Schätzung der deutschen Zinsstrukturkurve

Sebastian T. Schich

Diskussionspapier 4/97

Volkswirtschaftliche Forschungsgruppe

der Deutschen Bundesbank

Oktober 1997

Deutsche Bundesbank, 60431 Frankfurt am Main, Wilhelm-Epstein-Straße 14
Postfach 10 06 02, 60006 Frankfurt am Main

Fernruf (0 69) 95 66-1
Telex Inland 4 1 227, Telex Ausland 4 14 431, Telefax (0 69) 5 60 10 71

Bestellungen schriftlich erbeten an:
Abteilung Presse und Information, Postanschrift oder Telefax (0 69) 95 66-30 77

ISBN 3–932002–48–2

Schätzung der deutschen Zinsstrukturkurve

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt das neue Verfahren der Deutschen Bundesbank zur Schätzung von Zinsstrukturkurven vor. Sie beschreibt dessen methodische Grundlagen (Nelson und Siegel (1987) und Svensson (1994)) und einige grundlegende Konzepte, die für die Schätzung und Interpretation solcher Kurven bedeutsam sind. Weiterhin dokumentiert die Arbeit die Anwendung des Verfahrens auf die Preise von deutschen Bundeswertpapieren auf monatlicher Basis von September 1972 bis Dezember 1996. Das Verfahren genügt den Ansprüchen der geldpolitischen Analyse. Und zwar stellt es einen guten Kompromiß zwischen der möglichst genauen Beschreibung der Daten auf der einen und der Glätte und damit der Interpretierbarkeit aus geldpolitischer Sicht auf der anderen Seite dar.

Summary

The present paper introduces the new procedure of the Deutsche Bundesbank for estimating the (spot) yield curve. It explains the methodological approaches (Nelson and Siegel (1987) and Svensson (1994)) and some of the basic concepts which are important for estimating and interpreting this curve. It also describes the results of the application of the procedure to the prices of German Federal securities on a monthly basis from September 1972 to December 1996. The new procedure is appropriate for monetary policy purposes. On the one hand, it is sufficiently flexible to reflect the patterns of the data observed in the market. On the other the estimated curves are relatively robust with respect to individual observations and thus relatively easy to interpret in monetary policy terms.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellen im Anhang

Schätzung der deutschen Zinsstrukturkurve*

I. Einleitung

Aus geldpolitischer Sicht sind Zinsstrukturkurven insbesondere deshalb interessant, weil die Struktur der (Kassa-)Zinssätze für verschiedene Laufzeiten Informationen über die Erwartungen der Marktteilnehmer bezüglich der zukünftigen Entwicklung der Zinssätze und anderer Variablen wie Inflation enthalten können. Diese können von der Zentralbank zur Ergänzung der eigenen Zins- oder Inflationsprognose herangezogen werden, sind aber auch an sich interessant. Die Erwartungen der Marktteilnehmer über zukünftige Entwicklungen und Ereignisse beeinflussen deren gegenwärtige Entscheidungen. Diese Entscheidungen wiederum beeinflussen die zukünftigen Ereignisse. Daher ist die Kenntnis der Markterwartungen auch von Nutzen, um die Auswirkungen von Politikmaßnahmen abzuschätzen bzw. deren Timing zu bestimmen. Grundsätzlich kann die Zinsstruktur in verschiedenen Weisen für die Analyse von Markterwartungen herangezogen werden. Aus der Struktur der (Kassa-) Zinssätze kann die Struktur der Terminzinssätze abgeleitet werden. Während Zinssätze einen Anlageertrag vom gegenwärtigen Zeitpunkt über mehrere Perioden ausdrücken, messen Terminzinsen einen Anlageertrag über einen beliebigen in der Zukunft beginnenden Zeitraum. Aus geldpolitischer Sicht sind letztere besonders interessant, da sie eine bessere Trennung der Erwartungen der Marktteilnehmer für die kurze, mittlere und lange Frist als die Struktur der (Kassa-) Zinssätze ermöglichen.

Die vorliegende Arbeit stellt das neue Verfahren der Deutschen Bundesbank zur Schätzung von Zinsstrukturkurven vor; es ersetzt das bislang von der Bundesbank verwendete Verfahren, bei dem die Zinsstrukturkurve näherungsweise durch die Renditenstrukturkurve dargestellt wurde.[1] Die direkte Schätzung der Zinsstrukturkurve erlaubt im Prinzip eine präzisere

* Für Hinweise danke ich D. Domanski, H. Herrmann, M. Kremer und P. Schmid. Mein besonderer Dank gilt J. Meier für die technische Implementierung des Schätzverfahrens und sehr hilfreiche Diskussionen und G. Coenen für wertvolle Anregungen. Alle verbleibenden Fehler gehen zu meinen Lasten.

[1] Siehe hierzu auch „Schätzung von Zinsstrukturkurven" im Monatsbericht vom Oktober 1997 und den Anhang „Zur Interpretation der Renditenstrukturkurve" zum Aufsatz „Zinsentwicklung und Zinsstruktur seit Anfang der achtziger Jahre" im Monatsbericht vom Juli 1991, S. 31 - 42, insbesondere 40 - 42. Die Entwicklung und Implementierung des Programmes wurde erleichtert durch die Erfahrungen, die der Autor mit dem Schätzprogramm der Bank of England gewinnen konnte. An dieser Stelle sei der *Money Markets and Instruments*

Darstellung und Analyse der Erwartungen und gewährleistet eine bessere internationale Vergleichbarkeit. Darüber hinaus kann aus der Struktur der Zinssätze unmittelbar die Struktur der (impliziten) Terminzinssätze ermittelt werden.

Die Zinsstruktur ist definiert als die Beziehung zwischen der Laufzeit und dem (Kassa-) Zinssatz von Nullkuponanleihen ohne Kreditausfallrisiko. Eine kontinuierliche Zinsstrukturkurve wäre am Rentenmarkt direkt beobachtbar, wenn für jede Fristigkeit eine Nulluponanleihe mit einem vernachlässigbar geringen Kreditausfallrisiko und mit entsprechender Laufzeit vorhanden wäre.[2] Tatsächlich aber wird nur eine endliche Zahl von Anleihen beobachtet, deren Preise nur eine endliche Zahl von Beobachtungspunkten definieren. Darüber hinaus stehen für Deutschland überwiegend nur Kuponanleihen zur Verfügung. Zwar sind durch die Zulassung (seit Juli 1997) von Anleihen, bei denen die Trennung und der separate Handel von Kapital- und Zinsansprüchen möglich ist, im Prinzip die Voraussetzungen für eine direkt beobachtbare Zinsstruktur geschaffen. Doch ist die Liquidität und damit oft auch die Aussagekraft der Preise bei vielen dieser Titel im Vergleich zu den traditionellen Kuponanleihen zumindest zum derzeitigen Zeitpunkt noch als eher gering einzuschätzen. Im übrigen muß für die Erstellung historischer Zeitreihen von Zins- und Terminzinsstrukturkurven in jedem Fall auf Kuponanleihen zurückgegriffen werden.

In den Preisen von Kuponanleihen ist die Zinsstruktur nur implizit enthalten. Mit Hilfe eines Bewertungsmodells, welches die beobachteten Preise der Kuponanleihen mit der Zinsstruktur in Beziehung setzt, muß letztere aus diesen Preisen geschätzt werden. Dabei werden die Preise der Kuponanleihen den einzelnen mit ihnen verbundenen Zahlungsströmen gegenübergestellt. Ausgangspunkt der Schätzungen ist die Definition von theoretischen Preisen. Und zwar werden für jede Kuponanleihe deren einzelne Zahlungsströme mit den laufzeitenspezifischen (geschätzten) Zinssätzen auf ihre Gegenwartswerte abdiskontiert und dann aufsummiert. Dies

Section der Bank of England und insbesondere Creon Butler, Paul Wesson, Francis Breedon und Sanjay Yadav noch einmal sehr herzlich gedankt.

[2] Ein alternatives Vorgehen besteht darin, den Berechnungen die Informationen aus *Swap-Sätzen*, *Forward Rate Agreements* und *Futures* Preisen zugrundezulegen. Dies hat den Vorteil, daß der rechnerische Aufwand geringer ist, da die gesuchten Zinsmaße relativ leicht aus den beobachteten Zinsen und Preisen berechnet werden können. Es hat aber die Nachteile, daß zum einen die Zinssätze und Preise von unterschiedlichen Instrumenten aggregiert werden müssen, und somit der Grundsatz der Homogenität verletzt ist; zum anderen sind die berücksichtigten Zinsen und Preise durch ein (wenn auch geringes) Kreditrisiko gekennzeichnet. Diese Probleme werden vermieden, wenn die Preise von (homogenen) Bundesanleihen zugrundegelegt werden, die kein bzw. ein vernachlässigbar geringes Kreditrisiko aufweisen.

ergibt jeweils theoretische Preise und damit auch theoretische Renditen. Unter Verwendung eines nichtlinearen Optimierungsverfahrens werden dann die (geschätzten) Zinssätze solange variiert, bis die (quadrierte) Abweichung zwischen den theoretischen oder geschätzten und den beobachteten Renditen minimiert ist.

Für die Schätzung kontinuierlicher Zinsstrukturkurven muß eine Annahme über den funktionalen Zusammenhang zwischen Zinssätzen und Laufzeit getroffen werden. Grundsätzlich muß dabei abgewogen werden zwischen der „Glätte" der geschätzten Kurve auf der einen und der Flexibilität, d. h. der möglichst genauen Beschreibung der beobachteten Daten auf der anderen Seite. Für die geldpolitische Analyse bei Zentralbanken haben sich parametrische Ansätze durchgesetzt, und hier insbesondere die Spezifizierung in Form von Exponentialtermen, wie von Nelson und Siegel (1987) vorgeschlagen und von Svensson (1994) erweitert. Dieser Ansatz ist ausreichend flexibel, um die am Markt beobachteten Datenkonstellationen wiederzugeben. Dazu gehören monoton steigende, fallende, U-förmige, invertiert U-förmige und S-förmige Kurvenverläufe. Einzelne „Zacken" in der Kurve werden herausgeglättet, so daß die Schätzergebnisse - anders als im Falle nichtparametrischer Ansätze - relativ wenig von einzelnen Beobachtungen abhängig sind. Sie sind daher zwar weniger geeignet, um Abnormalitäten in einzelnen Laufzeitensegmenten oder bei einzelnen Anleihen (z. B. „billige" Anleihen) zu identifizieren. Doch sie liefern Kurvenverläufe, die relativ unabhängig von Ausreißern und damit aus geldpolitischer Sicht leichter interpretierbar sind. Darüber hinaus ermöglicht diese Spezifikation plausible Extrapolationen für die Bereiche, die über die beobachteten Laufzeiten hinausgehen. Die langfristig extrapolierten Zinssätze konvergieren asymptotisch gegen einen Wert, der als sehr langfristiger Zinssatz aufgefaßt werden kann. Demgegenüber können nichtparametrische Schätzansätze oder solche, die mit der Laufzeit linear verbundene Terme enthalten, bei langfristiger Extrapolation unplausible Schätzwerte wie z. B. negative oder unbegrenzt hohe Zinssätze liefern.

Der Abschnitt II erläutert die Grundlagen der Bewertung von Anleihen. Diese Erläuterungen werden mehrfach im Abschnitt III herangezogen, in dem das eigentliche Schätzverfahren vorgestellt wird. Abschnitt III berichtet darüber hinaus über die Anwendung dieses Verfahrens zur Generierung von historischen Zinsstrukturkurven von September 1972 bis Dezember 1996 und enthält eine Diskussion des Verlaufes ausgewählter Zins- und Terminzinsstrukturkurven. Abschnitt V beschließt das Diskussionspapier.

II. Grundlagen der Bewertung von Anleihen

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen der Bewertung von festverzinslichen (Ausfall-) risikolosen Anleihen und die in diesem Zusammenhang wichtigen Begriffe der (Kassa-) Zinssätze, impliziten Terminzinssätze, Diskontfaktoren, Stückzinsen und Renditen erläutert. Dabei wird zur Vereinfachung der Darstellung jährliche Periodizität berücksichtigt.

II.1 (Kassa-) Zinssätze

Anhand zweier Beispiele von Anleihen werden in diesem Unterabschnitt zunächst die die Zinsstruktur definierenden (Kassa-)Zinssätze erläutert. Im einfachsten Fall handelt es sich um eine Anleihe, die eine einzige Zahlung in der Höhe von N in M Jahren verspricht. Dabei sei der Zinssatz $z_{t,M}$ (ausgedrückt in Dezimalschreibweise, z. B. 0,07) zum Zeitpunkt t und mit der Laufzeit M Jahre bekannt. Unter diesen Umständen ist der Preis P_t des Wertpapieres gleich dem Gegenwartswert der mit dem Zinssatz $z_{t,M}$ abdiskontierten Zahlung N:[3]

$$P_t = \frac{N}{(1+z_{t,M})^M}. \tag{1}$$

Der Zinssatz $z_{t,M}$ wird auch als (Kassa-) Zinssatz bezeichnet, weil er den zum Zeitpunkt t, also heute gültigen („Kassa“) Zinssatz für eine M-periodige Anlage bezeichnet. Dieses Wertpapier wird auch als Nulluponanleihe bezeichnet, da es lediglich eine einzige Zahlung am Laufzeitende und keine zwischenzeitlichen Zahlungen garantiert.

