

Universal-Hydraulikprüfstand mit Sekundärregelung

Ein innovativer Prüfstand zur Untersuchung hydraulischer Systeme

Die Internationale Hydraulik Akademie in Dresden wurde 2009 neu gegründet und bietet Dienstleistungen auf dem Gebiet der Hydraulik an.

Auf Anregung des IHA Kooperationspartners HANSA-FLEX AG, Bremen wurde ein möglichst universell einsetzbarer Prüfstand zur Untersuchung von Hydraulikkomponenten und – Systemen entwickelt.

In diesem Beitrag sollen das Prüfstandkonzept mit Sekundärregelung und die Anwendungsmöglichkeiten dargestellt werden.

Das Konzept wurde von der Internationalen Hydraulik Akademie entwickelt wie auch die Auslegung der wesentlichen Komponenten.

Die Ausführung des Prüfstandbaus mit Steuerung und Software erfolgte durch ADT-Rinck.



Gesamtansicht 0145

Prüfstände sind normaler Weise für spezielle Aufgaben oder Produkte konzipiert.

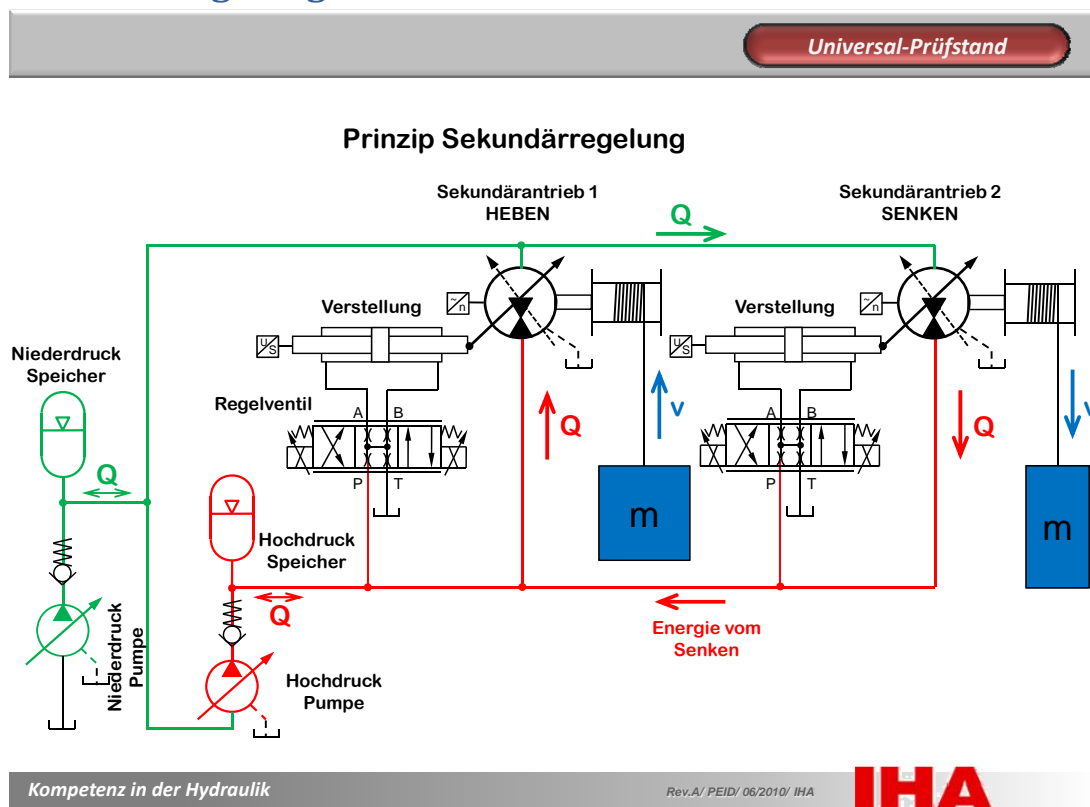
So erfordert ein Prüfstand für Pumpen im geschlossenen Kreis eine andere Struktur als für Pumpen im offenen Kreis. Die Belastung der Pumpen erfolgt meist mit Druckbegrenzungsventilen oder Drosseln. Hierbei wird die Belastungsenergie in Wärme umgesetzt.

