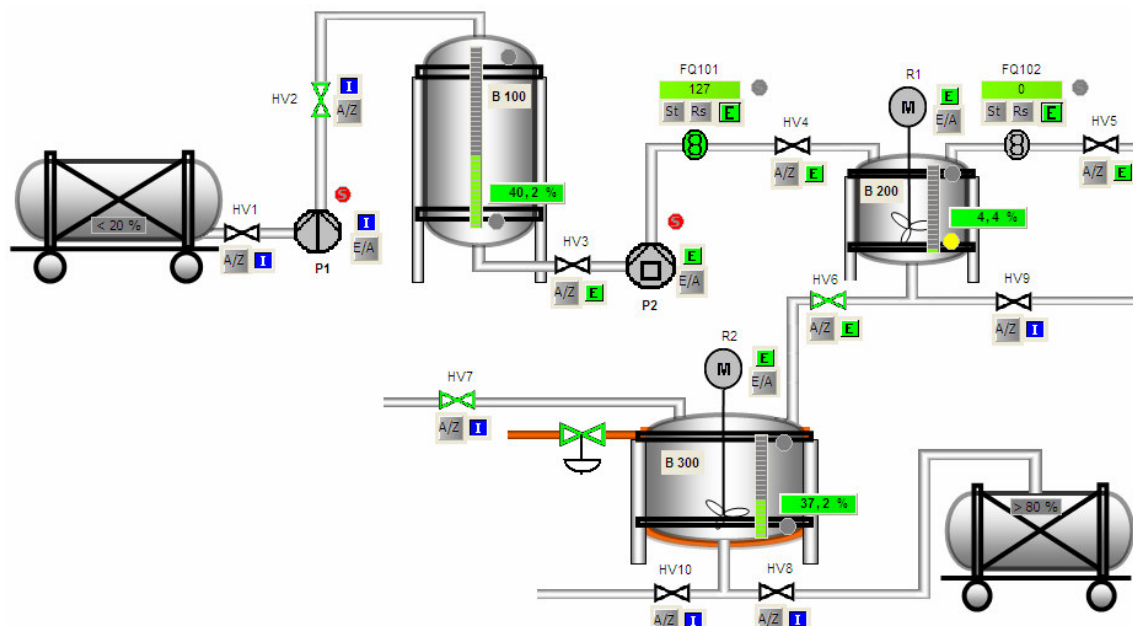


# Batchprozess

Dynamische Simulation einer Ablaufsteuerung  
für verfahrenstechnische Prozesse

© Pe-Soft  
Petry - Software



Das Projekt „**Batchprozess**“ simuliert eine einfache verfahrenstechnische Anlage, die sich an einen einfachen chemischen Prozess anlehnt.

Der Batchprozess stellt drei Behälter, zwei Kesselwagen und verschiedenen Befüll- und Entleervorgänge dar. Die einzelnen verfahrenstechnischen Schritte können sowohl in Fahrweise Hand als auch mit einer Ablaufsteuerung gefahren werden.

Die vorliegende Simulation soll durch eigenhändige Erstellung von verschiedenen Steuerrezepten das Verständnis für Ablaufsteuerungen schulen.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Der Prozesses .....	3
Bedienung über das OS.....	5
Bedieneinheit für Temperaturregelung .....	6
Die Betriebsarten des Regler .....	6
HAND / AUTO Betrieb.....	6
AUTOMatik-Betrieb .....	7
EXTERN Betrieb .....	7
Die Regelparameter .....	7
Die Protokollfunktionen .....	8
Prozessbeschreibung in fahrweise Hand .....	9
SPS Speicherprogrammierbare Steuerung .....	10
Befehle zum Steuern der Ventile .....	11
Befehle zum Steuern der Pumpen .....	11
Befehle zum Steuern der Rührer .....	11
Befehle zum Steuern der Zähler .....	11
Befehle umschalten von TIC101 in HAND/AUTO .....	11
Diese Funktion ist nur bei der Steuerung durch die SPS möglich. Sie umgeht die Einstellung des Reglers. ....	11
Befehle zum setzen des Ausgangssignals bei TIC101 .....	11
Befehle zum setzen des Ausgangssignals bei TIC101 .....	12
Befehle zum setzen des Sollwertes von TIC101 .....	12
Transitionen, Übergangsbedingungen.....	12
Befehle zum Abfragen von Binärwerten.....	12
Befehle zum Abfragen von Analogwerten.....	12
Bedingter Sprung .....	13
Erzwungener Sprung.....	13
Befehle zum aktivieren der Protokollfunktionen .....	13
Weitere Befehle .....	13
Variablenliste .....	14
SET-Befehle .....	14
Transitionen (Übergangsbedingungen).....	15
Die Steuerdatei .....	16
Ein einfaches Steuerprogramm.....	16
Verfolgung der Ablaufsteuerung .....	17
Beispiele für Steuerdateien .....	18
B100 füllen .....	18
Dosieren in B200 .....	20
Transition mit AND-Verknüpfung .....	21
Transition mit ODER-Verknüpfung .....	21
Das Steuerrezept .....	22
Informationsfluss im Unternehmen .....	22
Kopplung an PLS mit Rezeptursteuerung.....	22
Kopplung an PLS mit Ablaufketten .....	22
Rezeptstrukturen in NAMUR NE33 .....	23
Grundfunktion .....	23
Grundoperation .....	23
Teilanlagen und Teilrezepte .....	23
Grundrezept .....	23
Steuerrezept .....	24
Umsetzung des Steuerrezeptes .....	25

## Der Prozesses

Die Simulation stellt einen einfachen verfahrenstechnischen Prozess dar.

Als Grundlage dient ein Verfahren welches durch mischen verschiedener Komponenten ein neues Produkt herstellt.

Da diese Simulation als Ziel das „Kennenlernen einer Ablaufsteuerung“ verfolgt, werden Reaktionsmechanismen nicht betrachtet. Lediglich die Befüll-, und Entleervorgänge sowie Heizen und Kühlen sind hierbei relevant.

Die Leittechnik berücksichtigt viele Verknüpfungssteuerungen bei Hähnen und Pumpen.

So ist jeder Behälter gegen überlaufen gesichert, indem die befüllende Armatur bei anstehen des zweiten Hochalarmes ( LA++) geschlossen und verriegelt wird.

Entleerende Armaturen schließen automatisch wenn LA - - ansteht, also der Behälter leer ist.

Die Kreiselradpumpe P1 ist gegen falsches Anfahren gesichert, und lässt sich nur starten wenn zuerst die Saugseite (HV1) geöffnet wird, dann die Pumpe eingeschaltet, und zuletzt die Druckseite (HV2) geöffnet wird.

Die Kolbenpumpe P2 ist eine zwangsfördernde Pumpe und kann nur angefahren werden, wenn Saug- und Druckseite offen sind.

Die Heizung funktioniert nur wenn der Rührer R2 läuft.

# Aufbau der Anlage

Nachfolgend wird das Bedien- und Beobachtungssystem als „OS“ (Observierungssystem) bezeichnet.

Das OS ist auf 4 getrennte Prozessbilder verteilt.

Bild 1, mit der Bezeichnung „**Anlage**“ zeigt ein Verfahrensfließbild mit den zugehörigen Anzeige- und Bedienelementen. Über dieses Prozessbild wird die simulierte Anlage bedient und beobachtet.

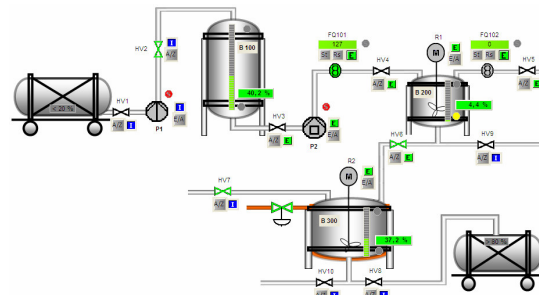


Bild 2, mit der Bezeichnung „**SPS**“ dient der Verwaltung und Bedienung der Steuerrezepte. SPS steht für „**Speicherprogrammierbare Steuerung**“



Im oberen Teil ist der Bereich zur Darstellung des aktiven Steuerbefehls.

Im unteren Teil ist der Auswahlbereich für 8 verschiedenen Steuerrezepte.

Bild 3, mit der Bezeichnung „**Protokoll**“ beinhaltet ein Protokoll, welches, während ein Steuerprogramm läuft wichtige Werte erfasst. Im unteren Bereich ist ein Trend, welcher wichtige Prozessparameter als Kurvenverlauf protokolliert.