Ein anderes Beispiel ist ein Wertpapier, das eine Folge von Zahlungen in der Höhe C zu den Zeitpunkten 1, 2, ..., M und eine Tilgungszahlung in Höhe von N zum Zeitpunkt M verspricht.

[3] Hier wird die Darstellung in Form diskreter Verzinsung gewählt, da sie in der Praxis gebräuchlich ist und auch bei den in III erläuterten Schätzungen verwendet wird. Häufig wird in der Literatur auf die Annahme kontinuierlicher Verzinsung zurückgegriffen, um die Berechnungen zu erleichtern; diese Annahme kann die Ergebnisse der Schätzungen aber deutlich verändern.

Angenommen die Zinssätze $z_{t,m}$ zum Zeitpunkt t mit den Laufzeiten m (mit $m=1,2,....,M$ Jahre) seien bekannt, läßt sich der Preis des Wertpapieres wie folgt schreiben:

$$P_t = \frac{C}{(1+z_{t,1})} + \frac{C}{(1+z_{t,2})^2} + ... + \frac{C}{(1+z_{t,M})^M} + \frac{N}{(1+z_{t,M})^M} = \sum_{m=1}^{M} \frac{C}{(1+z_{t,m})^m} + \frac{N}{(1+z_{t,M})^M} . \tag{2}$$

Die (Kassa-) Zinssätze $z_{t,m}$, mit denen die verschiedenen Zahlungen abdiskontiert werden, definieren die Zinsstrukturkurve.

II.2 Implizite Terminzinssätze

Die durch die Kassazinssätze definierte Zinsstruktur enthält Implikationen für zukünftige Zinssätze, die in der Zinsstruktur der (impliziten) Terminzinssätze beschrieben sind. Während Kassazinssätze eine Verzinsung vom gegenwärtigen Zeitpunkt über mehrere Perioden ausdrücken, geben (implizite) Terminzinssätze die Verzinsung von einem gegebenen zukünftigen Zeitpunkt für einen bestimmten Zeitraum an. Sie werden als implizit bezeichnet, da sie aus der Zinsstruktur der (Kassa-) Zinssätze abgeleitet werden; im Prinzip können sie aber bereits heute durch geeignete Kassatransaktionen sichergestellt werden. Allgemein gilt folgende Beziehung zwischen Terminzinsen und (Kassa-) Zinssätzen:

$$\left(1+z_{t,m}\right)^m = \prod_{\tau=1}^{m} \left(1+f_{t,\tau}\right) , \tag{3}$$

wobei $f_{t,\tau}$ den zum Zeitpunkt t implizierten Terminzinssatz für die künftige Periode τ bezeichnet, mit $\tau = 1,...,m$ (für $\tau = 1$ sind Kassa- und Terminzinssatz identisch). Folglich kann der Preis einer Anleihe unter Berücksichtigung von Terminzinssätzen folgendermaßen dargestellt werden:

$$P_t = \sum_{m=1}^{M} \frac{C}{\prod_{\tau=1}^{m} (1+f_{t,\tau})} + \frac{N}{\prod_{\tau=1}^{M} (1+f_{t,\tau})} . \tag{4}$$

Aus der Gleichung (3) ergibt sich folgender impliziter Zusammenhang zwischen (Kassa-) Zinssätzen und (einjährigen)[4] Terminzinssätzen:

$$\left(1+z_{t,m}\right)^m = \left(1+z_{t,m-1}\right)^{m-1}\left(1+f_{t,m}\right), \tag{5}$$

wobei $f_{t,m}$ den zum Zeitpunkt t berechneten einjährigen Terminzinssatz in m-ten Jahr bezeichnet. Der (Kassa-) Zinssatz gibt die durchschnittliche Ertragsrate über m Jahre und der Terminzinssatz den marginalen Ertrag im Jahr m an. Beispielsweise gibt im Falle $m=10$ der (Kassa-) Zinssatz den durchschnittlichen Ertrag über zehn Jahre und der Terminzinssatz die Einjahresrate vom Ende des neunten bis zum Ende des zehnten Jahres an. Die Gleichung (5) erlaubt folgende Interpretation des Terminzinssatzes: Der implizite Terminzinssatz, $f_{t,m}$, kann auch als der marginale Ertrag aufgefaßt werden, der sich ergibt wenn in einem Anleihen-Portfolio eine m-periodige Nullkuponanleihe, deren Ertrag $\left(1+z_{t,m}\right)^m$ ist, durch eine *m-1* periodige Nullkuponanleihe, deren Ertrag $\left(1+z_{t,m-1}\right)^{m-1}$ ist, ersetzt wird.

Mit Hilfe eines numerischen Beispiels soll dieser Zusammenhang verdeutlicht werden. Dabei wird weiterhin unterstellt, daß die Zinsstrukturkurve bereits bekannt ist. Um die impliziten einjährigen Terminzinssätze zu berechnen, kann dann auf die Gleichung (5) zurückgegriffen werden, wonach

$$f_{t,m} = \frac{(1+z_{t,m})^m}{(1+z_{t,m-1})^{m-1}} - 1 \tag{5a}$$

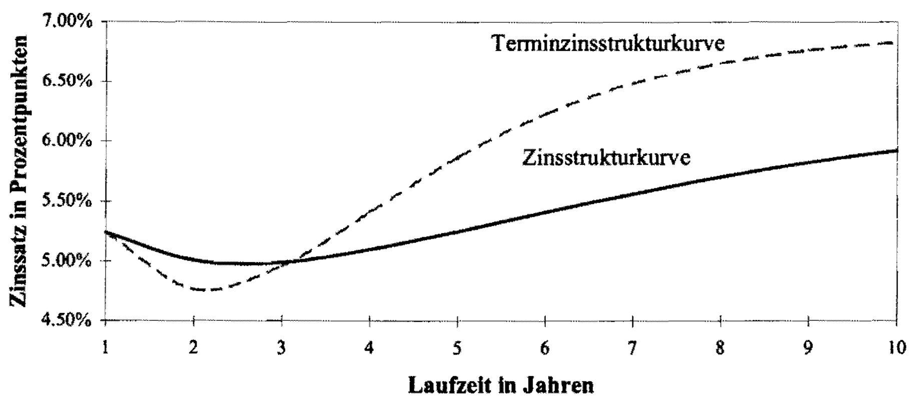
[4] Wie erwähnt wird zur Vereinfachung der Darstellung der Fall einjähriger Terminzinsen berücksichtigt. Die in Abschnitt III erläuterten Schätzungen beziehen sich ebenfalls auf einjährige Terminzinsen, doch im Prinzip können Terminzinsen beliebiger Laufzeiten berechnet werden. Wenn z. B. die Länge des Zeitraumes, über den der Terminzinssatz gilt, gegen den Grenzwert von Null geht, erhält man den sogenannten momentanen Terminzinssatz. Dieser ist zwar von geringer praktischer Bedeutung, weil Arbitrage-Transaktionen mit Anleihen, deren Zahlungszeitpunkte nur geringfügig auseinanderliegen, normalerweise wegen der anfallenden Transaktionskosten nicht abgeschlossen werden. Theoretisch ist er jedoch von Bedeutung; beispielsweise sind die Verfahren zur Schätzung von Zinsstrukturkurven häufig in Form einer Annahme über das Verhalten des momentanen Terminzinssatzes formuliert.

Angenommen, der vierjährige (Kassa-) Zinssatz betrage 4 % und der fünfjährige (Kassa-) Zinssatz 4,5 %. Eingesetzt in (5a) ergibt sich dann folgender Ausdruck für den einjährigen Terminzinssatz im fünften Jahr, $f_{t,5}$:

$$f_{t,5} = \frac{(1+0.045)^5}{(1+0.04)^4} - 1 \approx 0.065 \tag{5b}$$

Der (einjährige) implizite Terminzinssatz beträgt (näherungsweise) 6,5 %. Nimmt man hingegen an, daß der vierjährige (Kassa-)Zinssatz 4,5 % und der fünfjährige (Kassa-)Zinssatz 4 % betragen, ergibt sich für den impliziten Terminzinssatz ein Wert von 2 %. Dies verdeutlicht, daß die Terminzinsstrukturkurve oberhalb (unterhalb) der Zinsstrukturkurve liegt, wenn letztere einen ansteigenden (abfallenden) Verlauf aufweist. Insofern sind die Bewegungen der Terminzinsstrukturkurve ausgeprägter als die Bewegungen der Zinsstrukturkurve.

Abbildung 1: Zinsstruktur- und Terminzinsstrukturkurve



Die Abbildung 1 verdeutlicht diesen Zusammenhang. Die Terminzinsstrukturkurve liegt unterhalb der Zinsstrukturkurve in dem Laufzeitenbereich, in dem die letztere eine negative Steigung aufweist. Sie schneidet die Zinsstrukturkurve in deren Minimum und liegt oberhalb der Zinsstrukturkurve in dem Bereich, in dem diese ansteigt. Die Abbildung verdeutlicht weiterhin, daß beide Kurven den gleichen Ursprung haben, bzw., daß zum heutigen Zeitpunkt der einjährige (Kassa-)Zinssatz gleich dem einjährigen Terminzinssatz ist. Sofern die Zinsstrukturkurve nicht vollkommen flach verläuft, unterscheiden sich die Kurven ansonsten, und die Terminzinsstrukturkurve weist, über das gesamte Laufzeitenspektrum betrachtet, eine größere Variation auf.

II.3 Diskontfaktoren

Ein zentrales Konzept für die Schätzung von Zinsstrukturkurven ist das der Diskontfaktoren. Sie ergeben sich aus einer einfachen Transformation des (Kassa-) Zinssatzes. Und zwar ist der Diskontfaktor $\delta_{t,m}$ folgendermaßen definiert:

$$\delta_{t,m} = \frac{1}{\left(1+z_{t,m}\right)^{m}}. \tag{6}$$

Dementsprechend kann die Preisgleichung (1) auch folgendermaßen geschrieben werden:

$$P_t = \left[\frac{1}{(1+z_{t,M})^{M}}\right] N = \delta_{t,M} N. \tag{7}$$

Eine nützliche Eigenschaft der Diskontfunktion ist, daß sie den Gegenwartswert einer Einheit, die zu irgendeinem zukünftigen Zeitpunkt gezahlt wird, beschreibt. Der Preis eines Instruments, das die Zahlung von genau einer Einheit zum Zeitpunkt M verspricht, ist dementsprechend identisch mit dem Wert der Diskontfunktion an dieser Stelle. Solch ein Instrument ist, wie bereits eingangs erklärt, eine nulluponanleihe. Daher wird der Diskontfaktor auch häufig als Nullkuponanleihe-Preis bezeichnet.

Diskontfaktoren können darüber hinaus verwendet werden, um die einzelnen Zahlungen, die mit einer Kuponanleihe verbunden sind, separat zu bewerten. Diese Eigenschaft ist bedeutsam, da die Schätzung von Zinsstrukturkurven erfolgt, indem die Kuponanleihe in ein Bündel hypothetischer Nullkuponanleihen zerlegt wird, die dann mit Hilfe der jeweiligen Diskontfaktoren abgezinst werden. Analog zur Gleichung (2) kann der Preis einer

Kuponanleihe dementsprechend als Summe der Produkte der einzelnen Zahlungen (Kupon- und Tilgungszahlung) und der entsprechenden Diskontierungsfaktoren ausgedrückt werden:

$$P_t = \delta_{t,1} C + \delta_{t,2} C + \ldots + \delta_{t,M} C + \delta_{t,M} N = C \sum_{m=1}^{M} \delta_{t,m} + \delta_{t,M} N. \tag{8}$$

Die algebraische Beziehung zwischen den bislang erläuterten drei Zinsmaßen ist eindeutig. Kennt man beispielsweise die Struktur der Diskontfaktoren, kann man die (Kassa-) Zinsstruktur und die Terminzinsstruktur durch einfache Umformungen ermitteln (und umgekehrt). Bezeichne $\delta_{t,m}$ den Diskontfaktor für eine einzige Zahlung nach genau *m* Jahren, $z_{t,m}$ die durchschnittliche Ertragsrate bis zum Ende des *m*-ten Jahres und $f_{t,m}$ die einzelnen Ertragsraten in den Jahren $m = 1, 2, \ldots, M$, so gilt allgemein:

$$\begin{aligned}
1/\delta_{t,1} &= (1 + z_{t,1}) = (1 + f_{t,1}) \\
1/\delta_{t,2} &= (1 + z_{t,2})^2 = (1 + f_{t,1})(1 + f_{t,2}) \\
&\vdots \\
1/\delta_{t,M} &= (1 + z_{t,m})^m = (1 + f_{t,1})(1 + f_{t,2})\ldots(1 + f_{t,m})
\end{aligned} \tag{9}$$

Sind die Diskontfaktoren bekannt bzw. durch die in Abschnitt III beschriebenen Schätzungen ermittelt, so lassen sich die durchschnittlichen und einjährigen Ertragsraten leicht ermitteln. Und zwar erhält man durch Umformungen von (8) folgenden Ausdruck für den (Kassa-) Zinssatz als Funktion des Diskontfaktors:

$$z_{t,m} = \left(\frac{1}{\delta_{t,m}} \right)^{1/m} - 1. \tag{10}$$

Der implizite Terminzinssatz läßt sich dementsprechend in folgender Weise darstellen:

$$f_{t,m} = \frac{\delta_{t,m-1} - \delta_{t,m}}{\delta_{t,m}} \tag{11}$$

Diese Umformungen sollen verdeutlichen, daß sich die gesuchten Zinsmaße durch einfache Transformationen aus den Diskontfaktoren ermitteln lassen.

