

# Inhaltsverzeichnis

## **Teil I: Allgemeine Prognosemethoden**

|  |          |
|--|----------|
| <b>1 Prognoserechnung – Einführung und Überblick</b>   | <b>1</b> |
| von Peter Mertens und Susanne Rässler  |          |
| 1.1 Zur Bedeutung der Prognoserechnung   | 1        |
| 1.2 Überblick  | 2        |
| 1.3 Voraussetzungen beim Leser   | 5        |
| 1.4 Literatur  | 5        |
| <b>2 Einführung in die kurzfristige Zeitreihenprognose und Vergleich der einzelnen Verfahren</b> | <b>7</b> |
| von Michael Schröder   |          |
| 2.1 Überblick  | 7        |
| 2.2 Allgemeine Überlegungen  | 7        |
| 2.2.1 Anforderungen an Verfahren für kurzfristige Prognoserechnungssysteme                       | 7        |
| 2.2.2 Datenauswahl und -analyse  | 8        |
| 2.2.2.1 Datenquellen   | 9        |
| 2.2.2.2 Datenanalyse   | 9        |
| 2.2.3 Prognoseintervall und Vorhersagezeitraum   | 10       |
| 2.3 Modelle zur Abbildung von Zeitreihen   | 11       |
| 2.3.1 Graphische Übersicht über die Möglichkeiten zur Modellbildung                              | 11       |
| 2.3.2 Mathematische Beschreibung der wichtigsten Modelle   | 13       |
| 2.3.2.1 Konstantes Modell  | 13       |
| 2.3.2.2 Lineares Modell  | 13       |
| 2.3.2.3 Modelle höherer Ordnung  | 14       |
| 2.3.2.4 Trigonometrische Modelle   | 14       |
| 2.4 Methoden zur Abschätzung der Modellkoeffizienten   | 14       |
| 2.4.1 Übersicht  | 14       |
| 2.4.2 Methoden für das konstante Modell  | 15       |
| 2.4.2.1 Gleitende Durchschnitte erster Ordnung   | 16       |
| 2.4.2.2 Gewogene gleitende Durchschnitte   | 18       |
| 2.4.2.3 Exponentiell gewogene Durchschnitte (exponentielles Glätten erster Ordnung)              | 18       |
| 2.4.2.3.1 Übergang von gleitenden Durchschnitten zum exponentiellen Glätten                      | 18       |
| 2.4.2.3.2 Prinzip des exponentiellen Glättens  | 20       |
| 2.4.2.3.3 Bestimmung des Glättungsfaktors  | 21       |
| 2.4.2.3.4 Reaktion auf plötzliche Veränderungen  | 24       |
| 2.4.2.3.4.1 Reaktion auf einen Impuls  | 24       |
| 2.4.2.3.4.2 Reaktion auf eine Niveauänderung   | 25       |
| 2.4.2.3.5 Bedeutung und Vorteile des exponentiellen Glättens                                     | 26       |
| 2.4.3 Methoden zur Abschätzung der beiden Koeffizienten im linearen Modell mit Trend             | 28       |
| 2.4.3.1 Exponentielles Glätten mit Trendkorrektur  | 28       |
| 2.4.3.2 Exponentielles Glätten zweiter Ordnung (nach Brown)                                      | 29       |
| 2.4.3.2.1 Verwendung von Glättungswerten erster und zweiter Ordnung                              | 29       |
| 2.4.3.2.2 Direkte Fortschreibung der Modellkoeffizienten   | 31       |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 2.4.3.2.3 | Vergleich zwischen exponentiellem Glätten mit Trendkorrektur und exponentiellem Glätten zweiter Ordnung (nach Brown)                                    | 34        |
| 2.4.3.3   | Zwei-Parameter-Modell nach Holt   | 34        |
| 2.4.3.4   | Zwei-Parameter-Modell mit gedämpftem Trend  | 35        |
| 2.4.3.5   | Drei-Parameter-Modell mit Fehlerdifferenzausdruck   | 36        |
| 2.5       | Möglichkeiten und Grenzen der Zeitreihenextrapolation   | 36        |
| 2.6       | Literatur   | 37        |
| <b>3</b>  | <b>Einführung in die Prognose saisonaler Zeitreihen mithilfe exponentieller Glättungstechniken und Vergleich der Verfahren von Winters und Harrison</b> | <b>39</b> |
|           | von Roland Schuhr   |           |
| 3.1       | Einleitung  | 39        |
| 3.2       | Das Holt-Winters-Verfahren  | 40        |
| 3.2.1     | Das Prognoseproblem und die Prognosefunktionen des Verfahrens   | 40        |
| 3.2.2     | Rekursive Berechnung der Prognosefunktionskoeffizienten   | 41        |
| 3.2.3     | Implementierung des Verfahrens  | 44        |
| 3.2.4     | Ein numerisches Beispiel  | 47        |
| 3.2.5     | Modifikationen des Basisansatzes  | 47        |
