Handelsblatt

Manfred Steiner | Christoph Bruns | Stefan Stöckl

Wertpapiermanagement

Professionelle Wertpapieranalyse und Portfoliostrukturierung

11. Auflage

SCHÄFFER
POESCHEL

SCHÄFFER
POESCHEL

Manfred Steiner/Christoph Bruns/Stefan Stöckl

Wertpapier-management

Professionelle Wertpapieranalyse und Portfoliostrukturierung

11., überarbeitete Auflage

2017
Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart

Autoren:

Prof. Dr. Manfred Steiner, Lehrstuhl für Finanz- und Bankwirtschaft, Universität Augsburg;

Dr. Christoph Bruns, Geschäftsführer Loys Global Aktienfondsmanagement, Oldenburg, mehrfach ausgezeichneter Fondsmanager;

Dr. Stefan Stöckl, Université Paul Verlaine, Metz.

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C089473

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Gedruckt auf säure- und chlorfreiem, alterungsbeständigem Papier.

Print: ISBN 978-3-7910-3476-8 Bestell-Nr. 20872-0002
ePDF: ISBN 978-3-7992-7016-8 Bestell-Nr. 20872-0151

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2017 Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft · Steuern · Recht GmbH
www.schaeffer-poeschel.de
info@schaeffer-poeschel.de

Umschlagentwurf: Goldener Westen, Berlin
Umschlaggestaltung: Kienle gestaltet, Stuttgart
Druck und Bindung: BELTZ Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza

Printed in Germany
August 2018

Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart
Ein Tochterunternehmen der Haufe Gruppe

Vorwort zur elften Auflage

Auch in der elften Auflage wurden wieder Erweiterungen eingefügt und Ergänzungen vorgenommen. Darüber hinaus erfolgten mitunter Erneuerungen und Anpassungen von Abbildungen, Beispielen, Tabellen und des Literaturverzeichnisses an den aktuellen Stand.

Ferner erfolgte neben der durchgehenden Überarbeitung und Aktualisierung des Werkes die Aufnahme aktueller Themen, wie beispielsweise die Auswirkungen der aktuellen Niedrigzinspolitik. Den Schwerpunkt der Neuauflage bildet die Thematisierung von Commodities/Warentermingeschäften, deren Beliebtheit stark zugenommen hat. Behandelt werden die theoretischen und institutionellen Grundlagen sowie eine Auswahl an entsprechenden Produkten und Märkten.

Wir danken allen Lesern, welche durch ihre Anregungen zur Verbesserung des Buches beigetragen haben.

Für wertvolle Anregungen und Diskussionen während des Überarbeitungsprozesses danken wir Herrn Prof. Dr. Andreas W. Rathgeber und seiner gesamten Forschungsgruppe am Institut für Materials Resource Management der Universität Augsburg sowie für die redaktionellen Arbeiten Frau Antje Stöckl.

Nun wünschen wir allen Lesern eine interessante und erkenntnisreiche Lektüre.

Augsburg, Chicago und Metz, April 2017

Manfred Steiner *Christoph Bruns* *Stefan Stöckl*

Vorwort zur ersten Auflage

Wertpapiere gewinnen im Rahmen der Vermögensanlage seit Jahren an Bedeutung. Einhergehend mit dem gewachsenen Interesse an den zahlreichen Varianten der Wertpapieranlage ist auch die Entwicklung von z.T. anspruchsvollen Techniken der Wertpapierauswahl erheblich vorangeschritten. Neben der Wertpapieranalyse, die Methoden zur Beurteilung von Wertpapieren anbietet, tritt besonders der Gedanke des strukturierten Wertpapiermanagements in den Vordergrund. In seiner weiten Fassung beinhaltet der Begriff des Wertpapiermanagements den kompletten Prozeß der Vermögensallokation. Mithin gehört neben der Festlegung der strategischen und taktischen Anlageziele, der notwendigen Informationsbeschaffung, der Portfoliostrukturierung und ggf. -revision auch die unter dem Begriff Performance-Messung bekannte Erfolgskontrolle zum Spektrum des Wertpapiermanagements.

Modernes Wertpapiermanagement spielt sich heute vor einem breiten theoretischen Hintergrund ab. Durch die Finanzierungstheorie sind maßgebliche und zugleich praxisrelevante Konzepte im Bereich des Wertpapiermanagements entwickelt worden, so z.B. die Portfoliotheorie von Markowitz oder die Optionsbewertung nach Black und Scholes. Gerade die adäquate Berücksichtigung des Risikos von Wertpapieranlagen hat ihren Ursprung in der modernen Finanzierungstheorie. Im Gefolge dieser Entwicklungen ist die Bedeutung der Einzelanlage im Sinne eines 'Stock Picking' inzwischen zugunsten des Portfoliogedankens in den Hintergrund getreten.

Das vorliegende Werk versucht daher einen umfassenden Überblick über die Techniken und Verfahren der strukturierten Portfoliobildung, des Risikomanagements von Wertpapieren, der Wertpapieranalyse und der sachgerechten Beurteilung des Anlageerfolges zu geben. Um der Komplexität der genannten Themenbereiche Rechnung zu tragen, ist das Buch in neun Kapitel gegliedert. Obwohl jedes dieser neun Kapitel als eigenständig verständliches Modul angesehen werden kann, zieht sich ein roter Faden durch das Werk. Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen des Wertpapiermanagements in Kapitel 1 wird im zweiten Kapitel eine ausführliche Darstellung der Wertpapierportfoliobildung gegeben. Neben einer einführenden Diskussion relevanter Rendite- und Risikomaße steht dabei die detaillierte Erläuterung und kritische Beurteilung der Asset Allocation im Mittelpunkt. Der überwiegende Teil des Werkes ist auch ohne vertiefte Kenntnisse der in Kapitel 1 dargestellten Theorien lesbar. In Kapitel 3 werden die grundlegenden Prinzipien und praxisrelevanten Verfahren der Optionsbewertung erörtert. Hierauf aufbauend erfolgt in Kapitel 4 die Beschreibung von Portfolio Insurance-Konzeptionen. Anschließend werden in den Kapiteln 5, 6 und 7 Analysetechniken der wichtigsten Wertpapierarten behandelt. Während Anleihen und Aktien jeweils ein eigenes Kapitel gewidmet ist, werden Optionsscheine und sonstige Wertpapiere – wie z.B. Genußscheine oder Indexanleihen – gemeinsam im Kapitel 7 dargestellt. Hier findet sich auch die Erörterung zahlreicher Finanzinnovationen, die in den letzten Jahren kreiert wurden.

Modernes Wertpapiermanagement ist heutzutage nicht ohne den Einsatz von Terminmarktinstrumenten denkbar. Aus diesem Grund, und weil mit der DTB inzwischen auch in Deutschland eine leistungsfähige Terminbörse existiert, steht das Kapitel 8 ganz im Zeichen von Futures und Optionen. Dabei nimmt insbesondere die Darstellung der Anwendungsmöglichkeiten der genannten Instrumente breiten Raum ein. Das letzte Kapitel des Buches ist folgerichtig der Performance-Messung vorbehalten. Dieser kommt die sachgerechte Beurteilung des Anlageerfolges zu.

Hinsichtlich der anwendungsorientierten Darstellung wurde große Sorgfalt auf die gute Nachvollziehbarkeit der beschriebenen Sachverhalte gelegt. Zahlreiche Rechenbeispiele und Graphiken sind zur Verdeutlichung der Inhalte im Text enthalten. Daneben gewährleistet das umfangreiche Stichwortverzeichnis einen raschen Zugriff auf den Leser interessierende Themen. Daran wird ersichtlich, daß gerade auch Praktiker, wie z.B. Portfoliomanager, Finanzanalysten und Börsenmakler, aber auch Mitarbeiter in den Finanz- und Wertpapierabteilungen bei Banken und Unternehmen, leicht Zugang zu der dargestellten Materie finden sollten. Ferner wendet sich das Werk an Studierende der BWL, insbesondere in den Spezialisierungen Bankbetriebslehre und Finanzierungslehre. Schließlich können sich auch interessierte Privatanleger durch das Buch angesprochen fühlen.

Münster, Juli 1993

Manfred Steiner *Christoph Bruns*

Inhaltsübersicht

Vorwort zur elften Auflage V
Vorwort zur ersten Auflage VII
Inhaltsübersicht IX
Inhaltsverzeichnis XI
Abbildungsverzeichnis XIX
Tabellenverzeichnis XXIV

1 Theoretische Grundlagen des Wertpapiermanagements 1
1.1 Überblick 1
1.2 Portfoliotheorie 7
1.3 Kapitalmarkttheorie 21
1.4 Marktmodell 37
1.5 Kapitalmarkteffizienz 41

2 Asset Allocation 51
2.1 Performance als Zielgröße der Asset Allocation 51
2.2 Die dreistufige Konzeption der Asset Allocation 85
2.3 Implementierungsbeschränkungen der Asset Allocation 132
2.4 Beurteilung der Asset Allocation Konzeption 140

3 Anleihebewertung und -management 142
3.1 Anleihetypologie 142
3.2 Anleihebewertung 147
3.3 Anleihemanagement 216

4 Aktienbewertung und -management 220
4.1 Aktienarten und -marktsegmente 220
4.2 Aktien- und Volatilitätsindizes 224
4.3 Dividendenbesteuerung 232
4.4 Einzelwertorientierte Aktienanalyse 233
4.5 Portfolioorientierte Aktienanalyse 310
4.6 Aktienmanagement 317

5 Optionspreistheorie 322
5.1 Optionstypologie 322
5.2 Aktienoptionsbewertung 325
5.3 Devisenoptionsbewertung 381
5.4 Bewertung von zinsabhängigen Optionen 383

6 Portfolio Insurance 402
6.1 Grundkonzept der Portfolio Insurance 402
6.2 Portfolio Insurance Strategien für Aktienportfolios 405
6.3 Portfolio Insurance Strategien für Anleiheportfolios 420

6.4 Beurteilung des Portfolio Insurance Konzeptes 421

7 Bewertung von Optionsscheinen und sonstigen Anlageinstrumenten 424
7.1 Optionsscheine 424
7.2 Sonstige Anlageinstrumente 445

8 Termingeschäfte 455
8.1 Überblick 455
8.2 Futures 458
8.3 Optionen 512
8.4 Swaps 565
8.5 Kreditderivate 574

9 Performance-Messung und -Attribution 590
9.1 Performance-Messung 590
9.2 Performancemaße 600
9.3 Performance-Attribution 616

Literaturverzeichnis 621
Stichwortverzeichnis 648

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur elften Auflage V
Vorwort zur ersten Auflage VII
Inhaltsübersicht IX
Inhaltsverzeichnis XI
Abbildungsverzeichnis XIX
Tabellenverzeichnis XXIV

1 Theoretische Grundlagen des Wertpapiermanagements 1
1.1 Überblick 1
1.2 Portfoliotheorie 7
1.2.1 Das Portfolio-Selection-Modell von Markowitz 7
1.2.1.1 Modelldarstellung 7
1.2.1.2 Modellkritik 14
1.2.2 Das Indexmodell von Sharpe 16
1.2.2.1 Modelldarstellung 16
1.2.2.2 Modellkritik 20
1.2.3 Kritische Würdigung der Portfoliotheorie 21
1.3 Kapitalmarkttheorie 21
1.3.1 Capital Asset Pricing Model (CAPM) 22
1.3.1.1 Modelldarstellung 22
1.3.1.1.1 Die Kapitalmarktlinie 22
1.3.1.1.2 Die Wertpapierlinie 25
1.3.1.1.3 Das Multi-Beta-CAPM 28
1.3.1.2 Modellkritik 29
1.3.2 Arbitrage Pricing Theory (APT) 30
1.3.2.1 Modelldarstellung 31
1.3.2.2 Modellkritik 34
1.3.3 Kritische Würdigung der Kapitalmarkttheorie 35
1.4 Marktmodell 37
1.4.1 Modelldarstellung 37
1.4.2 Modellkritik 39
1.5 Kapitalmarkteffizienz 41
1.5.1 Hypothesendarstellung 41
1.5.2 Implikationen von Kapitalmarkteffizienz 42
1.5.3 Beurteilung der Kapitalmarkteffizienz 44

2 Asset Allocation 51
2.1 Performance als Zielgröße der Asset Allocation 51
2.1.1 Rendite 52
2.1.2 Risiko 55
2.1.2.1 Risikoarten 56
2.1.2.1.1 Unsystematische Risiken 56
2.1.2.1.2 Systematische Risiken 57
2.1.2.2 Risikomaße 58

2.1.2.2.1 Volatilität ... 59
2.1.2.2.2 Ausfallwahrscheinlichkeit ... 64
2.1.2.2.3 Betafaktor ... 66
2.1.2.2.4 Residualvolatilität ... 68
2.1.2.2.5 Korrelationskoeffizient ... 70
2.1.2.2.6 Tracking Error ... 72
2.1.2.2.7 Der Value at Risk (VaR) ... 75
2.1.3 Nebenbedingung Liquidität ... 81
2.1.4 Zeiteffekte der Performance ... 82
2.2 Die dreistufige Konzeption der Asset Allocation ... 85
2.2.1 Schaffung der Datenvoraussetzungen ... 86
2.2.1.1 Datenprognosen ... 87
2.2.1.1.1 Konjekturale Prognosen ... 88
2.2.1.1.2 Strukturmodellgestützte Prognosen ... 91
2.2.1.1.3 Zeitreihengestützte Prognosen ... 91
2.2.1.2 Datenaufbereitung ... 95
2.2.2 Generierung effizienter Portfolios mittels Diversifikation ... 95
2.2.2.1 Strategische Asset Allocation ... 96
2.2.2.1.1 Assetklassendiversifikation (Asset Allocation i.e.S.) ... 97
2.2.2.1.2 Länderdiversifikation (Country Allocation) ... 102
2.2.2.1.3 Währungsdiversifikation (Currency Allocation) ... 107
2.2.2.2 Taktische Asset Allocation ... 117
2.2.2.2.1 Branchen-/Schuldnerklassen-/Laufzeitendiversifikation ... 118
2.2.2.2.2 Titeldiversifikation ... 119
2.2.3 Anlegerindividuelle Portfolioauswahl ... 127
2.2.3.1 Theoretischer Ansatz: Nutzenfunktionen ... 127
2.2.3.2 Praktischer Ansatz: Risikoklassen ... 131
2.3 Implementierungsbeschränkungen der Asset Allocation ... 132
2.3.1 Depotgrößenproblematik ... 133
2.3.2 Währungsproblematik ... 135
2.3.3 Transaktionskosten- und Steuerproblematik ... 136
2.3.4 Inflationsproblematik ... 136
2.3.5 Anlagerichtlinienproblematik ... 138
2.3.6 Timingproblematik ... 139
2.3.7 Portfoliorevisionsproblematik ... 139
2.4 Beurteilung der Asset Allocation Konzeption ... 140

3 Anleihebewertung und -management ... 142
3.1 Anleihetypologie ... 142
3.1.1 Anleihen mit fester Verzinsung ... 142
3.1.2 Anleihen mit variabler Verzinsung ... 144
3.2 Anleihebewertung ... 147
3.2.1 Present Value-Bestimmung ... 147
3.2.2 Effektivzinsbestimmung ... 151
3.2.3 Zinsstrukturkurven ... 156
3.2.4 Net Present Value-Bestimmung unter Berücksichtigung von Zinsstrukturkurven ... 160
3.2.4.1 Zerobondeffektivverzinsungen (Spot Rates) ... 160

3.2.4.2 Forward Rates ... 162
3.2.5 Praktische Verfahren der Zinsstrukturkurvenschätzung ... 165
3.2.5.1 Einführende Überlegungen ... 165
3.2.5.2 Historischer Überblick ... 168
3.2.5.3 Svensson-Verfahren ... 170
3.2.5.4 Splineverfahren ... 174
3.2.6 Duration ... 176
3.2.7 Konvexität ... 182
3.2.8 Effective Duration ... 184
3.2.9 Key Rate Duration ... 185
3.2.10 Steuerliche Bewertungsmaßstäbe ... 188
3.2.11 Bewertung spezieller Anleiheformen ... 189
3.2.11.1 Zerobonds ... 189
3.2.11.2 Reverse Floating Rate Notes ... 192
3.2.11.3 Optionsanleihen ... 193
3.2.11.4 Wandelanleihen ... 194
3.2.11.5 Aktienanleihen ... 196
3.2.12 Rating ... 199
3.2.12.1 Entwicklungen am deutschen Finanzmarkt ... 201
3.2.12.2 Der Markt für Ratingagenturen ... 202
3.2.12.3 Abbau von Kapitalmarktfriktionen ... 205
3.2.12.4 Ratings als Grundlage für Investitionsentscheidungen ... 205
3.2.12.5 Ratings als stabilisierendes Element der Gesamtwirtschaft ... 206
3.2.12.6 Regulierung von Ratingagenturen als Folge der jüngsten Finanz- und Wirtschaftskrise ... 206
3.2.12.7 Externe Ratings zur Unterstützung des Kreditvergabeprozesses ... 207
3.2.12.7.1 Steigerung der Transparenz ... 207
3.2.12.7.2 Unterstützendes Element im Kreditvergabeprozess ... 208
3.2.12.7.3 Überwindung der Moral Hazard-Problematik ... 209
3.2.12.7.4 Kreditvergabe und Basel II und III ... 209
3.2.13 Quantitative Verfahren zur Bonitätsprüfung ... 210
3.3 Anleihemanagement ... 216

4 Aktienbewertung und -management ... 220
4.1 Aktienarten und -marktsegmente ... 220
4.2 Aktien- und Volatilitätsindizes ... 224
4.2.1 DAX® ... 224
4.2.2 MDAX® ... 228
4.2.3 SDAX® ... 228
4.2.4 TecDAX® ... 229
4.2.5 CDAX® ... 229
4.2.6 DivDAX® ... 230
4.2.7 Volatilitätsindizes ... 230
4.2.8 DJ EURO STOXX 50® und DJ STOXX 50® ... 232
4.3 Dividendenbesteuerung ... 232
4.4 Einzelwertorientierte Aktienanalyse ... 233
4.4.1 Random Walk-Hypothese ... 234

4.4.2 Fundamentalanalyse ... 235
4.4.2.1 Globalanalyse ... 239
4.4.2.2 Branchenanalyse ... 241
4.4.2.3 Unternehmensanalyse ... 244
4.4.2.3.1 Dividenden- und Gewinndiskontierung ... 246
4.4.2.3.2 Discounted Cash Flow (DCF)-Verfahren ... 251
4.4.2.3.2.1 Systematisierung, Annahmen und Cash Flow-Ermittlung ... 251
4.4.2.3.2.2 WACC-Methode bei unternehmenswertabhängiger Finanzierung ... 255
4.4.2.3.2.3 APV-Ansatz bei autonomer Fremdfinanzierung ... 258
4.4.2.3.2.4 Equity-Methode ... 259
4.4.2.3.3 EVA-Konzept ... 261
4.4.2.3.4 Bewertung anhand von geschätzten Gewinnen ... 267
4.4.2.3.5 CFROI ... 269
4.4.2.3.6 Multiplikatorverfahren und einfache Bewertungskennzahlen ... 271
4.4.3 Technische Analyse ... 276
4.4.3.1 Darstellungsformen der technischen Analyse ... 276
4.4.3.1.1 Liniencharts ... 277
4.4.3.1.2 Balkencharts ... 278
4.4.3.1.3 Point & Figure-Charts ... 279
4.4.3.1.4 Candlestick-Charts ... 280
4.4.3.2 Gesamtmarktanalyse ... 281
4.4.3.2.1 Die Dow Theorie ... 282
4.4.3.2.2 Advance-Decline-Linie ... 283
4.4.3.2.3 Unterstützungs- und Widerstandslinien ... 285
4.4.3.2.4 Elliot-Wellen-Theorie ... 286
4.4.3.2.5 Gleitende Durchschnittslinien ... 287
4.4.3.2.6 Momentum ... 288
4.4.3.2.7 Trendlinien und -kanäle ... 290
4.4.3.2.8 Sonstige Chartindikatoren ... 291
4.4.3.3 Einzelwertanalyse ... 293
4.4.3.3.1 Relative Stärke ... 293
4.4.3.3.2 Filterregeln ... 295
4.4.3.3.3 Chart-Formationen ... 296
4.4.4 Neuere Bewertungsansätze ... 300
4.4.4.1 Bubbles ... 301
4.4.4.2 Neuronale Netze ... 302
4.4.4.3 Chaostheorie ... 308
4.5 Portfolioorientierte Aktienanalyse ... 310
4.5.1 Quantitative Analyse ... 310
4.5.2 Anwendung von Einfaktormodellen ... 311
4.5.2.1 Marktmodell ... 311
4.5.2.2 CAPM ... 313
4.5.3 Anwendung von Mehrfaktorenmodellen ... 315
4.6 Aktienmanagement ... 317
4.6.1 Aktives Management ... 317
4.6.2 Passives Management ... 319

5 Optionspreistheorie ... 322
5.1 Optionstypologie ... 322
5.2 Aktienoptionsbewertung ... 325
5.2.1 Grundlagen der Optionsbewertung ... 326
5.2.2 Das Binomialmodell ... 328
5.2.2.1 Bewertung von Kaufoptionen (Calls) ... 329
5.2.2.1.1 Der Einperiodenfall ... 329
5.2.2.1.2 Der Mehrperiodenfall ... 335
5.2.2.2 Bewertung von Verkaufsoptionen (Puts) ... 343
5.2.2.2.1 Europäischer Put ... 343
5.2.2.2.1.1 Der Einperiodenfall ... 343
5.2.2.2.1.2 Der Mehrperiodenfall ... 346
5.2.2.2.2 Amerikanischer Put ... 349
5.2.2.3 Die Put-Call-Parität ... 350
5.2.3 Das Black & Scholes-Modell ... 352
5.2.3.1 Bewertung von Kaufoptionen (Calls) ... 353
5.2.3.2 Bewertung von Verkaufsoptionen (Puts) ... 356
5.2.3.3 Modellerweiterung durch Dividendenberücksichtigung ... 358
5.2.3.3.1 Dividendenberücksichtigung bei europäischen Optionen ... 358
5.2.3.3.2 Dividendenberücksichtigung bei amerikanischen Optionen ... 361
5.2.3.4 Sensitivitätskennzahlen des Black & Scholes-Modells ... 363
5.2.3.4.1 Delta ... 364
5.2.3.4.2 Gamma ... 365
5.2.3.4.3 Omega ... 367
5.2.3.4.4 Rho ... 368
5.2.3.4.5 Theta ... 370
5.2.3.4.6 Vega ... 372
5.2.3.5 Inputdatenbestimmung ... 376
5.2.4 Übergang des Binomialmodells in das Black & Scholes-Modell ... 376
5.2.5 Empirische Überprüfung des Black & Scholes-Modells: Smile-Effekt ... 378
5.3 Devisenoptionsbewertung ... 381
5.4 Bewertung von zinsabhängigen Optionen ... 383
5.4.1 Optionen auf Anleihen ... 385
5.4.1.1 Klassifizierung der Anleiheoptionsmodelle ... 387
5.4.1.2 Der Garman/Kohlhagen-Ansatz für Anleiheoptionen ... 390
5.4.1.3 Modelle mit Binomial- oder Trinomialbäumen ... 391
5.4.2 Optionen auf Zinsfutures ... 397
5.4.2.1 Das Black-Modell ... 397
5.4.2.2 Der modifizierte Black & Scholes-Ansatz für Euro Bund Future-Optionen ... 399