II.4 Stückzinsen

Bei der bisherigen Darstellung handelt es sich insofern um eine starke Vereinfachung, als angenommen wird, daß die Kuponzahlungen in genau einem Jahr fällig werden. Immer dann aber wenn Transaktion nicht ausgerechnet zum Zeitpunkt einer Kuponzahlung (oder Emission) des Wertpapieres stattfinden, wird die Bewertung des Wertpapieres auch die zeitliche Nähe zum nächsten Kuponzahlungstermin widerspiegeln. Gemäß der Marktkonvention in Deutschland hat der Verkäufer einen Anspruch auf die Zahlung zeitanteiliger Zinsen (sogenannter Stückzinsen) seitens des Käufers, die den Verkäufer dafür entschädigen, daß er das Wertpapier seit der letzten Kuponzahlung über einen Zeitraum gehalten hat, für den er schließlich keine Kuponzahlung mehr erhalten wird. Die Stückzinsen, werden berechnet, indem die Anzahl der Tage seit der letzten Kuponzahlung durch die Gesamtzahl der Tage im Jahr dividiert und mit dem Kupon multipliziert wird, wobei für jeden vollendeten Monat 30 Tage und für das gesamte Jahr 360 Tage veranschlagt werden. Obwohl die Berücksichtigung der Stückzinsen trivial erscheint, können sich bei Zugrundelegung einer anderen Marktkonvention (z. B. Veranschlagung des Jahres mit 365 Tagen wie beispielsweise in Großbritannien) signifikante Bewertungsunterschiede ergeben. Gibt man nun die Annahme auf, daß die Kuponzahlungen in genau einem Jahr fällig werden, so muß die Bewertungsgleichung (2) wie folgt modifiziert werden:

$$\begin{aligned} P_t + S_t &= \frac{C}{(1+z_{t,1-s_t})^{1-s_t}} + \frac{C}{(1+z_{t,2-s_t})^{2-s_t}} + \ldots + \frac{C}{(1+z_{t,M-s_t})^{M-s_t}} + \frac{N}{(1+z_{t,M-s_t})^{M-s_t}} \\ &= \sum_{m=1}^{M} \frac{C}{(1+z_{t,m-s_t})^{m-s_t}} + \frac{N}{(1+z_{t,M-s_t})^{M-s_t}} \end{aligned} \tag{12}$$

wobei $S_t = s_t C$ die zum Zeitpunkt t aufgelaufenen Stückzinsen, s_t den Bruchteil des Jahres bis zur nächsten Kuponzahlung, $s_t = 1-(ANZ_t/360)$, ANZ_t die Anzahl der Tage seit der letzten Kuponzahlung und $z_{t,m-s_t}$ den (Kassa-) Zinssatz für die m-te Kuponzahlung fällig in $m-s_t$

Jahren, bezeichnen. Der Ausdruck $m-s_t$ ist eine beliebige positive reelle Zahl (z. B. 0,9 Jahre).

II.5 Renditen

In der Praxis wird der Preis einer Anleihe oft in Form von Renditen ausgedrückt, weil diese leicht zu interpretieren und berechnen sind. Der Preis einer Anleihe mit dem Zahlungsprofil wie in (2) kann in Form der Rendite wie folgt ausgedrückt werden:

$$P_t = \frac{C}{(1+r_{t,M})} + \frac{C}{(1+r_{t,M})^2} + \ldots + \frac{C}{(1+r_{t,M})^M} + \frac{N}{(1+r_{t,M})^M} = \sum_{m=1}^{M} \frac{C}{(1+r_{t,M})^m} + \frac{N}{(1+r_{t,M})^M} . \tag{13}$$

Die Rendite $r_{t,M}$ für die Laufzeit M gibt den Durchschnittsertrag aus dem Besitz einer Anleihe über die Laufzeit M genau unter der Annahme an, daß alle Kuponzahlungen während der Laufzeit der Anleihe (d. h. bei m = 1, 2, ..., M) zu genau dem gleichen Zinssatz $r_{t,M}$ wiederangelegt werden. Es muß für diese Interpretation als Durchschnittsertrag also angenommen werden, daß die Zinsstrukturkurve, definiert in Form der $z_{t,m}$ (mit m = 1, 2, ..., M wie in (2)) für dieses Wertpapier immer flach und immer gleich $r_{t,M}$ ist. Die Renditen $r_{t,M}$ für verschiedene Laufzeiten M definieren die Renditenstrukturkurve.

Die Beziehung zwischen Renditen auf der einen Seite und den (Kassa-) Zinssätzen, Terminzinssätzen und Diskontfaktoren auf der anderen Seite ist im Falle von Kuponanleihen nicht eindeutig. Zwar läßt sich aus der Struktur der Diskontfaktoren, oder der Zinssätze oder Terminzinssätze, eindeutig auf die Renditen schließen, doch läßt sich umgekehrt aus der Struktur der Renditen nicht eindeutig auf die Struktur der Zinssätze, Terminzinssätze oder Diskontfaktoren schließen. Dies läßt sich am Beispiel des Zusammenhanges der Zinsen und Renditen leicht illustrieren, indem die Gleichungen (2) und (13) gleichgesetzt werden:

$$\sum_{m=1}^{M} \frac{C}{(1+z_{t,m})^m} + \frac{N}{(1+z_{t,M})^M} = \sum_{m=1}^{M} \frac{C}{(1+r_{t,M})^m} + \frac{N}{(1+r_{t,M})^M} . \tag{14}$$

Diese Gleichung drückt die (nichtlineare) Beziehung zwischen dem Zins und der Rendite aus. Der Unterschied zwischen der linken und der rechten Seite der Gleichung (14) besteht darin, daß die rechte Seite nur eine einzige Rendite $r_{t,M}$ enthält, während auf der linken Seite die Zinssätze mit dem Laufindex m indexiert sind, wobei $m = 1,2,\dots,M$.

Zur Veranschaulichung wird der Fall einer zweiperiodigen Anleihe mit einer Tilgungszahlung von 1 betrachtet, wobei der Zeitindex t zur Vereinfachung der Darstellung unterdrückt wird. In diesem Fall ergibt sich aus (14):

$$\frac{C}{(1+z_1)} + \frac{C}{(1+z_2)^2} + \frac{1}{(1+z_2)^2} = \frac{C}{(1+r_2)} + \frac{C}{(1+r_2)^2} + \frac{1}{(1+r_2)^2}. \tag{15}$$

Erweitert man (15) und ignoriert die Ausdrücke höherer Ordnung, die im Fall von Zinsen und Renditen vernachlässigbar klein sind, so erhält man

$$r_2 \cong \omega z_1 + (1-\omega) z_2 \text{ mit } \omega = \frac{C}{2+3C}. \tag{16}$$

Dies verdeutlicht, daß die Rendite ein gewogener Durchschnitt der Zinsen ist, wobei die Gewichte von dem mit der Anleihe verbundenen Zahlungsstrom abhängen (d. h. der Höhe der Kupon- und Tilgungszahlungen und der Anzahl der gesamten Zahlungen). Es zeigt auch, daß die Rendite und der Zinssatz nur dann identisch sind, wenn die Zinsstrukturkurve flach ist, d. h. im Falle $z_1 = z_2$. Das Ausmaß der Abweichung der Renditen von den Zinssätzen ist desto größer, je steiler die Zinsstrukturkurve und je größer der Kupon C ist. Diese Abhängigkeit der Renditen vom Kupon wird als Kuponeffekt bezeichnet.[5] Sofern der Kupon nicht für sämtliche Wertpapiere gleich Null ist (d. h. der Fall von Nullkuponanleihen) unterscheiden sich Zinsstrukturkurve und Renditenstrukturkurve systematisch.

[5] Siehe hierzu insbesondere Schaefer (1977).

III. Schätzungen

III.1 Funktionaler Zusammenhang zwischen Zins und Laufzeit

Ausgangspunkt der Schätzungen einer kontinuierlichen Zinsstrukturkurve ist eine Annahme über die funktionelle Form des Zusammenhangs zwischen den (Kassa-) Zinssätzen (und damit auch den Terminzinssätzen und den Diskontfaktoren) auf der einen und der (Rest-)Laufzeit auf der anderen Seite.

Im Prinzip können die beobachteten Renditen der Anleihen auch von weiteren Faktoren beeinflußt sein. Beispielsweise kann die Nachfrage nach bestimmten Anleihen und damit deren Preis bzw. Rendite von steuerlichen Überlegungen beeinflußt sein. Da in Deutschland einkommenssteuerpflichtige Privatpersonen Zinseinkünfte aus Anleihen versteuern müssen, während realisierte Kapital- und Kursgewinne (außerhalb einer Frist von sechs Monaten) steuerfrei sind, erscheint es plausibel, daß eine besonders starke Nachfrage nach Anleihen mit einem niedrigen Kupon besteht (sogenannter steuerbedingter Kuponeffekt). Um diesen Effekt bereinigen zu können, müßten entweder die Einkommenssteuersätze sämtlicher Anleger bekannt sein, was nicht möglich ist, da sich die Zusammensetzung der Investoren täglich ändern kann. Oder die Schätzung müßte sich auf Anleihen mit dem gleichen Kupon beschränken. Dies aber würde die verfügbare Datenmenge so stark vermindern, daß es schwierig wird, zuverlässige Schätzergebnisse zu erzielen. Die direkte Einbeziehung des Kupons in die Schätzungen von Renditenstrukturkurven seitens der Bundesbank stellt vermutlich in erster Linie eine Korrektur des mathematischen Kuponeffektes (siehe II.5) dar und ist daher für das vorliegende Problem nicht hilfreich. Eine Alternative stellt das Schätzverfahren der Bank of England dar, bei dem der Kuponeffekt explizit modelliert wird. Allerdings ist das zugrundeliegende theoretische Modell sehr kompliziert und ist auf große Anzahl einschränkender Annahmen angewiesen. Eine Anwendung dieses Verfahrens auf deutsche Daten bewirkt im Durchschnitt über den Zeitraum von September 1972 bis Februar 1996 eine Reduktion des mittleren Renditenfehlers um weniger als zwei Basispunkte. Dies legt nahe, daß der Kuponeffekt in Deutschland quantitativ nicht sehr bedeutsam ist. Aus diesem Grund, und weil kein einfaches Verfahren zur Korrektur verfügbar ist, wird dieser Aspekt bei den Schätzungen ignoriert.

Ein weiterer möglicher Einflußfaktor ist der Konvexitätseffekt. Der Begriff Konvexität bezieht sich auf das nichtlineare Verhältnis zwischen dem Preis und dem Zinssatz einer Anleihe, (siehe z. B. Gleichungen (1) und (2) im Abschnitt II.1). Konvexität impliziert, daß der Preis einer Anleihe bei einer gegebenen Zinssenkung stärker steigt als er bei einer gegebenen Zinserhöhung gleichen Ausmaßes sinkt. Ceteris paribus ist also Konvexität einer Anleihe aus Sicht des Investors wünschenswert, denn sie erhöht den erwarteten Ertrag eines Portfolios für den Fall, daß überhaupt Zinsschwankungen erwartet werden. Diese Eigenschaft wird mit einer positiven Preisprämie bzw. mit einem Renditenabschlag abgegolten. Beispiele für Wertpapiere mit einer ausgeprägten Konvexität sind langlaufende Anleihen und insbesondere Nullkuponanleihen; dagegen weisen Anleihen, deren Zahlungen relativ früh erfolgen, d.h. Anleihen mit einer kurzen Laufzeit nur eine geringe Konvexität auf. Daher schlägt sich der Konvexitätseffekt insbesondere am langen Ende der Zinsstrukturkurve nieder. Und zwar induziert er - ceteris paribus - einen konkaven Verlauf der Kurve, d. h., die Kurve verflacht sich am langen Ende. Dieser Effekt ist je stärker, desto größer die erwartete Schwankungsbreite der Zinssätze ist. Im Prinzip kann diesem Effekt durch Verwendung von nichtparametrischen Schätzansätzen Rechnung getragen werden. Allerdings weisen diese Ansätze, wie in Abschnitt I erläutert, aus Sicht der geldpolitischen Analyse, nicht wünschenswerte Eigenschaften auf. Eine explizite Modellierung des Konvexitätseffekts geht über den Anspruch dieser Arbeit hinaus und daher wird dieser mögliche Einflußfaktor in den folgenden Schätzungen nicht berücksichtigt.