| 3.3       | Das SEATREND-Verfahren von Harrison   | 50        |
| 3.3.1     | Berechnung der Niveau- und der Trendwerte   | 50        |
| 3.3.2     | Berechnung der Saisonfaktoren   | 51        |
| 3.3.2.1   | Fourier-Polynom-Darstellung und Fourier-Glättung von Saisonfaktoren   | 51        |
| 3.3.2.2   | Rekursive Berechnung geglätteter Saisonfaktoren   | 52        |
| 3.3.3     | Implementierung des Verfahrens  | 55        |
| 3.3.4     | Ein numerisches Beispiel  | 56        |
| 3.4       | Verfahrensvergleich und Ausblick  | 56        |
| 3.5       | Literatur   | 58        |
| <b>4</b>  | <b>Prognose bei unregelmäßigem Bedarf</b>   | <b>61</b> |
|           | von Arthur Nowack   |           |
| 4.1       | Abgrenzung zwischen regelmäßigem und unregelmäßigem bzw. sporadischem Bedarf  | 61        |
| 4.1.1     | Kennzeichen des „regelmäßigen Bedarfs“  | 61        |
| 4.1.2     | Festlegung des „sporadischen Bedarfs“ im IMPACT-Verfahren   | 61        |
| 4.2       | Vorhersage bei unregelmäßigem Bedarf – Verfahren von Trux   | 62        |
| 4.2.1     | Begriff „unregelmäßiger Bedarf“   | 62        |
| 4.2.2     | Vorhersage der Anzahl von Bestellungen  | 63        |
| 4.2.3     | Vorhersage der Menge je Bestellung  | 63        |
| 4.3       | Das Modell zur Vorhersage für sporadische Nachfragemengen von Wedekind  | 64        |
| 4.3.1     | Begriffsbestimmung „sporadische Nachfrage“  | 64        |
| 4.3.2     | Das Vorhersagemodell  | 65        |
| 4.4       | Ein „dynamisches“ Vorhersagemodell zur Prognose bei unregelmäßigem Bedarf   | 67        |
| 4.4.1     | Analyse der Probleme der bisher dargestellten Verfahren   | 67        |
| 4.4.1.1   | Verlust der Information über den Zeitpunkt der Nachfrage  | 67        |
| 4.4.1.2   | Kumulation des Bedarfs zu Bedarf je Intervall   | 67        |
| 4.4.1.3   | Verspätete Reaktion auf Änderung der Nachfragestruktur  | 68        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.4.1.4 Nicht steuerbare Genauigkeit der Vorhersage   | 68        |
| 4.4.2 Grundaufbau bisheriger Systeme  | 68        |
| 4.4.3 Grundidee der dynamischen Vorhersage  | 69        |
| 4.4.4 Beschreibung des Verfahrens der dynamischen Vorhersage                                  | 70        |
| 4.4.4.1 Einteilung des Bedarfs in Klassen mit konstantem Bedarf                               | 70        |
| 4.4.4.2 Vorgabe von Vorhersagewerten für die Nachfrageintervalle                              | 70        |
| 4.4.4.3 Feststellen von signifikanten Veränderungen   | 70        |
| 4.4.4.4 Berechnung des aktuellen Wertes je Intervall  | 71        |
| 4.4.5 Fortschreibung der Zeitverteilung der in Klassen eingeteilten Nachfrage                 | 72        |
| 4.4.6 Merkmale des Verfahrens   | 72        |
| 4.4.6.1 Wählbare Genauigkeit  | 72        |
| 4.4.6.2 Aktualität der gespeicherten Werte  | 72        |
| 4.4.6.3 Schnelles Anpassen an Strukturveränderungen   | 72        |
| 4.5 Literatur   | 72        |
| <b>5 Ein gemischt deterministisch-stochastisches Prognoseverfahren</b>                        | <b>73</b> |
| von Walter Trux   |           |
| 5.1 Prinzip der gemischt deterministisch-stochastischen Prognoseverfahren                     | 73        |
| 5.2 Beispiel einer gemischt deterministisch-stochastischen Prognose                           | 73        |
| 5.3 Kritische Würdigung   | 76        |
| 5.4 Literatur   | 76        |
| <b>6 Prognose mithilfe von Verweilzeitverteilungen</b>  | <b>77</b> |
| von Heinz Langen und Fritz Weinthaler   |           |
| 6.1 Die Grundgedanken des Verfahrens  | 77        |
| 6.2 Die analytische Vorstufe der Prognose   | 77        |
| 6.2.1 Die Strukturanalyse   | 78        |
| 6.2.2 Die Analyse der Übergangsgesetzmäßigkeiten  | 78        |
| 6.2.2.1 Wesen und Begriff der Verweilzeitverteilung   | 79        |
| 6.2.2.2 Die Arten von Verweilzeitverteilungen   | 80        |
| 6.2.2.2.1 Mengenverteilungen  | 80        |