6 Portfolio Insurance ... 402
6.1 Grundkonzept der Portfolio Insurance ... 402
6.2 Portfolio Insurance Strategien für Aktienportfolios ... 405
6.2.1 Statische Strategien ... 406
6.2.1.1 Stop-Loss Strategie ... 406
6.2.1.2 Protective Put ... 407

6.2.1.3 Portfolio Insurance mit Calls ... 410
6.2.2 Dynamische Strategien ... 412
6.2.2.1 Synthetischer Put ... 412
6.2.2.2 Constant-Proportion Portfolio Insurance (CPPI) ... 416
6.3 Portfolio Insurance Strategien für Anleiheportfolios ... 420
6.4 Beurteilung des Portfolio Insurance Konzeptes ... 421

7 Bewertung von Optionsscheinen und sonstigen Anlageinstrumenten ... 424
7.1 Optionsscheine ... 424
7.1.1 Aktienoptionsscheine ... 425
7.1.1.1 Kennzahlenorientierte Bewertung ... 425
7.1.1.2 Optionspreistheoretische Bewertung ... 429
7.1.2 Währungsoptionsscheine ... 432
7.1.2.1 Kennzahlenorientierte Bewertung ... 433
7.1.2.2 Optionspreistheoretische Bewertung ... 434
7.1.3 Indexoptionsscheine ... 437
7.1.4 Zinsoptionsscheine ... 438
7.1.5 Sonstige Optionsscheine ... 440
7.1.5.1 Pfadunabhängige Warrants ... 441
7.1.5.2 Pfadabhängige Warrants ... 443
7.1.5.3 Warrants auf mehrere Basiswerte ... 444
7.2 Sonstige Anlageinstrumente ... 445
7.2.1 Genussscheine ... 445
7.2.1.1 Wandelgenussscheine ... 447
7.2.1.2 Optionsgenussscheine ... 448
7.2.2 Indexanleihen ... 449
7.2.3 Caps, Floors und Collars ... 452
7.2.4 Index-Partizipations-Scheine ... 453

8 Termingeschäfte ... 455
8.1 Überblick ... 455
8.2 Futures ... 458
8.2.1 Grundlagen des Futurehandels ... 458
8.2.1.1 Clearing ... 458
8.2.1.2 Marginsystem ... 459
8.2.1.3 Glattstellung und Open Interest ... 461
8.2.1.4 Auftragsarten ... 461
8.2.1.5 Fair Value ... 462
8.2.1.6 Basis und Basisrisiko ... 471
8.2.2 Zinsfutures an der Eurex ... 473
8.2.2.1 Euro Bund Futures ... 474
8.2.2.2 Euro Bobl Futures ... 481
8.2.2.3 Euro Buxl Futures ... 482
8.2.2.4 Euro Schatz Futures ... 483
8.2.2.5 CONF Futures ... 484
8.2.3 Aktienindex-Futures ... 485
8.2.4 Rohstoff-Futures ... 488
8.2.5 Anwendungsmöglichkeiten von Futures ... 495

8.2.5.1 Hedging ... 496
8.2.5.1.1 Hedging mit Zinsfutures ... 496
8.2.5.1.2 Hedging mit DAX® Futures ... 500
8.2.5.1.3 Hedging mit Rohstoff-Futures ... 502
8.2.5.2 Arbitrage ... 504
8.2.5.2.1 Arbitrage mit Euro Buxl, Euro Bund und Euro Bobl Futures ... 504
8.2.5.2.2 Arbitrage mit DAX® Futures ... 506
8.2.5.3 Trading ... 508
8.2.5.3.1 Trading mit Zinsfutures ... 509
8.2.5.3.2 Trading mit DAX® Futures ... 511
8.3 Optionen ... 512
8.3.1 Grundlagen des Optionshandels ... 512
8.3.2 Aktienoptionen an der Eurex ... 513
8.3.2.1 Aktienoptionen auf Deutsche Aktien ... 513
8.3.2.2 Tradingstrategien ... 515
8.3.2.2.1 Singuläre Handelsstrategien ... 516
8.3.2.2.1.1 Long Call ... 516
8.3.2.2.1.2 Short Call ... 517
8.3.2.2.1.3 Long Put ... 518
8.3.2.2.1.4 Short Put ... 519
8.3.2.2.2 Kombinierte Tradingstrategien ... 520
8.3.2.2.2.1 Synthetische Futures ... 521
8.3.2.2.2.2 Split Strike Futures ... 523
8.3.2.2.2.3 Spreads ... 524
8.3.2.2.2.3.1 Vertical- bzw. Price-Spreads ... 524
8.3.2.2.2.3.2 Butterflies ... 526
8.3.2.2.2.3.3 Condors ... 528
8.3.2.2.2.3.4 Ratio-Spreads ... 530
8.3.2.2.2.3.5 Back-Spreads ... 532
8.3.2.2.2.3.6 Horizontal-Spreads ... 534
8.3.2.2.2.3.7 Diagonal-Spreads ... 537
8.3.2.2.2.4 Straddles ... 539
8.3.2.2.2.5 Strangles ... 541
8.3.2.2.2.6 Straps ... 542
8.3.2.2.2.7 Strips ... 544
8.3.2.3 Arbitragestrategien ... 548
8.3.2.3.1 Conversion ... 548
8.3.2.3.2 Reversal ... 549
8.3.2.3.3 Box ... 549
8.3.2.4 Hedgingstrategien ... 550
8.3.2.4.1 Fixed-Hedge ... 551
8.3.2.4.2 Delta-Hedging ... 552
8.3.2.4.3 Gamma-Hedging ... 554
8.3.3 Aktienindexoptionen an der Eurex ... 556
8.3.3.1 DAX® Option ... 556
8.3.4 Zinsoptionen an der Eurex ... 558
8.3.4.1 Option auf Euro Bund Future ... 558
8.3.4.2 Option auf Euro Bobl Future ... 560

8.3.4.3 Option auf Euro Schatz Future ... 561
8.3.5 Währungsoptionen an der Eurex ... 562
8.3.6 Rohstoff-Optionen ... 564
8.4 Swaps ... 565
8.4.1 Währungsswaps ... 565
8.4.2 Zinsswaps ... 569
8.4.3 Innovationen bei Swap-Geschäften ... 571
8.4.4 Optionen auf ein Swap-Geschäft ... 572
8.4.5 Entwicklung der Swap-Märkte ... 573
8.5 Kreditderivate ... 574
8.5.1 Kreditrisikomanagement mit Kreditderivaten ... 576
8.5.1.1 Aktivmanagement ... 577
8.5.1.2 Passivmanagement ... 577
8.5.1.3 Eigenhandel ... 578
8.5.2 Vertragsgestaltung und Produkttypen ... 578
8.5.2.1 Kreditereignis und Ausgleichszahlung ... 578
8.5.2.2 Produkttypen ... 579
8.5.2.2.1 Credit Default Swap ... 580
8.5.2.2.2 Credit Linked Note ... 582
8.5.2.2.3 Credit Spread Option ... 583
8.5.2.2.4 Total Return Swap ... 584
8.5.3 Problembereiche ... 585
8.5.4 Einsatz von Kreditderivaten bei synthetischen Verbriefungen ... 586

9 Performance-Messung und -Attribution ... 590
9.1 Performance-Messung ... 590
9.1.1 Performance-Begriff ... 591
9.1.2 Portfolioorientierte Renditeberechnung ... 592
9.1.3 Portfolioorientierte Risikobestimmung ... 596
9.1.4 Festlegung der Benchmark ... 597
9.2 Performancemaße ... 600
9.2.1 Sharpe-Maß ... 600
9.2.2 Treynor-Maß ... 603
9.2.3 Jensen-Maß ... 606
9.2.4 Alternative Ansätze zur Performance-Messung ... 608
9.2.5 Beurteilung der Performancemaße ... 609
9.2.6 Ein moderner Performance-Ansatz: Das Omega-Maß ... 610
9.3 Performance-Attribution ... 616
9.3.1 Selektivität ... 617
9.3.2 Timing ... 618
9.3.3 Zufall ... 620

Literaturverzeichnis ... 621
Stichwortverzeichnis ... 648

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Effizienzkurve 9
Abb. 1.2: Effizienzkurven bei alternativen Korrelationskoeffizienten 12
Abb. 1.3: Graphische Bestimmung des optimalen Portfolios 14
Abb. 1.4: Zusammenhang zwischen Aktienrendite und Indexrendite 17
Abb. 1.5: Kapitalmarktgerade 23
Abb. 1.6: Das optimale Portfolio bei Vorliegen der Kapitalmarktlinie 24
Abb. 1.7: Wertpapierlinie 27
Abb. 1.8: APT-Hyperebene mit zwei Risikofaktoren 33
Abb. 1.9: Regressionsgerade im Marktmodell 38
Abb. 1.10: Heteroskedastizität der Residuen 40
Abb. 1.11: Beziehung der drei Abstufungen von Informationseffizienz untereinander 42
Abb. 1.12: Januarrenditen des Aktienindex des Statistischen Bundesamtes 46
Abb. 2.1: Magisches Dreieck der Kapitalanlagen 52
Abb. 2.2: Formen der Unsicherheit 56
Abb. 2.3: Dichtefunktion einer Standardnormalverteilung 59
Abb. 2.4: Normal- und Häufigkeitsverteilung eines simulierten GARCH-Prozesses 64
Abb. 2.5: Ausfallwahrscheinlichkeit 66
Abb. 2.6: Vereinfachte Berechnung des Betafaktors 67
Abb. 2.7: Siemens-Aktie im Vergleich zum DAX® 68
Abb. 2.8: 250-Tage Volatilität und Residualvolatilität der Allianzaktie 70
Abb. 2.9: Unterschiedliche Korrelationskoeffizienten 72
Abb. 2.10: Tracking Error bei alternativer Portfoliogröße 73
Abb. 2.11: Renditedifferenz eines Portfolios zum DAX® 74
Abb. 2.12: Unterschied zwischen Korrelation und Tracking Error 75
Abb. 2.13: Erläuterung zum Value at Risk (VaR) 76
Abb. 2.14: Beispiel zur graphischen Bestimmung des VaR 77
Abb. 2.15: VaR-Konzepte 79
Abb. 2.16: Anschauliche Erläuterung der Rand-Risikomaße 81
Abb. 2.17: Zeithorizont und Ausfallwahrscheinlichkeit 84
Abb. 2.18: Zeithorizonteffekt bei Kapitalanlagen 85
Abb. 2.19: Dreistufige Konzeption der Asset Allocation 86
Abb. 2.20: Wirtschaftsszenarien 89
Abb. 2.21: Ermittlung einer Renditeprognose durch Szenarien 90
Abb. 2.22: Darstellung einer linearen Einfachregression 94
Abb. 2.23: Alternative Regressionsfunktionen 94
Abb. 2.24: Diversifikationsebenen der Asset Allocation i.w.S. 96
Abb. 2.25: Preisentwicklung ausgewählter Rohstoff-Indizes 98
Abb. 2.26: Assetklassen 99
Abb. 2.27: Rendite/Risiko-Kombinationen von Assetklassen in den USA (1960-84) 101
Abb. 2.28: Die Effizienzlinie der vier Assetklassen 101
Abb. 2.29: Börsenkapitalisierung wichtiger Industrienationen in Mrd. EUR (nicht saison bereinigt) 104
Abb. 2.30: Portfoliolinie bei internationaler Diversifikation 105
Abb. 2.31: Vergleich zwischen nationaler und internationaler Diversifikation 106

Abb. 2.32: Kursverlauf des EUR gegenüber dem USD (seit 1971) ... 108
Abb. 2.33: Kursverlauf des EUR gegenüber dem YEN (seit 1987) ... 108
Abb. 2.34: Verlauf von USD und S&P 500 von 04/2007 bis 04/2017 ... 110
Abb. 2.35: Risikokorrelation von Auslandsanlagen zwischen Markt- und Wechselkurs ... 113
Abb. 2.36: Diversifikationsebenen innerhalb der Assetklassendiversifikation ... 119
Abb. 2.37: Graphische Darstellung der Datenausgangssituation ... 120
Abb. 2.38: Portfoliolinien alternativer Korrelationskoeffizienten im 2-Anlagen-Fall ... 123
Abb. 2.39: Portfoliolinie bei fünf deutschen Aktien ... 126
Abb. 2.40: Diversifikationsmechanismus der Asset Allocation ... 126
Abb. 2.41: Nutzenfunktion bei Risikoaversion ... 128
Abb. 2.42: Bündel von Indifferenzkurven bei Risikoaversion ... 129
Abb. 2.43: Graphische Ermittlung des optimalen Portfolios ... 131
Abb. 2.44: Zwei exemplarische Musterportfolios ... 132
Abb. 2.45: Risikoreduktionspotential in Abhängigkeit von der Portfoliogröße ... 134
Abb. 2.46: Inflation im Euroraum ... 138
Abb. 3.1: Entwicklung des Dreimonats-EURIBOR sowie der realtiven Änderung zur Vorperiode in Prozent ... 146
Abb. 3.2: Funktion des Net Present Value ... 150
Abb. 3.3: Alternative Zinsstrukturkurven ... 156
Abb. 3.4: Kupon- versus Zerobondstrukturkurve bei normaler Zinsstruktur ... 165
Abb. 3.5: Ansteigendes Interpolationspolynom bei Transaktionskosten ... 167
Abb. 3.6: Fallendes Ausgleichspolynom bei Transaktionskosten ... 168
Abb. 3.7: S-förmiger Verlauf der Svenssonkurve im Verhältnis zur Laguerre-Funktion ... 173
Abb. 3.8: Quadratische Splinefunktion mit Intervallgrenzen bei drei und sieben Jahren ... 174
Abb. 3.9: Schnittpunktlösung der Duration ... 177
Abb. 3.10: Zusammenhang zwischen Marktzins und Anleihekurs ... 182
Abb. 3.11: Einfluss der Key Rates Änderungen ... 186
Abb. 3.12: Theoretischer Kursverlauf eines Zerobonds bei alternativen Marktzinssätzen ... 191
Abb. 3.13: Zahlungsprofil einer Aktienanleihe ... 198
Abb. 3.14: Kumulative Ausfallraten von S&P´s in % für den Zeitraum 1981 bis 2015 ... 204
Abb. 3.15: Univariate Diskriminanzanalyse ... 212
Abb. 3.16: Ergebnis einer linearen Diskriminanzanalyse auf Basis zweier Kennzahlen ... 213
Abb. 3.17: Künstliches Neuronales Netz zur Bonitätsprüfung ... 214
Abb. 3.18: Overlearning bei der Bonitätsprüfung ... 214
Abb. 3.19: Das KNN von Baetge et al. ... 215
Abb. 3.20: Strategievarianten bei Anleiheportfolios ... 216
Abb. 4.1: Marktsegemente der Deutschen Börse AG ... 223
Abb. 4.2: Aktienindizes der Deutschen Börse AG ... 224
Abb. 4.3: Unterteilung der Fundamentalanalyse bei Aktien ... 238
Abb. 4.4: Verlauf von DAX® und EUR/USD ... 240
Abb. 4.5: Ifo-Geschäftsklimaindex ... 244
Abb. 4.6: Abgrenzungen möglicher wertbestimmender Überschussgrößen ... 246
Abb. 4.7: Systematisierung der Discounted Cash Flow-Verfahren ... 252

Abb. 4.8: Berücksichtigung der Unsicherheit in der Unternehmensbewertung 254
Abb. 4.9: Zirkularitätsproblem des Equity-Ansatzes 261
Abb. 4.10: EVA, MVA und Unternehmenswert am Beispiel der Muster AG 267
Abb. 4.11: Zahlungsprofil als Grundlage des CFROI 270
Abb. 4.12: Linienchart der Bayer AG-Aktie 278
Abb. 4.13: Balkenchart der Bayer AG-Aktie 279
Abb. 4.14: Point & Figure-Chart 280
Abb. 4.15: Grundelemente eines Candlestick-Charts 281
Abb. 4.16: Kauf- und Verkaufssignale nach der Candlestick-Technik (Beispiele) 281
Abb. 4.17: Trendumkehrformationen der Dow Theorie 283
Abb. 4.18: Widerstands- und Unterstützungslinien 285
Abb. 4.19: Prinzip der Elliot-Wellen-Theorie am Beispiel eines Haussezyklus 287
Abb. 4.20: Momentumdarstellung beim DAX® 289
Abb. 4.21: Langfrist-Indexchart des DAX® mit eingezeichnetem Trendkanal (1980-2002) 291
Abb. 4.22: Kursgraphik mit dem Index der relativen Stärke (RSI) beim DAX® 295
Abb. 4.23: Schematische Darstellung von Trendumkehrformationen 296
Abb. 4.24: Schematische Darstellung von Trendbestätigungsformationen 298
Abb. 4.25: Biologisches (links) und künstliches (rechts) neuronales Netz 302
Abb. 4.26: Informationsverarbeitung im Neuron u_j 303
Abb. 4.27: Typische Aktivierungsfunktionen 304
Abb. 4.28: Feedforward-Netz (links) und Feedback-Netz (rechts) 305
Abb. 4.29: Overlearning 308
Abb. 4.30: Alternative Alphafaktoren bei Aktien 312
Abb. 4.31: Wertpapierlinie am Beispiel des deutschen Aktienmarktes 314
Abb. 5.1: Grundpositionen bei Optionen 323
Abb. 5.2: Gewinn- und Verlustdiagramme bei Aktienoptionen 324
Abb. 5.3: Klassifizierung von Optionspreismodellen 325
Abb. 5.4: Innerer Wert bei Call und Put am Verfalltag 326
Abb. 5.5: Zeitwertkurve einer Option in Abhängigkeit von der Restlaufzeit 327
Abb. 5.6: Optionen innerhalb ihrer theoretischen Wertgrenzen 328
Abb. 5.7: Zustandsbäume des Binomialmodells bei zwei Zeitpunkten 329
Abb. 5.8: Aktienkurs- und Callpreisentwicklung bei drei Perioden 335
Abb. 5.9: Hypothetische Aktienkursentwicklung im Drei-Periodenfall 336
Abb. 5.10: Zustandsbaum der Call-Bewertung im Drei-Periodenfall 338
Abb. 5.11: Putpreise im Drei-Periodenfall 346
Abb. 5.12: Hypothetischer Aktienkursverlauf im Drei-Periodenfall 347
Abb. 5.13: Zustandsbaum der Put-Bewertung im Drei-Periodenfall 348
Abb. 5.14: Zustandsbaum bei amerikanischen Put-Optionen im Drei-Periodenfall 350
Abb. 5.15: Black & Scholes-Bewertungsfunktion für Calls 355
Abb. 5.16: Flächen- und Funktionswert der Standardnormalverteilung bei d_i 356
Abb. 5.17: Call-Delta in Abhängigkeit des Aktienkurses und seiner Volatilität 364
Abb. 5.18: Put-Delta in Abhängigkeit des Aktienkurses und dessen Volatilität 365
Abb. 5.19: Options-Gamma in Abhängigkeit des Aktienkurses und der Restlaufzeit 366
Abb. 5.20: Call-Omega in Abhängigkeit des Aktienkurses und dessen Volatilität 367
Abb. 5.21: Put-Omega in Abhängigkeit des Aktienkurses und dessen Volatilität 368
Abb. 5.22: Call-Rho in Abhängigkeit des Aktienkurses und der Optionsrestlaufzeit 369
Abb. 5.23: Put-Rho in Abhängigkeit des Aktienkurses und der Optionsrestlaufzeit 370

Abb. 5.24: Call-Theta in Abhängigkeit des Aktienkurses und der Optionsrestlaufzeit ... 371
Abb. 5.25: Put-Theta in Abhängigkeit des Aktienkurses und der Optionsrestlaufzeit .. 372
Abb. 5.26: Vega in Abhängigkeit vom Aktienkurs und der Restlaufzeit der Option 373
Abb. 5.27: Put- und Callpreisverlauf in Abhängigkeit des Aktienkurses ... 375
Abb. 5.28: Konvergenz von Binomial- und Black & Scholes-Callpreisen ... 377
Abb. 5.29: "Smile" von Optionspreisen ... 379
Abb. 5.30: Implizite Volatilitäten von DAX®-Optionen (RLZ: 59 Tage) am 23.10.01 379
Abb. 5.31: Potentielle Kursverläufe einer Anleihe ... 386
Abb. 5.32: Volatilität bei Aktien und Anleihen im Zeitablauf ... 386
Abb. 5.33: Binomialbaum für die Zinsstrukturkurve aus Tab. 5.12 ... 393
Abb. 5.34: Binomialbaum für die Call-Bewertung auf einen Zerobond aus Tab. 5.12 . 395
Abb. 6.1: Wertverlauf eines Aktienportfolios ... 403
Abb. 6.2: Symmetrische vs. asymmetrische Renditeverteilung ... 404
Abb. 6.3: Klassifizierung von Portfolio Insurance Strategien für Aktienportfolios 405
Abb. 6.4: Portfolio Insurance mit einem Protective Put ... 407
Abb. 6.5: Portfolio Insurance mit Calls und einer Festzinsanlage ... 411
Abb. 6.6: Vergleich zwischen CPPI und Buy and Hold Strategie ... 419
Abb. 7.1: Optionsscheinwert in Abhängigkeit vom Aktienkurs (I) ... 427
Abb. 7.2: Optionsscheinwert in Abhängigkeit vom Aktienkurs (II) ... 427
Abb. 7.3: Renditeverlauf des MEGA-Zertifikats in Abhängigkeit des DAX® ... 450
Abb. 7.4: Anleiherendite in Abhängigkeit vom DAX® ... 451
Abb. 8.1: Systematisierung von Termingeschäften ... 455
Abb. 8.2: Umsätze an den fünf größten (gemäß Kontrakten) internationalen Terminbörsen 2016 ... 457
Abb. 8.3: Unterschiedliche Definitionen des Begriffs "Basis" ... 466
Abb. 8.4: Entwicklung der Basis beim DAX® Future ... 471
Abb. 8.5: Basisentwicklung bei alternativem Verlauf der Zinsstrukturkurve ... 473
Abb. 8.6: Preisentwicklung von Erdöl von 1950 bis heute ... 489
Abb. 8.7: Terminkurve Gold ... 493
Abb. 8.8: Terminkurve Silber ... 494
Abb. 8.9: Terminkurve WTI Öl ... 494
Abb. 8.10: Terminkurve Mais ... 494
Abb. 8.11: Terminkurve Brent Öl ... 495
Abb. 8.12: Terminkurve Weizen ... 495
Abb. 8.13: Prinzip des Hedging dargestellt als Short Hedge ... 497
Abb. 8.14: Hedging von Öl und Heizöl mit Öl-Future ... 503
Abb. 8.15: Long und Short Call ... 517
Abb. 8.16: Long und Short Put ... 519
Abb. 8.17: Long und Short Future ... 522
Abb. 8.18: Long und Short Split Strike Futures ... 523
Abb. 8.19: Bull- und Bear-Price-Spread ... 525
Abb. 8.20: Long und Short Butterfly ... 527
Abb. 8.21: Long und Short Condor ... 529
Abb. 8.22: Ratio-Call und Ratio-Put-Spread ... 531
Abb. 8.23: Call- und Put-Ratio-Back-Spread ... 533
Abb. 8.24: Long und Short Time-Spread ... 536
Abb. 8.25: Bull- und Bear-Diagonal-Spread ... 538