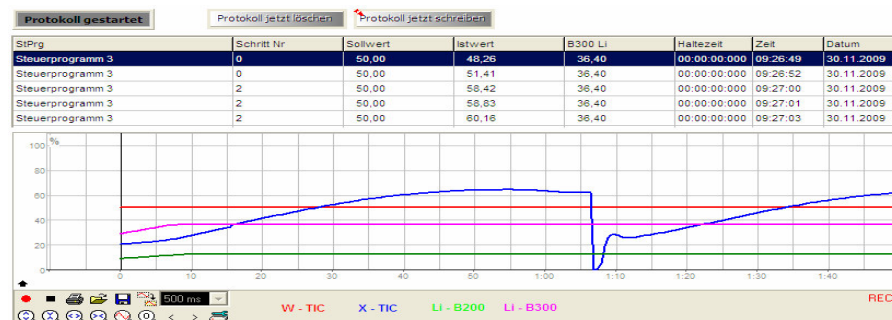


Bild 4, mit der Bezeichnung „**Grenzwerte**“ enthält die Grenzwerte, die individuell angepasst werden können sowie die Regelparameter, Kp, Tn, Tv für TIC 101.

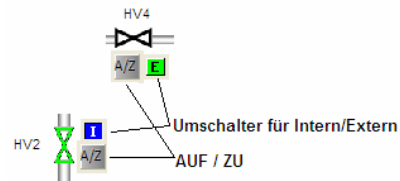
The screenshot shows the 'Grenzwerte' (Limits) interface. It is divided into two main sections: 'Grenzwerte' and 'Reglereinstellungen'. The 'Grenzwerte' section has three columns for tanks B 100, B 200, and B 300. Each column has four rows of limit values: LA++, LA+, LA-, and LA--. The values are currently set to 98, 85, 15, and 0.2 respectively. The 'Reglereinstellungen' section has three rows of control parameters: Kp (set to -0.8), Tn (set to 5), and Tv (set to 0). Each parameter has a slider and a numerical input field.

Alle gewählten Einstellungen von Reglern, Ventilen, Parametern u.s.w. werden beim Beenden des Programmes automatisch gespeichert.

Alle gewählten Einstellungen können auch über das Systemmenü in eine selbst definierte „Einstellungsdatei“ gespeichert und später wieder geladen werden.

# Bedienung über das OS

Alle ansteuerbaren Grundfunktionselemente „GfE“ wie Ventile, Pumpen oder Zähler, sind über die nebenstehenden Bedieneinheiten bedienbar.

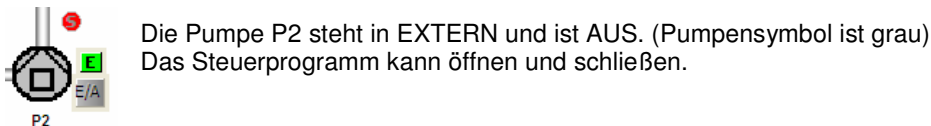
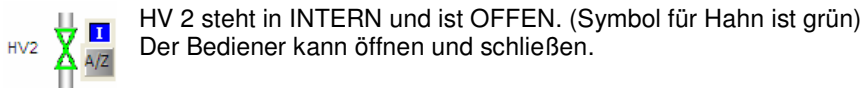


Um ein GfE sowohl in der Einzelsteuerebene, direkt per HAND, als auch über ein Steuerprogramm, in der Grundoperationsebene anzusteuern, besitzen die Bedienelemente einen Umschalter für **INTERNE** und **EXTERNE** Eingabe.

Die Betriebsart wird durch anklicken des Umschalters umgeschaltet. Ist der Schalter grün und zeigt ein „E“, dann ist die Betriebsart **EXTERN** gewählt und das Steuerprogramm kann das GfE öffnen oder schließen, bzw. eine Pumpe ein- oder ausschalten. Die Taster für AUF und ZU sind in diesem Fall verriegelt.

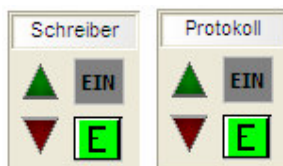
Ist der Schalter blau und zeigt ein „I“, dann ist die Einzelsteuerebene mit der Betriebsart **INTERN** gewählt und das GfE kann durch den Bediener direkt geöffnet oder geschlossen werden. Dazu wird in Stellung **INTERN** der Taster **A/Z** bzw. **E/A** für AUF oder ZU bzw. Ein und Aus angeklickt. Steht ein GfE in Betriebsart **INTERN**, so kann das Steuerprogramm darauf nicht zugreifen. Das Steuerprogramm bleibt dann in dem betreffenden Schritt „hängen“.

Beispiel:



Jedes GfE kann jederzeit von Extern auf Intern umgeschaltet werden, unabhängig davon in welchem Schritt das Steuerprogramm gerade ist.

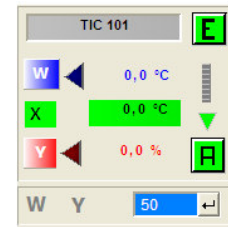
Da auch der Trend und das Protokoll über ein Steuerprogramm gestartet und angehalten werden können, besitzen auch diese Elemente ein Bedienfeld mit den gleichen Funktionen.



## Bedieneinheit für Temperaturregelung.

Der Behälter B300 ist mit einer Temperaturregelung ausgestattet.

Das Ausgangssignal des Reglers ist als Splitrange konfiguriert und funktioniert wie folgt:

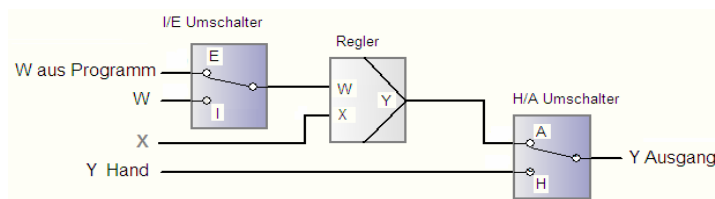


Ausgangssignal	Funktion	
< 50 %	KÜHLEN	Kühltemperatur 0 °C
> 50 %	HEIZEN	Heiztemperatur 100 °C

## Die Betriebsarten des Regler

Je nach Stellung der Schalter **H/A** und **I/E** wird das Ausgangssignal Y eingestellt.

H/A	I/E	Wertübernahme durch Bediener	Y
H	I	nur Y	Bediener abhängig
H	E	nur Y	Bediener abhängig
A	I	nur W	Regler abhängig
A	E	nein	W – durch Steuerung, Y - Reglerabhängig



## HAND / AUTO Betrieb

Durch anklicken des **H/A** Umschalters wird der Regler in Betriebsart **HAND** bzw. in **AUTO** umgeschaltet.

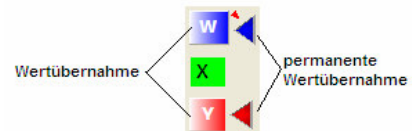


In Betriebsart **HAND** kann das Ausgangssignal „Y“ direkt als Zahlenwert zwischen 0% und 100% über das Eingabefeld eingegeben werden.

## Das Ausgangssignal „Y“ wird in Betriebsart HAND wie folgt eingegeben:


Zunächst den Wert, dieser muss zwischen 0% und 100% liegen, in das Eingabefeld eingeben. Die Wertübernahme erfolgt mit einem Klick auf „Y“.

Ist der Schalter zu „**permanenten Wertübernahme**“ aktiviert, - der kleine Pfeil vor „Y“ leuchtet, dann wird der Wert sofort bei der Eingabe übernommen.



! Eine ständig aktivierte „**permanente Wertübernahme**“ kann, bei Unachtsamkeit, zu ! massiven Fehleingriffen führen.


## AUTOMatik-Betrieb

In Stellung AUTO  vergleicht der Regler den Istwert (Temperatur) mit dem Sollwert und verstellt das Ausgangssignal entsprechend den eingestellten Regelparametern solange bis keine Abweichung mehr vorhanden ist.



Zunächst den Wert, dieser muss innerhalb des physikalischen Messbereiches von 0°C bis 100°C liegen, in das Eingabefeld eingeben. Die Wertübernahme erfolgt mit einem Klick auf „W“. Ist der Schalter zu „**permanenten Wertübernahme**“ aktiviert, - der kleine Pfeil vor „W“ leuchtet, dann wird der Wert sofort bei der Eingabe übernommen.

**! Eine ständig aktivierte „permanente Wertübernahme“ kann, bei Unachtsamkeit, zu massiven Fehleingriffen führen.**

## EXTERN Betrieb




über den   Umschalter wird der Regler zwischen der **internen** und **externen** Betriebsart umgeschaltet.

In Stellung **Extern** kann der Sollwert über das Steuerprogramm gesetzt werden.

Steht der Regler in  und , dann wird der über ein Steuerprogramm gesetzte Sollwert automatisch angefahren und gehalten.

## Die Regelparameter

Die Regelparameter Kp (Reglerverstärkung), Tn (Nachstellzeit) und Tv (Vorhaltezeit) erlauben es den Regler individuell an die Regelstrecke anzupassen.

Kp	<input type="text" value="-1,2"/>	
Tn	<input type="text" value="5"/>	
Tv	<input type="text" value="0"/>	

**Kp** (Reglerverstärkung) verursacht den Wert um den sich das Ausgangssignal sofort ändert wenn eine Regelabweichung eintritt.