Hydraulikkomponenten, wie z.B. Ventile und Steuerungen, werden mit den am Prüfstand vorhandenen Pumpen untersucht. Auch hier erfolgt die Belastung mit Druckventilen und entsprechender Wärmeentwicklung.

Untersuchungen mit individuellen Pumpen und Steuerungen sind normaler Weise nicht möglich. Die Pumpenhersteller untersuchen ihre Pumpen und Ventilhersteller ihre Ventile. Die Kombination erfolgt erst beim Anwender in der Maschine oder Anlage.

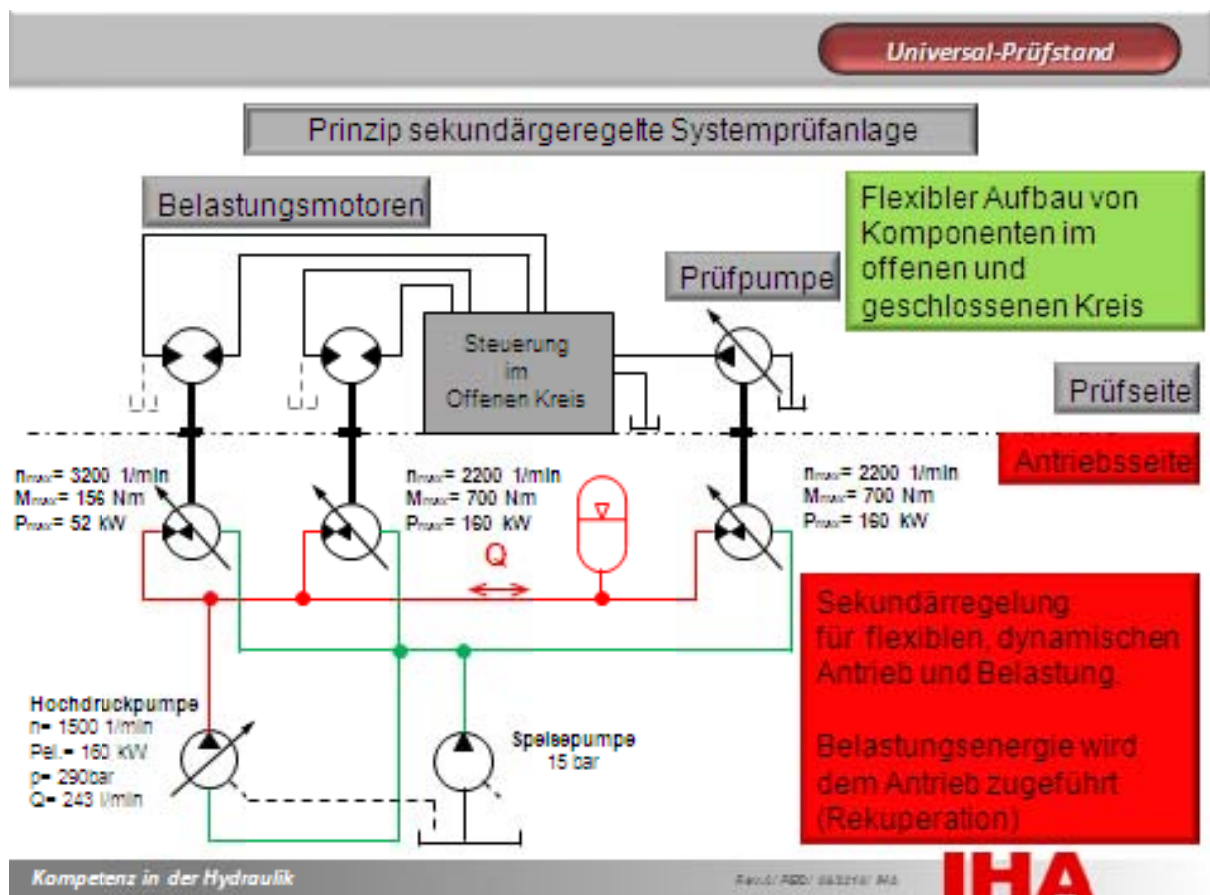
Auf dem Universalprüfstand der IHA können individuelle Pumpen zusammen mit den zugehörigen Systemkomponenten untersucht werden.

