

**Société suisse
pour l'étude des
carburants**

**Schweiz. Gesellschaft
für das Studium
der Motorbrennstoffe**

**Società svizzera
per lo studio dei
carburanti**

Adresse: Bern · Bahnhofplatz 5 · Telefon (031) 22480 · Postcheckkonto III 1812

Ueber die Entwicklung von Holzgasanlagen
für Motorfahrzeuge
in Schweden

Berichte

aus einer Studienreise der SGSM nach Schweden
September 1960

Studienreise nach Schweden
9. bis 17. September 1960

T E I L N E H M E R

=====

1. Oberst J. Perret, Sektionschef der Abteilung für Heeresmotorisierung, Bern (Reiseleiter)
2. Fr. Iten, Direktor der Autavia AG, Basel, Chef der Gruppe Ersatztreibstoffe der Sektion Strassenverkehr des KIAA
3. E. Huber, Vorsteher der Fachschule Hard, Winterthur
4. C. Lanz, Forstinspektor, Eidg. Oberforstinspektion, Bern
5. Fr. Baumann, Ing., Automobildienst der PTT, Bern
6. E. Hahn, Dipl. Ing. der AG Adolph Saurer, Arbon
7. A. Rietmann der AG Adolph Saurer, Arbon
8. P. Signer, Masch. Ing., Schweiz. Institut für Landmaschinenwesen IMA, Brugg
9. G.C. Frizzoni, Masch. Ing., Schweiz. Traktorenverband, Brugg
10. P. Bloch, Ing., Technischer Leiter der ASPA & Aktuar der SGSM, Bern (Organisation und Unterkunft)

ABTEILUNG FUER HEERESMOTORISIERUNG
Sektion Motorisierung und Materielles
Oberst Perret
Reiseleiter

I.

1. Zweck der Reise:

Die Schweizerische Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe (SGSM) wurde im Jahre 1928 gegründet und bezweckte damals in erster Linie das Studium der Ersatztreibstoffe. In ihr sind die Fahrzeugindustrie, die Motorfahrzeughalterverbände, die Betriebsstoffimporteure, die Automobilabteilung PTT, die Armee sowie diverse Einzelfirmen und -Personen vertreten. Vertreter der Armee in der SGSM ist der Berichterstatter.

Es ist weitgehend den Bemühungen dieser Gesellschaft zu verdanken, dass ab Kriegsbeginn 1939 gut entwickelte Holz- und Holzkohlengeneratoren gebaut werden konnten, die es Armee und Wirtschaft ermöglichten, die knappen Reserven an flüssigen Treibstoffen zu strecken. Nach dem Kriege befasste sich die SGSM nur noch mit dem Studium der flüssigen Treibstoffe und Schmiermittel.

Beim Ausbruch des Koreakrieges wurde die kriegswirtschaftliche Organisation neu aufgebaut und auch eine Gruppe Ersatztreibstoffe aufgestellt. Als Vertreter der Armee wurde der Berichterstatter bestimmt. Diese Gruppe sorgte für die Sicherstellung der bei Kriegsende vorhandenen neuen Generatoren sowie der Konstruktionszeichnungen und meldete einen ersten Bedarf an Metallen für die Aufnahme einer Fabrikation im Bedarfsfalle an. Eine Weiterentwicklung der Generatoren konnte mangels Interesse der vollbeschäftigten Industrie und fehlender Geldmittel nicht eingeleitet werden, sodass der Generatorenbau nötigenfalls auf dem Stand der Entwicklung 1945 aufgenommen werden müsste.

Anlässlich der Suezkrise im Jahre 1956 wurden in der SGSM Stimmen laut, die Forschung in Richtung Ersatztreibstoffe, insbesondere Holz, wieder aufzunehmen. Durch den schweizerischen Militärattaché in Stockholm konnte in Erfahrung gebracht werden, dass die Schweden seit 1956 intensiv am Holzgasproblem weiterarbeiten und bedeutende Fortschritte erzielt hätten. Die SGSM organisierte deshalb im Frühjahr 1960 eine Vortragstagung über diese Probleme und lud zu diesem Zwecke 2 Spezialisten aus Schweden zu Vorträgen ein. Ihre Äusserungen sowie die anschliessende Diskussion liessen erkennen, dass die Schweden einen bedeutenden Schritt vorwärts gekommen sind und dass ein Studium der Probleme an Ort und Stelle dienlich wäre. Es erfolgte anschliessend eine Einladung an die SGSM, im Monat September eine Kommission von Sachverständigen in dieses Land zu delegieren.

2. Reisebericht:

8./9.9. Flug mit der Swissair von Kloten nach Stockholm.

9./10.9. Besuch der St.Eriks-Messe und der damit verbundenen Wehrausstellung auf der diverse Holzgeneratoren auf Lastwagen, Traktoren und Personenwagen besichtigt und im Betrieb gesehen werden konnten.

In der Wehrausstellung konnte auch das Modell einer neuen Lagermöglichkeit für flüssige Treib- und Brennstoffe besichtigt werden. Es handelt sich um schwimmende Tanks ohne Böden. Da die zur Einlagerung gelangenden Flüssigkeiten leichter sind als Wasser, findet keine Vermischung statt. Die Expansion erfolgt nach unten

auf das Wasser, sodass kein Gasraum und damit auch keine Explosionsgefahr besteht. Diese Methode dürfte sich für die billige Lagerung von Treib- und Brennstoffen in den tausenden von Seen und Meeresbuchten von Schweden gut eignen. In unsern Seen wäre die Tarnung schwierig, da auch die gefüllten Tanks die Wasseroberfläche um ca. 90 cm überragen. Die erhaltenen Unterlagen habe ich bereits an Herrn Ing. Schweizer, Unterabteilungschef bei der Eidg. Baudirektion übergeben.

11.9. Zur freien Verfügung (Sonntag).

12.9. Fahrt mit der Bahn nach Göteborg. Besichtigung der Werke der AB Volvo, die verschiedene Typen von Personenwagen und Lastwagen fabriziert. Die tägliche Produktion beträgt 40 Lastwagen, 5 Autobusse und 270 Personenwagen, davon 110 des in der Schweiz gut eingeführten "Volvo-Amazon". Volvo erstellt auch geländegängige Fahrzeuge für die schwedische Armee, wobei für uns allein der vorläufig nur in einer kleinen Vorserie gebaute, leichte Geländewagen interessant erscheint. Es handelt sich um einen Jeep-ähnlichen Frontlenker mit einer Tragkraft von 800 kg. Er könnte als Ersatz für die überlasteten BAT-JEEP in Frage kommen. Die erhaltenen Unterlagen wurden bereits dem Chef des Dienstkreises V der KTA übergeben.

Volvo hat im Jahre 1951 auch den Bau und die Weiterentwicklung von Holzgeneratoren übernommen und seit der Suezkrise massgebend an der Entwicklung des Dieselgasbetriebes teilgenommen. Zur Zeit sind 4 Holzgeneratormodelle für Motoren verschiedenen Zylinderinhalts fabrikationsreif.

13.9. Fahrt mit der Bahn von Göteborg nach Eskilstuna mit anschliessender Besichtigung der seit 1950 zum Volvo-Konzern gehörenden Traktorenwerke Bolinder-Munktell. Diese, im Jahre 1832 gegründete Firma, war ursprünglich eine Fabrik für Maschinen und landwirtschaftliche Geräte. Von 1853 bis 1920 baute sie auch Dampflokomotiven. Im Jahr 1913 entstand der erste Traktor, der heute noch in Betrieb gesetzt werden kann. Die Jahresproduktion beträgt zur Zeit 10'000 Dieseltraktoren, verteilt auf nur 3 Typen. Die Werke werden zur Zeit vergrössert und sollen ab 1961 17'000 Traktoren pro Jahr herstellen. Die Bolinder-Munktell Traktoren sind in der Schweiz noch nicht vertreten, sollen aber ab nächstem Jahr ebenfalls nach unserem Land exportiert werden. Diese Fabrik arbeitet ebenfalls an der Weiterentwicklung des Holzgasbetriebes und verwendet hierzu Volvo-Generatoren, die in Göteborg hergestellt werden.

