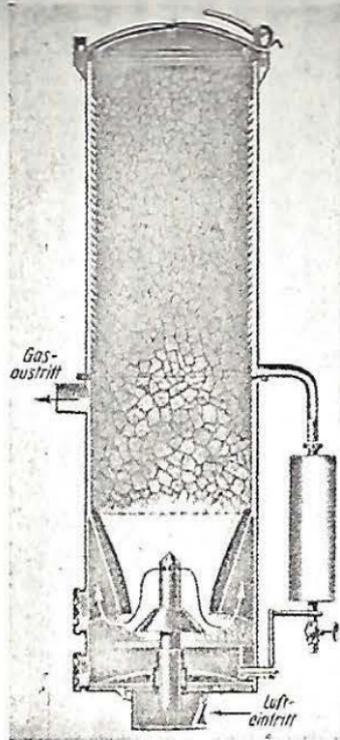


Abb. 3. Der neue Holzgenerator Humboldt-Deutz der Humboldt-Deutzmotoren AG. in Köln-Deutz. Mitteldüse in der Höhenlage verstellbar. Feuerkorb mit keramischer Auskleidung.

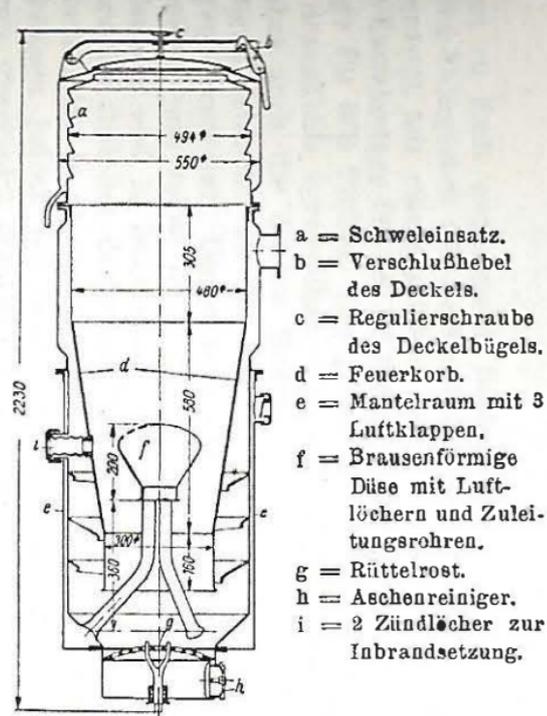


Abb. 4. Kromag-Gaserzeuger der Kromag AG. in Hirtenberg (Nied.-Oesterr.).

8

neben zu Ende gegangenen Berliner Automobilausstellung ein Düsen-Fahrgestell mit Sechszylindermotor für 110 PS Leistung ausgerüstet mit einem solchen Vergasersystem zu sehen neben einer Einzelanlage für 120 PS Motorenleistung und eine stationäre Anlage für 360 PS/Std. Der gleiche Vergaser ist auch für Torf und Braunkohle verwendbar.

Aber auch die direkte Holzvergasung hat insofern Enttäuschungen gebracht, als die Verwendung von frischem Holz ungeeignet erscheint. Dieses muß einen gewissen Trockengehalt aufweisen, und selbst dann garantiert nur eine Mischung von  $\frac{1}{4}$  Tannen- und  $\frac{3}{4}$  Buchenholz eine geordnete, zuverlässige Betriebsweise (bei der deutschen Versuchsfahrt  $\frac{3}{4}$  Rotbuche und  $\frac{1}{4}$  Nadelholz). In diesem Zustand und diesem Mischungsverhältnis können jedoch bei richtiger Durchbildung des Generatorsystems, geeigneter Wahl der Motorgröße und genügendem Kompressionsverhältnis Betriebswerte erreicht werden, welche denen eines Benzinmotors ziemlich gleichwertig sind. Es hat dies insbesondere die deutsche Versuchsfahrt von vorigem Herbst über eine Strecke von durchschnittlich 12.700 km erwiesen. Die im Anfang der Entwicklung bei allen Generatoranlagen eingetretenen Mängel können zur Zeit als weitgehend beseitigt betrachtet werden, wobei gleichzeitig auch die Wartung auf ein Minimum herabgesetzt werden konnte. Es war dies wohl auch der Hauptgrund, weshalb sich in Frankreich trotz der seit Jahren zugestandenen Steuererleichterung und den wiederholten Wettbewerben der Holzvergaser nicht rascher durchzusetzen vermochte.

Die Abbildungen 2—4 zeigen einige der meist verwendeten Generatortypen. Je nach dem Erzeugungsland sind die einen oder andern mehr bevorzugt. Die größte Verbreitung hat sich bis heute der Imbertvergaser zu verschaffen gewußt, indem in den meisten Staaten Konstruktionsfirmen diese Lizenz erworben haben. Dabei stimmt jedoch auch bei diesen nur die prinzipielle Ausgestaltung des Generators überein, während die Zubehöreteile, welche eine gleich wichtige Rolle spielen, je nach Erstellfirma verschieden sind. Da demnächst eine Publikation: « Versuche an Holzgasgeneratoren » über die im Auftrag der « Schweizerischen Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe » durch die eidgenössische Materialprüfungsanstalt durchgeführten Versuche mit Holzvergasern erscheint, treten wir auf keine nähere Beschreibung ein. Aus den Abbildungen 5—7 ist deren Einbau in einige Versuchsfahrzeuge der eidgenössischen Postverwaltung und aus den Bildern 8 und 9 deren Bedienung ersichtlich. Auch über die damit erzielten praktischen Versuchsergebnisse wird der erwähnte Bericht Aufschluß erteilen.

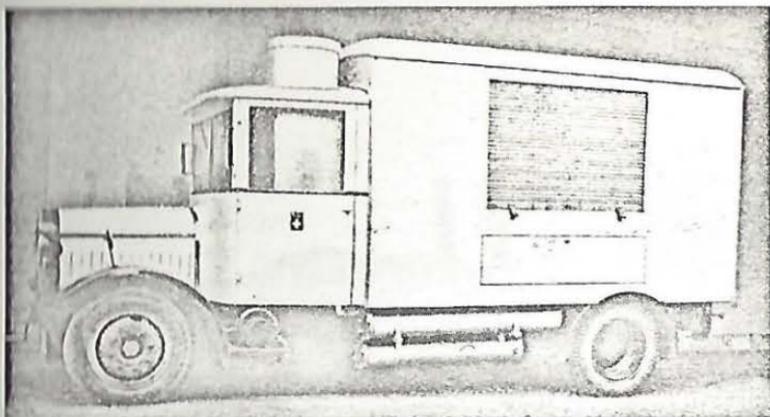


Abb. 5. Versuchswagen der eidg. Postverwaltung im Ortsdienst Zürich. Bernamotor mit Imbert-Generator, eingebaut im Februar 1934.

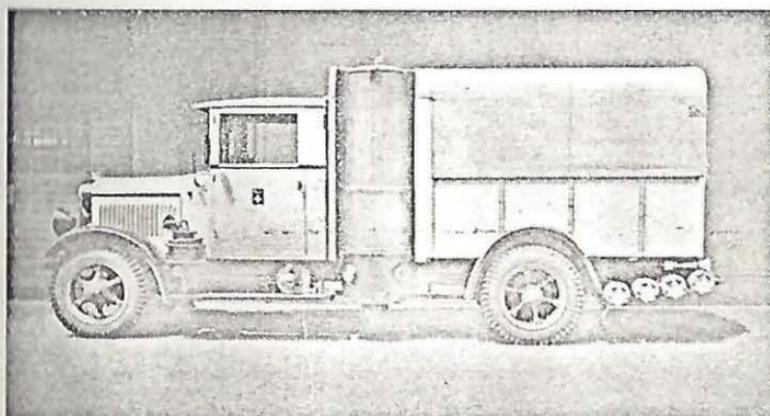


Abb. 6. Versuchswagen der eidg. Postverwaltung der Strecke Chur—Lenzerheide und St. Moritz—Maloja. Saurermotor mit Deutz-Generator, im Betrieb seit März 1935

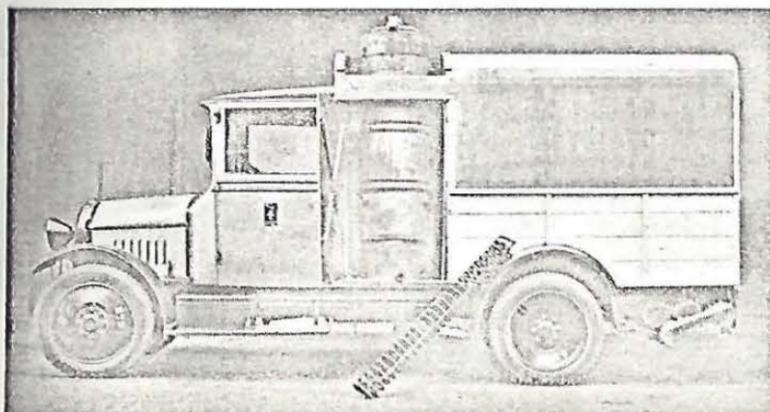


Abb. 7. Versuchswagen der eidg. Postverwaltung im Ortsdienst Zürich. Martinimotor m. Kromag-Generator, im Betrieb seit Mai 1935.



Abb. 8. Postfourgon mit Bernamotor und Imbert-Holzvergaser. Die Abbildung zeigt das Einfüllen des Holzes am Morgen vor der Inbetriebnahme.



Abb. 9. Einbau des Vergasers im Führersitz. Die Abbildung demonstriert die Einfachheit des Anzündens zur Inbetriebnahme.

Mit solchen Generatorsystemen sind in den letzten beiden Jahren, ganz besonders anlässlich der I. Internationalen Alpenwertungsfahrt mit Ersatzbrennstoffen, am Rallye Automobile International des Carburants de Remplacement Rome—Paris 1935 und schließlich an der deutschen Versuchsfahrt mit heimischen Treibstoffen im Herbst vorigen Jahres unter schwierigsten Be-



Abb. 10. Berna-Wagen mit Imbertholzgas auf der Klausenstraße.

dingungen erfolgreiche Wertungsfahrten durchgeführt worden, die ihre Verwendbarkeit restlos erwiesen haben. Abbildung 10 und 11 bringen zwei der teilnehmenden Fahrzeuge an der ersteren Fahrt zur Darstellung, während Abbildung 12 einen der erstprüfmierten Wagen am französisch-italienischen Wettbewerb zeigt. Diese Bilder sollen gleichzeitig die Vielseitigkeit der Einbaumöglichkeiten der verschiedenen Generatorarten demonstrieren.

Die neuste schematische Anordnung der schweizerischen Imbert-Gas AG. in Aarau geht aus Abbildung 13 hervor, ferner einer der neusten, damit ausgerüsteten Wagen aus Abb. 14. Der Feuerherd (Diabolo) ist nunmehr aus bestem hochlegierten, feuerbeständigem Chromnickel-Stahlguß erstellt, die obere Partie des



Abb. 11. Saurer-Omnibus mit Kromag-Holzgasgenerator; eingebaut am Wagenende.

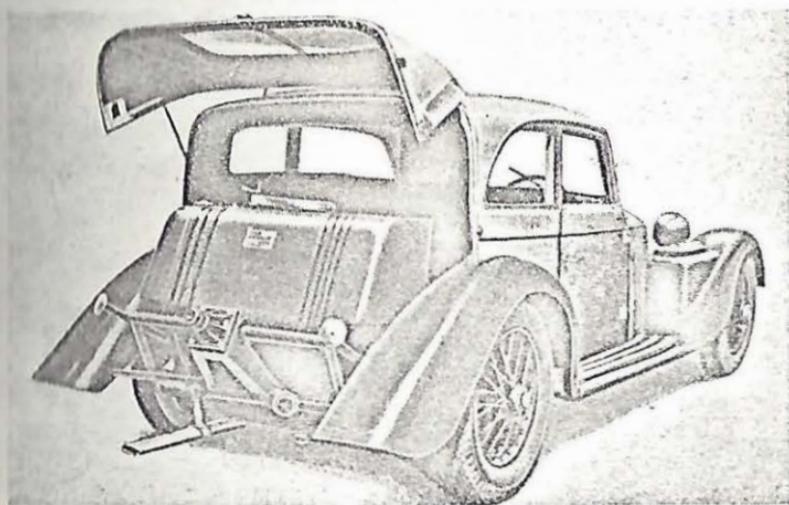


Abb. 12. Personenwagen Alfa-Romeo mit Dux-Generator.

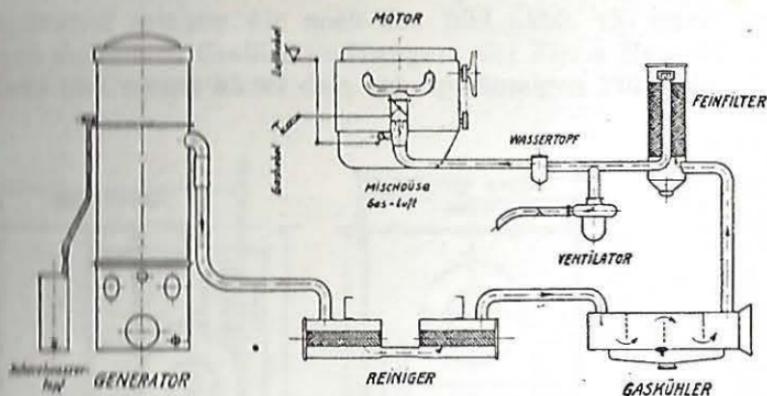


Abb. 13. Schema einer Imbert-Holzgasanlage für Lastwagen.  
Neue Bauart Imbert-Gas AG. in Aarau.

Außenmantels und der innere, mit der Feuerzone in Berührung kommende Mantel aus rostfreiem Stahlblech. Ein Rüttelsieb sorgt für die Ausscheidung der feinen Kohlenstaub- und Aschepartikelchen, um eine Verstopfung der Vergaserzone zu vermeiden. Totfaller und Kühler sind im Gegensatz zu früheren Einbauarten unter der Wagenbrücke angeordnet, wogegen jetzt der Generator in allen Fällen, wo es sich nicht um Kippwagen handelt, hinter dem Fahrersitz eingebaut wird.

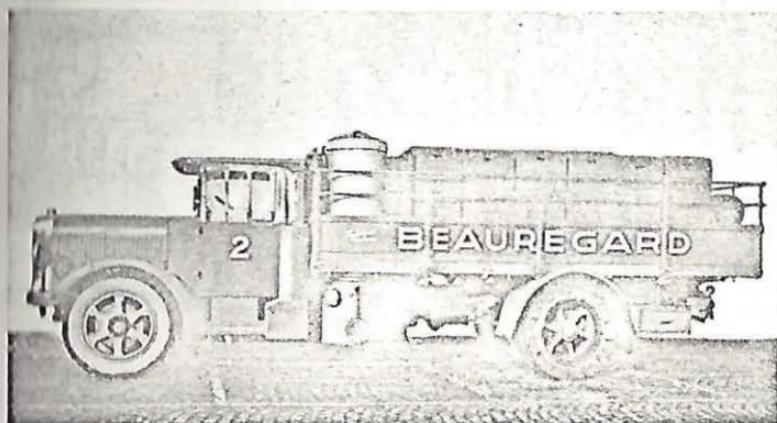


Abb. 14. Der neue Imbert-Generator eingebaut in einen Saurer-5-Tonnen-Lastwagen. Vor dem Generator der Feinfilter, hinter der Hinterachse der Grobreiniger. Der Gaskühler auf der andern Wagenseite zwischen Vorder- und Hinterachse nicht sichtbar.

Ergänzend bringen wir noch das Bild (Abb. 15) eines dreiecksigen deutschen Großlastkraftwagens der Firma Henschel mit der Linka und rechts hinter dem sehr geräumigen Führersitz ein-

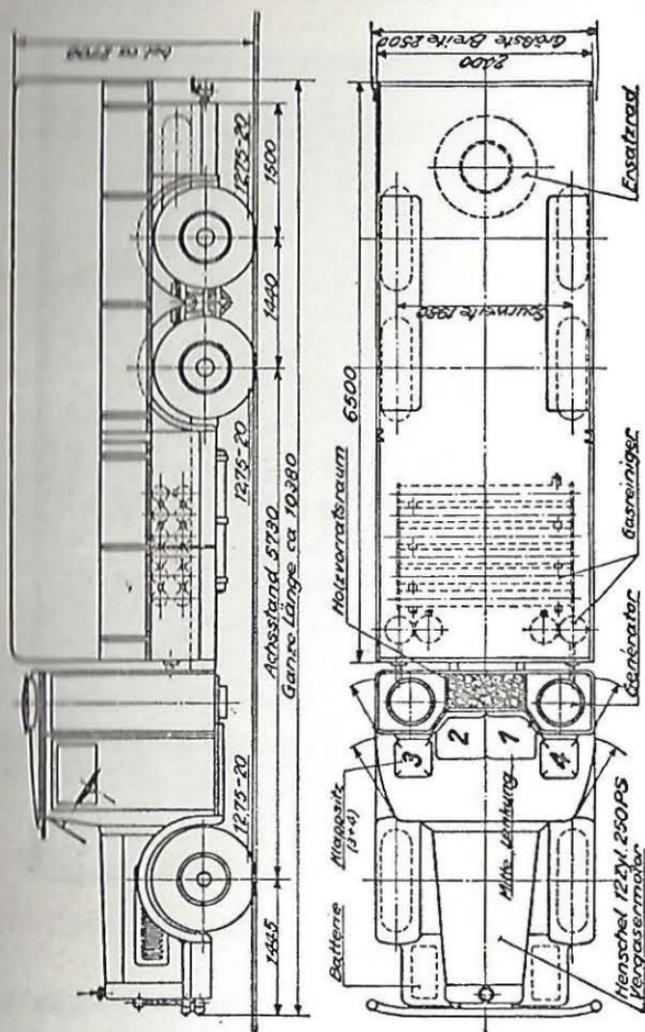


Abb. 15. Großlastwagen mit 12 Zyl.-250 PS-Henschel-Motor und Deutz-Doppelgasanlage. Generatoren links und rechts vom Führersitz eingebaut, dazwischen Holzvorratsraum.

gebauten Deutz-Doppel-Holzvergaseranlage und zwischenliegendem großem Holzvorratsraum, berechnet für einen Aktionsradius von 400—500 km bei einer Nutzlast bis zu 20.000 kg mit Einschluß des Anhängers. Abbildung 16 bringt ferner eine stationäre Deutz-Gasgeneratoranlage zur Darstellung für eine Leistung von 40 PS.

Große Wichtigkeit hat einer gut durchgebildeten Reiniger- und Kühlanlage zu schenken. Neben Holzwoleeinlagen arbeiten solche Systeme mit Prallblechreiniger (mit oder ohne Leinwandfilter), andere mit einem Einsatz von Raschigringen, letztere beiden von dem Bestreben ausgehend, dem Gas einen möglichst ge-

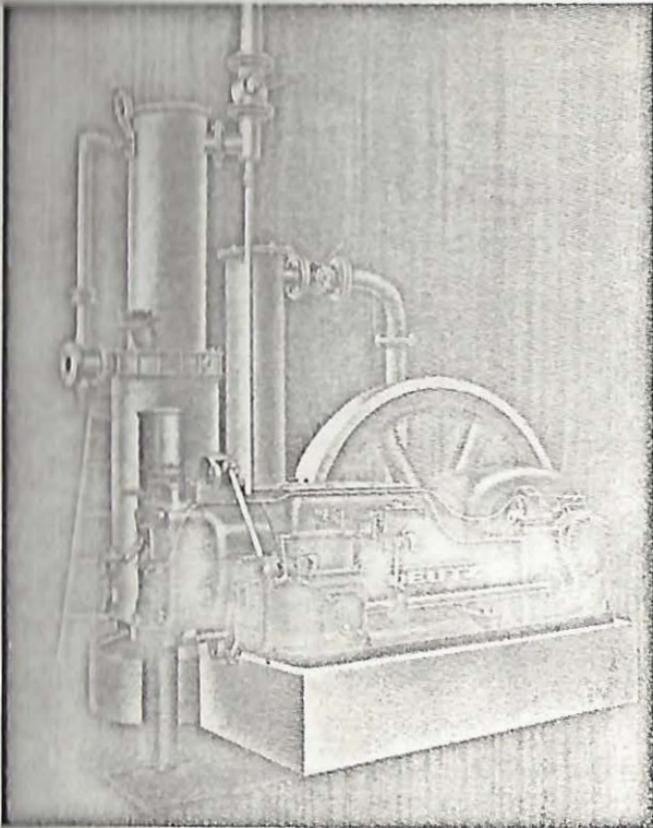


Abb. 16. Stationäre Deutz-Gasgeneratoranlage.

ringen Durchgangswiderstand zu bieten. So arbeitet auch der neue schweizerische Imbert sowohl im Hauptreiniger als im Feinfilter mit solchen Raschigringen von verschiedener Größe. Bei den von Humboldt-Deutz als Reiniger verwendeten 2 Fliehkraftreinigern oder Zyklonen (Abb. 17) wird der tangential eingeführte Gasaustaus einem starken Richtungswechsel unterzogen und zentral abgeführt. Die Staubteilchen werden so durch die Wirbelwirkung nach aussen geschleudert und in einem Staubbehälter gesammelt.

