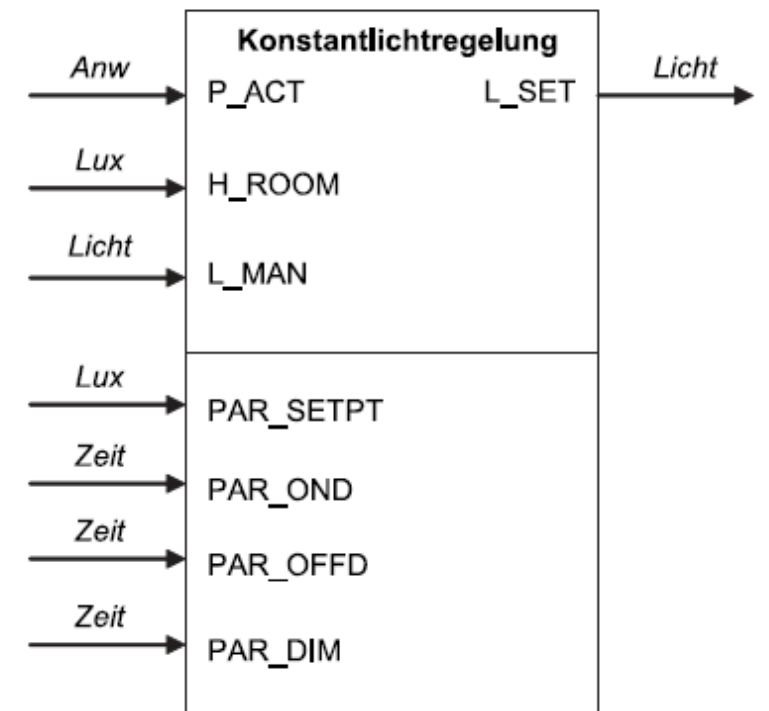


## 3.2 Regelkreise

# Beispiel Konstantlicht-Regelung

regelt die Raumbeleuchtung oder Teile davon bei Belegung automatisch so, dass eine eingestellte Mindestbeleuchtungsstärke nicht unterschritten wird

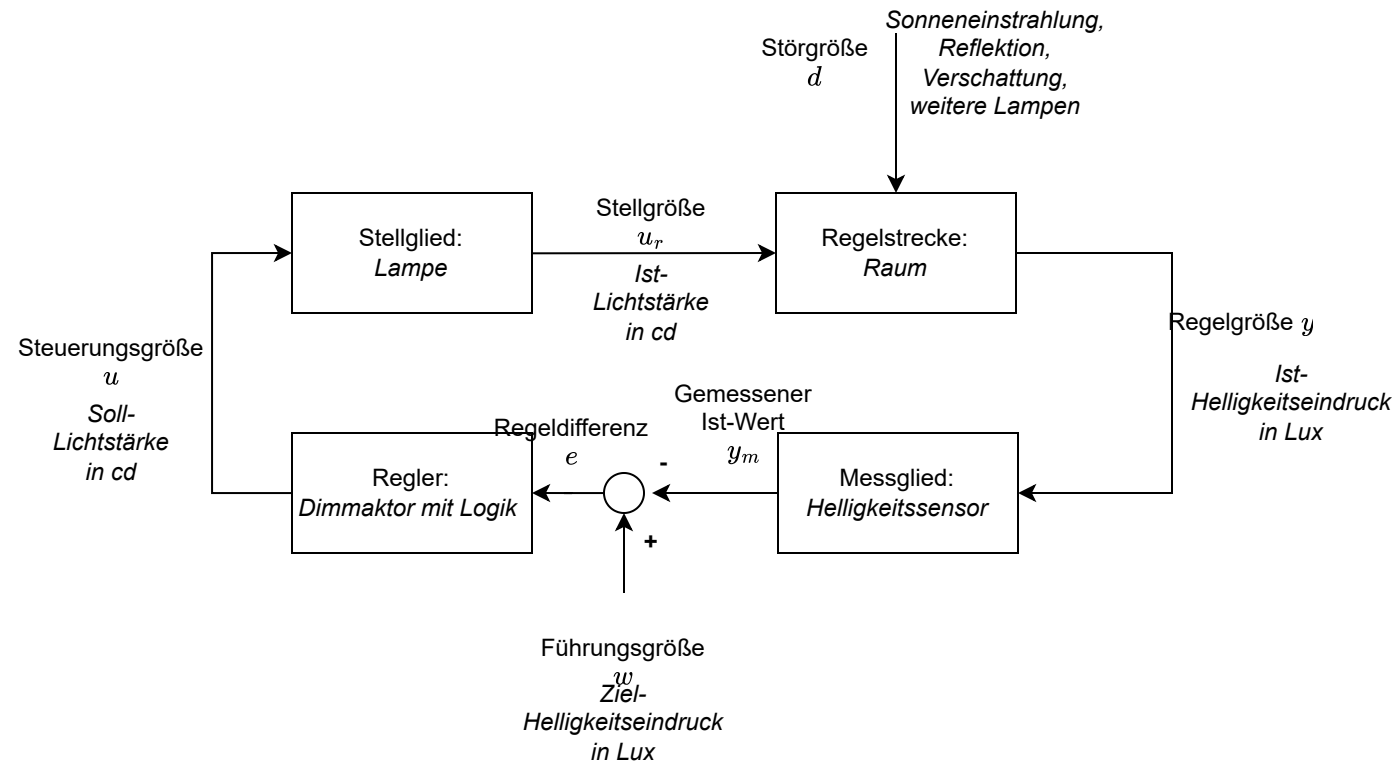
- Im Gegensatz zur Tageslichtschaltung, soll es aber auch nicht unnötig hell sein, wenn es draußen schon hell ist



