
ATS

Thierry Prud'homme
thierry.prudhomme@hslu.ch

Aufgabenliste: #

Themen: **Regelung/Steuerung, Simulink/Stateflow**

[Aufgabe 1] (*Steuerung/Regelung einer Biegemaschine*) Eine typische Biegemaschine kann in der Abbildung 1 gesehen werden.

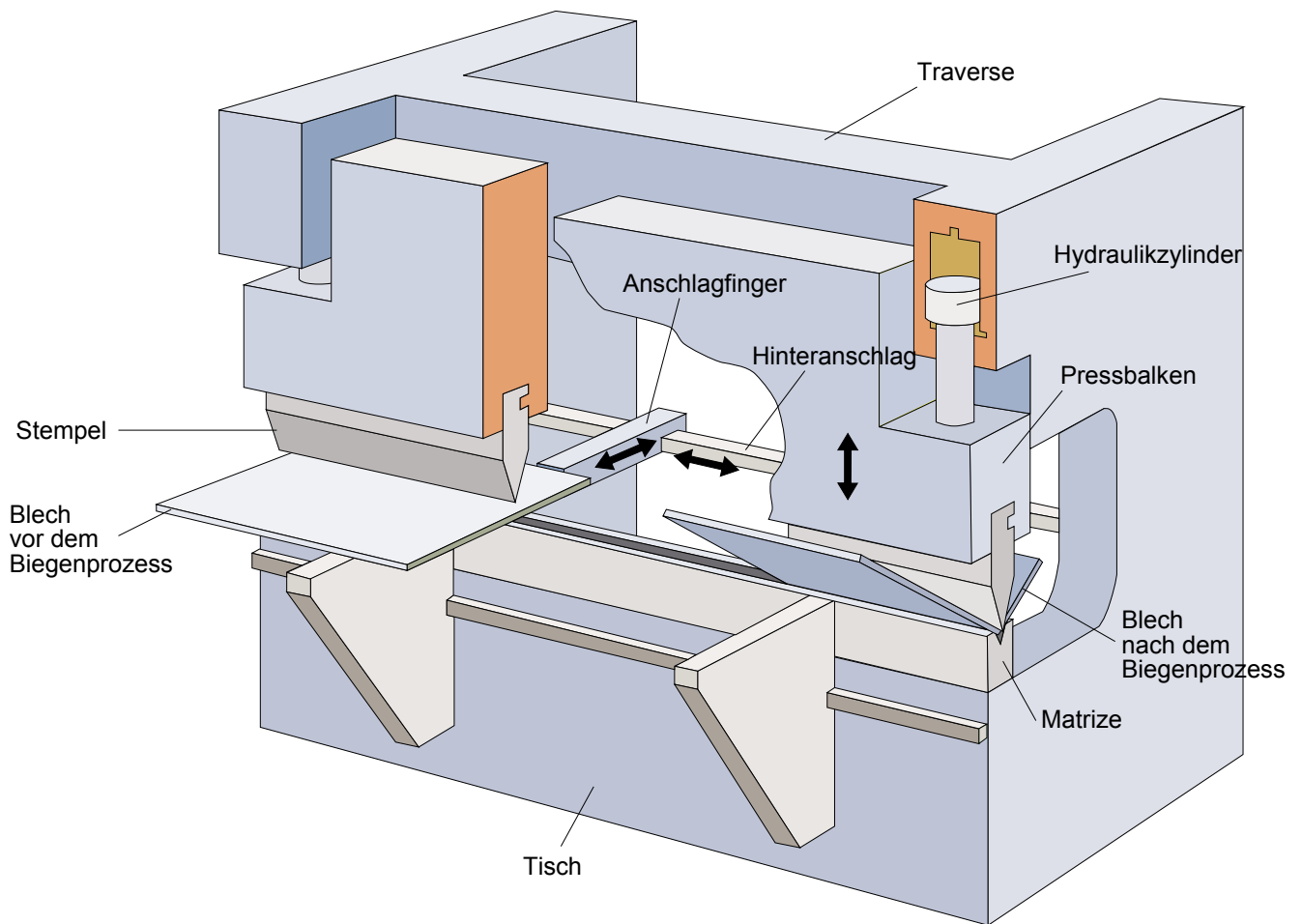


Abbildung 1: Biegemaschine

Ein Blech wird von einem Stempel in eine Matrize gepresst. Es geht hier um freies Biegen. Das Blech wird nicht bis zum Anliegen in die Matrize hineingepresst. Das Prinzip ist in der Abbildung 2 dargestellt. Die Eintauchtiefe wird abhängig vom Sollwinkel, vom Material, von der Geometrie des Stempels und der Matrize, und von der Dicke des Bleches berechnet.

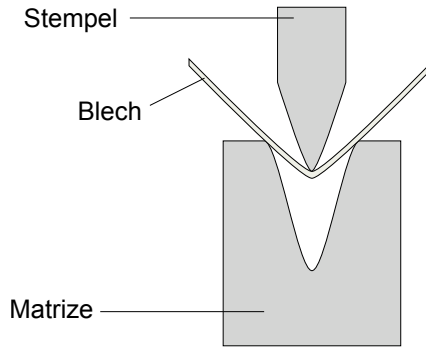


Abbildung 2: Prinzip des freien Biegens

Die Maschine muss diese Eintauchtiefe, ohne Überschwingung, so schnell wie möglich, und unter Einhaltung der Sicherheitsnormen erreichen .

Die Hydraulik ermöglicht eine Bewegung der Maschine in vier verschiedenen Modi. 3 digitalen Signalen **SN**, **SP** und **LS** dienen zu der Schaltung der Hydraulik in einen bestimmten Modus. Die Tabelle 1 beschreibt die verschiedene Modi und die entsprechenden Werten der 3 digitalen Signalen.