Diese Art der Reinigung hat den großen Vorteil des geringsten Druckverlustes und einer sehr intensiven Reinigungswirkung. Die Reinigung ist von großem Einfluß auf die Zylinderabnutzung und die Oelverschmutzung. Bei der deutschen Versuchsfahrt haben allerdings genaue Messungen ergeben, daß für die Unterschiede im Zylinderverschleiß nicht der Staubgehalt an sich, sondern erst seine Verbindung mit der Treibstoffart verantwortlich ist. Bei den

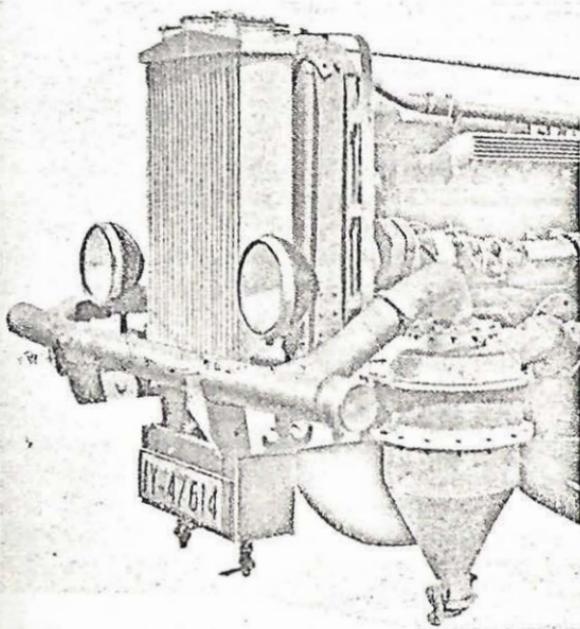


Abb. 17. Doppelseitiger Fliehkraft-Gasreiniger. Die Gasleitung als Stoßstange ausgebildet.

gleichen Versuchen ging aus den rund 8000 Meßwerken hervor, daß an der Oelverschmutzung im Fahrzeugmotor in allererster Linie der benützte Treibstoff Anteil hat und daß die Schmierölverfälscherung eines sachgemäß gewählten Motorenöls demgegenüber zurücktritt. Holzgas macht sich nun aber als Teerbildner durch eine starke Versäuerung, insbesondere aber durch eine erhöhte Versäuerung des gealterten Oels bemerkbar. Holzkohle steht in dieser Beziehung als teerfreier Betriebsstoff erheblich günstiger da. Eine häufigere Oelerneuerung ist daher beim Verbrennungsbetrieb Grundbedingung. Auch müssen die Reiniger am Fahrzeug an leicht zugänglicher Stelle untergebracht sein, damit

ihre Prüfung und Reinigung jederzeit möglich ist. Das gleiche ist der Fall in bezug auf die Gasleitungen mit Rücksicht auf die Kondensatbildung und die Ablagerungen, die schließlich zu einer Querschnittsverengung führen.

Wichtig ist auch die Rolle des Gaskühlers, um ein möglichst hohes Füllungsge wicht im Motor zu erhalten. In der Mehrzahl werden heute noch diese Kühlrohre oder Röhrensysteme hinter der Hinterachse oder jedenfalls zwischen Vorder- und Hinterrädern angebracht. Neuere Einbauweisen gehen jedoch dazu über, den Röhren- oder Rippen-Gaskühler vor dem Wasserkühler des Motors (Abb. 18) oder in wenig ästhetischer Weise über dem Führersitz (Abb. 19) anzuordnen. Allgemein hängt der Reinheitsgrad des Holzgasen von der wirksamen Anordnung des Gaskühlers im Fahrtwind ab.

Im fahrtechnischen Verhalten ist zunächst auf die Frage der durch die ganze Generatorenanlage hervorgerufenen Gewichtsbelastung hinzuweisen, die so hoch ist, daß bei kleineren Fahrzeugen durch die bedeutende Verringerung der Nutzlast die Anwendung von Generatoren jeden Systems, gleichgültig ob Holz, Holzkohle, Braunkohle, Torf usw. untragbar wird, wozu in den meisten Fällen noch die Mehrbelastung durch die Triebstoffreserve hinzukommt. Darin ist der Grund zu suchen, weshalb er in der Hauptsache nur auf Großfahrzeugen, wie Schwerlastwagen, Omnibussen und Schleppern Anwendung gefunden hat. Vergleichsuntersuchungen über seine Wirtschaftlichkeit haben ergeben, daß dieselbe bei einem 3-Tonnen-Lastwagen ungefähr bei einer Jahresleistung von 20,000 km beginnt und diese Untergrenze um so niedriger liegt, je größer der Kraftwagen ist. Ungünstig liegen diese Verhältnisse insbesondere bei einem Vergleich mit dem Dieselantrieb. Erst bei schweren Wagen und sehr hohen Jahresleistungen kann diese Wirtschaftlichkeit unter günstigsten Voraussetzungen (billigster Holzpreis, geringster Verschleiß, reduzierte Wartung) dem Dieselbetrieb gleichkommen, während gegenüber anderen Brennstoffen viel eher ein wirtschaftlicher Vorteil herausgeholt werden kann.

Der Leistungsabfall des Motors bedingt soweit als zulässig eine Erhöhung der Kompression oder jedenfalls die Wahl eines größeren Motors als für den Benzinbetrieb. Die höhere Verdichtung erfordert höhere Zündspannungen, demzufolge eine verstärkte Ausführung der Batterie, der Zündeinrichtung, sowie des Anlassers.

Frankreich hat in neuster Zeit den Generator « Brandt » herausgebracht, eine Ergänzung des Bagnuloverfahrens, der gestattet, sowohl auf dem Explosionsmotor als in einer Art « Halbdiesel » alle flüssigen Brennstoffe, ob leicht, mittel oder schwer,

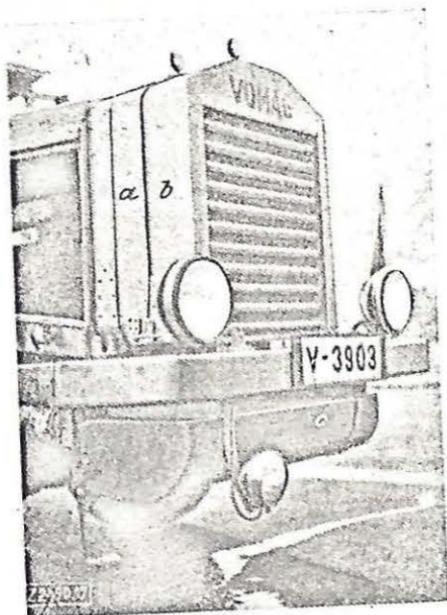


Abb. 18. Gaskühleranordnung vor dem  
Wasserkühler  
a = Wasserkühler des Motors.  
b = Gaskühler.  
c = Kondensatbehälter zu b.

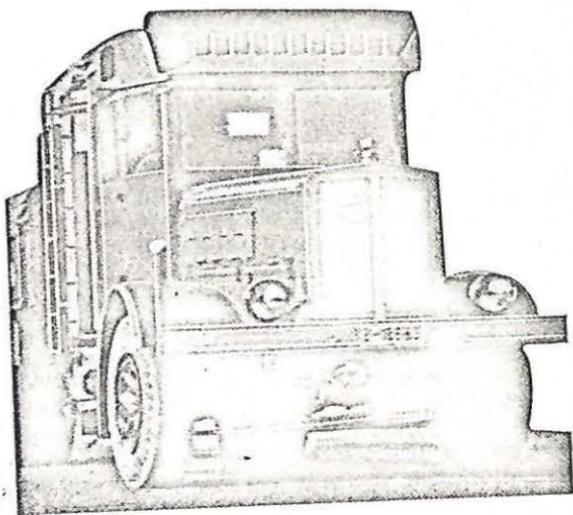
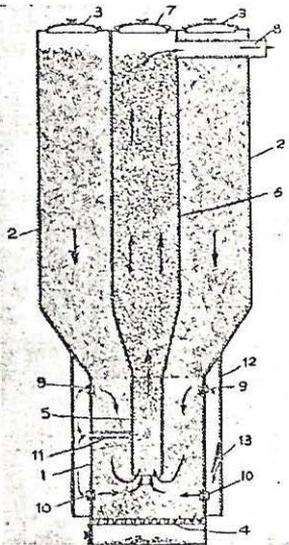


Abb. 19. Kühleranordnung über dem Führersitz an  
einem Büssing-NAG-Wagen mit Holzvergaser (links).

zu verwerten und ebenso die aus festen Brennstoffen hervorgegangenen, sei es für sich allein oder durch Mischung mit den flüssigen Treibstoffen. Der Generator « Brandt » (Abb. 20) kann ebensogut Holz, als Holzkohle, als Oele, als Oelkerne vergasen. Der schweizerische Delegierte an der letztjährigen Jahresversammlung des « Comité International permanent du Carbone-Carburant » schreibt hierüber :



- 1 = Feuerzone.
- 2 = Holzbehälter.
- 3 = Eiofülldeckel.
- 4 = Feuerrost.
- 5 = Reduktionskolonne.
- 6 = Fülltrichter für die Reduktionskolonne.
- 7 = Deckel zu 6.
- 8 = Gasaustritt.
- 9 = Obere Luftdüsen.
- 10 = Untere Luftdüsen.
- 11 = Zusatzluft (im neueren Modell weggelassen).
- 12 = Äusserer Mantel.
- 13 = Reduktionsventil.

Abb. 20. Schema des Gasgenerators Brandt.

« Eine effektive Neuheit ist mit dem Generator „Brandt“ verwirklicht worden. Als Ausgangsprodukt verwendet er Holz. In einer zentral gelegenen Kolonne wird das Holzgas über glühende Holzkohle geleitet, wodurch eine Reduktion und gleichzeitig eine Reinigung des Gases erzielt wird. Man erreicht dadurch eine Umwandlung aller verbrennbaren Destillationsprodukte, welche von der Holzschwelung herühren und anlässlich ihrem Durchgang durch die Feuerzone nicht aufgespalten wurden, in ein permanentes Gas. Da eine vollständige Zersetzung aller teerartigen Bestandteile stattfindet, ist natürlich das Gas viel heizkräftiger. Der Apparat kommt also im Grunde genommen einem Imbertgenerator gleich, dessen Zone der auf Rotglut gebrachten Holzkohle bedeutend verlängert wurde und sich im innern, statt im äußern Teil des Generators befindet, wie dies beim „Imbert“ der Fall ist. Der Apparat ist heute noch nicht auf den Markt gebracht, doch

soll selbno serienweise Fabrikation demnächst aufgenommen werden. Vergogenwärtigt man sich die rege Nachfrage nach Vergaserapparaten in Frankreich, so kann vorausgesehen werden, daß der Generator „Brandt“, welcher einen wirklichen Fortschritt auf dem bisher Bestehenden darstellt, rasch einen großen Aufschwung nehmen wird. Das Gewicht des Apparates zusammen mit den Reinigungselementen erreicht nur zirka 180 kg. was ebenfalls als bedeutender Fortschritt gegenüber vielen der bisher verwendeten anderen Systeme zu betrachten ist. »

Ein Kapitel für sich bildet die Schaffung einer weitverzweigten Tankorganisation für geeignetes Holz im richtigen Mischungsverhältnis. In einigen Ländern hat die Forstwirtschaft diese Organisation bereits an die Hand genommen. Neben dem Holzpreis spielt auch die Verpackung für eine bequeme Einlagerung im Wagen und eine rasche, saubere Einfüllung in den Generator eine Rolle. Nun hat man aber in letzter Zeit gerade bei der deutschen Versuchsfahrt mit den benötigten Papiersäcken nicht die besten Erfahrungen gemacht. Sie genügten nur in dreifachen Papierlagen mit verstärktem Kreuzboden. Da sie im allgemeinen nur einmal verwendet werden können, werden auf diese Weise die Triebstoffkosten nicht unwesentlich erhöht, so daß zweifellos diesem Teil der Brennstoffversorgung noch ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

## b) Flaschengas.

Zu unterscheiden ist zunächst zwischen Gasen, die auch bei hoher Verdichtung und bei normaler Außentemperatur gasförmig bleiben, wie Wasserstoff, Koksofengas, Leuchtgas und Methan und solchen, die bei verhältnismäßig niedrigen Drücken flüssig werden, wie die Edel- oder Reichgase Propan, Butan und Ruhrgasol. Grundsätzlich ist zu bemerken, daß jeder normale Verbrennungsmotor mit Fremdzündung ohne Schwierigkeiten statt mit flüssigem Brennstoff auch mit Brenngas betrieben werden kann. Alle angeführten Gase unterscheiden sich in ihrer motortechnischen Eignung nicht wesentlich voneinander, wogegen sie jedoch im Heizwert sehr verschieden sind, der zwischen 3800 bis 30.000 Kalorien variiert. Diese Unterschiede sind für ihre Brauchbarkeit im Fahrzeugbetrieb von größter Bedeutung, da von ihnen das Mitführen einer bestimmten Gewichtsmenge Gases abhängt, welches der für den Antrieb des Motors benötigten Energiemenge entspricht. Immerhin bleibt zu bemerken, daß die Reichgase nur in beschränktem Umfange zur Verfügung stehen, so daß bei ihnen von einer eigentlichen Entlastung des Treibstoffmarktes nicht gesprochen werden kann. Dasselbe gilt übrigens auch für das in den Kläranlagen und in den großen Kokeereien bei der Wasserstoffgewinnung anfallende Methangas.

Beim Motorenmethan handelt es sich um ein durch Aethan und Aethylen angereichertes Methan. (Abb. 21.) In diesem Zusammenhang ist schließlich auch noch das Blaugas zu erwähnen, wie es zur Speisung der Zeppelinmotoren zur Verwendung gelangt.

Der Verwendungsbereich dieser Flaschengase ist mehr oder weniger an ihre Erzeugungsorte gebunden, worunter natürlich die Gegenden mit großen Gaserzeugungsanlagen (Kokereien, Gaswerke zu städtischen oder industriellen Zwecken) bevorzugt bleiben.

Als erheblicher Nachteil wird zunächst einmal die ständig wechselnde Zusammensetzung des Leucht- und Kokereigases empfunden. Die nicht verflüssigbaren Gase müssen auf einen sehr hohen Druck verdichtet werden. Als richtig wird zur Zeit ein Druck von zirka 200 Atm. angesehen. Der Anwendung der hohen

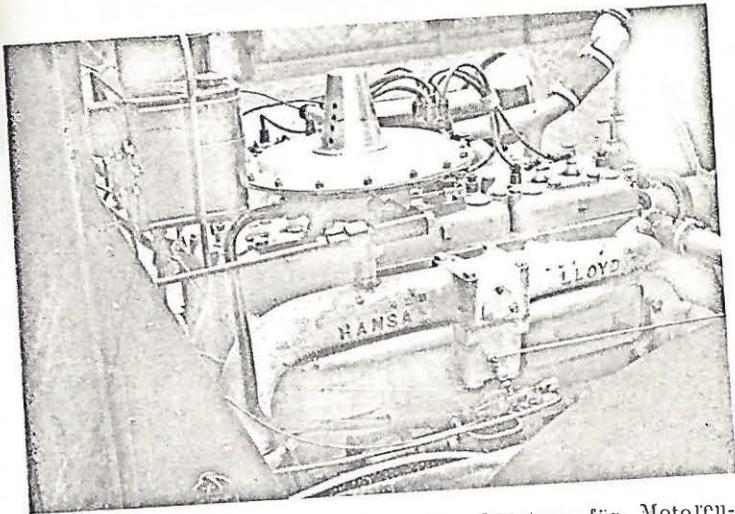


Abb. 21. Apparatur eines Hansa-Lloyd-Motors für Motorenmethan.

Druckgase waren in Deutschland die bisherigen Polizeivorschriften über Höchstdruckbegrenzung und Materialbeschaffung der Abfüllflaschen hinderlich, da nur 150 Atm. zugelassen waren und Flaschengewichte von 76 kg erforderten, die für rund 40 Liter oder 6 cbm Gasmenge ausreichten. (Abb. 22 u. 23.) Es führte dies bei einem einigermaßen großen Aktionsradius des Wagens sofort

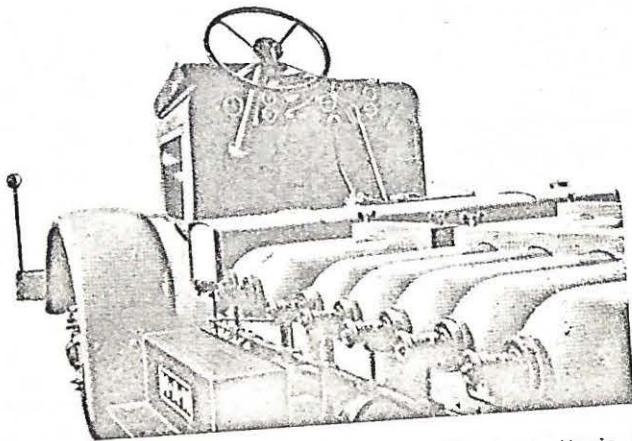


Abb. 22. . MAN-110 PS-Lastwagen mit Flaschenbatterie für Speichergasbetrieb.

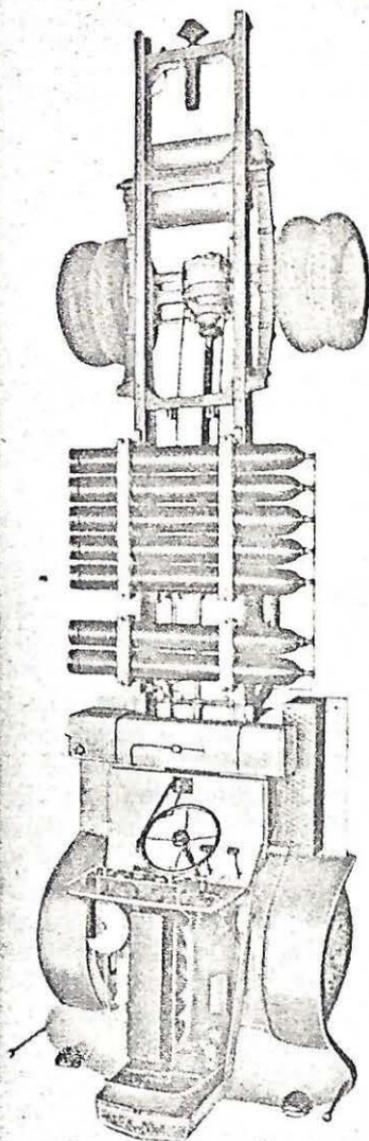


Abb. 23. Die Flaschenanordnung an einem Treibgaswagen MAN.

zu einer ganz beträchtlichen Gewichtsvermehrung resp. Herabsetzung der verbleibenden Nutzlast. Während in England und Frankreich schon geraume Zeit Stahlflaschen aus hochwertigem legiertem Stahl oder einer zugfesten Aluminiumlegierung mit Stahldrahtbewicklung zugelassen waren, die selbst für 200 Atm. bemessen nur die Hälfte der vorerwähnten Flaschen wogen, änderte sich dies in Deutschland erst mit dem Erlaß des Reichswirtschaftsministeriums vom 10. Januar 1935, der vorläufig den Mannesmannröhrenwerken in Düsseldorf und den Deutschen Röhrenwerken das Recht zur Herstellung von Leichtflaschen aus einem Chrom-Nickel-Molybdänstahl einräumte. Mit den neuen Flaschen kann bei 50—75 Liter Gasfüllung ein wesentlich größerer Aktionsradius gewonnen werden. Trotzdem spricht für eine allgemeine Verbreitung des Treibgases aber immer noch die Bahnfracht eine wesentliche Rolle mit. Eine weitere Schwierigkeit bei den auswechselbaren Flaschen ist noch darin zu suchen, daß sie eine Normierung und eine einheitliche Anbringung am Fahrgestell erfordern. In der Schweiz sind für den Bahntransport bereits im Reglement von 1894 für Leuchtgas 200 Atm. zugelassen, wobei allerdings für die Abfüllflaschen ebenfalls strenge Materialprüfungsvorschriften bestehen.

