

1. Aufgabe und Zielstellung

1.1. Technische Beschreibung

Bei dem betrachteten Objekt, der Belastungseinrichtung, handelt es sich um eine elektrohydraulische Anlage bestehend aus Ölstromquelle, Prop-Einbauventil, Arbeitszylinder und MSR-Komponenten. Es existieren zwei Zylinder inkl. Ansteuerung, die getrennt geregelt werden können.

Die hydraulische Belastungseinrichtung hat die Aufgabe, bei beliebigen Pressen einen Preß- oder Stanzvorgang zu simulieren und dabei die Reaktion der Presse zu erfassen und aufzuzeichnen.

Es ist also möglich, ohne Werkzeug und ohne Material Untersuchungen an Pressen bezüglich ihren mechanischen Eigenschaften durchzuführen.

Dazu ist es notwendig, die Zylinder getrennt in jede beliebige Lage positionieren zu können, und beim Erreichen eines Schwellwertes vom lagegeregelten Betrieb in einen kraftgeregelten Betrieb umzuschalten. Der Sollwert für die Kraftregelung wird aus einer Tabelle entnommen, die den Preßvorgang entsprechend dem realen Preßvorgang widerspiegelt.

Es ist also zu erkennen, daß sowohl eine Lage- als auch eine Kraftregelung implementiert werden muß.

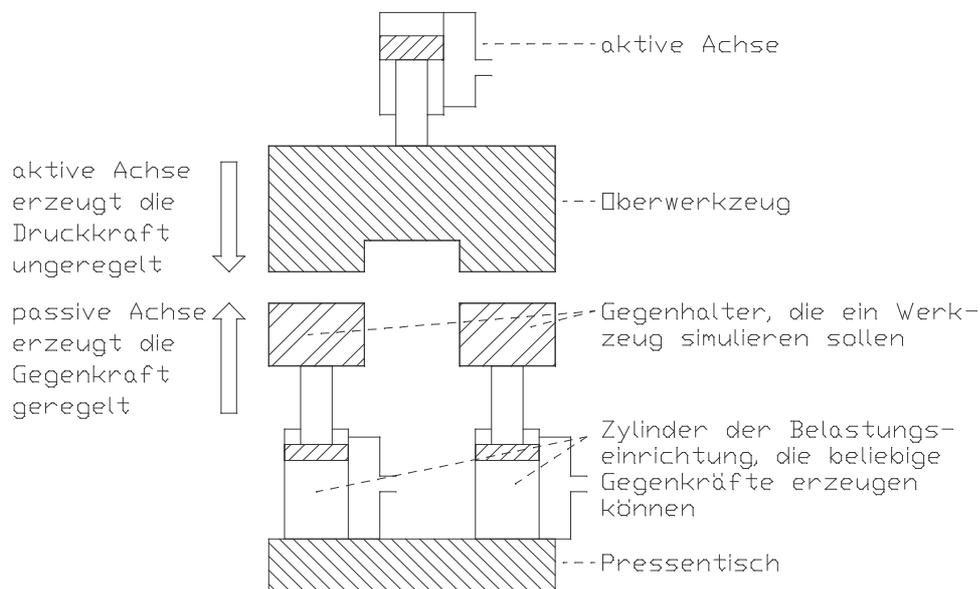


Abb. 1.1. Technologisches Schema der Belastungseinrichtung

Auch beim Tiefziehen ist derselbe Ablauf erforderlich. Zuerst müssen die oder der Zieh-kissenzylinder in die Startposition gefahren werden (Lageregelung). Wird nun beim Zieh-vorgang ein bestimmter Kraftschwellwert überschritten, dann muß auch hier in den Kraftregelbetrieb umgeschaltet werden, um eine vorgegebene Weg-Kraft-Kurve abfahren zu können.

Die Belastungseinrichtung („Belasten“ der Stößelachse einer Presse) ist also im weitesten Sinne eine Tiefzieheinrichtung.