Nelson und Siegel (1987, im folgenden Nelson/Siegel) unterstellen, daß dieser Zusammenhang zwischen den Zinssätzen und der Restlaufzeit mit Hilfe von Exponentialtermen beschrieben werden kann. Sie begründen die Wahl der funktionellen Form insbesondere damit, daß diese in der Lage sei, die typischen beobachteten Verläufe der Zinsstrukturkurve abzubilden. Und zwar nehmen sie an, daß der Zusammenhang zwischen dem (einjährigen) Terminzinssatz und der Fälligkeit m zu jedem Zeitpunkt t (der Zeitindex wird zur Vereinfachung der Darstellung im folgenden unterdrückt) durch folgende funktionale Form beschrieben werden kann:

$$f_m(\beta) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(\frac{-m}{\tau_1}\right), \tag{17}$$

wobei β den Vektor der zu bestimmenden Parameter β_0, β_1 und β_2 und τ_1 bezeichnet. Durch Integration von (16) über das Intervall $[0,m]$ und Division durch m ergibt sich daraus folgender Zusammenhang zwischen (Kassa-) Zinssätzen und Fälligkeiten:

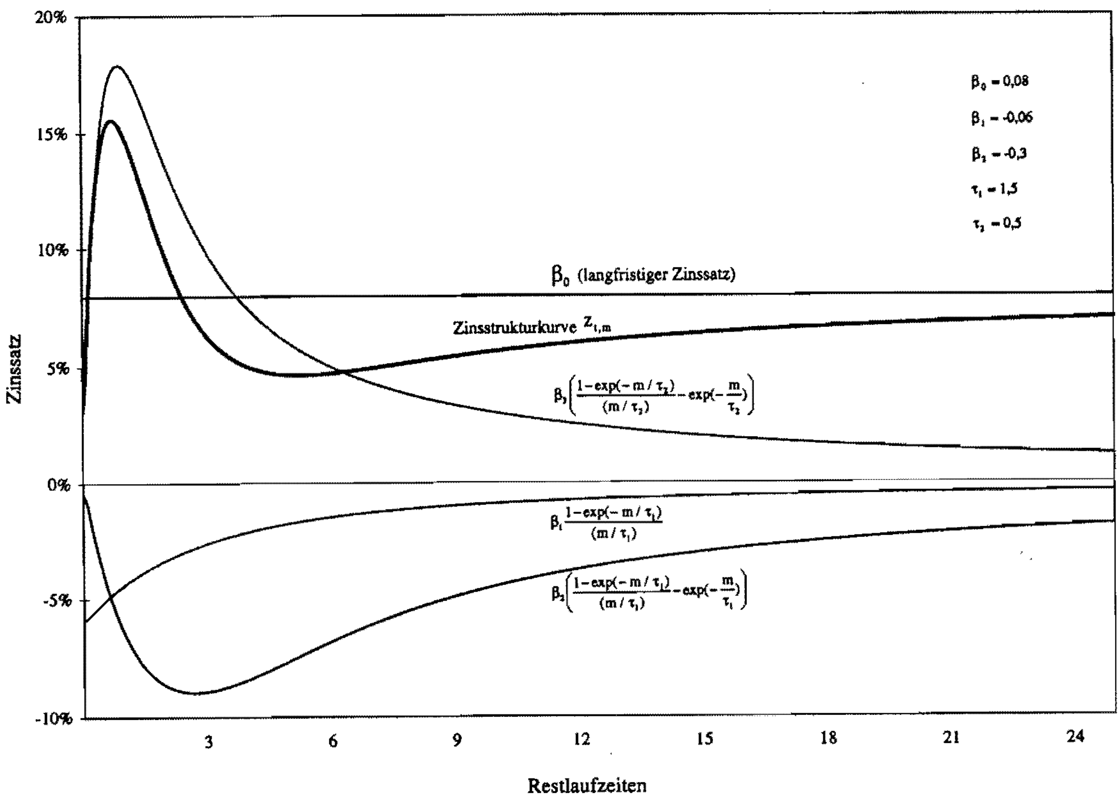
$$z_m(\beta) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1-\exp(-m/\tau_1)}{(m/\tau_1)} + \beta_2 \left(\frac{1-\exp(-m/\tau_1)}{(m/\tau_1)} - \exp(-\frac{m}{\tau_1}) \right). \tag{18}$$

Zur Untersuchung der Bedeutung der Parameter können die Grenzwerte der Funktion für m gegen Null und unendlich berechnet werden. Und zwar gelten $\lim_{m \to \infty} z_m = \beta_0$ und $\lim_{m \to 0} z_m = \beta_0 + \beta_1$. Definitionsgemäß konvergiert also die Zinsstrukturkurve, ebenso wie die Terminzinsstrukturkurve, asymptotisch gegen den Parameter β_0, der als langfristiger Zinssatz (Kassa- und Terminzinssatz) interpretiert werden kann. Geht die Laufzeit gegen Null, so ist der Zinssatz gleich der Parameterkombination $\beta_0 + \beta_1$, die dementsprechend als sehr kurzfristiger Zinssatz (momentaner Zinssatz) interpretiert werden kann. Die Parameter β_2 und τ_1 haben keine vergleichbare unmittelbare Interpretation, sie beeinflussen den Verlauf der Kurve zwischen diesen Grenzwerten.

In Zeiten hoher Marktunsicherheiten kann die Zinsstrukturkurve komplexe Verläufe im Bereich sehr kurzfristiger (Rest-)Laufzeiten aufweisen. Vor diesem Hintergrund erhöhte Svensson (1994) die Flexibilität des Schätzansatzes von Nelson/Siegel, indem er einen dritten Term und zwei zusätzliche (β_3, τ_2) Parameter aufnahm. Diese erweiterte Funktion lautet:

$$\begin{aligned} z_m(\beta) = {} & \beta_0 + \beta_1 \frac{1-\exp(-m/\tau_1)}{(m/\tau_1)} + \beta_2 \left(\frac{1-\exp(-m/\tau_1)}{(m/\tau_1)} - \exp(-\frac{m}{\tau_1}) \right) \\ & + \beta_3 \left(\frac{1-\exp(-m/\tau_2)}{(m/\tau_2)} - \exp(-\frac{m}{\tau_2}) \right) \end{aligned} \tag{19}$$

Abbildung 2: Zerlegung der Svensson-Zinsstrukturkurve in einzelne Komponenten (Simulationsergebnisse)



Die Funktion (19) hat die gleichen Grenzwerteigenschaften wie (18), d. h., daß β_0 als langfristiger und die Parameterkombination $\beta_0+\beta_1$ als kurzfristiger Zinssatz interpretiert werden können. Doch erlaubt die Formulierung von Svensson aufgrund des zusätzlichen Terms, daß der Kurvenverlauf zwischen diesen Grenzwerten einen zusätzlichen Buckel aufweisen kann.

Ein Beispiel des Beitrags der einzelnen Komponenten zum gesamten Kurvenverlauf ist in den simulierten Kurven in Abbildung 2 dargestellt. Dabei wird unterstellt, daß der langfristige Zinssatz (β_0) bei 8% und der kurzfristige Zinssatz ($\beta_0+\beta_1$) bei 2% liegt. Die als breite Linie gezeichnete Zinsstrukturkurve bewegt sich zwischen diesen Extremwerten und weist insgesamt einen S-förmigen Verlauf auf. Sie steigt zunächst steil an, um bei 0,7 Jahren ihr Maximum mit ca. 15,5% zu erreichen. Anschließend fällt die Kurve zunächst stärker, dann etwas schwächer ab und erreicht bei einer Laufzeit von 5,3 Jahren ein lokales Minimum mit ca. 4,6%. Sie steigt dann wieder kontinuierlich, aber moderat an. Der ausgeprägte Buckel am Anfang der Kurve geht auf den von Svensson der Nelson/Siegel Spezifikation hinzugefügten Term mit den Parametern β_3 und τ_2 zurück.

III.2 Schätzverfahren

Ziel der Schätzung ist es nun, den Parametervektor β zu bestimmen. Dieser wird für jeden Beobachtungszeitpunkt separat geschätzt. Dies bedeutet, daß die geschätzten Parameter im Zeitablauf variieren können; daher wird der Parametervektor im folgenden mit β_t bezeichnet.

In den Ausführungen im Kapitel II wurde unterstellt, daß die (Kassa-) Zinssätze, Terminzinssätze und Diskontfaktoren bekannt sind. Tatsächlich aber sind zu jedem Zeitpunkt nur die Preise und Ausstattungsmerkmale von n Anleihen, d. h. C_i, N_i und M_i bekannt, wobei C_i und N_i die Kupon- bzw. Tilgungszahlungen und M_i die Restlaufzeit der i-ten Anleihe (mit $i=1,2,\ldots,n_t$ und n_t die Anzahl der in die Schätzung einbezogenen Anleihen) bezeichnen.[6] Die Rendite der Anleihe i, im folgenden mit $r_{t,i}$ bezeichnet, kann unmittelbar aus deren Preis $P_{t,i}$ über den Zusammenhang in Gleichung (13) mit Hilfe eines iterativen Algorithmus gewonnen werden. Denn C_i, N_i und M_i sind bekannt und die Rendite ist die einzige Unbekannte in der Gleichung. Dies ist im Falle der (Kassa-) Zinssätze $z_{t,m}$, Terminzinssätze $f_{t,m}$ und der Diskontfaktoren $\delta_{t,m}$ nicht möglich, sofern die Restlaufzeit M_i größer als Eins ist und die Gleichungen (2), (4) und (8) jeweils mehr als eine Unbekannte auf der rechten Seite enthalten.[7] Die (Kassa-) Zinssätze, Terminzinssätze und Diskontfaktoren werden auf der Grundlage der beobachteten C_i, N_i und M_i geschätzt.

Die Schätzung erfordert die Definition eines theoretischen Preises bzw. einer theoretischen Rendite für jede der einbezogenen Anleihen. Ausgangspunkt dieser Definition ist die Gleichung (8), die den Preis einer Anleihe als Summe der Produkte aus Kupon- und Tilgungszahlungen und den dazugehörigen Diskontfaktoren ausdrückt. Analog kann der theoretische Preis, $\hat{P}_{t,i} = P_i(\beta_t)$, der Anleihe i wie folgt definiert werden:

$$\begin{aligned} \hat{P}_{t,i} &= \hat{\delta}_{t,1}C_i + \hat{\delta}_{t,2}C_i + \ldots + \hat{\delta}_{t,M_i}C_i + \hat{\delta}_{t,M}N_i \\ &= \sum_{m=1}^{M_i} \hat{\delta}_{t,m}C_i + \hat{\delta}_{t,M_i}N_i \,, \end{aligned} \tag{20}$$

[6] Siehe zur Auswahl der Anleihen Abschnitt III.3.1.
[7] Zur Vereinfachung der Darstellung wird davon ausgegangen, daß die Restlaufzeit ganzzahlig ist.

wobei $\hat{\delta}_{t,m} = \delta_{t,m}(\beta_t)$ der geschätzte Diskontfaktor, ebenso wie der theoretische Preis, eine Funktion des Parametervektors β_t ist. Der theoretische Preis der Anleihe i ist definiert als die Summe der Gegenwartswerte der mit dieser Anleihe verbundenen Zahlungsströme, wobei die zukünftigen Zahlungen mit Hilfe der (geschätzten) Diskontfaktoren auf ihre Gegenwartswerte abdiskontiert werden. Aus diesem theoretischen Preis läßt sich mit Hilfe des Newton-Raphson Verfahrens durch Auflösen der Gleichung

$$\sum_m^{M_i} \frac{C_i}{\left(1+\hat{r}_{t,i}\right)^m} + \frac{N_i}{\left(1+\hat{r}_{t,i}\right)^{M_i}} - \hat{P}_{t,i} = 0 \tag{21}$$

nach $\hat{r}_{t,i}$ die theoretische Rendite der Anleihe i ermitteln, wobei $\hat{r}_{t,i} = r_i(\beta_t)$. Der gesuchte Parametervektor β_t ist derjenige, der die Summe der quadrierten Abweichungen der theoretischen von den beobachteten Renditen über alle in die Schätzung einbezogenen Wertpapiere minimiert. Bezeichne $\varepsilon_{t,i}$ die Abweichung im Falle der i-ten Anleihe, mit $\varepsilon_{t,i} = r_{t,i} - \hat{r}_{t,i}(\beta_t)$, dann lautet das Optimierungsproblem folgendermaßen:

$$\underset{\beta_t}{Min} \sum_{i=1}^{n_t} \left(\varepsilon_{t,i}(\beta_t)\right)^2. \tag{22}$$

Dabei werden Renditenirrtümer anstelle von Preisirrtümern minimiert, weil es in erster Linie um Zins- und nicht um Preisschätzungen geht. Zwar ist die Minimierung von Preisirrtümern rechnerisch weniger aufwendig, doch kann sie mit relativ großen Renditenabweichungen bei Anleihen mit kurzen Laufzeiten verbunden sein. Denn die Preise kurzfristiger Anleihen sind relativ wenig sensitiv in bezug auf die Renditen und insofern würden Renditenirrtümer bei der Schätzung der Renditen kurzfristiger Anleihen zu gering bestraft würden.[8]

Die Renditenirrtümer sind eine nichtlineare Funktion der gesuchten Parameter sind, weshalb ein nichtlineares Optimierungsverfahren verwendet wird. Dabei gewährleisten die

[8] Alternativ könnten auch die Preisirrtümer gewichtet werden, wobei sich die Duration als Gewichtungsfaktor anbietet (siehe z. B. Ricart und Sicsic (1995)). Diese ist als die Elastizität des Preises hinsichtlich (Eins plus) der Rendite definiert und stellt eine gewichtete durchschnittliche Laufzeit der jeweiligen Gegenwartswerte von Kuponzahlungen und Tilgungsbetrag einer Anleihe dar.

