# EINFÜHRUNG IN DIE REGELUNGSTECHNIK

**2. Auflage**

Training in Technology

hps SystemTechnik

© **hps SystemTechnik**
Lehr- + Lernmittel GmbH
Altdorfer Straße 16
D-88276 Berg bei Ravensburg
Telefon: (07 51) 5 60 75-0
Telefax: (07 51) 5 60 75 16

**Bestell-Nr.: V 0120**
Nachdruck, auch in abgeänderter Form, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers unter Quellenangabe gestattet.

# Inhaltsverzeichnis

## Einführung

1. Ziele und Inhalte der einzelnen Versuche . . . . . 1

2. Einige wichtige Begriffe und Formelzeichen . . . . . 4

3. Hinweise zur Meßtechnik . . . . . 7

4. Beurteilung von Regelstrecken . . . . . 7

5. Beurteilung von Reglern . . . . . 8

6. Beurteilung von Regelkreisen . . . . . 9

## Versuchsteil

## Regelstrecken

1. Regelstrecke mit P-Verhalten und Verzögerung 1. Ordnung . . . . . 11

1.1 Einleitung . . . . . 11

1.2 Proportionalbeiwert und Zeitkonstante einer Regelstrecke mit P-Verhalten und Verzögerung 1. Ordnung . . . . . 13

2. Regelstrecken mit P-Verhalten und Verzögerung 3. Ordnung . . . . . 17

2.1 Einleitung . . . . . 17

2.2 Proportionalbeiwert, Verzugszeit und Ausgleichszeit einer Regelstrecke mit P-Verhalten und Verzögerung 3. Ordnung . . . . . 19

3. Regelstrecken mit I-Verhalten . . . . . 23

3.1 Einleitung . . . . . 23

3.2 Anstiegsgeschwindigkeit und Integrierbeiwert einer Regelstrecke mit I-Verhalten . . 25

## Regler

4. P-Regler . . . . . 29

4.1 Einleitung . . . . . 29

4.2 Proportionalbeiwert des P-Reglers . . . . . 30

5. PI-Regler . . . . . 33

5.1 Einleitung . . . . . 33

5.2 Nachstellzeit, Integrierbeiwert und Proportionalbeiwert des PI-Reglers . . . . . 35

6. PD-Regler . . . . . 39

6.1 Einleitung . . . . . 39

6.2 Sprungantwort und Anstiegsantwort des PD-Reglers . . . . . 41

7. PID-Regler . . . . . 45

7.1 Einleitung . . . . . 45

7.2 Sprungantwort und Anstiegsantwort des PID-Reglers . . . . . 46

8. Zweipunktregler . . . . . 49

8.1 Einleitung . . . . . 49

8.2 Schaltverhalten des Zweipunktreglers . . . . . 50

## Regelkreise

9. P-$T_1$-Regelstrecke, geregelt von einem P- und PI-Regler . . . . . 53

9.1 Einleitung . . . . . 53

9.2 Statisches Verhalten einer P-$T_1$-Strecke, geregelt von einem P- und PI-Regler . . . . 53

9.3 Dynamisches Verhalten einer P-$T_1$-Strecke, geregelt von einem P- und PI-Regler . . 55

10. P-$T_1$-Regelstrecke, geregelt von einem Zweipunktregler . . . . . 59

10.1 Einleitung . . . . . 59

10.2 Einfluß des Sollwerts auf das Regelverhalten bei einer P-$T_1$-Regelstrecke, geregelt von einem Zweipunktregler . . . . . 59

10.3 Einfluß der Schaltdifferenz auf das Regelverhalten bei einer P-$T_1$-Regelstrecke, geregelt von einem Zweipunktregler . . . . . 61

11. P-$T_3$-Regelstrecke, geregelt von einem P- und PD-Regler . . . . . 63

11.1 Einleitung . . . . . 63

11.2 Überblick über die einzelnen Größen beim Einsatz eines P-Reglers an einer P-$T_3$-Strecke . . . . . 63

11.3 Regelverhalten bei unterschiedlichen Proportionalbeiwerten und Nachstellzeiten beim Einsatz von P- und PD-Reglern an einer P-$T_3$-Strecke . . . . . 65

12. P-$T_3$-Regelstrecke, geregelt von einem PID-Regler . . . . . 69

12.1 Einleitung . . . . . 69

12.2 Einfluß der Reglerkenngrößen auf die Regelgüte bei einer P-$T_3$-Strecke . . . . . 69

13. P-$T_3$-Regelstrecke, geregelt von einem Zweipunktregler . . . . . 73

13.1 Einleitung . . . . . 73

13.2 Einfluß der Führungsgröße und der Schaltdifferenz des Zweipunktreglers auf die Regelgüte bei einer P-$T_3$-Strecke . . . . . 73

14. P-$T_3$-Regelstrecke, geregelt von einem Zweipunktregler mit Rückführung . . . . . 77

14.1 Einleitung . . . . . 77

14.2 Zweipunktregler mit Rückführung als Oszillator . . . . . 77

14.3 Vergleich der Regelgüte bei einer P-$T_3$-Strecke, geregelt von einem Zweipunktregler mit und ohne Rückführung . . . . . 80

15. I-Regelstrecke ohne und mit zusätzlicher Verzögerung, geregelt von einem P-Regler . . . . . 83

15.1 Einleitung . . . . . 83

15.2 Überblick über die Zusammenhänge im Regelkreis mit einer I- Strecke ohne Verzögerung, geregelt von einem P-Regler. . . . . 83

15.3 Regelverhalten der I-Regelstrecke ohne und mit Verzögerung bei unterschiedlichen Proportionalbeiwerten des P-Reglers . . . . . 85

16. Nachbildung eines Lageregelkreises in einer Werkzeugmaschine. . . . . 89

16.1 Einleitung . . . . . 89

16.2 Folgeverhalten der I-Regelstrecke mit einem P-Regler . . . . . 91

17. Regleroptimierung auf der Grundlage der Sprungantwort nach Chien, Hrones und Reswick. . . . . 95

17.1 Einleitung . . . . . 95

17.2 Messungen zur Optimierung . . . . . 96

18. Regleroptimierung auf der Grundlage der kritischen Reglereinstellung nach Ziegler und Nichols. . . . . 101

18.1 Einleitung . . . . . 101

18.2 Messungen zur Optimierung . . . . . 103

**Lösungen** . . . . . L 1...L 48

**Anhang** . . . . . A 1...A 4

**Folie** . . . . . F 1