14.9. Fahrt mit der Bahn von Eskilstuna nach Södertälje. Besichtigung der Lastwagenwerke SCANIA-VABIS. Es handelt sich um eine sehr modern eingerichtete Fabrik mit einer Jahresproduktion von rund 7'000 Lastwagen. Sie geniesst keinen staatlichen Schutz und hat, um weiterbestehen zu können, ihre Produktion in den vergangenen Jahren vergrössert, gleichzeitig aber radikal typisiert und rationalisiert. Es werden nur noch 2 Motoren und 2 Getriebe fabriziert. Dies erlaubt den Einsatz von Fabrikationsstrassen mit Transfermaschinen. Die Lastwagenmodelle reduzieren sich auf wenige Typen. Aus Rationalisierungsgründen wurde auf den Bau von Fahrzeugen mit Frontlenkung, Heckmotor, Unterflurmotor etc, verzichtet. Die Scania-Vabis Lastwagen sind massiv und sehr seriös gebaut. Sie entsprechen in Qualität und Aufmachung unsern schweizerischen Erzeugnissen. Diese Lastwagenmarke, die heute nur in wenigen Exemplaren in unserem Lande vertreten ist, soll in den nächsten Jahren ebenfalls nach der Schweiz exportiert werden. Sie dürfte zu

einem starken Konkurrenten für unsere einheimischen Lastwagenfirmen werden. Die Scania-Vabis-Werke liefern den Beweis, dass auch in einem Land mit knapp mehr als 7 Mio. Einwohnern, eine Lastwagenindustrie ohne staatlichen Schutz weiterbestehen kann, vorausgesetzt, dass sie sich rechtzeitig und kompromisslos der veränderten Lage anpasst.

Scania-Vabis baut zur Zeit eine grössere Serie von Lastwagen für das schwedische Heer. Auffallend ist, dass diese Lastwagen alle einen Verladekran aufweisen, jedoch nicht über Allradantrieb verfügen. Diese Fabrik beteiligt sich ebenfalls an der Weiterentwicklung des Holzgasbetriebes, baut aber selber keine Generatoren. Am späteren Nachmittag wurde die Reisegruppe in 2 Personenwagen der Scania-Vabis von Södertälje nach Stockholm überführt.

15.9. Fahrt mit der Bahn von Stockholm nach Uppsala mit anschließendem Besuch der Statens Maskinprovningar in Ultuna. Es handelt sich um eine staatliche Prüfstation für Landwirtschaftstraktoren, Landmaschinen und Geräte. Sie verfügt über alle notwendigen Prüfapparaturen sowie 2 Prüfbänke für Motoren. Zufolge der räumlichen Ausdehnung Schwedens über verschiedene Klimazonen, befindet sich je eine weitere Zweigstelle dieses Prüfinstitutes in Nord- sowie in Südschweden.

In der Prüfstation in Ultuna werden die Leistungsmessungen mit den verschiedenen Generatortypen durchgeführt. Die Versuche erstrecken sich sowohl auf den Dieselgas- wie auf den reinen Holzgasbetrieb. Dabei werden verschiedene Holzarten und diverse Filter ausprobiert.

Am Nachmittag besichtigte die Kommission den Landwirtschaftsbetrieb von Herrn Karlsson in Björklinge, wo sich 3 Versuchstraktoren mit Dieselgas und Holzgas im Einsatz befinden.

16.9. Empfang durch die Zweigniederlassung der Robert Bosch AG Stockholm mit ausführlicher Orientierung über die an der Einspritzpumpe für den Dieselgasbetrieb notwendigen Umstellungen. Alle für Schweden bestimmten Pumpen werden seit einigen Monaten bereits abgeändert abgeliefert, sodass sie nötigenfalls in kürzester Zeit und ohne erhebliche Kosten auf Dieselgasbetrieb umgestellt werden könnten. Nach Aussagen der Vertreter der Firma Bosch, sollen heute nur noch abgeänderte Pumpen fabriziert werden, da die Praxis gezeigt hat, dass die Umstellung auch für den Normaldieselbetrieb Vorteile hat. Es wäre somit nachzuprüfen, ob unsere Werke, d.h. FBW und diverse Traktorenfabrikanten bereits solche Pumpen erhalten und einbauen. Da Saurer für sich und Berna die Einspritzpumpen selber fabriziert, wäre es von Nutzen, wenn diese Firma eine ähnliche Abänderung bereits in der Fabrikation einführen würde. Dadurch könnten im Bedarfsfalle eine nachträgliche Abänderung und Kosten in der Höhe von mehreren hundert Franken erübrigt werden.

16./17.9. Der Abflug ab Stockholm war um 21.40 vorgesehen. Zufolge grosser Verspätung des Swissairkurses von Zürich nach Stockholm, fand der Abflug erst 3 Stunden später statt, mit Landung in Kloten am 17.9. um 04.40. Anschliessend Fahrt mit dem Bus nach Zürich Hauptbahnhof, Abholen meines Instruktorwagen im AMP Depot Zürich und Heimfahrt nach Bern mit Ankunft um 08.15.

Fortschritte im Generatorenbau: Der Aufbau der Generatoren hat keine grundlegenden Änderungen erfahren. Neu ist die Verwendung eines innen und aussen emaillierten Mantels, was die Verwendung von teuren, im Kriegsfall selten Chromstahlblechen erübrigt. Neu ist auch der Einbau eines Drahtgitters in ca. 1 cm Abstand von der innern Wand des Generators. Dadurch wird eine bessere Ausscheidung

und Kondensierung des im Holz enthaltenen Wassers erreicht. Das nach einem längern Halt notwendige Stochern des Holzes verlangt aber einige Vorsicht, da dieses Gitter nicht beschädigt werden darf. Neu ist ebenfalls die Verwendung von leicht auswechselbaren Herdringen aus gewöhnlichem Gusseisen. Ein grosser Fortschritt wurde durch die Verwendung eines Filters mit Fiberglaseinsatz erreicht. Dies ermöglicht die Einführung viel heisserer Gase, was die Bildung des für den Motor schädlichen Teers herabsetzt.

Dieselgasbetrieb: Bei diesem, nur bei Dieselmotoren mit direkter Einspritzung anwendbaren Verfahren, erfolgt keine Abänderung des Motors. Es wird lediglich die Ansaugleitung am Generator angeschlossen und die bereits abgeänderte Dieseleinspritzpumpe so eingestellt, dass sie eine über alle Drehzahlen gleichbleibende Menge von Dieseltreibstoff einspritzt. Diese Einspritzung dient der Zündung und Verbesserung der Verbrennung des aus dem Holzgenerator angesogenen Gases. Damit erübrigt sich der teure Einbau einer Fremdzündung. Die Messungen haben ergeben, dass die Motoren beim Dieselgasbetrieb noch ca. 85 - 90% ihrer ursprünglichen Leistung abgeben, was als vorzüglich zu bewerten ist. Dagegen ist der Verbrauch an Dieseltreibstoff grösser als wir ursprünglich angenommen hatten. Er variiert zwischen 20% des Normalverbrauches bei grossen bis zu 30% bei kleinen Motoren. Militärisch interessant beim Dieselgasbetrieb ist die Möglichkeit, ein umgebautes Fahrzeug mit einem Handgriff wieder in ein reines Dieselfahrzeug umwandeln zu können. Nachteilig ist dann nur noch die durch den Generator verkleinerte Ladebrücke und das zusätzlich mitzuschleppende Gewicht. Es wäre somit nicht ausgeschlossen, solche Fahrzeuge auch im militärischen Einsatz und je nach der jeweiligen Kriegs- und Versorgungslage abwechslungsweise mit Dieselgas oder mit reinem Dieseltreibstoff zu betreiben. Die schwedische Armee scheint diese Möglichkeit in Erwägung zu ziehen, hat sie doch zur Zeit 50 auf Dieselgas umstellbare Lastwagen in Betrieb. Sämtliche militärischen Lastwagenfahrer der schwedischen Armee sollen, nach erhaltenener Auskunft, zusätzlich auf diesen Fahrzeugen ausgebildet werden.

