Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift

Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik

Band: 29 (1967)

Heft: 14

Artikel: Erläuterungen wichtiger Begriffe : unter spezieller Berücksichtigung der auf dem Gebiete der Motortreibstoffe häufig angewandten Ausdrücke

Autor: Brunner, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1070018

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.08.2025

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

Erläuterungen wichtiger Begriffe

Unter spezieller Berücksichtigung der auf dem Gebiete der Motortreibstoffe häufig angewandten Ausdrücke

Dr. M. Brunner, Eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich

A. Allgemeine physikalisch-chemische und treibstoff-technische Begriffe

1. Spezifisches Gewicht

Das (wahre) spezifische Gewicht ist der Quotient aus dem Gewicht und dem Rauminhalt eines Stoffes, bezogen auf den porenfreien Zustand. Es wird meist ausgedrückt in kg/dm³ oder g/cm³. Der Anschaulichkeit halber kann das spezifische Gewicht auch definiert werden als das Gewicht eines Stoffes in g pro 1 cm³ Volumen.

Das spezifische Gewicht ist insbesondere bei Gasen und Flüssigkeiten stark von der Temperatur abhängig. Es ist deshalb stets anzugeben, auf welche Temperatur es sich bezieht. Bei Flüssigkeiten wird heute meist 20° C (früher 15° C) als Messtemperatur angewandt. Bei Gasen wird in der Technik das Gewicht eines m³ bei 0° und 760 mm Hg, d. h. eines Normalkubikmeters (Nm³) in kg oder (seltener) auch das Litergewicht (bei 0°/760 mm Hg) in g angegeben.

Bei festen Körpern wird bei der Bestimmung nur dann das eigentliche «wahre» spezifische Gewicht des Stoffes erhalten, wenn das in die Berechnung eingehende Volumen tatsächlich das porenfreie, ausschliesslich von der betreffenden Substanz erfüllte Volumen darstellt. In allen andern Fällen spricht man vom scheinbaren spezifischen Gewicht oder Raumgewicht. Letzteres ist unabhängig von der Form und Körnung der Substanz (siehe weiter unten).

2. Dichte

Als Dichte bezeichnet man die Verhältniszahl, die angibt, wievielmal schwerer ein Stoff ist als das gleiche Volumen eines Bezugsstoffes. Bei flüssigen und festen Stoffen dient als Bezugsstoff Waser von 4°, bei Gasen auch Luft, welcher die Zahl 1 zugeteilt wird. Man spricht dann von der «Gasdichte» von Gasen, bezogen auf Luft = 1.

3. Raumgewicht (scheinbares spezifisches Gewicht)

Die Bezeichnung wird angewandt bei Stoffen, die Hohlräume, Lufteinschlüsse und dergleichen enthalten. Das Raumgewicht kann definiert werden als der Quotient aus dem Gewicht des Stoffes und seinem Rauminhalt, einschliesslich den Poren. Es wird meist ausgedrückt in t oder kg pro 1 m³.

4. Schüttgewicht

Das Schüttgewicht stellt das Gewicht der Volumeneinheit von lose aufeinandergeschüttetem Material inklusive Zwischenräumen dar. Es wird meist in t oder kg pro 1 m³ ausgedrückt. Das Material kann dabei porenfrei sein oder selbst wieder Poren enthalten, wie z. B. Koks, Holzkohle usw.

5. Rüttelgewicht

Wenn das aufeinandergeschüttete Material noch durch Rütteln möglichst kompakt ineinandergerüttelt wird, dann stellt das nunmehrige Gewicht der Volumeneinheit das Rüttelgewicht dar, das in t oder kg pro 1 m^3 ausgedrückt wird.