Sekundärregelung



Die sekundäreregelten Antriebe werden an einem Hochdrucknetz im geschlossenen Kreis betrieben. Durch die Regelung wird der Schwenkwinkel immer dem aktuellem Leistungsbedarf angepasst. Die Sekundärregelung kann in Drehzahl- oder Drehmomentregelung in 4-Quadranten betrieben werden. Das Hochdrucknetz wird mit druckgeregelten Pumpen gespeist, der Druck kann in Abhängigkeit der Speicherfüllung variieren. Bei positiven Lasten (z.B. Winde heben) wird dem Hochdrucknetz Energie entnommen und bei negativen Lasten (z.B. Winde senken) wird Energie ins Hochdrucknetz

zurückgeführt. Diese zurückgeführte Energie kann von anderen Antrieben genutzt oder in Speichern für spätere Bedarfe gespeichert werden. Für die sekundärgeregelten Antriebe ist es egal ob die Leistung von der Pumpe, den Speichern oder einem anderem Sekundärtrieb kommt. Am Drucknetz können mehrere Sekundäreinheiten mit ganz unterschiedlichen Leistungen ohne Drosselverluste parallel betrieben werden. Im geschlossenen und offenen Kreis mit Primärsteuerung ist dies so nicht möglich, weil bei unterschiedlichem Lastdruck gedrosselt werden muss. Bekannter weise entstehen bei der Drosselung Verluste.

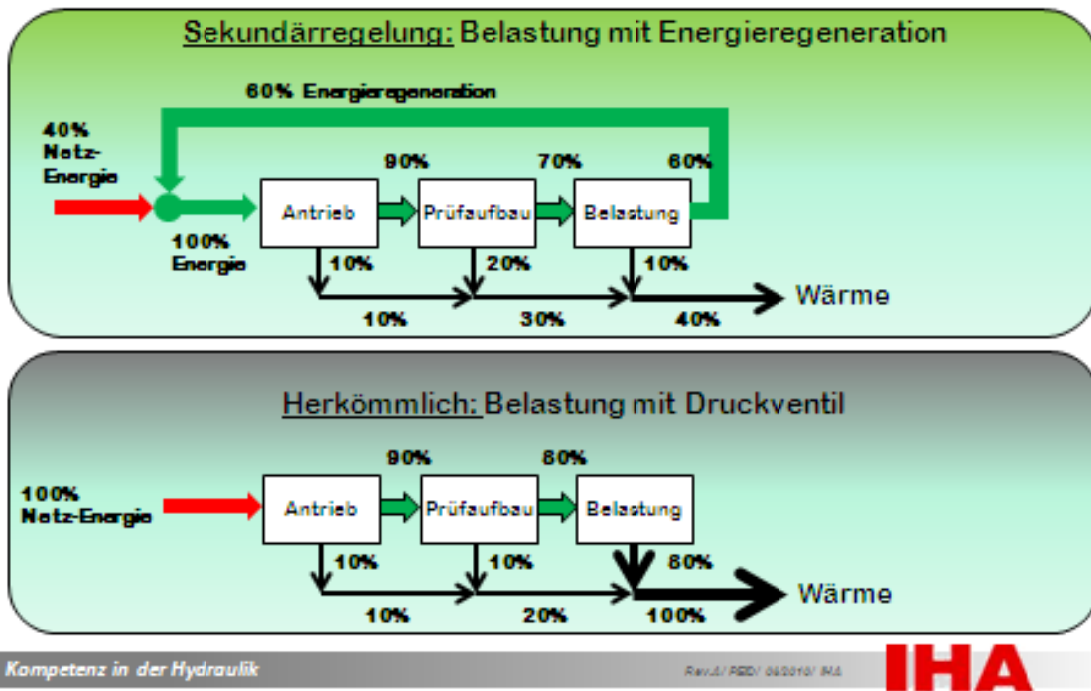


Durch die sekundärgeregelten hydraulischen Antriebe im Prüfstand wird die Belastungsenergie regeneriert, d.h. dem Antrieb wieder zugeführt. Somit müssen nur noch die Druck- u. Wirkungsgradverluste als Wärme abgeführt werden.

Statt 100% der Antriebsenergie mit der Belastung durch ein Druckventil in Wärme umzusetzen, können mit der Sekundärregelung bis zu 70% der Energie regeneriert werden. Mit diesem Konzept ist die heute geforderte Verbesserung der Energieeffizienz gegeben.