Mathematisch sieht dies wie folgt aus:  $Y = (X-W) * Kp$

Ein **negativer** Wert bei **Kp** hat bei steigendem Eingangssignal ein fallendes Ausgangssignal zur Folge und umgekehrt.

Das bedeutet,  
- fällt die Temperatur, dann wird das Ausgangssignal Y erhöht, steigt die Temperatur, dann wird das Ausgangssignal Y erniedrigt.

**Tn** (Nachstellzeit) ist die Zeit die vergeht bis der Regerausgang nochmals die gleiche Änderung vollzogen hat wie dies auf grund von **Kp** der Fall war.

Das bedeutet, dass der Regler auf grund seines Kp-Wertes sofort eine Stellgrößenänderung durchführt und anschließen eine stetige Änderung in die gleiche Richtung, solange bis die Regelabweichung gleich Null ist.

Kp > 0 und Tn = 0 und Tv = 0 bedeutet einen reinen P-Regler

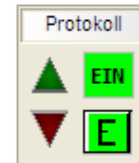
Kp > 0 und Tn > 0 und Tv = 0 bedeutet einen PI-Regler

Der Parameter **Tv** ist bei dieser Art der Regelung nicht unbedingt erforderlich und kann deshalb immer auf NULL stehen.

# Die Protokollfunktionen

Wenn das Protokoll eingeschaltet ist, dann wird, wenn die SPS eingeschaltet ist, sobald  $X=W$  ist in vorbestimmten Abständen ein Protokoll geschrieben. Dies geschieht solange die Haltezeit (HOLD) abläuft.

Durch einen Rechtsklick auf das Protokoll kann dieses nach Excel exportiert und dort weiterverarbeitet werden.

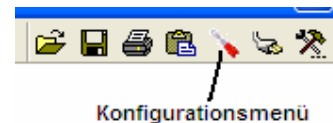


Protokoll gestartet Protokoll jetzt löschen Protokoll jetzt schreiben

SPrg	Schritt Nr	Sollwert	Istwert	B300 Li	Haltezeit	Zeit	Datum
Steuerprogramm 3	0	50,00	33,47	84,30	00:00:00:000	13:51:59	29.11.2009
Steuerprogramm 3	0	50,00	30,91	84,30	00:00:00:000	13:52:08	29.11.2009
Steuerprogramm 3	0	50,00	39,18	84,30	00:00:00:000	13:52:25	29.11.2009
Steuerprogramm 3	8	50,00	54,55	84,30	00:00:00:000	13:52:43	29.11.2009
Steuerprogramm 3	8	50,00	55,01	84,30	00:00:00:000	13:52:43	29.11.2009
Steuerprogramm 3	8	50,00	55,84	84,30	00:00:00:000	13:52:45	29.11.2009
Steuerprogramm 3	8	50,00	56,19	84,30	00:00:00:000	13:52:45	29.11.2009
Steuerprogramm 3	8	50,00	47,47	84,30	00:00:00:000	13:54:15	29.11.2009
Steuerprogramm 3	8	50,00	48,45	84,30	00:00:00:000	13:54:18	29.11.2009

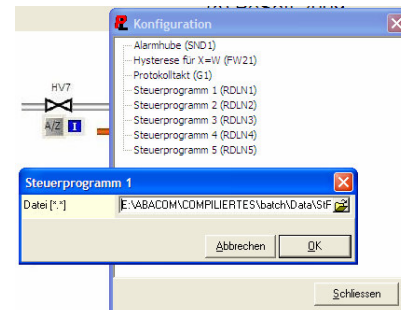
Ein Protokoll kann auch durch anklicken von Protokoll jetzt schreiben erreicht werden.

Der Protokolltakt und die Hysterese zum Erkennen von konstanten Messwert, werden im Konfigurationsmenü eingestellt.



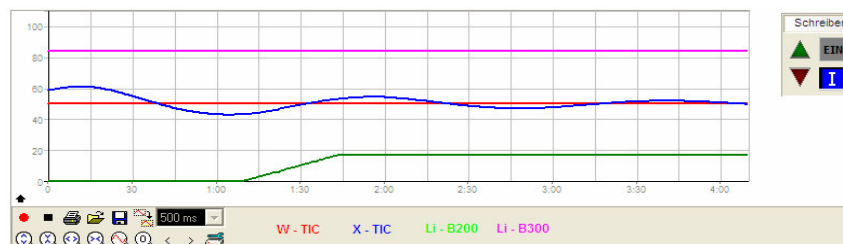
## ACHTUNG !

Wenn im Konfigurationsmenü eine Änderung vorgenommen wird, wird das gesamte System auf NULL zurückgesetzt. Dies kann auch genutzt werden um die Simulation ganz neu zu starten.



Alle binären Ausgänge gehen auf NULL, die SPS wird ausgeschaltet, der Sollwert wird auf NULL gesetzt, Das Protokoll wird gelöscht der Schreiber wird angehalten und gelöscht ! Dies ist ein systembedingtes Verhalten, welches nicht unterdrückt werden kann.

Das Bild „Protokoll“ beinhaltet einen sog. TREND welcher die wichtigsten Messwert als Kurvenverlauf mitschreibt. Dieser Trend kann Programmgesteuert oder von Hand gestartet und konfiguriert werden.





# Prozessbeschreibung in fahrweise Hand

Um die Anlage und die zugehörige Leittechnik kennen zu lernen, sollten Sie zunächst den Prozess einmal in Betriebsart **HAND** fahren.

Nehmen Sie dazu alle Bedieneinheiten in Betriebsart **INTERN**.

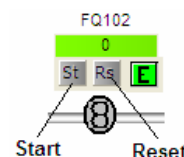
## 1. Befüllen B100

Über einen Kesselwagen wird das Einsatzprodukt „Edukt-A“ angeliefert und muss über die Pumpe „P1“ in den Vorratsbehälter B100 gepumpt werden. Beim Anfahren von P1 ist zu berücksichtigen, dass die P1 eine Kreiselpumpe ist.

Ist der Kesselwagen leer, so muss dieser durch anklicken von **Kesselwagen wechseln** gewechselt werden.

## 2. Wasser Dosieren

Über den Zähler FQ102 Wasser (oder eine andere virtuelle Chemikalie) in B200 dosieren.  
Dazu zunächst bei FQ102 **RESET** drücken um den Zähler zurück zu setzen.  
Durch drücken von **START** wird der Zähler für die Messung der Menge freigeschaltet.



Durch öffnen von **HV5** wird der Einsatzstoff (Wasser) geöffnet und über den Zähler gemessen.  
**! Nur wenn beim Zähler vorher START gedrückt wurde, wird die durchgeflossene Menge gemessen.**

Das automatische Abschalten nach Erreichen der Menge, kann nur mit einer Ablaufsteuerung realisiert werden. In Fahrweise INTERN muss dies der Bediener durchführen indem er HV5 schließt.

## 3. Rührer R1 in betrieb nehmen

## 4. Einsatzstoff „Edukt-A“ dosieren

Über den Zähler FQ101 Einsatzstoff „Edukt-A“ in B100 dosieren.  
Dazu zunächst bei FQ101 **RESET** drücken um den Zähler zurück zu setzen.  
Durch drücken von **START** wird der Zähler für die Messung der Menge vorbereitet.

Durch anfahren von P2 wird „Edukt-A“ über den Zähler gemessen.  
Beachten, dass P2 eine Kolbenpumpe ist.

**! Nur wenn beim Zähler vorher START gedrückt wurde, wird die durchgeflossene Menge gemessen.**

Das automatische Abschalten nach Erreichen der Menge, kann nur mit einer Ablaufsteuerung realisiert werden. In Fahrweise INTERN muss dies der Bediener durchführen indem er die P2 ausschaltet.

## 5. Gemisch 60 Sekunden rühren.

## 6. Gemisch in B300 ablaufen lassen

Durch öffnen von **HV6** den gesamten Behälterinhalt von B200 zum B300 ablaufen lassen.  
HV6 schließt automatisch wenn beim B200 LA - - erreicht wird.

## 7. Rührer R2 in Betrieb nehmen

## 8. Temperieren

Temperatur über TIC101 in Schritten von 10°C auf 80°C hochheizen  
Die eingestellten Temperaturen (+ - 5°C) jeweils für 20 Sekunden halten.

Der Temperaturverlauf ist auf dem TREND zu protokollieren.  
Jeweils bei Erreichen der Temperaturschritte ist dies mind. 3 mal innerhalb der 20 Sek. zu protokollieren.

Die 80°C 60 Sek. halten und dann den Kesselinhalt auf 20°C abkühlen

## 9. B300 entleeren

B300 über **HV9** in den bereitstehenden Kesselwagen entleeren.  
HV9 schließt wenn beim B300 LA - - erreicht ist.

Sofern der Kesselwagen voll ist, diesen wechseln.

## 10. Anlage spülen.

B200 und B300 mit Wasser über HV5 und HV7 bzw HV8 und HV10 spülen.