6. Dampfdruck (Sättigungsdruck)

Er stellt den Druck dar, den der gesättigte Dampf des Stoffes bei einer bestimmten Temperatur besitzt. Der Dampfdruck ist bei Gemischen des Dampfes mit Luft oder andern Gasen unabhängig vom Druck der übrigen anwesenden Gase, resp. vom Gesamtdruck des Gemisches. Bis zu 1 ata wird er meist in mm Hg (Torr), darüber in ata oder atü angegeben. Bei flüssigen Treibstoffen wird der bei 38° C (100° F) bestimmte und in kg/cm^2 ausgedrückte sog. Dampfdruck nach Reid (ASTM-Vorschriften) angegeben, der Rückschlüsse auf die Neigung des Treibstoffs zur Dampfblasenbildung im Treibstoffsystem, hauptsächlich auf der Saugseite der Treibstoffpumpe, erlaubt.

7. Teildruck (Partialdruck)

Man versteht darunter den Druckwert, mit dem sich eine einzelne Gaskomponente in einem Gasgemisch am Gesamtdruck des Gemisches beteiligt. Er wird in den üblichen Druckmassen ausgedrückt.

8. Feuchtigkeit

Der Wasserdampfgehalt von Gasen, z. B. auch von Luft, kann angegeben werden:

1. als Wasserdampf-Teildruck in mm Hg;
2. als absolute Feuchtigkeit (f) in g Wasser in 1 m^3 Gas;
3. als spezifische Feuchtigkeit in g pro 1 kg Gas;
4. als relative Feuchtigkeit in %. Diese Verhältniszahl gibt das in % ausgedrückte Verhältnis der tatsächlich im Gase vorhandenen Feuchtigkeit (f) zu der bei vollständiger Sättigung möglichen Feuchtigkeit (F) an.

$$\text{rel. Feuchtigkeit} = \frac{100 \times f}{F} \text{ oder } \frac{100 \times p_{H_2O}}{P_{H_2O}}$$

wobei p_{H_2O} den Partialdruck des Wasserdampfs im Gas, P_{H_2O} den Sättigungsdruck des Wassers bei der betreffenden Temperatur darstellt.

9. Taupunkt

Unter Taupunkt versteht man diejenige Temperatur in Grad Celsius, auf die ein wasserdampfhaltiges Gas (z. B. Luft) abgekühlt werden muss, damit es vollständig in dem in ihm vorhandenen Wasserdampf gesättigt ist. Bei geringster Unterschreitung des Taupunktes ist mit teilweiser Kondensation von Wasserdampf zu rechnen (Tau- oder Reifbildung).

10. Spezifische Wärme

Man versteht darunter diejenige Wärmemenge in cal oder kcal, die nötig ist, um 1 g resp. 1 kg des Stoffes um 1° C zu erwärmen. Die spezifische Wärme ist temperatur- und druckabhängig. Bei festen und flüssigen Stoffen kann der Druckeinfluss vernachlässigt werden, nicht aber bei Gasen. Man unterscheidet dort eine spezifische Wärme c_p bei konstantem Druck und eine solche bei konstantem Volumen, c_v

11. Verdampfungswärme

Sie stellt die bei gleichbleibendem Druck zur Verdampfung eines g (resp. kg) der Substanz bei gleichbleibender Temperatur nötige Wärmemenge in cal (resp. kcal) dar. Da die Verdampfungswärme von der Temperatur abhängig ist, muss stets angegeben werden, auf welche Temperatur sie sich bezieht. Meist wird als Messtemperatur die Siedetemperatur und als Druck 760 mm Hg angewandt.

12. Heizwert

a) Oberer Heizwert H_0 (oder Verbrennungswärme). Er stellt die Wärmemenge in kcal dar, die bei vollständiger Verbrennung von 1 kg des Stoffes entwickelt wird, wenn

1. die Temperatur des Stoffes vor der Verbrennung und der Stoffe nach der Verbrennung 20° C beträgt;
2. die Verbrennungsprodukte von C und S [1]) restlos als gasförmiges CO_2 und SO_2 vorhanden sind;
3. das vor der Verbrennung im Brennstoff vorhandene und das bei der Verbrennung gebildete Wasser sich nach der Verbrennung in flüssigem Zustande befinden.

b) Unterer Heizwert H_u. Er stellt diejenige Wärmemenge in kcal dar, die bei vollständiger Verbrennung von 1 kg des Stoffes entwickelt wird, wenn

1. die für den obern Heizwert gestellten Bedingungen 1 und 2 erfüllt sind;
2. das vor der Verbrennung evtl. im Treibstoff vorhandene und das bei der Verbrennung zusätzlich gebildete Wasser sich nach der Verbrennung in dampfförmigem Zustande befinden.

