

# Prognose makroökonomischer Zeitreihen: Ein Vergleich linearer Modelle mit neuronalen Netzen

WOLFGANG KOLLER

**WU**  
WIRTSCHAFTS  
UNIVERSITÄT  
WIEN VIENNA  
UNIVERSITY OF  
ECONOMICS  
AND BUSINESS

**PL** ACADEMIC  
RESEARCH

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Zielsetzung und Ausrichtung der Arbeit . . . . .	2
1.2 Vorschau . . . . .	3
1.3 Mathematischen Notation und Sprachgebrauch . . . . .	4
<b>2 Lineare Modellierung von Zeitreihen</b>	<b>7</b>
2.1 Grundlagen der linearen Zeitreihenanalyse . . . . .	7
2.2 Beispielzeitreihen: Arbeitslosenrate und Industrieproduktionsindex .	14
2.3 Nicht-Stationarität und Herbeiführung der Stationarität . . . . .	18
2.4 AR-, ARIMA-, SARMA- und ARDS-Modellierung von Zeitreihen .	30
2.5 Schlussfolgerungen . . . . .	39
<b>3 Tests auf Nicht-Linearität</b>	<b>41</b>
3.1 Grundlagen und Bedeutung von Nicht-Linearitäten . . . . .	41
3.2 Teststrategien und eine Auswahl von Testverfahren . . . . .	48
3.3 Ergebnisse für die beiden Beispielzeitreihen . . . . .	56
3.4 Strukturbrüche und scheinbare Nicht-Linearitäten . . . . .	64
3.5 Schlussfolgerungen . . . . .	66
<b>4 Neuronale Netze und Zeitreihenanalyse</b>	<b>69</b>
4.1 Grundlagen und Terminologie von ARNN-Modellen . . . . .	70
4.2 Generalisierungsproblem und Modellierungsstrategien . . . . .	78
4.3 Datentransformation und Parameterinitialisierung . . . . .	84
4.4 Lokale Optimierung . . . . .	89
4.5 Globale Optimierung . . . . .	97
4.6 Statistisch-parametrischer Ansatz . . . . .	102
4.7 Klassischer Ansatz mit Early-Stopping . . . . .	123
4.8 Ansatz mit Regularisierung . . . . .	129
4.9 Bayesianischer Ansatz . . . . .	139
4.10 Schlussfolgerungen . . . . .	147
<b>5 Evaluierung der Prognosen</b>	<b>151</b>
5.1 Grundlagen . . . . .	151
5.2 Mehr-Schritt-Prognosen . . . . .	153
5.3 Anordnung der Prognoseerstellung zum Zweck der Evaluierung . . .	163
5.4 Ergebnisse . . . . .	170
5.5 Schlussfolgerungen . . . . .	191

<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick</b>	<b>193</b>
6.1	Erkenntnisse zum Instrumentarium . . . . .	193
6.2	Erkenntnisse zu den Zeitreihen . . . . .	195
6.3	Empfehlungen für den Praktiker . . . . .	196
6.4	Ausblick auf mögliche weitere Forschung . . . . .	199
<b>A</b>	<b>Ableitungen der Fehlerfunktion im ARNN-Modell</b>	<b>201</b>
A.1	Fall A: ARNN-Modell . . . . .	201
A.2	Fall B: ARNNDS-Modell . . . . .	202
<b>B</b>	<b>Ergänzende Ergebnisse zu den Sensitivitätsanalysen</b>	<b>205</b>
	<b>Verzeichnis der Abkürzungen</b>	<b>241</b>
	<b>Verzeichnis der mathematischen Notation</b>	<b>243</b>
	<b>Literatur</b>	<b>247</b>