Die Gewichtsfrage schließt von vorneherein die Verwendung auf Personenautomobilen aus. Beim Lastwagen wird das Verhältnis zwischen Nutzlast und dem benötigten Flaschengewicht immer ungünstiger, je größere Reichweiten verlangt werden. Als richtig ist erkannt worden, daß man jedenfalls bei der Wahl der Fahrzeuge für Flaschengasbetrieb nicht unter einen 2-Tonnenwagen und mit der geforderten Kilometerleistung nicht über 150 km Gesamtflascheninhalt gehen sollte. Es hat dies die Frage nahegelegt, ob nicht besser die Flaschenabfüllung an der Tankstelle direkt in die mit dem Wagen fest verbundenen Flaschen vorgenommen werden sollte (Abb. 24), wobei diesen Vertriebsstellen das Gas unter normalem Druck angeliefert und erst dort komprimiert würde. Dem stehen einmal die hohen Installationskosten von Anlagen für die in Betracht kommenden Gasdrücke bis 200 Atm. entgegen. Zudem hängt die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Gastankstelle mit eigener Kompressionsanlage stark mit einer gleichmäßigen und möglichst dauernden Ausnutzung zusammen. So sind denn solche Anlagen bisher nur in wenigen ausgesprochenen Großvertriebsstellen realisiert worden, wie in Stadtgebieten oder Industriezentren, wo durch die Kommunalbetriebe, die Autobahnhöfe, die Betriebe der Postverwaltung (in Deutschland auch Reichsbahn) usw. obige Bedingung erfüllt ist. In Berlin plant man die Errichtung von zunächst 30 Gastank-

stellen mit städtischem Leuchtgas an den verschiedenen Endpunkten der Autobuslinien. Eine erste solche Zapfstelle ist bereits von den Berliner städtischen Gaswerken errichtet und in Betrieb genommen worden. Die Ueberfüllung des Gases in die am Wagen fest verankerten Stahlflaschen erfolgt durch Ausgleichbehälter mit einem Ueberdruck von zirka 350 Atm. Die Zeit der Ueber-

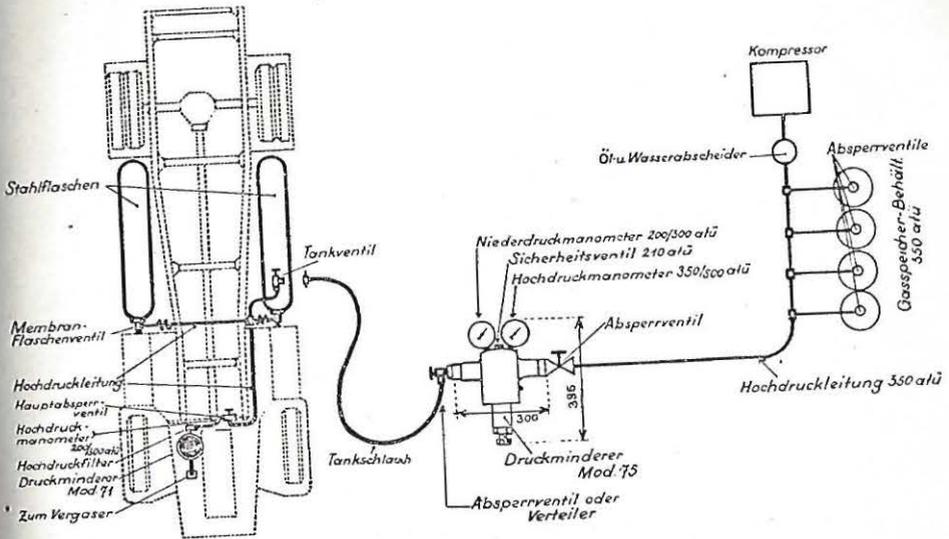


Abb. 24. Schematische Darstellung einer Speichergasanlage (Flaschengas) für Lastwagen und Omnibusse.

füllung nimmt nur 3—5 Minuten in Anspruch, also weniger als das Tanken flüssiger Brennstoffe.

Diese Kompressorstation (Abb. 25/26) bietet auch technisch interessante Einzelheiten. Die Ansaugleistung des fünfstufigen Kompressors beträgt  $160 \text{ m}^3/\text{h}$ . Das Gas wird durch ein Fäscin-Filter angesaugt und mit 300—350 Atm. in 3 Ausgleichbehältern mit insgesamt 750 l Wasserinhalt gedrückt. Die Abfüllung des Gases erfolgt in die Stahlflaschen unter Entspannung auf 200 Atm. vermittle Pressschlauch. Die Anlage arbeitet vollautomatisch.

Auch die Stadt Wien will ab Frühjahr 1936 25 Kommunalfahrzeuge auf Gasantrieb umstellen und zu diesem Zwecke eine

stellen mit städtischem Leuchtgas an den verschiedenen Endpunkten der Autobuslinien. Eine erste solche Zapfstelle ist bereits von den Berliner städtischen Gaswerken errichtet und in Betrieb genommen worden. Die Ueberfüllung des Gases in die am Wagen fest verankerten Stahlflaschen erfolgt durch Ausgleichbehälter mit einem Ueberdruck von zirka 350 Atm. Die Zeit der Ueber-

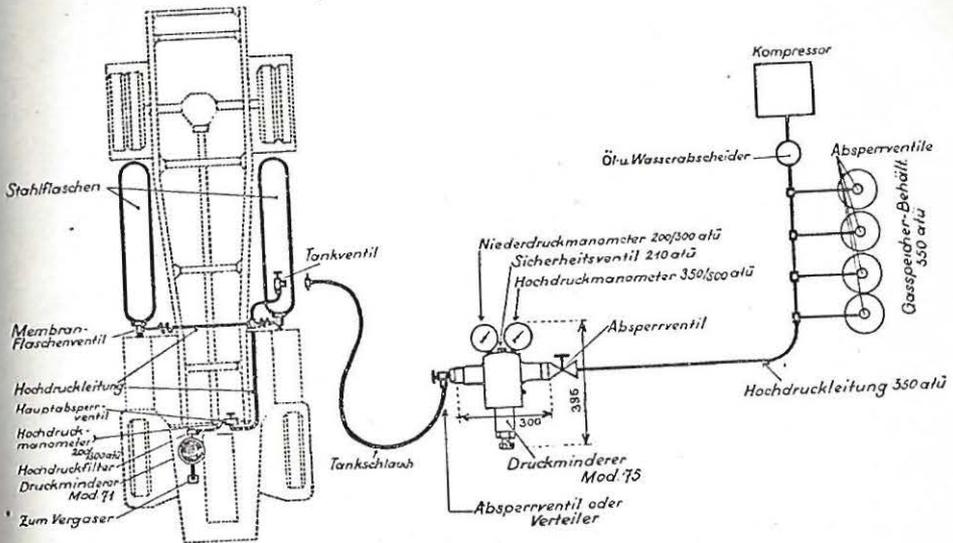


Abb. 24. Schematische Darstellung einer Speichergasanlage (Flaschengas) für Lastwagen und Omnibusse.

füllung nimmt nur 3—5 Minuten in Anspruch, also weniger als das Tanken flüssiger Brennstoffe.

Diese Kompressorstation (Abb. 25, 26) bietet auch technisch interessante Einzelheiten. Die Ansaugleistung des fünfstufigen Kompressors beträgt  $160 \text{ m}^3/\text{h}$ . Das Gas wird durch ein Ficin-Filter angesaugt und mit 300—350 Atm. in 3 Ausgleichbehältern mit insgesamt 750 l Wasserinhalt gedrückt. Die Abfüllung des Gases erfolgt in die Stahlflaschen unter Entspannung auf 200 Atm. vermittels Preßschlauch. Die Anlage arbeitet vollautomatisch.

Auch die Stadt Wien will ab Frühjahr 1936 25 Kommunalfahrzeuge auf Gasantrieb umstellen und zu diesem Zwecke eine

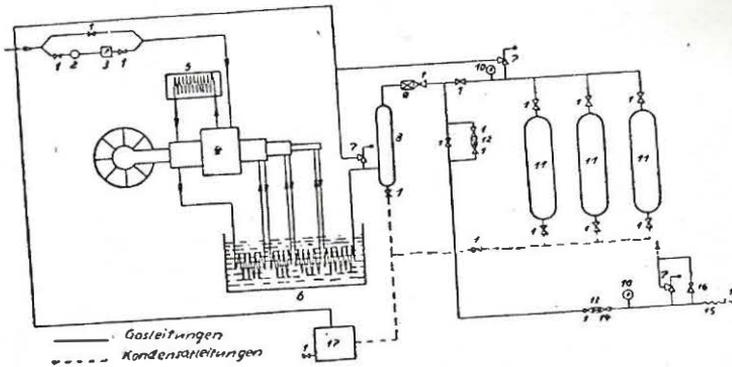


Abb. 25. Schema der Gastankstelle Gaswerk Berlin.

1. Absperrorgane.
2. Staubfilter.
3. Gasmesser.
4. Kompressor.
5. Zwischenkühler.
6. Kühlgefäß.

7. Sicherheitsventil.
8. Kondensatabscheide-  
flasche.
9. Rückschlagventil.
10. Manometer.
11. Speicherbehälter.

12. Druckminderer.
13. Rohrblechventil.
14. Drosselventil.
15. Tankschlauch.
16. Druckablassventil.
17. Kondensatsammel-  
behälter.

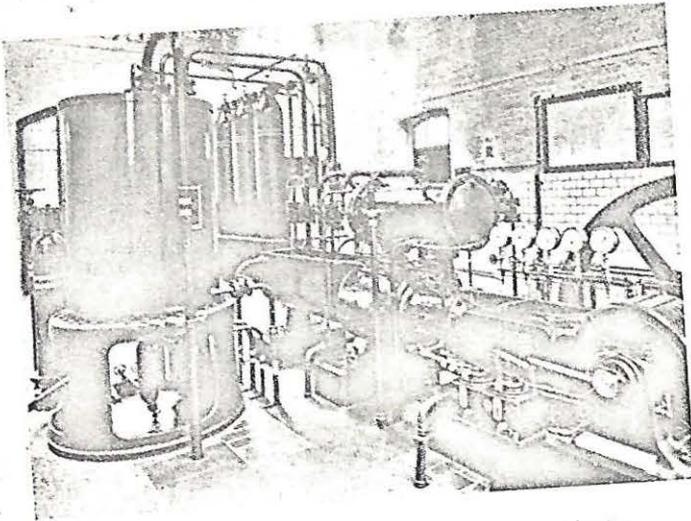


Abb. 26. Innenansicht der Gastankstelle Berlin.

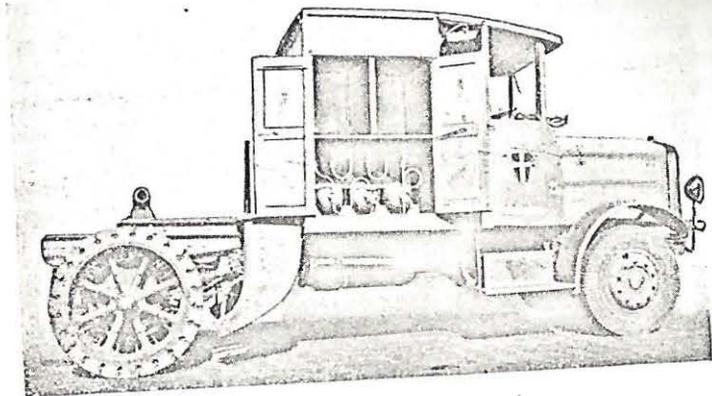


Abb. 27.  
Kommunaltraktor der Stadt Wien, eingerichtet für  
Flaschengasantrieb.

zentrale Füllstation errichten. Bewährt sich die ganze Installation, sollen sofort weitere Wagen des städtischen Fuhrparkes auf diese Antriebsart umgebaut werden. (Abb. 27.)

Die flüssigen Gase, wie die Reichgase Propan, Butan und Ruhrgasol, unterziehen wir keiner näheren Betrachtung, da sie seltener, in unserem Lande überhaupt nicht vorkommen und daher wie Benzin importiert werden müßten (Abb. 28/29). Nur sei

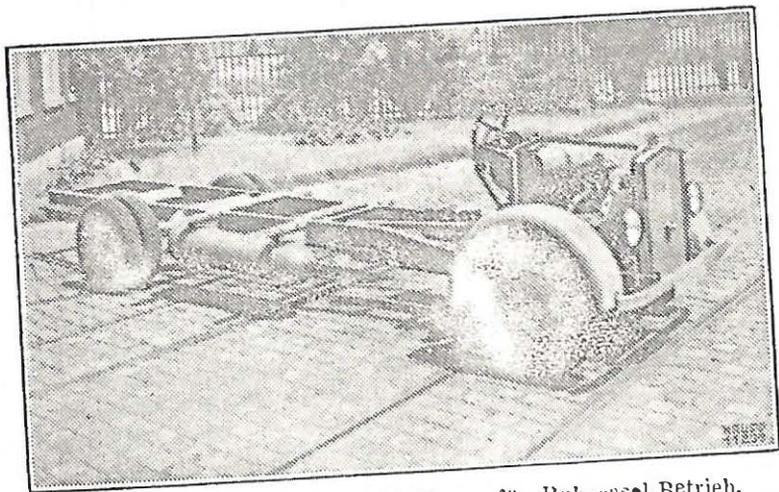


Abb. 28. Omnibus-Fahrgestell Krupp für Ruhrgasol-Betrieb.

erwähnt, daß man hier mit bedeutend geringeren Drücken von 6—15 Atm. auskommt. Butan findet zwar heute bereits in unserem Lande Verwendung zu Kochzwecken in Berggegenden. Das im Rheinland bereits häufig zum Motorenantrieb angewendete Ruhrgasol stellt ein Gemisch von flüssigem Propylen und Propan mit Zusatz von etwas Butan und Butylen dar und darin gelöstem Aethan und Aethylen.

In unserem Lande ist gelegentlich auch die Komprimierung von Holzgas in Diskussion gestellt worden, wodurch die Platz-

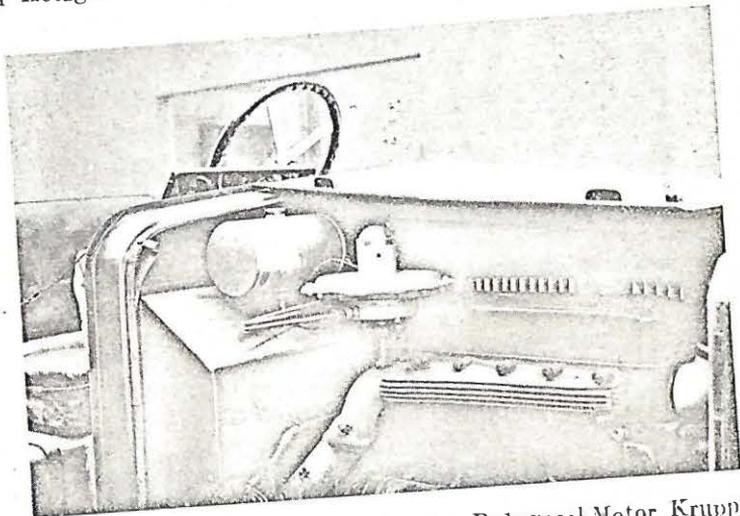


Abb. 20. Niederdruckregler für einen Ruhrgasol-Motor Krupp.

verdrängung auf den Lastwagen durch den Generator eliminiert und eine verallgemeinerte Verbreitung dieses Triebstoffes propagiert werden sollte. Dieser Absicht steht jedoch in erster Linie der geringe Heizwert des Holzgases entgegen.

Der große Vorteil des Treibgasbetriebes besteht darin, daß er in vorhandene Fahrzeuge ohne größere Umbauerfordernisse eingebaut werden kann und vor allem in der sauberen, rückstandsfreien Verbrennung im Motor bei geruchlosem Auspuff, Fortfall jeglicher Schmierölverdünnung, Wegfall der Ölverschmutzung und leichtem Anfahren auch bei strenger Kälte. Einige Gase mit geringerem Heizwert weisen allerdings einen Leistungsabfall auf, der durch entsprechende Kompressionserhöhung ausgeglichen werden muß, während bei den hochwertigen Edelgasen ohne weiteres die normalen Fahrzeugmotoren Verwendung finden können. Abbildung 23 zeigt die Flaschen-

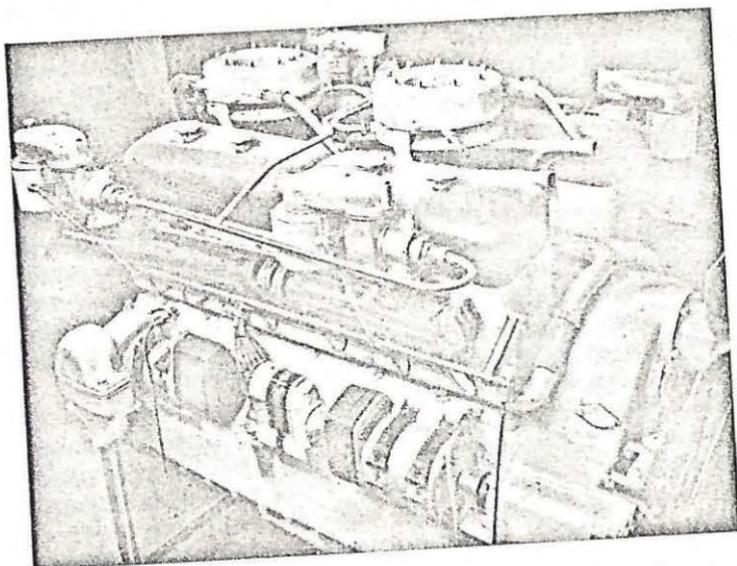


Abb. 30. Gasantrieb eines Büssingmotors. In der Mitte über den Zylinderblöcken zwei Druckregler mit Vorwärmer und Nachverdampfer.

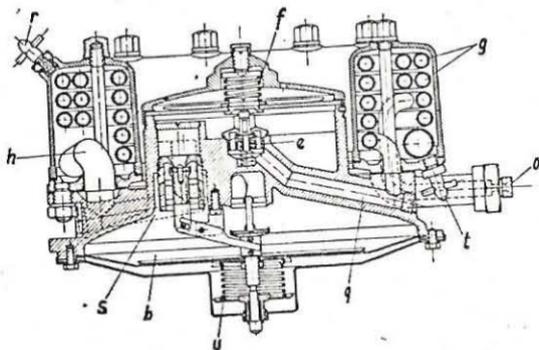


Abb. 31. Schnitt durch den Pallas-Druckregler mit Vorwärmer.

- |                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| b = Nachregler.                    | q = Gaskanal.            |
| c = Eintrittsventil zum Vorregler. | s = Gaskanal.            |
| f = Einstellfeder.                 | u = Einstellfeder.       |
| g = Vorwärmer.                     | r = Entlüftungsschraube. |
| h = Gasrohrwindung.                | t = Ablassschraube.      |
| o = Eintritt in den Vorwärmer.     |                          |

anordnung in einem MAN-Wagen. Der hohe Gasdruck bedingt den Einbau eines Druckreglers, der eine Entspannung von den maximal 200 Atm. auf einen Unterdruck von etwa 10 mm ermöglicht, einen nicht zu hohen Schlußdruck aufweist und bei Nichtentnahme, d. h. bei Stillstand des Motors, absolut dicht hält. (Abb. 30.) Zum Ausgleich des durch diese Entspannung hervorgerufenen Temperaturverlustes und zur Erzielung einer besseren Vernebelung wird mit Vorteil ein Druckregler mit Värmeeinrichtung gewählt. (Abb. 31.) Hierdurch wird das gleichzeitig den Schwankungen der Außenlufttemperatur entzogen und der Druck auf gleicher Höhe gehalten.

Aus den Verbrauchsversuchen hat sich ergeben, daß mit zirka 2 cbm Leuchtgas an Stelle von 1 Liter Benzin-Benzolgemisch gerechnet werden kann. Je nach Gaspreis resultiert hieraus eine mehr oder weniger große Ersparnis gegenüber einem Betrieb mit Benzin, gegenüber dem Dieselbetrieb bleibt jedoch auch der Gasantrieb nur ausnahmsweise wettbewerbsfähig. Immerhin ist es nicht ausgeschlossen, daß sich diese Verhältnisse grundlegend ändern können, wenn es gelingen sollte, vorab die Edalgase in solchen Mengen und zu solchen Preisen herzustellen, daß ihre Anwendung im Fahrzeugbetrieb große wirtschaftliche Vorteile ergäbe.

### c) Alkohol.

Anscheinend steht Spiritus in unbegrenzten Mengen zur Verfügung, weil er aus zucker-, stärkemehl- oder zellulosehaltigen Rohmaterialien hergestellt werden kann. In einzelnen Ländern schlägt man neuerdings sogar die Vergrößerung der Anbauflächen für Kartoffeln, Rüben, Zuckerrohr, Mais usw. vor. Letztere Versorgungsart bleibt aber immer von dem Ernteertragnis abhängig. Als Ausgleich kommt Methylalkohol in Betracht, der als synthetisches Produkt wesentlich billiger als Spiritus hergestellt werden kann, oder dann die Verarbeitung der Sulfitablauge der Zellulosefabriken.

Für die Schweiz steht die Verwendung von Alkohol im Vordergrund einer praktischen Lösung der Ersatzbrennstofffrage. Es bestehen die drei Möglichkeiten der Alkoholbeschaffung:

- a) aus Sulfitablauge;
- b) aus Zuckermelasse;
- c) aus Obstspiritus.

Eine Anlage im Wallis, die sich seinerzeit mit der Herstellung von Alkohol aus Calciumkarbid befaßte, ist wieder eingegangen, da sich das Verfahren als unrentabel erwiesen hat.

Im großindustriellen Verfahren erfolgt die Alkoholherstellung in der Zellulosefabrik Attisholz, wo drei Kolonnen von 9, 12, 30—35 m<sup>3</sup> stündlicher Leistung im Jahre 1934 1,2 Millionen Liter Sulfitspiritus erstellten, entsprechend einer Verarbeitung von täglich zirka 500 m<sup>3</sup> Ablauge. (Abb. 32.) Der Spirit wird in dieser Anlage nur auf 94,0 bis 94,5° rektifiziert, ist somit nicht als Feinsprit anzusprechen, da er nach der Denaturierung zu Brenn zwecken verwendet wird.

Auch der in Aarberg aus Zuckermelasse hergestellte Spiritus wird ebenfalls nicht zu Feinsprit rektifiziert (Abb. 33), da er gleich wie Sulfitspirit nur Brenn zwecken dient und daher auch nicht weiter gereinigt wird. In Aarberg werden jährlich 550.000 bis 600.000 q Rüben verarbeitet, die eine durchschnittliche Alkoholausbeute von 28—30% ergeben.