Bei hohen Verlusten eines ungünstigen Prüfaufbaues ist der Regenerationsgrad geringer, daher wurde für diesen Fall eine größere Hochdruckpumpe, als eigentlich erforderlich, verwendet.

Energiebilanz der Belastungskonzepte

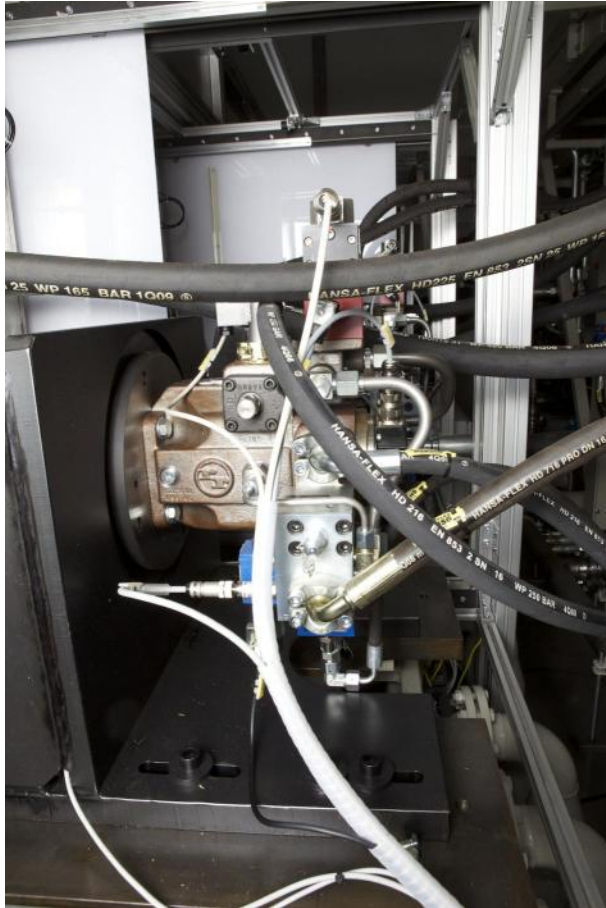


Hydraulische Antriebe haben im Vergleich zu elektrischen Antrieben eine viel höhere Leistungsdichte. Damit konnte das Antriebssystem kompakt gestaltet werden. Ein weiterer Vorteil der Hydraulik ist ein problemloser Betrieb mit niedriger Drehzahl bei hohem Drehmoment. Bei Überlastung bleibt der Antrieb einfach stehen ohne dass es zu Wärmeproblemen kommt. Frequenzgeregelter, elektrische Servomotoren benötigen in diesem Fall eine starke Fremdkühlung und Frequenzumrichter sind auch nicht verlustfrei.

Die sekundär geregelten hydraulischen Antriebe können, wie Servomotoren, in vier Quadranten betrieben werden und damit in beiden Drehrichtungen antreiben oder bremsen. Für schnelle Beschleunigungsvorgänge sind Hydrospeicher im System vorhanden. Somit wird das elektrische Versorgungsnetz nicht mit Leistungsspitzen belastet.

An die Sekundärtriebe können Pumpen und Motoren mit max. $M = 700 \text{ Nm}$, $n = 2200 \text{ 1/min}$ oder $M = 750 \text{ Nm}$, $n = 1450 \text{ 1/min}$ montiert werden. Zwischen der Pumpe und dem Bremsmotor können Steuerungen oder Komponenten aufgebaut werden. Mit der Drehzahl der Pumpe kann der Durchfluss sowie mit der Höhe und Richtung des Bremsmoments kann der Lastdruck variiert werden. Maximale Drehmomentgrenzwerte können je nach Anforderung individuell gesetzt werden.

Für Pumpen mit geringerer Leistung ist ein Antrieb mit $M = 156 \text{ Nm}$, $n = 3200 \text{ 1/min}$ vorhanden. Dieser kann auch als zweite Belastung im Parallelbetrieb genutzt werden.