# SPS Speicherprogrammierbare Steuerung

Die Simulation besitzt eine integrierte SPS, welche zur externen Ansteuerung der am Prozess beteiligten Elemente dient.

Das Steuerprogramm muss mit einem externen Texteditor als reines Textfile im ASCII-Code erstellt werden. Am besten ist „Notepad“

Alle Elemente können mit ihrer Tecnummer angesprochen und beeinflusst werden.

Der integrierte SPS-Interpreter arbeitet das Steuerprogramm Zeile für Zeile ab.

Bei Transitionen (Übergangsbedingungen) sind auch Sprünge erlaubt.

Sollen Befehle ausgeführt werden, dann muss jede Textzeile einer vorgegebenen Syntax mit **Variable**, **Operator**, **Wert** und **[Bemerkung]** entsprechen.

Die **Variable** bezeichnet HVs, Pumpen, Rührer, Zähler, Trend und Protokoll.

Die **Operator** gibt an was damit gemacht werden soll, wie z.B. „:=“ (Zuweisung), „=“, „>“, „<“ Vergleich START, RESET, u.s.w.

Der **Wert** enthält eine logische „1“ bzw. „0“ wenn eine binäre **Variable** gesetzt oder gelöscht werden soll oder einen analogen Wert für Temperatur, Stand oder Menge.

Die **Bemerkung** kann einen beliebigen erklärenden Text enthalten. Bei Transitionen kann in der **Bemerkung** ein alternativer **Sprung** stehen.

**Variable ; Operator ; Wert ; und Bemerkung werden durch ein Semikolon „;“ getrennt !**

**Nach jeder Programmzeile muss eine Leerzeile folgen !**

Leerzeichen vor und nach Befehlen oder Parametern werden ignoriert.

Groß- und Kleinschreibung wird ignoriert.

Sofern der Befehl nicht erkannt wird, wird die Programmzeile nicht ausgeführt und es wird zur nächsten Zeile vorgerückt. Dies erlaubt die Unterbringung von Programmdokumentationen.

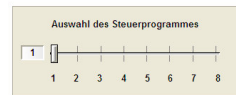
**Damit die Anweisungen ausgeführt werden können, müssen die betreffenden GfEs in Betriebsart EXTERN stehen.**

**GfEs sind Grundfunktionselemente. Dazu zählen HVs, Pumpen, Rührer und Zähler.**

Die Simulation kann 8 unterschiedliche Steuerprogramme verwalten.



Die zugehörigen Steuerprogramme können selbst erstellt oder modifiziert werden. Prinzipiell ist die Namensgebung der Steuerdateien frei.



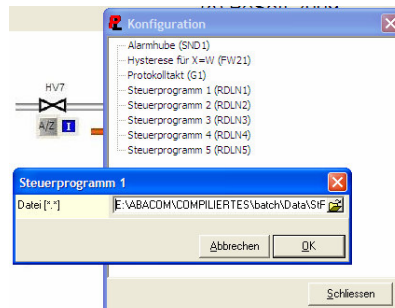
Der Simulation liegen 8 vorgefertigte Steuerprogramme im Verzeichnis BATCH/DATA mit der Bezeichnung **StPrg1.txt** bis **StPrg8.txt** bei.

**Die Zuordnung der Steuerdateien muss beim aller ersten Programmstart hergestellt werden.**

Öffnen Sie dazu den Konfigurationsdialog über den kleinen Schraubendreher, oben rechts.



Wählen Sie das Steuerprogramm aus und verknüpfen Sie die Steuerdatei damit.



Setzende Befehle

## Befehle zum Steuern der Ventile

Variable:	HV1, HV2, HV3, ... HV10	spricht die Ventile an
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	1 / 0	öffnet bzw. schließt diese

**HV2 ; := ; 1 ; öffnet HV2**  
**HV2 ; := ; 0 ; schließt HV2**

---

## Befehle zum Steuern der Pumpen

Variable:	P1 , P2	spricht die Pumpen an
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	1 / 0	öffnet bzw. schließt diese

**P2 ; := ; 1 ; Schaltet P1 EIN**  
**P2 ; := ; 0 ; Schaltet P1 AUS**

---

## Befehle zum Steuern der Rührer

Variable:	R1 , R2	spricht die Rührer an
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	1 / 0	öffnet bzw. schließt diese

**R2 ; := ; 1 ; Schaltet R1 EIN**  
**R2 ; := ; 0 ; Schaltet R1 AUS**

---

## Befehle zum Steuern der Zähler

Variable:	FQ101, FQ102, FQ101-W, FQ102-W	spricht die Zähler an
Operator:	:=, =	führt verschiedene Aktionen durch
Wert:	RESET, START, FERTIG, Sollwert	Variable setzen

**FQ101 ; := ; RESET ; Setzt den Istwert des Zählers auf Null**  
**FQ101 ; := ; START ; bereitet den Zähler für die Erfassung des Durchflusses vor**  
**FQ101 ; = ; FERTIG ; wartet bis der Sollwert erreicht ist**  
**FQ101-W ; := ; 200 ; Setzt den Sollwert des Zählers auf 200**

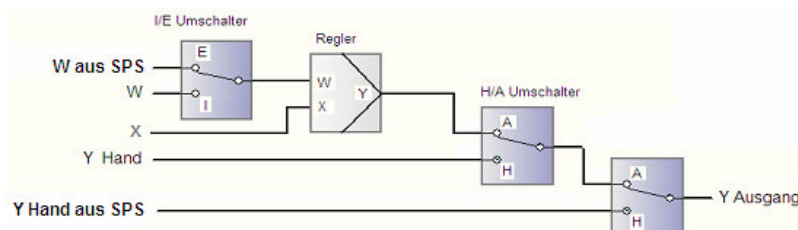
---

## Befehle umschalten von TIC101 in HAND/AUTO

Variable:	TIC101-H	Spricht die Temperaturregelung an
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	1/0	1 = HAND, 0 = AUTO

**TIC101-H ; := ; 1 ; Schaltet TIC101 in Betriebsart HAND**  
**TIC101-H ; := ; 0 ; Schaltet TIC101 in Betriebsart AUTO**

Diese Funktion ist nur bei der Steuerung durch die SPS möglich. Sie umgeht die Einstellung des Reglers.



## Befehle zum setzen des Ausgangssignals bei TIC101

Variable:	TIC101-Y	Spricht die Temperaturregelung an
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	Wert in %	Y-Hand

***TIC101-Y; := ; 50 ; Setzt Y-Hand auf 50%***

---

## Befehle zum setzen des Sollwertes von TIC101

Variable:	TIC101-W	Spricht die Temperaturregelung an
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	Sollwert	Sollwert

***TIC101-W ; := ; 50 ; Setzt den Sollwert auf 50°C***

Variable:	HOLD	Istwert von TIC101 halten
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	Zeit in Sekunden	Haltezeit

***Hold ; := ; 20 ; Warte, wenn X=W, 20 Sekunden***

Der Befehl Hold macht nur Sinn, wenn dieser direkt nach dem Setzen eines neuen Sollwertes beim TIC101 folgt.

---

## Transitionen, Übergangsbedingungen

### Befehle zum Abfragen von Binärwerten

Variable:	B100, B200, B300	Spricht die Behälter an
Operator:	LA-, LA--, LA+, LA++	fragt die Grenzwerte als Binärsignal ab
Wert:	1/0	- ist „1“ wenn der Alarm ansteht

***B200 ; LA-- ; 0 ; ist WAHR wenn der zweite Tiefalarm von B200 NICHT ansteht***  
***B200 ; LA+ ; 1 ; ist WAHR wenn der erste Hochalarm von B200 ansteht***  
***B200 ; LA+ ; 0 ; ist WAHR wenn der erste Hochalarm von B200 NICHT ansteht***

---

Variable:	HV1 bis HV10, P1, P2, R1, R2	Spricht HVs, Pumpen und Rührer an
Operator :	=	fragt den Zustand ab
Wert:	1/0	1 = AUF, EIN 0 = ZU, AUS

***HV2 ; = ; 1 ; ist WAHR wenn HV2 AUF ist***  
***R2 ; = ; 0 ; ist WAHR wenn R2 NICHT EIN ist***

***P1 ; = ; 1 ; :P1-EIN***      ***Springt zu :P1-EIN wenn P1 NICHT EIN ist***  
***Wenn P1 EIN ist wird die nächste Zeile abgearbeitet***

---

### Befehle zum Abfragen von Analogwerten

Variable:	L100, L200, L300	Behälterstände
Operator:	>, <	größer, kleiner
Wert:	Grenzwert	

***L100 ; > ; 25 ; Ist Wahr wenn der Stand von B100 >= 25% ist***

Variable:	TIC101-X	TICH101 Istwert
Operator:	>, <	größer, kleiner
Wert:	Grenzwert	

***TIC101-X ; > ; 40 ; Ist Wahr wenn Temperatur >= 40°C ist***

---

## Bedingter Sprung

Wenn eine Transition nicht „WAHR“ ist kann im Bemerkungsfeld eine Sprungmarke angegeben werden, zu welcher dann verzweigt wird.  
Sprungziele müssen mit einem Doppelpunkt eingeleitet werden.