Abb. 8.26: Long und Short Straddle 539
Abb. 8.27: Long und Short Strangle 541
Abb. 8.28: Long und Short Strap 543
Abb. 8.29: Long und Short Strip 545
Abb. 8.30: Conversion 548
Abb. 8.31: Reversal 549
Abb. 8.32: Long Box 550
Abb. 8.33: Kontraktspezifikationen der LME Kupfer Option 564
Abb. 8.34: Kontraktspezifikationen der LME Aluminium Option 565
Abb. 8.35: Zahlungsstruktur eines Währungsswaps aus Sicht der Weltbank 566
Abb. 8.36: Vier Grundformen von Kreditderivaten 580
Abb. 8.37: Credit Default Swap 581
Abb. 8.38: Credit Linked Note 582
Abb. 8.39: Credit Spread Put 584
Abb. 8.40: Total Return Swap 585
Abb. 9.1: Anwendungsfelder der Performance-Messung 591
Abb. 9.2: Mögliche Risikodefinitionen im Rahmen der Performance-Messung 596
Abb. 9.3: Graphische Darstellung des Sharpe-Maßes 602
Abb. 9.4: Graphische Darstellung des Treynor-Maßes 604
Abb. 9.5: Graphische Darstellung des Jensen-Maßes 607
Abb. 9.6: Wahrscheinlichkeitsgewichtete Gewinne und Verluste (I) 612
Abb. 9.7: Wahrscheinlichkeitsgewichtete Gewinne und Verluste (II) 612
Abb. 9.8: Wahrscheinlichkeitsgewichtete Gewinne und Verluste (III) 613
Abb. 9.9: Dichtefunktionen 614
Abb. 9.10: Omega-Funktionen von A und B 615
Abb. 9.11: Regressionsgeraden zur Erkennung von Selektivität und Timing 619

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1: Kovarianz-Matrix im Zwei-Anlagen-Fall ... 10
Tab. 1.2: Inputdatenmatrix im Markowitz-Modell ... 15
Tab. 1.3: Inputdatenmatrix beim Indexmodell ... 20
Tab. 2.1: Exemplarische Zahlungsreihe ... 53
Tab. 2.2: Dateninput der Volatilitätsberechnung ... 61
Tab. 2.3: Dateninput für die Residualvolatilität ... 69
Tab. 2.4: Beispielhafte Berechnung von Korrelationskoeffizienten ... 71
Tab. 2.5: Rendite/Risiko-Profil von Assetklassen in den USA im Zeitraum 1960-84 ... 100
Tab. 2.6: Renditekorrelationsmatrix der Assetklassen ... 100
Tab. 2.7: Rendite/Risiko-Kombinationen der Effizienzlinie ... 102
Tab. 2.8: Rendite/Risiko-Übersicht verschiedener Anlageformen in USD ... 104
Tab. 2.9: Korrelationsmatrix für die Renditen verschiedener Anlageformen ... 105
Tab. 2.10: Rendite/Risiko-Kombinationen bei alternativen Gewichtungen ... 106
Tab. 2.11: Rendite/Risiko-Übersicht ... 109
Tab. 2.12: Anlage-Markt-Korrelationsmatrix ... 114
Tab. 2.13: Wechselkurs-Korrelationsmatrix ... 114
Tab. 2.14: Markt-Wechselkurs-Korrelationsmatrix ... 115
Tab. 2.15: Kreuzkorrelationsmatrix von Märkten und Fremdwährungswechselkursen ... 116
Tab. 2.16: Daten des Zwei-Anlagen-Falls ... 120
Tab. 2.17: Rendite/Risikokombinationen bei verscheidenen Korrelationskoeffizienten ... 122
Tab. 2.18: 250-Tage-Volatilität und Korrelation des ausgewählten Index und dessen beispielhafte Wertpapiere ... 124
Tab. 2.19: Korrelationsmatrix ausgewählter deutscher Standardwerte ... 124
Tab. 2.20: Ausgewählte Volatilitätswerte ... 125
Tab. 2.21: Ausgewählte Renditewerte ... 125
Tab. 3.1: Hypothetische Zahlungsreihen zweier Anleihen ... 148
Tab. 3.2: Zahlungsreihe einer Anleihe ... 149
Tab. 3.3: Zerlegung einer Anleihe in Zerobonds ... 151
Tab. 3.4: Zahlungsreihe mit vier Perioden ... 153
Tab. 3.5: Modifizierte Zahlungsreihe der Beispielanleihe ... 155
Tab. 3.6: Renditestruktur als Grundlage des REX ... 158
Tab. 3.7: Zweijähriges Zerobondgeschäft ... 161
Tab. 3.8: Dreijähriges Zerobondgeschäft ... 161
Tab. 3.9: Anleihezahlungsströme zur Ermittlung von Spot Rates ... 161
Tab. 3.10: Forward-Geschäfte von $t_1 - t_2$ ... 162
Tab. 3.11: Forward-Geschäfte von $t_2 - t_3$ ... 163
Tab. 3.12: Koeffizienten Svensson ... 173
Tab. 3.13: Spezifikationen eines Anleiheportfolios ... 180
Tab. 3.14: Vergleich von konvexitäts- und durationsinduzierten Preisabschätzungen ... 184
Tab. 3.15: Einfluss der Key Rates Änderungen ... 187
Tab. 3.16: Konstruktion eines Reverse Floaters ... 193
Tab. 3.17: Zahlungsstrom einer Aktienanleihe ... 196

Tab. 3.18: Aussage, Inhalt und Rangfolge bei Ratingsymbolen 203
Tab. 3.19: Ratingsymbole bei Geldmarktpapieren 203
Tab. 4.1: Berechnung der erwarteten Schwankungsbreite des DAX® 231
Tab. 4.2: Ermittlung der freien Cash Flows 253
Tab. 4.3: Freie Cash Flows der Muster AG 257
Tab. 4.4: Berechnung der NOPAT der Muster AG 263
Tab. 4.5: Kapitalbindung der Muster AG 263
Tab. 4.6: Bestimmung der EVA der Muster AG 264
Tab. 4.7: Systematisierung der Bereinigungen von NOPAT und gebundenem Kapital 265
Tab. 4.8: Korrigierte EVA-Berechnung der Muster AG 267
Tab. 4.9: Erwartete Gewinne pro Aktie der Beispiel AG 268
Tab. 4.10: Bestimmung der Residualgewinne der Beispiel AG 269
Tab. 4.11: Einfaches Cash Flow-Ermittlungsschema 273
Tab. 4.12: Berechnung der Advance-Decline-Linie 284
Tab. 5.1: Duplikationsportfolio 330
Tab. 5.2: Zahlungsreihe eines Call-Verkaufs 333
Tab. 5.3: Duplizierung eines Call-Verkaufs 333
Tab. 5.4: Numerisches Duplikationsportfolio 334
Tab. 5.5: Arbitragemöglichkeiten im Duplikationsportfolio 334
Tab. 5.6: Aufzinsungsmechanismus 338
Tab. 5.7: Duplikationsportfolio beim Put 343
Tab. 5.8: Zahlungsreihe eines Put-Kaufs 345
Tab. 5.9: Duplikation des Put-Kaufs 345
Tab. 5.10: Put-Call-Parität 351
Tab. 5.11: Sensitivitätskennzahlen bei Optionen 374
Tab. 5.12: Beispiel einer Zinsstruktur 392
Tab. 6.1: Protective Put bei sechsmonatigem Planungshorizont und steigendem DAX® 409
Tab. 6.2: Protective Put bei sechsmonatigem Planungshorizont und fallendem DAX® 409
Tab. 6.3: Portfoliorendite mit und ohne Protective Puts 410
Tab. 6.4: Ergebnisvergleich zwischen CPPI und Buy and Hold Strategie 418
Tab. 6.5: Replizierung eines synthetischen Zins-Puts 421
Tab. 7.1: Ausgangsdaten des A-Optionsscheins 426
Tab. 7.2: Ausgangsdaten des B-Optionsscheins 433
Tab. 7.3: Ausgangsdaten des C-Optionsscheins 439
Tab. 7.4: Einflussfaktoren auf Zinsoptionsscheine 440
Tab. 7.5: Übersicht exotischer Optionen 441
Tab. 8.1: Kontraktspezifikationen beim Euro Bund Future 474
Tab. 8.2: Parameter zur Bestimmung des Konversionsfaktors 479
Tab. 8.3: Beispiel für eine Cheapest-to-Deliver Anleiheselektion 481
Tab. 8.4: Kontraktspezifikationen beim Euro Bobl Future 482
Tab. 8.5: Kontraktspezifikationen beim Euro Buxl Future 483
Tab. 8.6: Kontraktspezifikationen beim Euro Schatz Future 484
Tab. 8.7: Kontraktspezifikationen beim CONF Future 485
Tab. 8.8: Übersicht Aktienindex-Futures der Eurex (Auswahl) 486
Tab. 8.9: Kontraktspezifikationen beim DAX® Future 487

Tab. 8.10: Auswahl an Rohstoffterminbörsen inklusive geahndelter Rohstoffe 491
Tab. 8.11: Beispiel eines Short Hedge mit Euro Bund Future-Kontrakten 500
Tab. 8.12: Ermittlung eines Portfolio-Betafaktors..... 501
Tab. 8.13: Hedging von Öl und Heizöl mit Öl-Future..... 503
Tab. 8.14: Cash and Carry Arbitrage mit DAX® Futures 507
Tab. 8.15: Reverse Cash and Carry Arbitrage 508
Tab. 8.16: Preistableau für Euro Bobl Futurekontrakte 510
Tab. 8.17: Preistableau für Bund und Bobl Future 510
Tab. 8.18: Ausübungspreise (Standard) an der Eurex 514
Tab. 8.19: Optionscharakteristika der singulären Handelsstrategien..... 520
Tab. 8.20: Charakteristika von kombinierten Optionsstrategien 547
Tab. 8.21: Delta-Hedging einer Aktienposition..... 553
Tab. 8.22: Gamma-Hedging einer Aktienposition..... 555
Tab. 8.23: Übersicht Aktienindex Optionen der Eurex (Auswahl)..... 556
Tab. 8.24: Kontraktspezifikationen bei der DAX® Option..... 557
Tab. 8.25: Kontraktspezifikationen bei der Euro Bund Future-Option 559
Tab. 8.26: Kontraktspezifikationen bei der Euro Bobl Future-Option 561
Tab. 8.27: Kontraktspezifikationen bei der Euro Schatz Future-Option 562
Tab. 8.28: Kontraktspezifikationen bei der USD/DM-Option..... 563
Tab. 8.29: Systematisierung der Einsatzmöglichkeiten von Swapgeschäften 567
Tab. 8.30: Zinskonditionen für Kreditmittelbeschaffungen..... 569
Tab. 8.31: Zahlungsströme aus Anleiheemission und Zinsswap 570
Tab. 9.1: Ausgangsdaten der Renditeberechnung..... 593
Tab. 9.2: Zeitgewichtete Rendite bei Fonds A 594
Tab. 9.3: Zeitgewichtete Rendite bei Fonds B..... 595
Tab. 9.4: Gängige Benchmark-Indizes in Deutschland 599
Tab. 9.5: Ausgangsdaten der Performancebestimmung 601

1 Theoretische Grundlagen des Wertpapiermanagements

1.1 Überblick

Die Theorie des Wertpapiermanagements versucht unter anderem folgende Fragen zu beantworten: Was determiniert den Wert eines Anlagegutes? In welchem Verhältnis steht dieser zu dem am Markt beobachteten Preis? Wie wirkt sich die Unsicherheit über den Anlageerfolg aus? Welche Bedeutung haben unterschiedliche Risikoeinstellungen und Anlagehorizonte? Nach welchen Kriterien sind individuelle und institutionelle Anlageentscheidungen zu treffen? Die Beantwortung der letzten Frage hängt entscheidend von der zuvor angesprochenen Preisbildung ab. Je stärker Wert und Preis prognostizierbar voneinander abweichen, desto wahrscheinlicher ist ein aktiver Anlagestil in Form des Timing oder der Aktienauswahl anzutreffen. Entspricht hingegen der Wert dem Preis, treten die beiden vorangegangenen Strategien zu Gunsten eines passiven Wertpapiermanagements in den Hintergrund. Ungeachtet der aktiven oder passiven Grundeinstellung können Aussagen über vernünftiges Anlageverhalten nicht getroffen werden, ohne wesentliche Restriktionen in der realen Welt wie Steuern, Transaktionskosten sowie Informationsasymmetrien zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern und die damit verbundenen Reibungsverluste (Agency Costs) zu berücksichtigen.

Ausgangspunkt all dieser Fragen sind die Märkte, auf denen die diversen Finanztitel gehandelt werden. Ein wesentlicher Aspekt ergibt sich aus der Fristigkeit: Geldmarktpapiere sind kurzfristiger Natur, während Kapitalmarkttitel vornehmlich der Finanzierung langfristiger Investitionsvorhaben dienen. Die Trennlinie ist allerdings nicht scharf zu ziehen. Zuordnungsprobleme treten z.B. dann auf, wenn kurzfristige Papiere revolvierend aufgelegt werden, um einen langfristigen Kapitalbedarf zu decken.

Zu den wichtigsten Wertpapierkategorien zählen unter rechtlichen und Risikogesichtspunkten Aktien, Anleihen und Mischformen von Eigen- und Fremdkapital (z.B. Optionsanleihen). Daneben hat in den letzten Jahren die Bedeutung innovativer Instrumente stark zugenommen. Für sie wurde der heutige Modebegriff Finanzderivate geprägt. Er erklärt sich aus der Erkenntnis heraus, dass Kuponanleihen, Optionen, Futures und Swaps aus den Basiselementen Zerobonds und Aktien abgeleitet werden können. Dieses "Baukastenprinzip" führte zu einer äußerst fruchtbaren Entwicklung sowohl hinsichtlich der Bewertung der Derivate als auch der Konstruktion neuer abgeleiteter Finanzierungsinstrumente (Finanzchemie, Financial Engineering). Daraus resultiert die Möglichkeit, beliebige Risikoprofile zu generieren, also z.B. eine Versicherungsleistung oder auch eine vollständig risikolose Anlage (perfektes Hedging) nachzubilden. Ökonomisch identische Güter lassen sich so in vielfältiger Weise reproduzieren, was über Arbitrageprozesse die Preisbildung nachhaltig beeinflusst.

Die Hauptaufgabe des Kapitalmarkts besteht in der effizienten Allokation der Kapitalströme. Die Allokationsfunktion betrifft in erster Linie den *Primärmarkt*, an dem neu geschaffene Finanztitel platziert werden. Als Emittenten treten vor allem Unternehmen und öffentliche Einrichtungen auf. Um ihren Platzierungserfolg zu sichern, müssen sie den Investoren einen genügend großen Kaufanreiz in Form einer attraktiven Verzinsung bieten. Erfolgreiche Unternehmen mit viel versprechenden Expansionsmöglichkeiten sind dazu leichter in der Lage als Unternehmen, die nicht gewinnbringend arbeiten. Das angebotene Kapital wird daher denjenigen Verwendungen zugeführt, welche die profitabelsten Investitionen erwarten lassen.

Am *Sekundärmarkt* werden die bereits emittierten Wertpapiere zwischen den Marktteilnehmern gehandelt. Auf den ersten Blick könnte die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Sekundärmarkts als gering angesehen werden, weil scheinbar kein Mehrwert geschaffen wird. Den Gewinnen eines Investors stehen notwendigerweise Verluste anderer Investoren in gleicher Höhe gegenüber. Allerdings wird dabei der Vermögensverteilungseffekt übersehen: Der Handel am Sekundärmarkt ermöglicht den Marktteilnehmern, ihre Vermögensstruktur bei Bedarf zu verändern, Fristen beliebig zu transformieren, Risiken gegen Entgelt auf andere Investoren abzuwälzen oder neue Risiken zu übernehmen. All dies erhöht die Bereitschaft, Wertpapiere am Kapitalmarkt zu erwerben. Auf diese Weise ergeben sich Rückkoppelungen zur Allokation am Primärmarkt.

Inwieweit Allokationseffizienz erreicht wird, hängt ganz wesentlich von der Preisbildung auf dem Kapitalmarkt ab. Die Marktpreise von Wertpapieren entsprechen nur dann ihrem fundamental gerechtfertigten Wert, wenn bei der Preisbildung alle verfügbaren Informationen berücksichtigt wurden. Aus der Sicht eines einzelnen Investors, der in der Regel als Mengenanpasser agiert, sind die Marktpreise wichtige Eingangsdaten für seine Anlageentscheidungen. Die Informationsverarbeitung und die Preisbildung am Kapitalmarkt stehen daher im Mittelpunkt der Kapitalmarktforschung und der Theorie des Wertpapiermanagements.

Das Wertpapiermanagement hat sich in den letzten vier Jahrzehnten zu einem Kernbereich der Finanzierungstheorie entwickelt. Aufbauend auf grundlegenden Arbeiten von *Markowitz*, *Sharpe*, *Lintner*, *Mossin*, *Black* und *Scholes* ist ein gefestigtes Theoriegebäude entstanden, das von vielen Fachvertretern zum Paradigma erhoben wurde. In der akademischen Literatur nimmt die Kapitalmarkttheorie unverändert einen breiten Raum ein. Die Diskussion blieb aber keineswegs auf die Universitäten beschränkt. Viel mehr wurden die theoretischen Erkenntnisse zu einem beachtlichen Teil in die Praxis des Wertpapiermanagements übertragen. Die Aufgaben und Methoden des Investment-Banking haben sich dadurch stark gewandelt.

Bis Ende der fünfziger Jahre war die Wertpapieranalyse durch eine einzelbetriebliche Betrachtungsweise gekennzeichnet. Wertpapiere wurden ausgehend von der Ertragsentwicklung des Unternehmens in der jüngeren Vergangenheit in "gute" und "schlechte" Titel eingeteilt. Eine Bewertungstheorie bestand nur in Ansätzen. Die Grundidee, dass der adäquate

Preis eines Wertpapiers dem Barwert der zukünftigen Überschüsse entspricht, wurde zwar allgemein anerkannt. Allerdings fehlte eine Theorie zur Erklärung der zentralen Variablen des Barwertmodells. Umstritten war besonders die Definition der zu diskontierenden Überschussgrößen. Die Verfechter der "Dividendenthese" standen den Anhängern der "Gewinnthese" fast unversöhnlich gegenüber. Die Diskontierungssätze wurden als risikoadäquate Opportunitätskostensätze aufgefasst; völlig unklar war aber, wie eine theoretisch fundierte Risikobereinigung aussehen könnte.

Für die theoretische Beschäftigung mit diesen beiden Problemkreisen hat sich die idealtypische Modellvorstellung eines vollkommenen Kapitalmarkts als sehr fruchtbar erwiesen. Vollkommene Kapitalmärkte zeichnen sich dadurch aus, dass

- keine Transaktionskosten, Steuern oder andere Friktionen existieren,
- Wertpapiere beliebig teilbar sind,
- vollständiger Wettbewerb herrscht, d.h. kein einzelner Marktteilnehmer den Preis eines Wertpapiers beeinflussen kann,
- sämtliche Informationen allen Marktteilnehmern gleichzeitig und kostenlos zur Verfügung stehen und
- alle Anleger sich rational verhalten, d.h. ihren erwarteten Nutzen entsprechend dem Bernoulli-Prinzip maximieren.

Außerdem werden Wertpapiere in den Modellen meist vereinfachend auf ihre finanzielle Dimension reduziert. Sie lassen sich folglich durch einen deterministischen oder stochastischen Zahlungsstrom charakterisieren. Nicht-finanzielle Rechte wie z.B. Stimmrechte auf der Hauptversammlung werden vernachlässigt.

An einem solchen Kapitalmarkt ist die Kontroverse "Gewinn- versus Dividendenthese" bedeutungslos. Die Diskontierung von Dividenden, (um Doppelzählungen bereinigten) Gewinnen oder auch Cash Flows führt zwangsläufig zum gleichen Ergebnis. Der Grund hierfür ist, dass die Rentabilität der Sachinvestitionen für den Anteilswert der Eigenkapitalgeber entscheidend ist. Letztlich kann nur das in Form von Dividenden ausgeschüttet werden, was an den Gütermärkten als Gewinn realisiert wird.

Für die Beantwortung der zweiten Frage nach dem Zusammenhang zwischen dem Diskontierungssatz und dem Risiko eines Wertpapiers haben die Arbeiten von *Markowitz* eine methodische Grundlage geschaffen.[1] Sein Konzept der Portfolioauswahl ("portfolio selection") untersucht das Anlageverhalten rational handelnder Investoren. Um die Entscheidungen zu quantifizieren, werden Ertrag und Risiko einer Wertpapieranlage durch zwei Parameter abgebildet: die erwartete Rendite und die Renditevarianz. Auf diese Weise lässt sich zeigen, dass durch Bildung eines Wertpapierportfolios eine Risikoreduktion im Vergleich zu den Einzelanlagen eintritt. Die Risikodiversifikation stellt sich immer dann ein, wenn die Renditen der Wertpapiere nicht vollkommen positiv miteinander korreliert sind. Entwickeln

1 Vgl. *Markowitz* (1952, 2003).

sich die Renditen sogar gegenläufig, so ist die Risikoreduktion besonders stark. Jeder risikoscheue Anleger wählt ein effizientes Portfolio, d.h. eines, das bei gleichem Risiko eine höhere Rendite und bei gleichem Ertrag ein geringeres Risiko aufweist als alle anderen möglichen Portfolios.