Abkürzungen im Funktionsblock		
Bezeichnung	Typ	Beschreibung
<i>Eingabeinformationen</i>		
P_ACT	Anw	Belegungszustand aus Belegungsauswertung/ Präsenzerkennung
H_ROOM	Lux	gemessene Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz
L_MAN	Licht	Übersteuerung durch Nutzer
<i>Ausgabeinformationen</i>		
L_SET	Licht	(Regler-)Ausgangsgröße für zugehörige Aktorfunktionen

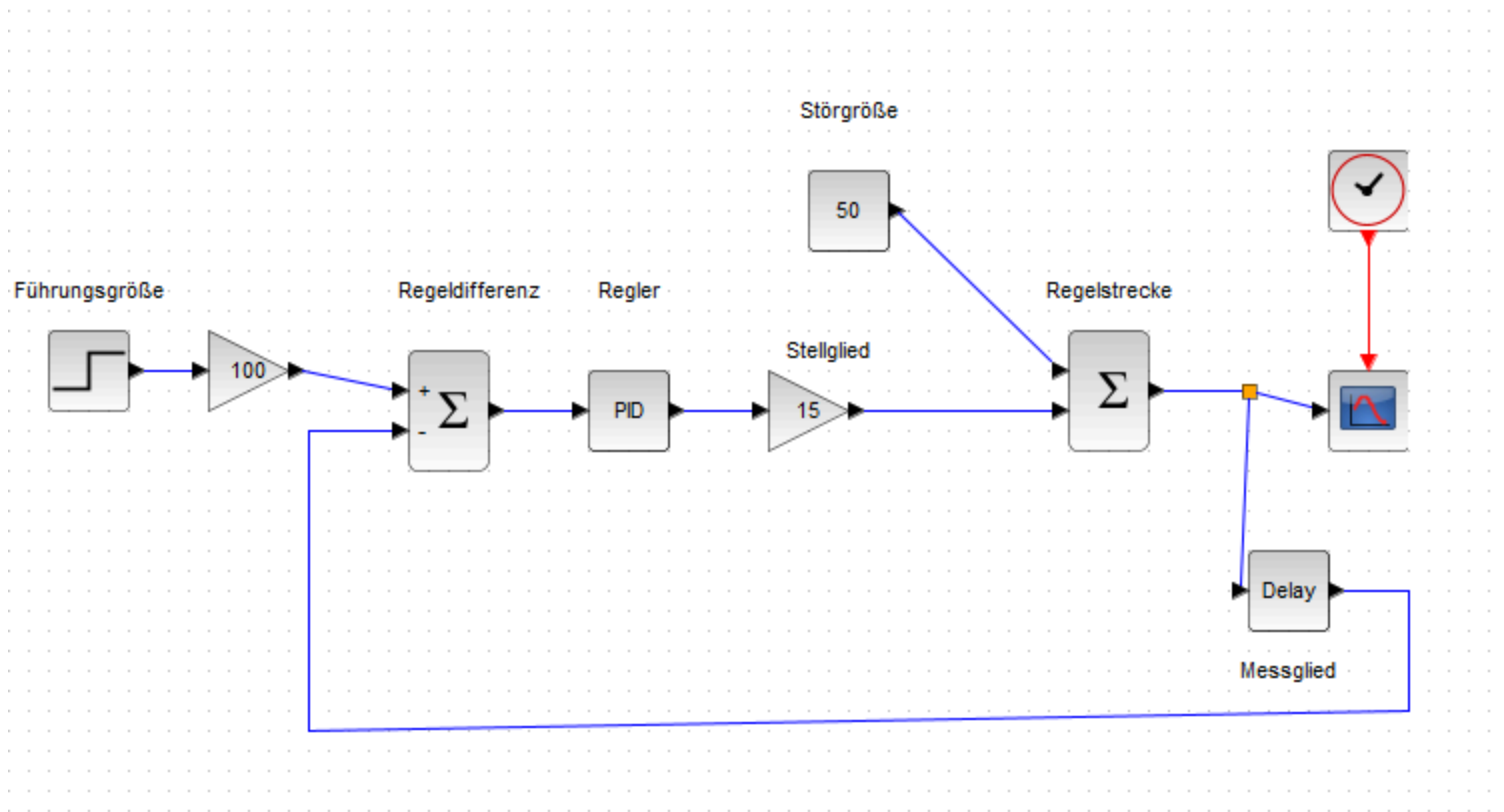
# Konstantlicht-Regelung

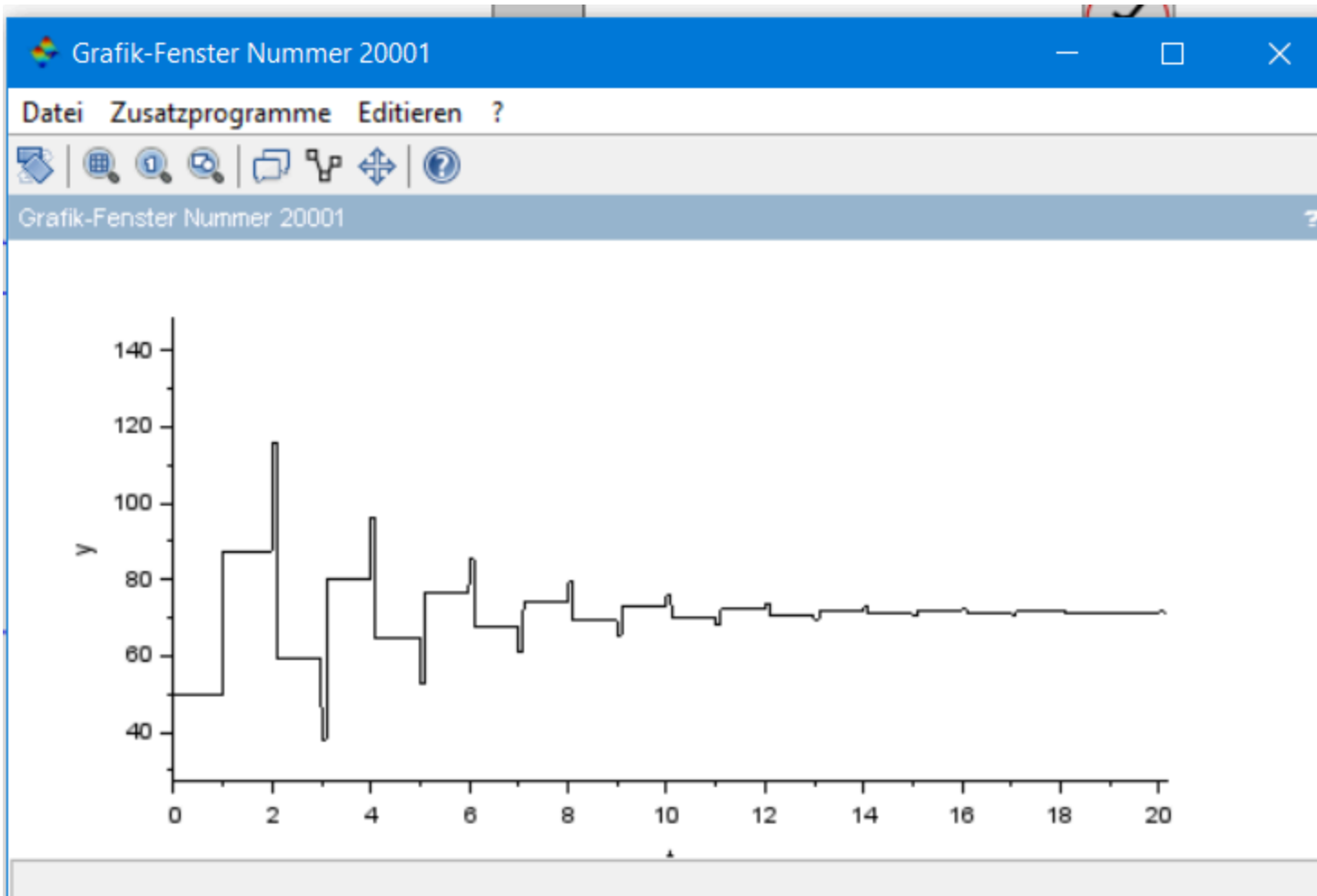