**B200 ; LA+ ; 1 ; :PumpeAus**  
weitere Programmzeilen

.....  
.....  
.....  
.....

**:PumpeAus**  
weitere Programmzeilen  
.....  
.....

**Wenn LA+ ansteht wird die nächste Zeile bearbeitet, wenn NICHT, wird zu :PumpeAus gesprungen**

**Sprungmarke, Ziel**

## Erzwungener Sprung

**GOTO ; := ; :Pumpe Aus ; Springt sofort zur Sprungmarke :PumpeAus**

## Befehle zum aktivieren der Protokollfunktionen

Variable:	Prot	spricht die Protokollfunktion an
Operator:	:=	schaltet das Protokoll Ein bzw. Aus.
Wert:	1/0	1 = EIN, 0 = AUS

**Prot ; := ; 1 ; Protokollfunktion einschalten**

Variable:	Prot	spricht die Protokollfunktion an
Operator:	:=	Löscht das Protokoll in der Anzeige
Wert:	Del	Löscht

**Prot ; del ; 1 ; Protokoll löschen**

Variable:	Prot	spricht die Protokollfunktion an
Operator:	:=	schreibt einen Datensatz ins Protokoll
Wert:	schreiben	1 = jetzt schreiben

**Prot ; schreiben ; 1 ; jetzt Protokoll schreiben**

Variable:	TREND	spricht den Schreiber (TREND) an
Operator:	:=	Schaltet den Schreiber Ein bzw. Aus
Wert:	1/0	Ein / AUS

**Trend ; := ; 1 ; Schreiber einschalten**

**Trend ; := ; 0 ; Schreiber ausschalten**

## Weitere Befehle

Variable:	HALT	Hält den Programmablauf an und wartet auf Benutzereingabe
Operator:	nicht erforderlich	
Wert:	nicht erforderlich	

Um den Programmablauf fort zu setzen muss  oder  gedrückt werden.

**Halt ; ; ; Benutzereingabe erwartet**

Variable:	WAIT	Warteschleife
Operator:	:=	Zuweisung
Wert:	Wartezeit in Sekunden	Zeit

**WAIT ; := ; 10 ; 10 Sekunden warten**

# Variablenliste

## SET-Befehle

**ACHTUNG:** Der **Operator** ist ein Doppelpunkt gefolgt vom IstGleich-Zeichen „:=“

Der **Wert** kann ein Binärwert (1 / 0 ) ein Analogwert ( z.B. 0 bis 100%) oder eine vorgegebene Variable sein.

Variable	Operator	Wert	Bemerkung
HV1	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV2	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV3	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV4	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV5	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV6	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV7	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV8	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV9	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
HV10	:=	1 / 0	HV AUF / ZU
P1	:=	1 / 0	Pumpe EIN / AUS
P2	:=	1 / 0	Pumpe EIN / AUS
R1	:=	1 / 0	Rührer EIN / AUS
R1	:=	1 / 0	Rührer EIN / AUS
TIC101-H	:=	1 / 0	Umschaltung HAND / AUTO
TIC101-Y	:=	0 - 100	Stellsignal Yh setzen
TIC101-W	:=	0 - 100	Sollwert setzen
HOLD	:=	Zeit in Sec	Haltezeit wenn X=W
FQ101	:=	„RESET“	Zähler zurücksetzen
FQ101	:=	„START“	Zähler in Bereitschaft
FQ101-W	:=	0 - 2000	Sollwert in Zähler laden
FQ102	:=	„RESET“	Zähler zurücksetzen
FQ102	:=	„START“	Zähler in Bereitschaft
FQ102-W	:=	0 -2000	Sollwert in Zähler laden
PROT	:=	1 / 0	Protokollfunktion EIN / AUS
PROT	:=	„DEL“	Löscht das Protokoll
PROT	:=	„SCHREIBEN“	Schreibt einen Datensatz
TREND	:=	1 / 0	Trend EIN / AUS
HALT	:=	1	Warten auf Benutzereingabe
ENDE	:=	1	Steuerprogramm ENDE

## Transitionen (Übergangsbedingungen)

**ACHTUNG:** Bei der Transition ist der **Operator** ein reines IstGleich-Zeichen „=“, ein größer als „>“, ein kleiner als „<“ Zeichen, oder eine vorgegebene **Variable**.

Der **Wert** kann ein Binärwert (1 / 0) ein Analogwert ( z.B. 0 bis 100%) oder eine vorgegebene Variable sein.

Variable	Operator	Wert	Bemerkung
HV1	=	1	Ist <b>WAHR</b> wenn HV1 <b>AUF</b>
HV1	=	0	Ist <b>WAHR</b> wenn HV1 <b>ZU</b>
Transition gilt entsprechend für HV1 bis HV10, P1, P2, R1 und R2			
B100	LA-	1	Ist <b>WAHR</b> wenn der 1. Tiefalarm ansteht
B100	LA--	1	Ist <b>WAHR</b> wenn der 2. Tiefalarm ansteht
B100	LA-	0	Ist <b>WAHR</b> wenn der 1. Tiefalarm <b>NICHT</b> ansteht
B100	LA--	0	Ist <b>WAHR</b> wenn der 2. Tiefalarm <b>NICHT</b> ansteht
B100	LA+	1	Ist <b>WAHR</b> wenn der 1. Hochalarm ansteht
B100	LA++	1	Ist <b>WAHR</b> wenn der 2. Hochalarm ansteht
B100	LA+	0	Ist <b>WAHR</b> wenn der 1. Hochalarm <b>NICHT</b> ansteht
B100	LA++	0	Ist <b>WAHR</b> wenn der 2. Hochalarm <b>NICHT</b> ansteht
Transition gilt entsprechend für B100, B200 und B300			
L100	>	0 bis 100	Ist <b>WAHR</b> wenn der Stand im B100 <b>größer</b> als der Wert ist
L100	<	0 bis 100	Ist <b>WAHR</b> wenn der Stand im B100 <b>kleiner</b> als der Wert ist
Transition gilt entsprechend für L100, L200 und L300			
FQ101	=	<b>FERTIG</b>	Ist <b>Wahr</b> wenn die gezählte Menge größer als der Sollwert ist.
FQ102	=	<b>FERTIG</b>	Ist <b>Wahr</b> wenn die gezählte Menge größer als der Sollwert ist.
Bedingter Sprung			
B100	LA-	0	<b>:FEHLER</b> Springt zu :FEHLER wenn LA- ansteht.
B100	LA-	1	<b>:FEHLER</b> Springt zu :FEHLER wenn LA- <b>NICHT</b> ansteht.
Erzwungener Sprung			
GOTO	:=	:FÜLLEN	Springt zur Sprungmarke :FÜLLEN

# Die Steuerdatei

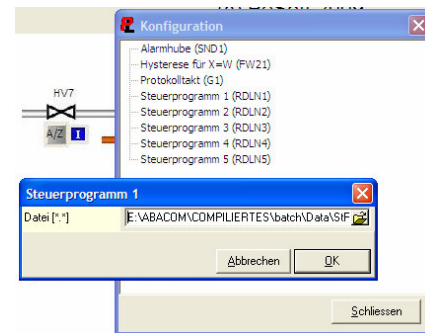
Die Simulation kann 8 Steuerprogramme verwalten.  
Legen Sie den Pfad und die Steuerdateien im Konfigurationsmenü über den Parameter **Steuerdatei 1 bis Steuerdatei 8** fest.

**Wenn im Konfigurationsmenü eine Änderung vorgenommen wird, wird das gesamte System zurückgesetzt.**

**Alle binären Ausgänge gehen auf NULL, die SPS wird ausgeschaltet, der Sollwert von TIC101 wird auf NULL gesetzt,**

**Das Protokoll wird gelöscht der Schreiber wird angehalten und gelöscht !**

**Leider ist dies ein Systembedingtes Verhalten, welches nicht unterdrückt werden kann.**



## Ein einfaches Steuerprogramm

StPrg 3      Edukt-B vorlegen

B200 ; LA-- ; 1 ;    B200 muss leer sein

FQ102 ; := ; Reset ; Zähler FQ102 auf „0“ zurücksetzen

FQ102-W ; := ; 100 ;   Sollwert von FQ102 auf 100 setzen

FQ102 ; := ; Start ;   Zähler zum Zählen freischalten

HV5 ; := ; 1 ;      Edukt-B öffnen

FQ102 ; = ; Fertig ; Warten bis Sollwert erreicht ist (FQ102 **fertig** ist)

HV5 ; := ; 0 ;    HV5 schließen

HALT ; ; ;    Auf Benutzereingabe warten

ENDE ; ; ; Steuerdatei ist fertig



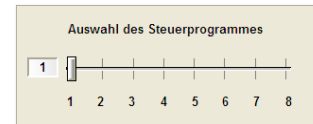
## Verfolgung des Steuerrezeptes

Im Bild **SPS** wird der Ablauf des Steuerprogrammes dargestellt.