Die Verwertung des Obstspirit kann nur als Notbehelf in Jahren mit außerordentlich großem Obstertrag oder bei großem Anfall schlechter Obstsorten angesehen werden. Dabei spielt bei der

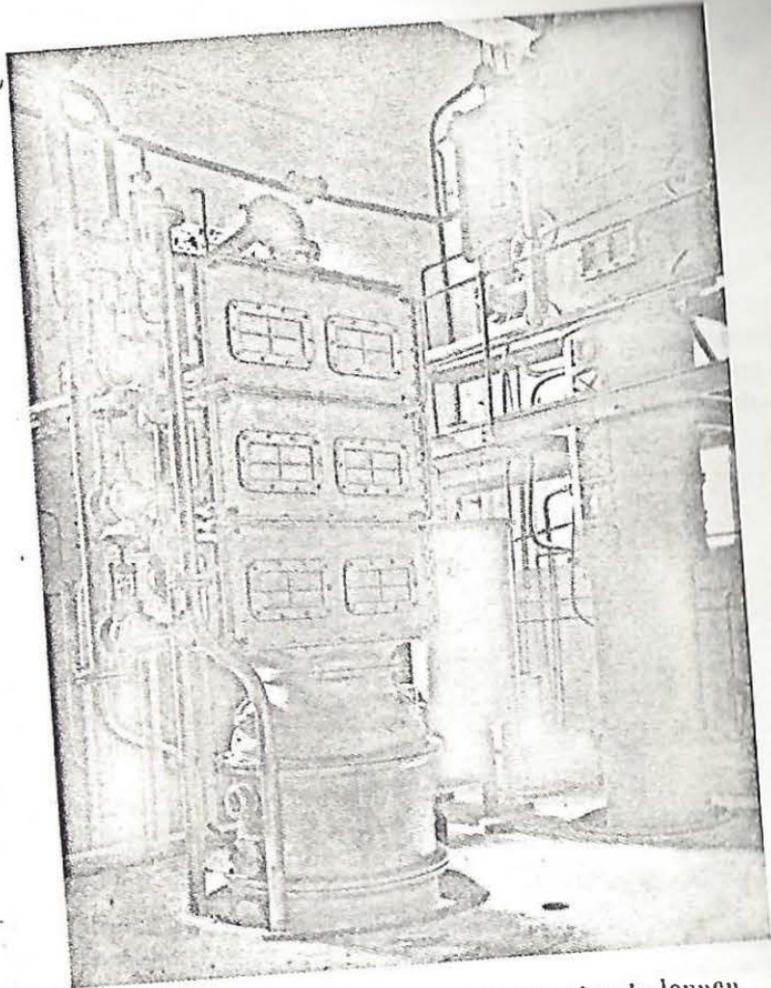
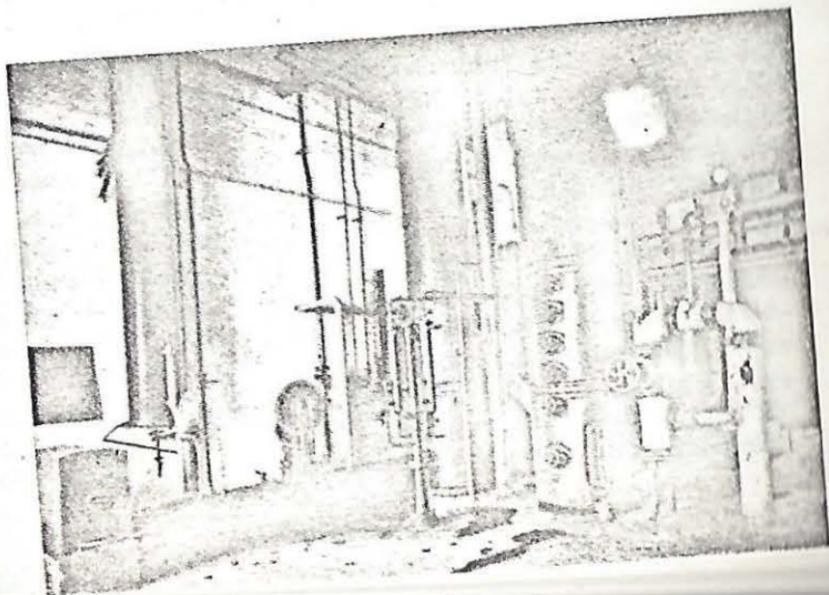


Abb. 32. Oberster Teil der Rektifikationskolonnen  
in Attisholz.



Obstweinerzeugung auch die Verwertung des anfallenden Tresters eine Rolle mit. Weinproduzierende Länder gaben stets fehlerhafte oder geringe Weine zur Verarbeitung auf Sprit, so daß diese Art ihrer Verwendung auch in der Schweiz angeschnitten worden ist.

Von besonderem Interesse ist heute das Holzverzuckerungsverfahren, und zwar nach dem Patent Scholler gleich wie nach demjenigen von Bergius, besonders, wenn es sich in Zukunft bewahrheiten sollte, daß Holzzuckerspiritus zu wesentlich günstigeren Preisen hergestellt werden kann als alle andern Spiriten.

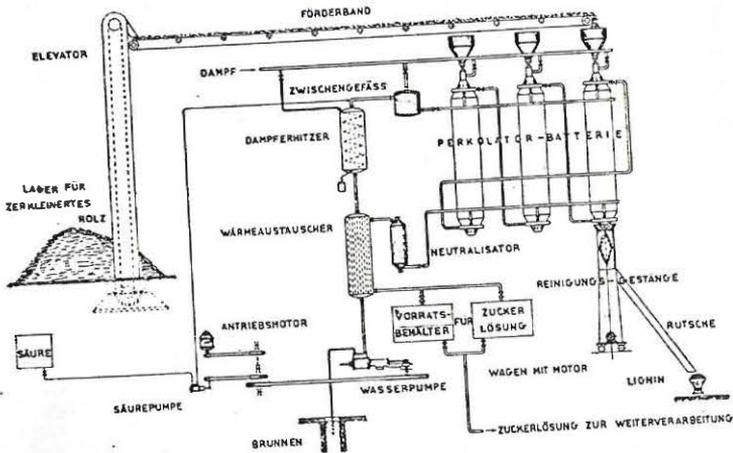


Abb. 34. Schema der Holzverzuckerungsanlage nach dem Scholler-Tornesch-Verfahren.

Bei dem Verfahren Scholler wird das zerkleinerte Holz in der Hitze unter Druck mit verdünnten Säuren behandelt, wobei die entstehende Zuckerlösung mit einem Gehalt von 4 % stetsfort abgezogen wird. (Abb. 34.) Die Anlage in Tornesch besteht aus drei röhrenförmigen Perkolatoren (Abb. 35/36), welche zusammen einen Inhalt von 65,000 Liter besitzen und bei Vollbetrieb zirka 20 Tonnen Holz täglich zu verarbeiten vermögen. Sie werden mit Hilfe von Becherwerk und Förderband von oben mit dem verkleinerten Holz beschickt. Mittelst eines Dampfstoßverfahrens wird das Holz in den Perkolatoren festgepreßt, um möglichst viel Holzsubstanz in den Reaktionsraum einzubringen. Verwendet wird 0,2–0,4prozentige Schwefelsäure. Im Perkolator findet die Verzuckerung der Zellu-

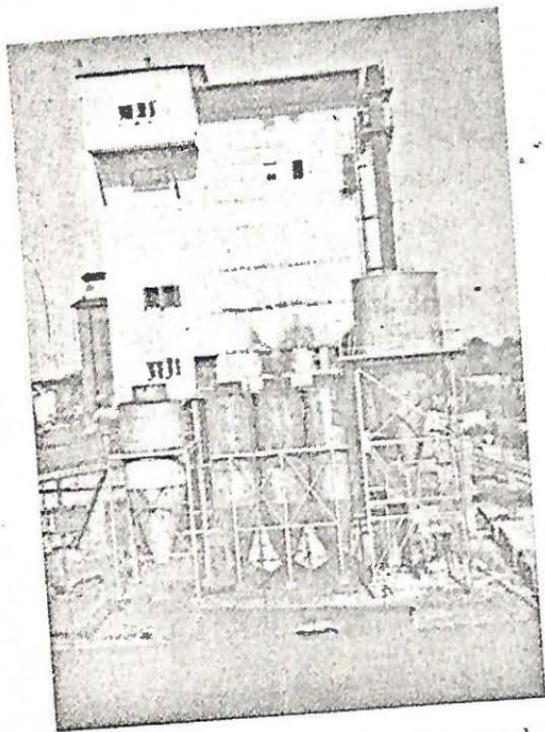


Abb. 35. Gesamtansicht der Holzver-  
kerungsanlage in Tornesch.  
Im Vordergrund ein Ligninabscheider  
(links), 3 Zykclone der 25 m<sup>3</sup> Perkolatoren  
(Mitte), Silo für Rasselholz (rechts).

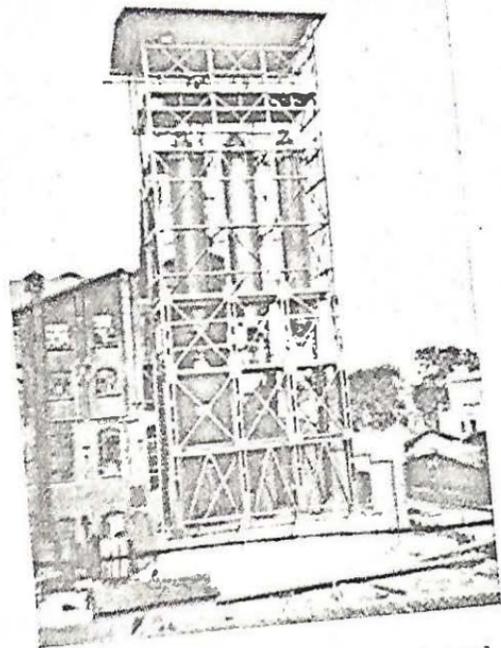


Abb. 36. Perkolatorenanlage während  
der Montage.  
Der Turm besitzt eine Höhe von 25 m.

lose statt. Die Zuckerwürze gelangt nach Durchgang durch einen Wärmeaustauscher in die Vorratsbehälter. Die Weiterverarbeitung dieser gewonnenen Zuckerlösung zu Alkohol erfolgt nach vorgenommener Neutralisation in der bekannten Weise durch Vergärung mittelst Hefezusatz innerhalb von 24 Stunden in den Gärbottichen, sowie anschließende Destillation und Rektifikation in Kolonnenapparaten. Das Schollerverfahren ist hinsichtlich Ausgangsmaterial in hohem Maße anspruchslos, indem in gleicher Weise Säge-, Hobel-, Raspel- oder Schälspäne, Sägemehl und alle sonstigen Abfallhölzer verarbeitet werden können. Grobe Stücke, wie Schwarten, Stamm- und größeres Abfallholz, sind vorher zu zerkleinern. Das Holz braucht keinesfalls zuerst getrocknet zu werden, und schließlich genügt ein einziger Arbeitsgang, um aus der Holzzellulose sofort vergärfähigen Zucker herzustellen.

Beim Berginsverfahren wird das zerkleinerte Holz zuerst in einem rotierenden Trommeltrockner durch Feuergase angetrocknet, worauf in einer Diffusionsbatterie ohne besonderen Wärmezusatz die Aufschließung der trockenen Späne unter Verwendung von konzentrierter Salzsäure stattfindet. (Abb. 37.)

Gegenwärtig wird mit acht hintereinander geschalteten Diffusoren gearbeitet, so daß die Salzsäurelösung beim Fortschreiten von einem zum andern Gefäß auf immer frischeres, d. h. stärker zelluloschaltiges Holz trifft, wodurch sie sich immer mehr mit Zucker anreichert, so daß man somit bei diesem Verfahren von einer stufenweisen Verzuckerung sprechen kann. Es entsteht ein kristallisierbarer Rohzucker, welcher nach erfolgter Reinigung in Form von weissen Kristallen anfällt. Die Herstellung von Alkohol aus diesem Trockenprodukt bedingt vorher einen einfachen Aufkochprozeß, worauf die Weiterverarbeitung in normaler Weise nach dem bereits geschilderten Vergärungs- und Destillationsprozeß vor sich geht. Die Ausbeute an Alkohol, ohne Berücksichtigung der in der Schlempe zurückbleibenden Stoffe, beträgt zirka 50—53 Liter per 100 kg Holzzucker, d. h. 33—35 l Alkohol pro 100 kg Holztrockensubstanz.

Der bei beiden Verfahren entstehende Rückstand, das sog. Lignin mit einem Heizwert von rund 6000 Kal., kann erst noch entweder verfeuert oder vergast werden. Sein Heizwert ist somit höher als derjenige des Holzes. Außerdem läßt er sich in Form von Briketts in Holzgasgeneratoren verwenden oder wird dann zu Baustoffen und Isolierplatten verarbeitet.

Für die Forstwirtschaft ist die Holzverzuckerung allein schon aus dem Grunde von eminentem Wert, als sich durch sie die dünnen Holzsortimente verwenden lassen neben allen übrigen

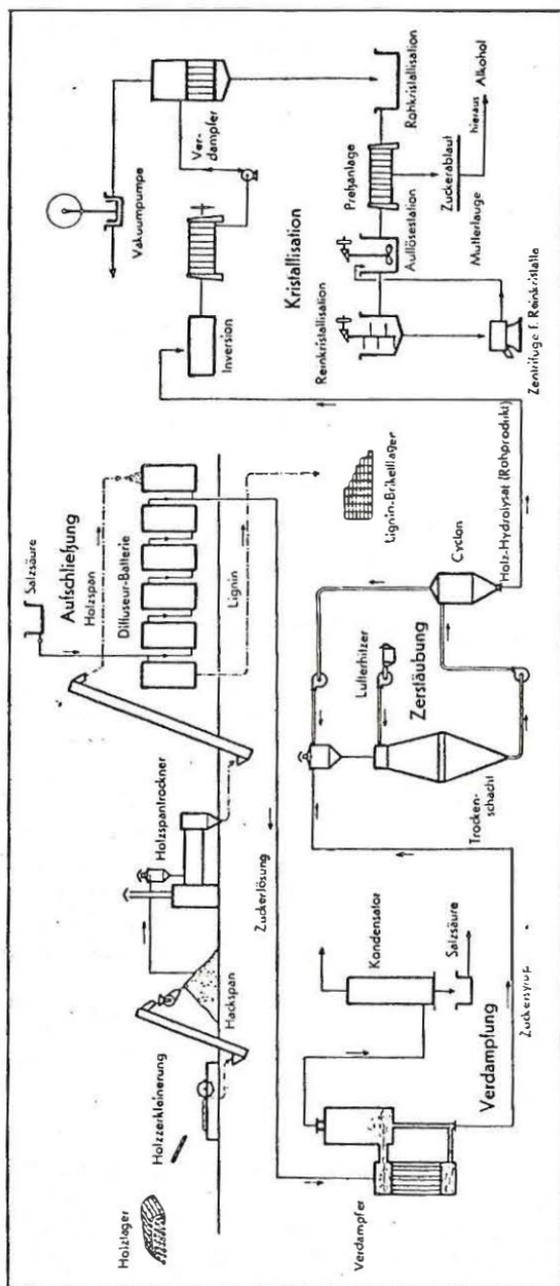


Abb. 97. Schema des Holzverzuckerungsverfahrens nach Dr. Bergius.

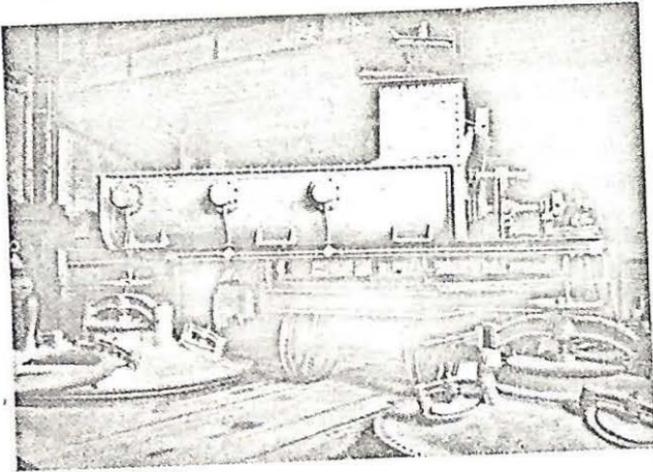


Abb. 38. Diffuseure der Anlage Bergius,  
obere Arbeitsbühne.

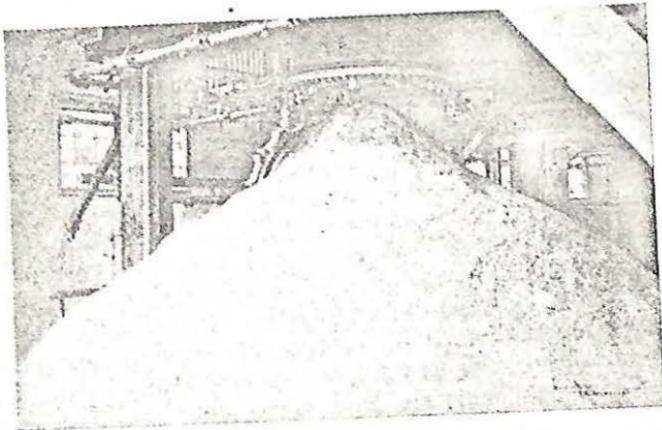


Abb. 39. Unterer Teil des Diffuseurs mit entleertem Lignin.

Holzanfällen, für welche heutzutage keine Verwertungsmöglichkeit mehr besteht.

Bei entsprechender Abänderung des Motors wäre es im Prinzip möglich, allein mit Alkohol zu fahren. Um jedoch die auftretenden Schwierigkeiten aller Art zu umgehen, wird in den Ländern mit Spritbeimischungszwang nur ein gewisser Prozentsatz vorgeschrieben. Frankreich, das zuerst diese Idee in seinem « Carburant national » — einem Gemisch von 50 % Benzin und 50 % Alkohol — verwirklichte, hat heute in Anpassung an die wirkliche Landesproduktion die Beimischung zwischen 20—33 % standardisiert. Deutschland schreibt 10 % des Eigengewichtes der eingeführten Treibstoffmenge vor. Seit 1. Januar 1936 ist diese Vorschrift dahin abgeändert, daß eine Zumischung von Methanol (Methylalkohol) im Verhältnis von 1,5 zu 8,5 Teilen Alkohol verlangt wird. Wenn somit die prozentuale Beimischung zu Benzin mit 10 % bestehen bleibt, so soll dagegen mit der Methanolbeimischung dem verminderten Ertrag der Kartoffelernte Rechnung getragen resp. einer dadurch hervorgerufenen Notwendigkeit eines Alkoholimportes entgegengetreten werden, wobei allerdings die vermehrte Verwendung eines einheimischen synthetischen Produktes mitspielen mag. Die Lieferung des Gemisches beider Stoffe erfolgt durch die Reichsmonopolverwaltung. Da Methanol von der chemischen Industrie zu einem geringeren Preis aus Kohle als der von der Monopolverwaltung abgegebene Treibstoff hergestellt wird, können demzufolge die Treibstoffkosten gesenkt werden, was sich auf die Motorisierung außerordentlich günstig auswirkt. Unter der Annahme, daß sich der deutsche Treibstoffbedarf in den nächsten Jahren verdoppelt, würde aber selbst bei höchster Ausnützung aller nur möglichen Verfahren für die Spritgewinnung, wozu in diesem Lande sehr günstige Vorbedingungen vorliegen, der voraussichtliche Spritanfall zur Eindeckung des gegenwärtigen Beimischungszwanges gerade ausreichen. In unserem Lande dagegen könnten gleichartige Vorbedingungen wahrscheinlich nie geschaffen werden.

Sollen die guten Eigenschaften einer Spritbeimischung in Erscheinung treten, darf nicht unter 10 % Beimischung gegangen werden. Eine weitere wichtige Bedingung liegt in einer genügenden Entwässerung auf einen hochkonzentrierten Alkohol von zirka 99,8 Grad bei gleichzeitiger Beseitigung aller Nebenprodukte.

Nur durch die Verwendung von absolutem Alkohol werden die höchsten Ansprüche an einen Qualitätstreibstoff erfüllt. Er ist in jedem Verhältnis und ohne Zusatz von Homogenisierungsmitteln mit Benzin mischbar. Selbst bei tiefen Temperaturen, also

auch bei strengster Winterkälte, ist eine Entmischung des alkoholhaltigen Treibstoffes ausgeschlossen. Erst dann treten die wertvollen Eigenschaften der Alkoholbeimischung voll zutage. Als solche sind zu nennen: die Klopfestigkeit und die Möglichkeit einer hohen Vorverdichtung, die einen ruhigen und elastischen Gang des Motors bedingen und dadurch eine bedeutende Erhöhung der Spitzenleistung gestattet. Die größere Verdampfungswärme des absoluten Alkohols (206 kcal) gegenüber Benzin

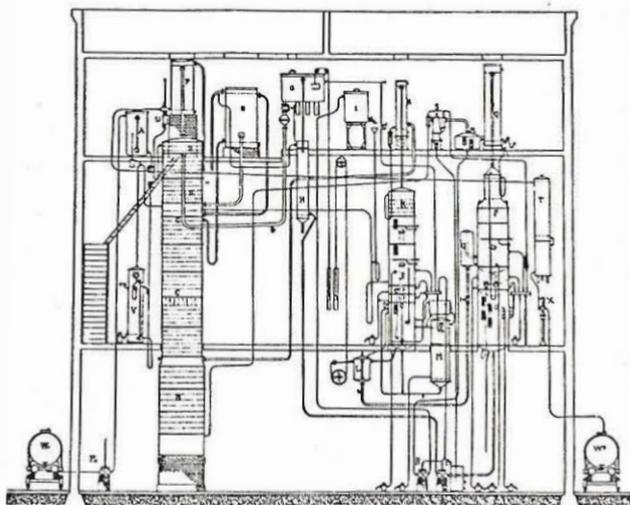


Abb. 40. Schema einer Entwässerungsanlage zur Erzeugung von absolutem Alkohol.