- Lichtstärke kann (quasi) stetig gesteuert werden (z.B. über Dimmer oder Pulsweitenmodulation)



## 🖋️ Aufgabe 3\_2\_1: Konstantlicht-Regelung

- Laden Sie die Datei [Konstantlicht\\_nur\\_p.zcos](#) und passen Sie den P-Parameter in **PID**-Baustein an und beobachten Sie die Reaktion des Systems
- Welche Komponenten werden durch welche Bausteine dargestellt?

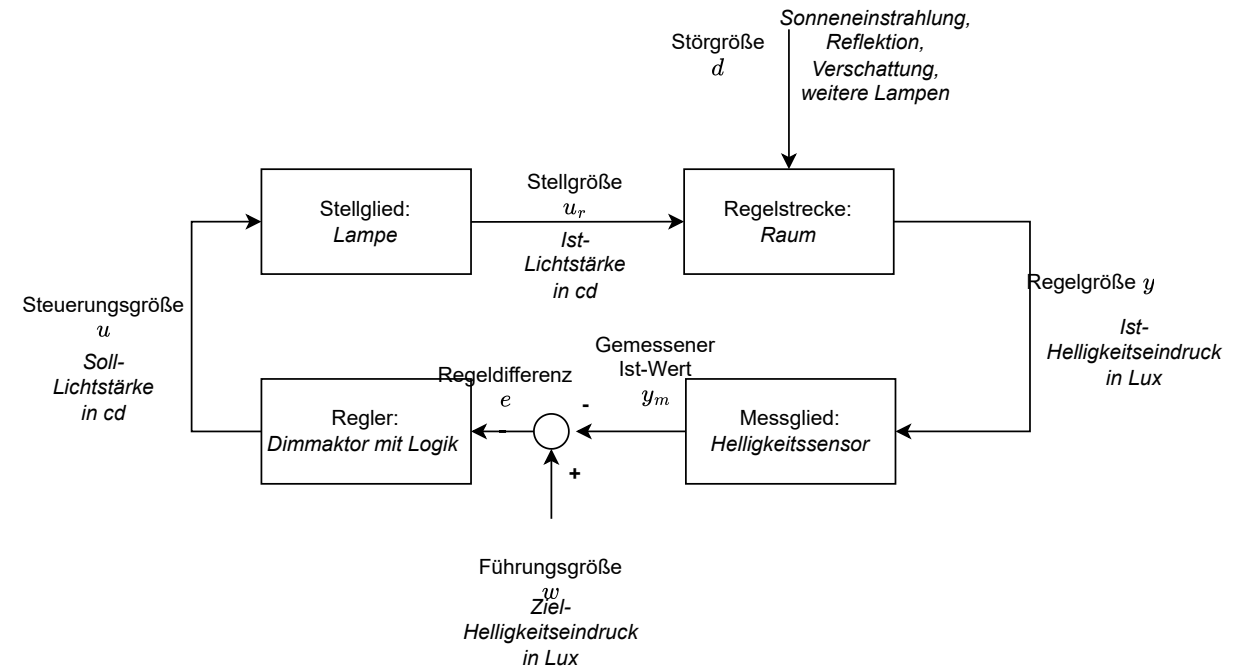




- Bleibende Regelabweichung. Die 100 Lux werden nie erreicht
- Schwingen des Systems
- Sprunghaftes Verhalten (wegen Delay)

