

# Einspritzdüse (Dieselmotor)

## Inhaltsverzeichnis

- [1 Aufbau](#)
- [2 Funktion](#)
- [3 Bauarten](#)
  - [3.1 Lochdüse](#)
  - [3.2 Zapfendüse](#)
- [4 Problemfälle](#)

Als Einspritzdüse wird das Einspritzventil im Dieselmotor bezeichnet. Eine andere Benennung ist Injektor.

## 1 Aufbau

Einspritzdüsen bestehen aus dem Düsenkörper und der Düsennadel. Beide sind aus hochwertigem [Stahl](#) hergestellt und [eingeläppt](#). Die Toleranzen liegen bei 0,002 bis 0,003 mm. Wegen dieser engen Toleranzen sind die Einzelteile nicht untereinander austauschbar. Vielmehr werden alle gefertigten Einzelteile separat vermessen und die maßlich mit engster Resttoleranz zusammenpassenden Einzelteile zueinander gepaart.



Pumpe-Düse-System (engl.: *Unit Injector*) eines Dieselmotors



Injektor, Schnittmodell

## 2 Funktion

Bei einfachen Systemen wird die Düsennadel von einer oder zwei Druckfedern des Düsenhalters in den Sitz gedrückt. Durch den Kraftstoffdruck entsteht eine senkrecht wirkende Hubkraft. Ist diese größer als die Federkraft, wird die Nadel nach oben gedrückt, und es wird [Kraftstoff](#) eingespritzt. Fällt der Druck ab, schließt die Düse (wieder). Die Düsenöffnungsdrücke liegen herstellerabhängig zwischen 115 und 300 bar. Der maximale Einspritzdruck kann allerdings je nach System und Motorlast/-drehzahl bei bis zu 2.700 bar liegen.

[1]

Bei modernen Injektoren des Common Rail Systems werden die Düsennadeln von einem Servomechanismus betätigt. Dadurch öffnen die Düsen bei hohen (beispielsweise 2.500 bar (Volvo V60)) und niedrigen Drücken (200 bar) erst bei einer Ansteuerung des Injektors, also unabhängig vom anliegenden Druck.

## 3 Bauarten

### 3.1 Lochdüse

Diese Art wird ausschließlich bei direkt einspritzenden Motoren verwendet.

Man unterscheidet zwischen Sitzlochdüsen und Sacklochdüsen.

Bei der Sitzlochdüse werden die Düsenlöcher direkt von dem Ventilglied (Düsennadel) verschlossen.

Bei der Sacklochdüse ist unterhalb des Düsensitzes ein Restvolumen, in dem ein Rest [Kraftstoff](#) verbleibt, der nicht durch die Düsenlöcher eingespritzt wurde, was eine erhöhte Emission an unverbrannten Kohlenwasserstoffen (HC) im Abgas und eine höhere Neigung der Düse zum Verkoken zur Folge haben kann. Allerdings kann man durch ein den Düsenlöchern vorgelagertes Mischvolumen günstigere Strömungsverhältnisse erreichen. Um das unerwünschte Restvolumen möglichst gering zu halten, gibt es auch Mini-Sacklochdüsen, bei denen man das [Totvolumen](#) durch "auffüllen" möglichst gering hält.

Der Düsenkörper weist mehrere Spritzlöcher auf. Je nach Motor liegt die Anzahl zwischen 5 (PKW) bis 14 (Großdieselmotor, z. B. für Schiffe oder Kraftwerke). Der Lochdurchmesser variiert zwischen 0,15 mm (Pkw) und 0,4 mm (Lkw). Die Spritzlochanzahl, -winkel und -größe, sowie die Strömungsverhältnisse an den Düsenlöchern beeinflussen den Einspritzstrahl und dessen Zerstäubung (Spritzbild), welche in Abstimmung mit der Einspritzmenge, Einspritzdruck, Druckverlauf, Brennraumgeometrie, Ladungsbewegung, Kompressionsdruck und -temperatur die Verbrennungsqualität bei der Verbrennung des Dieselmotors bestimmen.

