

#### 4. Zusammenfassung

Die in diesem Jahr erstmalig in unserer Landwirtschaft in breitem Umfang zum Einsatz kommenden kopplastigen Einachsanhänger eigener Produktion geben Anlaß, auf ihre Vorteile hinsichtlich der großen Einsatzsicherheit, insbesondere beim Einsatz unter den schwierigen Bedingungen der Hackfruchternte, hinzuweisen. Anhand von rechnerischen Vergleichen und Zugkraftuntersuchungen zwischen Traktor-

Einachsanhänger- und Traktor-Zweiachsanhänger-Zügen wird die fahrmechanische Überlegenheit des Traktor-Einachsanhänger-Zuges nachgewiesen. Praktische Einsatzverfahren bestätigen die in den Untersuchungen ermittelten Ergebnisse. Besonders auffallend ist die größere Zug-, Brems- und Lenksicherheit und damit die Einsatzsicherheit des Traktors mit Einachsanhänger unter schwierigen Fahrbahnverhältnissen.

A 6636

## Ventilsitze an Dieselmotoren

Ing. H. SCHULZ, KDT

### 1. Grundsätze für die Ventilsitzherstellung

Die Ventilsitze an Diesel- und auch Ottomotoren sind heute ausnahmslos als Kegelfläche ausgebildet, wobei der Sitzwinkel  $\alpha$  meistens  $90^\circ$  und seltener  $120^\circ$  beträgt.

Als Ventilsitz (Dichtfläche; Kontaktfläche) ist dabei diejenige Kegelfläche zu verstehen, an der sich Sitzfläche des Ventils und Sitzfläche im Zylinderkopf berühren und den Arbeitsraum des Motors abdichten.

Bei der Herstellung von Ventilsitzen sind stets folgende Grundsätze zu beachten:

- bei Zuordnung der Sitzflächen ist zu berücksichtigen, daß bei einem Verschleiß durch Einschlagen stets dieselben Flächen zusammen arbeiten;
- der Ventilsitz (Dichtfläche) soll am Ventil soweit als möglich außen liegen und eine bestimmte Breite nicht überschreiten.

Bild 1 zeigt allgemein drei Möglichkeiten der Ventilsitzherstellung. Ausführung a) soll vermieden werden, weil nach dem Einschlagen auch die Stirnfläche des Sitzes zum Tragen kommt und die Dichtwirkung in Frage gestellt ist. Ausführung b) ergibt einen zu breiten Ventilsitz. Am besten ist es, wie Ausführung c) zeigt, wenn  $d_{sa} \geq d_v$  ist und die Ventilsitzfläche durch  $d_s$  innen und durch  $d_v$  außen begrenzt wird [1]. Hiermit ergeben sich gute Dichtverhältnisse, eine große Sitzfläche, und der Ventilsitz liegt am äußeren Ventiltellerdurchmesser. Um diese Sitzlage zu erreichen, muß man u. U. bei der Ersterstellung und auch bei der Instandsetzung zusätzliche Flächen anfräsen (s. Bild 5).

In der Praxis werden an Fahrzeug-Dieselmotoren die Ventilsitze mit einer Breite von

$$b = 1,5 \dots 2,5 \text{ mm}$$

hergestellt. Hiermit ist eine gute Dichtwirkung und eine ausreichend niedrige Flächenpressung vorhanden.

Neben den zuvor genannten Bedingungen ist bei der Herstellung des Ventilsitzes zu beachten, ob die Ventile im Zylinderkopf ein Vor- oder Rückstehmaß haben müssen. Dieses Maß ist an den einzelnen Motoren verschieden und so festgelegt, daß in Abhängigkeit vom Spaltmaß sowie den Ventil- und Kolbenhubkurven die Ventile nicht auf den Kolben aufschlagen (Bild 2).

Mit der Sitzlage außen am Ventil ergibt sich eine größere maximale Spaltfläche des Ventils. Bild 3 zeigt, daß die Spaltfläche  $f_{sp}$  die Mantelfläche eines Kegelstumpfes ist und bei gleichem Ventiltellerdurchmesser und Vorstehmaß sowie gleicher Sitzbreite und außen liegendem Sitz mit  $d_s$  nach der Beziehung

$$f_{sp} = \pi \cdot d_s \cdot \cos \alpha / 2 \cdot h$$

vergrößert wird [2]. Diese Vergrößerung ist für die Füllung des Zylinders mit Frischluft zu beachten, denn nach [3] ist die Strömungsrichtung der einströmenden Luft trotz veränderter Ablösungen in der Hubphase des Einlaßventils nahezu den Sitzflächen parallel (Bild 4).

### 2. Verschleiß am Ventilsitz

Im Betrieb tritt insbesondere an der Sitzfläche im Zylinderkopf und auch am Ventil mehr oder weniger hoher Verschleiß auf. Auf den Verschleiß am Ventilsitz (Dichtfläche) nehmen Einfluß:

- Höhe der Schlagbeanspruchung zwischen Ventil und Sitz, bestimmt durch Größe des Ventilspiels, Ventilaufschlaggeschwindigkeit und Ventillfederkraft;
- Temperaturen an den Sitzflächen;
- Werkstoffpaarung Ventil und Sitz im Zylinderkopf;
- Steifigkeit des Ventiltellers und des Zylinderkopfes;
- Ventiltellergröße und Höhe des Verbrennungsdruckes [4].