Modus	SN	SP	LS
Stop	0	0	0
Negative hohe Geschwindigkeit (NHG)	1	0	0
Negative niedrige Geschwindigkeit (NNG)	1	0	1
Positive hohe Geschwindigkeit (PHG)	0	1	0
Positive niedrige Geschwindigkeit (PNG)	0	1	1

Tabelle 1: Hydraulische Modi

In jedem Modus können die Position y_1 und y_2 (in (mm)) der zwei Hydraulikzylindern mit zwei proportionalen Ventilen geregelt werden. Der Koordinatursprung für y_1 und y_2 ist die untere Kante der Matrize, $y_1 = y_2 = 0$ ist für den Fall wo keine Matrize und Stempel montiert sind und der Pressbalken ganz unten gegen den Tisch stösst. Es wird positiv gezählt ($y_1 > 0$ und $y_2 > 0$) wenn der Pressbalken über den Tisch ist. Diese Ventilen werden mit 2 einstellbaren Ausgangsspannungen u_1 und u_2 (zwischen -10 und +10 (V)) der numerischen Steuerung gesteuert. Die Tabelle 2 beschreibt die Übertragungsfunktionen $G_1(s) = \frac{Y_1(s)}{U_1(s)}$ und $G_2(s) = \frac{Y_2(s)}{U_2(s)}$ für alle Modi.

Es ist extrem wichtig zu betonen, dass der Abstand zwischen y_1 und y_2 immer kleiner als 10 (mm) sein muss, sonst ist die Maschine blockiert und die Zylinder können beschädigt werden.