Der Vollständigkeit halber ist noch darauf hinzuweisen, dass die Umstellung auf Dieselgasbetrieb von Motoren, die nach dem Vorkammer- oder Wirbelkammersystem arbeiten, kostspielige Abänderungen erfordert. Dies ist vor allem für die Landwirtschaft ein grosser Nachteil, da die Mehrzahl der in unserem Lande in Betrieb stehenden Traktoren mit solchen Motoren ausgerüstet sind.

Reiner Holzgasbetrieb: Trotz der Erfolge auf dem Gebiet des Dieselgases wird in Schweden auch der reine Holzgasbetrieb weiter verfolgt. Dies ist für den Umbau von Fahrzeugen mit Benzinmotor, insbesondere der Personenwagen, notwendig. Volvo hat einen Pw.-Generator fertig entwickelt und damit 2 Wagen ausgerüstet. Dieses Aggregat ist leicht, sieht gefällig aus und wird vorne am Wagen montiert. Die Motorkompression blieb unverändert. Dagegen wurde die Zündung um 20° vorverstellt und die Vakuumzündverstellung abgehängt. Zudem erfolgte der Einbau einer stärkern Batterie. Die beiden umgestellten Personenwagen sollen auf 65% ihrer ursprünglichen Leistung kommen. Auf unsern Fahrten in einem dieser Wagen schien uns diese Angabe eher optimistisch.

Das Holzproblem: In unserem Lande hat sich für Holzgeneratoren das Buchenholz am besten bewährt. Schweden verfügt nur über wenig Buchen-, dagegen über viel Birkenholz, das sich ebenfalls gut eignet. Da dieses Land aber mehrheitlich Nadelwälder aufweist, wurden

auch ausgedehnte Versuche mit Föhren- und Tannenholz durchgeführt. Nach Aussagen der Versuchsingenieure wurde auch frisch geschlagenes Holz verwendet. Dank den bessern Filtern und insbesondere den höhern Filtertemperaturen, sollen, abgesehen von einem kleinen Leistungsabfall, keine Schwierigkeiten aufgetreten sein. Es ist aber nicht ausser Acht zu lassen, dass die Bäume in Schweden zufolge der tieferen Temperaturen langsamer wachsen als bei uns. Die Jahrringe im Holz sind deshalb näher beieinander. Mit andern Worten: Das Nadelholz ist dort härter.

Alle Generatoren, die wir in Betrieb gesehen haben, wurden mit einem gemischten Birken- und Tannenholz, mit einem maximalen Wassergehalt von 25% betrieben. Die Stückgrösse des zerkleinerten Holzes betrug wie bei uns zwischen 5 - 7 cm. Die Schweden machen zur Zeit auch Versuche mit kleineren Sägereiabfällen.

Schlussfolgerungen: Die Studienreise hat einwandfrei ergeben, dass die Schweden in der Verwendung von Holz zum Antrieb von Motoren einen erheblichen Schritt weitergekommen sind und die Forschung mit staatlicher Unterstützung kräftig weitertreiben. Wir haben uns auch davon überzeugen können, dass dieses Land in seinen zivilen Kriegsvorbereitungen allen andern Ländern weit voraus ist. Es ist erstaunlich festzustellen, was dort alles für den Schutz des menschlichen Lebens im Frieden und im Kriege gemacht wird. Ich erwähne diesbezüglich nur die grossen unterirdischen Schutzräume für die Bevölkerung, die heute in mehr als 55% der Personenwagen eingebauten Sicherheitsgurten sowie die an allen neuen Landwirtschaftstraktoren obligatorisch anzubringenden Schutzkabinen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass dieses Land, das keine Erdöllager aufweist, die fast unerschöpfliche Energiereserven seiner Wälder für Zeiten der Not und des Krieges nutzbar machen will.

Bezüglich Energieversorgung ist die Lage der Schweiz ähnlich wie die der Schweden. Erdöl fliesst, mindestens vorläufig, noch nicht aus schweizerischen Quellen. Die Neutralitätsreserven an flüssigen Treib- und Brennstoffen werden noch während Jahrzehnten ungenügend sein. Wäre es nicht ein Gebot der Stunde, uns auf die Ausnützung unserer grossen Holzreserven zu besinnen und vorzubereiten? **Der** Entscheid hierüber liegt bei der obersten Landesbehörde.

Der Chef der Gruppe Ersatztreibstoffe des KIAA, Herr Dir. Iten aus Basel, hat an der Studienreise teilgenommen. Er wird den kriegswirtschaftlichen Behörden Bericht erstatten und einen Entscheid für das weitere Vorgehen verlangen. Selbstverständlich ist die Forschung auf dem Gebiet des Holzgasbetriebes ohne staatliche Hilfe nicht möglich. Es braucht aber nicht nur Geld. Es müssen sich auch Firmen bereit erklären, die Entwicklung trotz Vollbeschäftigung wieder aufzunehmen. Die neuen Generatoren müssen anschliessend im Strassentransport, im Werkverkehr und in der Landwirtschaft ausprobiert werden. Wo sind die Idealisten, die Zeit und Mühe opfern, um da mitzuhelfen? Es stellen sich da viele schwierige Probleme, die aber durchaus nicht unlösbar sind. Was in Schweden dank staatlicher Unterstützung möglich war, sollte auch bei uns gelingen.

Wenn unsere oberste Behörde positiv entscheidet, dann wird auch die Armee an diesen Versuchen mithelfen müssen, wie sie dies übrigens in den Vorkriegsjahren auch getan hat. Es dürfte aber heute schon klar sein, dass für die Truppe nur der Dieselgasbetrieb in Frage kommt. Im weitern werden wir verlangen müssen, dass ein bei Krisen- und Kriegszeiten einsetzender Umbau unter militärischer Kontrolle gehalten wird. Beim chronischen Mangel an Transportmitteln werden wir für die requirierbaren Diesellastwagen nur

eine Umstellung auf Dieselgas bewilligen können. Beim militärischen Einsatz steht es uns dann frei, diese entweder mit Holz im Dieselgasverfahren zu betreiben, oder sie als Dieselfahrzeuge einzusetzen. Die Umstellung auf reinen Holzgasbetrieb wird somit nur für nicht requirierbare Fahrzeuge, nämlich Personenwagen sowie Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen der Landwirtschaft in Frage kommen.

Abschliessend möchte ich es als Delegationschef nicht unterlassen, nochmals Herrn S. Bendz vom Reichsamt für wirtschaftliche Vorsorge, für die tadellose Vorbereitung der Studienreise, den Herren Direktoren Moberg und Ing. Nordström von der staatlichen Maschinenprüfstelle in Ultuna sowie der Leitung der Firmen Volvo, Bolidner-Munktell, Scania-Vabis und Robert Bosch Stockholm, für die Führung durch ihre Unternehmen und ihre Gastfreundschaft herzlich zu danken. Hervorheben möchte ich auch die Bereitwilligkeit, uns alles zu zeigen und zu erklären sowie die zahlreichen Fragen zu beantworten. Man hegte vor uns keine Geheimnisse. Nicht zuletzt trug auch das prächtige Wetter, das während der ganzen Reise andauert hat, zu gutem Gelingen bei.

Wir sind alle hochbefriedigt und mit dem bestimmten Gefühl, viel Interessantes gesehen und gelernt zu haben, in unser Land zurückgereist.



II.

Entwicklung von Holzgasanlagen für Motorfahrzeuge in Schweden

1. Ursache

Seit einigen Jahren wird in Schweden systematisch an der Entwicklung von Holzgasanlagen für den Automobilbetrieb gearbeitet. Automobilfabriken und staatliche Institute nehmen massgebend an dieser Forschung teil. Dies veranlasste die Schweizerische Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe, Hr. Ing. Nordström aus Uppsala, an die Generalversammlung vom 10. Juni 1960 einzuladen, um über die neuesten Erfahrungen mit Holzgasanlagen für Automobile zu sprechen. In der rege benützten Diskussion kam der Wunsch zum Ausdruck, die umgebauten Fahrzeuge und die Prüfeinrichtungen in Schweden zu besichtigen. Die erwähnte Gesellschaft organisierte in der Zeit vom 9. - 16. Sept. 1960 eine entsprechende Studienreise nach Schweden. Im nachstehenden Kurzbericht wird auf die wesentlichsten technischen Unterschiede zwischen dem Entwicklungsstand in der Schweiz nach der Beendigung des letzten Krieges im Jahre 1945 und den gegenwärtigen Erkenntnissen in Schweden hingewiesen.

