

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115/116 (1940)  
**Heft:** 24

## **Inhaltsverzeichnis**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Benzineinspritzmotoren. — Vom Fährdienst über den Aermelkanal. — Die neue Wirtschaft zur Waid in Zürich. — Bauwirtschaft und Städtebau im heutigen Japan. — Mitteilungen: Vom Stand der Arbeiten der internationalen Rheinregulierung Illmündung-Bodensee.

Transport langer Eisenbahnschienen. Einbahnverkehr im Mittelalter. Brennstoff-Sparapparate für Zentralheizungskessel. Fernverkehrsstrasse Bern-Lausanne. — Literatur: Krupp-Taschenbuch für den Lokomotiv-Ingenieur. Elektrizität, Technisches Zeitbild aus der LA 1939.

Band 115

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 24

### Benzineinspritzmotoren

Von Dipl. Ing. F. O. WEBER, Bern

Bis vor wenigen Jahren unterschied man bei den Verbrennungsmotoren zwei Gattungen, die «Otto»- und die Dieselmotoren. Dort wird den Zylindern ein fertig zubereitetes Verbrennungsgemisch zugeführt, das sich nach der Verdichtung an einem elektrischen Hochspannungsfunken entzündet. Als Brennstoff kommen hierfür Gase und flüssige Leichtkraftstoffe wie Benzin, Benzol u. dgl. in Frage. Die Kolben der Dieselmotoren saugen hingegen reine Luft an, in die gegen Ende des Kompressionshubes fein zerstäubter Treibstoff eingespritzt wird, der sich entweder direkt dank der Verdichtungswärme, oder aber beim Auftreffen auf besonders ausgebildete heisse Teile in einer mit dem Verbrennungsraum kommunizierenden Kammer entzündet. Sie verdanken ihre Beliebtheit vor allem dem Umstand, dass sie einerseits mit billigeren Brennstoffen auskommen, andererseits aus thermodynamischen Gründen (hohes Temperaturgefälle) im Verbrauch recht sparsam sind, wodurch sich bei Betrieb mit stark wechselnder Belastung eine Ersparnis an Treibstoffkosten von 50% oder mehr der Ausgaben für Benzin ergeben kann.

Seit einigen Jahren sind nun in allen Ländern Versuche an Benzinmotoren im Gange und verschiedenorts für Viertaktmotoren bereits zu erfolgreichem Abschluss gelangt, bei denen die Gemischbildung aus Kraftstoff und Luft erst im Zylinder selbst anstatt schon im Vergaser vollzogen, zur Zündung aber nach wie vor ein elektrischer Hochspannungsfunken benützt wird. Die Einführung des Brennstoffs geschieht wie bei Dieselmotoren durch eine Zerstäuberdüse, jedoch schon im Verlauf des Saughubes und daher bei wesentlich geringerem Druck. Auch müssen Düsen und Einspritzpumpe etwas anders beschaffen sein als bei Dieselmotoren, deren Treibstoff im Gegensatz zu Benzin eine bescheidene Schmierwirkung besitzt, dank welcher Nadelventile und Pumpenstempel, selbst bei den durch den hohen Druck bedingten engen Passung nicht anfressen.

Der Gründe, die zur Benzineinspritzung veranlassten, gibt es recht viele. Manche davon betreffen die Flugmotoren im besonderen, andere wiederum sprechen für ihre allgemeine Einführung anstelle des Vergasers. Nach A. E. Thiemann<sup>1)</sup> lassen sich die Vorzüge der Benzineinspritzung mit Hochspannungszündung auszugsweise wie folgt zusammenfassen:

1. Bessere Gemischverteilung auf die einzelnen Zylinder als bei Vergasermotoren, also gleichmässige Leistungsverteilung und damit eine bessere Durchschnittsleistung. Gleichzeitig vermindert sich die Klopfgefahr.
2. Möglichkeit der Brennraumspülung ohne Brennstoffverlust mit reiner Luft aus einem Gebläse bei Ventilüberschneidungszeiten von gegen 150°. Dadurch Sauerstoffanreicherung und bessere Kühlung besonders der Auspuffventile.
3. Verwendbarkeit höhersiedender Brennstoffe, da keine Kondensationen im Saugrohr auftreten.
4. Wegfall der Vergaserbrand-Gefahr.
5. Vereinfachung der Regulierung von Flugmotoren mit Einstellbarkeit für Anflug, Reiseflug, Höhenflug u. a. m.
6. Kein Vereisen des Vergasers.
7. Steigerung der Leistungsausbeute gegenüber Vergaserbetrieb um 6 bis 10%, allein wegen Wegfall der Drosselung und Gemischbildung beim Ansaugen.

Gewiss sieben gewichtige Argumente! Betrachten wir sie noch ein wenig im Lichte bisher bekanntgewordener Versuchsergebnisse und Erfahrungstatsachen.

Zu Punkt 1: Bei Mehrzylinder-Vergasermotoren lässt sich eine einigermaßen gleichmässige Verteilung des Brennstoffes auf die Zylinder nur schwer erreichen. Auch wechselt das Gemisch seine Zusammensetzung von Zylinder zu Zylinder. So fanden amerikanische Forscher<sup>2)</sup> an einem Reihen-Achtzylinder-Automotor, dessen Auspuffgase mit dem Orsat-Apparat für jeden Zylinder gesondert analysiert wurden, Unterschiede in der Gemischzusammensetzung von 7,1% bei Verwendung von Normalbenzin, 4,7% für Flugbenzin und 0,9% bei Benützung von Butan-gas als Treibstoff. Je geringer also die Flüchtigkeit des Brenn-

stoffs ist, desto grösser fallen die Unterschiede aus. Andere amerikanische Wissenschaftler stellten an einem Sechszylinder-Wagenmotor Leistungsabweichungen der einzelnen Zylinder von 30% fest, woran sowohl die Unterschiede im Gewicht der Ladung pro Zylinder und in der Gemischzusammensetzung, als auch die Abweichungen der Zündmomente um 3 bis 8° beteiligt sind.