Nebenbedingungen, daß $\beta_{t,o}, \tau_{t,1}$ und $\tau_{t,2}$ im Falle des Svensson Ansatzes bzw. $\beta_{t,o}$ und $\tau_{t,1}$ im Falle des Nelson/Siegel Ansatzes größer als Null sind und der langfristige Zinssatz stets positiv ist.[9] Die Startwerte für diese Parameter werden unterschiedlich gesetzt. Der Startwert für $\beta_{t,o}$, der (wie in Abschnitt III.1 erläutert) als sehr langfristiger Zinssatz interpretiert werden kann, wird initialisiert entsprechend der mittleren Rendite der drei Wertpapiere mit der längsten Restlaufzeit. Der Startwert für die Summe von $\beta_{t,1}$ und $\beta_{t,o}$, die als sehr kurzfristiger Zinssatz interpretiert werden kann, wird anfänglich auf die Rendite des Wertpapieres mit der kürzesten Restlaufzeit gesetzt. Die Startwerte für $\beta_{t,2}$ und $\beta_{t,3}$ sind minus Eins und für $\tau_{t,1}$ und $\tau_{t,2}$ (plus) Eins. Testrechnungen über die gesamte Beobachtungsperiode haben gezeigt, daß mit dieser Startwertwahl stets Konvergenz auf eine Lösung erreicht wurde und daß die Verteilung der Residuen darauf hindeutete, daß die Lösungen plausibel sind.

Zur Erleichterung des Verständnisses des Vorgehens werden dessen wesentliche Elemente im folgenden wiederholt und in Form von einzelnen Schritten dargestellt:

1. Initialisierung des Parametervektors β_t.
2. Berechnung der theoretischen Zinsen, $\hat{z}_{t,m} = z_{t,m}(\beta_t)$, nach (18) oder (19).
3. Berechnung der theoretischen Diskontfaktoren $\hat{\delta}_{t,m} = \delta_{t,m}(\beta_t)$ nach (9).
4. Berechnung der theoretischen Preise $\hat{P}_{t,i} = P_{t,i}(\beta_t)$ nach (20).
5. Berechnung der theoretischen Renditen $\hat{r}_{t,i} = r_{t,i}(\beta_t)$ nach (21)
   unter Verwendung des Newton-Raphson Verfahrens (NRV).
6. Berechnung des Zielfunktionswertes $\sum_{i=1}^{n_t}\left(r_{t,i} - \hat{r}_{t,i}(\beta_t)\right)^2$,

[9] Dies wird implementiert, indem als minimal zulässiger Wert 10^{-4} spezifiziert wird. Als weitere Nebenbedingungen wurde festgelegt, daß der Parameter $\beta_{t,0}$, der (wie in III.1 erläutert) als langfristiger Zinssatz interpretiert werden kann, nicht mehr als 300 Basispunkte über (Obergrenze) und 300 Basispunkte unter (Untergrenze) der beobachteten Rendite der Anleihe mit der längsten Restlaufzeit liegt. Ergibt sich für die derart ermittelte Untergrenze ein negativer Wert, so wird sie auf Null gesetzt. Für die übrigen Parameter wurden als Untergrenze bzw. Obergrenze Werte von minus 30 (sofern nicht bereits 10^{-4} spezifiziert ist) bzw. plus 30 festgelegt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß nach Erreichen dieser Grenzen weitere Iterationen keine wesentliche Verbesserung des Zielfunktionswertes ergaben. In diesem Zusammenhang sollte erwähnt werden, daß als zusätzliches Abbruchkriterium festgelegt wurde, daß ein Parametervektor als Lösung akzeptiert wird, sofern die Wurzel aus dem mittleren quadrierten Renditenfehler vier Basispunkte unterschreitet.

wobei $r_{t,i}$ nach (13) aus $P_{t,i}$ unter Verwendung von NRV ermittelt.

7. Überprüfung des Abbruchkriteriums.

8. Falls Abbruchkriterium nicht erfüllt:

   Bestimmung eines neuen β_t und zurück zu Schritt 2.

Ist das Abbruchkriterium erreicht und der Parametervektor β_t geschätzt, so können die gesuchten Diskontfaktoren, Zinssätze und Terminzinssätze für beliebige Laufzeiten m durch einfaches Einsetzen bestimmt werden. Durch Einsetzen von (19) (im Falle des Svensson Ansatzes, ansonsten (18) im Falle des Nelson/Siegel Ansatzes) in die Gleichung (6) ergibt sich folgende Bestimmungsgleichung für die geschätzten Diskontfaktoren, $\tilde{\delta}_{t,m}$:

$$\begin{aligned}\tilde{\delta}_{t,m} = \Bigg(& 1+\tilde{\beta}_{t,0}+\tilde{\beta}_{t,1}\frac{1-exp(-m/\tilde{\tau}_{t,1})}{(m/\tilde{\tau}_{t,1})}+\tilde{\beta}_{t,2}\left(\frac{1-exp(-m/\tilde{\tau}_{t,1})}{(m/\tilde{\tau}_{t,1})}-exp(-\frac{m}{\tilde{\tau}_{t,1}})\right) \\ & +\tilde{\beta}_{t,3}\left(\frac{1-exp(-m/\tilde{\tau}_{t,2})}{(m/\tilde{\tau}_{t,2})}-exp(-\frac{m}{\tilde{\tau}_{t,2}})\right)\Bigg)^{-1}\end{aligned} \tag{23}$$

Die (geschätzten) Zinssätze und einjährigen Terminzinssätze lassen sich, analog zu (10) und (11), folgendermaßen aus den (geschätzten) Diskontfaktoren bestimmen:

$$\tilde{z}_{t,m} = \left(\frac{1}{\tilde{\delta}_{t,m}}\right)^{1/m} - 1 \tag{24}$$

und

$$\tilde{f}_{t,m} = \frac{\tilde{\delta}_{t,m-1}-\tilde{\delta}_{t,m}}{\tilde{\delta}_{t,m}}. \tag{25}$$

III.3 Anwendung auf historische Daten

III.3.1 Ursprungsdaten

Bei der Auswahl der in die Schätzung einbezogenen Daten muß ein Kompromiß gefunden werden. Auf der einen Seite sollten die einbezogenen Wertpapiere weitgehend homogen sein, was durch eine Auswahl von nur wenigen Wertpapieren gewährleistet werden könnte; auf der anderen Seite sollten die Schätzergebnisse für sämtliche Laufzeitenbereiche weitgehend zuverlässig sein, was durch eine große Menge an einbezogenen Wertpapieren erleichtert wird. Vor diesem Hintergrund werden drei Kategorien von börsennotierten Bundeswertpapieren einbezogen, und zwar

Anleihen der Bundesrepublik Deutschland,
Bundesobligationen (Bobl), und
Bundesschatzanweisungen (BSA).[10]

Die von Sondervermögen emittierten Wertpapiere werden wegen der (allerdings geringfügigen) Bonitätsdifferenzen zu den genannten Wertpapieren, nicht berücksichtigt. Ebenso werden Wertpapiere mit Sonderkonditionen nicht in die Schätzungen miteinbezogen, da Sonderkonditionen wie beispielsweise das Recht des Schuldners zur vorzeitigen Kündigung Preisabschläge implizieren. Insgesamt werden für die Berechnung der historischen Werte der Zinsstruktur für den Zeitraum von September 1972 bis Dezember 1996 Monatsendbeobachtungen von insgesamt 301 börsennotierten Bundeswertpapieren verwendet.[11]

Die Bundesanleihen sind das traditionelle Instrument der Finanzierung des Bundes auf dem deutschen Kapitalmarkt; über den gesamten Beobachtungszeitraum stellen sie die umfangreichste Gruppe der in die Schätzung einbezogenen Wertpapiere dar. Die (Ursprungs-)

[10] Dies weicht von der früheren Praxis der Bundesbank bei der Schätzung von Renditenstrukturkurven ab. Letztere greift auf eine größere Menge an Wertpapieren zurück, darunter auch solche, die von Sondervermögen emittiert wurden oder die Sonderkonditionen wie z. B. ein vorzeitiges Schuldnerkündigungsrecht aufweisen.

[11] Der Untersuchungszeitraum wird durch die Verfügbarkeit der Daten diktiert. Für den Monat Mai 1982 sind keine Beobachtungen vorhanden; die Schätzungen für diesen Monat werden mit Hilfe einer linearen Interpolation der Schätzwerte für April und Juni 1982 ermittelt.

Laufzeit der Bundesanleihen beträgt meist 10 Jahre; es wurden aber auch Anleihen mit 5, 6, 7, 8, 12, 15 und 30 Jahren begeben. Insgesamt werden über den gesamten Beobachtungszeitraum 168 Anleihen des Bundes einbezogen.

Bundesobligationen werden seit 1979 emittiert und haben eine Laufzeit von 5 Jahren. Ihnen kommt für die mittelfristige Kapitalmarktfinanzierung des Bundes eine ähnlich große Bedeutung zu, wie sie die Bundesanleihen im langfristigen Bereich besitzen.

Die Bundesschatzanweisungen (bis 1988 als Kassenobligationen bezeichnet) haben eine Laufzeit von 4 Jahren. Sie wurden bis Mitte 1995 emittiert und dann zugunsten der Bundesobligationen eingestellt. Insgesamt werden 17 Bundesschatzanweisungen in die Schätzungen einbezogen. Ihre Einbeziehung gewährleistet, daß der kurzfristige Bereich in den 90er Jahren sehr dicht mit Beobachtungen besetzt ist. Eine Aufstellung der einzelnen in die Schätzung einbezogenen Wertpapiere und deren Ausstattungsmerkmale ist als Anhang 1 aufgenommen.

Die Gesamtzahl der in einem einzelnen Monat für die Schätzung verfügbaren Beobachtungen variiert während der Beobachtungsperiode erheblich. Im Jahre 1972 sind im Durchschnitt lediglich 17 Beobachtungen pro Monat verfügbar. Die Anzahl der Beobachtungen steigt dann in den Folgejahren gleichmäßig bis 1984 an, wo sie 103 erreicht. Seitdem schwankt die Anzahl der Beobachtungen innerhalb einer recht engen Bandbreite zwischen jährlichen Durchschnitten von 80 bis 110. Die Verteilung der Beobachtungen über das gesamte Laufzeitenspektrum variiert ebenfalls stark (vgl. auch Anhang 2). Zu Beginn der Beobachtungsperiode sind das kurzfristige (unter 2 Jahren) und langfristige Laufzeitensegment (ab 8 Jahren) nur schwach besetzt. Als Folge der Emission der fünfjährigen Bundesobligationen ab 1979 erhöht sich die Besetzungsdichte im kurzfristigen Laufzeitensegment in der ersten Hälfte der 80er Jahre deutlich. Mit der Ausgabe von 30-jährigen Bundesanleihen stehen dann ab 1986 auch Beobachtungen für das sehr lange Ende des Laufzeitenspektrums zur Verfügung. Ansonsten ist in den 80er Jahren eine starke Vereinheitlichung der Laufzeiten von Bundesanleihen auf 10 Jahre bei kontinuierlicher Emissionstätigkeit festzustellen, so daß das langfristige Laufzeitensegment zwischen 8 und 10 Jahren dicht besetzt ist. Ab Mitte der 80er Jahre ist die Verteilung der Beobachtungen über das gesamte Laufzeitenspektrum relativ ausgeglichen. Vor diesem Hintergrund können die Schätzungen ab 1986 als besonders zuverlässig angesehen werden.