2. Die Holzgasgeneratoren

Die heute in Schweden verwendeten Gasgeneratoren entsprechen im Prinzip denjenigen, wie sie seinerzeit auch in der Schweiz zum Einsatz kamen. Der Austritt der Gase erfolgt im Generatorunterteil. Dadurch kann auf die Verwendung von rostfreiem Material im Oberteil verzichtet werden. Der Bunker wird aus normalem Baustahl fabriziert und durch beidseitige Emailierung vor Korrosion geschützt. Die Vergasungszone im Herd wird durch einen leicht austauschbaren Ring aus unlegiertem Gusseisen gebildet. Diese Konstruktion, welche äusserst zugänglich ist, erübrigt die Verwendung von hochlegiertem Spezialstahl. Nur für die Herstellung der Luftdüsen wird ein Stahl mit ca. 10% Chromzusatz verwendet. Durch Auswechseln des Herdringes soll es auch möglich werden, den Generator mit Holzkohle zu betreiben.

3. Die Gasfilteranlagen

Als einziger Gasreiniger dient in der Regel ein Gewebefilter mit grosser Oberfläche. Das Gas tritt ohne Zwischenkühlung vom Generator in den Filter. Die hohe Gastemperatur ermöglicht auch bei der Verwendung von feuchtem Holz einen störungsfreien Betrieb. Als Filtermaterial dient ein wärmebeständiges Glasfasergewebe. Die hohe Temperatur und die geringe Gasgeschwindigkeit verursachen einen porösen Niederschlag. Die Filter lassen sich auf einfache Weise, ohne Ausbau reinigen.

4. Das Dieselgasverfahren

Für den Umbau von Dieselmotoren auf den Generatorgasbetrieb wird in Schweden das Dieselgasverfahren bevorzugt. Die Zündung des Gases erfolgt nicht durch einen Zündfunken, sondern durch Einspritzen einer sehr kleinen Menge Dieselöl. Dieses Verfahren weist gegenüber dem Betrieb mit nur Holzgas, nachstehende Vorteile auf:

- a) Das hohe Kompressionsverhältnis des Dieselmotors kann beibehalten werden. Dadurch werden teure und technisch schwierige Anpassungsarbeiten am Motor vermieden.
- b) Der zusätzliche Einbau einer elektrischen Zündanlage, welche in Notzeiten kaum beschafft werden kann, ist nicht nötig.
- c) Eine Umstellung von Dieselgasbetrieb auf den Dieselbetrieb ist augenblicklich möglich.
- d) Die Motorleistung ist beim Dieselgasverfahren bedeutend höher als beim reinen Holzgasbetrieb. Sie beträgt bis zu 85% der Dieselleistung.
- e) Der Unterhalt und das Bedienen des Fahrzeuges ist beim Dieselgasbetrieb merklich einfacher und betriebssicherer, als beim reinen Holzgasbetrieb.
- f) Auch bei der Verwendung von feuchtem Holz wird die Motorleistung, infolge des Dieselölzusatzes, in vielen Fällen noch genügen.

Die Umstellung der Einspritzorgane am Motor auf das Dieselgasverfahren ist technisch gelöst und mit verhältnismässig geringen Kosten möglich. Der Dieselölverbrauch ist unabhängig von der Motorleistung und beträgt ca. 1 Liter pro Arbeitsstunde. Daraus resultiert bei Lastwagen- und Traktormotoren eine Einsparung von 70 - 90% an flüssigen Treibstoffen.

5. Schlussfolgerungen

Die ausserordentlichen Fortschritte auf dem Gebiet des Dieselgasverfahrens in Schweden rechtfertigen auch in der Schweiz eine Ueberprüfung der entsprechenden vorsorglichen kriegswirtschaftlichen Massnahmen. Die augenblickliche Umstellung vom Dieselgasbetrieb auf den Dieselbetrieb sollte es in Notzeiten ermöglichen, den Kreis der umbauberechtigten Motorfahrzeuge wesentlich zu erweitern.

Vor einer definitiven Stellungnahme der Behörden für oder gegen die Einführung des Dieselgasbetriebes in Notzeiten scheint es angebracht, neben den wirtschaftlichen Fragen über die Beschaffung von Dieselöl und Gasholz auch die Eignung der in der Schweiz vertretenen Fahrzeugarten und Dieselmotortypen genauer zu untersuchen. Die orientierende technische Abklärung könnte z.B. durch die Schweizerische Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe erfolgen.

*

III.

Anwendung von Holzgasanlagen bei landw. Traktoren in Schweden

I. Allgemeines

Die Entwicklung der letzten 15 Jahre ist durch eine sehr starke Zunahme der Motorisierung in der Landwirtschaft gekennzeichnet. Man weiss, dass heute in der Schweiz z.B. über 46'000 landwirtschaftliche Traktoren im Betrieb stehen, was eine mehrfache Zunahme seit dem Kriegsende bedeutet. Diese Tatsache, die gleichzeitig eine entsprechend starke Abnahme des Pferdebestandes mit sich gebracht hat, würde die Lage der Landwirtschaft während eines eventuellen Ausfalles von flüssigen Treibstoffen radikal verschlechtern. Um in einer solchen Situation in der Landwirtschaft noch über genügende Zugkräfte zu verfügen, erweist es sich als lebenswichtig, dass der grösste Teil unserer Traktoren in Betrieb gehalten werden kann.

Um bei einem allfälligen Mangel an flüssigen Treibstoffen den Betrieb mit Dieseltraktoren in der Landwirtschaft möglichst aufrecht erhalten zu können, wurde in Schweden seit einigen Jahren mit staatlicher Unterstützung die Frage studiert, wie eine Umstellung auf einheimischen Ersatztreibstoff, vor allem Holzgas, realisiert werden könnte.

Ausser im Reichsausschuss für Wehrwirtschaft hat in beschränktem Umfange auch in der Privatindustrie und bei den militärischen Instanzen eine erfreuliche Versuchs-, Forschungs- und Entwicklungstätigkeit eingesetzt.

Anlässlich der XXVIII. ordentlichen Generalversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe (SGSM) vom 10. Juni 1960 in Luzern bot sich Gelegenheit, in einem Referat durch Herrn Ing. Olle Nordström von der Staatlichen Prüfanstalt für Landmaschinen in Ultuna über die neuesten Erfahrungen mit Holzgasanlagen in Schweden zu hören.

In der anschliessend an den Vortrag rege benützten Diskussion kam der Wunsch zum Ausdruck, bei einer Studienreise in Schweden die umgebauten Fahrzeuge und die Prüfeinrichtungen zu besichtigen und sich von den auf diesem Gebiet arbeitenden Fachleuten über technische Einzelheiten orientieren zu lassen. Die erwähnte Gesellschaft organisierte in der Zeit vom 9. bis 16. September 1960 eine entsprechende Reise nach Schweden.

II. Technisches

1) Das Dieselgas-Verfahren

Grundsätzlich neu bei der Anwendung von Holzgas als Ersatztreibstoff für Dieselmotoren ist in Schweden das sog. Dieselgas-Verfahren. Dieses arbeitet derart, dass das mit Luft vermischte Holzgas der Ansaugleitung des Motors zugeführt wird. Die Zündung dieser Gas-Luftmischung erfolgt nun durch Einspritzen einer kleinen, über den ganzen Drehzahlbereich konstanten Menge von Dieseltreibstoff ("Zündöl"), die ihrerseits durch die am Motor beibehaltene hohe Verdichtung gezündet wird. Der Motor

arbeitet also im Zweistoff-Betrieb.

Diese Umstellung erfordert bei Dieselmotoren mit direkter Einspritzung nur geringe Abänderungen, während man bei Motoren mit Vor- oder Wirbelkammer bis jetzt die Schwierigkeiten noch nicht überwinden konnte.

