

# PID-Niveauregelung

LA1 - V. Jahrgang

Letzte Überarbeitung: September 2024

AUTOR: DI GERALD SCHNUR

DATEI: NIVEAUREGELUNG\_2024.DOC

## LERNZIELE

Nach dieser Laborübung soll der Teilnehmer

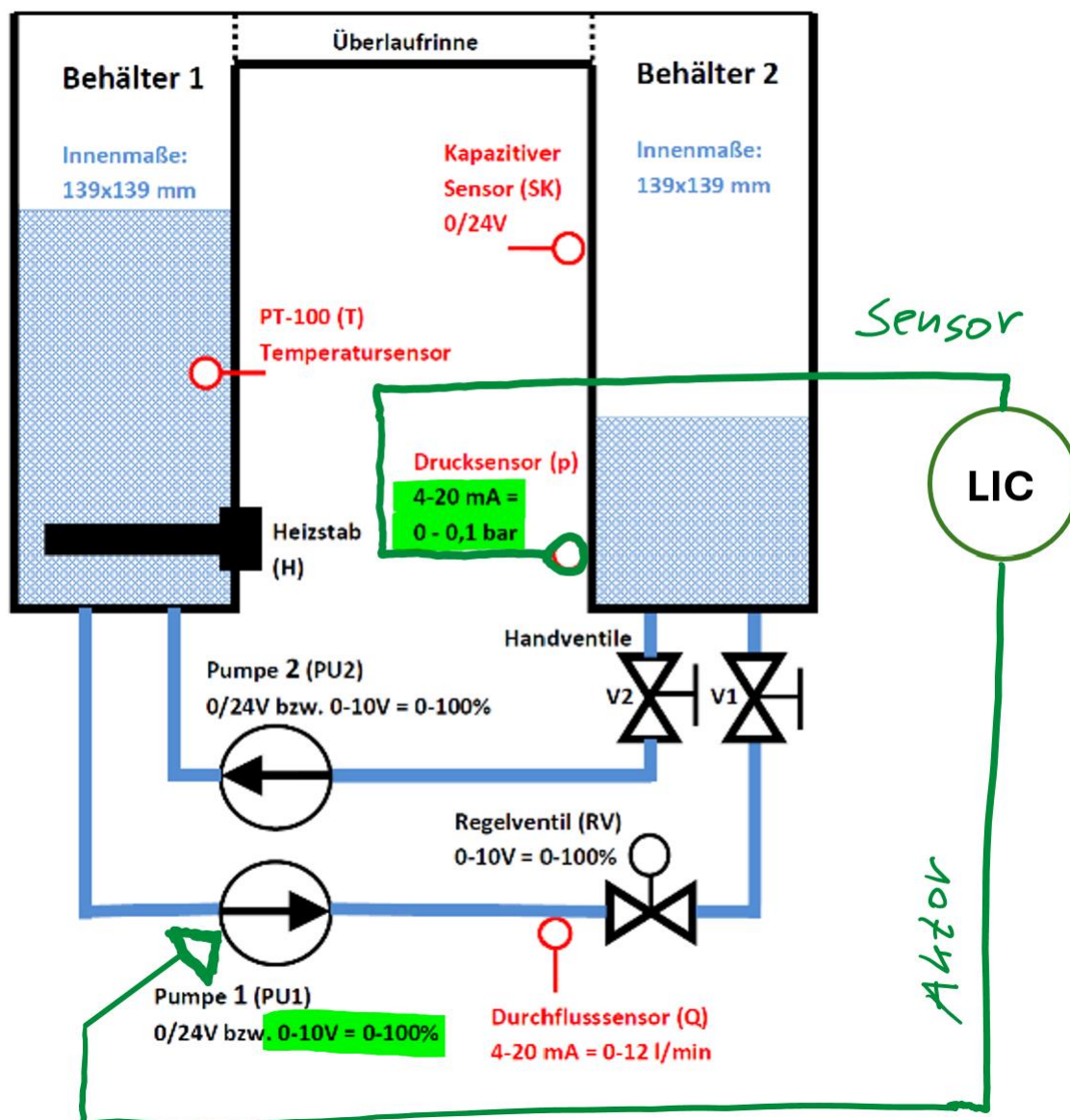
- ☐ theoretische Hintergründe zur Realisierung einer digitalen PID-Regelung verstehen können
- ☐ eine digitale PID-Regelung aufbauen und in Betrieb nehmen können
- ☐ eine Parametrierung der PID-Parameter zwecks Regleroptimierung durchführen können