Sekundär geregelter Antrieb **270**

Prüfmöglichkeiten

Mit dem IHA-Universalprüfstand können Pumpen im offenen oder im geschlossenen Kreis, hydraulische Komponenten und Steuerblöcke untersucht werden. Insbesondere die Untersuchung der Energieeffizienz eines Systems ist möglich. Zur Ermittlung von Verlusten im hydraulischen System wird die Antriebsleistung an der Pumpenwelle aus den gemessenen Werten Drehmoment und Drehzahl berechnet und mit der abgegebenen hydraulischen Leistung aus gemessenem Druck und Volumenstrom verglichen. Bei Bedarf können die erforderlichen Pumpen des Auftraggebers verwendet werden. Die Prüfungen müssen also nicht zwangsläufig mit den am Prüfstand vorhandenen Pumpen ablaufen.

Bei der Untersuchung von Verstellpumpen kann der Schwenkwinkel durch eine Reduzierung der Drehzahl des Bremsmotors variiert werden. Damit ist die Ermittlung des Wirkungsgrades in verschiedenen Betriebspunkten möglich.

Mit dem Bremsmotor ist es auch möglich eine Berg- und Talfahrt zu simulieren. Dies ist für Antriebe mit negativen Lasten erforderlich.

Zur Sicherheit vor Überlastungen können die max. Drehzahl und das max. Moment als Grenzwerte für die Sekundärregelung limitiert werden.

Der IHA-Universalprüfstand stellt einen Großteil der erforderlichen Infrastruktur einer Hydraulikanlage zur Verfügung, wie:

- Hochtanks mit großen Saug- Rücklaufleitungen
- Rücklauf- und Nebenstromfliter
- Lecköleitungen
- Variable Antriebe mit Pumpenträgern und Kupplungen
- Aufbaufläche für Steuerungen
- Programmierbare digitale und analoge Signale
- Messtechnik für Drehmoment, Drehzahl, Volumenstrom und Druck (andere industrielle Sensoren können verwendet werden.)
- Zusätzliche elektronisch geregelte Pumpe
- Sicherheitstechnik

Für Untersuchungen am Prüfstand müssen somit nur die eigentlichen Versuchskomponenten zur Verfügung gestellt werden.

Mit den Hochtanks sind optimale Saugverhältnisse vorhanden. Diese können durch gezieltes drosseln der Saugleitung verändert werden.

Anwendern hydraulischer Systeme der Mobil- und Industriedraulik werden folgende Möglichkeiten geboten:

- Die herstellereutrale Analyse von Pumpen, Motoren, Ventilen und Steuerblöcken
- Optimierung von Prototypen
- Beratung bei Entwicklungen
- Erstellung von Gutachten
- Ermittlung von Kennwerten für Simulationen
- Verifizieren von Simulationen

Unterstützung bei dem aktuellem Thema „Energieeffizienz“

Mit diesem Prüfstand ist besonders die Ermittlung von Verlusten des gesamten Antriebsstrangs von der Pumpe bis zum Verbraucher möglich. Je nach Anordnung des Drucksensors können die örtlichen Verluste im System ermittelt werden.

Zukunftspotentiale

Mit den Grenzwerten für das Drehmoment in der Drehzahlregelung ist es auch möglich den Sekundärtrieb mit dem Drehzahl- Drehmomentkennwerten eines Dieselmotors zu betreiben. Hierzu bedarf es aber noch weiterer Entwicklungen und Versuche falls es dafür einen Bedarf geben sollte.

Sollte es Nachfragen für höhere Leistung geben, ist eine Erhöhung der Leistung ist mit Tandemantrieben möglich. Zu jedem vorhandenen Sekundärtrieb kann nochmals ein Antrieb in Reihe montiert werden ohne gleich einen komplett neuen Prüfstand zu bauen.

Mobile Messtechnik

Die Messtechnik ist mobil und kann auch zu Messungen an hydraulischen Anlagen vor Ort eingesetzt werden. Als Messtechnik werden zwei digitale 8-Kanal Universal-Messverstärker eingesetzt an die alle gängigen industriellen Sensoren angeschlossen werden können.

Mit der Auswertesoftware sind aussagekräftige Analysen möglich.