Das Modell der Portfolioauswahl nach *Markowitz* ist normativ ausgerichtet, weil es Handlungsempfehlungen für die Vermögensdisposition formuliert. Ob das individuelle Angebots- und Nachfrageverhalten insgesamt konsistent ist und zu einer Markträumung führt, kann nur anhand eines (explikativen) Gleichgewichtsmodells beantwortet werden. In einem solchen Modell müssten die erwarteten Renditen, die bei *Markowitz* als bekanntes Eingabedatum behandelt wurden, modellendogen bestimmt werden. Die Erweiterung der Portfoliotheorie um die gesamtmarktbezogene Perspektive führte zum Capital Asset Pricing Model (CAPM).[2] Dessen zentrales Ergebnis besagt, dass im Marktgleichgewicht die erwartete Rendite eines Wertpapiers linear mit dem für dieses Modell charakteristischen Risikomaß ansteigt.

Das CAPM erlaubte erstmals, den Rendite-Risiko-Tradeoff am Kapitalmarkt zu quantifizieren. Für Unternehmen ist das Modell wichtig, weil es die Höhe der Kapitalkosten erklärt, für Investoren ist es von Bedeutung, weil sie erfahren, welche Risiken an einem (vollkommenen) Kapitalmarkt mit einer Risikoprämie entlohnt werden und welche nicht. Natürlich abstrahiert das CAPM in vielerlei Hinsicht von den Bedingungen an realen Kapitalmärkten. Ob es dennoch wichtige Zusammenhänge korrekt erfasst, wurde in einer Fülle von empirischen Untersuchungen überprüft.[3] Während die ersten Arbeiten die Theorie zu bestätigen schienen, sind in den letzten Jahren größere Zweifel aufgekommen. Zum einen zeigte sich, dass die Güte der statistischen Tests unbefriedigend war. Zum anderen wurden verschiedene Bewertungsanomalien nachgewiesen, die allem Anschein nach im Widerspruch zur Theorie stehen. So deuten einige Studien darauf hin, dass in gewissen Zeiträumen kleine im Vergleich zu großen Unternehmen sowie "Value-" im Vergleich zu "Growth-"Aktien systematisch überhöhte Renditen erzielt haben. Letzteres wird teilweise mit der Hypothese begründet, dass insbesondere institutionelle Anleger schwerpunktmäßig Wachstumswerte auswählen, weil sie das hohe in der Vergangenheit realisierte Unternehmenswachstum unzulässigerweise in die Zukunft extrapolieren. Dadurch werden die Kurse von "Growth"-Aktien in die Höhe getrieben. Da sich die optimistischen Wachstumserwartungen aber häufig nicht erfüllen, muss die Bewertung später nach unten korrigiert werden ("Overreaction"-Effekt). Andere Untersuchungen gehen der Frage nach, ob die beobachteten hohen Schwankungen der Aktienkurse durch die ständige Neubewertung der zukünftigen Dividenden erklärt werden können. Nicht wenige Autoren halten die Kursfluktuationen für zu hoch, um sie durch fundamentale Daten zu rechtfertigen. Demnach müssten Fehlbewertungen vorliegen.

---

2 Vgl. *Sharpe* (1964), *Lintner* (1965), *Mossin* (1966).

3 Die genauen Literaturhinweise werden später im Text gegeben.

In den siebziger Jahren ist ein Bewertungsansatz in den Mittelpunkt gerückt, der weniger strikte Prämissen erfordert als eine allgemeine Gleichgewichtsanalyse. Es handelt sich um das Prinzip arbitragefreier Märkte, das von *Black* und *Scholes* zur Optionsbewertung und von *Ross* zur Aktienbewertung herangezogen wurde.[4] Arbitragemöglichkeiten bestehen, wenn Portfolios gebildet werden können, die mit Sicherheit einen positiven Ertrag abwerfen, obwohl sie keinen Kapitaleinsatz erfordern. Dabei kommt es auf die Ertragserwartungen der Investoren und ihre Zeit- und Risikopräferenz nicht an. Insofern ist die Arbitragefreiheit ein sehr allgemeines Bewertungskonzept. Solange an einem Kapitalmarkt noch Arbitrage möglich ist, kann kein Gleichgewicht herrschen. Umgekehrt ist Arbitragefreiheit aber keine hinreichende Bedingung für ein Marktgleichgewicht.

Die Anwendung von Arbitrageüberlegungen setzt voraus, dass Wertpapiere oder Portfolios mit identischen Zahlungsstrukturen existieren. Nach der Arbitrage Pricing Theory (APT) von *Ross* sind am Aktienmarkt übereinstimmende Zahlungsströme herstellbar, wenn man annimmt, dass die relativen Kursveränderungen aller Wertpapiere durch wenige gemeinsame Einflussfaktoren ausgelöst werden. Durch geeignete Wahl der Anteilsgewichte lassen sich verschiedene Portfolios konstruieren, die in gleicher Weise auf die gemeinsamen Faktoren reagieren. Unterschiede in den Portfoliorenditen resultieren dann nur noch aus unternehmensspezifischen Entwicklungen, die sich in den stochastischen Restgrößen niederschlagen. Diese jedoch werden in breit gestreuten Portfolios vernachlässigbar klein. Folglich verläuft die Renditeentwicklung solcher Portfolios vollkommen parallel. Ihre Marktwerte müssen daher nach dem "Gesetz des Einheitspreises" übereinstimmen. Daraus lassen sich Rückschlüsse über die Struktur der erwarteten Renditen ziehen.

Die Duplizierung von Zahlungsströmen ist auch der Schlüssel zur Bewertung von Optionen. Unter bestimmten Bedingungen ist es möglich, Optionen und Kassageschäfte so zu kombinieren, dass für einen kurzen Zeitraum ein risikoloses Portfolio entsteht. Die Portfolioanteile werden laufend im Rahmen einer dynamischen Strategie ohne zusätzlichen Kapitaleinsatz angepasst, um das Portfoliorisiko über die gesamte Optionslaufzeit auszuschalten. An arbitragefreien Märkten gehorchen alle risikolosen Anlagemöglichkeiten dem "law of one price". Der Wert der Option entspricht somit prinzipiell dem Wert des risikolosen Portfolios abzüglich des Marktwerts des Kassainstruments. Aus dieser abgeleiteten Bewertung erklärt sich die Bezeichnung "Derivate".

Schließlich eignet sich die Arbitragetheorie in besonderer Weise zur Bewertung deterministischer Zahlungsströme, wie sie vor allem für viele Anleihen kennzeichnend sind. Hier entfällt die Notwendigkeit, stochastische Renditebewegungen zu modellieren. Verstöße gegen das Postulat der Arbitragefreiheit lassen sich am Anleihemarkt daher vergleichsweise leicht identifizieren.

---

4 Vgl. *Black*/*Scholes* (1973), *Ross* (1976).

In der Bewertungstheorie wird im Allgemeinen vorausgesetzt, dass allen Marktteilnehmern die bewertungsrelevanten Informationen vollzählig und stets aktuell zur Verfügung stehen. Das Problem der Informationsverarbeitung am Kapitalmarkt wird auf diese Weise in den Annahmen "versteckt". Wie, von wem und wie schnell neue Informationen aufgenommen werden und sich am Markt verbreiten, ist für die Funktionsfähigkeit des Kapitalmarkts jedoch ganz entscheidend. Dabei reicht es nicht aus, wenn alle Investoren sich nur solche Informationen beschaffen, mit denen sich Arbitragegelegenheiten aufspüren lassen. Arbitrage kann lediglich eine bestimmte Struktur der Wertpapierpreise herstellen, nicht aber deren Niveau festlegen.

Um die Informationsverarbeitung zu prüfen, wurde das Konzept informationseffizienter Märkte eingeführt. Die Effizienzthese besagt in ihrer allgemeinen Form, dass die Wertpapierpreise zu jeder Zeit alle verfügbaren, relevanten Informationen beinhalten. Eine Investition am Kapitalmarkt entspricht dann einem "Fair Game", d.h. die Erwartungen der Marktteilnehmer über zukünftige Wertpapierkurse sind nicht systematisch verzerrt. Spiegeln sich aber bestimmte Informationen unverzüglich im Marktpreis wider, so sind sie als Grundlage für Anlagestrategien zur Erzielung von Überrenditen ungeeignet. Von dem Grad der Informationseffizienz eines Kapitalmarkts hängt es also ab, wie die Erfolgsaussichten unterschiedlicher Formen der Wertpapieranalyse einzustufen sind. Die vielen empirischen Untersuchungen zur Informationseffizienz ergeben ein nicht immer einheitliches Bild. Sehr stark vereinfacht lässt sich dieses folgendermaßen skizzieren: Einerseits finden sich in der Literatur nur relativ wenige Belege dafür, dass Anlagestrategien existieren, mit denen sich dauerhaft systematische Überrenditen erzielen lassen. Andererseits häufen sich aber die Hinweise, dass Wertpapierpreise nicht ausschließlich auf fundamentalen Informationen beruhen und sich gerade die am Gesamtmarkt beobachteten Renditeverläufe und Volatilitäten zum Teil einer rationalen Begründung entziehen. Die Funktionsfähigkeit eines Kapitalmarkts hängt neben der Informationseffizienz auch von der Höhe der Transaktionskosten ab. Hohe Transaktionskosten beeinträchtigen Anpassungen der Marktpreise an neue Informationen, weil ein Anleger einen Informationsvorsprung nur dann zu seinen Gunsten ausnutzen kann, wenn eine Preiswirkung in Höhe der entstehenden Kosten zu erwarten ist. Die Minimierung der Transaktionskosten durch die Wahl zweckmäßiger Markt- und Organisationsformen liegt daher gleichermaßen im Interesse der Gesamtwirtschaft wie auch der einzelnen Anleger. Die Auswirkung der Handelsorganisation und der Börsenstruktur auf den Prozess der Preisbildung steht im Mittelpunkt der Mikrostrukturtheorie, die als Zweig der Kapitalmarktforschung wachsende Bedeutung erlangt. Ein Merkmal dieser Forschungsrichtung ist die detaillierte Analyse der Interaktionsbeziehungen von Anlegern und Finanzmittlern. Betont wird der dynamische Aspekt der Preisbildung. Zu den Schwerpunkten der bisher durchgeführten Untersuchungen zählen Vergleiche zwischen Parkett- und Computerhandel sowie zwischen Handelssystemen nach dem Auktionator- und dem Market-Maker-Prinzip.

1.2 Portfoliotheorie

1.2.1 Das Portfolio-Selection-Modell von Markowitz

Die zentralen Aussagen des Portfolio-Selection-Modells lauten folgendermaßen:

- Maßgeblich für die Portfoliokonstruktion sind die Größen "erwartete Rendite" und "Risiko".
- Aus Gründen der Risikoreduktion ist die Bildung von Wertpapierportfolios sinnvoll.
- Als effizient werden solche Portfolios bezeichnet, zu denen es bei gleicher Rendite kein Portfolio mit einem geringeren Risiko gibt, und zu denen es bei gleichem Risiko kein Portfolio mit einer höheren Rendite gibt.
- Zentrale Bedeutung für das Portfoliorisiko besitzt das Ausmaß des Gleichlaufs (Höhe der Korrelation) der Renditen der einzelnen Wertpapiere im Portfolio.

1.2.1.1 Modelldarstellung

Ausgangspunkt des Portfolio-Selection-Modells von *Markowitz* ist die empirische Beobachtung, dass Anleger ihr Vermögen auf mehrere Anlagetitel aufteilen.[5] Eine solche Aufteilung, die auch als Diversifikation bekannt ist, ist nur sinnvoll, wenn nicht ausschließlich die zu erzielende Rendite eines Portfolios betrachtet wird. Falls nur die Rendite eines Portfolios von Belang ist, müsste der gesamte verfügbare Anlagebetrag in das Wertpapier mit der höchsten erwarteten Rendite investiert werden. Eine Diversifikation ist in diesem Fall nicht sinnvoll. Da *Markowitz* aber beobachten konnte, dass Investoren ihr Kapital i.d.R. auf mehrere Wertpapiere aufteilen, verwirft er die Annahme einer monovariablen Zielfunktion, die nur die Zielvariable Rendite besitzt.[6]

Stattdessen schlägt *Markowitz* vor, die Zusammenstellung eines Portfolios anhand der Größen Rendite und Risiko zu analysieren. Dabei erweist sich die Berechnung der erwarteten Portfoliorendite (μ_p) als unproblematisch, da sie sich durch die Addition der mit den jeweiligen Portfolioanteilen (x_i) gewichteten Einzelrenditen ergibt, wie folgende Formel zeigt:

$$\mu_p = \sum_{i=1}^{n} x_i \mu_i$$

oder anders geschrieben

$$\mu_p = x_1\mu_1 + x_2\mu_2 + \ldots x_{n-1}\mu_{n-1} + x_n\mu_n$$

5 Vgl. *Markowitz* (1952), S. 77. Zur Portfoliotheorie im Allgemeinen sowie zu den notwendigen statistischen Grundlagen vgl. auch *Hölscher/Kalhöfer* (2015), S. 78-90.

6 Vgl. *Markowitz* (1991), S. 206.

mit: μ_p = erwartete Portfoliorendite,
x_i = Anteil des Wertpapiers i am Portfolio,
μ_i = Erwartungswert der Rendite des i-ten Wertpapiers und
n = Anzahl der im Portfolio enthaltenen Wertpapiere.

Das erwartete Portfoliorisiko misst *Markowitz* mit Hilfe der Varianz, die als Streuungsmaß aus der Statistik bekannt ist. Die Berechnung der Varianz erfolgt grundsätzlich auf folgende Weise:

$$\sigma_p^2 = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(R_{pt} - \mu_p)^2$$

mit: σ_p^2 = Varianz der Rendite des Portfolios p,
T = Anzahl der beobachteten Renditen des Portfolios (Zeitperioden),
R_{pt} = Rendite des Portfolios p in der Periode t,
μ_p = Erwartungswert der Portfoliorendite.

Anstelle der Varianz kann auch die Standardabweichung als äquivalentes Risikomaß Verwendung finden. Die Standardabweichung errechnet sich als Wurzel aus der Varianz:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Soll die Varianz einer Portfoliorendite aus den Renditen der einzelnen Wertpapiere berechnet werden, so ist das Ausmaß des Renditegleichlaufs dieser Wertpapiere zu berücksichtigen. Aus diesem Grund bedarf es zur Bestimmung der Portfoliovarianz neben den Einzelvarianzen der Wertpapiere der Kovarianzen COV_{ij}, die wie folgt definiert sind:

$$COV_{ij} = \frac{1}{T}\cdot\sum_{t=1}^{T}(R_{it} - \mu_i)(R_{jt} - \mu_j)$$

mit: COV_{ij} = Kovarianz der Renditen der Wertpapiere i und j,
R_{it} = Rendite des Wertpapiers i in der Periode t,
$\mu_{i,j}$ = Erwartungswert der Rendite des Wertpapiers i,j,
T = Anzahl der Perioden.

Um entscheiden zu können, welche Aufteilung des verfügbaren Kapitals optimal ist, benötigt das Portfolio-Selection-Modell eine Entscheidungsregel bezüglich des Verhaltens der Investoren. *Markowitz* unterstellt, dass sich Anleger gemäß der aus der Entscheidungstheorie bekannten μ-σ-Regel verhalten.[7] Diese besagt, dass Anleger ihre Anlageentscheidung auf der Basis des Erwartungswertes der Renditen (μ) und ihrer Streuung (σ) treffen. Ferner wird

7 Die μ-σ-Regel setzt eine Normalverteilung der Renditen, oder – bei beliebiger Renditeverteilung – eine quadratische Nutzenfunktion voraus. Vgl. *Sharpe* (1999), S. 187 ff.

die realitätsnahe Prämisse eines risikoscheuen Verhaltens seitens der Anleger gewählt. Demzufolge akzeptieren Anleger nur dann ein höheres Risiko, falls ihre Renditeerwartung überproportional zunimmt.

Es ergeben sich drei Fälle, in denen effiziente Kombinationen von μ und σ in einem Portfolio vorliegen:[8]

Es gibt kein anderes Portfolio, das
1) bei gleichem Renditeerwartungswert ein geringeres Risiko,
2) bei gleichem Risiko einen höheren Renditeerwartungswert,
3) sowohl einen höheren Renditeerwartungswert als auch gleichzeitig ein geringeres Risiko besitzt.

Die Menge aller zulässigen Portfolios wird, wie aus Abb. 1.1 ersichtlich ist, durch eine dick ausgezogene Effizienzkurve begrenzt, für die die Effizienzkriterien gelten. Zu allen Portfolios, die durch ein x markiert sind und unterhalb dieser Effizienzkurve liegen, lassen sich Portfolios finden, die hinsichtlich ihrer Kombination aus Rendite und Risiko dominant sind. Relevant für einen Investor sind deshalb nur jene Portfolios, die auf der Effizienzkurve liegen. Um ein Modell für die optimale Budgetaufteilung zu entwickeln, setzt *Markowitz* zusätzlich die Prämissen, dass

- Transaktionskosten und Steuern nicht existieren,
- alle Wertpapiere beliebig teilbar sind, und
- der Betrachtungszeitraum eine Periode beträgt (Zweizeitpunktmodell).

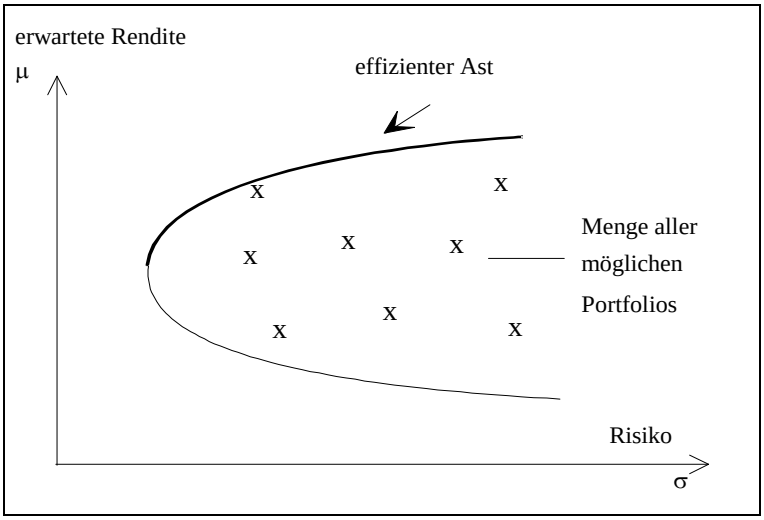

Abb. 1.1: Effizienzkurve

8 Risikoscheues Verhalten drückt sich bei normalverteilten Renditen durch eine konkave Nutzenfunktion aus.

Unter diesen Modellbedingungen leitet *Markowitz* die Gleichungen zur Bestimmung der dargestellten Effizienzkurve ab. Dabei ermittelt er zunächst separat die Portfoliorendite und das -risiko. Die Formel für die erwartete Portfoliorendite ergibt sich – wie oben beschrieben – zu

$$\mu_p = \sum_{i=1}^{n} x_i \mu_i \,.$$

Demgegenüber lautet die allgemeine Formel zur Ermittlung der Portfoliovarianz (σ_p^2)

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} x_i \; x_j \; COV_{ij} \,.$$

Am Zwei-Anlagen-Fall wird die Varianzermittlung anschaulich. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Kovarianz eines Wertpapiers mit sich selbst immer die eigene Varianz ergibt. Folgende Kovarianz-Matrix, bei der die Gewichtungen mit den Portfolioanteilen bereits enthalten sind, stellt im Zwei-Anlagen-Fall alle Elemente der Portfoliorisikoformel dar:

	Wertpapier 1	**Wertpapier 2**
Wertpapier 1	$x_1^2\sigma_1^2$	$x_1x_2COV_{12}$
Wertpapier 2	$x_1x_2COV_{12}$	$x_2^2\sigma_2^2$

Tab. 1.1: Kovarianz-Matrix im Zwei-Anlagen-Fall

Für den Zwei-Anlagen-Fall ergibt sich das Portfoliorisiko als Summe der in der obigen Matrix dargestellten Kovarianzen zu

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1x_2COV_{12}.$$

Da es sich bei der Kovarianz um eine absolute Kennzahl handelt, sind Vergleiche verschiedener Kovarianzen wenig aussagefähig. Um dem Manko der geringen Anschaulichkeit zu begegnen, wählt man zur Beschreibung des Gleichlaufs zweier Wertpapiere häufig die Korrelation, gemessen durch den Korrelationskoeffizienten (k_{ij}). Die Korrelation stellt aufgrund ihrer Eigenschaft als relatives Gleichlaufmaß eine Verbesserung zur Kovarianz dar, denn sie ist auf den Wertebereich zwischen 1 bis -1 standardisiert. Somit ist der Korrelationskoeffizient leicht interpretierbar. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten geschieht im 2-Anlagen-Fall durch den Ausdruck

$$k_{12} = \frac{COV_{12}}{\sigma_1 \cdot \sigma_2} \text{ (Allgemein: } k_{ij} = \frac{COV_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}\text{).}$$

Unter Verwendung des Korrelationskoeffizienten ergibt sich das Portfoliorisiko im Zwei-Anlagen-Fall dann zu

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + 2x_1x_2\sigma_1\sigma_2k_{12}.$$

Neben der Portfoliorendite- und der Portfoliovarianzgleichung lässt sich noch eine weitere Gleichung zur Beschreibung des Portfolios aufstellen. Die Summe der einzelnen Portfolioanteile muss eins betragen, was mathematisch

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \qquad \text{bedeutet.}$$

Da die Portfolioanteile (x_i) in der Summe eins betragen, kann x_2 im Zwei-Anlagen-Fall durch ($1-x_1$) ausgedrückt und somit eliminiert werden. Aus der Portfoliorendite im Zwei-Anlagen-Fall in Höhe von

$$\mu_p = x_1\mu_1 + x_2\mu_2$$

wird dann

$$\mu_p = x_1\mu_1 + (1-x_1)\mu_2.$$

Wird x_2 auch in der Varianzformel durch ($1-x_1$) substituiert, so verbleiben zwei Gleichungen, die sämtliche Mischungen aus Wertpapier 1 und Wertpapier 2 beschreiben:

$$\mu_p = x_1\mu_1 + (1-x_1)\mu_2 \quad \text{und}$$

$$\sigma_p^2 = x_1^2 \sigma_1^2 + (1-x_1)^2 \sigma_2^2 + 2k_{12}x_1(1-x_1)\sigma_1\sigma_2.$$

Falls die Erwartungswerte der Renditen (μ_i) und deren Varianzen (σ_i^2) bekannt sind, besitzt das Gleichungssystem bei zwei Gleichungen nur zwei Unbekannte, nämlich den Portfolioanteil von Wertpapier 1 (x_1) und den Korrelationskoeffizienten zwischen Wertpapier 1 und 2 (k_{12}). Durch Auflösung der Renditegleichung nach x_1 und anschließendem Einsetzen in die Varianzgleichung findet man schließlich die Gleichung für die Portfoliolinie. Damit kann zu jedem Renditeerwartungswert das varianzminimale Portfolio gefunden werden.