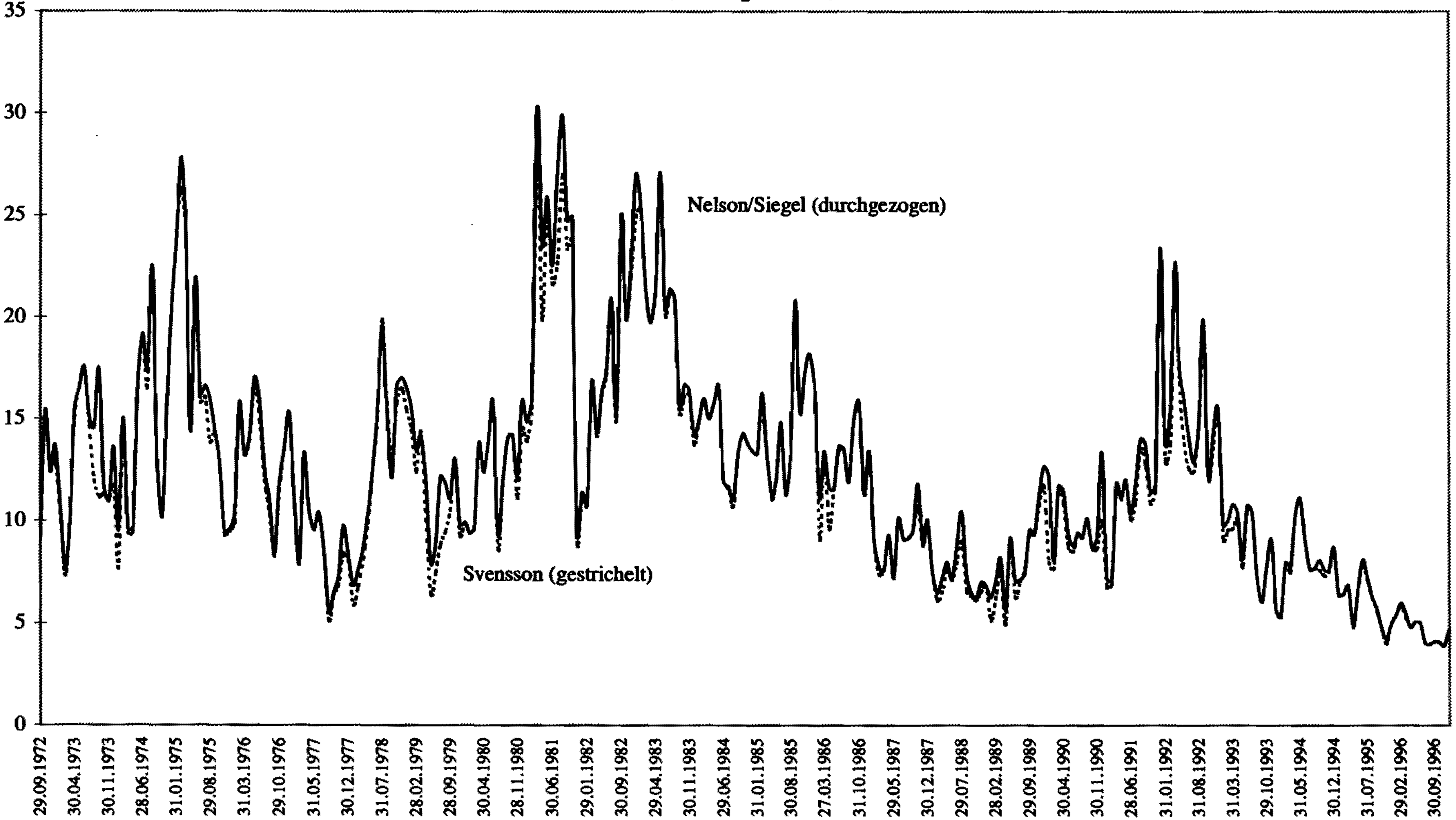
III.3.2 „Zuverlässigkeit" der Schätzungen

Die Schätzansätze von Nelson/Siegel und Svensson genügen den Anforderungen für die geldpolitische Analyse. Beide Verfahren generierten für jeden Beobachtungszeitpunkt, also auch bei schwierigen Datenkonstellationen, plausible Lösungen.[12] Die typischen beobachteten Kurvenverläufe (monoton ansteigend und abfallend) werden von beiden Ansätzen gut wiedergegeben. Kompliziertere Formen werden mit der Spezifikation gemäß Svensson geringfügig besser wiedergegeben, insofern als die Schätzfehler günstigere Eigenschaften (geringere serielle Korrelation) aufweisen; allerdings ist bei einer graphischen Darstellung der mit den unterschiedlichen Spezifikationen ermittelten Zinsstrukturkurven ein nennenswerter Unterschied mit bloßem Auge kaum erkennbar.

Die Abbildung 3 zeigt die Diskrepanz zwischen den beobachteten und geschätzten Renditen über die gesamte Untersuchungsperiode. Die Diskrepanz ist in Basispunkten gemessen und spiegelt das Optimierungskriterium (mittlerer quadrierter Renditenfehler) der Schätzungen wieder. Insbesondere mit der zunehmend dichteren Besetzung des Laufzeitenspektrums ab Mitte der 80er Jahre reduziert sich der mittlere Renditenfehler deutlich. Die Ergebnisse des Nelson/Siegel- und des Svensson-Verfahrens sind im Durchschnitt sehr ähnlich, der über die gesamte Beobachtungsperiode gemessene durchschnittliche (mittlere) Renditenfehler beträgt 12,43 Basispunkte im Falle der Nelson/Siegel-Methode und 11,99 Basispunkte im Falle der Svensson-Methode. Im Verlaufe der Beobachtungsperiode werden die mittleren Renditenfehler geringer und die Unterschiede zwischen den Verfahren ebnen sich ein. Im Durchschnitt der 90er Jahre beträgt der mittlere Renditenfehler nur noch 9,04 Basispunkte im Falle des Svensson-Verfahrens und 9,41 im Falle des Nelson/Siegel-Verfahrens; zuletzt, im Durchschnitt des Jahres 1996 beträgt er 5,23 bzw. 5,30 Basispunkte.

[12] Lediglich in einigen wenigen Monaten zu Beginn der 70er Jahre und um die Wende von den 70er zu den 80er Jahren ergaben sich unplausibel hohe Werte für die kurzfristigen Zinssätze unter einem Jahr in Situationen, in denen das kurzfristige Laufzeitensegment entweder schwach oder gar nicht besetzt war und die Zinsstrukturkurve ansonsten monoton anstieg. Da die Zinssätze ab einem Jahr auch in diesen Situationen plausibel erschienen und sich durch das Einfügen weiterer Restriktionen kaum veränderten (z. B. Restriktion des Ursprungs der Kurve auf eine gewichtete Rendite von Wertpapieren mit kurzen Restlaufzeiten oder auf einen Geldmarktsatz), wurde auf das Einfügen solcher Restriktionen verzichtet.

Abbildung 3: Mittlerer Renditefehler der Schätzungen von September 1972 bis Dezember 1996 (Basispunkte)



Die Standardabweichungen des mittleren Renditenfehlers, über die gesamte Beobachtungsperiode gemessen, betragen 5,07 Basispunkte im Falle des Svensson-Verfahrens und 5,23 im Falle des Nelson/Siegel-Verfahrens. Im Verlauf der 90er Jahre waren die Ergebnisse stabiler, beispielsweise fiel die Standardabweichung im Falle des Svensson-Verfahrens unter 4 Basispunkte. Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß gemessen am mittleren Renditenfehler (und dessen Standardabweichung), das Svensson-Verfahren insgesamt vorzuziehen ist. Aufgrund seiner größeren Parameteranzahl weist es eine höhere Flexibilität auf und kann, wie in III.1 erläutert, einen weiteren „Buckel" darstellen.[13] Insgesamt ist die Güte der Schätzungen, gemessen anhand des quadratischen Renditenfehlers, bei beiden Ansätzen im Vergleich zu den traditionellen Schätzungen der Renditenstrukturkurve seitens der Deutschen Bundesbank als hoch einzustufen.[14]

III.3.3 Ausgewählte Statistiken

Der vorliegende Abschnitt enthält einige kurze Bemerkungen bezüglich ausgewählter Statistiken der geschätzten Zins- und Terminzinsstrukturkurven. Folgende Beobachtungen sind hervorhebenswert. Die Zinsstrukturkurve ist, im Durchschnitt über die gesamte Beobachtungsperiode gemessen, ansteigend. Sie steigt über das gesamte Laufzeitenspektrum durchgehend an, doch mit abnehmenden Raten. Die (durchschnittliche) Terminzinsstrukturkurve, die die Bewegungen der (durchschnittlichen) Zinsstrukturkurve gewissermaßen „übertreibt", steigt zunächst stärker als letztere an und verflacht sich schließlich sehr stark im Bereich langer Laufzeiten, in dem die Zinsstrukturkurve nur noch mit abnehmenden Raten ansteigt (siehe Abbildung 4). Die Zinssätze in dem kurzfristigen Segmenten sowohl der Zins- als auch der Terminzinsstrukturkurve weisen im Zeitablauf eine größere Variation auf und erreichen ausgeprägtere Extremwerte als die Zinssätze in den langfristigen Segmenten; die Tabelle 1 verdeutlicht, daß sie höhere Standardabweichungen und ausgeprägtere Differenzen zwischen Minimal- und Maximalwerten aufweisen. Die Tests bezüglich des Integrationsgrades der Zinssätze (Augmented-Dickey-Fuller (ADF)) deuten darauf hin, daß die Niveaus der Zinssätze nicht-stationär und die ersten Differenzen stationär

[13] Dies erweist sich in einigen Situationen als vorteilhaft. In Situationen, in denen aber die beiden zusätzlichen Parameter aufgrund der Datenkonstellation nicht erforderlich sind, können Identifikationsprobleme auftreten. In solchen Situationen kann auf den Schätzansatz von Nelson/Siegel übergegangen werden, da die beiden zusätzlichen Parameter zur Beschreibung der Daten keinen zusätzlichen Erklärungsbeitrag leisten.
[14] Vgl. hierzu auch Schich (1996).

Abbildung 4: Durchschnittliche Zins- und Terminzinsstrukturkurve, September 1972 bis Dezember 1996

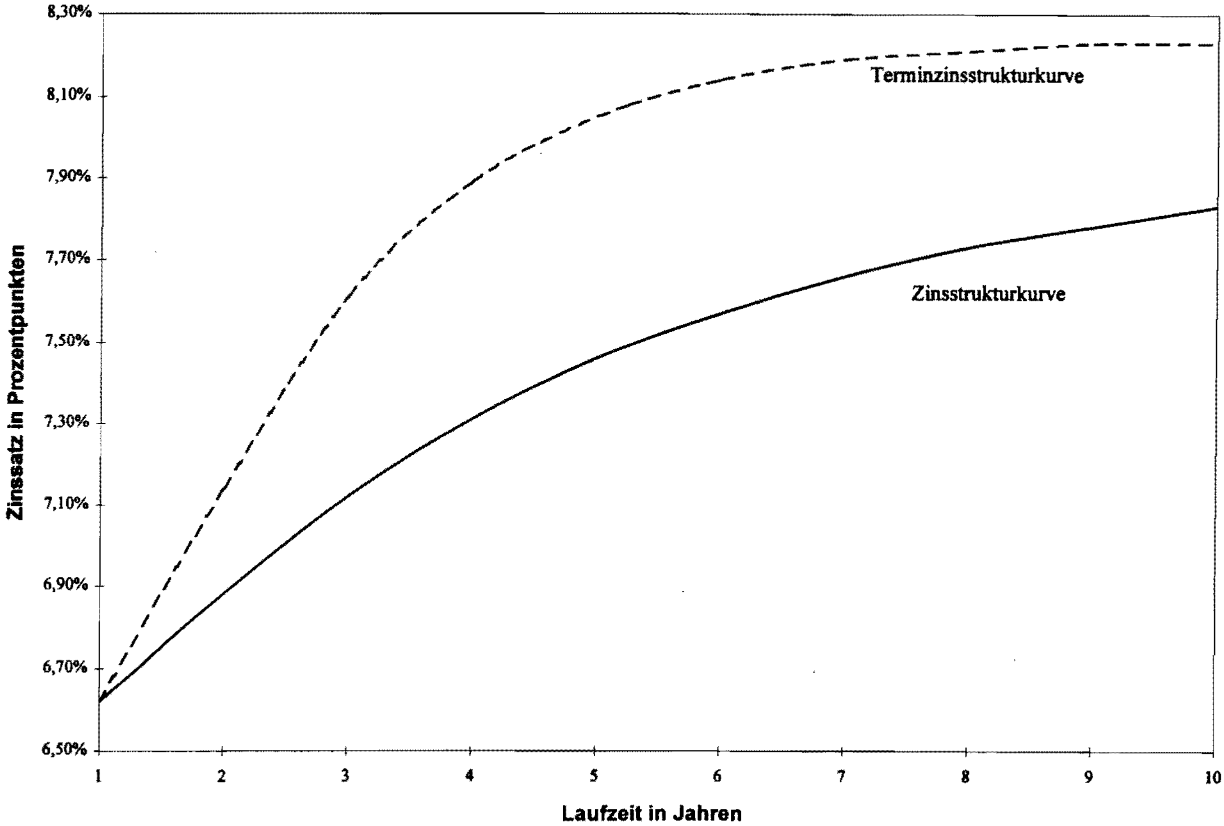


Abbildung 5: Durchschnittliche Zins- und Terminstrukturkurve für ausgewählte Zeiträume