Der untere Heizwert kann folgendermassen aus dem obern ermittelt werden:

$$H_u = H_o - 6 \times w$$

wobei w die nach der Verbrennung vorliegende Wassermenge in % der Einwaage bezeichnet.

---

[1]) Falls das Produkt Schwefel enthält. Die meisten Kohlen und Erdölprodukte, insbesondere Gas- und Heizöle, enthalten mehr oder weniger Schwefel, vorwiegend in gebundener Form.

Bei Stoffen, deren chemische Formel genau bekannt ist, berechnet sich H_u aus H_o wie folgt:

$$H_u = H_o - \frac{n \times H \times 5378}{\text{Molekulargewicht}};$$

hierbei stellt n die Anzahl Wasserstoffatome im Molekül dar.

13. Luftbedarf bei der Verbrennung

Man bezeichnet damit die zur vollständigen Verbrennung eines kg, bei Gasen auch eines Nm^3, notwendige und hinreichende Luftmenge in kg oder Nm^3.

Bei Kenntnis der Elementarzusammensetzung des Stoffes (prozentualer Gehalt an C, H, O, S usw.) kann er mit Hilfe der folgenden Beziehung berechnet werden:

$$\text{Luftbedarf in kg} = \frac{2{,}667\,C + 8\,H - O + S}{0{,}232} \text{ oder}$$

$$\text{Luftbedarf in } Nm^3 = \frac{2{,}667\,C + 8\,H - O + S}{0{,}30}$$

wobei C den Kohlenstoff-, H den Wasserstoff-, O den Sauerstoff- und S den Schwefelgehalt des Stoffes in Gew. % bedeutet.

Bei der Verbrennung von Stoffen von bekannter chemischer Zusammensetzung kann der Luftbedarf auch aus der Verbrennungsgleichung berechnet werden, wie das folgende einfache Beispiel zeigt:

$$\underset{\text{Acetylen}}{C_2H_2} + \underset{\text{Sauerstoff}}{2\,\tfrac{1}{2}\,O_2} = \underset{\text{Kohlendioxyd}}{2\,CO_2} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O}$$

Molekulargewichte: 26 kg + 80 kg = 88 kg + 18 kg

Anwendung von Luft statt O_2: 26 kg + 346 kg = 88 kg + 18 kg + 266 kg N_2 (Stickstoff)

80 kg O_2 + 266 kg N_2

Umgerechnet auf 1 kg C_2H_2: 1 kg + 13,3 kg = 3,38 kg + 0,69 kg + 10,25 kg
Acetylen Luft Kohlendioxyd Wasser Stickstoff

oder auf 1 Nm^3 C_2H_2: 1 Nm^3 + 12,0 Nm^3 = 2,00 Nm^3 + 0,69 kg + 9,55 Nm^3

Der Luftbedarf des Acetylens beträgt somit 13,30 kg/kg oder 12,00 Nm^3/Nm^3.

14. Luftüberschusszahl (Luftzahl, Luftverhältnis)

Die Luftüberschusszahl λ stellt das Verhältnis dar zwischen der bei einem Verbrennungsprozess tatsächlich angewandten Luftmenge zu der für vollständige Verbrennung theoretisch benötigten (stöchiometrischen) Luftmenge. $\lambda = 1$, wenn die für vollständige Verbrennung notwendige und hinreichende Luftmenge vorliegt, $\lambda = 1{,}2$ bei 20 % Luftüberschuss, $\lambda = 0{,}7$ bei 30 % Luftmangel. Mit flüssigen Vergasertreibstoffen betriebene Motoren ergeben in der Regel höchste Motorleistung bei $\lambda = 0{,}8$–$0{,}9$, den sparsamsten Treibstoffverbrauch bei = 0,90–0,95. Dieselmotoren arbeiten bei Luftüberschusszahlen von 1,0–1,8 bei Vollgas, 1,4–1,2 bei Dauerleistung und ca. 5–10 bei Leerlauf. Es sind Bestrebungen im Gange, die Bezeichnung «Luftüberschusszahl» durch den geeigneteren Ausdruck «Luftzahl» zu ersetzen.