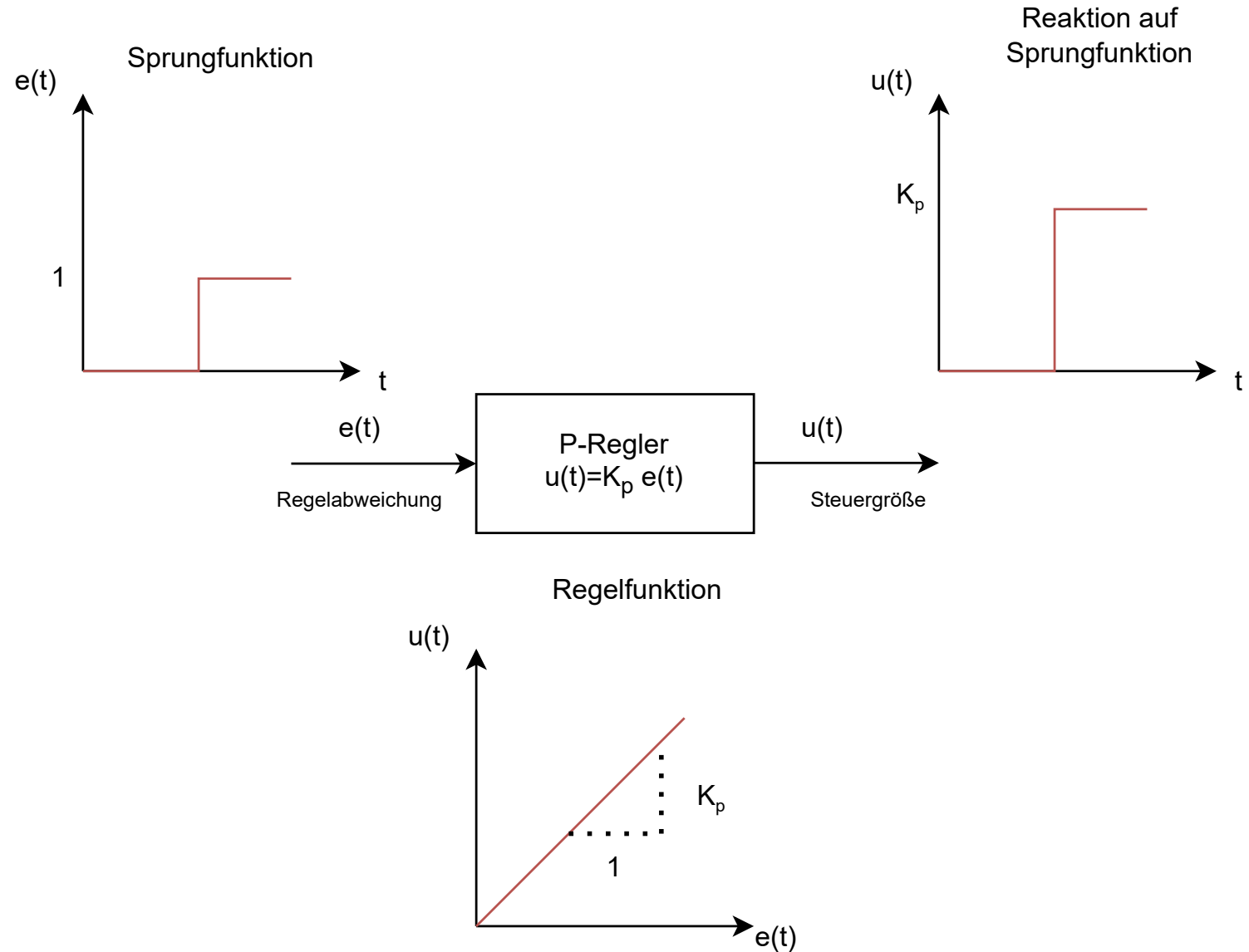
# Proportional-Regler

- Reaktion der Stellgröße bzw. Steuerungsgröße  
 $u(t) = K_P \cdot e(t)$
- multipliziert die Regelabweichung  $e_t$  mit dem Verstärkungsfaktor  $K_P$  und gibt das Ergebnis aus
- je dunkler  $y_m$  im Verhältnis zur Führungsgröße ( $w$ ), desto heller die Beleuchtung ( $u$ )



- Reaktion der Stellgröße:
- $u(t) = K_P \cdot e(t)$

```
def p-regler(e, k_p):
    ausgang = e * k_p
    return ausgang
```