Das Dieselgasverfahren bietet gegenüber dem Betrieb mit Holzgas allein folgende Vorteile:

- a) Das hohe Verdichtungsverhältnis des Dieselmotors kann beibehalten werden, wodurch teure und technisch schwierige Anpassungsarbeiten (z.B. Auswechseln der Kolben und des Zylinderkopfes) vermieden werden.
- b) Der zusätzliche Einbau einer elektrischen Zündanlage fällt weg.
- c) Eine Umstellung vom Dieselgas-Verfahren ^{Er} auf reinen Dieseltreibstoffbetrieb ist augenblicklich möglich.
- d) Der totale Wirkungsgrad des Motors ist beim Dieselgas-Verfahren bedeutend höher als beim reinen Holzgasbetrieb. In günstigen Fällen werden 75 bis 80% der ursprünglichen Maximalleistung erreicht.
- e) Die Bedienung und der Unterhalt des Traktors ist beim Dieseltreibstoffbetrieb merklich einfacher und betriebssicherer als beim reinen Holzgasbetrieb.
- f) Die Holzart und der Feuchtigkeitsgehalt fallen infolge des Zusatzes von Dieseltreibstoff weniger ins Gewicht.

Die wesentlichsten technischen Umstellungen an einem Dieselmotor mit direkter Einspritzung von reinem Dieseltreibstoff auf Dieselgas sind:

- Auswechseln der Ventilkegel in den Druckventilen der Einspritzpumpe. Durch gewisse konstruktive Massnahmen am Ventilkegel erhält man eine Änderung des Fördermengenverlaufs an der Einspritzpumpe, damit bei einer bestimmten festen Regelstangenlage über den ganzen Drehzahlbereich, unabhängig von der Motorleistung, eine konstante Fördermenge (7 bis 9 mm³ pro Hub) erreicht wird.
- Eventuell Düsen mit grösserer Druckstufe.

Der Verbrauch von Dieseltreibstoff beträgt für einen 35-40 PS-Traktor im Dieselgas-Verfahren ca. 1 Liter je Stunde und 12-15 kg Holz je Stunde.

2) Die Holzgasgeneratoren

Um einen zuverlässigen und wirtschaftlichen Fahrbetrieb zu gewährleisten, sind in Schweden auch die Holzgasgeneratoren verbessert worden. Sie entsprechen aber im Prinzip immer noch denjenigen, wie sie seinerzeit auch in der Schweiz zum Einsatz kamen. Der Austritt der Gase erfolgt im Generatorunterteil, wodurch der ganze Bunker als Kondensationsfläche für das Schwelwasser dient.

Damit der Oberteil des Generators leicht ausgewechselt werden kann, wurde der Generator geteilt konstruiert. Der Schwelwassermantel, der starken Korrosionsangriffen ausgesetzt ist, ist auswechselbar. Um die Lebensdauer zu vergrössern, ist er beidseitig mit einer dünnen Emailschiicht versehen.

Statt eines Herdteils aus in Mangelzeiten schwer beschaffbarem Chromnickelstahl wurde mit Erfolg Gusseisen mit einer dünnen Emailschiicht als Korrosionsschutz verwendet. Auch Gusseisen mit 4 bis 5% Siliciumgehalt hat sich recht gut bewährt. Die Herdringe können leicht ausgewechselt werden.

Nur für die Luftdüsen ist ein legierter Stahl mit 10% Chromzusatz notwendig. Systematisch wurden verschiedene Generatorherde ausprobiert.

3) Der Gasfilter

Besondere Beachtung wurde der Konstruktion wirksamer und leicht zu reinigender Filter von langer Lebensdauer geschenkt. Ein ungenügend von Staub befreites Holzgas führt zu einem 2 bis 3 mal höheren Zylinderverschleiss als er bei reinem Dieselbetrieb vorliegt. Angestrebt wird eine Filtrierwirkung bis herab zu Teilchengrösse von 0,2 u.

Als besonders interessant können sog. Venturireiniger mit Venturi-Teil und nachfolgendem Ausscheider (Zyklon) angesehen werden.

Anstelle der früheren Stofffilter treten die geeigneteren Glaswollefilter mit grosser Oberfläche, die wesentlich höhere Temperaturen ertragen. Das Gas tritt ohne Zwischenkühlung vom Generator in den Filter. Die hohe Gastemperatur und die geringe Gasgeschwindigkeit verursachen einen porösen Niederschlag und ermöglichen auch bei der Verwendung von feuchtem Holz einen störungsfreien Betrieb. Die Filter lassen sich einfach und ohne Ausbau reinigen.

III. Schlussfolgerung

Die grossen Fortschritte bei der Anwendung von Holzgas als Ersatztreibstoff für Dieselmotoren in Schweden rechtfertigen auch in der Schweiz eine Ueberprüfung der entsprechenden vorsorglichen kriegswirtschaftlichen Massnahmen.

Die Versuche in Schweden erstreckten sich vor allem auf Dieselmotoren mit direkter Einspritzung, an welchen eine Umstellung auf Dieselgasbetrieb heute als technisch gelöst betrachtet werden darf. In der Schweiz sind aber in landwirtschaftlichen Traktoren ausser Dieselmotoren mit direkter Einspritzung noch ein grosser Prozentsatz von Benzin- oder Petrolmotoren und Dieselmotoren mit Vor- oder Wirbelkammer eingebaut, an welchen die Umstellung auf Holzgasbetrieb nicht so einfach ist.

Es scheint daher angebracht, dass vor der endgültigen Stellungnahme der Behörden neben den wirtschaftlichen Fragen über die Beschaffung von flüssigen Treibstoffen und Gasholz auch die Eignung der letzterwähnten Motortypen untersucht wird.

Um in Notzeiten unsere Landesversorgung aufrecht erhalten zu können, muss die Landwirtschaft über genügend Zugkräfte verfügen. Es ist daher wichtig, dass von den für die Kriegswirtschaft verantwortlichen Instanzen raschmöglichst das Studium der Anwendung von Ersatztreibstoffen bei motorischen landwirtschaftlichen Maschinen, wie das beispielsweise in Schweden der Fall ist, an die Hand genommen wird.

*

IV.

1. Vorbemerkung

Die Schweizerische Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe (SGSM) befasste sich vor und während des Krieges in erster Linie mit Ersatztreibstoffen, vor allem Holz und Holzkohle. Als nach Kriegsende die flüssigen Brennstoffe wieder in ausreichenden Mengen verfügbar waren, schwand das Interesse an den einheimischen Ersatztreibstoffen rasch. "Korea" und "Suez" wurden in der Schweiz wohl als fernes Wetterleuchten registriert, hatten aber keine nachhaltige Wirkung auf dem Gebiete der Ersatzbrennstoffe. Anders in Schweden, wo die verantwortlichen Behörden die sich aus diesen Ereignissen aufdrängenden Konsequenzen zogen und u.a. neue Versuche für die Verwendung von Holz als Motorbrennstoff veranlassten. Die SGSM erhielt hievon Kenntnis und gelangte auch in den Besitz einer militärischen Anleitung für die Wartung und den Betrieb von Holzgasfahrzeugen, die, ins Deutsche übersetzt, einen guten Einblick in die auf diesem Gebiet erzielten Fortschritte erlaubte. Nach Vorträgen zweier schwedischer Fachleute an der Generalversammlung 1960 der SGSM wurde beschlossen, Entwicklung, gegenwärtigen Stand und noch offene Probleme des Holzgasbetriebs durch eine Kommission in Schweden prüfen zu lassen.

Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich im wesentlichen auf das Holz und dessen Beschaffenheit sowie weitere damit in Zusammenhang stehende Fragen, denen sich noch einige persönliche Eindrücke und Feststellungen mehr allgemeiner Art anschliessen.

2. Gasholz

a) Qualitätsanforderungen

Die technische Weiterentwicklung der Generatoren, insbesondere aber der Filter, hat sich auf die Anforderungen an den Treibstoff Holz ebenfalls ausgewirkt. Den schwedischen Angaben nach sollen die neuen Anlagen auch mit verhältnismässig feuchtem, ja sogar frisch geschlagenem Holz noch zufriedenstellend funktionieren. Ferner scheint die Grösse der Holzstücke nicht mehr von so grosser Bedeutung zu sein wie früher, indem vor allem mit kleinstückigem, aber doch einigermaßen gleichförmigem Material, z.B. Schnitzel, wie sie in der Zelluloseindustrie erzeugt werden, noch befriedigende Ergebnisse erzielt wurden. Im weitern wurde dargelegt, dass die Generatoren auch mit praktisch reinem Weichholz (Fichte/Föhre) beschickt werden können, ohne dass ein untragbar hoher Leistungsabfall oder andere, brennstoffbedingte Betriebsschwierigkeiten auftreten. Einzig das Holzkohlebett im Gaserzeuger muss rascher mit stückiger Kohle ergänzt und der Generator fleissiger aufgetankt werden, was einen höheren Holzverbrauch ergibt als beim Hartholzbetrieb.