(102 kcal) verhindern das Auftreten zu hoher Temperaturen in allen Teilen des Motors. Sie bewirkt fernerhin, daß infolge des kühleren Gasgemisches eine größere Menge explosiven Gemisches in den Zylinder eingeführt werden kann. Die Reinigungskraft des absoluten Alkohols verhindert den Ansatz von Oelkohle und sonstigem Schmutz, so daß Fehlzündungen vermieden und Rohrleitungen, Ventile und Zylinder blank bleiben.

Eine derartige Entwässerungsanlage fehlt zur Zeit noch in der Schweiz. In verschiedenen Ländern wurde früher der wasserhaltige Spiritus mittelst sog. Lösungsmitteln mit andern Brennstoffen vermischt. Ueberall blieb aber die Spritbeimischung als Folge der ungenügenden Entwässerung unbeliebt und hat sogar trotz Preis- und Steuervergünstigungen den Mischprodukten keinen allgemeinen Eingang zu verschaffen vermocht.

Die Alkoholentwässerung wird heute zusammen mit der Reinigung nach verschiedenen Verfahren im kontinuierlichen Betrieb durchgeführt. Als wasserentziehende Mittel kommen in Frage:

- a) Azeotropisches Verfahren (Benzol, Trichloräthylen, Benzin mit oder ohne Ueberdruck);
- b) feste Stoffe, wie Kaliumkarbonat, Chlor-Calcium, Kupfersulfat, gebrannter Kalk, Gips usw. und Spezialsalze;
- c) flüssige Stoffe wie Glycerin oder eine Mischung von Glycerin und Kaliumkarbonat und Salzlösungen;
- d) Verfahren, welche sich auf die Atmolyse stützen (verschiedene Diffusionsgeschwindigkeiten der Wasser- und Alkoholdämpfe durch eine poröse Wand);
- e) Vakuumverfahren.

In neuester Zeit haben jedoch die Verfahren, welche auf der azeotropischen Methode basieren, die größte Ausdehnung erfahren, ganz speziell zur Herstellung von Motoralkohol. Es wird hierbei dem wasserhaltigen Spiritus Benzol oder Trichloräthylen beigelegt, wobei ein ternäres Gemisch entsteht. Der entwässerte Alkohol kann fortwährend im untern Teil des Destillationsapparates (Abb. 40) abgezapft werden, außerdem wird Wasser, Benzol resp. Trichloräthylen ebenfalls fortwährend getrennt. Das Wasser verläßt den Apparat, während das Hilfsmittel stets in den Kreislauf zurückfließt.

Anlagen auf Grund obiger Entwässerungsverfahren stehen in den meisten Ländern Europas, so z. B. in

Deutschland . . .	für eine jährliche Kapazität von	2,000,000 hl
Frankreich . . .	» » » » »	1,800,000 hl
Tschechoslowakei	» » » » »	500,000 hl
Italien . . . .	» » » » »	350,000 hl
Spanien . . . .	» » » » »	300,000 hl
England . . . .	» » » » »	300,000 hl
Ungarn . . . .	» » » » »	250,000 hl

Außerdem bestehen in 8 außereuropäischen Ländern solche Anlagen für große Leistungen. In neuester Zeit beabsichtigt man auch in Japan und China, die Alkoholentwässerung einzuführen.

Die Illustrationen 41 und 42 bringen die HIAG-Alkoholentwässerungsapparaturen, welche mit Salzlösungen (im wesentlichen zusammengesetzt aus Kalium- und Natriumazetat) arbeiten, zur Darstellung. Nach diesem Verfahren kamen allein im Jahre 1935 22 Anlagen mit einer täglichen Kapazität von insgesamt 6730 hl absolutem Alkohol zur Aufstellung.

Nach neuen Meldungen soll ein etwa 10prozentiger Alkoholzusatz zu Flugmotorenbrennstoffen in Deutschland, Frankreich, England, Italien und U. S. A. ebenfalls eingeführt worden sein.

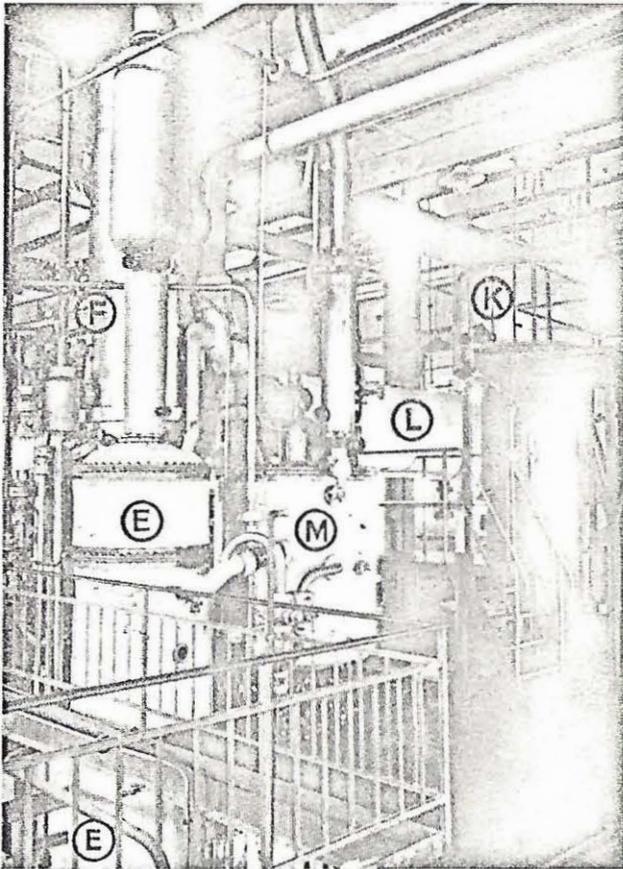


Abb. 41. HIAG-Alkohol-Entwässerungsapparat (oberer Teil) für eine Tagesleistung von 30,000 Liter.

- E = Oberer Teil der Entwässerungskolonne.
- M = Mischer für absoluten Alkohol und wasserfreie Salzlösung.
- L = Regenerator für wässrige Salzlösung.
- K = Vorratsbehälter für Salzlösung.

Neben der Erhöhung der Klopfestigkeit dürfte die Tatsache maßgebend gewesen sein, daß sich bei starker Abkühlung des sonst üblichen Benzin-Benzol-Gemisches, z. B. beim Erreichen

großer Höhen, das darin gelöste Wasser ausscheidet. Diese Wassertröpfchen können durch Eisbildung im Vergaser zu verhängnisvollen Betriebsstörungen führen. Der Alkohol verhindert dies.

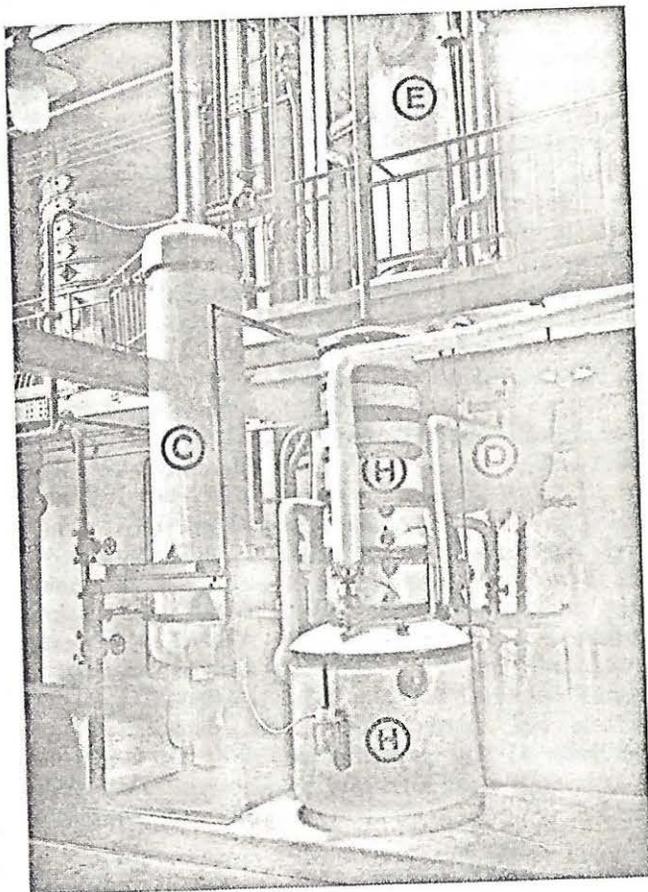


Abb. 42. Unterer Teil der gleichen Entwässerungsanlage.

C = Vorwärmer.                      E = Entwässerungskolonne.  
H = Entgeistungskolonne. D = Sammelblase für Alkohol.

Absoluter Alkohol kann selbstverständlich auch noch zu anderen als nur zu motorischen Zwecken verwendet werden. Die chemische Industrie und speziell die Lackindustrie bedient sich desselben in vermehrtem Maße, da auch dort in vielen Fällen

der zirka 4—5prozentige Wassergehalt, welcher im gewöhnlichen Spiritus vorhanden ist, störend wirkte.

Jede Spritbeimischung bleibt in erster Linie eine Preisfrage oder mit andern Worten eine Frage der Alkoholregie. Aber auch ohne sie kann der Sprit mit allen hierzu erforderlichen Anlagen nur im Großbetrieb rationell hergestellt werden. Bei der Holzverzuckerung boten die bisherigen Verfahren wegen ungenügender Ausbeute kaum Interesse. Die beiden vorgenannten Verfahren sind nun aber bereits in das Stadium der industriellen Großfabrikation übergetreten. Im Verlaufe der nächsten Monate werden in Deutschland zwei solche Großanlagen in Betrieb gesetzt, von welchen die eine nach dem Schollerschen Verfahren in Dessau, die andere nach dem Verfahren Bergius in Mannheim errichtet wird. Die auf den bisherigen, bereits im großen Stil arbeitenden Versuchsanlagen in Tornesch (Holstein) und in Mannheim-Rheinau erzielten Resultate lassen es als möglich erscheinen, daß Alkohol zu billigen Preisen aus Holz hergestellt werden kann. Er dürfte sich ungefähr gleich hoch stellen wie derjenige aus Melasse oder Sulfitzellulose.

Der Obstspirit kostet selbstverständlich das Mehrfache, weshalb er als Motorenalkohol nur Verwendung findet, soweit er zu anderen Zwecken nicht abgesetzt werden kann. Es handelt sich hierbei z. B. in der Schweiz, wenn einmal die aufgelaufenen Vorräte verbraucht sind, um beschränkte Quantitäten. In jedem Falle können sie höchstens als Ausgleichsfaktor in Zeiten abnormal reichlicher Obsternten in Frage kommen. So bezweckt die gegenwärtige Absicht der Einführung eines Alkoholbeimischungszwanges in unserem Lande weniger eine künstliche Steigerung der Alkoholproduktion, als vielmehr eine Verwertung des übergroßen Anfalles an Kernobstspiritus. Der Bericht des Bundesrates vom 21. Februar 1936 über die Geschäftsführung der Alkoholverwaltung in Begleitung von einer Reihe von Sanierungsvorschlägen sagt hierzu :

« Von ungleich größerer Bedeutung als alle bisher besprochenen Maßnahmen für die finanzielle Entlastung der Alkoholverwaltung ist die Möglichkeit einer Beimischung von entwässertem Kernobstspiritus zum Benzin. Auf diesem Wege könnte nicht nur eine durchgreifende Sanierung der Alkoholverwaltung erreicht werden, sondern es würde damit auch die Möglichkeit und die haltbare Grundlage für die fachgemäße Umstellung im Obstbau geschaffen.

Wenn es z. B. gelingen würde, 60.000 hl Kernobstspiritus zum Gestehtungspreis als Betriebsstoff zu motorischen Zwecken abzusetzen, so würde das Jahresergebnis der Alkoholverwaltung mit einem Schlag um  $60.000 \times 150$  Franken, d. h. um 9 Millionen Franken verbessert. Da der schweizerische Brennstoffbedarf heute rund 2,500,000 hl Benzin beträgt, müßte dem Benzinimporteure auf 40 Wagen Benzin

Wagen Kernobstalkohol zugeteilt werden, was bei Uebernahme zum Gestehungspreis der Alkoholverwaltung von heute rund Fr. 2 je Liter 100 % einschließlich Deshydrierung, Reinigung und Transport den Liter Betriebsstoff um rund  $3\frac{1}{2}$  Rp. verteuern würde.»

Vom automobilistischen Standpunkte muß eine derartige Mehrbelastung des wichtigsten Betriebsstoffes von vorneherein abgelehnt werden, besonders nach der neuerlichen beträchtlichen Steigerung des Benzinzollens. Eine weitere Preissteigerung ist zudem durch die erforderliche Entwässerung nicht als ausgeschlossen zu betrachten. Alle derartigen fiskalischen Tendenzen stehen einer Belebung und Förderung der Motorisierung des Verkehrs diametral gegenüber, somit in offensichtlichem Gegensatz zu den Bestrebungen der uns umgebenden Staaten, die die Motorisierung mit allen Mitteln zu fördern suchen, nicht zuletzt im Interesse der Landesverteidigung und der Arbeitsbeschaffung.

In Deutschland zeigt sich beispielsweise, daß beim heutigen Uebnahmepreis jede Vermehrung der prozentualen Beimischung im höchsten Grade unerwünscht wäre, da daraus eine Preisverteuerung resultieren müßte, welche die heutige motorische Entwicklung des Landes stark beeinträchtigen würde. Analog liegen übrigens die Verhältnisse auch in andern Ländern.

Trotz der durch Alkoholbeimischung erreichbaren, wirtschaftlich wertvollen Förderung der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft und der Industrie hat ein vermehrter Alkoholanfall natürlich für den Staat seine Konsequenzen, die wohl überlegt sein wollen. Er wird daher immer mit einer gewissen Reserve einer solchen Lösung gegenüberreten.

## d) Das künstliche Benzin.

Sehr weit vorgeschritten sind verschiedene Verfahren zur Erzeugung von synthetischem Benzin. Einen großen Vorsprung genießen nach dieser Richtung alle Länder mit Steinkohlen- und Braunkohlenvorkommen. Die wenigsten europäischen Staaten, mit Ausnahme von Rußland, Polen und Rumänien, verfügen über genügende Erdölvorkommen, die ihren Brennstoffbedarf auch nur einigermaßen in größeren Mengen einzudecken vermöchten. Man ist daher auf diese künstliche Erzeugung angewiesen, wo aber unbegrenzte Möglichkeiten bestehen.

### 1. Leunabenzin.

Die bisher größte Entwicklung manifestiert sich in der Anlage der Leunawerke der I. G. Farbenindustrie in Merseburg, welche nach dem Bergiusverfahren arbeiten, das sie zu einem hohen Grade der Vervollkommnung gebracht haben. Das anfänglich auf Rohbraunkohle angewandte Hydrierungsverfahren ging allmählich in eine Anwendung auf Braunköhleschwelteer über, bedingt durch andere Arbeitsverfahren dieses Werkes, und fand ebenso Anwendung auf schlechte Schmieröle, Schwerbenzine, Rohbenzole, welche man auf diese Weise in entsprechende Oele bester Qualität umwandelt. (Abb. 43/44). Neben Braunkohle und Teer wird neuerdings durch die verstärkte Bohrtätigkeit in den deutschen Erdölrevieren als dritter Rohstoff nunmehr auch Rohöl herangezogen. Diese günstige Kombination erlaubte bereits, die Kapazität auf 350,000 Jahrestonnen zu steigern.

Das Werk in Merseburg beschränkt sich auf die Erdöl- und Braunköhleschwelteerhydrierung, wogegen die gleiche Gesellschaft nunmehr in Oppau eine Großversuchsanlage zur Totalhydrierung, d. h. zur direkten Umwandlung von Steinkohle in Benzin errichtet hat. Neuerdings haben sich auch die preußischen Staatszechen, gestützt auf die günstigen Ergebnisse dieser Versuchsanlage, zur Errichtung eines Steinkohlenhydrierwerkes nach der Lizenz der I. G. Farben auf den Zechen Scholven und Viktor im Ruhrgebiet entschlossen, woran auch Schweizerkapital beteiligt ist.

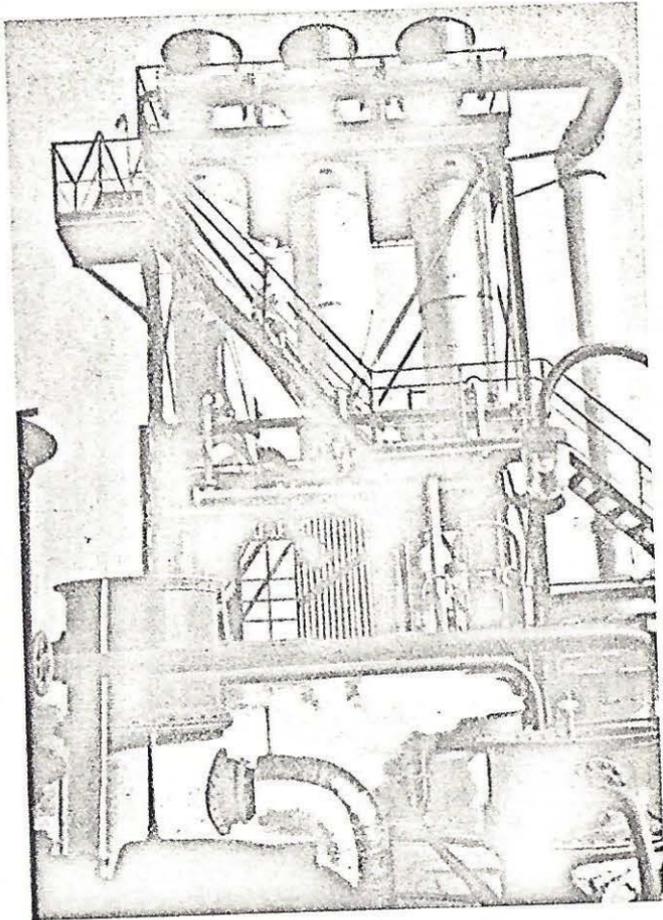


Abb. 43. Destillationsanlage der Leuna-Werke in Merseburg.

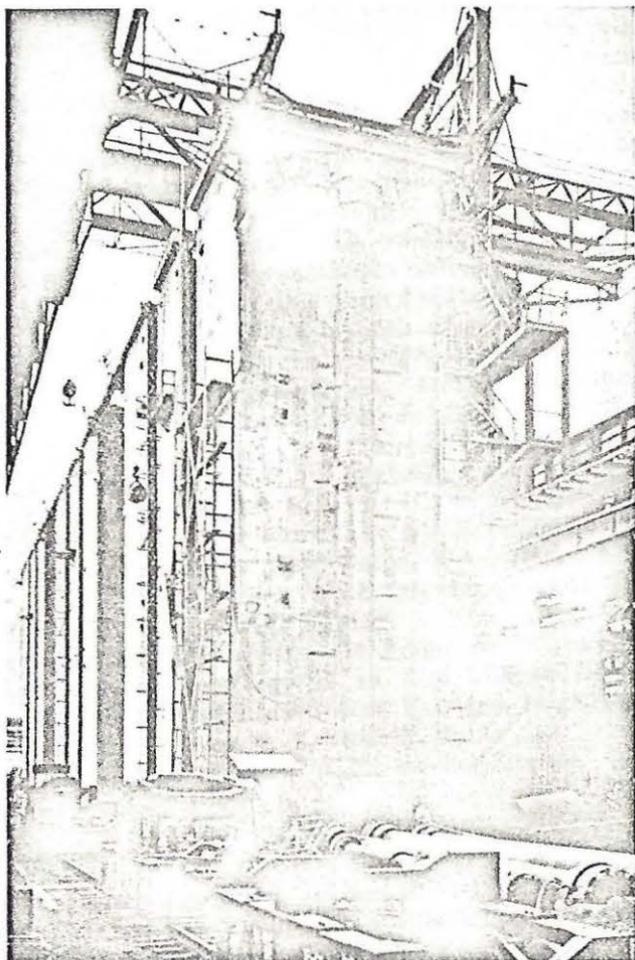


Abb. 44. Teilansicht der Leuna-Werke.