Damit ein Steuerprogramm abgearbeitet werden kann, muss dies zuvor erstellt und über das Konfigurationsmenü, wie zuvor beschrieben, geladen werden.

Um die SPS in Betrieb zu nehmen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie zunächst ein Steuerprogramm aus.  
Dies geht nur wenn die SPS **nicht** Eingeschaltet ist.

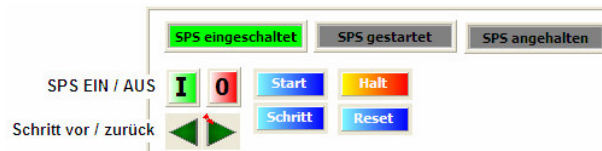


2. Alle Elemente in **EXTERN** und **AUTO** umschalten.

3. SPS Einschalten.

Die Leuchtanzeige **SPS eingeschaltet** leuchtet.

4. Nach dem Einschalten ist die erste Programmzeile geladen und wird angezeigt.



Die SPS ist allerdings noch im STATUS **SPS angehalten** und die Leuchtanzeige blinkt.

5. Mit **Start** oder **Fortsetzen** wird der Programmablauf gestartet und eine Programmzeile nach der anderen geladen und ausgeführt. Jede Programmzeile erhält beim Laden automatisch eine Nummer die vom System angezeigt und im Protokoll später protokolliert wird.

Schritt	Befehl	Parameter	Bemerkung
2	PROT	DEL	PROTOKOLL LÖSCHEN

5. Sofern keine Haltepunkte im Programm enthalten sind, wird das gesamte Steuerprogramm Schritt für Schritt bis zum Dateiende abgearbeitet.

Über den Schalter **Halt** kann der Programmablauf jederzeit angehalten und mit **Start** wieder fortgesetzt werden.

Mit **Reset** wird das Steuerprogramm an den Anfang zurück gesetzt. Dabei muss **Halt** aktiviert sein.

Mit **Schritt vor / zurück** kann im Status **SPS angehalten** innerhalb des Steuerprogrammes vorwärts und rückwärts navigiert werden. **Schritt** führt nur den angezeigten Befehl aus.

**Start** Startet das Programm ab dem angezeigten Schritt.

# Beispiele für Steuerdateien

## B100 füllen

Folgende Aufgabe soll mit einem Steuerprogramm gelöst werden:

B100, der Vorratsbehälter für das Edukt „A“ soll solange befüllt werden bis der Stand  $> 70\%$  aber  $< 80\%$  beträgt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für diese Füllmenge mehrere Kesselwagen erforderlich sind, das Wechseln eines Kesselwagens aber nicht programmgesteuert ablaufen kann.

Probieren Sie deshalb zunächst aus, bis zu wieviel % sich B100 mit dem Inhalt eines Kesselwagens befüllen lässt.

Nun sollen die einzelnen Schritte für die Ablaufsteuerung erarbeitet werden.  
Folgende Überlegungen sind zu tätigen:

1. Wenn der Stand im B100  $\geq 80\%$  beträgt muss nichts geschehen und die Steuerung wäre bereits **FERTIG**.
2. Wenn der Stand  $< 70\%$  ist, dann B100 befüllen wenn NICHT dann FERTIG
3. Zum Befüllen muss HV1 geöffnet, P1 eingeschaltet und HV2 geöffnet werden.
4. Wenn der Stand im B100  $\geq 70\%$  beträgt, muss HV2 geschlossen, P1 abgeschaltet und HV1 geschlossen werden.
5. Wenn dazwischen der Kesselwagen gewechselt werden muss, können mehrere Haltepunkte eingebaut werden, damit der Benutzer von HAND eingreifen kann, oder man wartet einfach ab bis sich HV1 von selbst schließt, weil der Kesselwagen leer ist. Danach kann man den Kesselwagen von Hand wechseln und die Pumpe wieder anfahren.

In GRAFCET wäre das Steuerprogramm wie folgt beschrieben:

Die nächste Aufgabe ist es nun das in GRAFCET vorliegende Steuerprogramm in eine Anweisungsliste zu überführen, damit der in der Simulation enthaltene Interpreter die Steuerbefehle abarbeiten kann.

Erzeugen Sie mit einem Texteditor für ASCII-Text (z.B. Notepad) eine Datei und verknüpfen Sie diese über das Konfigurationsmenü mit dem Steuerprogramm 5.

Damit der Text später auch im Bemerkungsfeld angezeigt wird, sollte die erste Zeile immer einen beschreibenden Inhalt haben.

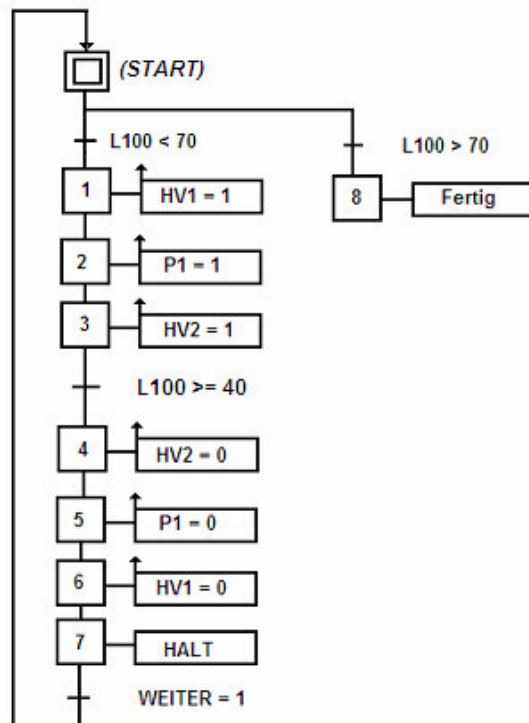
**StPrg5.TXT    B100 befüllen**

**:START ; ; Start des Steuerprogrammes**

Die Verzweigung nach dem START wird wie folgt umgesetzt:

**L100 ; < ; 70 ; :FERTIG**

Dies bedeutet: **Wenn L100  $< 70\%$  ist dann bearbeite die nächste Zeile, wenn nicht, dann springe zur Sprungmarke :FERTIG** (die noch erstellt werden muss)



Schritt 1 bis 3 wird wie folgt umgesetzt:

**HV1 ; := ; 1 ; HV1 öffnen**

**P1 ; := ; 1 ; P1 einschalten**

**HV2 ; := ; 1 ; HV2 öffnen**

Um den Kesselwagen zu wechseln wird bei einem Stand von  $\geq 40\%$ , oder früher, ein Haltepunkt eingebaut. Davor müssen die P1 ausgeschaltet und die HVs geschlossen werden.

**L100 ; > ; 40 ; warten bis Stand 40%**

**HV2 ; := ; 0 ; HV2 schließen**

**P1 ; := ; 0 ; P1 ausschalten**

**HV1 ; := ; 0 ; HV1 schließen**

**HALT ; ; ; Warten auf Benutzereingabe**

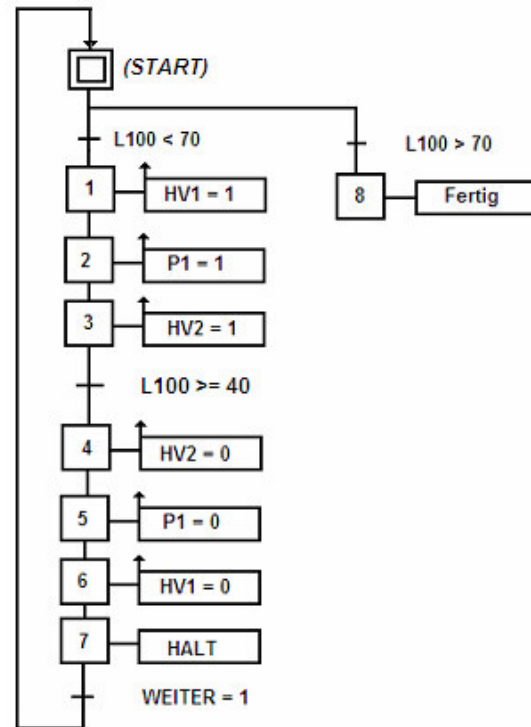
**GOTO ; := ; :START ; Sprung zum Anfang**

Wenn das Steuerprogramm auf **HALT** steht, kann der Kesselwagen gewechselt werden. Danach den Taster **FORTSETZEN** drücken.

Nachdem **FORTSETZEN** gedrückt wurde springt das Steuerprogramm wieder an den Anfang zurück. Sobald der Stand  $\geq 70\%$  beträgt, springt das Steuerprogramm zur Sprungmarke **:FERTIG**,

**:FERTIG ; ; Sprungmarke**

**HALT ; ; ; Warten auf Benutzereingabe**



Eine weitere Variante um den Wechsel des Kesselwagens einzuleiten ist folgende. Beachten: Die 7. Zeile ist eine Transition. Dort ist der Operator ein „=“.