Einzelne Zylinder können daher bei Einstellung des Vergasers auf sparsamen Verbrauch ein allzu mageres Gemisch erhalten, was eine Ueberhitzung, Selbstzündung und Klopfen mit all seinen bei hochbeanspruchten Motoren besonders ersten Folgen, wie Abreissen der Zylinderflansche, mit sich bringt. Man hilft sich im allgemeinen durch feste Einstellung des Vergasers, mit der Folge einer Erhöhung des Brennstoffverbrauchs über das bei guter Gemischverteilung notwendige Mass, was nichts anderes bedeutet als eine Vergeudung von Brennstoff. Das bei gleichmässiger Gemischverteilung mögliche, hohe Kompressionsverhältnis lässt sich unter solchen Umständen nicht erreichen (Abb. 1). Wünschenswert wäre demgegenüber eine derart genaue Verteilung des Gemisches, dass die Unterschiede im Gewicht der Zylinderladungen 4% nicht übersteigen. Dieses Ziel mit all seinen günstigen Folgen lässt sich mit Hilfe des Benzineinspritzverfahrens besonders leicht verwirklichen. Folgende Zahlen, die das amerikanische Militär-Departement veranlassten, Mitte 1935 zunächst eine Versuchserie von Flugmotoren mit Einspritzvorrichtung zu bestellen und später sämtliche einmotorigen Kampfflugzeuge mit Benzineinspritzung auszurüsten, legen hierfür beredtes Zeugnis ab:

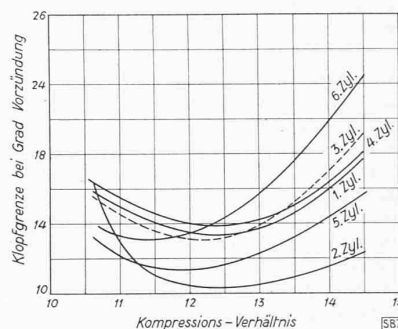


Abb. 1. Klopffneigung der verschiedenen Zylinder eines Sechszylinder-Automotors (Drinkard, Automotive Industries, 1. Februar 1940)

Motormuster Leistung: mit Vergaser bei Einspritzg. Drehzahl

Motormuster	Leistung: mit Vergaser	bei Einspritzg.	Drehzahl
Pratt & Whitney, luftgek. 9-Zyl.-Sternmotor, Typ Hornet	730 PS	825 PS	2200
Pratt & Whitney-Motor, Typ Wasp	450 PS	490 PS <sup>3)</sup>	2200
		710 → 800 PS <sup>4)</sup>	2200

Der Verbrauch belief sich bei Benzineinspritzung auf nur 200 g/PS<sub>e</sub>h, bei Spritbetrieb auf 410 g/PS<sub>e</sub>h. Hervorzuheben ist ferner, dass die Temperatur in der Mitte des Zylinderkopfes sich beim Benzineinspritzbetrieb auf 246° C, bei Spriteinspritzung und einer Leistung von 710 PS dank der Kühlwirkung des Alkohols auf nur 188° C belief.

Weitere, in Europa durchgeführte Versuche erlauben nachstehende Gegenüberstellung:

Motorart	Brennstoff in g/PS <sub>e</sub> h	Kompr. Verh.	Max. Verbr.-druck	Oktan-zahl d. Benzins	Leistg. in PS
Flugmotor mit Vergaser	240	1:6,0	43 at	87	1000
mit Vergaser	220	1:7,0	66 at	100	1160
mit Einspritzg.	200	1:6,5	57 at	87	1400

Aus alledem geht die Ueberlegenheit des Einspritzmotors sowohl bezüglich der Leistungsausbeute als auch hinsichtlich des Brennstoffverbrauchs eindeutig hervor. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass neben der amerikanischen Militäraviatik die deutsche Luftwaffe in grösstem Masstab mit Benzineinspritzmotoren ausgerüstet ist, die beispielsweise serienmässig als Antriebsaggregate in die Bomber, Modell Heinkel He III K, sowie in die Kampfflugzeuge vom Typ Messerschmidt 110 eingebaut sind.

Punkt 2: Die Möglichkeit einer Innenkühlung durch die vom Gebläse gelieferte Spülluft erscheint für Viertaktmotoren genau so verheissungsvoll wie für die noch im Versuchstadium begriffenen Zweitakter mit Benzineinspritzung. Es lassen sich dadurch thermisch hochbeanspruchte Teile wirksam kühlen und daher

<sup>1)</sup> «Motor-Kritik» Nr. 12, 1939, S. 467/8.

<sup>2)</sup> Antiknock and mixture distribution problem in multi-cylinder engines. Blackwood, Kass and Lewis. Automotive Industries, 24. Dez. 1938.

<sup>3)</sup> Mit Benzin der Oktanzahl 87. — <sup>4)</sup> Mit 80% Spiritus.