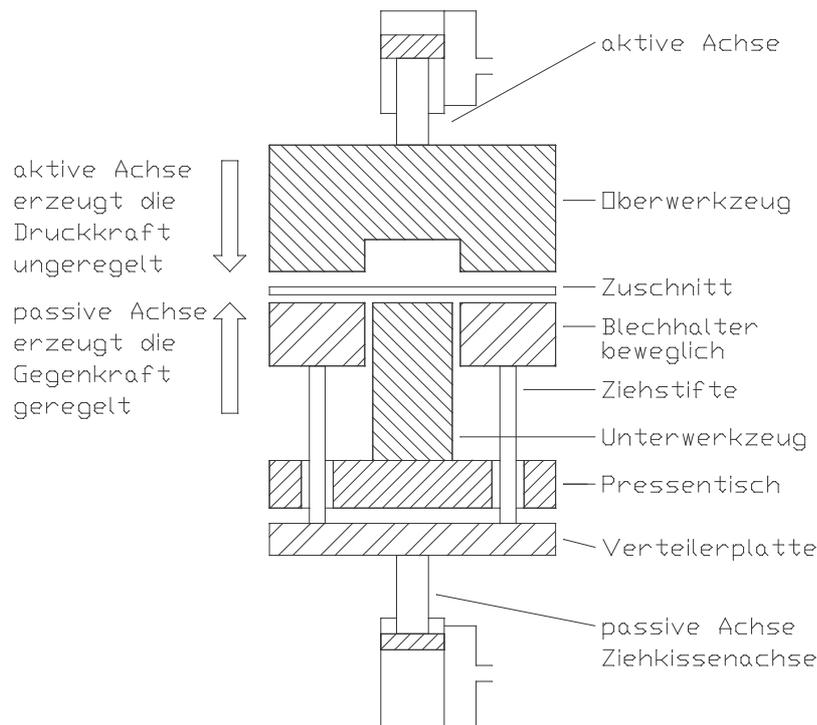


Abb. 1.2. technologisches Schema eines Tiefziehkissens

Für beide Verfahren kann also ein und derselbe Steuerungsablauf verwendet werden.

1.2. Istzustand

Zu Beginn meiner Ausführungen gilt es, den aktuellen Zustand der Belastungseinrichtung zu analysieren.

1.2.1. Elektrohydraulische Anlage

Die hydraulische Belastungseinrichtung besteht, wie bereits oben beschrieben, aus einer elektronisch geregelten Pumpeneinheit und zwei getrennten Zylindereinheiten, jeweils bestehend aus Zylinder, Prop-Einbauventil und Ventilblock.

Die Pumpe versorgt beide Zylindereinheiten gemeinsam. Die Zylindereinheiten sind über Hydraulikschläuche mit der Pumpeneinheit verbunden. Die Pumpe besitzt eine elektronische Leistungsregelung, das heißt, das Produkt aus Pumpendruck und Fördermenge wird immer konstant gehalten. Konkret wird die Fördermenge reduziert, wenn die entsprechende maximale Leistung erreicht ist.

Das Prop-Einbauventil ist ein vorgesteuertes Proportionalwegeventil, dessen Kolbenstellung über einen Lagegeber gemessen wird. Über eine Servo-Ansteuer-Karte erfolgt eine Lageregelung der Schieberstellung.

Das Prop-Einbauventil wird über ein schnelles Servoventil vorgesteuert. Da Prop-Einbauventil, Servoventil, Lagegeber und Servo-Ansteuer-Karte eine Einheit (Regelkreis) bilden, werde ich sie in der Simulation auch als eine Einheit betrachten.