## 1 VERWENDETE GERÄTE

- ☐ Rechner, SPS, Modellanlage

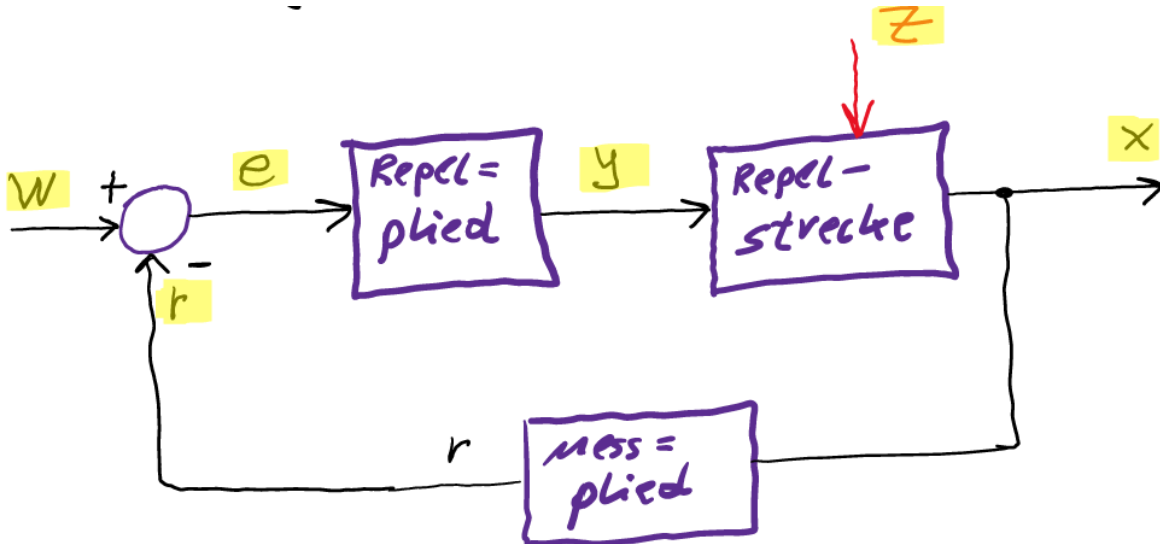
## 2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

### 2.1 ANLAGENAUFBAU UND TECHNOLOGIESCHEMA



## 2.2 THEORETISCHE HINTERGRUNDINFORMATIONEN

Allgemeines Blockschaema einer Regelung:



Merke:

$w$  = Sollwert, Führungsgröße

$x$  = Istwert, Regelgröße

$r$  = Rückführgröße

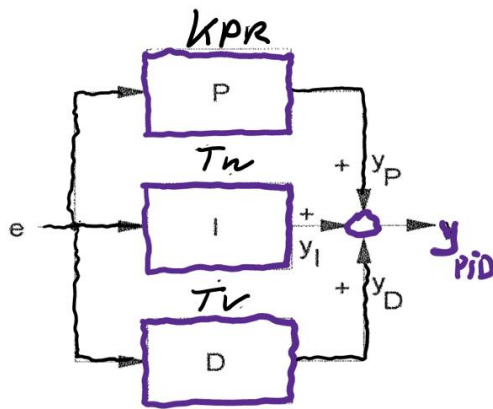
$e$  = Regelabweichung, Regelabweichung  
 $e = w - r$

$y$  = Stellgröße

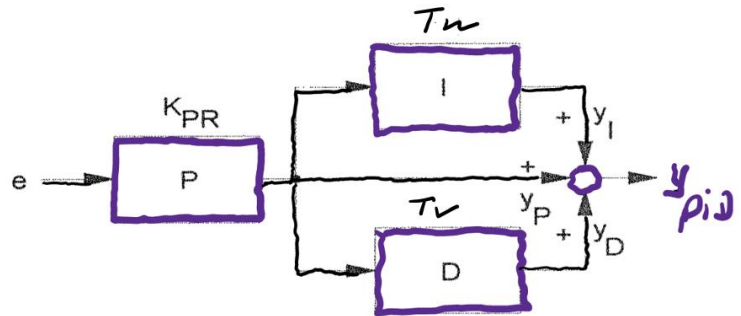
$z$  = Störgröße

Bei uns:  $x$  = Niveau  $h$  [cm]

$y$  = Spannung zur Pumpe 0 – 10 Volt

**PID – Reglergleichung:**Mathematischer Regler

(werden wir realisieren)

Technischer Regler

(nur Info)

$$y_{pid} = \frac{y_H}{x_P} \cdot \left( k_{pr} \cdot e + \frac{1}{T_n} \cdot \int_{(t)} e(t) \cdot dt + T_v \cdot \frac{de}{dt} \right)$$

$y_H$  ... Stellgröße (Einheit Volt)

$e(t)$  ... Regelabweichung (Einheit z.B. cm Höhe)