| 6.2.2.2.2 Wertverteilungen  | 81        |
| 6.2.2.2.3 Einfache Verteilungen   | 81        |
| 6.2.2.2.4 Komplexe Verteilungen   | 81        |
| 6.2.2.3 Die Ermittlung von Verweilzeitverteilungen  | 82        |
| 6.2.2.4 Die Aufbereitung von Verweilzeitverteilungen  | 82        |
| 6.3 Die Prognose  | 83        |
| 6.3.1 Prognose mit einfacher Verweilzeitverteilung  | 83        |
| 6.3.2 Prognose mit komplexer Verweilzeitverteilung  | 84        |
| 6.3.2.1 Im Produktionsbereich   | 84        |
| 6.3.2.2 Im Investitionsbereich  | 88        |
| 6.4 Schlussbetrachtung  | 89        |
| 6.5 Literatur   | 89        |
| <b>7 Punkt-, Intervallprognose und Test auf Strukturbruch mithilfe der Regressionsanalyse</b> | <b>91</b> |
| von Hans Schneeberger   |           |
| 7.1 Einleitung  | 91        |
| 7.2 Prognose im Fall einfacher linearer Regression  | 91        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 7.2.1     | Punkt- und Intervallprognose   | 91         |
| 7.2.2     | Strukturbruch der Regressionsgeraden   | 96         |
| 7.3       | Prognose im Fall multipler (k-dimensionaler) linearer Regression   | 98         |
| 7.3.1     | Punkt- und Intervallprognose   | 98         |
| 7.3.2     | Strukturbruch der Regressionshyperebenen   | 102        |
| 7.4       | Nichtlineare Regression  | 104        |
| 7.5       | Literatur  | 104        |
| <b>8</b>  | <b>Prognose mit Paneldaten</b>   | <b>105</b> |
|           | von Susanne Rässler und Katja Wolf   |            |
| 8.1       | Einleitung   | 105        |
| 8.2       | Lineare Modellspezifikationen für Paneldaten   | 105        |
| 8.3       | Schätzverfahren und ihre Eigenschaften   | 108        |
| 8.4       | Möglichkeiten zur Prognose   | 110        |
| 8.5       | Abschließende Bemerkungen  | 111        |
| 8.6       | Literatur  | 112        |
| <b>9</b>  | <b>Prognose mit nichtparametrischen Verfahren</b>  | <b>113</b> |
|           | von Ying Chen, Wolfgang Härdle und Rainer Schulz   |            |
| 9.1       | Einleitung   | 113        |
| 9.2       | Nichtparametrische Verfahren   | 113        |
| 9.2.1     | Einführung   | 113        |
| 9.2.2     | Lokal gewichtete lineare Regression  | 116        |
| 9.2.3     | Prognose   | 119        |
| 9.3       | Anwendung auf Volatilitäten  | 120        |
| 9.4       | Literatur  | 124        |
| <b>10</b> | <b>Adaptive Einflussgrößenkombination (AEK) – Prognosen mit schrittweiser Regression und adaptivem Gewichten</b> | <b>125</b> |
|           | von Günter Matt  |            |
| 10.1      | Einleitung und Überblick   | 125        |
| 10.2      | Beschreibung des Verfahrens der adaptiven Einflussgrößenkombination  | 129        |
| 10.3      | Vergleich der adaptiven Einflussgrößenkombination mit anderen Vorhersageverfahren                                | 136        |
| 10.3.1    | Vergleich von AEK, Winters, HOREST, NP1, NP2 und Disponentenprognosen  | 138        |
| 10.3.2    | Vergleiche mit weiteren Prognoseverfahren  | 145        |
| 10.4      | Beispiele für den praktischen Einsatz des Verfahrens der adaptiven Einflussgrößenkombination                     | 151        |
| 10.5      | Literatur  | 162        |
| <b>11</b> | <b>Mittel- und langfristige Absatzprognose auf der Basis von Sättigungsmodellen</b>                              | <b>169</b> |
|           | von Peter Mertens und Jürgen Falk  |            |
| 11.1      | Einleitung   | 169        |
| 11.2      | Systematik und grober Überblick  | 170        |
| 11.3      | Grundmodelle   | 171        |
| 11.3.1    | Vorbemerkung und Überblick   | 171        |
| 11.3.2    | Das logistische Modell   | 172        |

|  |            |
|--|------------|
| 11.3.2.1 Der Modellansatz  | 172        |
| 11.3.2.2 Analyse von Modelleigenschaften   | 174        |
| 11.3.2.3 Zur Kritik des logistischen Ansatzes  | 176        |
| 11.3.3 Das exponentielle Modell  | 177        |
| 11.3.4 Das Bass-Modell   | 178        |