Einsatzmöglichkeiten bei Herstellern und Betreibern hydraulischer Anlagen:

- Störungsanalyse
- Optimierungspotentiale ermitteln
- herstellerneutrale Systemanalysen
- Gutachten
- Unterstützung bei Inbetriebnahmen

Oftmals wird bei Messungen erst deutlich was wirklich in einem hydraulischem System passiert. Die Vorgänge in der Hydraulik laufen hochdynamisch im Bereich von Millisekunden ab und können nur mit dafür geeigneten Messgeräten erfasst werden. Diese Messgeräte sind teuer. Für eine nur gelegentliche Verwendung wird sich die Anschaffung nicht rentieren. Die Bedienung der Messtechnik und die Analyse der Messwerte erfordert einige Erfahrung, die bei Herstellern und Betreibern hydraulischer Anlagen auch nicht immer vorhanden ist.

Wie oft werden hydraulische Komponenten bei einer Fehlersuche unnötigerweise ausgetauscht um mal zu sehen ob der Fehler dann behoben ist. Mit Messungen kann der wirkliche Fehler analysiert und gezielt behoben werden. Dies ist gerade bei immer wiederkehrenden Ausfällen von Interesse.



130

Beispiele aus der Praxis

Ein Unternehmen im Vorrichtungsbau hat bisher immer elektromechanische Antriebe eingesetzt. Die Konstruktion war auf der Suche nach einem kompakteren und einfacheren Antrieb. Bei der Suche ist ein hydraulischer Antrieb als ideal angesehen worden. Im Unternehmen sind aber keine hydraulischen Kenntnisse vorhanden und so wurde dort der Einsatz von Hydraulik als kritisch beurteilt. Das Unternehmen hat sich an die IHA gewendet und um eine Beratung gebeten. Danach wurde ein Versuchsaufbau zur Simulation des Anwendungsprozesses erstellt und Messungen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse konnte der Kunde von der Hydraulik überzeugt werden und erhielt Sicherheit bei der Anwendung.

In einem anderen Fall wurde von einem Anlagenbetreiber eine zu geringe Geschwindigkeit mit hoher Last festgestellt. Zum Heben der max. Last sind 270 bar erforderlich, die Pumpe ist auf p_{\max} 285 bar eingestellt. Bei kleinen Lasten wurde die geforderte Geschwindigkeit erreicht. Dabei wurden hohe Druckverluste von 50 bar mittels Messungen an der Anlage in der Verrohrung festgestellt. Bei 235 bar Lastdruck wäre somit der Druck an der Pumpe 285 bar und die Pumpenfördermenge = 0. Da die Pumpe schon bei ca. 275 bar die Fördermenge reduziert wird auch der Druckverlust in der Verrohrung geringer. In diesem Fall wird die Fördermenge soweit reduziert bis der Druckverlust < 15 bar ist. Wegen der Druckverluste in der Verrohrung tritt dieser Effekt schon bei einem Lastdruck > 225 bar auf. Dies bewirkt die geringe Geschwindigkeit. Nebenbei wurde auch eine hohe Ölerwärmung festgestellt.

Dem Kunden wurde empfohlen, die Verrohrung in größerer Nennweite auszuführen und somit die Nutzleistung der Maschine zu erhöhen und die Ölerwärmung zu reduzieren.

Die Druckeinstellung an der Pumpe konnte wegen der begrenzten Leistung des Antriebsmotors und des max. zulässigen Drucks nicht erhöht werden.

Druckverluste entstehen nicht nur in Rohrleitungen sondern auch in Ventilen und Steuerblöcken. Falsche Einstellungen hätten im oben genannten Fall auch ursächlich sein können.

Mittels Messungen konnte die wirkliche Ursache ermittelt werden.

Somit konnte in diesem Fall ein Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz geleistet werden.

Die IHA bietet **herstellernerneutrale Dienstleistungen** zur Untersuchung und Analyse von hydraulischen Komponenten und Systemen an für:

- Hersteller hydraulischer Anlagen
- Hersteller hydraulisch angetriebener Maschinen
- Sachverständige und Gutachter
- Forschung und Entwicklung

Am Universalprüfstand mit den im Plan genannten Werten und an Hydraulikanlagen vor Ort mit moderner Messtechnik.

Selbstverständlich werden die Versuchsdaten und -ergebnisse usw. vertraulich behandelt.

Kontakt:

info@hydraulik-akademie.de

www.hydraulik-akademie.de

Telefon: 0351 658780-0