15. Gemischheizwert

Wenn nichts besonders bemerkt wird, stellt dieser Wert die berechnete, theoretische, bei der vollständigen Verbrennung von 1 Nm^3 eines Treibstoff-Luftgemisches («Ladegemisches») freiwerdende Wärmemenge in kcal dar, wenn dieses Gemisch die nötige und hinreichende Menge Luft zur vollständigen Verbrennung enthält (stöchiometrisches Gemisch), unter Anwendung des untern Heizwertes des Treibstoffes.

Der theoretische Gemischheizwert stellt ein relatives Mass dar für die Beurteilung eines Treibstoffs hinsichtlich Motorleistung, unabhängig von den tatsächlich bei einem gegebenen Motor herrschenden Betriebsverhältnissen. Im Verbrennungsraum selbst wird, wenn das Ladegemisch nicht durch einen Lader überladen wird, der theoretische Gemischheizwert nicht erreicht. Der tatsächlich bei den betreffenden Temperaturen und Drucken im Verbrennungsraum z. B. nach dem Ansaughub vorliegende «effektive Gemischheizwert» pro 1 m^3 Verbrennungsraum ist nur schwierig der Rechnung zugänglich, da er vom Füllungsgrad, der seinerseits wieder von den Betriebsverhältnissen des Motors und seinem Bau beeinflusst wird, sowie von der angewandten Luftzahl und anderen Faktoren abhängig ist.

16. Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei welcher sich aus der vorschriftsgemäss erhitzten Probe soviel Dämpfe entwickeln, dass sie mit der unmittelbar darüberliegenden Luft ein explosives Gemisch ergeben, das sich beim Annähern einer Flamme entzündet. Bei Angabe des Flammpunktes sollte stets das Prüfgerät, das zur Bestimmung diente, angegeben werden (Abel-Pensky-, Pensky-Martens- und Marcusson-Apparat).

Die Bestimmung des Flammpunktes von Treibstoffen erfolgt in erster Linie zu ihrer Klassifizierung in bezug auf Feuergefährlichkeit. Stoffe der Gefahrenklasse 1, der höchsten Feuergefährlichkeit, weisen Flammpunkte unter 21° C auf (Benzin, Alkohol, Aether usw.).

17. Selbstzündtemperatur (auch als Zündtemperatur bezeichnet)

Sie stellt die niedrigste Temperatur dar, bis zu der man unter bestimmten Versuchsbedingungen ein Brennstoff-Luftgemisch erhitzen muss, damit es sich entzündet. In diesem Moment übersteigt die entwickelte Reaktionswärme die Wärmeabgabe an die Umgebung und die weitere Reaktion, die sich in einer Entflammung kundgibt, findet ohne Wärmezufuhr von aussen statt.

Die Selbstzündtemperatur ist stark von den Versuchsbedingungen abhängig (Druck, Schnelligkeit des Anheizens, Gefässmaterial usw.). Bei Vergasermotoren ist eine möglichst hohe Selbstzündtemperatur des Treibstoffs vorteilhaft, da hiebei die Gefahr von Selbst- und Glühzündungen geringer ist. Bei Dieseltreibstoffen ist eine möglichst niedrige Selbstzündtemperatur erwünscht, die geringe Zündverzüge ergibt.

18. Explosionsgrenzen (Zündgrenzen, Zündbereich)

Man versteht darunter den Bereich der Konzentrationen eines Brennstoff-Luftgemisches, innerhalb dessen das Gemisch bei (der in der Regel lokalen) Zufuhr einer genügend grossen Wärmemenge (lokal erhitzte Oberfläche, Flamme, Zünddraht, Zündfunke usw.) zur Entzündung gebracht wird. Man unterscheidet eine untere (besonders wichtig) und eine obere Explosionsgrenze. Sie wird bei Gasen meist in Vol.-%, bei zerstäubten oder verdampften Flüssigkeiten auch in g/Nm³ angegeben.