| 11.3.5 Das Gompertz-Modell   | 179        |
| 11.4 Flexible Modelle  | 181        |
| 11.4.1 Vorbemerkung und Überblick  | 181        |
| 11.4.2 Generalisierte logistische Funktionen   | 182        |
| 11.4.3 Eine verallgemeinerte exponentielle Funktion  | 183        |
| 11.4.4 Das generalisierte Bass-Modell von Easingwood, Mahajan und Muller und verwandte Ansätze     | 184        |
| 11.5 Erweiterte Modelle für Erstkäufe  | 185        |
| 11.5.1 Vorbemerkung und Überblick  | 185        |
| 11.5.2 Erweiterungen des logistischen Modells  | 185        |
| 11.5.3 Das Modell von Weblus   | 187        |
| 11.5.4 Das Modell von Bonus  | 188        |
| 11.5.5 Eine Erweiterung des Modells von Bonus und das Modell der Einkommensklassen von Lewandowski | 190        |
| 11.5.6 Die Modelle von Roos und von Szeliski sowie von Klaassen und Koyck                          | 190        |
| 11.5.7 Erweiterungen des Bass-Modells  | 191        |
| 11.6 Modelle mit Komponenten für Wiederholungskäufe  | 192        |
| 11.6.1 Problematik und Überblick   | 192        |
| 11.6.2 Das Modell von Olson und Choi und verwandte Verfahren                                       | 193        |
| 11.6.3 Das Modell von Parfitt und Collins und verwandte Verfahren                                  | 195        |
| 11.7 Entscheidungsunterstützung über Testmärkte  | 198        |
| 11.8 Verwendungsbreite und Vergleich   | 200        |
| 11.9 Schlussbemerkung und Ausblick   | 200        |
| 11.10 Literatur  | 201        |
| <b>12 Indikatorprognosen</b>   | <b>205</b> |
| von Norbert Niederhübner   |            |
| 12.1 Einführung  | 205        |
| 12.2 Ablauf des Indikatorverfahrens  | 205        |
| 12.3 Methoden der Lag-Bestimmung   | 206        |
| 12.4 Prognoseverfahren   | 207        |
| 12.4.1 Regressionsanalyse  | 207        |
| 12.4.2 Multivariate ARIMA-Modelle  | 208        |
| 12.4.3 Kombinierte Prognosen   | 209        |
| 12.5 Validierung der Prognosen   | 210        |
| 12.6 Ein Beispiel  | 211        |
| 12.7 Literatur   | 213        |
| <b>13 Lineare Filter und integrierte autoregressive Prozesse</b>                                   | <b>215</b> |
| von Klaus Hansen   |            |
| 13.1 Einleitung  | 215        |
| 13.2 Lineare Filter  | 215        |
| 13.2.1 Differenzenfilter   | 217        |
| 13.2.2 Exponentiell glättende Filter   | 219        |

|   |            |
|---|------------|
| 13.2.3 Der Wiener-Filter  | 219        |
| 13.3 Integrierte autoregressive Moving-Average-Prozesse                 | 221        |
| 13.3.1 Stationäre Prozesse  | 221        |
| 13.3.2 Instationäre Prozesse  | 223        |
| 13.3.3 Die Modellidentifikation   | 223        |
| 13.4 Anwendungen  | 225        |
| 13.4.1 Eine ARIMA(p,d,q)-Prognose                                       | 225        |
| 13.4.1.1 Modellidentifikation   | 225        |
| 13.4.1.2 Prognose   | 226        |
| 13.4.1.3 Modellüberprüfung  | 226        |
| 13.4.2 Eine ARIMA(p,d,q)(sp,sd,sq)S-Prognose                            | 229        |
| 13.4.2.1 Modellidentifikation   | 229        |
| 13.4.2.2 Prognose   | 229        |
| 13.4.2.3 Modellüberprüfung  | 229        |
| 13.5 Ex post Prognose mithilfe von ARIMA-Interventionsanalysen          | 232        |
| 13.5.1 ARIMA-Interventionsmodelle                                       | 232        |
| 13.5.2 Anwendung  | 233        |
| 13.5.2.1 Modellidentifikation   | 234        |
| 13.5.2.2 Prognose   | 234        |
| 13.5.2.3 Modellüberprüfung  | 234        |
| 13.5.2.4 Interpretation der Werte der Koeffizienten der Dummy-Variablen | 235        |
| 13.6 Literatur  | 237        |
| <b>14 Prognose uni- und multivariater Zeitreihen</b>                    | <b>239</b> |
| von Manfred Deistler und Klaus Neusser                                  |            |
| 14.1 Einführung   | 239        |
| 14.2 Die Theorie der linearen Kleinst-Quadrate-Prognose                 | 240        |