Abb. 1.2 stellt den Verlauf der Effizienzkurve für drei verschiedene Fälle von Korrelationskoeffizienten im Zwei-Anlagen-Fall dar.

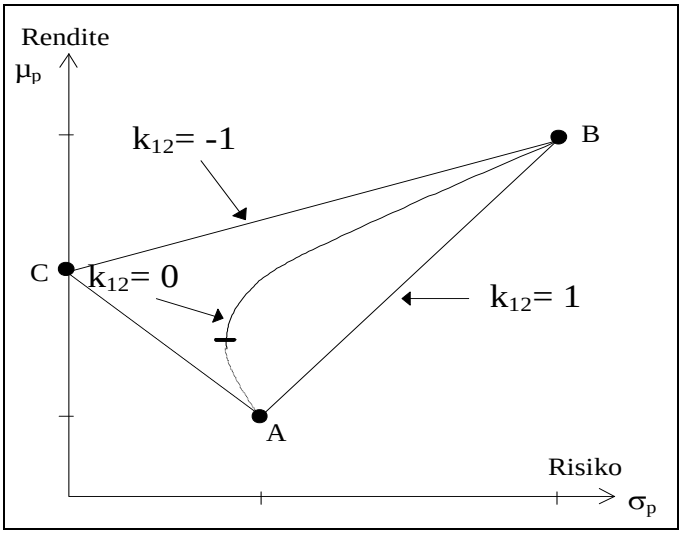

Abb. 1.2: Effizienzkurven bei alternativen Korrelationskoeffizienten

Im Folgenden werden die drei markanten Fälle unterschiedlicher Korrelationskoeffizienten in ihrer Wirkung auf die Portfoliorendite und das -risiko erläutert.

a) $k_{12} = 1$ (vollständig positive Korrelation der Renditen)

Im Fall vollständig positiver Korrelation ergibt sich das Portfoliorisiko im Zwei-Anlagen-Fall zu:

$$\sigma_p = x_1\sigma_1 + x_2\sigma_2$$

Man erkennt, dass die Aufteilung des Investitionsbudgets nicht zu einer Verringerung des Portfoliorisikos führt, da es sich additiv aus den gewichteten Einzelstandardabweichungen errechnet. Eine Risikoreduktion kann durch Diversifikation in diesem Fall nicht bewirkt werden. Infolgedessen ergibt sich die Effizienzkurve aus den zwei Anlagen 1 und 2 durch die Gerade, die die beiden Punkte verbindet.

b) $k_{12} = 0$ (unkorrelierte Renditen)

Bei unkorrelierten Wertpapieren ergibt sich das Portfoliorisiko im Zwei-Anlagen-Fall zu:

$$\sigma_p = \sqrt{x_1^2\sigma_1^2 + x_2^2\sigma_2^2}$$

Der graphische Verlauf der Effizienzkurve entspricht der Verbindungslinie zwischen den Punkten A und B in Abb. 1.2, wobei zu beachten ist, dass das erste, bei Punkt A beginnende Kurvenstück nicht effizient ist, da die Effizienzkriterien nicht erfüllt sind.

c) $k_{12} = -1$ (vollständig negativ korrelierte Renditen)

Im Fall vollständig negativer Korrelation ergibt sich das Portfoliorisiko im Zwei-Anlagen-Fall zu:

$$\sigma_p = |x_1\sigma_1 - x_2\sigma_2|$$

Bei Vorliegen einer vollständig negativen Korrelation lassen sich maximale Diversifikationseffekte erzielen. Durch die Kombination von Anlagewerten mit einer Korrelation von -1 und geeigneter Wahl der Portfolioanteile gelingt sogar die vollständige Elimination des Portfoliorisikos. Das optimale Verhältnis der Portfolioanteile im Sinne einer vollständigen Risikovermeidung ist dort erreicht, wo sich bei Anwendung der oben dargestellten Formel die Portfoliostandardabweichung zu null ergibt. Ein solcher Fall ist im Punkt C in Abb. 1.2 gegeben. Die Effizienzkurve für ein Portfolio, bestehend aus den Aktien 1 und 2, verläuft hier von Punkt C nach Punkt B.

Damit ein Anleger entscheiden kann, welches auf der Effizienzkurve liegende Portfolio er auswählen soll, muss seine individuelle Risikoneigung bekannt sein. Die Risikoneigung von Anlegern wird mit Hilfe von Nutzenkurven ermittelt, die sowohl den Rendite- als auch den Risikoaspekt zu einem einzigen Präferenzwert aggregieren. Üblicherweise werden Nutzenfunktionen durch Isonutzenkurven dargestellt. Alle Punkte, die auf einer Isonutzenkurve liegen, weisen die gleiche Wertigkeit auf.

Dagegen besitzen die verschiedenen Isonutzenkurven unterschiedliche Wertigkeiten.

Abb. 1.3 zeigt, dass die Lage des optimalen Portfolios (P) genau im Tangentialpunkt zwischen der Effizienzkurve und der Isonutzenkurve 3 liegt. Das Nutzenniveau ist umso größer, je weiter der Tangentialpunkt oben links liegt. Je weiter oben links die Isonutzenkurve liegt, desto höher ist die Rendite bei gleichem Risiko.[9]

Verbal lässt sich folglich sagen, dass die optimale Aufteilung des Budgets auf einzelne Wertpapiere dort erreicht ist, wo das Portfolio risikoeffizient ist und zugleich der individuellen Risikoneigung des einzelnen Anlegers entspricht.

9 Die dargestellten Isonutzenlinien gelten nur bei risikoscheuem Verhalten. Vgl. dazu *Markowitz* (2003), S. 133 ff.

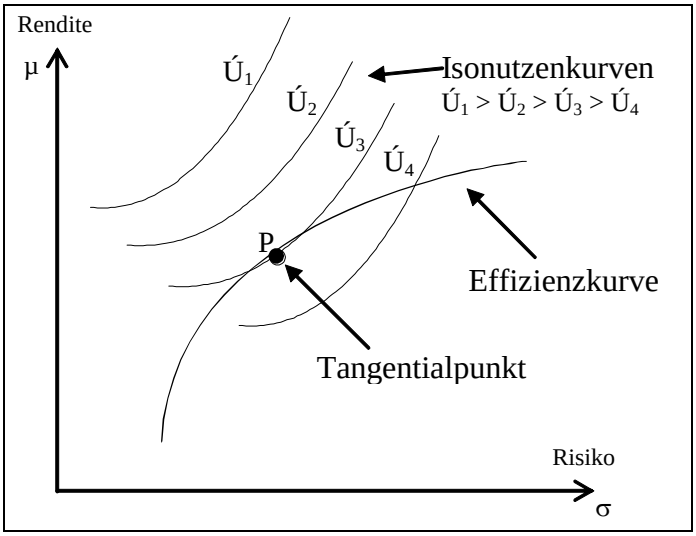

Abb. 1.3: Graphische Bestimmung des optimalen Portfolios

Wird die Analyse auf den Mehr-Anlagen-Fall ausgedehnt, so bedarf es zur Ermittlung der Effizienzkurve der Lösung des folgenden quadratischen Programms:

Zu minimierende Zielfunktion:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i \; x_j \; COV_{ij}$$

Nebenbedingungen: $\mu_p = \sum_{i=1}^{n} x_i \mu_i \; ; \; \sum_{i=1}^{n} x_i = 1$ und $x_i \geq 0$

Dabei stellt μ_p den Erwartungswert der Portfoliorendite dar.

Als Ergebnis bleibt festzuhalten, dass jeder Anleger gemäß seiner individuellen Risikoneigung ein Portfolio zusammenstellt, das auf der effizienten Portfoliokurve liegt.

1.2.1.2 Modellkritik

Die von *Markowitz* gefundenen Ergebnisse lassen das Portfolio-Selection-Modell als Erklärungsmodell für das tatsächlich zu beobachtende Anlegerverhalten geeignet erscheinen. Die Streuung von Anlagekapital auf mehrere Werte bzw. die Bildung von Portfolios erfolgt demgemäß aus Gründen der Risikoreduktion und wird durch empirische Beobachtungen gestützt.[10]

10 Vgl. *Hielscher* (1999), S. 53 ff.

Darüber hinaus kommt das Portfolio-Selection-Modell zu dem Ergebnis, dass es nicht so sehr auf die Menge der ins Portfolio aufgenommenen Werte, sondern viel mehr auf die Korrelation zwischen den in ihm befindlichen Werten ankommt.[11] Zudem gelingt es dem Markowitz-Modell, das Risiko von Wertpapieranlagen explizit zu berücksichtigen. Ferner wird die eindimensionale Betrachtungsweise, die bis dahin vorherrschte, durch die bis heute aktuelle zweidimensionale Betrachtung ersetzt. Ebenfalls positiv zu beurteilen ist der Übergang von der Einzelwertbeurteilung hin zur Beurteilung ganzer Portfolios. Gleichwohl ist das Portfolio-Selection-Modell nicht frei von Problemen.[12] Die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in die Anlagepraxis gelingt nicht ohne weiteres. Nur unter Datensicherheit bzw. unter Verwendung historischer Daten lassen sich effiziente Portfolios gemäß dem Markowitz-Modell generieren. Für Anleger ist aber die Kenntnis zukünftig effizienter Portfolios wichtig. In der Realität besteht oft erhebliche Unsicherheit bezüglich der Werte der Modellvariablen. Insofern darf die Chance für den Anleger, ex ante ein seiner Risikoneigung entsprechendes effizientes Portfolio zu finden, nicht überschätzt werden. Ferner vernachlässigt Markowitz den Timing-Gedanken. Selbst wenn klar wäre, aus welchen Wertpapieren sich ein Anlegerportfolio optimalerweise zusammensetzen müsste, bestünde immer noch die Notwendigkeit der Suche nach den optimalen Ein- und Ausstiegszeitpunkten. Insoweit vernachlässigt das Portfolio-Selection-Modell die Erkenntnisse der fundamentalen und technischen Analyse. Zudem bedarf es für die Portfoliozusammenstellung leistungsfähiger Computer und eines umfangreichen Wertpapierresearchs, um die Berechnung effizienter Portfolios zu gewährleisten. Dies liegt an der großen Menge zu schätzender Daten, die für die Berechnung der Portfoliolinie notwendig ist.[13] Wie aus Tab. 1.2 zu ersehen ist, benötigt man für die Ermittlung der Effizienzlinie bei nur zwei Anlagetiteln (a und b) bereits folgende Daten:

	Variablen:				**Allgemein:**
Varianzen	σ_a^2		σ_b^2	2	n
Kovarianzen		COV_{ab}		1	n(n-1)/2
Renditen	μ_a		μ_b	2	n
Summe				**5**	**n(n+3)/2**

Tab. 1.2: Inputdatenmatrix im Markowitz-Modell

Wird die Betrachtung auf zehn Werte ausgedehnt, so müssen zehn Varianzen, zehn Renditen und fünfundvierzig Kovarianzen geschätzt werden. Insgesamt bedarf es im Fall von zehn Anlagewerten also der Schätzung von 65 Parametern, um das Markowitz-Modell anwenden

11 Vgl. *Markowitz* (1952), S. 89.

12 Zu den Problemen der Portfoliotheorie vgl. auch *Perridon/Steiner/Rathgeber* (2016), S. 284 f.

13 Schierenbeck bezeichnet die Informationsanforderungen als "fast unerfüllbar". Vgl. *Schierenbeck* (2008), S. 461.

zu können. Bei 100 Anlagetiteln erhöht sich die entsprechende Datenmenge auf 5150 Schätzwerte. Hinzu kommt, dass im Fall von 100 Anlagetiteln auch 100 Gleichungen mit 100 Unbekannten aufgestellt und gelöst werden müssen. Aus diesem Grund dürfte die praktische Anwendbarkeit allenfalls institutionellen Anlegern möglich sein.[14] Obwohl aus den genannten Gründen die praktische Anwendung des Portfolio-Selection-Modells eingeschränkt ist, bleibt sein Stellenwert insbesondere noch aus folgendem Grund hoch: Erst durch das Portfolio-Selection-Modell war die Entwicklung des Capital Asset Pricing Model (CAPM) möglich. Insofern bildet das Portfolio-Selection-Modell sowohl inhaltlich als auch zeitlich das Fundament der Kapitalmarkttheorie und insbesondere das Fundament des CAPM.[15]

1.2.2 Das Indexmodell von Sharpe

Die zentralen Aussagen des Indexmodells von Sharpe lauten folgendermaßen:

- Das Datenproblem des Portfolio-Selection-Modells lässt sich mittels eines Indexes bewältigen.
- Die Wertentwicklung von Aktien ist nicht unabhängig voneinander, sondern hängt von allgemeinen Umweltbedingungen, gemessen an der Wertentwicklung eines Indexes, ab.
- Als Index, an dessen Entwicklung das Verhalten der einzelnen Aktien geknüpft ist, eignet sich ein Aktienindex.

Die dem Markowitz-Modell immanente Datenproblematik hat zur Entwicklung des Indexmodells (auch: Single-Index-Modell) durch *Sharpe* geführt.[16] Ziel des Indexmodells, das von *Sharpe* im Original als Diagonalmodell bezeichnet wird, ist es, die Anzahl der zur Bestimmung der Effizienzlinie notwendigen Inputdaten zu reduzieren. Erst eine deutlich reduzierte Anzahl von Inputdaten macht das Portfolio-Selection-Modell von *Markowitz* praktisch anwendbar.

1.2.2.1 Modelldarstellung

Wie *Markowitz* gezeigt hat, lässt sich das gesamte Risiko eines Portfolios eliminieren, falls ein Portfolio aus vollständig negativ korrelierten Aktien besteht. Tatsächlich kommen vollständig negativ korrelierte Aktien in der Realität nicht vor. Statt dessen lassen sich bei Aktien eines nationalen Marktes häufig Korrelationswerte beobachten, die zwischen 0,3 und 0,9 liegen. *Sharpe* geht davon aus, dass diese positiven Korrelationskoeffizienten fundamentale Ursachen haben. Änderungen der Leitzinsen durch die Notenbank wirken sich z.B. regelmäßig auf den gesamten Aktienmarkt aus. Ähnlich verhält es sich mit dem Ausbruch

14 Vgl. *Markowitz* (1991), S. 205.

15 Vgl. *Perridon/Steiner/Rathgeber* (2016), S. 288 f.

16 Vgl. *Sharpe* (1963), S. 277 ff.

von Kriegen oder dem Eintritt unerwarteter politischer oder wirtschaftlicher Ereignisse. Geht man davon aus, dass diese gemeinsamen Einflüsse mit Hilfe eines Indexes erfasst werden können und unterstellt man weiter, dass dieser die Renditeunsicherheit der Aktien vollständig erklärt, so kann die Renditeentstehung wie folgt modelliert werden:

$$R_i = a_i + b_i R_I$$

mit: R_i = Rendite der Aktie i,
a_i = konstante, unternehmensindividuelle Rendite,
R_I = Rendite des Indexes, der die für alle Unternehmen bedeutsamen Ereignisse erfasst, und
b_i = konstante Sensitivität der Aktie i auf Veränderungen der Rendite des Indexes.

Allerdings gibt es neben den gesamtwirtschaftlichen Unsicherheitsfaktoren auch unternehmensspezifische Ereignisse, die sich in der Rendite einer Gesellschaft niederschlagen. Ein Beispiel dafür ist ein Brand, der das Hauptverwaltungsgebäude einer Aktiengesellschaft zerstört. In diesem Fall wird nur die Aktie des betroffenen Unternehmens auf das Vorkommnis reagieren, da andere Aktien nicht fundamental betroffen sind. Folglich unterscheidet *Sharpe* noch eine titelspezifische Störkomponente ε_i, um die obige Gleichung zu erweitern ist:

$$R_i = a_i + b_i R_I + \varepsilon_i.$$

Offen geblieben ist bisher die Frage, welcher Index am zweckmäßigsten für die Erklärung der Aktienrenditen ist. Obwohl auch andere Indizes vorstellbar sind, wird bei der praktischen Modellanwendung stets der Index eines Aktienmarktes verwendet. Von einem solchen Aktienindex, der im Weiteren als Marktindex bezeichnet wird, nimmt man an, dass er den größten Einfluss auf die Renditen der einzelnen Aktien besitzt. Abb. 1.4 stellt den Modellzusammenhang zwischen der Rendite einer Aktie und dem Marktindex graphisch dar. Die eingezeichnete Linie ist eine Regressionsgerade, mit der die Werte a_i und b_i geschätzt werden.

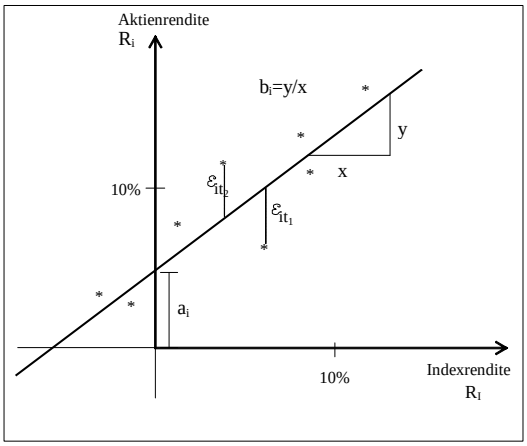

Abb. 1.4: Zusammenhang zwischen Aktienrendite und Indexrendite

Damit das Indexmodell tatsächlich zu einer Reduzierung des Rechenaufwandes bei der Bestimmung der Effizienzlinie führt, müssen hinsichtlich der Störterme ε_i folgende Prämissen getroffen werden:

1. Die Zufallsschwankungen der i-ten Aktie gehorchen einer Normalverteilung und weisen einen Erwartungswert von null auf. Die Varianz der Zufallsschwankung lautet

   $$\sigma^2_{\varepsilon_i} = E[\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)]^2$$

   $$\sigma^2_{\varepsilon_i} = E\left(\varepsilon_i^2\right).$$

2. Die Zufallsschwankung der i-ten Aktie ist nicht mit der Indexrendite korreliert. Daraus folgt

   $$E(\varepsilon_i \cdot R_I) = 0\,.$$

3. Die Zufallsschwankungen der Aktien sind zeitlich unkorreliert. Daraus folgt

   $$E(\varepsilon_{it_1} \cdot \varepsilon_{it_2}) = 0\,.$$

4. Die Störterme der Aktienrenditen sind untereinander unkorreliert, so dass gilt:[17]

   $$E(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j) = 0.$$

Wird die Renditeformel in Erwartungswerten ausgedrückt, so entsteht für die Rendite der i-ten Aktie der Ausdruck

$$E(R_i) = E(a_i + b_i R_I + \varepsilon_i).$$

Durch Anwendung der Prämisse Eins vereinfacht sich der Ausdruck, da der Erwartungswert von ε_i annahmegemäß Null beträgt.

$$E(R_i) = a_i + b_i E(R_I)$$

Nachdem die Renditeformel bekannt ist, wird nun die Varianz der Rendite ermittelt. Es gilt

$$\sigma_i^2 = E[R_i - E(R_i)]^2$$

$$\sigma_i^2 = E[(a_i + b_i R_I + \varepsilon_i) - (a_i + b_i E(R_I))]^2.$$

Nach Auflösung der binomischen Formel ergibt sich

$$\sigma_i^2 = E[(b_i^2(R_I - E(R_I)^2) + \varepsilon_i^2 + 2b_i(R_I - E(R_I))\varepsilon_i]$$

$$\sigma_i^2 = b_i^2 E[(R_I - E(R_I))^2] + E(\varepsilon_i^2) + 2b_i E[(R_I - E(R_I))\varepsilon_i].$$

17 Diese Annahme ist ein wichtiger Unterschied des Indexmodells von Sharpe zum Marktmodell.

Unter Beachtung der obigen Prämissen erhält man für die Varianz der Rendite den Ausdruck

$$\sigma_i^2 = b_i^2 \cdot \sigma_I^2 + \sigma_{\varepsilon i}^2.$$

Neben der erwarteten Rendite und deren Varianz kommt, ähnlich wie beim Markowitz-Modell, der Kovarianz als zu schätzender Variablen Bedeutung zu. Die Kovarianzberechnung im Indexmodell geschieht wie folgt:

$$\begin{aligned} COV(R_iR_j) &= E[(R_i - E(R_i))\cdot(R_j - E(R_j))] \\ &= E\{[(a_i+b_iR_I+\varepsilon_i) - (a_i+b_iE(R_I))]\cdot[(a_j+b_jR_I+\varepsilon_j) - (a_j+b_jE(R_I))]\} \\ &= E[(b_i(R_I - E(R_I)) + \varepsilon_i)\cdot(b_j(R_I - E(R_I)) + \varepsilon_j)] \\ &= E[b_i\, b_j(R_I - E(R_I))^2 + \varepsilon_i\cdot\varepsilon_j + b_i(R_I - E(R_I))\varepsilon_j + b_j(R_I - E(R_I))\varepsilon_i] \end{aligned}$$

Da die Erwartungswerte der letzten drei Terme unter den getroffenen Annahmen null betragen, erhält man schließlich die Formel für die Kovarianz zu

$$COV(R_iR_j) = b_i\, b_j\sigma_I^2 .$$

Für die Rendite und die Renditevarianz eines Portfolios aus n Aktien mit den Anteilen x_i gelten folgende Zusammenhänge:

$$R_p = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot R_i = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot (a_i + b_i \cdot R_I + \varepsilon_i) = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot a_i + R_I \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot b_i + \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \varepsilon_i$$

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot a_i + b_p \cdot E(R_I) \quad \text{mit} \quad b_p = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot b_i$$

$$\sigma_p^2 = b_p^2 \cdot \sigma_I^2 + \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \cdot \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

Entscheidend für die Gültigkeit der Varianzformel sind die obigen Prämissen 2 und 4, also die Unkorreliertheit der Störterme mit der Indexrendite sowie auch der Störterme untereinander.

Damit sind alle Formeln bekannt, um die Effizienzkurve sämtlicher Portfolios zu errechnen. Die Varianzfunktion ist bei gegebenem Renditeerwartungswert zu minimieren:

$$\min! \left(\sum_{i=1}^{n} x_i \cdot b_i\right)^2 \cdot \sigma_I^2 + \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \cdot \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

Als Nebenbedingung der Optimierung ist erstens eine geforderte Rendite anzugeben und zweitens die Summe der Portfolioanteile auf Eins zu setzen:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot a_i + \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot b_i \cdot E(R_I) \text{ und } \sum_{i=1}^{n} x_i = 1.$$

Die zu schätzende Anzahl von Inputdaten ist bei diesen Gleichungen deutlich geringer als im Markowitz-Modell. Zur Ermittlung der Effizienzkurve müssen bei n Aktien genau n a_i-Werte, n b_i-Werte und n $\sigma_{\varepsilon_i}^2$-Werte geschätzt werden. Hinzu kommt die Schätzung für die Indexrendite sowie die Schätzung der Indexvarianz. Insgesamt ergeben sich somit im Indexmodell von *Sharpe* 3n+2 zu schätzende Werte. Tab. 1.3 stellt die Menge der zu schätzenden Daten für den Fall von zehn Aktien dar.