## 2. Brabagbenzin.

In der Braunkohlen-Benzin-Aktiengesellschaft (Brabag) haben sich alle Braunkohle fördernden Werke zusammengeschlossen. Diese Gesellschaft, die nach dem Syntheseverfahren unter Benützung von I. G.-Patenten arbeitet, geht nicht unmittelbar von der Rohkohle als Rohstoff, sondern in der Hauptsache vom Schwelteeer aus. Das Schwelbenzin wird als Nebenerzeugnis bei der Tieftemperaturverkokung gewonnen. Der bei den ersten Verfahren hierbei als Nebenprodukt gewonnene feinkörnige Koks fand äußerst geringen Absatz, so daß man nach einer andern Arbeitsmethode suchte, bei welcher hauptsächlich Stückkoks und Koksбриketts anfielen, wodurch gleichzeitig eine Vermehrung des Braunkohlenbenzins geschaffen wurde. Die bei diesem Prozeß entstehenden Gase, wie Methan und Butan, dienen, wie bereits erwähnt, ebenfalls als Treibgas für Motorlastwagen und Autobusse. Außerdem studiert man gegenwärtig die Verwendung des anfallenden großstückigen Schwelkoks in den Sauggasgeneratoren, wodurch eine weitere Entlastung der Treibstofffrage herbeigeführt werden könnte. Heute geht man daran, neue Schwelwerke zu errichten. Geht man schließlich so weit, alle schwelwürdige Braunkohle überhaupt zu verschwelen, so könnten auf diesem Wege etwa 1,3 Millionen Tonnen Treibstoff gewonnen, somit fast der gesamte Treibstoffbedarf Deutschlands gedeckt werden.

Auch hier spielt wiederum die Frage der Wirtschaftlichkeit hinein, besonders im Vergleich zu dem billigen Dieselöl. Die größte Wichtigkeit wird aber dem Umstand beigemessen, daß sich Deutschland in einem Kriegsfall durch das Schwelbenzin vom Auslande gänzlich unabhängig machen könnte.

## 3. Benzol.

Neben diesen Produkten ist das Benzol zu nennen, das zum größten Teil bei der trockenen Destillation von Steinkohle gewonnen wird, ein geringerer Teil in den Gaswerken und in den Steinkohledestillieranlagen. In den Kokereien wird das Rohbenzol zu Motorenbenzol weiterverarbeitet. (Abb. 45.) Die Erzeugung steht somit in einem Abhängigkeitsverhältnis zu der Koks-gewinnung, genau so wie letztere wiederum in einer Abhängigkeit zu der Eisenerzeugung steht. Die Benzolausbeute konnte durch neuere Verfahren, wie z. B. das Stillverfahren, auf 30 % erhöht werden, so daß hier noch eine Möglichkeit einer weiteren Steigerung vorliegt. Unter günstigsten Voraussetzungen der



stens durch die Billigkeit des Einfuhrproduktes gegenüber der Einfuhr von Fertigprodukten gerechtfertigt werden kann. Es findet insbesondere in der französischen Mineralölwirtschaft häufige Anwendung.

\* \* \*

Auf alle diese Verfahren wird die größte Hoffnung für die Zukunft gesetzt. Zahlreiche andere Verfahren stehen noch im Versuchsstadium. Dabei handelt es sich vielfach auch nur um Verbilligung und Verbesserung der bisher bekannten Hydrierung, doch sind auch völlig neue Wege beschritten worden. Am weitesten entwickelt scheint ein Verfahren zu sein, das man seit mehreren Jahren bei der Gruppe Mathias Stinnes entwickelt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hier in absehbarer Zeit ebenfalls mit einer größeren Anlage zu rechnen ist.

Auch andere Länder sind zu einer Ausbeutung dieser und ähnlicher Verfahren übergegangen. In Billingham (England) wurde von der Imperial Chemical Industries mit riesigen Mitteln eine mächtige Anlage zur Kohlendestillierung errichtet, in welcher täglich 500 Tonnen Kohle verarbeitet werden sollen, woraus ein Anfall von jährlich 18 Millionen Liter Benzin, 18 Millionen Liter Dieselöl und 100,000 Tonnen rauchfreies Heizmaterial außer großen Mengen Farbwaren und sonstigen wertvollen Nebenprodukten angestrebt wird. In dieser Anlage wird nach Patenten der « International Hydrogenation Patents Compagny » gearbeitet. An ihr sind sowohl die Imperial Chemical Industries, wie auch die I. G. Farbenindustrie, die Royal Dutch-Shell-Gruppe und die Standard-Oil Co. of New Jersey beteiligt. Es handelt sich hier um ein modifiziertes Bergiusverfahren, das auf Grund jahrelanger Versuche den Besonderheiten der englischen Kohle angepaßt ist. Daneben wird etwa ein Drittel der Gesamtbenzin-erzeugung durch Hydrierung aus Kreosotölen und Teer gewonnen, die einem vorherigen Schwelverfahren bei einer andern Firma entstammen. England mißt dieser Anlage größte Bedeutung bei, um sich im Falle einer Blockade vom Auslande völlig unabhängig zu machen.

Amerika hat die katalytischen Hochdruckverfahren nach dem Leunaprinzip zunächst für die Benzinherstellung herangezogen, bis es schließlich durch weitere Versuche gelungen ist, mit ausgezeichnetem Erfolg auch Schmieröl zu erzeugen.

Allein lange nicht alle Länder sind in einer gleich glücklichen Lage wie die kohlenreichen Staaten. Nicht jede Braunkohle ist für die Verschwelung geeignet. Die Schwelwürdigkeit wird durch ihren Bitumengehalt, beziehungsweise durch ihre Teerausbeute

bestimmt; ebenso beeinflussen der Wasser-, Schwefel- und Aschengehalt die Verarbeitung der Braunkohle. Abgesehen von der Verteilung der Braunkohlenlager in Oesterreich auf 19 verschiedene Lagerstätten, besitzt man über deren Schwelmöglichkeit größtenteils noch keine sichern Anhaltspunkte. Frankreich hat ebenfalls seine Aufmerksamkeit der Kohlenhydrierung zugewandt und errichtet vorläufig 2 Großversuchsanlagen. Hemmungen liegen teilweise in der Kohlenarmut Frankreichs (Frankreich ist Kohleneinfuhrland), teilweise in militärischen Bedenken, weil Hydrieranlagen in der Nähe der Steinkohlenvorkommen an militärisch stark exponierten Stellen liegen. Sogar das Office National des Combustibles Liquides erklärte kürzlich trotz anfänglicher Propagierung eine allzu starke Forcierung der Kohlenhydrierung unter Hinweis auf die dabei erforderlichen umfangreichen Staats-subsidien für nicht vertretbar. Italien besitzt keine Kohlenvorkommen und ist somit auf den gänzlichen Import von Kohle und Benzin angewiesen. Gleich geartet liegen die Verhältnisse in der Schweiz. Ob die Erdölbohrungen im Jura daran etwas zu ändern vermögen, bleibt abzuwarten. Spanien strebt gegenwärtig ebenfalls die Ausbeutung der in Katalonien vorkommenden Braunkohle nach den deutschen Hydrierungsverfahren an.

## e) Dampfantrieb.

Die Dampfwagen können für sich das Recht in Anspruch nehmen, als die ursprünglichsten Motorfahrzeuge angesehen zu werden. Lange vor den Eisenbahnen hat Cugnot im Jahre 1770 in Frankreich das erste Fahrzeug entwickelt. Ihm folgten Amerikaner und Engländer, worunter auch James Watt, und schließlich der Deutsche Charles Dietz mit seinem Straßenschleppzug, sowie die Bauart Stolz. Für unser Land von besonderem Interesse ist, daß sich gleichzeitig mit Cugnot auch ein Schweizer, von Planta, mit gleichartigen Plänen befaßte und vom französischen Kriegsministerium als Experte für das mit Staatshilfe erbaute Cugnotfahrzeug zur Beförderung von Kriegsmaterial beigezogen wurde. Seitdem ist die Idee des Dampfwagens nie mehr völlig erloschen und hat sich am meisten in dem konservativen England erhalten, wo heute über 10,000 solcher Fahrzeuge im Verkehr stehen. Es sei an dieser Stelle noch an die langen und mühevollen Arbeiten von de Dion-Bouton, Serpollet, Daimler und Benz erinnert.

Als Dampferzeuger dienen in der Hauptsache Niederdruckkessel mit Kohlenfeuerung (in England heute noch bei Lastwagen gebräuchlich), später auch Petroleum, Benzin und Spiritus. Ein eigentlicher Aufschwung trat jedoch erst mit der Erfindung eines neuartigen Kesseltyps durch den Amerikaner Doble ein, der bei kleinstem Raumbedarf überhitzten Dampf von 100 Atm. bei 400—500° Ueberhitzung liefert. (Abb. 47.) Ein weiteres Vorteil dieses Kesselsystems liegt darin, daß nicht mit einem großen Wasservorrat gearbeitet, sondern einer beheizten Rohrschlange nur soviel Wasser jeweils zugeführt wird, als der zum Antrieb benötigten Dampfmenge entspricht. Auch ohne Aufspeicherung größerer Dampfmenge verliert die Maschine nicht an Anpassungsfähigkeit an die ständig wechselnden Belastungszustände.

Als Sonderheit der heutigen Vervollkommnung verdient diese Anpassung der Dampfentwicklung an die veränderlichen Bedürfnisse der Maschine hervorgehoben zu werden, die auf elektromagnetischem Wege erfolgt. (Abb. 48.) Ein Membranschalter beeinflusst den von einer Dynamo gelieferten Strom derart, daß das System stromlos wird, sobald der Dampfdruck über ein zulässiges Maß steigt. Wir haben es also mit einer sorgfältig durchgearbeitete-

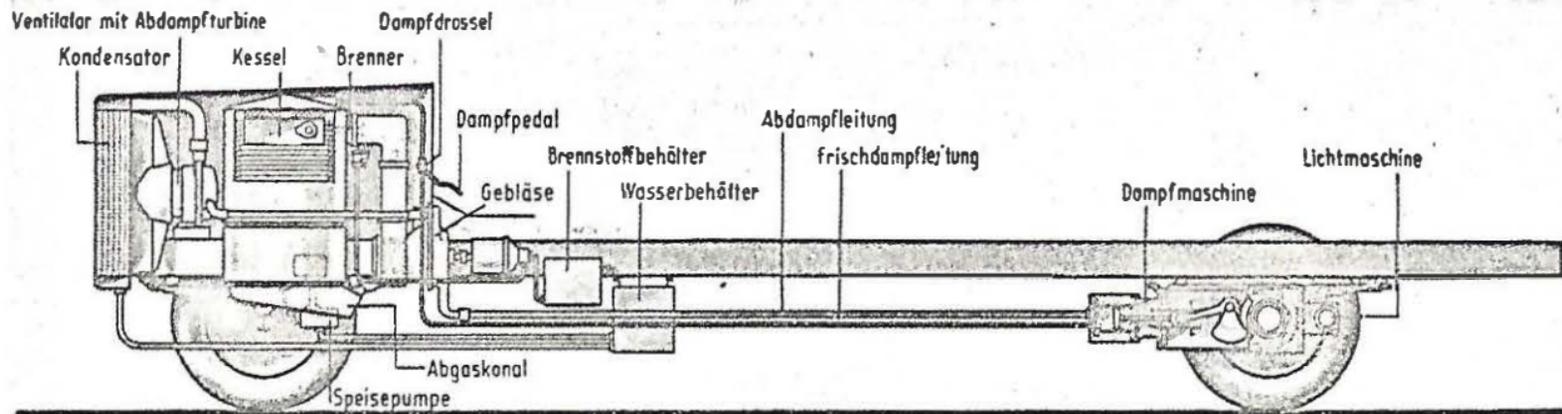


Abb. 46. Schema des Henschel-Dampfwagens.

ten elektrischen, selbsttätigen Regulierung des Dampfdruckes zu tun, während die Füllungsbeeinflussung der 2-Kurbelverbundmaschine durch eine vom Fahrer betätigte Drossel erfolgt. Der Abdampf wird erst noch durch Verwendung in einer Antriebsturbine für das Feuerungs- bzw. Zerstäubungsgebläse des zur Heizung verwendeten Schweröls und zum Antrieb des Ventilators zur Rück-

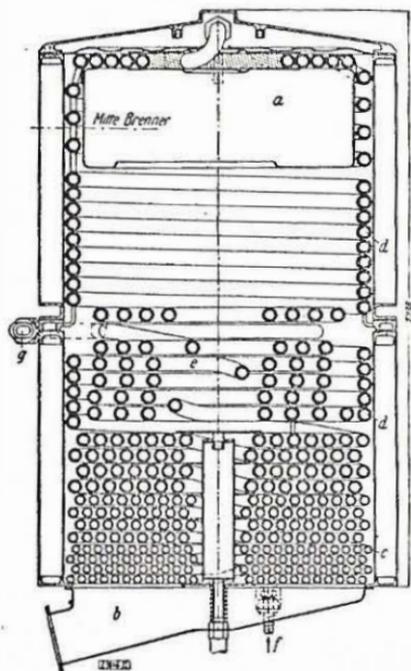


Abb. 47. Der Doble-Dampferzeuger für einen Dampftriebwagen.

a = Brennraum.                    e = Überhitzer.  
 b = Abgaskanal.                f = Speisewasser-  
 c = Erwärmungszone.        eintritt.  
 d = Verdampfungszone. g = Dampfaustritt.

kühlung des Dampfes in Speisewasser vollkommen ausgenützt, woraus sich somit ein günstiger Brennstoffverbrauch ergibt.

Der Entwicklung des Dampfzuges haben sich außer zwei englischen Spezialfirmen altbewährte deutsche Werke auf dem Gebiet des Lokomotivbaues, wie Henschel und Borsig, angenommen, um sie unter Heranziehung ausländischer Erfahrungen und eifrigster Förderung zum Erfolg zu führen. Es ist auf dem beschrittenen Wege gelungen, bei verhältnismäßig kleinen maschinellen Einrichtungen sehr hohe Leistungen herauszuholen. (Ab-

bildung 46.) Das Gewicht der Anlage ist so niedrig gehalten, daß diese Wagen trotz der hohen Leistung nicht schwerer werden als ein üblicher Benzin- oder Diesel-Kraftwagen mit 90 PS Motorleistung. Bei der neusten Bauart des Henschel-Dampfomnibusses ist die Kraftanlage am hintern Wagenende angeordnet, wodurch an Baulänge und Rohrführung gespart und gleichzeitig eine ideale Abführung der Warmluft und Abgase erzielt wird.

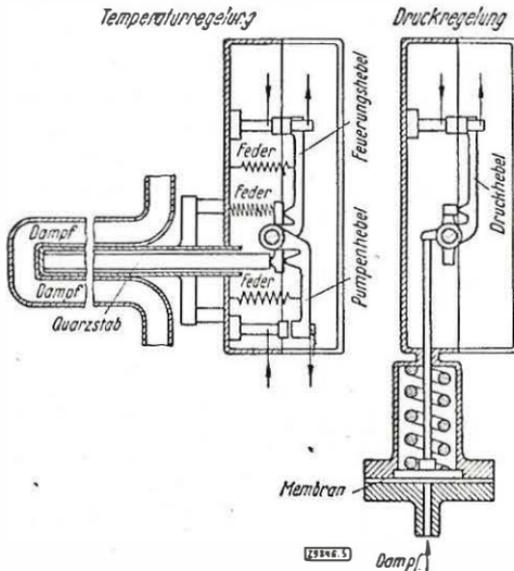


Abb. 48. Schema des Druck- und des Temperaturreglers.

(Temperatur- und Druckregler liegen nebeneinander in einem Gehäuse.)

Der Dampfwagen hat manchen Vorzug vor anderen Antriebssystemen. Diese vorteilhaften Eigenschaften sind: Die Möglichkeit des Anfahrens unter Last, getriebeloser Antrieb, Uebergang vom Vorwärts- auf Rückwärtsgang ohne Getriebeschaltung, einfachste Bedienung durch eine Dampfdrossel, lange Haltbarkeit, daher geringe Reparaturkosten, hohe Durchzugskraft, gleichmäßige Fahrgeschwindigkeit, gute Bergsteigfähigkeit, billiger Betrieb, leichte Anpassungsfähigkeit an die verschiedensten Zwecke der Spezialfahrzeuge und schließlich völlige Geräusch- und Geruchlosigkeit.

Im Gegensatz zu dieser technischen Seite hat die Brennstoffseite noch keinen wesentlichen Fortschritt gemacht. In Eng-

land werden sie noch heute vornehmlich mit Anthrazit beheizt. An Stelle der Kohlenfeuerung ist in andern Ländern der Gas- oder Heizölbetrieb getreten, wobei aber mengenmäßig mehr Gasöl verbraucht wird als beim Dieselmotor. Der Verbrauch wird bei Omnibussen für 40—50 Fahrgäste oder für einen 5-t-Lastwagen im Ueberlandverkehr in hügeligem Gelände für 100 km mit rund 50 l Brennöl angegeben. Die Wirtschaftlichkeit ist demzufolge vorläufig noch stark in Frage gestellt, um so mehr durch den Dampf als Zwischenträger der Energie unwillkürlich größere Verluste entstehen. Der Dampfbetrieb ist daher darauf angewiesen, mit billigstem Brennmaterial zu arbeiten. Diese Möglichkeit ist allerdings gegeben, wenn es gelingen sollte, den Kohlenstaub als Brennstoff heranzuziehen. Eine befriedigende konstruktive Lösung ist nach dieser Richtung zur Zeit noch nicht gefunden. Die « Rupa »-Motoren, aufgebaut auf den Patenten von Ingenieur Pawlikowski, sind ein erster Anlauf hierzu, die aber immer noch einen starken Verschleiß aufweisen. Eine weitere Verbesserung ist in der Erfindung Pott zu suchen, dem es gelungen ist, durch Extraktion das Verbrennliche fester Kohlen von ihrer Asche zu trennen, so daß man jetzt die Maschine mit aschefreiem Kohlenstaub betreiben kann, wodurch die Aussichten erheblich gebessert worden sind. Gelingt es, eine befriedigende Lösung zu finden, so wird dem Dampfbetrieb unzweifelhaft in der Zukunft keine geringe Rolle zufallen. Bei dem ungeheuerlichen Anfall an Kohlenstaub und den bereits heute bestehenden Vorratsmengen könnte beispielsweise in Deutschland die einheimische Treibstoffversorgung als vollständig gelöst betrachtet werden.

## f) Der elektrische Antrieb.

Es berührt eigentümlich, daß der Verwendung von Elektrofahrzeugen in einem prädestinierten Elektrizitätslande, wie die Schweiz, nicht mehr Beachtung geschenkt wird. Andere Länder mit weniger günstigen Energieverhältnissen gehen nach dieser Richtung weit voran, wie Frankreich und England und in neuester Zeit auch Deutschland. Die Elektrizität bietet für bestimmte Arten des Motorwagenverkehrs, besonders innerhalb von Städ-

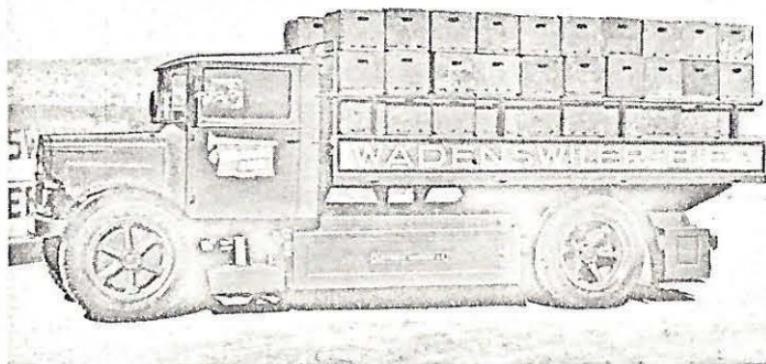


Abb. 49. Elektrolastwagen für 5 T Nutzlast mit Akkumulatoren-batterie Oerlikon für 12–15 PS Nutzleistung. Eine Batterie-ladung reicht für 80 km bei einer Geschwindigkeit von 25–30 km/h.

ten oder auf dichtbevölkerten Vorortstrecken, erhebliche Vorteile, die nicht immer in ihrem vollen Umfange gewürdigt werden. Elektrischer Betrieb verdirbt nicht die Luft, ist geräuschlos, leicht zu bedienen, paßt sich dem Verkehr gut an und ist in gewissen Beziehungen wirtschaftlicher als andere Betriebsarten. Die Erfahrungen großer Fuhrbetriebe haben ergeben, daß im Verkehr mit mittlerer Nutzlast die größte Wirtschaftlichkeit dann erzielt wird, wenn bei täglichen Leistungen bis 15 km der Pferdezug angewendet wird, bei täglichen Leistungen bis 50 km elektrische Fahrzeuge und darüber hinaus Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren eingesetzt werden.