Die Explosionsgrenzen sind abhängig von den Versuchsbedingungen (Druck, Temperatur, Sauerstoffgehalt des Gemisches, Anwesenheit anderer Gase, Versuchsanordnung).

19. Zündgeschwindigkeit

Die Zündgeschwindigkeit stellt die Geschwindigkeit dar, mit der sich bei normaler Verbrennung eines Gasgemisches die Grenzfläche zwischen unverbranntem und verbranntem Gas (Flammenfront) relativ zum unverbrannten, in Ruhe befindlichen Gasgemisch in unmittelbarer Nähe der Brennfläche fortbewegt. Sie wird auch als normale Verbrennungsgeschwindigkeit bezeichnet und beträgt einige dm bis einige m pro Sekunde.

Die Fortpflanzung von Flammen in Gefässen (Rohre, Bomben usw.) zeigt ein komplizierteres Verhalten als die normale Verbrennungsgeschwindigkeit. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit kann hier bis zu einigen hundert m/s betragen.

In besonderen Fällen können die Flammen übergehen in eine ausserordentlich schnell verlaufende Verbrennung mit Geschwindigkeiten von 1—4 km/s, in eine Detonation. Bezeichnend ist hiebei, dass mit der Zone des chemischen Umsatzes eine Stosswelle gekoppelt ist, die sich mit Ueberschallgeschwindigkeit fortpflanzt.

Im Verbrennungsmotor hat man es bei nichtklopfendem Betrieb mit Geschwindigkeiten der Flammenfront von 15 bis 30 m/s zu tun, währenddem

bei klopfendem Betrieb diese Art der Verbrennung von einer sehr schnellen, die bis gegen 1 km/s betragen kann und die sich bereits dem Bereiche der Detonation nähert, überlagert wird.

20. Klopffestigkeit

Wenn die Verdichtung eines Motors über ein bestimmtes Mass gesteigert wird, geht die normale Verbrennung, bei der die Flammenfront von der Zündkerze aus sich mit einer Geschwindigkeit von 15 bis 30 m/s fortpflanzt, in eine viel zu schnelle über, deren Geschwindigkeit 500—1000 m/s betragen kann. Diese zu schnelle Verbrennung, die den Charakter einer Selbstzündung hat, ergibt hohe, lokale Druckspitzen, die sich auf Kolben und Triebwerk schädlich auswirken und sich als metallisches Klopfen («Klingeln», «Nageln») bemerkbar machen.

Bei verschiedenen Treibstoffen ist die Neigung zum Klopfen bei Erhöhung der Verdichtung im allgemeinen verschieden. Man spricht deshalb von einer Klopfneigung bzw. Klopffestigkeit des Treibstoffes. Dieselbe wird heute als sogenannte Oktanzahl ausgedrückt. Ihre Bestimmung erfolgt in der Weise, dass der zu prüfende Treibstoff in einem Einzylindermotor mit veränderlicher Verdichtung, z. B. dem CFR-Motor, mit Bezugstreibstoffen bestimmter Klopfeigenschaften hinsichtlich Klopfstärke verglichen wird. Als Bezugstreibstoffe dienen: Das stark klopfende n-Heptan und das sehr klopffeste Iso-Oktan. Durch planmässiges Mischen dieser beiden Bezugstreibstoffe wird eine ganze Serie von Treibstoffen von dazwischenliegender Klopffestigkeit erhalten.

Die Oktanzahl eines Treibstoffes wird demzufolge definiert als der Volumprozentsatz Iso-Oktan im Gemisch n-Heptan/Iso-Oktan, den dieses Gemisch aufweisen muss, damit es im CFR-Motor bei den vorgeschriebenen Versuchsbedingungen dieselbe Klopfstärke ergibt wie der zu prüfende Treibstoff. N-Heptan hat difinitionsgemäss die Oktanzahl 0, Iso-Oktan eine solche von 100.

Petrole weisen Oktanzahlen auf von 20—50, Autobenzine von 60—68, Supertreibstoffe (vor dem Kriege) von 74—76 und bleitetraäthylhaltige Flugbenzine von 80—100.