Ohne die Richtigkeit dieser Punkte in grundsätzlicher Hinsicht anzweifeln zu wollen, sind doch gewisse Vorbehalte für den praktischen Fahrbetrieb am Platz; denn, soweit festgestellt werden konnte, war alles Gasholz, das in den Versuchsfahrzeugen verwendet wurde, von hoher bis ausgesuchter Qualität sowohl hinsichtlich gleichmässiger Stückform und Grösse wie auch bezüglich Trockenheit und Holzart. Es bestand in jedem Fall zum grössten Teil aus gut trockenem Hartholz (vor allem Birke oder Buchenholzabfällen aus der Möbelfabrikation, künstlich getrocknet). Die auffallend günstigen Leistungs- und Verbrauchsresultate des Dieseltgasbetriebes wurden ausnahmslos mit hochwertigem Gasholz erzielt. Damit sei nicht bezweifelt, dass die neuen Holzgasanlagen nicht auch mit Holz geringerer Qualität und höherer Feuchtigkeit betrieben werden können. Dies war schon während des letzten Krieges der Fall und trifft heute noch vermehrt zu. In der geringern Empfindlichkeit der modernen Generatoren und Filter gegenüber dem Gasholz liegt ein grosser Vorteil.

Damit aber ein Motor mit Holzgas störungsfrei läuft und eine möglichst hohe Leistung abgibt, braucht es genau wie beim Benzin- oder Dieseltbetrieb auch einen hochwertigen Brennstoff. Es kommt nicht von ungefähr, dass in den schwedischen Armee-Anweisungen für Motorfahrzeuge, die mit Generatorgas betrieben werden, Ausgabe 1959, sehr klare Qualitätsvorschriften für das "Autoholz" aufgestellt sind, die wie folgt lauten:

1. Autoholz soll von Birkenholz oder von Birkenholz gemischt mit höchstens 25% Nadel- oder Eichenholz hergestellt sein.
2. Das Autoholz muss von Fäulnis frei sein sowie praktisch genommen frei von grober oder loser Rinde, Splintern, Spänen und Sägemehl.
3. Fremdkörper sowie Erde, Sand, Steine, Metallpartikel und Verunreinigungen dürfen nicht vorkommen.
4. Die Feuchtigkeit darf für warmluftgetrocknetes (extra trockenes) Holz höchstens 17%, für luftgetrocknetes (trockenes) Holz höchstens 25% sein.
5. Das Autoholz sollte bei einer Grobsortierung eine Kantenlänge von 3 - 8 cm und einen grössten Querschnitt von 30 cm² aufweisen.
6. Die Spaltung des Holzes soll so vollständig sein, dass alle Stücke völlig voneinander getrennt sind. Eine ganz kleine Anzahl von zusammenhängenden Stücken kann noch akzeptiert werden, wenn das Autoholz im übrigen von guter Beschaffenheit ist."

Diese Vorschriften sind streng und entsprechen weitgehend denjenigen, die kurz vor und während des Krieges für gebrauchsfertiges Gasholz in der Schweiz aufgestellt wurden. Einzig die Holzstücke waren bei uns mit 5-9 cm gegenüber den neuen schwedischen Anforderungen (3-8 cm) etwas länger. Holzartenmischung (maximal 1/4 Weichholz), Feuchtigkeitsgehalt (Schweiz 22, Schweden 18-25%) und Querschnittfläche (maximal 30 cm²) stimmen dagegen praktisch überein. Nach er-

haltener Auskunft sollen die schwedischen Vorschriften, gestützt auf die Versuchsergebnisse, demnächst etwas gelockert werden. Genauere Angaben über die beabsichtigten Änderungen waren nicht erhältlich. Aus Andeutungen zu schliessen, sollen mehr Weichholz (bis 50%) zugelassen, kleinere Abmessungen der Holzstücke (Vorteil für maschinelle Verarbeitung) und möglicherweise auch ein leicht höherer Feuchtigkeitsgehalt toleriert werden.

b) Holzpreis

Jede Herabsetzung der Qualitätsanforderungen erleichtert die Herstellung sowie weitgehend auch die Lagerung und senkt damit den Gestehungspreis. Dieser beträgt in Schweden gegenwärtig ab Grossproduzent 4.50/5.-- Kr. pro Sack zu 100 l (ca. 30-35 kg lufttrockenes Holz), was rund 12 Rp./kg entspricht. Im Detail wird Gasholz einschliesslich Verpackung (dreifacher Papiersack zu ca. 70 Rp. das Stück) für 8.-- Kr. = ca. 20 Rp./kg verkauft. Ungefähr zu diesem Preis könnte gleichwertiges Gasholz auch in der Schweiz hergestellt werden. Für Brennholz I. Klasse, ofenfertig gerüstet und hausgeliefert, wird zwischen 70.-/80.- Fr. je Ster zu 400-500kg bezahlt oder 14-20 Rp./kg. Vor dem letzten Weltkrieg wurde "Würfelholz" zu 7-8 Rp. offen ab Verarbeitungsstelle, am Schluss des Krieges für 20 Rp. das kg, in Säcken verpackt, ab Tankstelle verkauft.

Waldfrisches Hackholz (maschinell hergestellte Schnitzel) kann heute je m³ = ca. 330 kg zu 12-13 SKr. ab Produzent bezogen werden, was ungefähr 3-4 Rp./kg entspricht, d.h. dass dieses Holz, weil auch in Schweden unverkäuflich, zu den reinen Gewinnungskosten abgegeben wird.

c) Wirtschaftlichkeit

In Friedenszeiten bringt der Dieselgas- oder der reine Generatorgasbetrieb keine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, selbst wenn Holz (z.B. Hartholz-Industrieabfälle) praktisch unentgeltlich zur Verfügung steht, wie folgende grobe Ueberschlagsrechnung zeigt:

LKW-Jahresleistung 35'000 km - Dieselölverbrauch rund 7000 l
Einsparungsmöglichkeit bei Dieselgasbetrieb ca. 80% = 5500 l
zu 0,35 Rp./l = Fr. 1'900.--
zu 0,45 Rp./l = Fr. 2'500.--

Dieser Betrag wird aber schon durch Amortisation und Verzinsung der Holzgasanlage (ca. 6'000.-- Fr. in 4 Jahren, d.h. nach ungefähr 150'000 km = jährlich Fr. 1'700.--) und die mit dem Holzgasbetrieb verbundene Mehrarbeit für Unterhalt, Reparaturen usw. (wöchentlich mindestens 2 Stunden = 100 Stunden zu Fr. 6.-- = Fr. 600.--) aufgezehrt. Für Laderaum- und Zulastverminderung, bedingt durch die Anlage und den mitzuführenden voluminösen Brennstoff, bleibt dabei nichts mehr übrig, wie auch der trotz technischen Verbesserungen nicht zu vermeidende grössere Motorverschleiss nicht berücksichtigt ist.

d) Kriegs- und wehrwirtschaftliche Bedeutung

Die Wirtschaftlichkeit spielt aber in Zeiten des kalten oder gar heissen Krieges keine oder doch nur eine sehr untergeordnete Rolle. Wesentlich ist, dass durch den Dieselgasbetrieb

ohne in Betracht fallende Leistungseinbusse 60-80% flüssiger Treibstoff eingespart werden kann, oder anders ausgedrückt, dass mit einer bestimmten Treibstoffmenge 3-5 mal mehr Güter transportiert werden können. In dieser "Streckmöglichkeit" unserer noch auf lange hinaus ungenügenden flüssigen Brennstoffreserven liegt die kriegs- und wehrwirtschaftliche Bedeutung des Diesel- und des reinen Holzgasbetriebs, der dank der jüngsten technischen Entwicklung in Schweden nun einen hohen Grad von Betriebssicherheit bei nur geringem Leistungsabfall erreicht hat.

e) Weiteres Vorgehen

Die in Schweden gemachten Feststellungen und erhaltenen Auskünfte rechtfertigen, dass sich unsere zuständigen Behörden und Organisationen mit dem Holzgasbetrieb wieder befassen. Neben den noch offenen motor- und betriebstechnischen Fragen sind auch die mit dem Holz als Treibstoff verbundenen Probleme weiterabzuklären. Für einen allenfalls nötigen Einsatz des Generatorbetriebs auf breiter Basis sind die bisherigen Vorbereitungen hinsichtlich Bereitstellung von Material, Arbeitskräften, Holz usw. zu überprüfen und nötigenfalls dem neuesten Entwicklungsstand anzupassen.