| 14.3 Die Prognose aus unendlicher Vergangenheit                         | 242        |
| 14.4 AR- und ARMA-Prozesse  | 244        |
| 14.5 Die Schätzung der Prädiktoren für ARMA-Systeme                     | 247        |
| 14.6 ARMAX-Modelle und bedingte Prognose                                | 250        |
| 14.7 Die Prognose gesamtwirtschaftlicher Größen                         | 252        |
| 14.8 Absatzprognose   | 255        |
| 14.9 Literatur  | 258        |
| <b>15 Die Input-Output-Rechnung als Hilfsmittel der Prognose</b>        | <b>261</b> |
| von Reiner Stäglin  |            |
| 15.1 Einleitung   | 261        |
| 15.2 Input-Output-Tabellen als Informationssystem für die Prognose      | 262        |
| 15.2.1 Symmetrische Input-Output-Tabelle als Datensystem                | 262        |
| 15.2.2 Deskriptive Auswertung der symmetrischen Input-Output-Tabelle    | 263        |
| 15.2.2.1 Output-Koeffizienten   | 263        |
| 15.2.2.2 Input-Koeffizienten  | 264        |
| 15.2.2.3 Triangulation  | 265        |
| 15.3 Input-Output-Analyse als Hilfsmittel der Prognose                  | 266        |
| 15.3.1 Input-Output-Modell  | 266        |
| 15.3.1.1 Das traditionelle Modell                                       | 266        |
| 15.3.1.2 Das erweiterte Modell  | 267        |
| 15.3.1.3 Das dynamische Modell  | 268        |

|  |            |
|--|------------|
| 15.3.2 Modellmäßige Auswertung der symmetrischen Input-Output-Tabelle                  | 269        |
| 15.3.2.1 Inverse Koeffizienten   | 269        |
| 15.3.2.2 Berechnung unternehmensbezogener Produktionseffekte                           | 270        |
| 15.3.2.3 Zusammenhang zwischen letzter Verwendung und Bruttoproduktion                 | 272        |
| 15.3.2.3.1 Diagnostische Bedeutung   | 272        |
| 15.3.2.3.2 Prognostische Bedeutung   | 273        |
| 15.3.3 Transformation der Input-Output-Ergebnisse in Beschäftigungsgrößen              | 275        |
| 15.4 Input-Output-Auswertungsprogramme   | 275        |
| 15.5 Literatur   | 276        |
| <b>16 Prognose mithilfe von Markovprozessen</b>  | <b>279</b> |
| von Klaus Hansen   |            |
| 16.1 Einführung  | 279        |
| 16.2 Reguläre Markovprozesse   | 281        |
| 16.2.1 Definition und grundlegende Merkmale  | 281        |
| 16.2.2 Modellbildung des regulären Prozesses mithilfe<br>der erzeugenden Funktion      | 284        |
| 16.2.3 Anwendungen   | 286        |
| 16.2.3.1 Prognose von Marktanteil und Absatzmengen                                     | 287        |
| 16.2.3.2 Prognose einer Lagerbestandsbewegung  | 289        |
| 16.3 Absorbierende Markovprozesse  | 291        |
| 16.3.1 Definition und grundlegende Merkmale  | 291        |
| 16.3.2 Modellbildung des absorbierenden Prozesses mithilfe<br>der erzeugenden Funktion | 294        |
| 16.3.3 Anwendungen   | 295        |
| 16.4 Periodische Markovprozesse  | 296        |
| 16.4.1 Definition und grundlegende Merkmale  | 296        |
| 16.4.2 Modellbildung des zyklischen Prozesses mithilfe<br>der erzeugenden Funktion     | 297        |
| 16.4.3 Anwendungen   | 299        |
| 16.5 Bewertete Markovprozesse  | 299        |
| 16.5.1 Definition und grundlegende Merkmale  | 299        |
| 16.5.2 Anwendungen   | 300        |
| 16.6 Fazit   | 303        |
| 16.7 Literatur   | 303        |
| <b>17 Der Beitrag der Künstlichen Intelligenz zur betrieblichen Prognose</b>           | <b>305</b> |
| von Philipp Janetzke und Jürgen Falk   |            |
| 17.1 Einleitung  | 305        |
| 17.2 Expertensysteme   | 305        |
| 17.2.1 Prognosespezifischer Aufbau   | 305        |
| 17.2.2 Wissensrepräsentation   | 306        |
| 17.2.3 Wissensverarbeitung   | 307        |
| 17.2.4 Einsatz wissensbasierter Prognosesysteme  | 308        |
| 17.2.4.1 Expertensysteme mit mathematisch-statistischen Methoden                       | 308        |
| 17.2.4.1.1 Nicht integrierte Auswahlssysteme   | 308        |
| 17.2.4.1.2 Integrierte Auswahlssysteme   | 309        |