Es ist zwischen den beiden verschiedenen Antriebsarten, dem Oberleitungsantrieb und dem Battericantrieb, zu unterscheiden. Bei dem erstereu besteht gegenüber dem Verbrennungsmotor der einzige Nachteil in der beschränkten Freizügigkeit, wogegen sich die Wirtschaftlichkeit des Trolleybus gegenüber Automobil-linien eher günstiger gestaltet. Beim Battericantrieb (Abb. 49) liegt der Nachteil in dem hohen Gewicht der meistens zur Anwendung



Abb. 50. Elektro-Strassenwaschmaschine der Stadt Bern (1935) mit Akkumulatorenbatterie Oerlikon mit einem Aktionsradius von 50—60 km, Fahrgeschwindigkeit 15 km/h, Geschwindigkeit der Reinigungsarbeiten 4—6 km/h.

kommenden Bleiakkumulatoren, was eine gewisse Beschränkung in der Batteriezahl bedingt und demzufolge den Aktionsradius herabmindert. Darin ist der Grund zu suchen, daß der Batteriebetrieb aus diesen Gewichtsgründen in sehr vielen Fällen unwirtschaftlich arbeitet, wozu erst noch ein größeres Reparaturen- und Erneuerungskonto hinzukommt. Damit will aber nicht gesagt sein, daß diese Betriebsart unter allen Umständen auszuschneiden hat. Im städtischen und im Werkverkehr (Abb. 50) können Verhältnisse vorliegen, welche seine Anwendung rechtfertigen, jedenfalls überall da, wo die Fahrgeschwindigkeit und Länge der Fahrstrecke verhältnismäßig so gering ist, daß keine großdimensionierten Batterien benötigt werden und erst noch eine leichte Auflademöglichkeit der elektrischen Energie besteht. Auch das

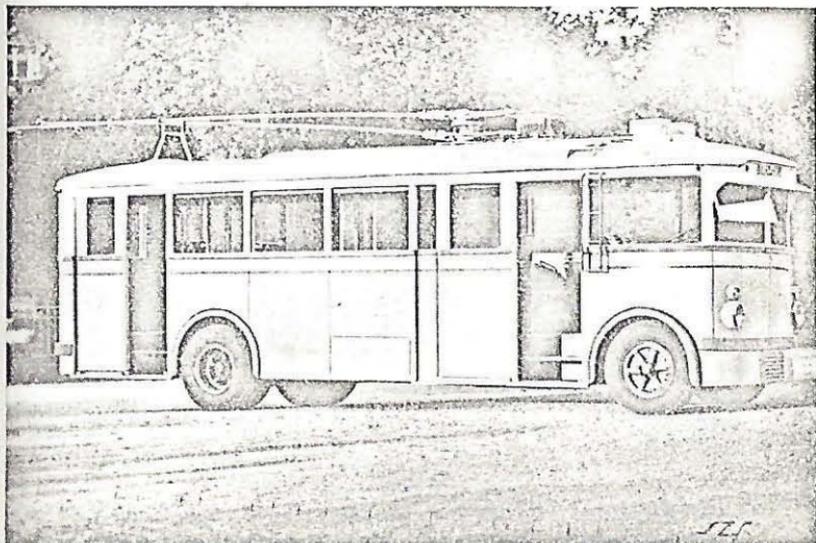


Abb. 51. Zweiachsiger Trolleybus Saurer, Lausanne-Ouchy.

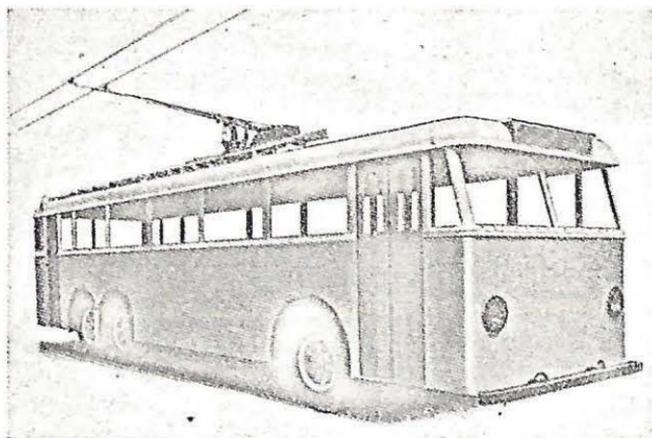


Abb. 52. Dreiachsiger MAN-SSW-Fahrdrahtautobus.

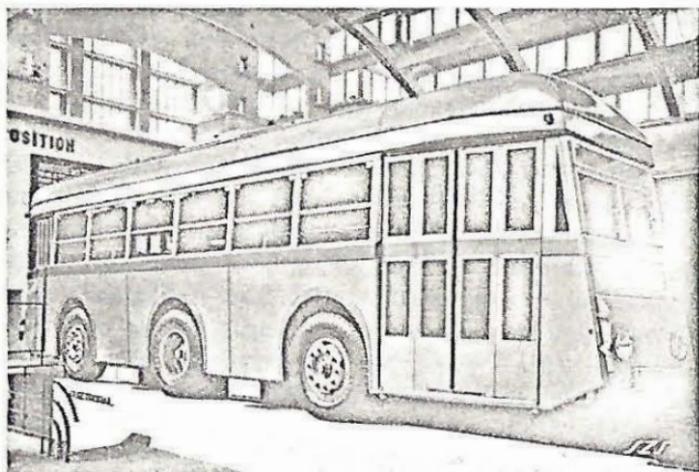


Abb. 53.

Dreiaxiger Trolleybus für beidseitige Fahrbedienung, sogen. Zweirichtungswagen, ausgestellt an der Weltausstellung in Brüssel 1935.



Abb. 54. Neuer englischer Fahrdrahtomnibus (Normaltype) für 60 Sitzplätze.

häufige Anhalten kann wegen der gänzlichen Ausschaltung des Stromverbrauches von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Der Oberleitungsbetrieb gewinnt dagegen mit Rücksicht auf die Treibmittel-Eigenversorgung immer mehr an Bedeutung. Er wird als 2- und 3-Achser ausgeführt. Die Abbildungen 51—53 sind typische Beispiele dieser Bauart, wobei besonders auf den einzigen schweizerischen Betrieb, die Strecke Lausanne—Ouchy, hingewiesen sein soll. In den uns umgebenden Ländern, wie auch in Belgien, Rußland, in den Vereinigten Staaten von Amerika, in Indien, Australien und den französischen Kolonialstaaten erfreut er sich einer ständigen Vermehrung und Entwicklung. Zuzufolge der Benzinknappheit geht jetzt Italien ebenfalls dazu über, den Omnibusverkehr in größerem Umfange auf den Trolleybus umzustellen. In Lausanne war er das gegebene System, weil man auf einer langen Steigung von 10 % noch eine größere Geschwindigkeit halten wollte, was beim Verbrennungsmotor einen stark überlastbaren, somit auf den übrigen Strecken und im Gefälle unwirtschaftlich arbeitenden Motor bedingt hätte. In England bilden doppeldeckige Fahrzeuge bis zu 70—73 Sitzplätzen die Regelbauart (Abb. 54), wofür weniger die Oekonomie im Treibmittel ausschlaggebend ist, als vielmehr die Gesetzgebung, welche die Straßenbahnen zum Unterhalt der von ihnen beanspruchten Straßenfläche, bei schmalen Straßen sogar der ganzen Fahrbahn, verpflichtet. Es besteht daher aus dieser Auflage die Tendenz, durch Wahl des Autotypes resp. Uebergang zum Trolleybusbetrieb den Straßenunterhalt auf andere Behörden abzuwälzen und damit gleichzeitig die Rentabilität bedeutend zu verbessern. Aus analogen Erwägungen entspringen auch in unserem Lande bei vorgesehenen Straßenumbauten, wo entweder die Straßenbahngleise erneuert oder aus der Fahrbahn entfernt werden sollen, zahlreiche Projekte für einen Ersatz durch Trolleybus- oder Autobuslinien.

## g) Andere Ersatztriebstoffe.

Es wären noch zahlreiche andere Ersatzmöglichkeiten zu erwähnen, wie die Verwertung von Torf, Schiefer, Anthrazit, Azehtylen, Naturgas, Grubengas, Faulgas, ölhaltigen Früchten und Bambusrohr (spezielle Kolonialprodukte), die Herstellung von Benzin in fester Form, sogenannter « Solene » usw. In diesem Zusammenhang ist auch der Schwerölvergaser zu nennen. Allen diesen Treibstoffen haften Schwierigkeiten verschiedenster Art an, wie ungenügendes Vorkommen, mangelnder Heizwert, technische Hindernisse im Herstellungsverfahren oder bei der Vergasung im Motor, Unwirtschaftlichkeit, dauernde Abhängigkeit vom Import und dergleichen.

Unter ihnen verdient der Anthrazit-Gaserzeuger die meiste Beachtung, der in neuester Zeit durch die Humboldt-Deutzmotoren AG. intensiv entwickelt worden ist und sich überraschend rasch eingeführt hat. Er kommt zwar wegen der Einfuhrnotwendigkeit des Betriebsstoffes für Schweizerverhältnisse ebenfalls kaum in Betracht. Der große Vorzug besteht in seinen äußerst geringen Fahrkosten, der ihm nach Behebung der anfänglichen technischen Schwierigkeiten die rasche Beliebtheit verschafft hat. Das System ähnelt sehr stark den von der gleichen Firma gebauten Holzvergasern, nur handelt es sich im Gegensatz hierzu um eine aufsteigende Vergasung (Abb. 55). Die Kohle wird im Innenmantel zu einer hohen Säule aufgeschichtet. Die Verbrennung findet nur in der unteren, unmittelbar auf dem Rost aufliegenden Kohlenpartie statt, während die darüberliegenden Kohlenschichten wegen Mangels an Sauerstoff nicht verbrennen können, aber immerhin auf Rotglut erhitzt werden. Diese glühende Kohle wirkt auf die durchströmenden Verbrennungsgase sauerstoffentziehend, so daß die Kohlenäure und der Wasserdampf Verbindungen eingehen, die brennbare Gase darstellen. Das Kraftgas besteht somit im wesentlichen aus Kohlenoxyd und Wasserstoff. Dazu kommt noch die der Umwandlung entgangene Kohlenäure und Stickstoff als Restbestände der unter dem Rost eingeführten Verbrennungsluft. Das Wasser wird zwangsläufig durch eine vom Motor angetriebene Pumpe dem Kühlmantel zu-

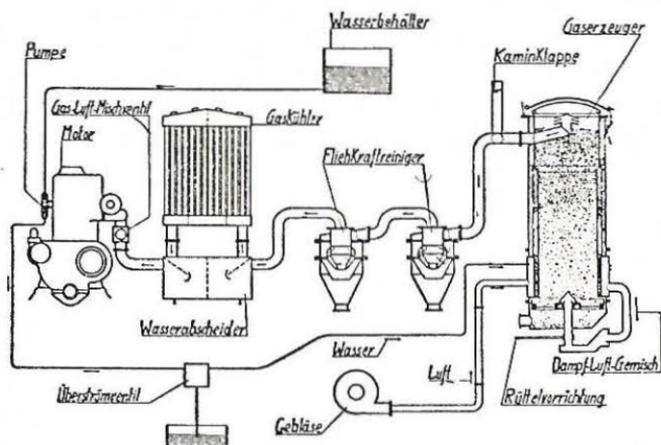


Abb. 55.

Schematische Darstellung der Anthrazit-Generatoranlage.

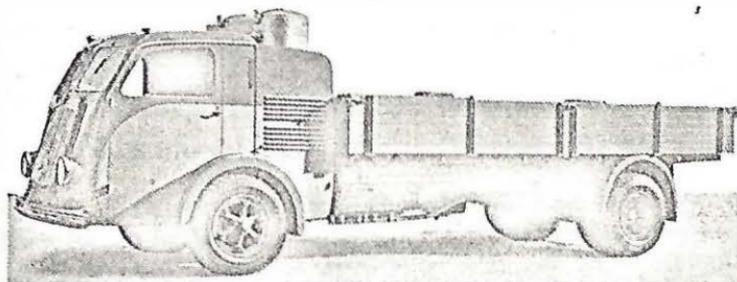


Abb. 56.

Magirus-Lastwagen für 6 1/2 t Nutzlast mit Zwölfzylinder-Boxer-Gasmotor von 110 PS. Leistung und mit Anthrazit-Gasgenerator, ausgestellt an der Internationalen Automobil- und Motorrad-Ausstellung in Berlin 1936. Der Motor ist unter dem Rahmen hinter dem Führerhaus eingebaut.

geführt, somit das Dampfluftgemisch durch eine Düse gewissermaßen in die Vergasungszone eingeleitet. Der Gasabzug befindet sich direkt unterhalb des Abschlußdeckels.

Eine Mantelfüllung faßt 150—190 kg feinkörnigen Anthrazit. Der Treibstoffverbrauch beziffert sich bei längeren Fahrten auf ebenen Strecken für einen 5-Tonnen-Lastwagen auf zirka 80 kg Kohle für 100 km, in bergigem Gelände auf zirka 100 kg per 100 km. (Abb. 56.)

Mit dem Schwerölvergaser wird angestrebt, Mittel- und Schweröl als billigen Treibstoff ohne Veränderung am Motor verwenden zu können. Zahlreiche auf dem Markt erschienene Konstruktionen versuchten bereits die hierbei auftretenden mannig-

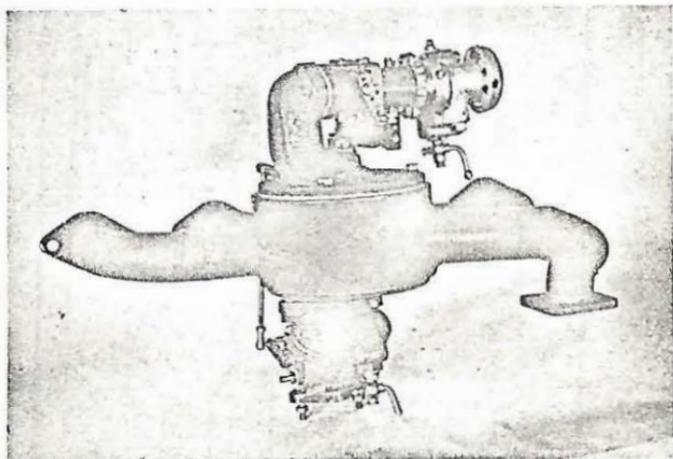


Abb. 57. Ansicht eines Rotoviva-Vergasers für Schweröle.

fachen Schwierigkeiten zu überwinden. Sie bestehen in der Hauptsache in der Eigenschaft der Kohlenwasserstoffe, im Unterdruck je nach ihrer Art mehr oder weniger zu verdampfen, sobald sie aber unter Druck gesetzt werden, auszukondensieren, daher leicht Bildung von Teer und Asphalt, Verkrustung der Zylinderköpfe und Kolbenböden und außerdem Schmierölverdünnung. Infolge ihrer Zähigkeit bietet die Vergasung der Mittel- und Schweröle etwelche Schwierigkeiten. Das Ideal eines guten Schwerölvergasers liegt in der Erzeugung eines vollkommen homogenen Brennstoff-Dampfluftgemisches, welches unverändert in die Zylinder gelangt und die günstigsten Voraussetzungen für vollkommene Verbrennung bietet.

Man unterscheidet das warme und das kalte Verfahren. Bei ersterem findet entweder eine Beheizung des ganzen Lade-

gemisches (Brennstoff + Verbrennungsluft) statt oder es wird nur der Brennstoff beheizt und verdampft und die Frischluft nachher zugesetzt. Beim kalten Verfahren wird unter Zuhilfenahme von Preßluft oder durch Pumpen der Brennstoff fein zerstäubt. Bei den meisten dieser Verfahren bietet die innige Mischung von

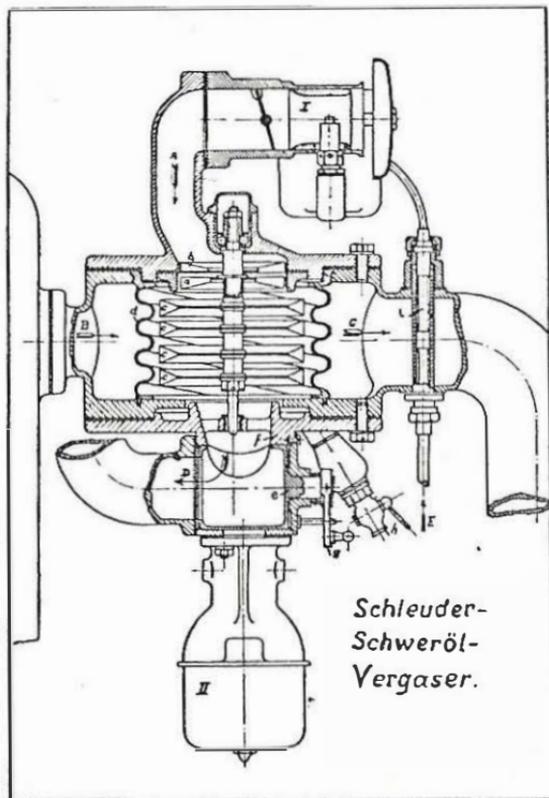


Abb. 58. Schnitt durch den Schleuder-Schweröl-Vergaser «Rotoviva».

- |                           |                          |                             |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| I = Sollexvergaser        | e = Umstellschieber      | A = Zuleitung des Oel-Luft- |
| II = Benzinvergaser       | g = Gestängeanschluß     | gemisches                   |
| b ) = Schleuderräder      | h = Kontrollhahn für die | B = Auspufföffnung der      |
| c ) = Schleuderräder      | Einstellung der richti-  | Zylinder                    |
| d = Heizmantel mit großer | gen Düsenverhältnisse    | C = Auspuffleitung          |
| Heizoberfläche            | l = Vorwärnrohr für das  | D = Zylinderzuleitung       |
|                           | Heizöl                   | E = Oeleintritt             |

Brennstoff und Luft zu einem homogenen Ladegemisch neben der Erzeugung und Erhaltung eines dampfförmigen Brennstoffes infolge der großen Geschwindigkeit im Ansaugrohr und infolge der Druckschwankungen im Saugrohr beträchtliche Schwierigkeiten. Auch der im Kaltverfahren hergestellte Feinstaub ist

außerordentlich druckempfindlich und neigt leicht zum Auskondensieren. Abb. 57 und 58 zeigen beispielsweise einen guten Schleudervergaser. Gegenwärtig wird eine neue schweizerische Konstruktion einer eingehenden Prüfung unterzogen, welche eine zuverlässige praktische Lösung verspricht, nachdem mit ihr bereits sehr beachtenswerte Resultate mit den verschiedensten Arten schwerer Brennstoffe erzielt worden sind. Im allgemeinen hat man bis anhin mit Schwerölen nur bei Traktoren günstige Erfahrungen gemacht, weniger aber bei Personen- und Lastwagen, speziell bei Wagen hoher Leistungsfähigkeit.

Heute darf der Dieselmotor noch als der vollkommenste Ersatz für Benzin angesprochen werden, der nicht nur technisch, sondern ganz speziell wirtschaftlich sozusagen allen andern Treibmitteln überlegen ist. Der wesentliche Vorteil liegt in seinem höheren thermischen Effekt, der sich im kleinsten Aufwand an Wärme zu einer bestimmten Leistung ausdrückt. Mit anderen Worten erfüllt der Dieselmotor das technische und wirtschaftliche Gesetz des größten Nutzeffektes am besten. Der Vorteil liegt aber nicht allein im Motorprozeß begründet, sondern ebenso sehr im Treibstoff selber, insbesondere in Ländern, in denen diese wirtschaftliche Ueberlegenheit nicht durch eine gleiche Belastung wie Benzin künstlich herabgemindert wird. Es darf daher nicht wundern, wenn der Benzinwagen besonders für größere Transportaggregate wesentlich zugunsten des Dieselmotors zurückgetreten ist.

Als Nachteil vom Standpunkte der Bewertung der Eigenversorgung durch Ersatztriebstoffe ist nur ins Feld zu führen, daß er heute als Fahrmotor noch größtenteils mit den besten importierten Ölen arbeitet, während erst der stationäre Motor auch einheimische Produkte, wie Steinkohlen- oder Braunkohlenteeröle, verwendet. Für gewisse Länder kann auch er nie als eigentlicher Treibstoffersatz angesprochen werden, weil für diese immer der fremdländische Bezug geeigneter Betriebsöle verbleiben wird.

Die Abbildungen 59—61 zeigen die heute am meisten gebräuchlichen Bauarten von Dieselmotoren. Während die schweizerischen Konstruktionsfirmen noch immer am stehenden Motor mit 4—8 Zylindern festhalten, verbreitet sich in Deutschland in neuester Zeit sehr stark der Boxermotor mit 4, 8 und 12 Zylindern in liegender Anordnung, der auch als Vergasermotor gebaut wird. Durch diese liegende Bauart ist sein Einbau über oder unter dem Chassis möglich, und dadurch wird eine große Raumersparnis erzielt (siehe auch Abb. 56). Durch diese Anordnung und Ausnutzungsmöglichkeit der ganzen Fahrgestelllänge bis zur Kühlerhaube lassen sich bei den leichteren Autobus-

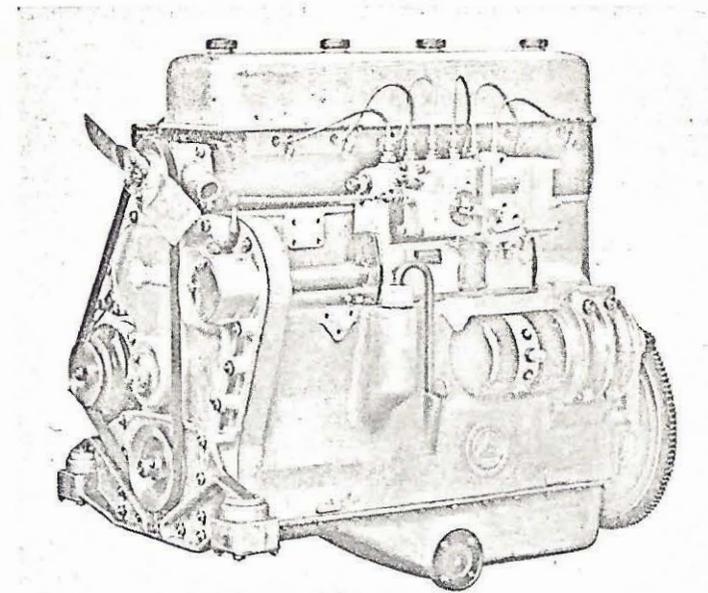


Abb. 59. Saurer-Dieselmotor CCD 80 × 120, Zylinderinhalt für 72 PS.