**StPrg5.TXT B100 befüllen**

**:START ; ; Start des Steuerprogrammes**

**L100 ; < ; 70 ; :FERTIG**

**HV1 ; := ; 1 ; HV1 öffnen**

**P1 ; := ; 1 ; P1 einschalten**

**HV2 ; := ; 1 ; HV2 öffnen**

**HV1 ; := ; 0 ; warten bis HV1 schließt weil Kesselwagen leer ist**

**HV2 ; := ; 0 ; HV2 schließen**

**HALT ; ; ; Warten auf Benutzereingabe**

**GOTO ; := ; :START ; Sprung zum Anfang**

**:FERTIG ; ; Sprungmarke**

**HALT ; ; ; Warten auf Benutzereingabe**

## Dosieren in B200

Im folgenden Beispiel soll vom B100 eine bestimmte Menge in den B200 dosiert werden.

Das Steuerprogramm sieht in GRAFCET wie folgt aus:

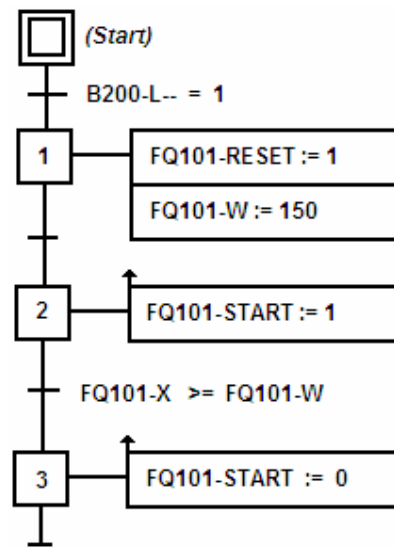
Nach dem START wird zunächst geprüft ob der B200 leer ist. Danach wird im Schritt 1 der Zähler zurückgesetzt und der Sollwert auf 150 eingestellt. Beides sind „nicht speichernde“ Befehle.

Im Schritt 2 wird der Zähler gestartet.

Nach Schritt 2 wird gewartet bis der Istwert den Sollwert überschritten hat. Danach wird der Zähler wieder gestoppt.

### Umsetzung in eine Anweisungsliste:

Erzeugen Sie mit einem Texteditor für ASCII-Text (z.B. Notepad) eine Datei und verknüpfen Sie diese über das Konfigurationsmenü mit dem Steuerprogramm 4.



*REM ; ; ; Dosieren B200*

**B200 ; L-- ; 1 ; B200 muss leer sein (Transition)**

*REM ; ; ; entspricht Schritt 1*

**FQ101 ; := ; RESET ; Zähler zurücksetzen**

**FQ101-W ; := ; 150 ; Sollwert auf 150 setzen**

*REM ; ; ; entspricht Schritt 2*

**FQ101 ; := ; START ; Zähler freischalten**

**HV3 ; := ; 1 ; Saugseite öffnen**

**HV4 ; := ; 1 ; Druckseite öffnen**

**P2 ; := ; 1 ; P2 einschalten**

*REM ; ; ; entspricht der Transition nach Schritt 2*

**FQ101 ; = ; FERTIG ; warten bis Sollwert erreicht ist (Transition)**

*REM ; ; ; entspricht Schritt 3*

**P2 ; := ; 0 ; P2 ausschalten**

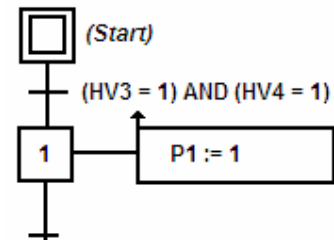
**HV4 ; := ; 0 ; Druckseite schließen**

**HV3 ; := ; 0 ; Saugseite schließen**

## Transition mit AND-Verknüpfung

Bevor die Kolbenpumpe P2 eingeschaltet werden darf müssen HV3 und HV4 offen sein. Dies könnte in GRAFCET in einer Transition mit einer AND-Verknüpfung beschrieben sein.

Als Anweisungsliste wird eine AND-Verknüpfung wie folgt realisiert:



**REM ; ; ; Beispiel AND**

**HV3 ; = ; 1 ; ist WAHR wenn HV1 AUF ist (Transition)**

**HV4 ; = ; 1 ; ist WAHR wenn HV4 AUF ist (Transition)**

**P2 ; := ; 1 ; P2 EINSchalten**

Die in GRAFCET dargestellte Transition mit der AND-Verknüpfung wird in einer Anweisungsliste einfach nacheinander abgefragt. – Denn beide Bedingungen müssen WAHR sein damit die P2 eingeschaltet werden kann.

## Transition mit ODER-Verknüpfung

Wenn HV1 oder HV2 AUF ist soll die P1 gezielt abgestellt werden.

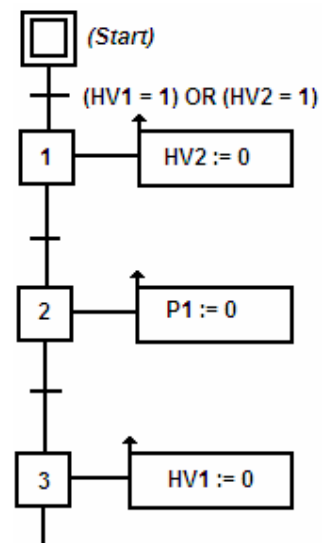
Als Anweisungsliste wird eine **ODER**-Verknüpfung wie folgt realisiert:

**REM ; ; ; Beispiel ODER**

```

HV2 ; = ; 1 ; :HV1Abfrage
    ↓ WAHR
GOTO ; := ; :P2AUS ; Sprung zur P2
    ↓ NICHT WAHR
:HV1Abfrage
HV1 ; = ; 1 ; :FERTIG
    ↓ WAHR
:P2AUS
HV2 ; := ; 0 ; HV2 schließen
P2 ; := ; 0 ; P2 AUSSchalten
HV1 ; := ; 0 ; HV1 schließen
:FERTIG
  
```

ENDE ; := ; 1 ; Programm Ende



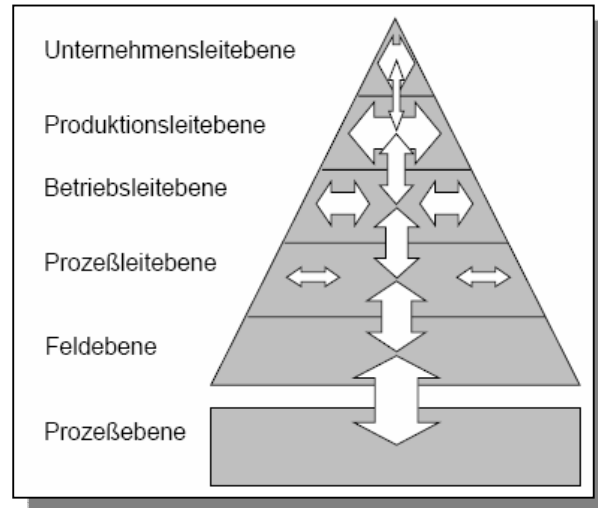
# Das Steuerrezept

Nachfolgend eine allgemeine Abhandlung zum Thema.

## Informationsfluss im Unternehmen

Der Informationsfluss innerhalb eines Unternehmens kann sehr gut an einem Modell verschiedener funktionaler Ebenen veranschaulicht werden. Zwischen den Ebenen nimmt die Menge der ausgetauschten Information von oben nach unten zu, während sie innerhalb der Ebenen abnimmt.

Der Grund für dieses Verhalten liegt in der jeweiligen Funktionalität der einzelnen Ebenen. Die Aufgaben in der **Unternehmensleitebene** sind längerfristiger Natur. Hier sind z.B. Marktanalyse und Finanzplanung einzuordnen. In der **Produktionsleitebene** werden Produktionsaufträge terminiert und deren Abarbeitung überwacht. Funktion der unterlagerten **Betriebsleitebene** ist die Feinplanung und der Auftragsausführung und die Koordination der verschiedenen Anlagen einer Produktionsstätte. Die **Prozessleitebene** führt Steuer- und Regelfunktionen aus und stellt eine geeignete Bedienerschnittstelle für den Anlagenfahrer zur Verfügung (Leitstand). Die Schnittstelle zum Prozess bildet schließlich die **Feldebene** mit ihren Sensoren und Aktoren. Die **Prozessebene** selbst stellt die physikalische Anlage dar.



## Kopplung an PLS mit Rezeptursteuerung

Bei der Kopplung an ein PLS mit Rezeptursteuerung werden Prozessaufträge erstellt. Diese enthalten Informationen darüber, welches Produkt in welchen Mengen hergestellt werden soll, über die zu verwendenden Materialien, den Grundrezeptnamen und die Termine aus den Prozessaufträgen werden Steuerrezepte generiert. Diese werden dann an das Koppelsystem gesendet. Dort werden die Daten zunächst in der Datenbank zwischengespeichert. Dadurch ist auch die Vorabübertragung von Aufträgen für einen längeren Zeitraum möglich. Auf dem PLS sind Grundrezepte hinterlegt. Sie enthalten alle Informationen über die Verfahrensabschnitte, Grundoperationen, Stoffeigenschaften und Mengenverhältnisse, also alle Verfahrens- und steuerungstechnischen Informationen. Aus den Daten des Steuerrezeptes und des entsprechenden Grundrezeptes wird von dem Koppelsystem ein ausführbares Steuerrezept generiert. Dieses wird an das PLS geschickt und dort abgearbeitet.