Ueber die verschiedenen Methoden der Klopffestigkeitsbestimmung vgl. SNV-Normblatt 81 115, S. 3. Auch von der Seite des Motors wird das Klopfen beeinflusst, so dass man auch von einer Klopffestigkeit des Motors sprechen kann.

21. Zündwilligkeit

Für Dieselmotoren sind Treibstoffe erwünscht, die nach Einspritzen in die durch die hohe Verdichtung hocherhitzte Luft sich möglichst rasch von selbst entzünden. Hohe Zündverzüge wirken sich ungünstig aus.

Analog wie bei der Ermittlung der Klopffestigkeit wählt man auch hier Bezugstreibstoffe mit bestimmten, definierten Zündeigenschaften: Als sehr leicht zündenden, zündwilligen Treibstoff wählte man das Cetan, als sehr

schwer zündenden α-Methylnaphthalin. Durch Mischen dieser flüssigen Verbindungen können beliebige Abstufungen hergestellt werden.

Die Zündwilligkeit wird demnach, analog der Oktanzahl, als sogenannte Cetanzahl ausgedrückt, welche angibt, wieviel Vol.-% Cetan das Bezugstreibstoffgemisch von Cetan und α-Methylnaphthalin aufweisen muss, damit es im Prüfmotor die gleichen Zündeigenschaften (z. B. den gleichen Zündverzug) aufweist wie der zu prüfende Treibstoff.

Die Cetanzahl ist der Oktanzahl entgegengesetzt. Treibstoffe von hoher Oktanzahl haben in der Regel eine niedrige Cetanzahl und umgekehrt. Gute Dieseltreibstoffe weisen Cetanzahlen von 40—60 auf.

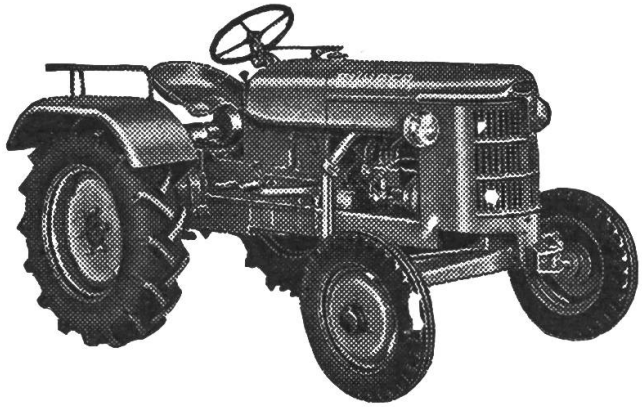
22. Glühzündung

Wenn die Zündung des Treibstoff-Luftgemisches unbeabsichtigt vor dem Ueberspringen des Zündfunkens erfolgt*), z. B. durch hocherhitzte glühende Russ- oder Oelkoksteilchen, Teile von Zylinderkopfpackungen, heisse Auspuffventile, durch die Zündkerzenelektroden selbst (zu geringer Wärmewert der Zündkerzen), so hat man es mit Glühzündung zu tun. Bei gewissen Treibstoffen mit niederer Selbstzündtemperatur, z. B. Acetylen, kann der Fall eintreten, dass bei Erhöhung des Verdichtungsgrades Glühzündung schon vor Eintritt des Klopfens eintritt. Glühzündungen können in kurzer Zeit zu schweren Motorschädigungen führen.

*) Für diesen Vorgang wird gelegentlich auch der Ausdruck «Frühzündung» angewandt, doch sollte derselbe besser für Vorverlegung des Zündzeitpunktes reserviert bleiben.

BÜHRER Verkauf Service Reparaturen

Dechentreiter-Ladewagen



Baas-Frontlader
Lieferung sämtlicher Zusatzgeräte und Landmaschinen. Ausführung aller Reparaturen.
Offiz. Bührer-Vertretung

Matzinger AG
8600 Dübendorf ZH

Stets grosses Lager an Occasions-Traktoren
Günstige Preise. Teilzahlungen.

Neugutstrasse 89, Tel. (051) 85 77 77