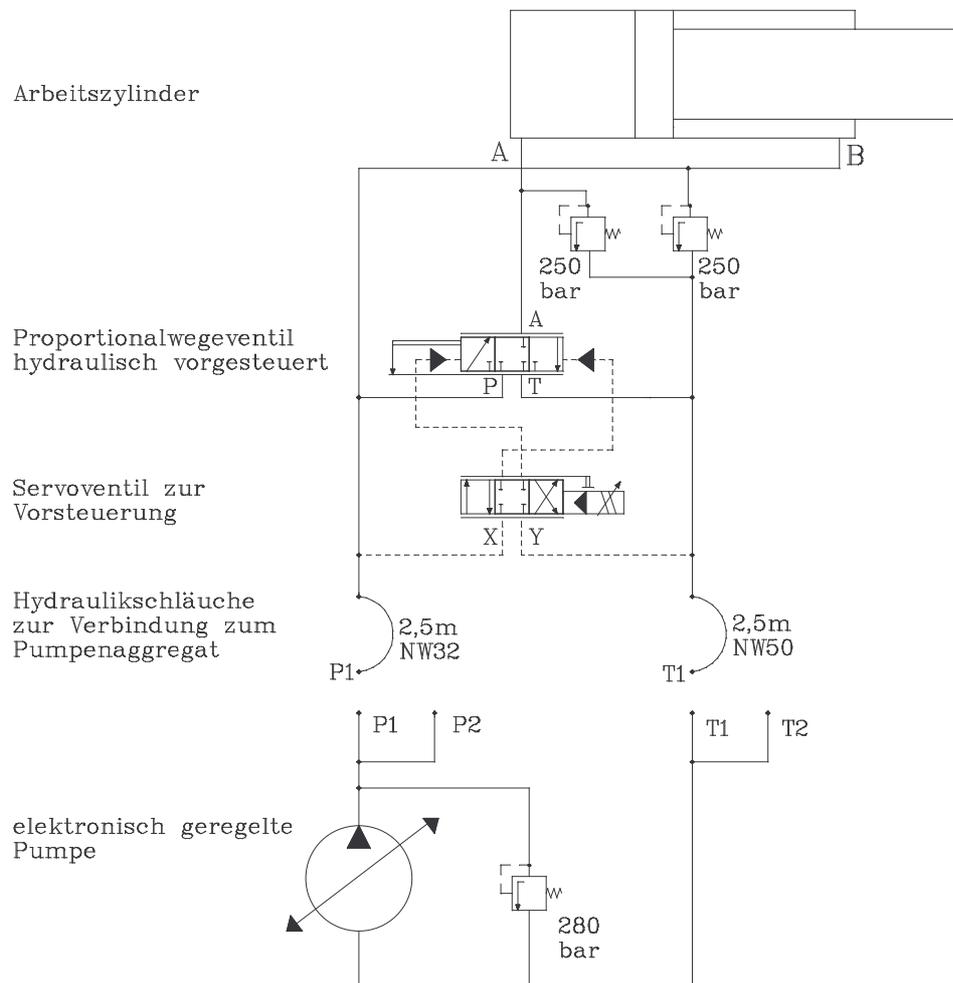


Abb. 1.3. Hydraulikwirksaltplan der Belastungseinrichtung

1.2.2. Meß- und Regelungstechnik

In diesem Abschnitt möchte ich noch einmal speziell die regelungstechnischen Komponenten herausstellen. Dazu werde ich die in DIN 19227 festgelegten Symbole verwenden.

- PET - Druckaufnehmer mit Meßumformer (Einheitssignal 0..10V)
- GET - Wegaufnehmer
- FV - Durchflußstellglied
- UC - Regelung mehrerer Größen
- GC - Lageregelung
- UIS - Ablaufsteuerung /Anzeige mehrerer Größen
- UIC - Regelung/Anzeige mehrerer Größen