## Kopplung an PLS mit Ablaufketten

Bei weniger komplexen Prozessen lohnt sich der Aufwand einer Rezeptursteuerung oft nicht. Beispielsweise kann es bei einer Einstrang-Mehrprodukt-Anlage ausreichen verschiedene Ablaufketten auszuwählen um ein bestimmtes Produkt zu erzeugen.

## Rezeptstrukturen in NAMUR NE33

Die NAMUR NE33 „Anforderungen an Systeme zur Rezeptfahrweise“ empfiehlt das Anlegen von **Grundrezepten** für die verschiedenen Produkte, die ein Unternehmen fertigt. Durch Zuordnung von **Teilanlagen** und Produktionsmittel, sowie der Festlegung der benötigten Mengen kann aus dem Grundrezept ein ausführbares **Steuerrezept** generiert werden. Dieses Steuerrezept besteht aus **Rezeptkopf, Teilrezepten, Operationen und Funktionen**.

Die Rezepte eines PLS mit **Rezeptursteuerung** sind im allgemeinen gemäß dieser NAMUR-Empfehlung aufgebaut. Es bestehen zwar Abweichungen einiger Systeme gegenüber der Empfehlung, diese sind jedoch nicht gravierend.

**NAMUR** steht für „Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regelungstechnik in der chemischen Industrie“.

Die **NAMUR** ist ein internationaler Verband der Anwender von Automatisierungstechnik der Prozessindustrie. ( [www.namur.de](http://www.namur.de) )

### Grundfunktion

Die kleinste Einheit ist das **Grundfunktionselement** (GfE). Zu den GfEs zählen alle Aktoren, wie Hähne, Ventile, Rührer, Pumpen, Zähler u.s.w. Werden **GfEs** angesteuert, also geöffnet, geschlossen, ein- oder ausgeschaltet, so spricht man von einer **Grundfunktion**.

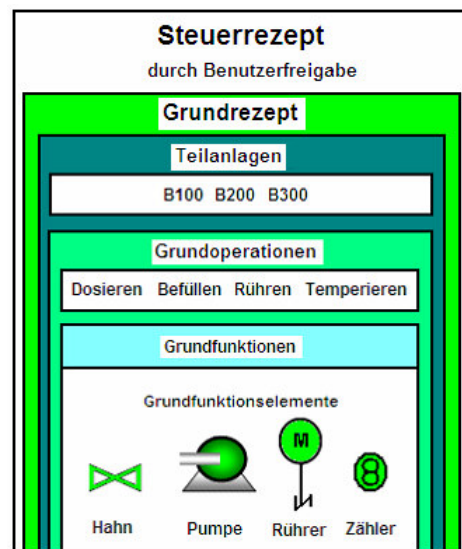
### Grundoperation

Das Zusammenspiel mehrerer GfEs ergibt die **Grundoperation**.

So muss z.B. um eine Pumpe zu betreiben, die Saug- und Druckseite und der Pumpenmotor entsprechend verschaltet und angesteuert werden. Sofern die Pumpe zum Befüllen eines Behälters dient, würde man dann von der Grundoperation „**Befüllen**“ sprechen. Wird der Kesselinhalt in einen anderen Behälter entleert, so kann man auch von der Grundoperation „**Entleeren**“ sprechen.

Wird ein Kessel mit einer **vorgegebenen Menge** über einen Zähler befüllt, oder wird eine gleichbleibende Menge über eine Regelung zudosiert, dann spricht man hierbei von der Grundoperation „**Dosieren**“.

Bei der Namensgebung der Grundoperation ist es wichtig, dass Grundfunktionen mit gleichem Namen verfahrenstechnisch immer das gleiche machen.



### Teilanlagen und Teilrezepte

Bedingt durch den Aufbau einer Produktionsanlage, lässt sich diese in mehrere **Teilanlagen** aufteilen. Diesen Teilanlagen werden dann **Teilrezepte** zugeordnet. Diese Teilrezepte können mehrere Grundoperationen enthalten. So kann z.B. ein „**Wasser vorlegen**“ mit „**Dosieren**“ und „**Rühren**“ im gleichen Behälter in einem Teilrezept „**B200**“ vereint sein.

### Grundrezept

Die Zusammenfassung aller an der Produktion beteiligten Teilrezepte nennt man **Grundrezept**.

## Steuerrezept

Sobald das Grundrezept im Arbeitsspeicher des PLS geladen ist und durch den Benutzer freigegeben wurde spricht man vom **Steuerrezept**.

### Definition

Ein Steuerrezept enthält alle Informationen, die ein bestimmtes Prozeßleitsystem oder ein Anlagenfahrer zur Ausführung eines Prozeßauftrags benötigt. Dies umfasst:

- Informationen darüber, welche Arbeitsschritte im Rahmen der Steuerung auszuführen sind
- Angaben über die rückzumeldenden Istdaten

Die steuerungsrelevanten Informationen sind im Prozessauftrag in Form von Prozessvorgaben hinterlegt, deren Inhalt durch Zuordnung von Merkmalen und Merkmalwerten individuell einstellbar ist.

Nach Freigabe des Prozessauftrags bzw. der zugehörigen Phasen werden die Prozessvorgaben zu Steuerrezepten zusammengefasst und an die ebenfalls im Auftrag hinterlegten Steuerinstanzen (Steuerrezeptempfänger) übergeben.



## Umsetzung des Steuerezeptes

Da die vorliegende Simulation nur die untersten 3 Ebenen (Prozessleit-, Feld- und Prozessebene) darstellt, werden die Strukturen wie folgt umgesetzt.

### Folgende 3 Befehlszeilen sind 3 Grundfunktionen:

HV3 ; := ; 1 ; Saugseite öffnen  
HV4 ; := ; 1 ; Druckseite öffnen  
P2 ; := ; 1 ; P2 einschalten

### Folgende Befehlszeilen entsprechen der Grundoperation „DOSIEREN“:

FQ101 ; := ; RESET ; Zähler zurücksetzen  
FQ101-W ; := ; 150 ; Sollwert auf 150 setzen  
FQ101 ; := ; START ; Zähler freischalten  
HV3 ; := ; 1 ; Saugseite öffnen  
HV4 ; := ; 1 ; Druckseite öffnen  
P2 ; := ; 1 ; P2 einschalten  
FQ101 ; := ; FERTIG ; warten bis Sollwert erreicht ist (Transition)  
P2 ; := ; 0 ; P2 ausschalten  
HV4 ; := ; 0 ; Druckseite schließen  
HV3 ; := ; 0 ; Saugseite schließen

### Ein Teilrezept für den B200 könnte folgende Grundoperationen enthalten:

#### Teilrezept: „B200 mit E-Dukten versorgen“

Dosieren über FQ101  
.....  
.....  
.....  
Dosieren über FQ102  
.....  
.....  
.....  
Rühren  
(In B300 ablaufen lassen)

Die Teilrezepte könnten in den 8 Steuerprogrammen enthalten sein. Dies würde aber dazu führen, dass jedes Teilrezept nacheinander geladen und gestartet werden müsste.

### Die Zusammenstellung mehrerer Teilrezepte ist das Grundrezept.

Dazu werden die Teilrezepte einfach hintereinander in die Steuerdatei kopiert.

Grundrezept: Herstellung von Produkt A+B“

Teilrezept „Füllen B100“  
Teilrezept „Dosieren Edukt-A“  
Teilrezept „Dosieren Edukt-B“  
Teilrezept „Temperieren B300“

### Protokollfunktion

Um den Forderungen der Protokollierung gerecht zu werden können die programmgesteuerten Protokollfunktionen genutzt werden.

PROT ; := ; 1 ;  
PROT ; := ; Schreiben ;

# Aufgabenstellung

Folgende Produktionsanforderung soll als Steuerdatei für ein Grundrezept erstellt werden.

1. Edukt-A und Edukt-B im Verhältnis 2 : 1 im B200 5 Minuten mischen.
2. Gemisch im B300 in Stufen von 10 °C auf 80 °C erwärmen. Jede Temperaturstufe 30 Sekunden halten.
3. Gemisch bei 80 °C 2 Minuten rühren, dann auf 20 °C abkühlen und in den bereitstehenden Kesslwagen abfüllen.

Jeder Verfahrensschritt ist zu protokollieren.  
Bevor Behälter befüllt werden ist ein Protokoll zu erfassen.

Das Protokoll ist am Ende in nach Excel zu exportieren und dort auszuwerten.