3. Persönliche Eindrücke und Bemerkungen allgemeiner Art

Schweden hat, wie die Schweiz, einen sehr hohen Lebensstandard. Im Gegensatz zu uns wird aber in Schweden bei verhältnismässig eher höhern Löhnen weniger lang gearbeitet. Trotzdem sind die schwedischen Erzeugnisse auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig. Der schwedischen Wirtschaft ist somit gelungen, die sich aus Arbeitszeitverkürzung und Lohnerhöhung ergebende Verteuerung auszugleichen. Im Vordergrund stehen einmal der landeseigene und daher verhältnismässig billige Rohstoff (Eisen, Holz), andererseits aber auch die technische Rationalisierung und Typisierung der Produktion sowie der wirtschaftliche Zusammenschluss gleichgerichteter oder nachgeschalteter Unternehmungen.

Typisch in dieser Beziehung ist z.B. die stark integrierte schwedische Holzindustrie, deren grössere Unternehmungen mit ausgedehntem Waldbesitz aus eigenem Rohstoff praktisch alles erzeugen, vom Brett bis zum fertigmöblierten Holzhaus und von der Zellulose bis zu gebrauchsfertigen Verpackungen, entweder in eigenen Betrieben oder in wirtschaftlich miteinander verbundenen Unternehmungen. Auch in der Fahrzeugindustrie sind diese Tendenzen deutlich vorhanden, wie der Konzern der A.G. Volvo-Unternehmungen zeigt. Bezeichnend ist u.a. die Typisierung in den Traktorenwerken Bolinder-Munktell, zur Volvo gehörend, die einzige schwedische Traktorenfabrik für 2,6 Mio. ha Ackerfläche. Diese stellt bloss drei Motoren, alle mit gleichem Hub und mit gleicher Bohrung, dagegen mit verschiedener Zylinderzahl (2, 3 und 4) her und bezieht den Benzinmotor für einen leichten Traktor von der Volvo.

Aber nicht nur in der Industrie, sondern auch in der Landwirtschaft wird rationalisiert. So entfällt in Mittelschweden auf einen landwirtschaftlichen Betrieb bis 50 ha (ca. 80% Ackerboden, 10% Weide- und Grasland, 10% Wald) nur ein Traktor, mit dem durch zwei Arbeitskräfte (Betriebsinhaber + 1 Knecht), nötigenfalls ein Zweischichtenbetrieb sämtliche Arbeiten erledigt werden. Auch der Zusammenschluss benachbarter Landwirte für Anschaffung und gemeinsamen Einsatz leistungsfähiger Ernte-

maschinen ist stark verbreitet.

Ein wesentliches Merkmal schwedischer Arbeitsverfahren ist die der Unfallverhütung gewidmete Sorgfalt. Von den vieldiskutierten Sicherheitsgurten in den Personenwagen, die bereits auch in die Schweiz von der Volvo serienmässig ohne Aufpreis mitgeliefert werden, über den Hand-, Fuss- und Kopfschutz (Helme) bis zu den obligatorischen Schutzkabinen auf den neuen land- und forstwirtschaftlichen Traktoren geht durch alle Arbeitsvorgänge wie ein roter Faden die Forderung nach dem Schutz des arbeitenden Menschen vor Verletzungen und Schädigungen aller Art.

In dieses Kapitel gehört auch die Wohnhygiene. International bekanntlich führend ist Schweden für Disposition und Ausrüstung von arbeitsparenden, hygienischen Küchen. Eine grosse Rolle kommt dabei der Lüftung zu. Sowohl in den Hotels wie sogar in einem von uns besuchten Bauernhaus (Holzbau in Ständerkonstruktion, Holzzentralheizung, geräumige Wohnküche mit grosser Tiefkühltruhe!) waren die Zimmer an einen zentralen Ventilations-schacht angeschlossen. Es mag sein, dass es sich hier nur um ein unbedeutendes Detail handelt. Aber es sind gerade diese Einzel-, um nicht zu sagen Besonderheiten, die den Erfolg schwedischer Architektur und Wohnkultur in den letzten Jahren begründeten.

Zum Schluss noch einige Bemerkungen über die St. Eriks-Messe und die damit verbundene Wehrschau. Die erstere bot nicht viel Neues, und die Aufmachung, verglichen mit ähnlichen schweizerischen Ausstellungen, war eher bescheiden. Der Schweizer Stand machte davon keine Ausnahme. Im Rahmen der EFTA-Länder stellte sie lediglich einige (zum Teil markenlose!) Uhren, etwas Textilien und eine Grossaufnahme zur Fremdenverkehrswerbung aus. Ganz im Gegensatz dazu präsentierten sich die Oststaaten, angeführt von der Sowjetunion mit ihren rotleuchtenden Fahnen. Vor der grossen Halle standen eindrucklich gelbgestrichene landwirtschaftliche Maschinen und Traktoren, flankiert von den neuesten russischen, grellgespritzten Personenwagen. In der Halle selbst wurden zahlreiche Werkzeug- und Textilmaschinen sowie selbstverständlich auch ausreichend Propagandamaterial angeboten. Etwas bescheidener zeigten sich die Satelliten, die ähnliche Maschinen und Erzeugnisse wie Russland ausgestellt hatten. Zudem lagen in Stockholms Gewässern blendendweisse Personendampfer und Tanker mit gut sichtbarem rotem Stern am Schornstein. Diese roten Demonstrationen wirkten beunruhigend und machen die grossen Aufwendungen des Grenzlandes Schweden für seine militärische und zivile Verteidigung erklärlich.

Allen unsern schwedischen Freunden und Gastgebern sei für die ausgezeichnete Aufnahme und die interessanten Führungen herzlich gedankt! Unser Dank gilt aber auch Herrn Ing. Bloch, der in der Schweiz die Fahrt vorzüglich vorbereitete und sie als Reismarschall glücklich zu Ende führte.

*

K u r z b e r i c h t

über

die Anwendung von Holzgasanlagen bei landw. Traktoren in Schweden

(Studienreise der SGSM vom 9. bis 16. September 1960)

I. Allgemeines

Die Entwicklung der letzten 15 Jahre ist durch eine sehr starke Zunahme der Motorisierung in der Landwirtschaft gekennzeichnet. Man weiss, dass heute in der Schweiz z.B. über 46'000 landwirtschaftliche Traktoren im Betrieb stehen, was eine mehrfache Zunahme seit dem Kriegsende bedeutet. Diese Tatsache, die gleichzeitig eine entsprechend starke Abnahme des Pferdebestandes mit sich gebracht hat, würde die Lage der Landwirtschaft während eines eventuellen Ausfalles von flüssigen Treibstoffen radikal verschlechtern. Um in einer solchen Situation in der Landwirtschaft noch über genügende Zugkräfte zu verfügen, erweist es sich als lebenswichtig, dass der grösste Teil unserer Traktoren in Betrieb gehalten werden kann.

Um bei einem allfälligen Mangel an flüssigen Treibstoffen den Betrieb mit Dieseltraktoren in der Landwirtschaft möglichst aufrecht erhalten zu können, wurde in Schweden seit einigen Jahren mit staatlicher Unterstützung die Frage studiert, wie eine Umstellung auf einheimischen Ersatztreibstoff, vor allem Holzgas, realisiert werden könnte.