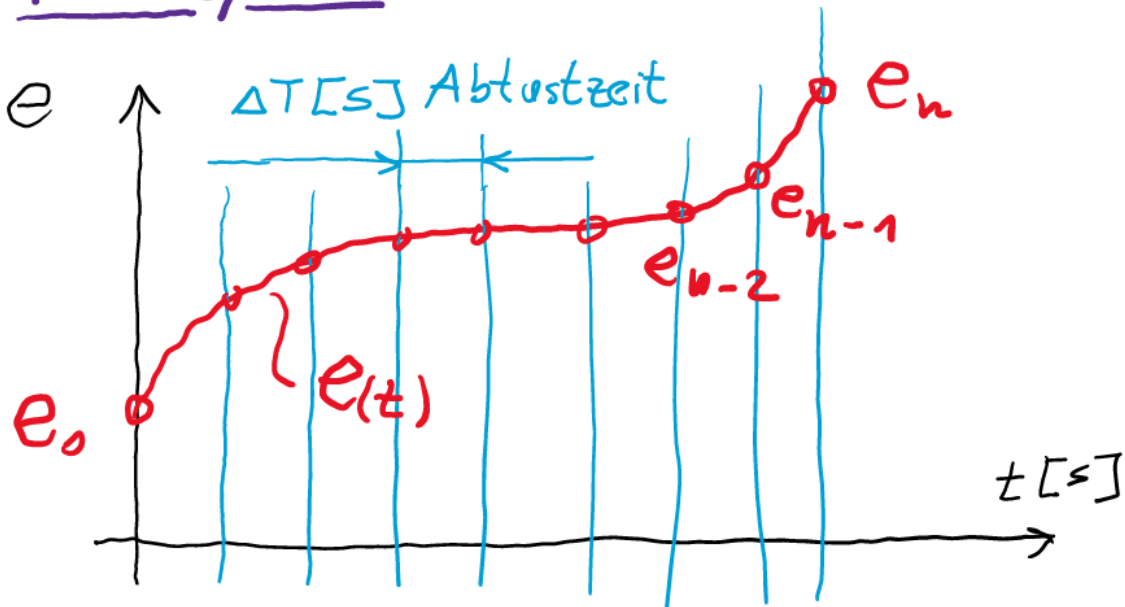
$y_H$  ... Stellbereich (Einheit wie  $y$ )

$x_P$  ... Proportionalitätsbereich (Einheit wie  $x$ )

$k_{pr}$  ... dimensionsloses  $k_{pr}$

$T_n$  Nachstellzeit (sec)

$T_v$  Vorhaltzeit (sec)

**Digitale PID – Reglergleichung:**P-Relev:

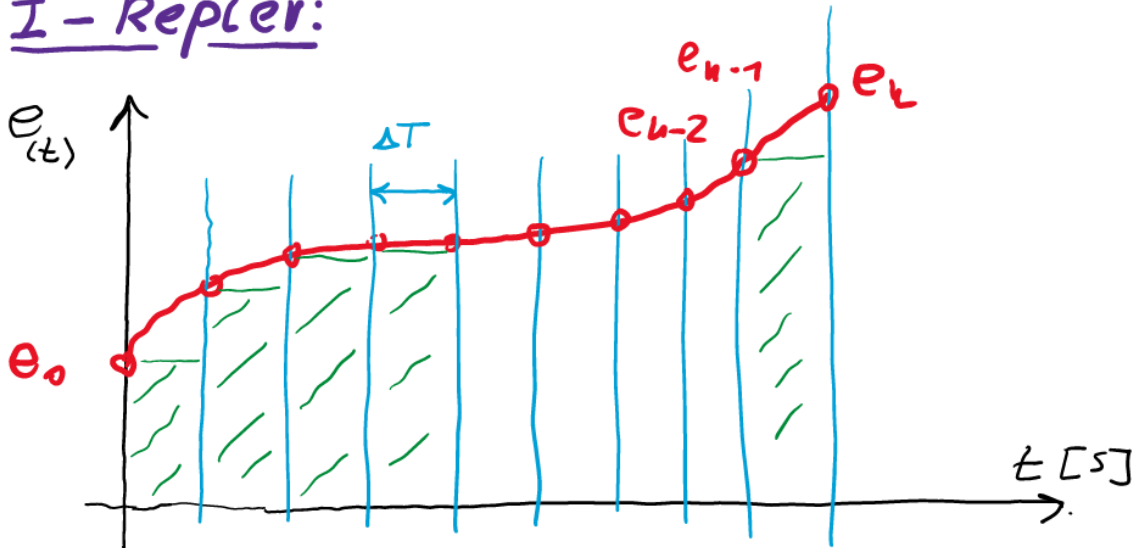
P-Relev mathematisch:

$$y_p = K_{pr} \cdot e$$

P-Relev digital:

$$y_p = K_{pr} \cdot e_n$$

↳ das gerade aktuell  
eingelassene  $e(t)$

I-Repler:

I-Repler mathematisch:

$$y_I = \frac{1}{T_n} \cdot \int_{(t)} e(t) \cdot dt$$

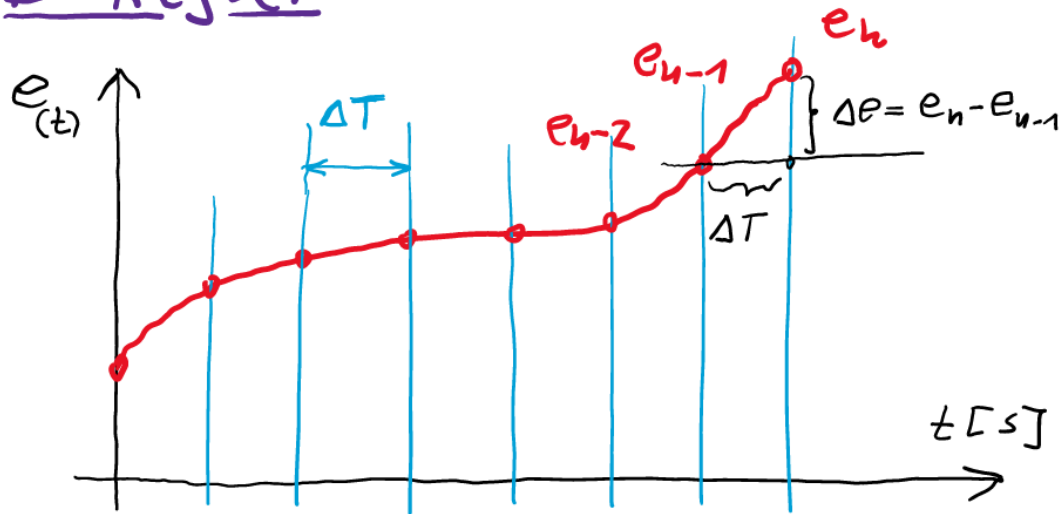
## I-Regler digital:

Wir müssen  $\int e \cdot dt$  bilden, das heißt, die Fläche unter der  $e(t)$ -Kurve zur  $t$ -Achse.

Wir summieren näherungsweise einfach alle Teilflächen auf

$$\int_{(t)} e(t) \cdot dt = \Delta T \cdot \sum_i e_i = \Delta T \cdot (e_0 + \dots + e_{k-1} + e_k)$$

$$\Rightarrow y_I = \frac{\Delta T}{T_n} \cdot \sum e_i$$

D-Reger:

D-Reger mathematisch:

$$y_D = T_v \cdot \frac{de}{dt}$$

D-Reger digital:

$$y_D = T_v \cdot \frac{(e_n - e_{n-1})}{\Delta T}$$

Daraus folgt für digitalen PID-Reger:

$$y_{PID} = \frac{y_H}{x_P} \cdot \left( K_{pr} \cdot e_n + \frac{\Delta T}{T_i} \cdot \sum_{(i)} e_i + \frac{T_v}{\Delta T} \cdot (e_n - e_1) \right)$$

Verwende im Programm für die darin vorkommenden Größen folgende Variablen:

$X$  = Regelgröße

$W$  = Sollwert

$y$  = Stellgröße

$y_H$  = Stellbereich

$XP$  = Proportionalitätswert

$DT$  = Zeitschrittweite

$KRR$  = Parameter P-Regler

$TN$  = Nachstellzeit I-Regler

$TV$  = Vorholzeit D-Regler

$e_n$  = aktuell eingelesenes  $e$

$e_1$  = vorletztes  $e$  ( $t = t_{n-1}$ )

$\text{summe-}e$  = aufaddierte  $\sum e_i$

$RICHT$  = steigend / fallende Kennlinie  
(siehe unten)  $+1$  oder  $-1$

$y_{MIN}$  = Stellgrößenuntergrenze

$y_{MAX}$  = Stellgrößenobergrenze



### 3 AUFGABENSTELLUNG

1. Realisiere auf Basis obiger Informationen eine grundsätzlich funktionierende PID Niveauregelung mit der vorhandenen B&R-SPS.

Für Informationen zur zum Prozessmodell (IO's) verwende die Datei

**Prozesmodell\_IO\_Einbinung.pdf**

und für Informationen zur SPS (Programmbeispiele) die Datei

**Getting\_Started\_B&R\_SPS\_Würfel.pdf**

2. Optimierte die Regelung hinsichtlich der drei Regelparameter KPr, Tn und TV