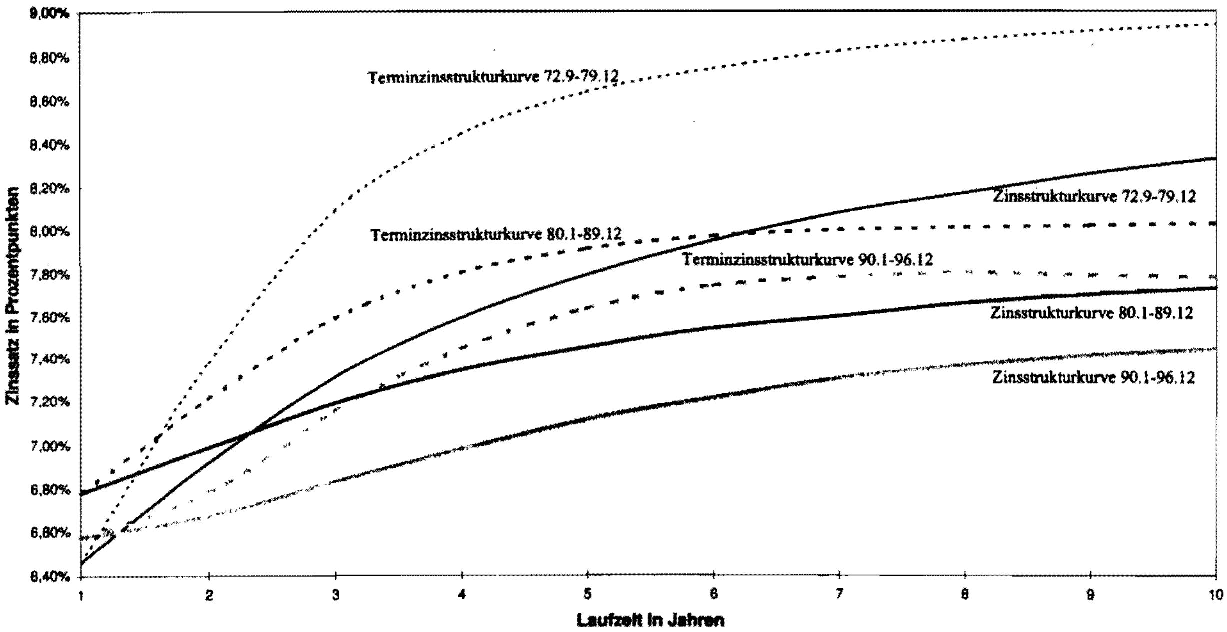


Tabelle 1: **Ausgewählte Statistiken der Zinssätze und Terminzinssätze, September 1972 bis Dezember 1996**

	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre	7 Jahre	8 Jahre	9 Jahre	10 Jahre
Zinssätze gemäß Nelson/Siegel										
Mittelwert	6,62	6,88	7,12	7,31	7,46	7,57	7,66	7,73	7,78	7,83
Maximum	13,01	12,54	12,11	11,73	11,39	11,09	10,82	10,99	11,16	11,30
Minimum	3,19	3,55	4,03	4,49	4,88	5,21	5,47	5,61	5,73	5,79
Std. abw.	2,22	1,94	1,75	1,60	1,50	1,41	1,35	1,31	1,27	1,25
ADF (N,12,C)[a)]	- 2,79	- 2,48	- 2,46	- 2,55	- 2,63	- 2,72	- 2,80	- 2,84	- 2,87*	- 2,90*
ADF (D,12,C)[a)]	- 3,80**	- 4,06**	- 4,22**	- 4,27**	- 4,24**	- 4,18**	- 4,13**	- 4,07**	- 4,03**	- 4,00**
Terminzinssätze gemäß Nelson/Siegel										
Mittelwert	6,62	7,14	7,61	7,89	8,05	8,14	8,19	8,21	8,23	8,23
Maximum	13,01	12,06	11,27	10,97	11,36	11,77	12,08	12,32	12,49	12,61
Minimum	3,19	3,90	4,83	5,29	5,75	6,12	6,16	6,17	6,17	6,17
Std. abw.	2,22	1,74	1,46	1,30	1,21	1,17	1,15	1,15	1,16	1,16
ADF (N,12,C)[a)]	- 2,79	- 2,36	- 2,50	- 2,70	- 2,86	- 2,92*	- 2,91*	- 2,87*	- 2,83	- 2,80
ADF (D,12,C)[a)]	- 3,80**	- 4,42**	- 4,49**	- 4,22**	- 4,01**	- 3,97**	- 4,02**	- 4,11**	- 4,19**	- 4,27**
Zinssätze gemäß Svensson										
Mittelwert	6,62	6,88	7,12	7,31	7,46	7,57	7,66	7,73	7,78	7,82
Maximum	13,01	12,35	12,02	11,76	11,49	11,20	10,90	11,01	11,19	11,34
Minimum	3,19	3,55	4,03	4,49	4,88	5,22	5,47	5,61	5,66	5,59
Std. abw.	2,21	1,94	1,75	1,61	1,50	1,42	1,36	1,31	1,27	1,23
ADF (N,12,C)[a)]	- 2,77	- 2,49	- 2,46	- 2,52	- 2,63	- 2,74	- 2,82	- 2,86	- 2,86	- 2,83
ADF (D,12,C)[a)]	- 3,85**	- 4,05**	- 4,22**	- 4,24**	- 4,19**	- 4,16**	- 4,12**	- 4,11**	- 4,14**	- 4,21**
Terminzinssätze gemäß Svensson										
Mittelwert	6,62	7,15	7,61	7,88	8,05	8,14	8,19	8,21	8,21	8,20
Maximum	13,01	11,87	11,37	10,99	11,30	11,86	12,24	12,48	12,63	12,71
Minimum	3,19	3,90	4,83	5,29	5,75	6,12	6,11	5,76	5,34	4,92
Std. abw.	2,21	1,74	1,46	1,31	1,23	1,18	1,15	1,14	1,13	1,14
ADF (N,12,C)[a)]	- 2,77	- 2,40	- 2,43	- 2,75	- 3,00*	- 3,06*	- 3,00*	- 2,88*	- 2,76	- 2,66
ADF (D,12,C)[a)]	- 3,85**	- 4,62**	- 4,45**	- 4,14**	- 3,95**	- 3,96**	- 4,19**	- 4,58**	- 4,99**	- 5,33**

a) Augmented Dickey-Fuller Test der Nullhypothese Nichtstationarität. Getestet wurde in Niveaus (N) und in ersten Differenzen (D). Die Zahl in den Klammern bezeichnet die Anzahl der verzögerten endogenen Variablen. Die Schätzungen wurden mit einer Konstante (C), aber ohne Zeittrend durchgeführt. Eine Ablehnung der Nullhypothese auf dem Signifikanzniveau von 5 % wird mit * und auf einem Signifikanzniveau von 1 % mit ** gekennzeichnet, wobei die kritischen Werte gemäß McKinnon (1991) herangezogen werden.

sind. Die Nullhypothese der Nicht-Stationarität kann für den überwiegenden Teil der Zins- und Terminzinssätze nicht abgelehnt werden; dagegen kann sie für deren erste Differenzen auf dem 1%-Signifikanzniveau abgelehnt werden. Schließlich verdeutlicht die Tabelle 1, daß die Schätzungen der Zins- und Terminzinsstrukturkurven im Durchschnitt robust sind in Bezug auf den gewählten funktionalen Ansatz (Nelson/Siegel oder Svensson). Die Unterschiede der mit den beiden Ansätzen geschätzten (durchschnittlichen) Zins- oder Terminzinssätze übersteigen nie drei Basispunkte; daher wird auf eine separate Darstellung der Statistiken beider Ansätze verzichtet.

Die durchschnittlichen Zins- und Terminzinsstrukturkurven können im Prinzip als Referenzwerte für die Beurteilung einzelner ausgewählter Kurven geben. Allerdings ist dabei sehr viel Vorsicht angebracht, da der Zeitraum über den die Durchschnittsbildung durchgeführt wird, die Ergebnisse entscheidend beeinflußt. Beispielsweise verdeutlicht die Tabelle 2, daß die Zins- und Terminzinstrukturkurven im Durchschnitt der 90er und der 80er Jahre weniger steil verliefen als in den 70er Jahren. Gegenüber den 70er Jahren sind die durchschnittlichen Zins- und Terminzinsstrukturkurven in den 80er und 90er Jahre zum einen flacher und weisen zum anderen ein niedrigeres Niveau auf. Während beispielsweise der durchschnittliche Spread zwischen dem zehnjährigen und dem einjährigen (Kassa-) Zinssatz in den 70er Jahren noch bei 187 Basispunkten lag, beträgt er in den 80er Jahren nur 95 und in den 90er Jahren nur 113 Basispunkte. Noch ausgeprägter sind die Unterschiede in den durchschnittlichen Terminzinsstrukturkurven. Abbildung 5 zeigt, daß alle drei Kurven (70er, 80er und 90er Jahre) ihren Ursprung im Bereich von 6,4 bis 6,8 Prozentpunkten haben und daß die Steigungen sehr unterschiedlich sind. In den 70er Jahren wächst die Kurve um 250 Basispunkte auf 8,94 Prozentpunkte (bei 10 Jahren Laufzeit). Dem steht ein Anstieg von nur 125 Basispunkten auf 8,03 Prozentpunkte in den 80er Jahren und von nur 121 Basispunkten auf 7,78 Prozentpunkte in den 90er Jahren gegenüber. Dieser Vergleich deutet darauf hin, daß die durchschnittliche Steigung der Zins- und Terminzinsstrukturkurven sich während der Beobachtungsperiode vermindert. Da also die im Durchschnitt gemessenen Zins- und Terminzinsstrukturkurven in sehr starkem Maße vom zugrundegelegten Zeitraum abhängen, sollte der Vergleich ausgewählter Kurven mit historischen Durchschnitten mit sehr viel Vorsicht betrachtet werden.

Tabelle 2: **Ausgewählte Statistiken der Zinssätze und Terminzinssätze, September 1972 bis Dezember 1996 (gemäß Nelson/Siegel)**

Zinssätze	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre	7 Jahre	8 Jahre	9 Jahre	10 Jahre
1972.9-96.12										
Mittelwert	6,62	6,88	7,12	7,31	7,46	7,57	7,66	7,73	7,78	7,83
Maximum	13,01	12,54	12,11	11,73	11,39	11,09	10,82	10,99	11,16	11,30
Minimum	3,19	3,55	4,03	4,49	4,88	5,21	5,47	5,61	5,73	5,79
Std. abw.	2,22	1,94	1,75	1,60	1,50	1,41	1,35	1,31	1,27	1,25
1972.9-79.12										
Mittelwert	6,46	6,92	7,31	7,59	7,79	7,95	8,08	8,17	8,26	8,33
Maximum	10,46	10,20	10,08	10,28	10,47	10,62	10,80	10,99	11,16	11,30
Minimum	3,66	4,16	4,57	4,87	5,12	5,34	5,52	5,66	5,78	5,87
Std. abw.	2,14	1,77	1,60	1,51	1,48	1,46	1,45	1,45	1,45	1,46
1980.1-89.12										
Mittelwert	6,78	6,99	7,19	7,34	7,45	7,54	7,60	7,66	7,70	7,73
Maximum	13,01	12,54	12,11	11,73	11,39	11,09	10,82	10,60	10,45	10,37
Minimum	3,53	3,98	4,45	4,80	5,11	5,37	5,58	5,69	5,75	5,79
Std. abw.	2,34	2,07	1,85	1,68	1,54	1,44	1,35	1,28	1,23	1,18
1990.1-96.12										
Mittelwert	6,57	6,67	6,83	6,98	7,11	7,21	7,30	7,36	7,41	7,44
Maximum	9,45	9,12	9,09	9,18	9,24	9,27	9,28	9,28	9,26	9,23
Minimum	3,19	3,55	4,03	4,49	4,88	5,21	5,47	5,61	5,73	5,84
Std. abw.	2,12	1,93	1,73	1,54	1,38	1,24	1,13	1,03	0,96	0,89