## Aufgabe 3\_2\_2: Regelung der CO<sub>2</sub>-Konzentration

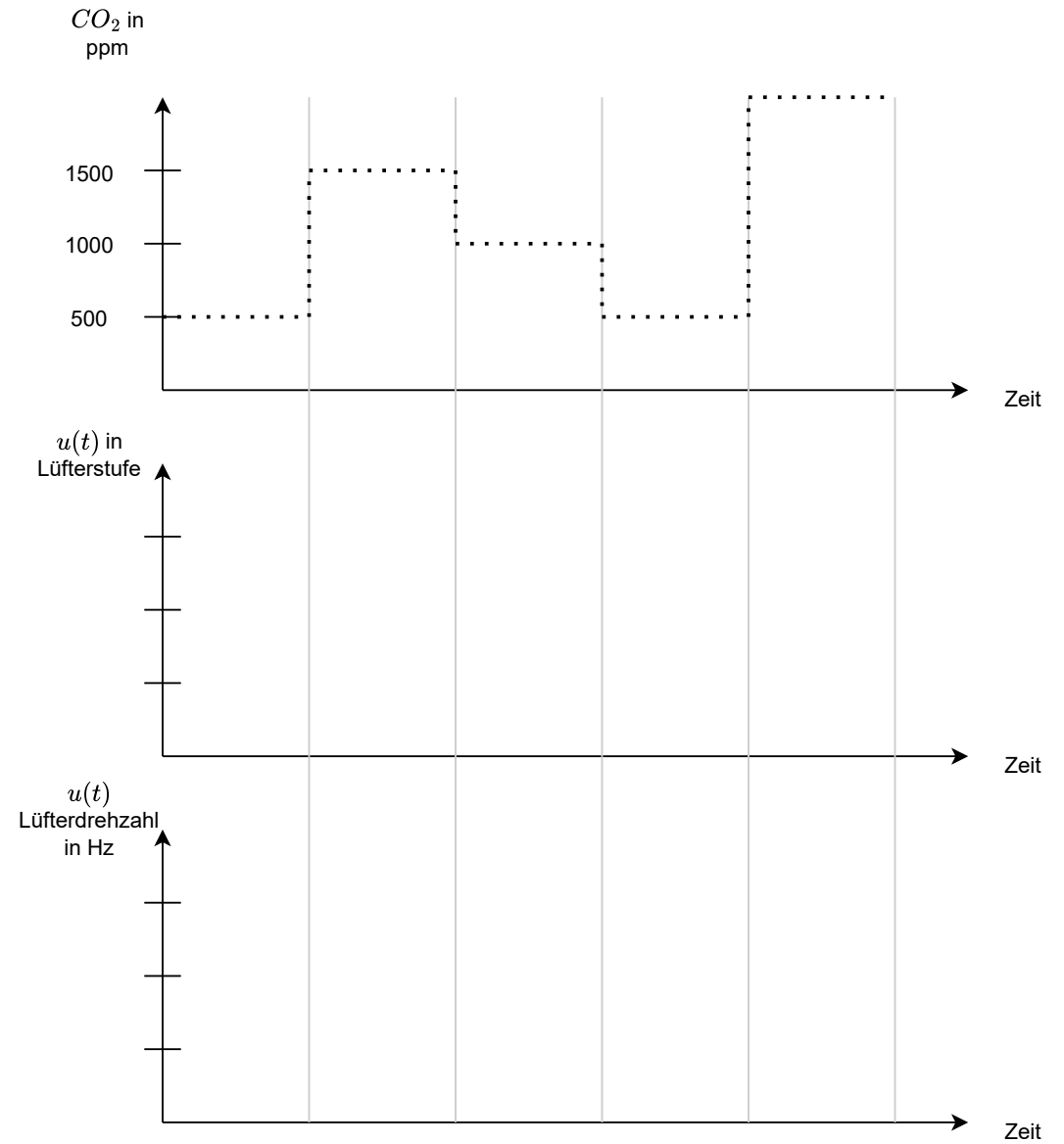
- Ziel ist der Entwurf eines Reglers zur Steuerung einer Belüftungsanlage auf Basis der Schadstoffkonzentration im Raum in ppm
- Zeichnen Sie den Verlauf der Stellgrößen (Drehzahl der Anlage) für folgende zwei Regler:
  - stetiger Proportionalregler:  $u(t) = \frac{2}{\text{min} \cdot \text{ppm}} e(t)$
  - Regelung nach Logik nächste Seite.



## ✓ Lösung

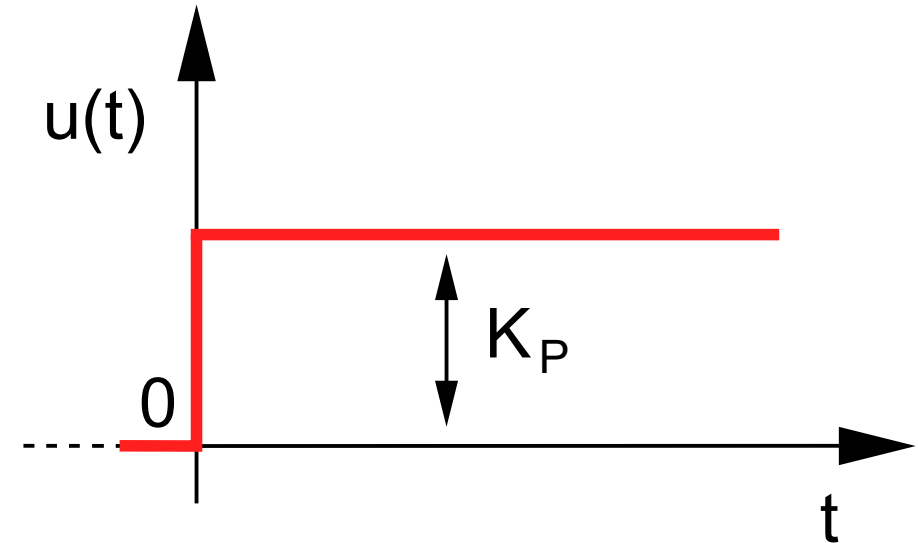
```
def regler (e, letzte_drehzahl):  
    if e == 1000:  
        drehzahl = letzte_drehzahl  
    else:  
        if e > 1000:  
            drehzahl = e  
        else:  
            drehzahl = 0  
    return drehzahl
```