Neben dem Verschleiß (Einschlagen des Sitzes) können noch folgende Erscheinungen am Ventilsitz auftreten, die gleichfalls eine Instandsetzung notwendig machen: Sitzverzug durch Wärmespannungen sowie Nabenbildung und Einschneidungen im Sitz.

### 3. Instandsetzung der Ventilsitze

Die Ventilsitze müssen instand gesetzt werden, wenn die Ventile durch zuvor genannte Erscheinungen undicht geworden sind, so daß ein Leistungsabfall der Motoren eintritt. Da die Methoden der Instandsetzung der Ventilsitze — Fräsen, Schleifen, Spindeln und Einschleifen — allgemein bekannt sind, sollen hier lediglich Hinweise über Sitzausführungen und Verschleißgrenzen gegeben werden. Die Nacharbeit des Sitzes im Zylinderkopf erfolgt üblicherweise wie in Bild 5 angegeben. Es wird zuerst der Sitz mit dem Basiswinkel  $\alpha/2 = 45^\circ$  durch Fräsen oder Schleifen und danach die Sitzlage und -breite mit Fräsern mit Spitzenwinkeln von  $150^\circ$  und  $30^\circ$  hergestellt (vgl. auch Bild 6 b). Wird der innere Sitzdurchmesser  $d_s$  durch eine senkrechte Kanal- oder Sitzringwand gebildet, ist nur einmal nachzufräsen. (Bild 6a.)

Die richtigen Ventilsitzbreiten  $b$  ergeben sich, wenn ein Verhältnis

$$\frac{d_v}{d_s} = 1,05 \dots 1,15$$

verwirklicht wird, dabei sollte das Maß

$$t = \frac{d_{sa} - d_s}{2} > 2,5 \text{ mm}$$

sein, weil mit zunehmendem Wert von  $t$  auch der Luftdurchsatz durch den Ventilsitz etwas ansteigt.

Die Grenze der Nachbearbeitung der Ventilsitze beträgt 0,5 bis 1,0 mm und ist durch die zulässige Verkleinerung des Verdichtungsverhältnisses  $E$  an den verschiedenen Motoren bedingt.

#### 3.1. Verwendung von Ventilsitzringen

Ist der Gegensatz für das Ventil im Zylinderkopf soweit ausgeschlagen, ausgebrannt oder so tief nachgefräst, daß ein

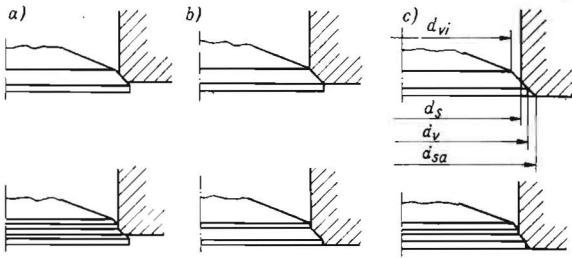


Bild 1. Ventil Sitzausführungen, obere Reihe: Neuzustand, untere Reihe: eingeschlagen

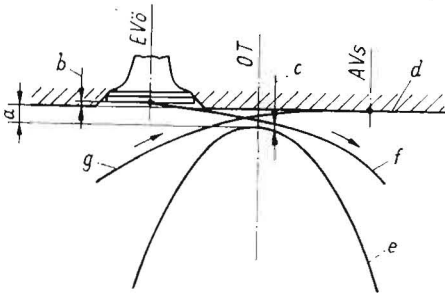


Bild 2. Ventil Sitzlage in Abhängigkeit vom Spaltmaß und den Ventil- und Kolbenhubkurven; a Spaltmaß, b Ventil-Rückstehmaß, c geringstes Abstandsmaß zwischen Ventil und Kolben, d Zylinderkopf-Unterseite, e Kolbenhubkurve, f Einlassventil-Hubkurve, g Auslassventil-Hubkurve

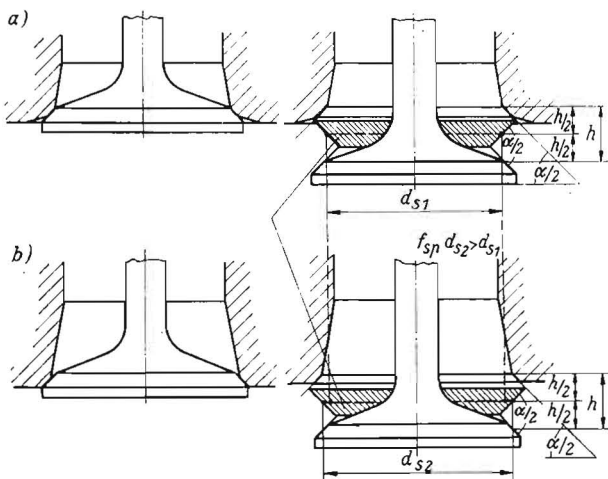


Bild 3. Vergleich der Spaltflächen in Abhängigkeit von der Ventil Sitzlage; a) Ventil Sitz innen, b) Ventil Sitz außen