| 17.2.4.2 Expertensysteme mit empirischen Methoden                                      | 310        |
| 17.2.4.3 Vorteile des Einsatzes von Expertensystemen                                   | 311        |

|  |            |
|--|------------|
| 17.3 Künstliche Neuronale Netze  | 312        |
| 17.3.1 Motivation für den Prognoseeinsatz  | 312        |
| 17.3.2 Prognose mit Multilayerperceptrons  | 312        |
| 17.3.2.1 Topologie   | 312        |
| 17.3.2.2 Anwendung   | 313        |
| 17.3.2.2.1 Ereignisprognose  | 313        |
| 17.3.2.2.2 Zeitverlaufsprognose  | 313        |
| 17.3.3 Prognose mit selbstorganisierenden Karten   | 315        |
| 17.3.3.1 Topologie   | 315        |
| 17.3.3.2 Anwendung   | 315        |
| 17.3.4 Prognose mit Boltzmannmaschinen   | 316        |
| 17.3.4.1 Topologie   | 316        |
| 17.3.4.2 Anwendung   | 316        |
| 17.3.5 Weiterführende Netzwerkmodelle  | 316        |
| 17.3.6 Aspekte der betrieblichen Verwendung von Künstlichen<br>Neuronalen Netzen als Prognoseverfahren | 317        |
| 17.3.7 Weiterführende Einsatzgebiete von Künstlichen<br>Neuronalen Netzen in der Prognose              | 317        |
| 17.4 Vergleich der vorgestellten Prognosemodelle   | 318        |
| 17.4.1 Vergleiche der Prognosemodelle der Künstlichen<br>Intelligenz untereinander                     | 318        |
| 17.4.1.1 Expertensysteme mit Künstlichen Neuronalen Netzen   | 318        |
| 17.4.1.2 Künstliche Neuronale Netzmodelle untereinander  | 319        |
| 17.4.1.3 Künstliche Neuronale Netze mit Case-Based Reasoning   | 319        |
| 17.4.2 Vergleiche der Künstlichen Neuronalen Netze mit mathematisch-<br>statistischen Verfahren        | 320        |
| 17.4.2.1 Künstliche Neuronale Netze mit Regressionsmethoden  | 320        |
| 17.4.2.2 Künstliche Neuronale Netze mit der Diskriminanzanalyse  | 321        |
| 17.5 Hybridsysteme   | 322        |
| 17.5.1 Formen von Hybridsystemen   | 322        |
| 17.5.1.1 Expertensystem in Verbindung mit Künstlichem Neuronalem Netz                                  | 322        |
| 17.5.1.2 Erweiterung um Ansätze aus der Genetik  | 323        |
| 17.5.1.3 Interagierende Künstliche Neuronale Netze   | 324        |
| 17.5.2 Anwendungen   | 324        |
| 17.5.2.1 Expertensystem und Künstliche Neuronale Netze   | 324        |
| 17.5.2.2 Künstliche Neuronale Netze und andere Verfahren   | 326        |
| 17.6 Ausblick  | 326        |
| 17.7 Literatur   | 326        |
| 17.8 Anhang: Tabellarische Übersicht der im Beitrag erwähnten Systeme                                  | 332        |
| <b>18 Monitoring von Prognosemodellen</b>  | <b>335</b> |
| von Ulrich Küsters und Claudia Becker  |            |
| 18.1 Übersicht   | 335        |
| 18.2 Ausreißertypen und ihre Konsequenzen  | 337        |
| 18.2.1 Ausreißertypen  | 337        |
| 18.2.2 Konsequenzen der unzureichenden Berücksichtigung von Ausreißern                                 | 340        |
| 18.2.2.1 Auswirkungen auf die Modellschätzung und -identifikation                                      | 340        |
| 18.2.2.2 Auswirkungen auf die Prognosefunktion   | 341        |

|   |            |
|---|------------|
| 18.2.3 Maßnahmen zur Berücksichtigung von Ausreißern  | 343        |
| 18.3 Monitore in exponentiellen Glättungsmodellen   | 344        |
| 18.3.1 Diagnose additiver Ausreißer   | 344        |
| 18.3.2 Diagnose von Niveauverschiebungen  | 345        |
| 18.3.3 Kalibration von Schwellenwerten  | 348        |
| 18.3.4 Verfahren zur Berücksichtigung identifizierter Ausreißer   | 351        |
| 18.3.5 Probleme der Monitore der exponentiellen Glättung  | 352        |
| 18.3.6 Monitore in Strukturkomponentenmodellen  | 353        |
| 18.3.7 Softwarepakete   | 353        |
| 18.4 Monitore in Box-Jenkins-Modellen   | 354        |
| 18.4.1 Modelldefinition   | 354        |
| 18.4.2 Diagnosetechniken  | 356        |
| 18.4.3 Software-Pakete  | 359        |