Der Operator programmiert ein Werkstück mit der numerischen Steuerung. Das Werkstück zu realisieren besteht aus mehreren gebogenen Kanten. Für jede Kante muss von der Maschine einen Bendzyklus gemacht werden, mit verschiedenen Eintauchtiefen. Anhand vom programmierten Werkstück wird die numerische Steuerung einen «Job» erzeugen. Ein Job

Modus	$G_1(s)$	$G_2(s)$
Stop	0	0
Negative höhe Geschwindigkeit (NHG)	$\frac{9}{s(0.11s+1)}$	$\frac{11}{s(0.09s+1)}$
Negative niedrige Geschwindigkeit (NNG)	$\frac{0.8}{s(0.10s+1)}$	$\frac{1.3}{s(0.09s+1)}$
Positive höhe Geschwindigkeit (PHG)	$\frac{9}{s(0.11s+1)}$	$\frac{11}{s(0.09s+1)}$
Positive niedrige Geschwindigkeit (PNG)	$\frac{0.8}{s(0.10s+1)}$	$\frac{1.3}{s(0.09s+1)}$

Tabelle 2: Übertragungsfunktionen

beinhaltet Information über die Bewegungen die von der Maschine gemacht werden müssen um die gebogenen Kante zu realisieren. Wir machen hier die Hypothese dass für jede Kante die Eintauchtiefe diese Information darstellt. Ein typisches Job ist in der Tabelle 3 zu sehen.

Kante Nummer	Eintauchtiefe (mm)
1	230
2	235
3	227
4	215

Tabelle 3: Job

Ein Bendzyklus kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Der Operator programmiert mit der numerischen Steuerung das Werkstück zu realisieren .
2. Er drückt auf dem Taster «Start». Ein Job (siehe Tabelle 3) wird produziert.
3. Die Maschine ist in der oberen Position ($y_1 = y_2 = 300$ (mm)). Der Operator drückt auf das Fusspedal. Die Hydraulik schaltet in Modus NHG. Nach 20 (ms) setzt sich das Stempel in Bewegung. Die Maschine muss so schnell wie möglich die Position Eintauchtiefe + 30 (mm) erreichen und dort anhalten.
4. Der Operator muss das Fusspedal lösen und wieder drücken. Die Maschine schaltet in Modus NNG. Nach 10 (ms) setzt sich das Stempel in Bewegung. Eine Kreuzgeschwindigkeit von 5 (mm/s) muss gehalten werden. Die Eintauchtiefe muss ohne Überschwingung erreicht werden.
5. Die Maschine bleibt 30 (ms) an dieser Position.
6. Die Maschine wird in PNG Modus geschaltet. Nach 20 (ms) setzt sich die Maschine nach oben in Bewegung mit einer Kreuzgeschwindigkeit von 8 (mm/s). Die Position Eintauchtiefe + 30 (mm) muss erreicht werden. Die Maschine muss an dieser Position anhalten.
7. Die Maschine wird in PHG Modus geschaltet. Nach 20 (ms) setzt sich wieder die Maschine in Bewegung. Die Position 300 (mm) muss so schnell wie möglich erreicht werden. Die Maschine muss an dieser Position anhalten. Die Maschine ist wieder in oberen Position.
8. Der Operator drückt auf den Knopf «nächste Kante». Eine neue Eintauchtiefe wird geladen. Zurück zum Punkt 3.

Die Maschine anhält wenn der Operator den Fusspedall löst oder wenn er auf den Nottaster drückt. Eine Lichtschranke wird aus sicherheitsgründen eingesetzt. Wenn der Operator mit seiner Hand die Lichtschranke im NHG unterbricht hält die Maschine sofort an.

1. Entwerfen Sie vernünftige Regler für jede hydraulische Achse und für alle Modi (mit SISOTool).
2. Programmieren Sie mit Matlab/Simulink/Stateflow das ganze System. Auf einer Seite die numerische Steuerung (Regler mit Simulink und Prozessabläufe mit Stateflow) und auf der anderen Seite die Maschine (Regelstrecke). Die Schnittstelle zwischen der Maschine und der Steuerung sind die oben-erwähnten Signale (**SN**, **SP** und **LS**, y_1 , y_2 , u_1 und u_2)