Variablen:			**Allgemein:**
Sensitivitäten (b_i)	$b_1 ... b_{10}$	10	n
Titelspezifische Renditen (a_i)	$a_1 ... a_{10}$	10	n
Varianzen	$\sigma_{\varepsilon_1}^2 ... \sigma_{\varepsilon_{10}}^2$	10	n
Indexrendite	$E(R_I)$	1	1
Indexvarianz	σ_I^2	1	1
Summe		**32**	**3n+2**

Tab. 1.3: Inputdatenmatrix beim Indexmodell

1.2.2.2 Modellkritik

Das Indexmodell von *Sharpe* leistet einen wesentlichen Beitrag zur Überwindung einer Schwäche des Portfolio-Selection-Modells von *Markowitz*. Der Dateninput, der zur Bestimmung einer Portfolioeffizienzkurve notwendig ist, kann bei Anwendung des Indexmodells deutlich reduziert werden. Dies führt zu Kosten- und Zeitersparnissen. Demgegenüber ergibt sich bei Anwendung des Indexmodells ein Informationsverlust gegenüber dem Markowitz-Modell. Dies liegt an den im Indexmodell gewählten Prämissen. Besonders die Unterstellung unkorrelierter Residuen dürfte problematisch sein. Realistischer ist es anzunehmen, dass der unternehmensindividuelle bzw. titelspezifische Return durchaus Auswirkungen auf den titelspezifischen Return anderer Unternehmen hat. Dies ist z.B. innerhalb von Wirtschaftsbranchen gut vorstellbar. Falls aber die Residuen nicht unkorreliert sind, ergeben sich für die Kovarianzen nur approximative Werte. Ähnliches gilt bei Nichtgültigkeit der Prämissen auch für die Varianzen von Aktien bzw. Portfolios. Insofern ist diese Informationsungenauigkeit der Preis für die erhaltene Aufwandsreduzierung.

1.2.3 Kritische Würdigung der Portfoliotheorie

Die Erkenntnisse der Portfoliotheorie haben in der Kapitalanlagepraxis weite Verbreitung gefunden. Sie dienen als theoretische Grundlage der Portfoliostrukturierung. Inhaltlich besitzt die Portfoliotheorie in erster Linie normativen Charakter, denn sie fällt auf der Basis ihrer Analyse Werturteile über die optimale Portfoliozusammensetzung für Investoren.[18] Die gefundenen Modellaussagen der Portfoliotheorie, insbesondere die Erhöhung der Risikoeffizienz durch Portfoliobildung, dürfen als empirisch bestätigt gelten.

Die Problembereiche der Portfoliotheorie liegen im Detail. Die Bestimmung des optimalen Portfolios für einen Investor macht neben der Kenntnis zukünftiger Rendite- und Risikodaten auch die Kenntnis der individuellen Nutzenvorstellungen notwendig. Diese werden wie gesehen in Form von Isonutzenkurven abgebildet. In der Praxis ist eine solche Abbildung jedoch kaum möglich.

Die Notwendigkeit der Verwendung zukünftiger Rendite- und Risikodaten erweist sich ebenfalls als erhebliche Schwierigkeit. Auch wenn das Indexmodell hier eine Verbesserung hinsichtlich der quantitativen Datenerfordernisse leistet, so ist doch die Qualität geschätzter Rendite- und Risikodaten in der Praxis als mangelhaft anzusehen. Wegen des Problems der zeitlichen Instabilität von Daten ist auch die Methode der Extrapolation historischer Rendite- und Risikodaten mit Vorsicht zu beurteilen. Ein weiterer Kritikpunkt an der Portfoliotheorie ist ihr Risikomaß. Die Verwendung des Streuungsmaßes Varianz findet nicht uneingeschränkt Zustimmung.

1.3 Kapitalmarkttheorie

Die Modelle der Kapitalmarkttheorie gehen davon aus, dass für die Preisfindung von Anlagetiteln (insbesondere Wertpapieren) den Parametern Rendite und Risiko eine zentrale Stellung zukommt.[19]

Die Erklärung des Trade-Offs zwischen der zu erwartenden Rendite eines Wertpapiers und dessen Risiko steht im Vordergrund der Betrachtung. Welche Rendite bei welchem Risiko erwartet werden darf, versuchen die Modelle der Kapitalmarkttheorie auf unterschiedliche Weise zu klären.

Im Folgenden werden die Grundmodelle des Capital Asset Pricing Models (CAPM) und der Arbitrage Pricing Theory (APT) in ihren wesentlichen Aussagen dargestellt und beurteilt.

---

18 Vgl. *Sharpe* (1991), S. 213.

19 Vgl. *Perridon/Steiner/Rathgeber* (2016), S. 24.

1.3.1 Capital Asset Pricing Model (CAPM)

Die zentralen Aussagen des CAPM lauten folgendermaßen:

- Im Kapitalmarktgleichgewicht ist der riskante Teil der Portfolios sämtlicher Anleger unabhängig von ihrer Risikoeinstellung identisch strukturiert (Tobin-Separation). Das riskante Teilportfolio entspricht dem Marktportfolio, d.h. es enthält alle verfügbaren Wertpapiere im Verhältnis ihrer Kapitalisierung.
- Die erwarteten Renditen effizienter Portfolios sind eine lineare Funktion der Standardabweichung der Portfoliorendite (Kapitalmarktlinie).
- Zwischen der Rendite eines Wertpapiers i und seinem Risiko ($ß_i$) besteht ein linearer Zusammenhang (Wertpapierlinie).
- Die Wertpapierrendite setzt sich aus einem risikolosen Teil und einer Risikoprämie zusammen.

Das CAPM, das von *Sharpe*, *Lintner* und *Mossin* entwickelt wurde, baut auf den Erkenntnissen der Portfoliotheorie auf.[20] *Sharpe* greift den Kerngedanken der Portfoliotheorie auf, demzufolge das Risiko von Wertpapieren z.T. durch Diversifikation zu eliminieren ist und deshalb nicht das Gesamtrisiko eines Wertpapiers für die Bewertung des Titels ausschlaggebend sein kann. Offen geblieben ist in der Portfoliotheorie aber die Frage, welcher Teil des Risikos nicht durch Diversifikation zu beseitigen ist und deshalb für den Investor Relevanz besitzt, bzw. vom Markt im Gleichgewicht vergütet werden muss.[21] Die erweiterte Fragestellung lautet deshalb: Welche Rendite kann von einem Portfolio im Kapitalmarktgleichgewicht erwartet werden, wenn neben den risikotragenden Anlageformen auch eine risikolose Anlagemöglichkeit besteht? Diese Frage wird durch die Kapitalmarktlinie beantwortet. Daran anschließend wird gefragt: Welcher Preis ist im Kapitalmarktgleichgewicht einem Wertpapier zuzumessen, das Gegenstand des Portfolios ist, und welches Risiko ist für ein solches Wertpapier relevant? Die Antwort auf diese Frage liefert die Wertpapierlinie.

1.3.1.1 Modelldarstellung

1.3.1.1.1 Die Kapitalmarktlinie

Neben den Prämissen der Portfoliotheorie werden folgende Prämissen ergänzend eingeführt:

- Es existiert ein risikoloser Zinssatz, zu dem jederzeit beliebig viel Geld aufgenommen und angelegt werden kann.

---

20 Vgl. *Sharpe* (1964), S. 425 ff., *Lintner* (1965), S. 13 ff., *Mossin* (1966), S. 768 ff. Vgl. zum CAPM auch grundlegend *Berk/DeMarzo* (2015) sowie *Perridon/Steiner/Rathgeber* (2016).

21 Vgl. *Sharpe* (1964), S. 426.

- Bezüglich der Rendite und des Risikos aller Wertpapiere bestehen bei den Anlegern homogene Erwartungen.[22]

Die Aufnahme einer risikolosen Anlagemöglichkeit (R_f) in das Modell hat weit reichende Implikationen. Durch die Hinzunahme der risikolosen Anlagemöglichkeit in ein Portfolio müsste es zunächst zu einer Mischung der individuellen Wertpapierportfolios der Anleger mit der risikolosen Anlagemöglichkeit kommen. Die individuellen Anlegerportfolios können gemäß der Portfoliotheorie überall auf der Effizienzkurve liegen. Verbindet man graphisch den Achsenabschnitt R_f auf der Ordinate mit individuellen Portfolios auf der Effizienzkurve, so ergeben sich scheinbar die individuellen Portfoliogeraden für jeden Anleger. Wie Abb. 1.5 aber zeigt, gibt es eine Effizienzgerade, die alle anderen Geraden in Bezug auf Risikoeffizienz dominiert.

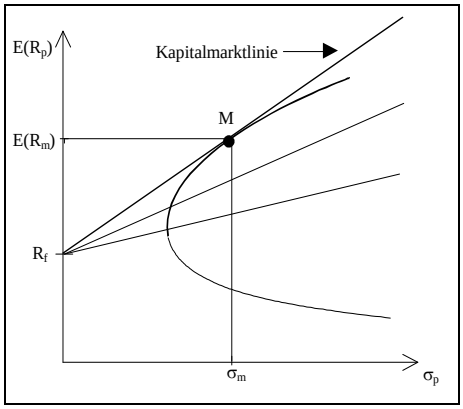

Abb. 1.5: Kapitalmarktgerade

Zwei Punkte determinieren die Lage dieser Geraden, die als Kapitalmarktlinie bezeichnet wird. Zum einen der Ordinatenabschnitt R_f, und zum anderen der Tangentialpunkt mit der Effizienzkurve riskanter Portfolios, im Weiteren als Marktportfolio bezeichnet. Die mathematische Gleichung der Kapitalmarktlinie ist formal einer Geradengleichung entsprechend, deren Parameter Achsenabschnitt und Steigung der Abb. 1.5 zu entnehmen sind. Daraus ergibt sich die Gleichung

$$E(R_p) = R_f + \frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} \cdot \sigma_p ,$$

mit:

$E(R_p)$ = Renditeerwartungswert des Portfolios p,
$E(R_m)$ = Renditeerwartungswert des Marktportfolios,
σ_p = Standardabweichung des Portfolios p,

22 Dies setzt einen informationseffizienten Kapitalmarkt voraus. Vgl. dazu *Ross*/*Westerfield*/*Jaffe* (2012).

σ_m = Standardabweichung des Marktportfolios und

R_f = risikolose Anlagemöglichkeit.

Die Interpretation der Kapitalmarktlinie lautet: Sind Anleger bereit, Risiko zu tragen, so dürfen sie eine Risikoprämie von $[E(R_m) - R_f]\cdot\sigma_p/\sigma_m$ erwarten. Anders ausgedrückt: Ändert sich das Risiko (σ_p) um eine Einheit, so führt dies zu einer veränderten Renditeerwartung von

$$[E(R_m) - R_f]/\sigma_m.$$

Von großer Bedeutung für die Kapitalmarktlinie ist das Marktportfolio. Gemäß dem Modell stellt das Marktportfolio die Vereinigung sämtlicher am Markt gehandelter Anlagen, gewichtet mit ihren Marktwerten, zu einem Portfolio dar.[23] Die Einführung des Konstruktes des Marktportfolios, das auf der Annahme homogener Erwartungen fußt, erbringt gegenüber der Portfoliotheorie den Vorteil, dass alle Anleger anstatt eines individuellen Portfolios die gleiche Portfoliozusammensetzung haben. Sie besitzen nämlich gemäß ihrer Risikoeinstellung eine Kombination zwischen risikoloser Anlage und dem Marktportfolio.[24] Diese Aufteilung bezeichnet man als Tobin-Separation.

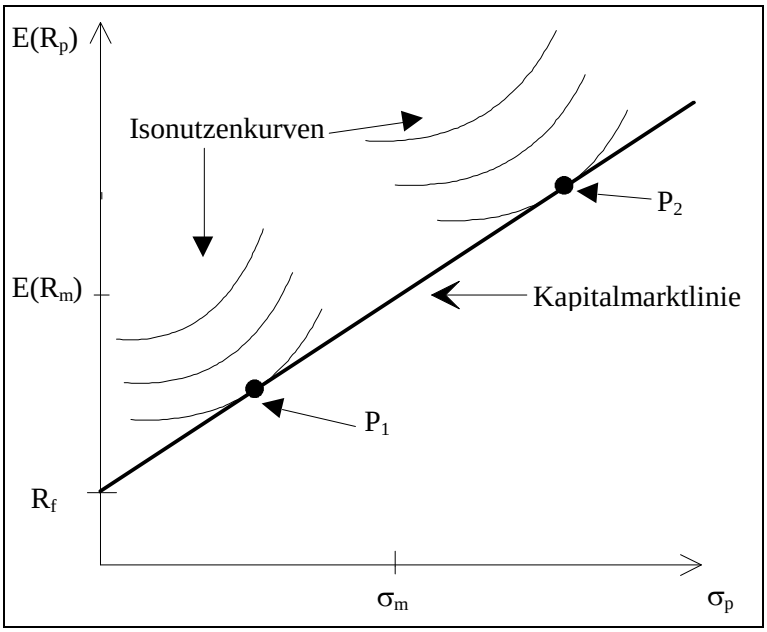

Abb. 1.6: Das optimale Portfolio bei Vorliegen der Kapitalmarktlinie

23 Vgl. *Loistl* (1994), S. 251.

24 *Sharpe* bezeichnet diese Zweiteilung als Dichotomisierung des Anlagewahlprozesses. Vgl. *Sharpe* (1964), S. 427.

Die Konsequenz der Tobin-Separation lautet: Die Portfoliozusammensetzung ist für jeden Anleger die gleiche, lediglich die Gewichte zwischen risikoloser Anlage und Marktportfolio werden gemäß der individuellen Risikoeinstellung der Anleger festgelegt.[25] Welche Aufteilung für einen Anleger optimal ist, bestimmt sich durch die Suche nach dem Tangentialpunkt zwischen der Kapitalmarktlinie und den Isonutzenkurven des Anlegers.[26] Die Suche nach dem optimalen Portfolio ist in Abb. 1.6 graphisch dargestellt. Man erkennt, dass das Portfolio, welches durch den Punkt P_2 gekennzeichnet ist, gegenüber dem Portfolio P_1 sowohl einen höheren Erwartungswert der Rendite als auch ein höheres Risiko besitzt. Beide Portfolios sind für die jeweiligen Anleger optimal, da sie auf der Kapitalmarktlinie liegen und den individuellen Nutzenvorstellungen entsprechen.

1.3.1.1.2 Die Wertpapierlinie

Nachdem mit Hilfe der Kapitalmarktlinie die Frage nach der Renditeerwartung riskanter Portfolios beantwortet ist, interessiert nun, welchen Preis einzelne Wertpapiere des Marktportfolios im Kapitalmarktgleichgewicht haben. Um den Gleichgewichtspreis für einzelne Wertpapiere zu bestimmen, geht man vom Marktportfolio aus. Da im Marktportfolio jedes risikotragende Wertpapier gemäß seinem Anteil am Gesamtumlauf aller Wertpapiere vertreten ist, kann sein Wert in Relation zum Marktportfolio ausgedrückt werden. Somit kann ein Portfolio aus a Teilen des Wertpapiers i und (1-a) Teilen des Marktportfolios M gebildet werden. Dies entspricht einem Zwei-Anlagen-Fall gemäß der Portfoliotheorie. Die Rendite dieses Portfolios ergibt sich dann zu[27]

$$E(R_p) = a \cdot E(R_i) + (1-a) \cdot E(R_m)$$

mit:

a = Anteil des Wertpapiers i am Portfolio p,
$E(R_i)$ = Erwartungswert der Rendite des Wertpapiers i,
$E(R_m)$ = Erwartungswert der Rendite des Marktportfolios und
$E(R_p)$ = Erwartungswert der Rendite des Portfolios p.

Das Portfoliorisiko ergibt sich entsprechend zu

$$\sigma_p = [a^2\sigma_i^2 + (1-a)^2\sigma_m^2 + 2COV_{im}a(1-a)]^{1/2}.$$

COV_{im} stellt die Kovarianz zwischen dem Wertpapier i und dem Marktportfolio dar.

Um zu sehen, welche Auswirkungen die Variation des Anteils des Wertpapiers i auf die Portfoliorendite und das Portfoliorisiko hat, leitet man beide Gleichungen nach dem Portfolioanteil a ab.

---

25 Vgl. *Tobin* (1958), S. 65 ff.

26 Vgl. *Sharpe* (1964), Abbildung 5, S. 434.

27 Zur mathematischen Ableitung vgl. *Sharpe* (1964), Fußnote 22, S. 438.

$$\frac{dE(R_p)}{da} = E(R_i) - E(R_m)$$

$$\frac{d\sigma_p}{da} = \frac{1}{2}\cdot[a^2\sigma_i^2 + (1 - a)^2\sigma_m^2 + 2COV_{im}a(1 - a)]^{-½}$$

$$\cdot[2a\sigma_i^2 - 2\sigma_m^2 + 2a\sigma_m^2 + 2COV_{im} - 4aCOV_{im}]$$

Da eine Preisbestimmung im Gleichgewicht vorgenommen werden soll, wird der Portfolioanteil des Wertpapiers i auf null gesetzt. Denn im Marktportfolio ist das Wertpapier i bereits mit einem Anteil a vertreten. Eine zusätzliche Nachfrage nach dem Wertpapier würde ein Ungleichgewicht bewirken. Daraus folgt für die Ableitungen

$$\left.\frac{dE(R_p)}{da}\right|_{a=0} = E(R_i) - E(R_m)$$

$$\left.\frac{d\sigma_p}{da}\right|_{a=0} = \frac{1}{2}(\sigma_m^2)^{-\frac{1}{2}}(-2\sigma_m^2 + 2COV_{im}) = \frac{COV_{im} - \sigma_m^2}{\sigma_m}.$$

Die Division der beiden verbliebenen Ableitungen stellt das Austauschverhältnis von Rendite und Risiko dar. Dieses gibt an, wie viel zusätzliches Risiko bei einer bestimmten Steigung des Erwartungswertes der Rendite in Kauf zu nehmen ist.

$$\left.\frac{dE(R_p)/da}{d\sigma_p/da}\right|_{a=0} = \frac{E(R_i) - E(R_m)}{(COV_{im} - \sigma_m^2)/\sigma_m}$$

Wie der Term zeigt, entspricht die Steigung dieses Austauschverhältnisses von Rendite und Risiko im Tangentialpunkt zwischen Kapitalmarktlinie und Portfoliokurve genau der Steigung der Kapitalmarktlinie selbst. Das durch die Kapitalmarktlinie beschriebene Austauschverhältnis von Rendite und Risiko muss auch für die Rendite- und Risikoänderungen gelten, die sich bei Änderung des Marktportfolios durch Variation des Anteils eines beliebigen Wertpapiers ergeben. Folglich lassen sich die Steigung der Kapitalmarktgeraden und das Austauschverhältnis von Rendite und Risiko gleichsetzen

$$\frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} = \frac{E(R_i) - E(R_m)}{(COV_{im} - \sigma_m^2)/\sigma_m}.$$

Löst man die erhaltene Gleichung nach der Renditeerwartung des Wertpapiers i auf, so erhält man die Wertpapierlinie, die auch als Security Market Line bezeichnet wird:

$$E(R_i) = R_f + E(R_m) - R_f \cdot \frac{COV_{im}}{\sigma_m^2}$$

mit:

$E(R_i)$ = Renditeerwartungswert des Wertpapiers i,
$E(R_m)$ = Renditeerwartungswert des Marktportfolios,

COV_{im}= Kovarianz zwischen Wertpapier i und dem Marktportfolio,
σ_m^2 = Varianz des Marktportfolios und
R_f = Rendite der risikolosen Anlagemöglichkeit.

Folglich kann für eine einzelne risikobehaftete Kapitalanlage im Kapitalmarktgleichgewicht eine Rendite erwartet werden, die sich aus einem risikolosen Zinssatz zuzüglich einer Risikoprämie zusammensetzt. Die Risikoprämie ergibt sich aus dem Marktpreis des Risikos $[E(R_m)-R_f]$ multipliziert mit der Höhe des Risikos, die durch den Ausdruck COV_{im}/σ_m^2 gemessen wird. Für das Maß der Risikohöhe hat sich der Ausdruck Betafaktor (ß) etabliert

$$ß_i = \frac{COV_{im}}{\sigma_m^2} = k_{im}\frac{\sigma_i}{\sigma_m}.$$

Daraus folgt die mathematische Standardgleichung des CAPM

$$E(R_i) = R_f + [E(R_m)-R_f]\cdot ß_i.$$

Die graphische Gestalt der Wertpapierlinie (Security Market Line) ist in Abb. 1.7 dargestellt. Auf der Grundlage der Kapitalmarktlinie (Capital Market Line) beantwortet sie die Frage, wie ein einzelnes Wertpapier im Marktportfolio zu bewerten ist.

Wie aus der Abszissenbeschriftung deutlich wird, ist für einzelne Wertpapiere im Portfoliozusammenhang nur Beta als Risikomaß relevant. Da der Betafaktor lediglich das systematische, also das nicht wegdiversifizierbare Marktrisiko widerspiegelt, wird im CAPM für die Übernahme des unsystematischen Risikos keine Risikoprämie gewährt. Dies lässt sich damit begründen, dass unsystematische Risiken durch Diversifikation vollständig eliminiert werden können.