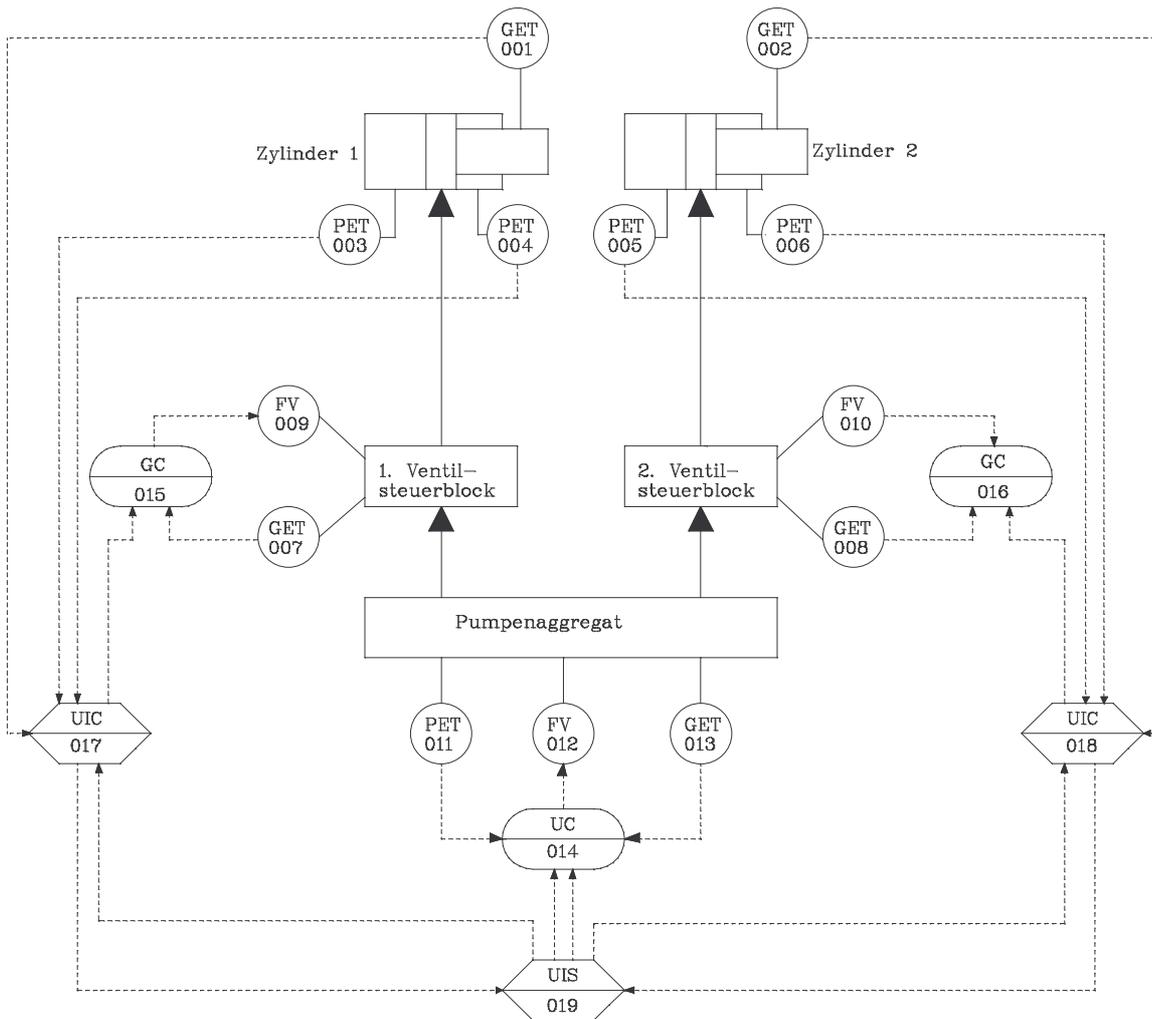


Abb. 1.4. MSR - Komponenten

Ich möchte hier weder ein MSR-Stellenblatt noch ein ausführliches MSR-Stellenverzeichnis aufführen, da das nicht Ziel dieser Arbeit ist. Eine kurze Aufzählung der MSR-Stellen ist ausreichend.

MSR-Stelle	Gerät	Aufgabe/Funktion
GET 001	Wegmeßsystem	Wegaufnehmer für die Kolbenposition des 1. Zylinders
GET 002	Wegmeßsystem	Wegaufnehmer für die Kolbenposition des 2. Zylinders
PET 003	Druckaufnehmer	Druck im Zylinderraum A des 1. Zylinders
PET 004	Druckaufnehmer	Druck im Zylinderraum B des 1. Zylinders
PET 005	Druckaufnehmer	Druck im Zylinderraum A des 2. Zylinders
PET 006	Druckaufnehmer	Druck im Zylinderraum B des 2. Zylinders
GET 007	Lagegeber	Kolbenstellung im Prop-Einbauventil des 1. Zylinders
GET 008	Lagegeber	Kolbenstellung im Prop-Einbauventil des 2. Zylinders
FV 009	Servoventil	Vorsteuerung für Prop-Einbauventil des 1. Zylinders
FV 010	Servoventil	Vorsteuerung für Prop-Einbauventil des 2. Zylinders
PET 011	Druckaufnehmer	Druck am Pumpenaggregat
FV 012	Propventil	Pumpenschwenkung zur Fördermengensteuerung
GET 013	Lagegeber	Schwenkwinkel der Pumpe = Fördermenge
UC 014	Servokarte	Leistungsregelung der Pumpe