| 18.4.4 Beurteilung  | 359        |
| 18.5 Schlussbemerkungen   | 360        |
| 18.6 Literatur  | 362        |
| <b>19 Evaluation, Kombination und Auswahl betriebswirtschaftlicher<br/>Prognoseverfahren</b>                              | <b>367</b> |
| von Ulrich Küsters  |            |
| 19.1 Überblick  | 367        |
| 19.2 Evaluation der Prognosegenauigkeit   | 368        |
| 19.2.1 Grundlagen der Evaluation  | 368        |
| 19.2.2 Differenzierungsmerkmale von Evaluationsmaßen  | 369        |
| 19.2.3 Untersuchungsdesigns   | 370        |
| 19.2.4 Prognoseevaluationsmaße (Gütemaße)   | 374        |
| 19.2.4.1 Grundsätzliche Hinweise  | 374        |
| 19.2.4.2 Evaluationsmaße ohne Referenz zu einem Benchmark   | 375        |
| 19.2.4.3 Benchmarkbasierte Vergleichsmaße   | 378        |
| 19.2.5 Evaluation von Wahrscheinlichkeits- und Ereignisprognosen  | 381        |
| 19.2.6 Evaluation von Intervallprognosen  | 383        |
| 19.2.7 Tests auf Prognoseäquivalenz   | 383        |
| 19.2.8 Evaluation von Dichteprognosen   | 386        |
| 19.3 Kombination von Prognosen  | 386        |
| 19.3.1 Grundlegende Verfahren   | 386        |
| 19.3.2 Kombination durch Varianzminimierung   | 388        |
| 19.3.3 Kombination durch Regression   | 388        |
| 19.3.4 Konfidenzintervalle von Prognosekombinationen  | 388        |
| 19.3.5 Prognosekombination durch RBF  | 389        |
| 19.3.6 Beziehungen zwischen Kombination, Evaluation, Einschluss<br>(Encompassing) und Effizienz konkurrierender Verfahren | 389        |
| 19.3.7 Prognosekombination in der Praxis  | 390        |
| 19.4 Prognosewettbewerbe  | 391        |
| 19.4.1 Ziele und Bandbreite der Prognosewettbewerbe   | 391        |
| 19.4.2 Ausgewählte Resultate der Wettbewerbe  | 391        |
| 19.4.3 Kritik an Prognosewettbewerben   | 392        |
| 19.5 Auswahl von Prognoseverfahren  | 394        |
| 19.5.1 Grundsätzliche Hinweise  | 394        |

|   |     |
|---|-----|
| 19.5.2 Einflussfaktor Sach- und Aggregationsebene             | 395 |
| 19.5.3 Einflussfaktor Informationsbasen                       | 395 |
| 19.5.4 Einflussfaktor Prognosegrößen                          | 395 |
| 19.5.5 Einflussfaktor Nutzer-Anforderungen                    | 396 |
| 19.5.6 Einflussfaktor verfügbare Prognosesoftware             | 396 |
| 19.5.7 Faktische Nutzung von Prognoseverfahren in Unternehmen | 397 |
| 19.5.8 Ein grobes Entscheidungsraster                         | 398 |
| 19.6 Schlussbemerkungen                                       | 398 |
| 19.7 Literatur  | 400 |

## ***Teil II: Spezielle Prognosemethoden für betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Anwendungsfelder***

|   |            |
|---|------------|
| <b>20 Modellgestützte Marktanteilsprognose auf Basis von Paneldaten</b>                       | <b>405</b> |
| von Raimund Wildner   |            |
| 20.1 Problemstellung  | 405        |
| 20.2 Paneldaten als Grundlage für Marketing-Mix-Modelle                                       | 406        |
| 20.3 Prognosen mit Scanner-Handelspanel-Modellen  | 408        |
| 20.3.1 Die Datenbasis   | 408        |
| 20.3.2 Die Modellbildung  | 408        |
| 20.3.3 Prognosen am Fallbeispiel  | 410        |
| 20.4 Prognosen mit Scanner-Verbraucherpanel-Modellen  | 413        |
| 20.4.1 Vorbemerkung   | 413        |
| 20.4.2 Die Datenbasis   | 414        |
| 20.4.3 Die Modellierung   | 414        |
| 20.4.4 Prognosen am Fallbeispiel  | 416        |
| 20.5 Modellauswahl und Fazit  | 417        |
| 20.6 Literatur  | 418        |
| <b>21 Die Verbindung von Absatzplanung und Prognoserechnung – ein Beispiel aus der Praxis</b> | <b>419</b> |
| von Meinhard Helm   |            |
| 21.1 Die Absatzplanung in der vernetzten Welt   | 419        |
| 21.2 Die Planungsstrukturen   | 419        |
| 21.2.1 Die Produktstruktur  | 419        |
| 21.2.2 Die Systemstruktur   | 420        |
| 21.2.3 Die Vertriebsstruktur  | 421        |
| 21.3 Der Planungsablauf   | 422        |