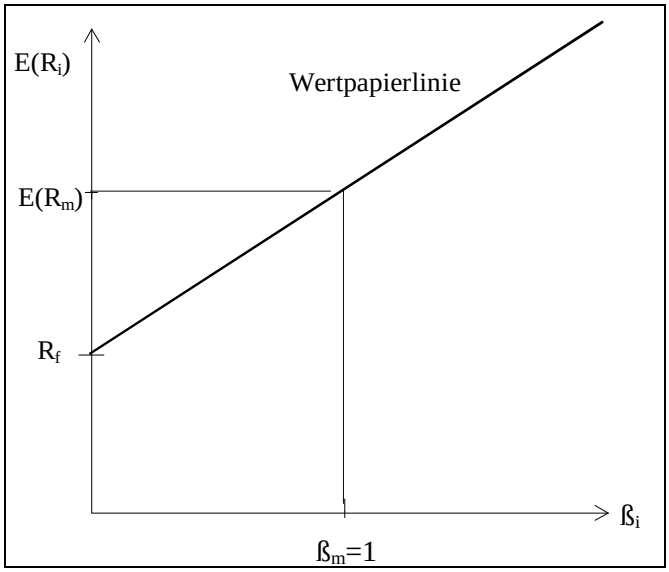

Abb. 1.7: Wertpapierlinie

1.3.1.1.3 Das Multi-Beta-CAPM

Alle denkbaren systematischen Risikofaktoren, die für die Wertpapierrenditen bestimmend sein können, werden im CAPM durch den ß-Faktor erfasst. Es handelt sich somit um eine eindimensionale aggregierte Betrachtung. Im Rahmen möglicher Modellerweiterungen kann gezeigt werden, dass sich die im ß-Faktor aggregiert erfassten Risikoquellen auch differenzierter darstellen lassen.[28] Eine mehrfaktorielle Interpretation des CAPM ist möglich. Indem Sharpe explizit die Annahme eines Mehrfaktorenmodells voraussetzt, gelangt er in zwei Analyseschritten zur Ableitung des gewünschten Rendite/Risiko-Tradeoff.[29]

Durch Aufspaltung des originären Betafaktors $ß_{im}$ in eine beliebige Anzahl von Risikomaßen $ß_{ij}$, die nunmehr die Sensitivität der Renditevariationen des i-ten Wertpapiers in Abhängigkeit des Portfolios j messen, vollzieht sich der erste Schritt. Da das Portfolio j bei Einbeziehung eines Mehrfaktorenmodells als eigenständiger Risikofaktor interpretiert werden kann, lässt sich das Risikomaß $ß_i$ als Faktorsensitivität des i-ten Wertpapiers in Bezug auf den Risikofaktor deuten.

Für die Bewertungsgleichung des CAPM ergibt sich dann in seiner Multi-Beta-Fassung der Ausdruck

$$E(R_i) = R_f + \left[E(R_m) - R_f\right] \cdot \sum_{k=1}^{K} \frac{\sigma(F_k)}{\sigma(R_m)} \cdot ß_{mk} \cdot ß_{ik} ,$$

mit:

$ß_{mk}$	=	Sensitivität der Rendite des Marktportfolios in bezug auf die Ausprägungen des Risikofaktors k,
$ß_{ik}$	=	Sensitivität der Rendite des Wertpapiers i in Bezug auf die Ausprägungen des Risikofaktors k,
$\sigma(F_k)$	=	Varianz des k-ten Risikofaktors und
$\sigma(R_m)$	=	Varianz der Rendite des Marktportfolios.

Die Rolle des herkömmlichen Betafaktors im CAPM nimmt im Multi-Beta-CAPM somit der Ausdruck

$$ß_{im} = \sum_{k=1}^{K} \frac{\sigma(F_k)}{\sigma(R_m)} \cdot ß_{mk} \cdot ß_{ik}$$

ein. Offenbar erfolgt durch das Multi-Beta-CAPM eine Aufteilung des bisherigen Betafaktors in mehrere Risikosensitivitäten. Die erwartete Rendite eines Wertpapiers ergibt sich

28 Vgl. *Sharpe* (1977), S. 127 ff.

29 Vgl. *Steiner*/*Nowak* (1994), S. 350. Eine detaillierte Modellableitung findet sich in *Nowak* (1994), S. 44 ff.

nunmehr als Addition aus dem risikolosen Zinssatz und K verschiedenen Risikoprämien. Aus dem bisherigen Marktrisiko ist unter der Prämisse eines vollständig diversifizierten Marktportfolios die Summe verschiedener Faktorrisiken geworden.

1.3.1.2 Modellkritik

Den Beurteilungsmaßstab für das CAPM hat Sharpe selbst vorgegeben: "... the proper test of a theory is not the realism of its assumptions but the acceptability of its implications ...".[30]

Das CAPM ist besonders in den USA zahlreichen Tests hinsichtlich der Gültigkeit seiner Kernaussagen unterzogen worden. Aber auch für den deutschen Aktienmarkt liegen derartige Untersuchungen vor.[31] Dabei kommen die Analysen zu unterschiedlichen Ergebnissen, so dass weder von einer Bestätigung noch von einer eindeutigen Falsifizierung der Modellthesen gesprochen werden kann. Während die in den sechziger und frühen siebziger Jahren durchgeführten Tests die Aussagen des CAPM tendenziell eher bestätigen konnten, neigen neuere Tests eher zu einer Ablehnung der Modellaussagen.[32] Ganz offensichtlich lassen sich am Kapitalmarkt Effekte beobachten, die im Widerspruch zum CAPM stehen. Insbesondere der Kleinfirmeneffekt lässt sich mittels des CAPM nicht erklären.[33] Als weiteres Testergebnis muss angesehen werden, dass die Stationarität der Modellparameter (insbesondere ß) im Zeitablauf nicht gegeben ist.

Die Testbarkeit des CAPM wird allerdings von manchen Autoren in Frage gestellt, da das wahre Marktportfolio bei solchen Tests nicht zum Einsatz kommt.[34] Dies ist der zentrale Kritikpunkt am CAPM. Wird statt des tatsächlichen Marktportfolios nur ein Index als Hilfs-Marktportfolio verwendet, so kann ein empirischer Test streng genommen nur überprüfen, ob der Index effizient im Sinne der Portfoliotheorie ist.[35] Allerdings gibt es andere Untersuchungen, denen zufolge die Ergebnisse des CAPM nicht sehr sensitiv in Bezug auf den gewählten Marktindex sind, so dass die Wahl des Marktportfolios nicht entscheidend ist.[36] Im Rahmen der Version des Multi-Beta-CAPM lässt sich durch die Erfassung weiterer Risikofaktoren der bisherige eindimensionale Bezug auf das Marktportfolio sogar deutlich reduzieren.

Da in der Literatur bislang keine eindeutige Bestätigung der Modellthesen des CAPM gefunden werden kann, taucht die Frage auf, ob dies an den z.T. realitätsfernen Prämissen des Modells liegt. Dem wird in der Literatur zu begegnen versucht, indem Modellprämissen

---

30 Vgl. *Sharpe* (1964), S. 434.

31 Vgl. *Möller* (1988), S. 779 ff.

32 Vgl. *Fama/French* (1992), S. 1 ff. und die dort angegebene Literatur.

33 Vgl. *Brealey* (1990), S. 9.

34 Vgl. *Roll* (1977b), 129 ff.

35 Vgl. *Möller* (1988), S. 796.

36 Vgl. *Stambaugh* (1982), S. 238.

durch realitätsnähere Annahmen ersetzt werden.[37] *Black* leitet die Wertpapierlinie z.B. ohne das Vorhandensein eines risikolosen Zinssatzes ab, da offensichtlich in der Praxis ein solcher Zinssatz, zu dem jeder Anleger beliebig viel Geld anlegen und aufnehmen kann, nicht existiert.[38,39] Stattdessen verwendet er ein sogenanntes Zero-Beta-Portfolio. Auch die Annahme homogener Erwartungen, die auf der These eines informationseffizienten Kapitalmarktes fußt, kann umgangen werden. Ähnliches gilt für die Prämisse der Transaktionskosten- und Steuerfreiheit.

Trotz der genannten Kritikpunkte ist das CAPM das bekannteste Modell zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen der erwarteten Rendite und dem Risiko von Wertpapieren.[40] Neben der deskriptiven Funktion des CAPM zur Beschreibung des Trade-Off zwischen Rendite und Risiko wird das Modell auch normativ angewendet. Dies zeigt sich sehr deutlich im Bereich der Performance-Messung, wo beispielsweise die Anlageergebnisse von Investmentfonds mit Hilfe des CAPM beurteilt werden.

1.3.2 Arbitrage Pricing Theory (APT)

Die zentralen Aussagen der APT lauten folgendermaßen:

- Die Wertpapierrenditen hängen von mehreren makro- und/oder mikroökonomischen Risikofaktoren ab.
- Arbitrageprozesse sorgen dafür, dass die Wertpapiere im Gleichgewicht stets richtig bewertet sind.
- Zwischen den Wertpapierrenditen und den zugehörigen Risikoausprägungen besteht ein linearer Zusammenhang.
- Die Wertpapierrendite setzt sich aus einem risikolosen Teil und verschiedenen Risikoprämien zusammen.
- Auf die Kenntnis des Marktportfolios kann verzichtet werden.

Die Reduzierung der Erklärung von Wertpapierrenditen auf einen Faktor (Rendite und Risiko des Marktportfolios) im Rahmen des CAPM hat zur Entwicklung der Arbitrage Pricing Theory durch *Ross* geführt.[41] Dabei wird ein gänzlich anderer Ansatz zur Erklärung und Beschreibung des Trade-Off zwischen der erwarteten Rendite und dessen Risikos bei einzelnen Wertpapieren bzw. Wertpapierportfolios gewählt. Nicht die Portfoliotheorie ist das Fundament der APT, sondern ein in sich geschlossenes Arbitragegebäude. Damit gelingt es

37 Vgl. *Rudolph* (1979), S. 1049 ff.

38 Für praktische Anwendungen werden meistens die Zinssätze öffentlicher Schuldverschreibungen verwendet, um das Bonitätsrisiko vernachlässigen zu können.

39 Vgl. *Black* (1972), S. 444 f.

40 Vgl. *Brealey/Myers/Allen* (2016).

41 Vgl. *Ross* (1976), S. 341 ff.

der APT, den auf der Portfoliotheorie basierenden Modellrahmen des CAPM zu verlassen. Immerhin stellt aber auch die APT ein Gleichgewichtsmodell dar.

1.3.2.1 Modelldarstellung

Der Grundgedanke der APT lautet: Ein Portfolio, das einen Anfangswert von null aufweist und dessen Zukunftswert in jedem Zeitpunkt ebenfalls null beträgt, muss risikolos sein. Sollte der Portfoliowert in irgendeinem Zeitpunkt von null verschieden sein, so kann ein risikoloser Gewinn (free lunch) erzielt werden. Arbitrageprozesse sorgen dann durch Kauf oder Leerverkauf des Portfolios dafür, dass sich der Markt wieder im Gleichgewicht befindet. Ein Portfolio, das die genannten Eigenschaften aufweist, wird als Arbitrageportfolio bezeichnet. Die allgemeine Ausgangsgleichung der APT lautet:

$$R_i = \alpha_i + ß_{i1}F_1 + ß_{i2}F_2 + ... + ß_{in}F_n + \varepsilon_i$$

oder in Erwartungswerten:

$$E(R_i) = \alpha_i + ß_{i1}E(F_1) + ß_{i2}E(F_2) + ... + ß_{in}E(F_n) + E(\varepsilon_i)$$

mit:

$F_1, F_2, ..., F_n$ = Faktoren 1 bis n,
α_i = faktorunabhängiger Renditebestandteil,
$ß_{ij}$ = Sensitivität des Faktors j und
ε_i = Zufallsfehler.

Verbal erklärt, ergibt sich demgemäß die Rendite des i-ten Wertpapiers bzw. des i-ten Portfolios als lineare Funktion mehrerer mit den jeweiligen Sensitivitäten gewichteter Faktoren zuzüglich einer faktorunabhängigen Rendite.

Folgende Prämissen liegen der APT zugrunde:

- Leerverkäufe sind uneingeschränkt möglich.
- Es liegt ein vollkommener Kapitalmarkt vor, der sich im Gleichgewicht befindet und somit arbitragefrei ist.
- Die Wertpapierrenditen hängen von mehreren Faktoren ab.
- Die Anleger sind risikoscheu und versuchen den Risikonutzen ihres Vermögens zu maximieren.
- Bezüglich der Wertpapierrenditen bestehen seitens der Anleger homogene Erwartungen (Informationseffizienzhypothese).
- Es existiert eine risikolose Kapitalanlage- und -aufnahmemöglichkeit.

Um ein Arbitrageportfolio mit den beschriebenen Eigenschaften zu generieren, wählt man folgendes dreistufige Vorgehen: Durch Käufe und Leerverkäufe wird zunächst dafür gesorgt, dass ein Portfolioanfangswert von null entsteht. Dies gelingt, wenn die Anteile der gekauften Papiere in der wertmäßigen Summe genau den Anteilen der leerverkauften Papiere entsprechen. Mithin muss gelten:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 0.$$

Unter der Voraussetzung, dass weder ein systematisches noch ein unsystematisches Risiko vorliegt, ergibt sich die Portfoliorendite dann zu

$$\sum_{i=1}^{n} x_i E(R_i) = 0.$$

Somit beträgt der Portfolioanfangswert null. Der zweite Schritt betrifft das unsystematische Risiko des Arbitrageportfolios, das sich in dem Term ε_i verbirgt. Die Elimination des unsystematischen Risikos bereitet keine großen Schwierigkeiten, da aus der Portfoliotheorie bereits bekannt ist, dass sich das unsystematische Risiko durch Diversifikation vollständig eliminieren lässt. Infolgedessen muss es sich bei dem Arbitrageportfolio um ein breit diversifiziertes Portfolio handeln. Die Portfolioanteile der einzelnen im Portfolio enthaltenen Wertpapiere sollten deshalb sehr klein sein. Hinzu kommt, dass das Portfolio einen großen Umfang haben muss. Folglich gilt:

$$x_i = 1/n, \text{ bzw. } |x_i| = 1/n$$

wobei n sehr groß ist und keine Gleichgewichtung der Wertpapiere gegeben sein muss.

Dies führt dazu, dass $E(\varepsilon_i)$ gleich null ist und somit vernachlässigt werden kann. Da die ε_i-Werte überdies noch unkorreliert sind, beträgt ihre Varianz ebenfalls nahezu null und fällt damit weg.

Schließlich muss in einem dritten Schritt noch das systematische Risiko des Arbitrageportfolios berücksichtigt werden. Das systematische Risiko des Arbitrageportfolios wird eliminiert, indem die Summe der einzelnen Faktorsensitivitäten ($ß_{ij}$), gewichtet mit den jeweiligen Portfolioanteilen (x_i), null ergibt. Dadurch ergibt sich für jeden Faktor eine Gesamtsensitivität von null. Folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i ß_{ij} = 0 \qquad \text{für } j = 1, 2, ..., n.$$

Durch die Leerverkäufe müssen deshalb die negativen systematischen Risiken die positiven systematischen Risiken genau neutralisieren.

Für ein Arbitrageportfolio mit den genannten Eigenschaften gelingt es, die als Grundgleichung der APT bekannte Formel für die Rendite einzelner Wertpapiere bzw. für Wertpapierportfolios im Kapitalmarktgleichgewicht abzuleiten.[42] Diese lautet:

$$E(R_i) = R_f + [E(R_{F1})-R_f]\cdot ß_{i1} + [E(R_{F2})-R_f]\cdot ß_{i2} + ... + [E(R_{Fn})-R_f]\cdot ß_{in}$$

42 Zur Ableitung des gesamten Modells vgl. *Uhlir/Steiner* (2000), S. 198 ff.

Dabei stellt R_f den risikolosen Zinssatz dar.

Der Ausdruck $[E(R_{F1}) - R_f]$ ist als Risikoprämie des ersten renditebestimmenden Faktors zu interpretieren. $ß_{i1}$ stellt die Sensitivität des Wertpapiers i in Bezug auf Veränderungen des Faktors eins dar. Stellt man sich nun ein Wertpapier bzw. ein Portfolio vor, dessen sämtliche Sensitivitäten null betragen und das somit risikolos ist, dann verbleibt diesem Wertpapier bzw. Portfolio eine risikolose Rendite. Bei Vorliegen eines risikolosen Zinssatzes entsprechen sich dieser Zinssatz und die risikolose Rendite des betrachteten Wertpapiers bzw. Portfolios.

Ähnlich wie beim CAPM bildet sich die zukünftige Wertpapierrendite folglich als Summe aus einem risikolosen Zinssatz zuzüglich einer Risikoprämie. Im Gegensatz zum CAPM wird die Risikoprämie nicht allein durch einen Faktor (Rendite und Risiko des Marktportfolios) erklärt, sondern ergibt sich aus den mit den jeweiligen Faktorsensitivitäten multiplizierten Risikoprämien der einzelnen Faktoren. Unterstellt man z.B. das Vorliegen zweier Risikofaktoren mit den Sensitivitäten $ß_{i1}$ und $ß_{i2}$, so erhält man mittels einer dreidimensionalen Darstellung die Abb. 1.8, die als APT-Hyperebene bezeichnet wird. Es zeigt sich, dass alle relevanten Rendite/Risiko-Kombinationen auf einer Ebene liegen. Obwohl die APT auch mit beliebig vielen Faktoren vorstellbar ist, ist eine graphische Visualisierung bei mehr als zwei Faktoren nicht möglich.

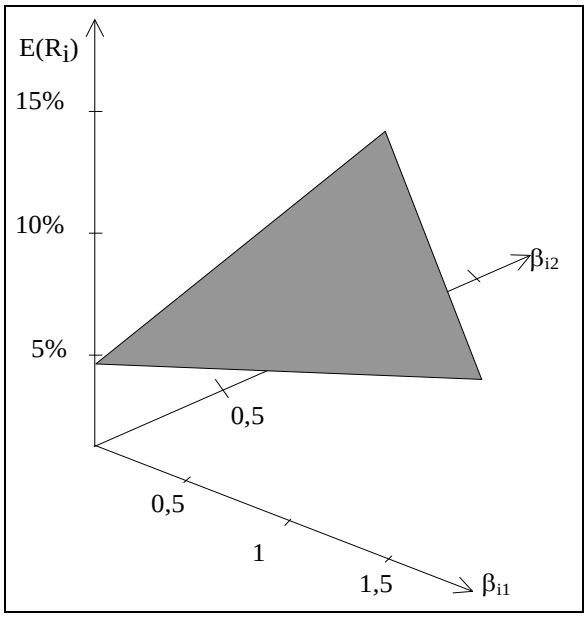

Abb. 1.8: APT-Hyperebene mit zwei Risikofaktoren

1.3.2.2 Modellkritik

Die APT überwindet das Problem der einfaktoriellen Renditeerklärung, das im CAPM besteht. Insofern scheint es der APT eher zu gelingen, die Bestimmungsgründe für die empirisch zu beobachtenden Wertpapierrenditen in Abhängigkeit vom ihrem Risiko zu extrahieren.[43] Des Weiteren kommt die APT auch ohne die Kenntnis sehr spezieller Präferenzstrukturen der Anleger zu Gleichgewichtspreisen. Da die Annahmen der APT weniger streng sind als die des CAPM, gilt der Ansatz als allgemeiner. Von manchen Autoren wird das CAPM als Spezialfall der APT angesehen.[44] Zudem kommt die APT ohne die Kenntnis des Marktportfolios aus, welches eine dominante Rolle im CAPM spielt.[45] Gleichwohl fällt auf, dass sowohl das CAPM als auch die APT die Rendite von Wertpapieren als lineare Funktion des Wertpapierrisikos ansehen.

Die Erkenntnis, dass mehrere Faktoren für die Wertpapierrenditen maßgeblich sind, kann nur gewinnbringend genutzt werden, wenn bekannt ist, welche Faktoren konkret bestimmend für die Rendite von Wertpapieren sind. Dies ist die große Schwäche der APT.[46] Eine befriedigende Antwort auf die Frage, welche Faktoren für die Wertpapierrenditen maßgeblich sind, ist bisher nicht gelungen. Immerhin wird in der Literatur davon ausgegangen, dass die Anzahl der Faktoren nicht größer als fünf sein dürfte.[47] Vorstellbar sind dabei sowohl makro- als auch mikroökonomische Faktoren. Bei makroökonomischen Faktoren ist zu denken an Inflationsentwicklung, Zinsentwicklung, Konjunkturentwicklung, Ölpreise, Arbeitslosigkeit etc. Mikroökonomische Faktoren können sein: Unternehmensgröße, Verschuldungsgrad, Konkurrenzverhalten, Kurs/Gewinnverhältnis, Dividendenrendite, Technologieintensität etc. Die Bestimmung der genannten Faktoren erfolgt bei empirischer Anwendung der APT zumeist im Rahmen einer auf Plausibilitätsüberlegungen aufbauenden Vorabspezifikation. Statistische Faktorenanalysen, die sich zur Zusammenstellung von Faktorbündeln grundsätzlich eignen, verlieren wegen ihrer mangelnden Interpretierbarkeit in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung.[48]

Es ist darauf hinzuweisen, dass z.B. nicht die Existenz von Inflation als solche einen Risikofaktor darstellt, da die Inflation geschätzt werden kann und somit in den Wertpapierpreisen bereits reflektiert wird. Viel mehr besteht in diesem Fall das Risiko in dem unerwarteten

---

43 Vgl. *Sharpe* (2015).

44 Dies ist dann der Fall, wenn die erwarteten Renditen sich genau durch einen Faktor – das Marktportfolio – erklären lassen, bzw. alle Faktoren außer dem Faktor für das Marktportfolio null sind. Vgl. *Uhlir*/*Steiner* (2000), S. 202 f. Anderer Meinung sind z.B. *Nowak*/*Wittrock* (1993), S. 30.

45 Vgl. *Ross* (1976), S. 343.

46 Vgl. *Süchting* (1995), S. 381 f.

47 Vgl. z.B. *Chen* (1983), S. 1397, *Berry*/*Burmeister*/*McElroy* (1988), S. 30 und *Chen*/*Roll*/*Ross* (1986), S. 383 ff.

48 Vgl. *Steiner*/*Nowak* (1994), S. 350.

Abweichen der zukünftigen Inflationsrate von der erwarteten Inflationsrate.[49] Für die anderen Risikofaktoren gilt Gleiches.

Ein weiteres Problem stellt die Zeitstabilität dar. Dieses Problem gilt sowohl für die Faktoren als auch für die Faktorsensitivitäten. Es ist vorstellbar, dass sich die Faktoren im Zeitablauf verändern, bzw. sich in ihrer Wichtigkeit für den Renditebildungsprozess verschieben. Bezüglich der zeitlichen Stabilität der Faktorsensitivitäten sei auf die Problematik der Zeitstabilität beim Betafaktor im CAPM verwiesen.

Auch die APT ist inzwischen mehrfach empirischen Tests unterzogen worden.[50] Häufig wird dabei zu klären versucht, ob die APT in Bezug auf die Renditeerklärung dem CAPM überlegen ist. Obwohl dies bisher nicht als eindeutig geklärt gelten kann, gibt es für den US-amerikanischen Kapitalmarkt Hinweise, die für eine Überlegenheit der APT sprechen.[51] In Deutschland sind die Ergebnisse weniger viel versprechend: Sowohl die Faktorbetas als auch die Risikoprämien sind sehr instabil und selten statistisch signifikant von null verschieden.[52] Hinzuweisen ist darauf, dass sich auch in Bezug auf die APT vereinzelt die Meinung vernehmen lässt, dass eine empirische Testbarkeit der Modellaussagen nicht gegeben ist.[53]

1.3.3 Kritische Würdigung der Kapitalmarkttheorie

Die Erkenntnisse der Kapitalmarkttheorie haben, über den wissenschaftlichen Bereich hinaus, eine weite Verbreitung gefunden. Das CAPM und die APT werden beispielsweise zur Ableitung von Kapitalkosten verwendet. Das Prinzip arbitragefreier Märkte leistet wichtige Beiträge zur Preisermittlung derivativer Finanzprodukte.[54] Zudem leistet die Kapitalmarkttheorie bedeutende Beiträge zur Risikobeurteilung von Kapitalanlagen. Darüber hinaus findet die Kapitalmarkttheorie im Bereich der Performance-Messung breite Anwendung. Aus der Praxis des modernen Portfoliomanagements sind die Erkenntnisse der Kapitalmarkttheorie deshalb nicht mehr wegzudenken.[55] Begriffe wie "systematisches Risiko", "Betafaktor", "Faktorsensitivitäten" etc., die ihren Ursprung in der Kapitalmarkttheorie haben, sind längst zu gängigen Ausdrücken der Anlagepraxis geworden.