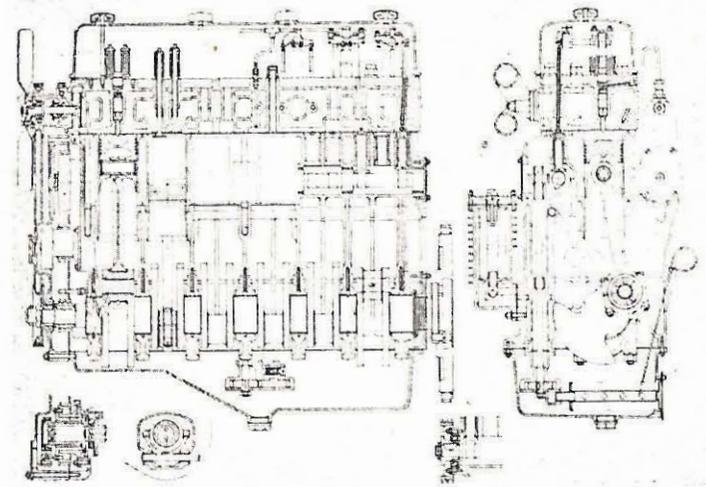


Abb. 60. Schnelllaufender 6-Zylinder-Saurer-Dieselmotor P.D.

typen 6—8 und bei den größeren sogar 15—20 Personen mehr unterbringen (Abb. 62).

Jedenfalls hat der Dieselmotor zufolge seiner vielen Vorzüge in allen Ländern eine große Bevorzugung zu erlangen vermocht und dürfte bald zum Hauptantriebsmotor für schwere Fahrzeuge zählen, obschon er zwar in neuester Zeit auch auf Personenwagen erscheint. Noch ist seine Entwicklung nicht ab-

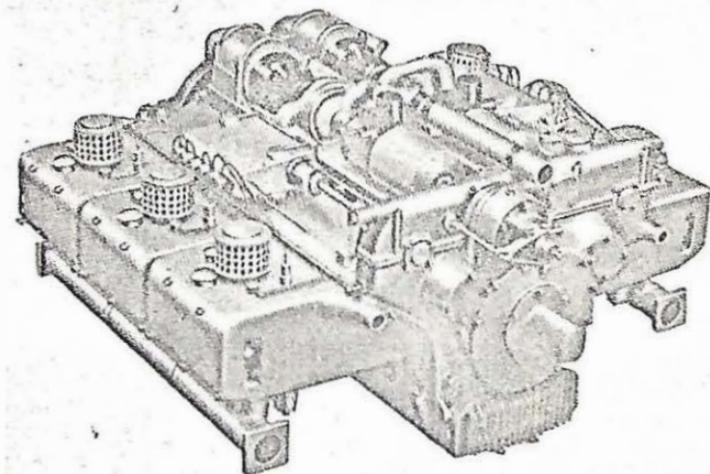


Abb. 61. 12-Zylinder-Henschel-Dieselmotor für 300 PS, sogenannte Boxeranordnung.

geschlossen. Es bestehen Aussichten, daß er für verschiedene Brennstoffe verwendet werden kann, sei es durch Umstellung auf die einzelnen Triebstoffe oder in Verbindung miteinander.

Überhaupt muß ganz allgemein betont werden, daß die Ersatzbrennstofffrage nicht allein Sache der Erfindung, Schaffung und Ausgestaltung neuer Treibmittel ist, sondern ebenso Sache einer möglichst weitgehenden Anpassungsfähigkeit der Motoren an die verschiedenen Triebstoffe. Benzin- und Dieselmotoren müssen die Möglichkeit der Umstellung beider auf Gasbetrieb besitzen. Es ist und bleibt dies Aufgabe der Spezialfirmen für Motorenbau. Gewisse Firmen suchen diese Umstellung des normalen Benzin- oder Dieselmotors auf Generatorgasbetrieb dadurch zu erreichen, daß der Motor einen neuen Zylinder mit größerer Bohrung erhält, damit die gleiche Leistung wie beim Normalmotor erhalten bleibt. Wechselbetrieb ist allerdings bei dieser Lösung nicht möglich.

Andere Firmen verwenden für Gasbetrieb vergrößerte Einlaßventile gegenüber Benzinbetrieb, um bei Holzgas eine bessere Füllung zu erhalten und dadurch den Leistungsverlust nahezu auszugleichen.

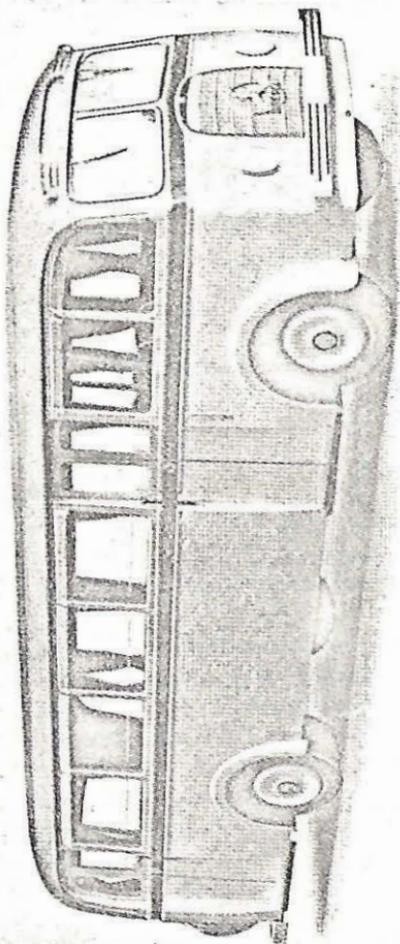


Abb. 62. Mercedes-Benz-Pullman-Omnibus mit einer bis zur Kühlerfront vorgebauten Karosserie.

Die MAN tauscht bei Gasbetrieb die Zylinderköpfe ihrer Dieselmotoren aus.

Einen sogenannten Universalmotor zeigte an der kürzlich abgeschlossenen Berliner Automobilausstellung Mercedes-Benz. Das Vorkammerverfahren gibt die Möglichkeit, den Brennumraum durch

Herausnahme der Einsätze bedeutend zu vergrößern. Glühkerze und Zündkerze haben gleiches Gewinde, statt der Einspritzpumpe kann der neue starke Austauschzündler von Bosch eingebaut werden. Was mit dem Universalmotor alles zu machen ist, zeigt die folgende Tafel (aus « Automobiltechnische Zeitschrift »):

Treibstoff	Benzol	Benzin und Benzol-Gemisch	Gasöl und Pflanzöl	Braunkohlen-Teeröl	Sprit, Methanol	Flüssige Gase	Kokereigas, Sauggas, Leuchtgas, Methan
Niederdruckmotor	V+Z	V+Z oder E+Z	—	—	V+Z	V+Z	V+Z
Mitteldruckmotor	Kolbenwechsel bei Umstellung erforderlich.						
	V+Z	E+Z	E+Z	E+Z	V+Z oder E+Z	V+Z	V+Z
Hochdruckmotor	—	E	E	E	—	E möglich	—

Es bedeuten in der Tabelle:  
Z = Zündung, V = Vergaser, E = Einspritzausrüstung

Nach entsprechendem Umbau ist es somit möglich, mit den verschiedensten gasförmigen oder flüssigen Kraftstoffen zu fahren, ja es läßt sich auch Flüssiggas gleich wie beim Dieselverfahren einspritzen, die die Annehmlichkeit des Leichtkraftstoffes mit dem um 30 % der Menge nach geringeren Verbrauch des Dieselverfahrens vereinigen. Bei verstärkter Erzeugung von Flüssiggas scheint dieses Verfahren hervorragende Zukunftsaussichten zu haben.

Da sich bei der Verbrennung der heizwertarmen Gase Schwierigkeiten mit der Zündung ergeben haben, die auf das höhere Verdichtungsverhältnis und auf die geringere Verbrennungsgeschwindigkeit zurückzuführen waren, hat man an neueren Konstruktionen die Zündspule so verstärkt, daß bei gleichem Stromverbrauch eine um 20—30 % höhere Zündspannung herauskam. Dementsprechend mußte auch der Magnetzündler verstärkt werden.

## Schlußfolgerungen.

Im Kraftfahrwesen sind die inneren Motive zur Abweichung von den alten Kraftquellen Benzin und Gasöl noch latent. Es ist eigentlich verwunderlich, dass sie nicht stärker sind, denn der immer als ideal angesehene flüssige Treibstoff ist eigentlich nur bei der Einfüllung, Mitführung, Förderung und Dosierung allen anderen überlegen. Im Motor selbst wäre Gas, sei es nun Speichergas oder Generatorgas, verbrennungstechnisch an sich besser. Leider werden aber auch die wirtschaftlichen Vorteile, die für bestimmte Verkehrsarten im Kraftfahrwesen bei der Verwendung einheimischer Treibstoffe entstehen, von den Verbraucherkreisen vielfach nicht voll erkannt und jedenfalls zu wenig geschätzt. Die öffentliche Aufklärung hat hier bestimmt noch ein reiches Feld der Betätigung. In der Fachpresse wurde kürzlich geschrieben :

« Unter Verwendung spezifischer Treibstoffe und Anpassung der Motore auf Erzielung eines höheren Wirkungsgrades darf für die allernächste Zeit ein mindestens ebenso hoher quantitativer Minderverbrauch vorausgesagt werden, d. h. eine 80—100%ige höhere Wirtschaftlichkeit. Was das insbesondere für das Flugwesen bedeutet, liegt für jedermann auf der Hand. Es mag zwar für einen Großteil unserer Leser phantastisch klingen, ist jedoch durch Versuche vollkommen erwiesen. Wir stehen damit tatsächlich vor einer Revolution nicht nur der Energieerzeugung für Kraftwagen usw., sondern des Verkehrswesens überhaupt. Es wird nichts nützen, diese Entwicklung wegleugnen oder abbremsen zu wollen. In der Praxis hat noch stets die höhere Wirtschaftlichkeit den Ausschlag gegeben. »

Eines bleibt sicher, daß heute die verschiedenartigsten Gründe zu einer mächtigen Förderung der Ersatztriebstofffrage beitragen, heißen sie nun Drang nach nationaler Selbständigkeit, Umgestaltung und Verbesserung gewisser Wirtschaftszweige, Zollschranken, Kontingentierungen, Sanktionsmaßnahmen, Devisenerfordernisse usw. neben den natürlichen Bestreben von Technik und Wissenschaft nach stetiger Vervollkommnung. Alle angeführten Verfahren und Lösungen beweisen diese großen gegenwärtigen Anstrengungen zur Herbeiführung eines brauchbaren Treibstoffersatzes. Alles deutet somit auf eine kommende gewaltige Umwälzung auf dem Treibstoffmarkte hin, welche noch lange nicht

als abgeschlossen betrachtet werden kann und aus welcher sich erst nach jahrelangen Erfahrungen einzelne Verfahren als wirtschaftliche, neue Erzeugungsart herauschälen werden.

Bei allen Ersatzbestrebungen darf aber immer eine Tatsache nicht verkannt werden. Schon bei früherem Anlasse haben wir darauf hingewiesen, daß sich über die nationalökonomischen Gesichtspunkte hinweg, die für einen Ersatz durch einheimische Produkte sprechen, meist Bequemlichkeitsgründe stellen, welche die Mehrzahl der Verbraucher veranlassen, dem « Altgewohnten » den Vorzug zu geben. Demzufolge führt meist nur eine Zwangsvorschrift der Ersatzanwendung zu einem praktischen Resultat. So finden wir denn heutzutage in sehr vielen Staaten entweder den gesetzlichen Zwang zu deren Anwendung oder zum mindesten Steuererleichterungen oder gar staatliche Subventionen. Am weitesten verbreitet ist der Spritbeimischungszwang, wobei zwar sehr oft mit dem Schutze der Landwirtschaft ein fiskalischer Nebenzweck verbunden ist.

Italien hat im Sommer 1935 dekretiert, daß alle Fahrzeuge, die dem öffentlichen Betrieb im Personen- und Güterverkehr dienen, gleichgültig ob im Innerorts- oder im Ueberlandverkehr, gleichgültig, ob offizielle oder private Institution, spätestens bis 31. Dezember 1937 auf Gazogënebetrieb umgestellt sein müssen. Als weiterer Anreiz zur Umstellung wird den Besitzern von Motorfahrzeugen, die nur Ersatzbrennstoffe verwenden, eine einmalige Prämie von 4000—9000 Lire je nach Nutzlast der Fahrzeuge ausgerichtet und außerdem genießen sie für die Dauer von fünf Jahren ab 1934 Steuererleichterung. Andererseits ist jeder Besitzer von mehr als zehn Wagen gehalten, mindestens einen davon mit Holzgas zu betreiben. Ob sich der Erlaß bei der Holzarmut Italiens — Italien ist Holzimportland — durchführen läßt, wird die Zukunft weisen. Zudem fehlt es an Buchenwäldungen.

In Frankreich verfügt das Gesetz vom 24. Dezember 1934 die vollständige Befreiung von Straßen- und Steuerabgaben für Ersatzbrennstoffe, nachdem schon längst Steuervergünstigung für Wagen mit Holz- oder Holzkohlengeneratoren bestanden haben. Diese Verfügung ist nunmehr auf den Betrieb mit Preßgasantrieb ausgedehnt worden. Außerdem sorgen neben dem Conseil d'administration de l'Office National des Combustibles Liquides die Ligue de Défense des Carburants für eine ständige Propagierung der Ersatzbrennstoffe.

In Deutschland genießen ab 1. April 1935 alle Motorfahrzeuge, die nichtflüssige Treibstoffe verwenden, eine Steuerermäßigung von 50 %, neben weiteren Vergünstigungen für Holzbetriebe je nach Einzelstaat. Preußen, Bayern und Sachsen ge-

währen aus der Forstkasse eine Subvention von RM. 600 bei Kraftwagen und RM. 300 bei stationären Anlagen, Hessen Darlehen zur leichteren Bestreitung der Anschaffungskosten. Zudem wird an den von den Forstverwaltungen errichteten Holztankstellen das Holz zum halben Marktpreis abgegeben. Eine weitere Förderung der Ersatzbrennstoffe wird durch die am 1. Dezember eingeführte bedeutende Erhöhung der Einfuhrzölle auf Gasöl und Schmierfetten um 30 bzw. 100 % erreicht.

Einen starken Auftrieb erhielt die Entwicklung eigener Treibstoffe (Hydrierung) in England, als die Regierung unter Mac Donald 1933 den synthetischen Treibstoffen durch handelspolitische Maßnahmen eine beachtenswerte Vorzugsstellung vor eingeführten Treibstoffen sicherte. Mit dem 8. August 1935 ist der Gasölzoll auf den achtfachen Betrag des bisherigen Ansatzes erhöht und damit dem Benzinzoll gleichgestellt worden.

Steuervergünstigungen für die Holzverwertung haben auch die Tschechoslowakei und die nordischen Staaten geschaffen. In der Schweiz liegen zu derartigen Steuererleichterungen oder Brennstoffverbilligungen erst bescheidene Ansätze einiger weniger Kantone und Forstverwaltungen vor. Selbst diese Vergünstigungen sind nur vorübergehender Natur.

So gewähren :

Kanton Aargau : Abgabe von verbilligtem oder Gratisholz durch die kantonale Finanzdirektion je nach vorliegendem Einzelfall.

Kanton Baselland : Der basellandschaftliche Waldwirtschaftsverband hat Steuerermäßigung beantragt und gegebenenfalls sind die waldbesitzenden Gemeinden prinzipiell bereit, in der Holzbeschaffung entgegenzukommen.

Kanton Bern und

bernische Gemeinden : Seit zwei Jahren 20 Ster Gratisholz durch Vermittlung des Verbandes bernischer Waldbesitzer. Ein Antrag auf Steuerermäßigung wird gegenwärtig geprüft.

Kanton Freiburg : Ab 1. Januar 1936 50% Steuerreduktion für die ersten zwei Jahre. Außerdem liefert die kantonale Forstverwaltung :

12 Ster Gratisholz für die 6 ersten Wagen

6 Ster Gratisholz für die 6 folgenden Wagen.

Kanton Neuenburg : Lediglich Entgegenkommen einzelner Gemeinden in Form einer Verbilligung der Holzbeschaffung oder Gratisholzabgabe.

Kanton Schaffhausen :

An den 1. Wagen 1500 Wellen Gratisholz.

» » 2. » 1000 » »

» » 3.—5. » je 500 » »

Die ersten 3 Bezüge sind bereits erfolgt, wovon der erste bereits im Jahre 1934.

Kanton Tessin : Ab April 1934

100% Steuerermäßigung für ein Jahr für die ersten 5 Wagenbesitzer.

75% Steuerermäßigung für die folgenden 5 Wagenbesitzer.

50% » » » » 5 »

25% » » » » 5 »

Die Bezüger sind verpflichtet, Holz aus tessinischen Wäldern zu beziehen. Der Ausfall an Steuergebühren geht zu Lasten des kantonalen Forstkredites.

Kanton Waadt : Ab 1936 für 6 Monate 50% Steuerermäßigung. Außerdem Vergünstigungen im Holzeinkauf durch Vermittlung der Association forestière vaudoise.

Kanton Wallis : Lediglich Entgegenkommen einzelner Gemeinden durch Gratisholzabgaben, und zwar

15 Ster Gratisholz für die ersten 6 Lastwagen.

8 » » » » folgenden 6 Lastwagen.

Hinderlich ist außerdem das eidgenössische Automobilgesetz, welches für Holzvergaser kein höheres Eigengewicht der Fahrzeuge zuläßt, so daß neben der Verkleinerung der Ladefläche auch eine Verminderung der Nutzlast eintritt. Solange hier nicht eine bessere Einsicht Platz greift, ist auch an eine Ausbreitung der Ersatzbrennstoffe nicht zu denken.

Oesterreich verlangt ebenfalls staatliche Subventionen an die Anschaffung von Holzgasanlagen nebst Steuerfreiheit für solche Fahrzeuge, außerdem Unterstützung der Forschung und Umstellung der staatlichen Betriebe von Post und Bundesbahn auf einheimische Ersatztriebstoffe.

Was den Holzgasantrieb im besondern anbetrifft, ist zu bemerken, daß er durch die spontane Entwicklung anderer Ersatzbrennstoffe stark ins Hintertreffen gekommen ist. Er erscheint schon heute in der Frage der Ersatztreibstoffe eher eine Episode gewesen zu sein, die rasch durch die moderne Technik bereits überholt wurde. Jedenfalls trifft dies für alle jene Länder zu, wo andere Produkte zur Verfügung stehen, die die Nachteile und Unannehmlichkeiten der Holzvergasung nicht aufweisen.

Eine Schattenseite ist immer wieder darin zu suchen, daß sich verschiedene der angeführten Verfahren nur mit ganz beträchtlichen Staatszuschüssen realisieren ließen. Das hat Deutschland, Frankreich und England erfahren. Dabei ist die wirtschaftliche Seite noch total unabgeklärt. So sollen die Neuanlagen im Ruhrgebiet nicht ohne die Hilfe behördlich garantierter Mindestpreise ab Werk zustande gekommen sein. Bei den englischen Anlagen ist auch dort, wie überall bei der synthetischen Benzinherstellung, die Frage der Selbstkosten mit das schwierigste Problem. Die Anlagen sind weit teurer geworden als veranschlagt. Ueber-

haupt liegen Rückschläge auf diesem äußerst verwickelten Gebiete erfahrungsgemäß immer im Bereich der Möglichkeit.

Die Ersatztendenz hat jedoch noch in handelspolitischer Hinsicht ihre zwei Seiten, welche bei der Beurteilung nicht unterschätzt sein wollen. Was sie auf der einen Seite zugunsten der Eigenproduktion verbessert, schmälert sie auf der anderen Seite in erheblichem Maße die Zolleinkünfte und die Kompensationsmöglichkeiten für die Exportindustrie. Einseitige Bestrebungen einzelner Wirtschaftsgruppen wollen daher durch den Staat wohl abgewogen sein, bevor er zu verhänglichen Schutzbestrebungen greift, die sich schließlich auf einem anderen Gebiet als schädigend herausstellen.

Uebertriebene Erwartungen sind daher aus allen angeführten Gründen ebenso wenig am Platze, wie eine Verleugnung der Tatsache, daß wir einen gewaltigen Schritt vorwärtsgekommen sind. Die Zukunft wird lehren, ob wir bereits den richtigen Weg beschrritten haben oder ob wir über diesen Umweg zu Antriebsformen kommen, die wir heute noch nicht kennen, aber absolut nicht im Bereiche der Unmöglichkeit liegen.

---