# ✓ Lösung



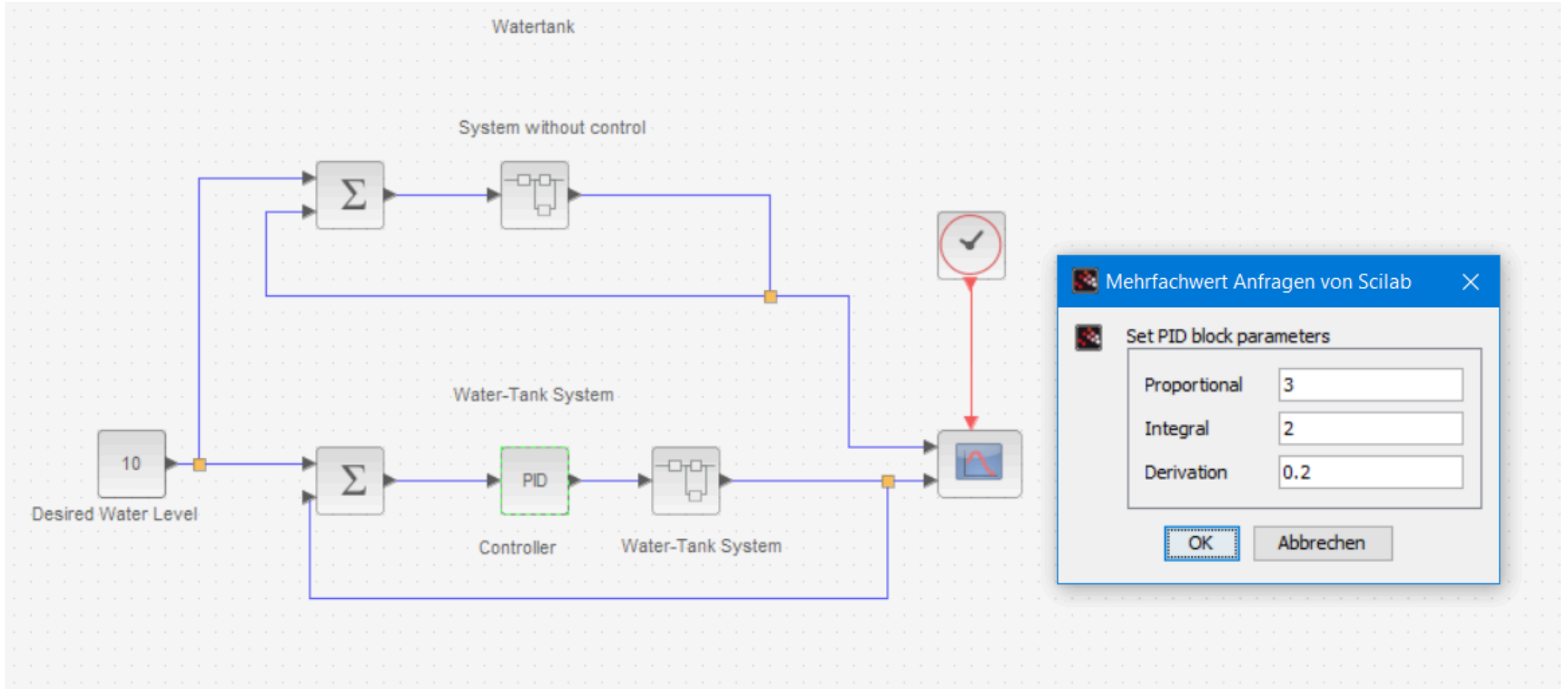
## Zusammenfassung P-Regler

- P-Glied, welches als Regler eingesetzt wird
- Zeitverhalten: reagiert **unverzögert**
- bleibende Regelabweichung bei Systemen mit Ausgleich (Regelstrecken welche sich nicht proportional verhalten)



## 👉 Aufgabe 3\_2\_3: Wassertank mit PID-Regler

- Entfernen Sie den I und D-Anteil des PID-Reglers in [demo\\_watertank.zcos](#) und beobachten Sie die Reaktion des Systems