GC 015	Servokarte	Lageregelung des Kolbens in Prop-Einbauventil Zyl.1
GC 016	Servokarte	Lageregelung des Kolbens in Prop-Einbauventil Zyl.2
UIC 017	Software	Ziehkissenregelung für Zylinder 1
UIC 018	Software	Ziehkissenregelung für Zylinder 2
UIS 019	Software	Ablaufsteuerung der gesamten Belastungseinrichtung

Der Inhalt dieser Arbeit beschäftigt sich mit den MSR-Stellen „UIC 017“ und „UIC 018“.

1.2.3. Systemvoraussetzungen

Zu den Systemvoraussetzungen zähle ich vor allem die Steuerungshard- und -software. Die Belastungseinrichtung wird von einem Industrie-PC aus gesteuert. Die Verbindung zwischen IPC und Peripherie erfolgt über den Beckhoff-LWL-Bus mit seinen entsprechenden Baugruppen.

Die Ausgabe der Analogsignale zur Ansteuerung der Servo-Regelkarten ist in einer sogenannten FOX-Box realisiert. Diese Box ist über den LWL-Bus mit dem Rechner verbunden. Sie besitzt 4 Slot's, in die jeweils analoge oder digitale Ein-/Ausgabemodule gesteckt werden können.

Die Meßsysteme besitzen direkt eine SSI-Schnittstelle, mit der sie über eine FOX-Box im Bus eingebunden sind.

Technische Daten des Busses :

- LWL-Bus (Lichtwellenleiter)
- 2,5 Mbaud Übertragungsgeschwindigkeit

Technische Daten des Wegmeßsystems :

- absolut
- Auflösung 0,01 mm
- Linearitätsfehler <0,05 %
- Reproduzierbarkeit <0,02 mm
- Hysterese <0,05 mm
- Temperaturkoeffizient 0,01 mm/K
- Schnittstelle : SSI / R422 80kHz - 1MHz
- Meßzeit 0,02 ms

Technische Daten der Druckaufnehmer :

- Meßbereich : 400 bar
- 4..20 mA Ausgang
- Anstiegszeit <0,5 ms
- Linearitätsfehler <0,15 %
- Reproduzierbarkeit <0,05 %
- Temperaturkoeffizient < 0,03 % / K
- Auflösung 25 bar/mA

Analogausgabe :

- 16 Bit DA-Wandler
- -10...+10V Ausgangsspannung

- Quantisierungseinheit 0,31 mV

Analogeingabe :

- 12 Bit DA-Wandler
- 4 ... 20 mA Eingangsspannung
- Quantisierungseinheit 0,0039 mA

Busanbindung :

- ISA - Karte
- interruptgesteuert
- Datenübergabe über Port-Adresse

Rechner :

- IBM- kompatibler PC
- ISA-Bus
- i486DX2-66 Prozessor
- 8 MB RAM
- Betriebssystem MS-DOS 6.22
- Programmiersprache :
 - TurboPascal 7.0
 - Echtzeiterweiterung durch RT-Kernel 4.51
- preemptives Multitasking durch Echtzeiterweiterung

1.3. Zielstellung

1. Ziel dieser Arbeit ist es, die Grundlagen für die Programmierung einer Turbo-Pascal-Unit zur Verfügung zu stellen, die die Aufgaben einer Ziehkissensteuerung übernehmen kann, Diese Steuerung soll die Lageregelung für eine hydraulische Achse ermöglichen, die beim Erreichen eines Kraftschwellwertes in den Kraftregelbetrieb schaltet und beim Erreichen einer bestimmten Position wieder in den Lageregelbetrieb zurückkehrt.
2. Weiterhin soll eine automatisierte Inbetriebnahme ermöglicht werden, die jederzeit wiederholt werden kann.
3. Es ist ein Regelkonzept auszuwählen, welches eine robuste Regelung beinhaltet, die die Änderungen der Parameter der Regelstrecke (z.B. temperaturbedingt) ausgleichen kann.

Für die praktische Erprobung steht die „Hydraulische Belastungseinrichtung“ im Fraunhofer Institut für Umformtechnik zur Verfügung.