weiteres Nacharbeiten nicht mehr möglich ist, so kann man den Zylinderkopf durch Einsetzen von Ventil Sitzringen wieder voll verwendbar machen. Bei hoch belasteten Motoren werden schon im Neuzustand Ventil Sitzringe eingebaut. Eine Instandsetzung mit Hilfe von Ventil Sitzringen ist nicht möglich, wenn dieses konstruktiv nicht berücksichtigt wurde – d. h., wenn man die Stege zwischen Ein- und Auslassventil zu schmal bemessen hat – bzw. wenn Stegrisse vorhanden sind.

Für die Herstellung des Dicht Sitzes bei Ventil Sitzringen gelten ebenfalls die unter 1 angegebenen Grundsätze. Bei Fahrzeugmotoren werden die Sitzringe fast ausnahmslos durch eine Preßpassung eingesetzt, wobei der Einbau überwiegend durch Unterkühlung der Sitzringe erfolgt.

Für die Abmessungen und das Einbaumaß (Bild 7) haben sich folgende Werte für das Einsetzen in Grauguß-Zylinderköpfen bewährt:

$$\begin{aligned} \text{Sitzringwanddicke} & s \approx (0,08 \dots 0,11) \cdot d_R \\ \text{Sitzringhöhe} & a \approx (0,22 \dots 0,27) \cdot d_R \end{aligned}$$

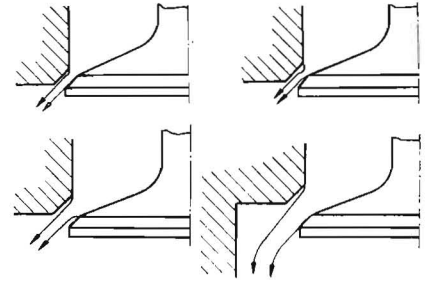


Bild 4. Strömungsverlauf in der Hubphase von Einlassventilen

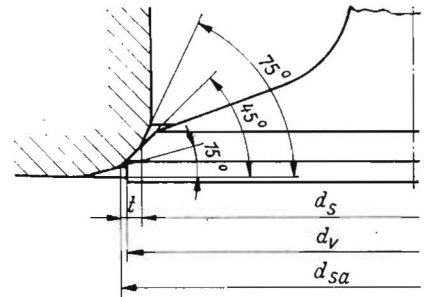


Bild 5. Bearbeitungsmöglichkeit zur Herstellung richtiger Sitzlage und -breite

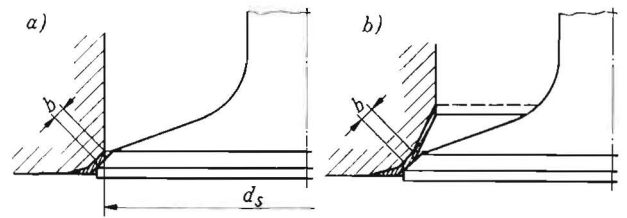


Bild 6. Bearbeitung bei der Instandsetzung, die Nacharbeitsfläche ist eng schraffiert

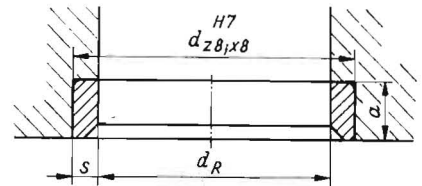


Bild 7. Maße und Anordnung von Ventil Sitzringen

Passung für den Einbau vgl. Bild 7

Lageabweichung zwischen Sitz und Ventil führung  
0,05 ... 0,1 mm

Die Sitzringe sollen dabei, wie Bild 7 zeigt, nicht an der Zylinderkopfunterseite überstehen.

Als Werkstoffe für Ventil Sitzringe werden hauptsächlich Chrom-Silizium-Schleuderguß Eisen und chrom-molybdänlegierte Sonderguß Eisen verwendet [5].

#### Literatur

- [1] PISCHINGER, A.: Die Steuerung der Verbrennungskraftmaschinen. Springer-Verlag Wien 1948
- [2] LORSCHIEDT, M.: Beitrag zur Entwicklung optimaler Ventilsteuerungen bei schnelllaufenden Viertaktmotoren. Dissertation TH Karlsruhe 1959
- [3] RICHTER, L.: Strömung durch Kegelventile. Automobiltechnische Zeitschrift (1932) H. 24
- [4] ZINNER, K.: Untersuchungen zum Verschleiß an Einlassventilen von Dieselmotoren. MAN-Forschungsheft Nr. 11, 1963/64
- [5] Fachbereich – Standardisierung Kolbenkraftmaschinen. Mitteilungsblatt VEB ZEK Dieselmotoren Sonderheft 3, 1962 A 6603