

## Prüftechnik

# Hydraulische Leistungsbremsen für instationäre Prüfzyklen

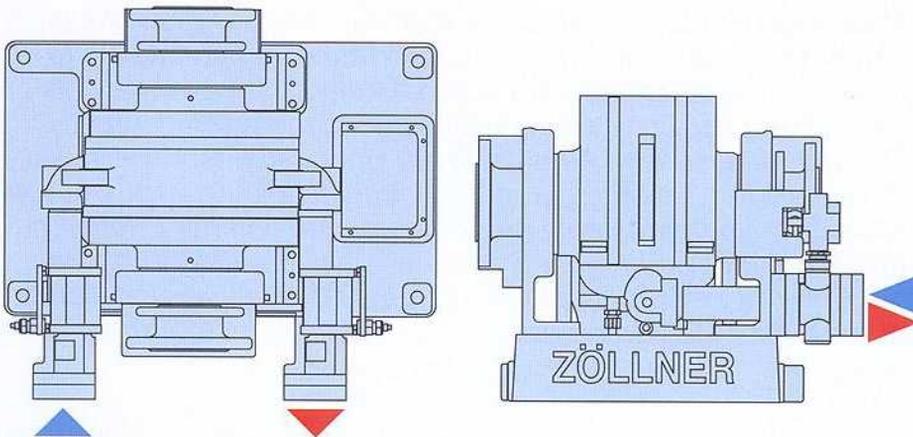


Bild 1: Zöllner Hydraulikleistungsbremse Typ PS1-3011

Nutzfahrzeug-Diesel-Motoren werden überwiegend in stationären Arbeitspunkten geprüft. Für diese Prüfungen sind hydraulische Leistungsbremsen sehr gut geeignet.

Die Vorteile der hydraulischen Leistungsbremse:

- geringes Massenträgheitsmoment
- kleines Bauvolumen
- nahezu wartungsfrei
- sehr gutes Preis/Leistungs-Verhältnis.

Dies führt dazu, daß vor allem in der Produktionsprüfung von Dieselmotoren fast ausschließlich hydraulische Leistungsbremsen verwendet werden, Bild 1. Moderne digitale Regler erweitern aber das Einsatzgebiet der hydraulischen Bremsen in Richtung Dauerfestigkeitserprobung und Entwicklung. Neue Prüfprogramme für Nfz-Dieselmotoren enthalten mehr instationäre Phasen.

Die Anforderungen an die Regeleigenschaften der Belastungsmaschine bei instationären Prüfzyklen wie der Euro-3-Abgasuntersuchung und dem US EPA Smoke Test sind deutlich höher als bei stationären Prüfläufen. Schnelle Lastwechsel des Verbrennungsmotors müssen ebenso schnell durch die Belastungsmaschine ausgeglichen werden.

Jeder Entwickler wünscht sich am Prüfstand Motorbelastungen wie im Fahrzeug. Um dies zu erreichen, muß die Belastungsmaschine Regeleigenschaften aufweisen, die sich widersprechen:

- schnelle Momentenänderung bei Alpha-Sprüngen am Fahrhebel, um die Drehzahl konstant zu halten (Ausgleichen von Störgrößen)
- ein gleichförmiges, konstantes Drehmoment im eingeregelten Zustand, trotz Drehungleichförmigkeit des Motors (stationäre Reglerstabilität)

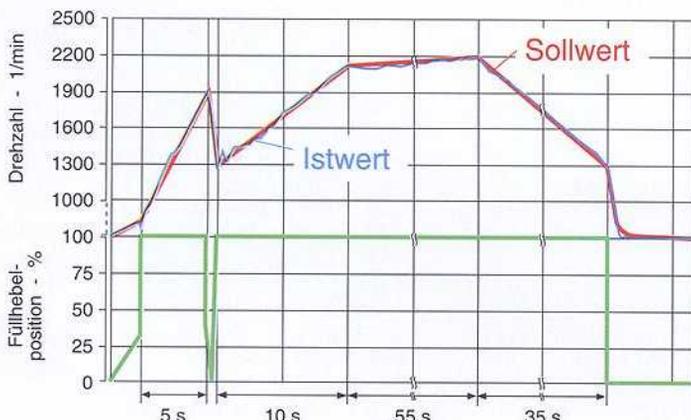


Bild 2: US EPA Smoke Test mit Zöllner Leistungsbremse PS1-3011 AF

- kurze Einregelzeit bei Last- und/oder Drehzahlsprüngen dynamisches Führungsverhalten).

Die hydraulischen Leistungsbremsen von Zöllner haben geregelte Ventile sowohl für den Wassereinlaß als auch den Wasserauslaß. Die Wasserauslaß-Ventilregelung ist bekannt und führt bei stationären Arbeitspunkten zu zufriedenstellenden Ergebnissen. Durch das zusätzliche, geregelte Einlaßventil besteht die Möglichkeit, die Arbeitskammern der hydraulischen Leistungsbremse schneller zu befüllen oder zu entleeren. Dies beeinflusst die dynamischen Eigenschaften der Bremse positiv.

Die Grenzen der Dynamik sind durch die Zeit bis zum Aufbau des Wirbelringes in der hydraulischen Leistungsbremse physikalisch bedingt und durch herkömmliche Regler nicht auszugleichen.

Totzeiten in der Regelstrecke könnten durch Sollwertmanipulation verringert werden. Dafür müssen die Sollwerte des Prüfprogrammes in mehreren Prüfläufen so lange verändert (manipuliert) werden, bis die Istwerte dem ursprünglichen Sollprogramm entsprechen. Dies müßte manuell durchgeführt werden, da die meisten Automatisierungssysteme diese Prozedur nicht unterstützen.

Eine Alternative bietet ein Regler, der unabhängig vom Automatisierungssystem die Regelstrecke identifiziert und vorausschauend agiert.

Dabei wird auch der Verlauf der Stellgrößen nach mehreren Prüfläufen so verändert, daß die Abweichungen der Istwerte von den Sollwerten minimiert werden. Das AVL-Reglerkonzept "Adaptive Control" identifiziert dabei nicht nur die dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke, sondern auch die Totzeiten der Stellglieder. Dadurch kann die Regelgüte der hydraulischen Bremse wesentlich verbessert werden.

Die ersten Versuche mit „Adaptive Control“ zeigten hervorragende Ergebnisse. Bei einem US EPA Smoke Test mit einer hydraulischen Leistungsbremse PS1-3011 der Firma Zöllner und einem Mercedes-Benz Motor OM 402 mit einer Leistung von 450 kW, Bild 2, wurden weniger als 50 % des zulässigen Toleranzbandes ausgenutzt.

Hans Kubbilun, Christian Schyr

Weitere Informationen:  
AVL List GmbH  
Kleiststraße 48  
A-8020 Graz / Österreich  
Tel. 00 43 / 316 / 987-0  
Fax 00 43 / 316 / 987-400