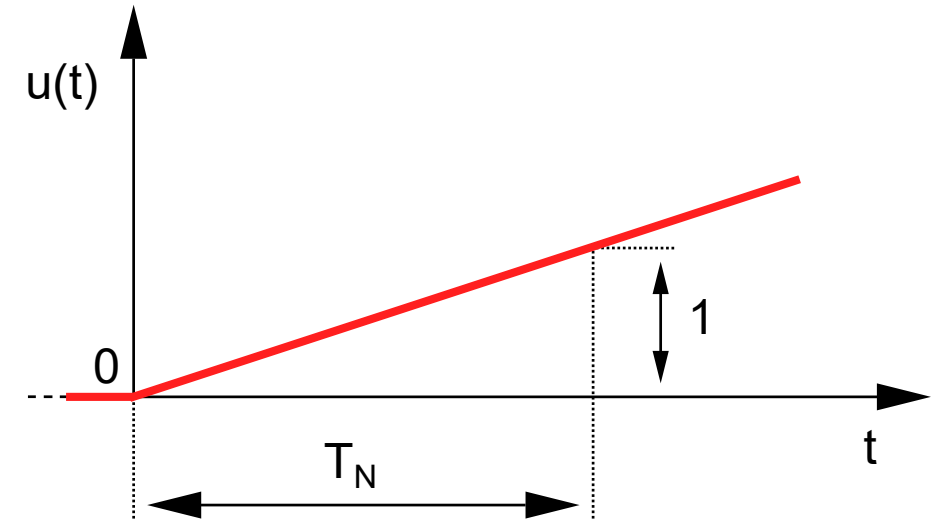




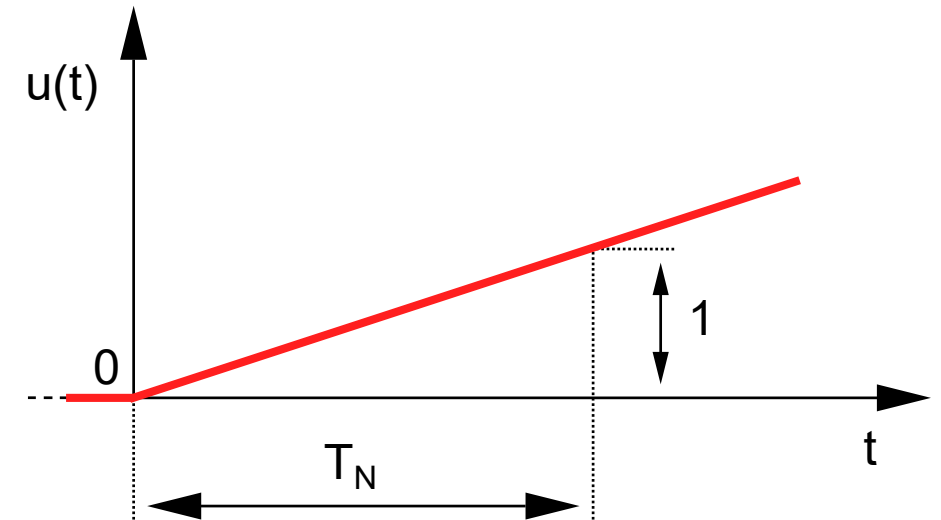
## Integral-Regler

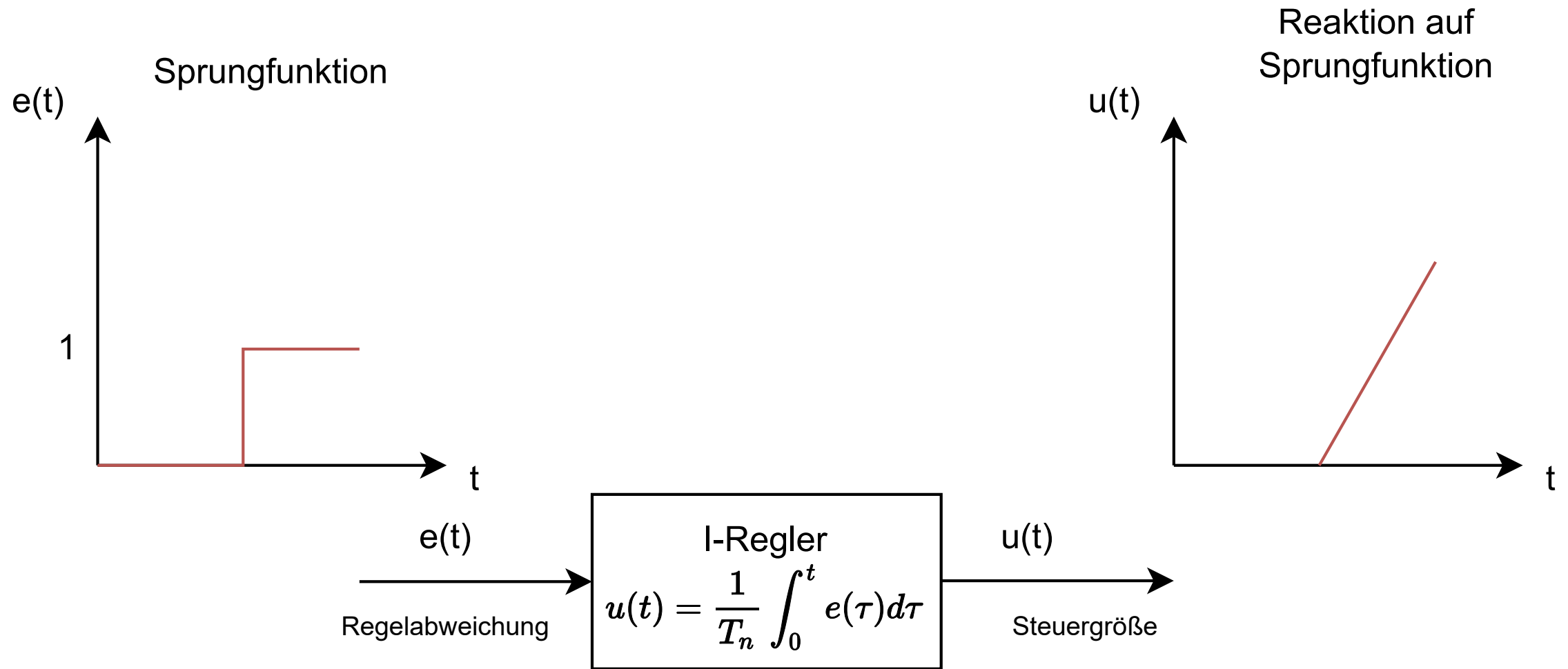
- Antwort  $u(t)$  auf Sprung unmittelbar, jedoch nicht sofort mit voller Stärke
- Je länger ( $t$ ) die Regelabweichung besteht und umso größer sie ist, desto stärker die Antwort
- $$u(t) = \frac{1}{T_n} \int_0^t e(\tau) d\tau$$

[Quelle](Abbildung rechts ist Reaktion auf Sprungfunktion )

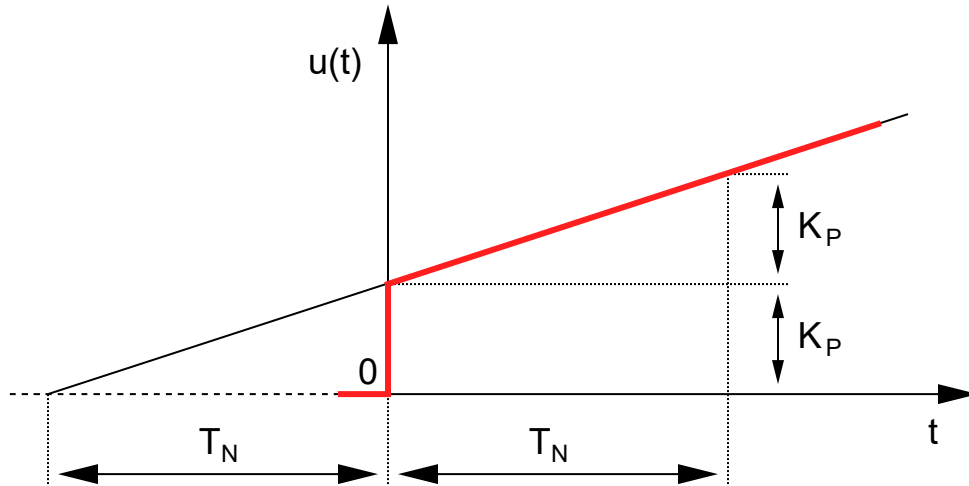


- $u(t) = \frac{1}{T_n} \int_0^t e(\tau) d\tau$
- $u(t) = K_I \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau$
- $T_n$  ... Nachstellzeit bestimmt den Gradienten des Anstieges von  $u$
- *summiert* die Regelabweichung über die Zeit auf
- **Regelabweichungen** werden auch bei Strecken mit Ausgleich vollständig **eliminiert**, dafür **langsamer**