| 21.4 Die Wahl der Planungsebene   | 423        |
| 21.5 Methodeneinsatz in der Planung   | 424        |
| 21.6 Ein Prognosebeispiel   | 426        |
| 21.6.1 Die Zeitreihe  | 426        |
| 21.6.2 Der Instabilitätsfilter  | 427        |
| 21.6.3 Der Saisonfilter   | 427        |
| 21.6.4 Der autoregressive Filter  | 427        |
| 21.6.5 Das Prognosemodell   | 428        |
| 21.7 Fazit  | 429        |
| 21.8 Literatur  | 430        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>22 Kundenwertprognose</b>  | 431 |
| von Sönke Albers und Goetz Greve  |     |
| 22.1 Einleitung   | 431 |
| 22.2 Der Begriff Kundenwert   | 431 |
| 22.3 Ein Modell zur Prognose des Kundenwerts  | 432 |
| 22.3.1 Das Grundmodell und seine Erweiterung  | 432 |
| 22.3.2 Bestimmung des Deckungsbeitragssatzes  | 433 |
| 22.3.3 Bestimmung der Umsatzentwicklung über die Zeit                                       | 434 |
| 22.3.4 Bestimmung der Transaktionshäufigkeit  | 435 |
| 22.3.5 Bestimmung des Referenzwerts   | 436 |
| 22.3.6 Bestimmung des Kalkulationszinsfußes   | 437 |
| 22.4 Zusammenfassung  | 437 |
| 22.5 Literatur  | 437 |
| <b>23 Qualitätsvergleiche bei Kreditausfallprognosen</b>                                    | 439 |
| von Walter Krämer   |     |
| 23.1 Qualitative versus quantitative Prognosen  | 439 |
| 23.2 Trennschärfe und Kalibrierung  | 439 |
| 23.3 Weitere Halbordnungen von Wahrscheinlichkeitsprognosen                                 | 441 |
| 23.4 Skalarwertige Abweichungsmaße  | 445 |
| 23.5 Literatur  | 446 |
| <b>24 Beratung mithilfe von statistischen Prognosen.</b>                                    |     |
| <b>Welches Instrument ist das sinnvollste?</b>  | 449 |
| von Markus Frölich, Michael Lechner und Heidi Steiger                                       |     |
| 24.1 Einleitung   | 449 |
| 24.2 Expertensysteme zur Programmauswahl  | 449 |
| 24.3 Definition des optimalen Instruments   | 450 |
| 24.4 Identifikation der individuellen Prognosen   | 451 |
| 24.5 Schätzung der individuellen Prognosen  | 453 |
| 24.6 Auswahl der besten Maßnahme  | 454 |
| 24.7 Praktische Anwendung: Arbeitsmarktliche Maßnahmen in der Schweiz                       | 455 |
| 24.8 Fazit  | 457 |
| 24.9 Literatur  | 457 |
| <b>25 Prognose von Softwarezuverlässigkeit, Softwareversagensfällen und Softwarefehlern</b> | 459 |
| von Michael Grottke   |     |
| 25.1 Einleitung   | 459 |
| 25.2 Softwarezuverlässigkeitswachstumsmodelle   | 460 |
| 25.2.1 Markovprozess-Modelle  | 463 |
| 25.2.2 Ein Semi-Markovprozess-Modell: Littlewood-Verrall-Modell                             | 469 |
| 25.2.3 Nichthomogene Poissonprozess-Modelle   | 471 |
| 25.2.4 Weitere Ansätze zur Modellvereinheitlichung  | 476 |
| 25.2.5 Systematisches und nutzungsprofilorientiertes Testen                                 | 476 |
| 25.2.6 Evaluierung und Verbesserung der Modellgüte  | 477 |
| 25.3 Weitere Modellklassen  | 480 |
| 25.3.1 Stichprobenmodelle   | 480 |
| 25.3.2 Modelle zur Prognose von Software  | 483 |

|   |            |
|---|------------|
| 25.4 Abschließende Bemerkung  | 485        |
| 25.5 Literatur  | 485        |
| <b>26 Kooperative Vorhersage in Unternehmensnetzwerken</b>            | <b>489</b> |
| von Peter Mertens, Andrew J. Zeller, Jörn Große-Wilde und Habib Lejmi |            |
| 26.1 Von der Einzelprognose zur kooperativen Vorhersage               | 489        |
| 26.2 Der CPFR-Prozess   | 489        |
| 26.3 Vorhersagemethoden der Standardsoftware                          | 490        |
| 26.4 Herausforderungen  | 493        |
| 26.4.1 Prognosesituation  | 493        |
| 26.4.2 Prognoseprozess  | 494        |
| 26.4.3 Abstimmungsbedarf  | 494        |
| 26.4.4 Verdichtungsmechanismen  | 496        |
| 26.4.5 Abgleich der Prognose mit der Produktionsmöglichkeit           | 497        |
| 26.5 Kritische Würdigung  | 499        |
| 26.6 Literatur  | 500        |
| <b>Stichwortverzeichnis</b>   | <b>503</b> |