Die modernen Einspritzventile (Injektoren) besitzen als aktives Element entweder eine [Magnetspule](#) oder in zunehmender Tendenz einen [Piezoaktor](#), wobei die Piezoansteuerung durch schnellere Reaktionszeiten bis zu fünf Mehrfacheinspritzungen in einem Verbrennungszyklus ermöglicht. Bei Mehrfacheinspritzungen kann man durch entsprechende Voreinspritzung den Druckanstieg (sanfterer Brennverlauf) beeinflussen und somit die akustische Komfortsituation verbessern. Weiterhin besteht die Möglichkeit der regenerativen

[Rußfilterreinigung](#) durch Nacheinspritzung, wobei der unverbrannte [Kraftstoff](#) zur Nachverbrennung des im Filter gesammelten Rußes dient.

## Pumpe-Düse

Beim [Pumpe-Düse-System](#) wird die Einzelstempelpumpe mit der Einspritzdüse vereinigt. Dies verringert störende Einflüsse der Kraftstoffdruckleitungen auf das System. Die Regelung des Pumpenelements erfolgte früher mechanisch, heute wird die Einspritzdauer durch ein Piezo- oder Magnetventil gesteuert. Diese Ventile verbinden in geöffnetem Zustand Druckkanal und Rücklauf. Dadurch bricht der Druck zusammen, und die Einspritzdüse schließt sich. Der Einspritzdruck ist jedoch nicht regelbar. Nachteilig ist die hohe, schlagartige Belastung des Nockenwellentriebes.

## 3.2 Zapfendüse

Die Zapfendüsen werden bei Motoren mit Vor- bzw. Wirbelkammer verwendet und haben einen viel geringeren Öffnungsdruck von 80 bis 145 [bar](#). Bei dieser Bauart wird das einzige Einspritzloch in geschlossenem Zustand durch einen Zapfen verschlossen. Dadurch gibt es kein Restvolumen, und der Einspritzstrahl kann durch die Form des Zapfens verändert werden. Möglich sind z. B. Voreinspritzung oder druckabhängige Änderung der Strahlform. Bei der Entwicklung des Zapfens wird der immer entstehende Rußbelag mit einkalkuliert, das bedeutet, dass neue Düsen, die den Rußbelag noch nicht besitzen, eventuell unsauberer verbrennen, bis sich der Belag ausgebildet hat.

## 4 Problemfälle

Einspritzdüsen können verkoken, insbesondere bei der Verwendung von [Pflanzenölen](#) als Treibstoff. Die Folge sind schlechtere Vernebelung, eine schlechtere Verbrennung und damit schlechtere Abgaswerte. Das kann soweit führen, dass das [Motorsteuergerät](#) den Startvorgang nicht ausführt. Dies ist dann der Selbstschutz des Motors vor unregelmäßigen Verbrennungsvorgängen. Eine Reinigung der Düse bzw. des Injektors ist dann unbedingt nötig. Durch eine geeignete Abstimmung der Düsenlochgeometrie kann dieser Verkockungsvorgang verzögert oder vermieden werden. Als ein begünstigender Faktor von Verkoken der Einspritzdüsen gelten hohe Temperaturen oder Kurzstreckenbetrieb. Meist steht die Verkockung mit der [Versottung](#) der [Abgasrückführung](#) in einem Dieselmotor in direktem Zusammenhang.

Nachweise/Links	
Weblinks	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Commons: Einspritzdüse</a> – Sammlung von Bildern, Videos und Audiodateien</li><li>• <a href="#">Youtube</a>: Test einer Einspritzdüse</li><li>• <a href="#">focus.de vom 10. Juni 2013, Risiko bei Diesel-Motoren: Zeitbombe Partikelfilter</a>, abgerufen am 17. November 2019.</li></ul>
Einzelnachweise	<p><a href="https://www.heise.de/autos/art...rer-Facelift-3937445.html">https://www.heise.de/autos/art...rer-Facelift-3937445.html</a> vom 10. Januar 2018, abgerufen am 19. November 2019.</p>
Zitatangabe	

Zitatangabe

Seite „Einspritzdüse (Dieselmotor)“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.  
Bearbeitungsstand: 22. September 2020, 08:37 UTC. URL:  
[https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Einspritzdüse\\_\(Dieselmotor\)&oldid=203873656](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Einspritzdüse_(Dieselmotor)&oldid=203873656) (Abgerufen: 14.  
Februar 2021, 22:26 UTC)