# Proportional-Integral-Regler

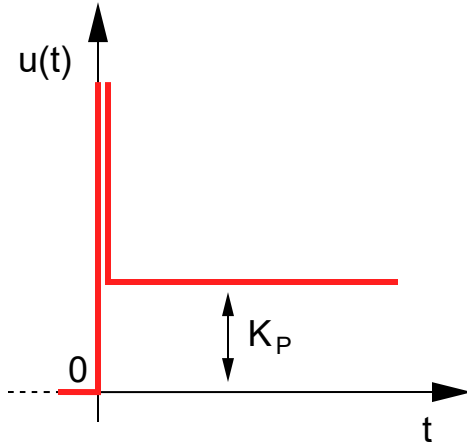


- Sprungantwort:  $u(t) = K_P e(t) + K_I \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau$
- PI-Regler **Kombination** aus P- und I-Regler
- schnelle Reaktion (wie P-Regler)
- exakte Ausregelung ohne eine bleibende Regelabweichung (wie I-Regler)

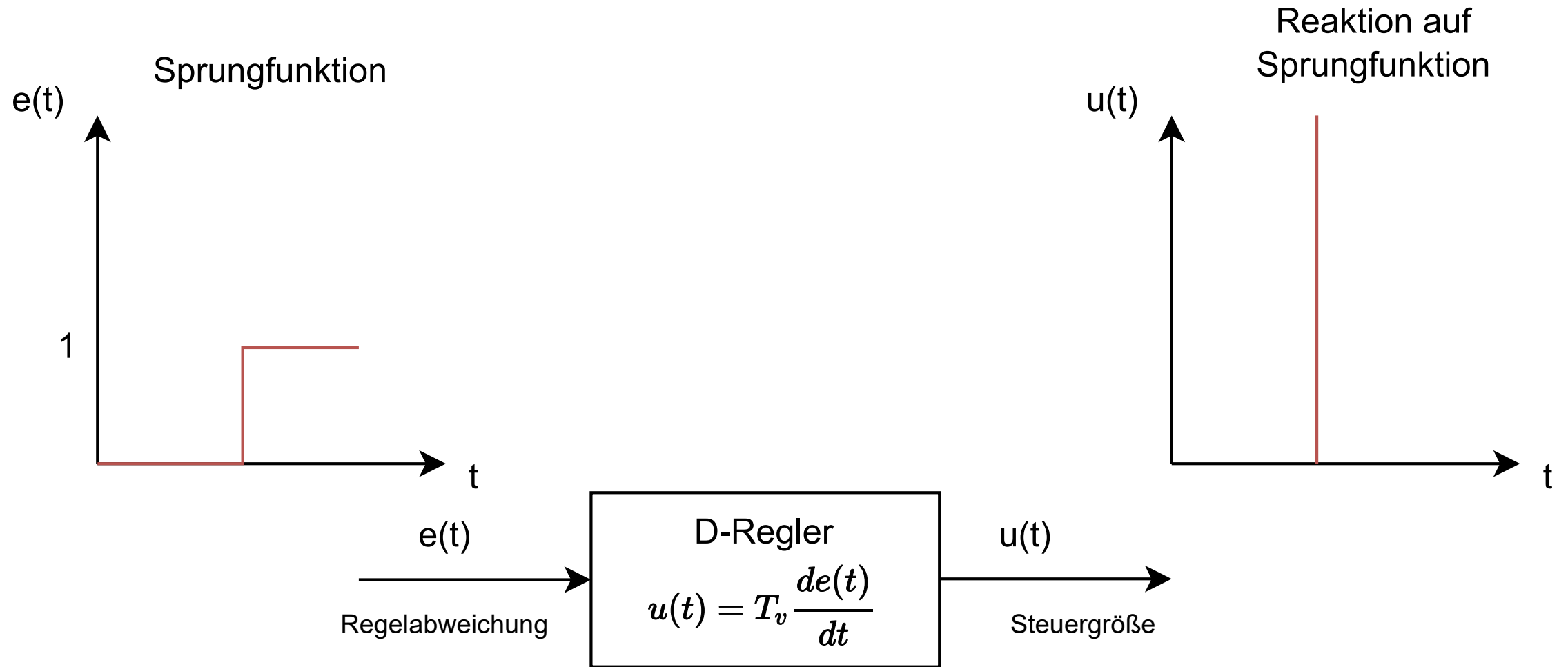




# Proportional-Differenzial-Regler



- Sprungantwort:  $u(t) = K_P e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} = K_P e(t) + T_v \frac{de(t)}{dt}$
- kombiniert P-Regler mit Differenzial-Anteil
- der D-Anteil bewertet die Änderung einer Regelabweichung (differenziert) und berechnet so deren **Änderungsgeschwindigkeit**
- reagiert schon auf "*Ankündigungen*" von Veränderungen
- **sehr schnell**, doch bleibende **Regelabweichung**
- Unruhe im Regelkreis wird verstärkt, wenn Sensorsignal verrauscht



## 👉 Aufgabe 3\_2\_4: Reaktion D-Regler

👉 Wie sieht die Reaktion aus?