Ausser im Reichsausschuss für Wehrwirtschaft hat in beschränktem Umfange auch in der Privatindustrie und bei den militärischen Instanzen eine erfreuliche Versuchs-, Forschungs- und Entwicklungstätigkeit eingesetzt.

Anlässlich der XXVIII. ordentlichen Generalversammlung der Schweizerischen Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe (SGSM) vom 10. Juni 1960 in Luzern bot sich Gelegenheit, in einem Referat durch Herrn Ing. Olle Nordström von der Staatlichen Prüfanstalt für Landmaschinen in Ultuna über die neuesten Erfahrungen mit Holzgasanlagen in Schweden zu hören.

In der anschliessend an den Vortrag rege benützten Diskussion kam der Wunsch zum Ausdruck, bei einer Studienreise in Schweden die umgebauten Fahrzeuge und die Prüfeinrichtungen zu besichtigen und sich von den auf diesem Gebiet arbeitenden Fachleuten über technische Einzelheiten orientieren zu lassen. Die erwähnte Gesellschaft organisierte in der Zeit vom 9. bis 16. September 1960 eine entsprechende Reise nach Schweden.

II. Technisches

1) Das Dieselgas-Verfahren

Grundsätzlich neu bei der Anwendung von Holzgas als Ersatztreibstoff für Dieselmotoren ist in Schweden das sog. Dieselgas-Verfahren. Dieses arbeitet derart, dass das mit Luft verschmischte Holzgas der Ansaugleitung des Motors zugeführt wird. Die Zündung dieser Gas-Luftmischung erfolgt nun durch Einspritzen einer kleinen, über den ganzen Drehzahlbereich konstanten Menge von Dieseltreibstoff ("Zündöl"), die ihrerseits durch die am Motor beibehaltene hohe Verdichtung gezündet wird. Der Motor arbeitet also im Zweistoff-Betrieb.

Diese Umstellung erfordert bei Dieselmotoren mit direkter Einspritzung nur geringe Abänderungen, während man bei Motoren mit Vor- oder Wirbelkammer bis jetzt die Schwierigkeiten noch nicht überwinden konnte.

Das Dieselgasverfahren bietet gegenüber dem Betrieb mit Holzgas allein folgende Vorteile:

- a) Das hohe Verdichtungsverhältnis des Dieselmotors kann beibehalten werden, wodurch teure und technisch schwierige Anpassungsarbeiten (z.B. Auswechseln der Kolben und des Zylinderkopfes) vermieden werden.
- b) Der zusätzliche Einbau einer elektrischen Zündanlage fällt weg.
- c) Eine Umstellung vom Dieselgas-Verfahren auf reinen Dieselbetrieb ist augenblicklich möglich.
- d) Der totale Wirkungsgrad des Motors ist beim Dieselgas-Verfahren bedeutend höher als beim reinen Holzgasbetrieb. In günstigen Fällen werden 75 bis 80 % der ursprünglichen Maximalleistung erreicht.
- e) Die Bedienung und der Unterhalt des Traktors ist beim Dieselgasbetrieb merklich einfacher und betriebssicherer als beim reinen Holzgasbetrieb.
- f) Die Holzart und der Feuchtigkeitsgehalt fallen infolge des Zusatzes von Dieseltreibstoff weniger ins Gewicht.

Die wesentlichsten technischen Umstellungen an einem Dieselmotor mit direkter Einspritzung von reinem Dieselbetrieb auf Dieselgas sind:

- Auswechseln der Ventilkegel in den Druckventilen der Einspritzpumpe. Durch gewisse konstruktive Massnahmen am Ventilkegel erhält man eine Änderung des Fördermengenverlaufs an der Einspritzpumpe, damit bei einer bestimmten festen Regelstangenlage

über den ganzen Drehzahlbereich, unabhängig von der Motorleistung, eine konstante Fördermenge (7 bis 9 mm³ pro Hub) erreicht wird.

- Eventuell Düsen mit grösserer Druckstufe.

Der Verbrauch von Dieseltreibstoff beträgt für einen 35-40 PS-Traktor im Dieselgas-Verfahren ca. 1 Liter je Stunde und 12-15 kg Holz je Stunde.

2) Die Holzgasgeneratoren

Um einen zuverlässigen und wirtschaftlichen Fahrbetrieb zu gewährleisten, sind in Schweden auch die Holzgasgeneratoren verbessert worden. Sie entsprechen aber im Prinzip immer noch denjenigen, wie sie seinerzeit auch in der Schweiz zum Einsatz kamen. Der Austritt der Gase erfolgt im Generatorunterteil, wodurch der ganze Bunker als Kondensationsfläche für das Schwelwasser dient.

Damit der Oberteil des Generators leicht ausgewechselt werden kann, wurde der Generator geteilt konstruiert. Der Schwelwassermantel, der starken Korrosionsangriffen ausgesetzt ist, ist auswechselbar. Um die Lebensdauer zu vergrössern, ist er beidseitig mit einer dünnen Emailschiicht versehen.

Statt eines Herdteils aus in Mangelzeiten schwer beschaffbarem Chromnickelstahl wurde mit Erfolg Gusseisen mit einer dünnen Emailschiicht als Korrosionsschutz verwendet. Auch Gusseisen mit 4 bis 5 % Siliciumgehalt hat sich recht gut bewährt. Die Herdringe können leicht ausgewechselt werden.

Nur für die Luftdüsen ist ein legierter Stahl mit 10 % Chromzusatz notwendig. Systematisch wurden verschiedene Generatorherde ausprobiert.

3) Der Gasfilter

Besondere Beachtung wurde der Konstruktion wirksamer und leicht zu reinigender Filter von langer Lebensdauer geschenkt. Ein ungenügend von Staub befreites Holzgas führt zu einem 2 bis 3 mal höheren Zylinderverschleiss als er bei reinem Dieselbetrieb vorliegt. Angestrebt wird eine Filtrierwirkung bis herab zu Teilchengrösse von 0,2 μ .

Als besonders interessant können sog. Venturireiniger mit Venturiteil und nachfolgendem Ausscheider (Zyklon) angesehen werden.

Anstelle der früheren Stofffilter treten die geeigneteren Glaswollefilter mit grosser Oberfläche, die wesentlich höhere Temperaturen ertragen. Das Gas tritt ohne Zwischenkühlung vom Generator in den Filter. Die hohe Gastemperatur und die geringe Gasgeschwindigkeit verursachen einen porösen Niederschlag und ermöglichen auch bei der

Verwendung von feuchtem Holz einen störungsfreien Betrieb. Die Filter lassen sich einfach und ohne Ausbau reinigen.

III. Schlussfolgerung

Die grossen Fortschritte bei der Anwendung von Holzgas als Ersatztreibstoff für Dieselmotoren in Schweden rechtfertigen auch in der Schweiz eine Ueberprüfung der entsprechenden vorsorglichen kriegswirtschaftlichen Massnahmen.

Die Versuche in Schweden erstreckten sich vor allem auf Dieselmotoren mit direkter Einspritzung, an welchen eine Umstellung auf Dieseltreibstoff heute als technisch gelöst betrachtet werden darf. In der Schweiz sind aber in landwirtschaftlichen Traktoren ausser Dieselmotoren mit direkter Einspritzung noch ein grosser Prozentsatz von Benzin- oder Petrolmotoren und Dieselmotoren mit Vor- oder Wirbelkammer eingebaut, an welchen die Umstellung auf Holzgasbetrieb nicht so einfach ist.

Es scheint daher angebracht, dass vor der endgültigen Stellungnahme der Behörden neben den wirtschaftlichen Fragen über die Beschaffung von flüssigen Treibstoffen und Gasholz auch die Eignung der letztgenannten Motortypen untersucht wird.

Um in Notzeiten unsere Landesversorgung aufrecht erhalten zu können, muss die Landwirtschaft über genügend Zugkräfte verfügen. Es ist daher wichtig, dass von den für die Kriegswirtschaft verantwortlichen Instanzen raschmöglichst das Studium der Anwendung von Ersatztreibstoffen bei motorischen landwirtschaftlichen Maschinen, wie das beispielsweise in Schweden der Fall ist, an die Hand genommen wird.

Brugg, den 24. Oktober 1960
S/E

Der Berichterstatter:

P. Fiquet