

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>v</b>
<b>1 Prinzipielles über neuronale Netze</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Grundlagen . . . . .	1
1.2 Formale neuronale Strukturen: die Statik neuronaler Netze . . . . .	7
1.3 Lernen und Ausführen: die Dynamik neuronaler Netze . . . . .	19
1.4 Das Standardbeispiel: der rote Faden durch das Buch . . . . .	24
1.5 Mathematischer Exkurs: der Fortsetzungssatz von Tietze . . . . .	30
1.6 Lösungshinweise zu den Übungsaufgaben . . . . .	44
<b>2 Zweischichtige neuronale Feed-Forward-Netze</b>	<b>49</b>
2.1 Motivation und Grundlagen . . . . .	49
2.2 Der lineare Assoziierer und die Hebb-Lernregel . . . . .	55
2.3 Das Perceptron und die Perceptron-Lernregel . . . . .	65
2.4 Das XOR-Problem und die Minsky-Papert-Kritik . . . . .	82
2.5 Mathematischer Exkurs: der Satz von Stone-Weierstraß . . . . .	84
2.6 Lösungshinweise zu den Übungsaufgaben . . . . .	93
<b>3 Dreischichtige neuronale Feed-Forward-Netze</b>	<b>99</b>
3.1 Motivation und Grundlagen . . . . .	99
3.2 Eine Lösung des XOR-Problems . . . . .	104
3.3 Resultate vom Kolmogorov-Typ . . . . .	106
3.4 Mathematischer Exkurs: das Gradienten-Verfahren und der Banach- sche Fixpunktsatz . . . . .	116
3.5 Die Backpropagation-Lernregel . . . . .	129
3.6 Lösungshinweise zu den Übungsaufgaben . . . . .	140
<b>4 Neuronale Feed-Forward-Netze höherer Ordnung</b>	<b>148</b>
4.1 Motivation und Grundlagen . . . . .	148
4.2 Eine Lösung des XOR-Problems und weitere Anwendungen . . . . .	154
4.3 Hyperbolische Sigma-Pi-Netze . . . . .	159
4.4 Der Sigma-Pi-Assoziierer und die Hebb-Lernregel . . . . .	175
4.5 Lösungshinweise zu den Übungsaufgaben . . . . .	182

<b>5</b>	<b>Rekursive neuronale Netze</b>	<b>188</b>
5.1	Motivation und Grundlagen . . . . .	188
5.2	Heteroassoziative Kosko-Netze (BAM) . . . . .	196
5.3	Autoassoziative Sigma-Pi-Hopfield-Netze . . . . .	206
5.4	Bildverarbeitung mit rekursiven Netzen . . . . .	220
5.5	Lösungshinweise zu den Übungsaufgaben . . . . .	231
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>239</b>
	<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>245</b>
	<b>Index</b>	<b>247</b>