

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Muskel und Gehirn</b>	<b>3</b>
2.1	Der Muskel und die Reflexe . . . . .	3
2.1.1	Mechano-Rezeptoren in den Muskeln . . . . .	4
2.1.2	Mechanische Eigenschaften der Muskeln . . . . .	5
2.1.3	Muskuläre Regelkreise . . . . .	6
2.2	Großhirn . . . . .	9
2.3	Kleinhirn und Kleinhirnerne . . . . .	11
2.3.1	Anatomie des Kleinhirns . . . . .	12
2.3.2	Der aufgefaltete Kleinhirncortex . . . . .	16
2.3.3	Eingänge ins Kleinhirn . . . . .	16
2.3.4	Woher kommen die Kletterfasern? . . . . .	16
2.3.5	Eingänge zu den granulären Zellen . . . . .	16
2.3.6	Ausgänge des Kleinhirncortex . . . . .	18
2.3.7	Wie sieht das allgemeine Verschaltungsschema aus? . . . . .	18
2.3.8	Wie ist das Großhirn mit dem Kleinhirn verschaltet? . . . . .	19
2.4	Zusammenfassung . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Physiologische Rahmenbedingungen</b>	<b>25</b>
3.1	Elektromyogramme . . . . .	26
3.2	Psychophysik . . . . .	29
3.3	Aktivität im Großhirncortex . . . . .	30
3.4	Aktivität im Kleinhirn . . . . .	33
3.4.1	Elektrophysiologie an Kleinhirnerne . . . . .	33
3.4.2	Elektrophysiologie am Kleinhirncortex . . . . .	34
3.4.3	Sagittale Ordnung . . . . .	35
3.4.4	Synaptische Modifikationen . . . . .	37
<b>4</b>	<b>Physikalische Beschreibung von Bewegungen</b>	<b>39</b>
4.1	Kinematik . . . . .	39
4.2	Dynamik . . . . .	40
4.3	Der Zweigelenarm . . . . .	41

<b>5</b>	<b>Optimalitätsbedingungen</b>	<b>42</b>
5.1	Problemstellung . . . . .	42
5.2	Optimale Kontrolle . . . . .	43
5.3	Biologische Relevanz . . . . .	45
5.4	Systemtheorie . . . . .	46
<b>6</b>	<b>Bewegungssteuerung und das Konzept der Gleichgewichts- trajektorie</b>	<b>49</b>
6.1	Einleitung . . . . .	49
6.2	Parameter . . . . .	51
6.3	Trajektorien . . . . .	51
6.4	Untersuchung der Gleichgewichtstrajektorien . . . . .	53
6.5	Interpretation der Gleichgewichtstrajektorien . . . . .	55
6.6	Eingelenkige Bewegungssteuerung . . . . .	57
6.7	Das triphasische Muster . . . . .	59
6.8	Kontrollstrategien . . . . .	61
6.9	Mehrgelenkige Bewegungen . . . . .	61
6.9.1	Die Bedeutung zweigelenkiger Muskeln bei mehr- gelenkigen Bewegungen . . . . .	61
6.9.2	Zweigelenkarm . . . . .	63
6.9.3	Drehmomente . . . . .	66
6.9.4	Gleichgewichtstrajektorien . . . . .	67
6.10	Zusammenfassung . . . . .	67
<b>7</b>	<b>Gleichgewichtstrajektorien und Kleinhirn</b>	<b>69</b>
7.1	Exkurs: Speichersysteme . . . . .	70
7.2	Das Kleinhirn als Bewegungsspeicher . . . . .	73
7.2.1	Kleinhirn und verteilter Speicher . . . . .	73
7.3	Zusammenfassung . . . . .	77
7.4	Ausblick . . . . .	78
<b>A</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>80</b>
A.1	Neurone und deren Verbindungen . . . . .	80
A.1.1	Sensorische Neurone . . . . .	82
A.2	Aufbau des Nervensystems . . . . .	83
A.3	Der Zweigelenkarm . . . . .	86
A.3.1	Kinematik . . . . .	86
A.3.2	Dynamik . . . . .	87
A.3.3	Die Lagrangesche Dynamik . . . . .	88
A.3.4	Bewegungsgleichung des Zweigelenkarms . . . . .	90
	<b>Literatur</b>	<b>93</b>