Dies allein ist jedoch nur ein Indiz für die Qualität der beschriebenen Modelle. Den Beweis seiner Qualität kann ein Modell jedoch nur dadurch erbringen, dass seine Aussagen und Thesen mit den in der Realität zu beobachtenden Fakten möglichst gut übereinstimmen.

---

49 Vgl. *Berry*/*Burmeister*/*McElroy* (1988), S. 30 f.

50 Vgl. *Chen* (1983), S. 1393 ff.

51 Vgl. *Berry*/*Burmeister*/*McElroy* (1988), S. 30.

52 Vgl. *Nowak* (1994), *Steiner*/*Nowak* (1994).

53 Vgl. *Haugen* (2000), S. 262 ff. sowie *Sharpe* (1984), S. 23 und 24.

54 Vgl. *Spremann* (1996).

55 Vgl. *Steiner*/*Kölsch* (1989), S. 419.

Als besonders problematisch zu testen erweisen sich Modelle, die in Erwartungswerten formuliert sind (CAPM, APT). Die ersatzweise Verwendung historischer Daten für derartige Validitätstests ist theoretisch wie praktisch unbefriedigend. Die Notwendigkeit zukünftiger Rendite- und Risikodaten erweist sich als Hauptproblem der praktischen Anwendung kapitalmarkttheoretischer Modelle. Aus diesem Grund muss die oft unkritische Übernahme kapitalmarkttheoretischer Parameter in praktische Anlagemodelle mit Vorsicht gesehen werden. Im Gegensatz zur Portfoliotheorie gibt es hinsichtlich des CAPM und der APT in der Literatur Kontroversen, was aber auch damit zu tun haben mag, dass diese Modelle jünger sind als die Erkenntnisse der Portfoliotheorie und insoweit noch nicht abschließend beurteilt werden können.

Ein Hauptangriffspunkt der Kapitalmarkttheorie stellt folgender Punkt dar: Die Ausklammerung von Transaktionskosten (Gebühren, Courtagen etc.), Steuern, psychologischen Faktoren, Marktineffizienzen (Marktmacht, Time-Lags, Anomalien, Bubbles ...) sowie die Konzentration auf die Größen Rendite und Risiko führt zwar zu ausgeprägter Anschaulichkeit der Modelle, vernachlässigt aber sehr stark reale Gegebenheiten und kann deshalb nicht uneingeschränkt in die Praxis übertragen werden.[56] Zudem wird die Berücksichtigung von Zeithorizonteffekten vernachlässigt.[57]

Die Beschränkung der Modelle der Kapitalmarkttheorie auf Kapitalmärkte als Betrachtungsgegenstand ist im Hinblick auf eine unkritische Anwendung im Rahmen der Asset Allocation ebenfalls problematisch.[58] Denn Asset Allocation betrifft die gesamten Vermögensgegenstände (Assets) eines Anlegers und geht somit über das Spektrum der klassischen Kapitalanlagen deutlich hinaus. Demgegenüber engt die Kapitalmarkttheorie das Betrachtungsfeld i.d.R. auf die Wertpapiermärkte und dabei insbesondere auf die Aktienmärkte ein. Als Grund dafür ist die hohe Markteffizienz zu nennen, die diesen Märkten zugeschrieben wird.[59]

Aus der beschriebenen Kritik an der Kapitalmarkttheorie haben sich neue Forschungsrichtungen der Finanzierungsforschung gebildet. Zu nennen ist beispielsweise die neoinstitutionalistische Finanzierungstheorie.[60] In ihr wird die Beschränkung der Kapitalmarkttheorie auf Rendite/Risiko-Komponenten zugunsten der Berücksichtigung weiterer Merkmale von Finanzierungsentscheidungen aufgehoben.

Des Weiteren wird im Rahmen der sog. "Coherent Market Hypothesis" versucht, Anlegermentalitäten, die in bestimmten Börsenphasen preisbestimmenden Einfluss erlangen kön-

---

56 *Amihud*/*Mendelson* weisen beispielsweise auf die Bedeutung des Liquiditätsaspektes für die Renditeerklärung hin, vgl. *Amihud*/*Mendelson* (1991), S. 235 ff.

57 Vgl. *Zimmermann* (1991), 164-181.

58 Theoretisch beansprucht die Kapitalmarkttheorie Gültigkeit für alle Anlagearten. Vgl. *Auckenthaler* (1991), S. 141.

59 Vgl. *Fama* (1970), 383 ff. und *Fama* (1991), S. 1575 ff.

60 Vgl. *Schmidt/Terberger* (2006), S. 66 ff.

nen, neben den rationalen fundamentalen Daten in eine Kapitalmarktbeschreibung einfließen zu lassen.[61]

Darüber hinaus wird mit Hilfe des sog. "synergetischen Kapitalmarktmodells" der Versuch unternommen, eine dynamische Feinmodellierung des Kapitalmarktgeschehens durch die Spezifikation einer Mehrzahl kursbeeinflussender Variablen zu bewerkstelligen und so zu treffsicheren Marktprognosen zu gelangen.[62]

1.4 Marktmodell

Die zentralen Aussagen des Marktmodells lauten folgendermaßen:

- Die Wertpapierrenditen hängen ausschließlich von einem Risikofaktor – dem Marktindex – ab.
- Der durch Regressionen gemessene Zusammenhang zwischen den Wertpapierrenditen und ihren Risiken ist empirisch und wird in die Zukunft extrapoliert.

1.4.1 Modelldarstellung

Die Umdeutung des Indexmodells von Sharpe hat zur Entstehung des Marktmodells geführt. Das Marktmodell verfolgt die Zielsetzung, den Vergangenheits-Zusammenhang zwischen der Rendite eines einzelnen Wertpapiers und einem Marktindex zu ermitteln und gegebenenfalls mit Hilfe des gewonnenen Zusammenhangs zukünftige Renditen des Wertpapiers zu schätzen. Insofern ist die Zielsetzung des Marktmodells eine gänzlich andere als die des Indexmodells. Im Indexmodell wurde ein Verfahren zur Aufwandsreduzierung bei der Schätzung von Eingabeparametern zur Bestimmung der Effizienzkurve im Portfolio-Selection-Modell entwickelt.

Das Marktmodell stellt einen empirischen Ansatz zur Schätzung und Erklärung künftiger bzw. vergangener Aktienrenditen dar. Dies unterscheidet das Marktmodell vom CAPM. Die Schätzung künftiger Renditen einzelner Aktien wird ausschließlich durch das Marktportfolio geleistet. Ein risikoloser Zinssatz wird nicht unterstellt. Dabei beinhaltet das Marktportfolio alle Titel eines Marktes gewichtet mit ihren jeweiligen Anteilen.

Aus dem beobachteten Zusammenhang zwischen der Rendite des einzelnen Wertpapiers mit der Rendite des Marktportfolios wird mittels einer linearen Einfachregression eine Schätzfunktion für künftige Renditen des Einzeltitels ermittelt. Dabei kommt folgender, bereits vom Indexmodell bekannter Funktionstyp zur Anwendung:

$$R_i = a_i + ß_i \cdot R_m + u_{i,}$$

61 Vgl. *Vaga* (1990), S. 36 ff.

62 Vgl. *Loistl* (1994), S. 650 ff. und die dort angegebene Literatur.

oder in Erwartungswerten:

$$E(R_i) = a_i + ß_i \cdot E(R_m) + E(u_i),$$

mit:

a_i = von der Marktrendite unabhängige Wertpapierrendite,
$ß_i R_m$ = systematische Wertpapierrendite,
R_m = Rendite des Marktportfolios,
R_i = Rendite des Wertpapiers i und
u_i = Zufallsfehler.

Die Funktion beschreibt eine Gerade, die durch die Punktwolke der beobachteten Renditepaare verläuft, die in Abb. 1.9 dargestellt ist. Der mit u_i bezeichnete Zufallsfehler kennzeichnet die einzelnen Ausprägungen der Abweichungen der beobachteten Renditepaare von der Regressionsgeraden. Für die zukünftigen Werte von u_i wird erwartet, dass diese null betragen [$E(u_i) = 0$]. Zudem unterstellt das Modell eine Korrelation von null zwischen der Rendite des Marktportfolios und dem Zufallsfehler u_i. Darüber hinaus werden die titelspezifischen Renditen (a_i) als unkorreliert angenommen.

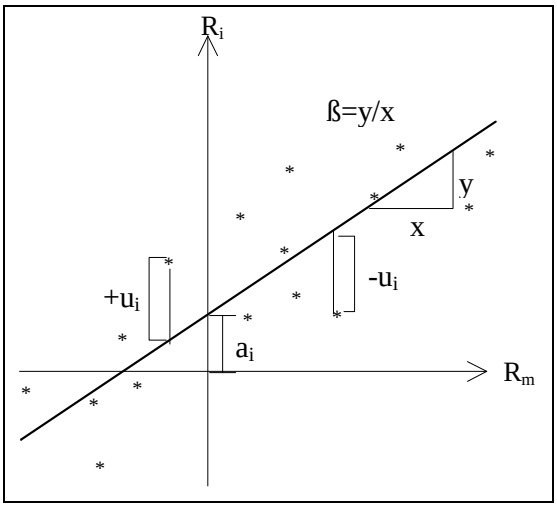

Abb. 1.9: Regressionsgerade im Marktmodell

Die Güte der mittels Regression errechneten Geraden wird gemessen mit Hilfe des linearen Bestimmtheitsmaßes (R^2). Je näher der Wert des Bestimmtheitsmaßes an 1 herankommt, desto besser wird die Renditeentwicklung des Einzelwertes durch den Marktindex erklärt. Berechnet wird das Bestimmtheitsmaß als Quotient zwischen der Varianz des Marktindexes und der Varianz der betrachteten Aktie multipliziert mit dem ermittelten quadrierten Betafaktor der Aktie.

$$R^2 = ß_i^2 \cdot \frac{\sigma_m^2}{\sigma_i^2}$$

Ein R^2-Wert von 0,9 bedeutet, dass 90% der Varianz der Aktienrendite durch die in der Regression ermittelte Marktindexbewegung erklärt wird.

Wenn man nun den Beta- und Alphawert (a_i) für ein Wertpapier mit Hilfe der Regressionsfunktion ermittelt hat, so benötigt man nur noch eine Schätzung der zukünftigen Rendite des Marktportfolios, um zu einer Renditeschätzung des Wertpapiers zu gelangen. Dieses Vorgehen unterstellt implizit, dass die mit Vergangenheitsdaten ermittelten Funktionsparameter $ß_i$ und a_i für die Zukunft Gültigkeit besitzen. Mithin ist die Zeitstabilität der Funktionsparameter unabdingbare Vorraussetzung für eine qualitativ zufriedenstellende Renditeschätzung des Marktmodells.[63] Außerdem liefert das Marktmodell eine Möglichkeit zur Aufspaltung des Gesamtrisikos eines Wertpapiers in einen systematischen und einen unsystematischen Teil. Das Gesamtrisiko ergibt sich demgemäß zu

$$\sigma_i^2 = ß_i^2 \cdot \sigma_m^2 + \sigma_{ui}^2.$$

Durch geeignete Umformungen lässt sich sowohl das systematische als auch das unsystematische Risiko isolieren. So ergibt sich für das systematische Risiko

$$ß_i^2 \cdot \sigma_m^2 = \sigma_i^2 - \sigma_{ui}^2.$$

Für das unsystematische Risiko lautet die Formel

$$\sigma_{ui}^2 = \sigma_i^2 - ß_i^2 \cdot \sigma_m^2.$$

Mit Hilfe der dargestellten Risikoformeln lässt sich somit abschätzen, inwieweit ein Wertpapier mit dem Marktrisiko verbunden ist und inwieweit unternehmensspezifische Risiken zum Tragen kommen. Dies lässt Schlüsse auf geeignete Maßnahmen der Risikoreduktion (z.B. Hedging) zu.

1.4.2 Modellkritik

Die Verwendung des Marktmodells zur Schätzung zukünftiger Wertpapierrenditen macht nur bei Gültigkeit der Prämisse Sinn, dass die aus historischen Daten gewonnenen Parameter der Regressionsfunktion auch in der Zukunft Gültigkeit haben. Da diese Prämisse nicht als hinreichend erfüllt angesehen werden kann, eignet sich das Marktmodell nur sehr grob zur Schätzung künftiger Wertpapierrenditen. Verantwortlich für die mangelnde Stabilität der im Marktmodell gewonnenen Daten ist unter anderem die sogenannte Heteroskedastizität. Damit ist gemeint, dass die im Modell unterstellten Annahmen bezüglich der Residuen (u_i) nicht erfüllt sind. Viel mehr lässt sich beobachten, dass die Residuen im Zeitablauf sehr unterschiedliche Konstellationen einnehmen und insbesondere keine konstante Varianz

63 Zur Prognosequalität des ß-Faktors und seiner Zeitstabilität vgl. *Steiner*/*Bauer* (1992), S. 347 ff.

aufweisen. Die Lage der Regressionsgeraden bei alternativen Residuenkonstellationen ist in Abb. 1.10 dargestellt. Bei derartigem Verlauf spricht man von Heteroskedastizität.[64]

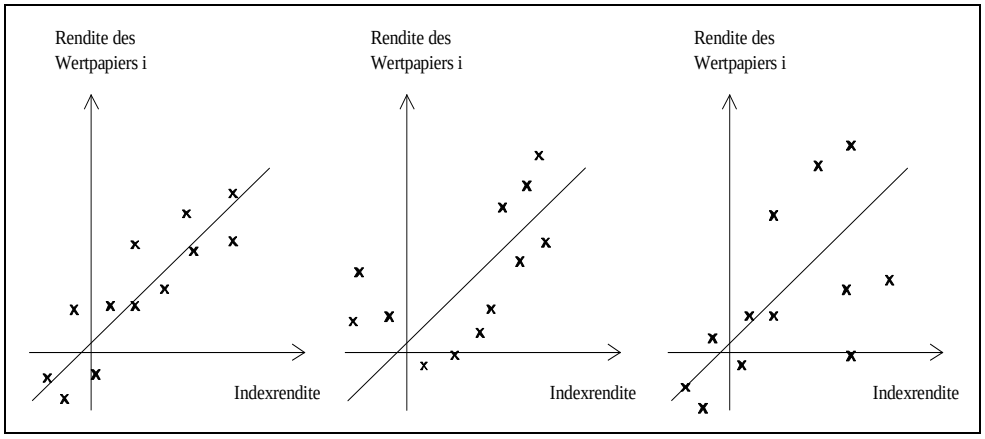

Abb. 1.10: Heteroskedastizität der Residuen

In der Abbildung ist zu erkennen, dass die Lage der Residuen jeweils stark differiert. Daraus kann sich z.B. eine unterschiedliche Varianz ergeben. Allerdings gibt es inzwischen statistische Verfahren, die unter Berücksichtigung der Heteroskedastizität der Residuen Schätzwerte für die Betafaktoren liefern. Diese Verfahren werden als GARCH-Modelle bezeichnet.[65]

Der Wert des Marktmodells liegt deshalb auch auf einem anderen Gebiet. Seine Gleichung wird regelmäßig als Testgleichung des CAPM verwendet.[66] Das Marktmodell liefert durch seine Regressionsfunktion zudem die in der Anlagepraxis verwendeten Betafaktoren.

Wie schon beim CAPM, so wird auch am Marktmodell kritisiert, dass es sich dabei um ein Einfaktormodell handelt. Die alleinige Erklärung von Wertpapierrenditen durch den Faktor Rendite des Marktportfolios erscheint zu eng. Gegenüber dem CAPM besteht der Nachteil, dass sich die zu erwartende Rendite im Marktmodell nicht – wie allgemein angenommen wird – aus einer risikolosen Verzinsung zuzüglich einer Risikoprämie zusammensetzt.[67]

64 Vgl. *Bleymüller*/*Gehlert*/*Gülicher* (2004), S. 149 und 158 f.

65 Vgl. *Bauer* (1991), S. 95. GARCH steht für Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedastic.

66 Vgl. u.a. *Fama* (1970), S. 403 und *Möller*, (1988), S. 785.

67 Vgl. *Hielscher* (1999), S. 81.

1.5 Kapitalmarkteffizienz

1.5.1 Hypothesendarstellung

Eine wichtige theoretische Frage, die mitunter kontrovers diskutiert wird und weit reichende praktische Implikationen besitzt, ist die nach der Effizienz von Kapitalmärkten.[68] Dabei ist nicht so sehr umstritten, ob Kapitalmärkten grundsätzlich ein Grad an Effizienz zugeschrieben werden kann, sondern der Grad der Effizienz selbst steht zur Diskussion.

Nicht zu verwechseln ist der Begriff der Kapitalmarkteffizienz mit dem Terminus eines vollkommenen Kapitalmarkts. Kapitalmarkteffizienz bezieht sich auf die Informationsverarbeitung an Kapitalmärkten und wird deshalb auch als Informationseffizienz bezeichnet. Um von einem vollkommenen Kapitalmarkt zu sprechen, müssen weitere Eigenschaften, wie z.B. das Nichtvorhandensein von Transaktionskosten und Steuern, vorliegen. Markteffizienz ist mithin ein Bestandteil des vollkommenen Marktes.

Von einem effizienten Kapitalmarkt wird gesprochen, falls die Wertpapierkurse zu jeder Zeit alle verfügbaren Informationen vollständig reflektieren.[69] Der Gedanke der Kapitalmarkteffizienz beruht auf der Überlegung, dass z.B. Aktienkurse die zukünftigen Gewinnerwartungen der jeweiligen Unternehmen reflektieren. Kapitalmarkteffizienz liegt vor, wenn neue Informationen bezüglich der zukünftigen Gewinnerwartungen unverzüglich im Aktienkurs Berücksichtigung finden. Hinsichtlich des Grades der Informationseffizienz lassen sich gemäß *Fama* drei Abstufungen vornehmen: Die schwache, die halbstrenge und die strenge Informationseffizienz.[70] Die genannten Abstufungen differieren je nach dem Umfang der reflektierten Informationen.

Inhaltlich besagt die Hypothese der schwachen Informationseffizienz, dass in den Wertpapierkursen alle Informationen über vergangene Kursentwicklungen vollständig berücksichtigt sind. Bei der Hypothese der halbstrengen Informationseffizienz wird die vollständige Berücksichtigung aller öffentlich verfügbaren Informationen in den Wertpapierkursen unterstellt. Als streng informationseffizient gilt ein Markt, falls sämtliche Informationen, folglich auch nichtöffentliche, in den Wertpapierkursen vollständig berücksichtigt sind.

---

68 Vgl. *Bruns* (1994), S. 5 ff.

69 Vgl. *Fama* (1970), S. 383.

70 Vgl. *Fama* (1970), S. 383 ff. In einer neueren Arbeit verwendet Fama abweichende Einteilungskriterien, wobei er sich an der empirischen Literatur orientiert. Dabei wird durch Tests der Prognosefähigkeit von Vergangenheitsrenditen bzw. einfachen Maßzahlen (z.B. Kurs-Gewinn-Verhältnisse) die schwache Form der Kapitalmarkteffizienz überprüft. Ereignisstudien sind nahezu inhaltsgleich mit den Tests der halbstrengen Form und die Tests auf private Informationen entsprechen weitgehend der strengen Form von Informationseffizienz. Vgl. *Fama*, (1991), S. 1575 ff.

Die jeweils höhere Form von Informationseffizienz schließt die niedrigere(n) Form(en) mit ein, so dass sich der in Abb. 1.11 dargestellte Zusammenhang zwischen den drei genannten Stufen der Informationseffizienz ergibt.

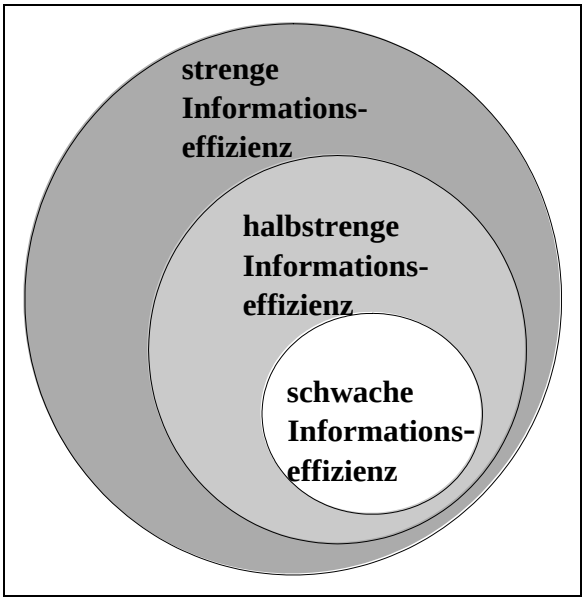

Abb. 1.11: Beziehung der drei Abstufungen von Informationseffizienz untereinander

1.5.2 Implikationen von Kapitalmarkteffizienz

Aus den einzelnen Abstufungen der Informationseffizienz ergeben sich unterschiedliche Konsequenzen. Sind Kapitalmärkte schwach informationseffizient, so lassen sich durch die Anwendung der Technischen Analyse keine Überrenditen erzielen. Nur die Kenntnis darüber hinausgehender Informationen (fundamentale Informationen), vermag bei schwacher Informationseffizienz eine oberhalb der risikoadäquaten Gleichgewichtsrendite liegende Kapitalverzinsung zu ergeben. Das Kursbild der Vergangenheit (Chart) ist bei einem schwach informationseffizienten Markt längst im Wertpapierkurs berücksichtigt. Jede von Marktteilnehmern vermeintlich erkannte Chartkonstellation wird bereits im Wertpapierkurs reflektiert, da sich ein veränderter Chart unverzüglich auf den Wertpapierkurs ausgewirkt hat. Folglich erbringt die Technische Analyse keinen gewinnbringenden Nutzen mehr. Daraus folgt vereinfachend dargestellt ein Random Walk der Wertpapierkurse, d.h. es besteht keine serielle Korrelation zwischen Wertpapierkursen.[71] Zeitlich aufeinanderfolgende Kurse

71 Es besteht keine Identität zwischen der schwachen Form der Informationseffizienz und der Random Walk Hypothese, vgl. *Fama* (1970), S. 395.