Terminzinssätze	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre	7 Jahre	8 Jahre	9 Jahre	10 Jahre
1972.9-96.12										
Mittelwert	6,62	7,14	7,61	7,89	8,05	8,14	8,19	8,21	8,23	8,23
Maximum	13,01	12,06	11,27	10,97	11,36	11,77	12,08	12,32	12,49	12,61
Minimum	3,19	3,90	4,83	5,29	5,75	6,12	6,16	6,17	6,17	6,17
Std. abw.	2,22	1,74	1,46	1,30	1,21	1,17	1,15	1,15	1,16	1,16
1972.9-79.12										
Mittelwert	6,46	7,38	8,09	8,44	8,63	8,74	8,82	8,87	8,91	8,94
Maximum	10,46	10,12	10,61	10,97	11,36	11,77	12,08	12,32	12,49	12,61
Minimum	3,66	4,63	5,26	5,76	6,15	6,38	6,53	6,60	6,60	6,60
Std. abw.	2,14	1,51	1,38	1,40	1,44	1,47	1,49	1,51	1,53	1,54
1980.1-89.12										
Mittelwert	6,78	7,21	7,59	7,80	7,91	7,97	8,00	8,01	8,02	8,03
Maximum	13,01	12,06	11,27	10,60	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27
Minimum	3,53	4,39	5,22	5,89	6,10	6,14	6,16	6,17	6,17	6,17
Std. abw.	2,34	1,84	1,46	1,21	1,06	0,98	0,93	0,91	0,90	0,89
1990.1-96.12										
Mittelwert	6,57	6,78	7,15	7,44	7,63	7,74	7,78	7,80	7,79	7,78
Maximum	9,45	9,13	9,34	9,45	9,48	9,45	9,37	9,25	9,11	9,10
Minimum	3,19	3,90	4,83	5,29	5,75	6,12	6,40	6,59	6,69	6,72
Std. abw.	2,12	1,79	1,40	1,09	0,87	0,74	0,66	0,61	0,57	0,55

Insgesamt lassen sich folgende Regelmäßigkeiten festhalten, die als stilisierte Fakten der deutschen Zins- und Terminzinsstruktur bezeichnet werden können:

1. Die Zins- und Terminzinsstrukturkurve weisen im Durchschnitt positive Steigungen auf, wobei die Steigung letzterer ausgeprägter ist. Steigende Kurven stellen insofern den Normalfall dar. Dies gilt auch insofern als sie am häufigsten auftreten. Dagegen sind flache und inverse Kurven verhältnismäßig selten zu beobachten.

2. Die Zins- und Terminzinsstrukturkurve weisen im Normalfall eine *monotone* (positive oder negative) Steigung auf. U-förmige und S-förmige Kurvenverläufe treten äußerst selten und nur über relativ kurze Zeiträume auf.

3. Die kurzfristigen Zins- und Terminzinssätze schwanken stärker und erreichen höhere Maximal- und niedrigere Minimalwerte als die langfristige Zins- und Terminzinssätze. Dies kann dahingehend interpretiert werden, daß Änderungen der Kurvensteigung insbesondere durch die Bewegung von kurzfristigen Zinssätzen beeinflußt werden.

III.4 Interpretation eines ausgewählten Beispiels

Die Ausführungen in diesem Abschnitt stellen eine sehr vereinfachte Analyse dar, die insbesondere dazu dienen soll, dem Leser die Unterschiede zwischen Zins- und Terminzinsstrukturkurve näherzubringen. Die Zinsstruktur- und die Terminzinsstrukturkurve geben zu jedem Zeitpunkt zwar grundsätzlich die gleichen Informationen bezüglich der Zinserwartungen wider. Doch sie geben diese Informationen in unterschiedlicher Weise wider. Und zwar stellen die Zinssätze ein Maß für den Ertrag dar, der damit verbunden ist, daß zukünftige Zahlungsströme zu deren Gegenwartswerten gekauft werden. Demgegenüber stellen die Terminzinssätze ein Maß für den mit einem Kauf zu einem zukünftigen Zeitpunkt von noch weiter in der Zukunft liegenden Zahlungsströmen verbundenen Ertrag dar. Das Verhältnis von Zinssätzen zu Terminzinssätzen ist daher ähnlich dem aus der Mikroökonomie bekannten Verhältnis zwischen Durchschnitts- und Grenzkosten; sie gilt exakt im Falle kontinuierlicher Verzinsung für den momentanen Terminzinssatz. Während die Zinssätze ein

Maß für durchschnittliche Erträge über bestimmte Zeiträume sind, messen die Terminzinssätze marginale Erträge.

Angenommen die reine Erwartungshypothese gilt und es existieren keine Risiko- und Terminprämien. Demzufolge muß eine Geldanlage für einen bestimmten Zeitraum den gleichen erwarteten Erfolg bringen, unabhängig davon ob die Anlage sukzessive in einer Reihe von kurzfristigen Anleihen oder einmalig in einer längerfristigen Anleihe angelegt wird. Dann entspricht der einjährige (implizite) Terminzinssatz für *n* Jahre dem für *n* Jahre erwarteten einjährigen (Kassa-) Zinssatz. Während unter diesen Umständen die Steigung der Zinsstrukturkurve, gemessen als Differenz der Zinssätze für verschiedene Laufzeiten, ein Maß für die erwarteten durchschnittlichen Veränderungen der kurzfristigen Zinssätze während des entsprechenden Zeitraumes sind, beschreibt der Verlauf der Terminzinsstrukturkurve den erwarteten künftigen Pfad der einjährigen (Kassa-) Zinssätze. Dies ist aus geldpolitischer Sicht besonders interessant, da eine bessere Trennung der Erwartungen über die kurze, mittlere und lange Frist als im Falle der Zinsstrukturkurve möglich wird. Geldpolitische Maßnahmen wirken mitunter erst mit verhältnismäßig langen und variablen zeitlichen Verzögerungen und daher ist der über die sehr kurze Frist hinausgehende mittel- und langfristige Laufzeitenbereich für die Geldpolitik besonders interessant. In diesem Bereich kann die Interpretation der Zinsstruktur statt der Terminzinsstruktur zu unzutreffenden Schlußfolgerungen führen, und zwar z. B. dann, wenn die Erwartungen über die kurze Frist (z. B. Zinssenkungserwartungen) anders als die Erwartungen für die mittlere und lange Frist (z. B. Zinserhöhungserwartungen) ausgerichtet sind. Dieses Problem kann durch die Berücksichtigung der Terminzinsstrukturkurve umgangen werden, da im mittelfristigen Segment dieser Kurve die Erwartungen über die kurze Frist bereits herausgefiltert sind.

Die Zins- und Terminzinsstrukturkurven zu Beginn des Jahres 1994 können als exemplarisch zum einen für eine grundlegende Neueinschätzung der zukünftigen Zins- und Inflationsperspektiven gelten als auch dafür, daß die Erwartungen über unterschiedliche Zeithorizonte voneinander abweichen können.[15] Die Einschätzung der Marktteilnehmer war am 31. Januar 1994 offenbar noch von der Vorstellung zumindest kurzfristig weiter sinkender Zinssätze geprägt - wenngleich auf längere Frist wieder mit einer Zinserhöhung gerechnet

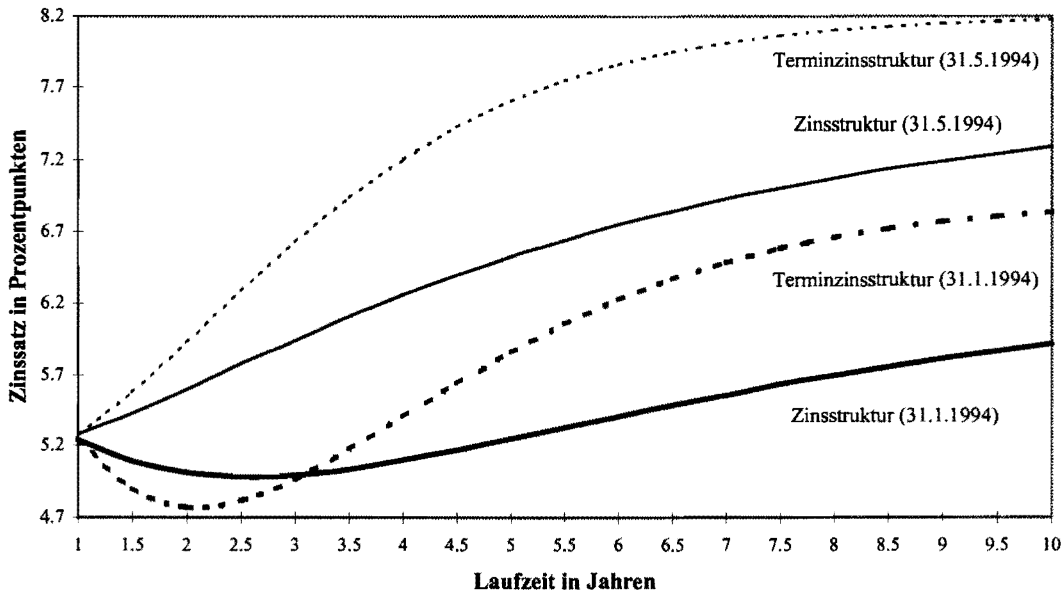
[15] Eine umfassendere Analyse der Zinsstrukturkurven zu Beginn des Jahres 1994 findet sich bei Svensson (1994).

wurde. Dies legen unter anderem auch Angaben von *Consensus Forecast* nahe; und zwar wurden demnach im Januar und Februar 1994 über einen Prognosehorizont von 3 Monaten niedrigere Zinsen als für einen Prognosehorizont von 12 Monaten erwartet. Die Zinssenkungserwartungen wurden dann durch die Zinsentscheidung des Board of Governors vom 4. Februar 1994, die Federal funds rate zum ersten Mal seit fünf Jahren zu erhöhen, enttäuscht, denn diese Maßnahme lieferte auch international einen Anlaß zur Neueinschätzung der Zinsperspektiven. Anschließend korrigierten die Marktteilnehmer ihre Zinserwartungen auf kurze und lange Sicht deutlich nach oben.

Die Abbildung 6 stellt die Zinsstrukturkurve und die Kurve der (einjährigen) impliziten Terminzinsen zum Ende Januar und Ende Mai 1994 dar. Zins- und Terminzinsstrukturkurve weisen den gleichen Ursprung auf,[16] ansonsten liegt die Terminzinsstrukturkurve bis zu drei Jahren Laufzeit unterhalb und ab drei Jahren oberhalb der Zinsstrukturkurve. Der S-förmige Verlauf der Terminzinsstrukturkurve läßt folgende Interpretation zu. Über die kurze Frist, bis zu ca. 2 Jahren, werden sinkende Zinsen erwartet. Über diese Frist hinaus werden erneut steigende Zinsen erwartet, die schließlich deutlich über dem Niveau der gegenwärtigen Zinsen liegen. Die Terminzinsstruktur erlaubt insofern eine bessere Unterscheidung der kurz-, mittel- und langfristigen Zinserwartungen. Die grundlegende Neueinschätzung der kurzfristigen Zinsperspektiven seitens der Marktteilnehmer zwischen Januar und Mai 1994 wird besonders deutlich durch die Veränderung der Terminzinsstrukturkurven illustriert. Während noch im Januar kurzfristig fallende Zinssätze erwartet wurden, waren die Zinserwartungen im Mai auch über die kurze Frist aufwärts gerichtet. Diese Veränderungen der Erwartungen über die kurze Frist werden bei der Betrachtung der beiden Zinsstrukturkurven nicht so deutlich. Die Terminzinsstrukturkurven erlauben also im Prinzip eine präzisere Analyse der Erwartungen. Allerdings ist bei der Interpretation Vorsicht angebracht. Und zwar bleiben weiterhin die (hier ausgeklammerten) Probleme der Interpretation von Zinsstrukturkurven bestehen. In erster Linie ist hier die Existenz von zeitvariablen Risiko- und Terminprämien zu nennen.

[16] Dies spiegelt wider, daß der gegenwärtige einjährige (Kassa-) Zinssatz und der (einjährige) implizite Terminzinssatz identisch sind, was durch Einsetzen von $m = 1$ in Gleichung (5) leicht verifiziert werden kann.

Abbildung 6: Zins- und Terminzinsstrukturkurven, Januar und Mai 1994



IV. Schlußfolgerungen

Die hier erläuterte direkte Schätzung der Zinsstrukturkurve ersetzt das bislang von der Bundesbank verwendete Verfahren, bei dem die Zinsstrukturkurve näherungsweise durch die Renditenstrukturkurve dargestellt wurde. Letzteres ist insofern problematisch, als sich Zinsstrukturkurve und Renditenstrukturkurve im Falle von Kuponanleihen systematisch unterscheiden und sich dieser Unterschied im Zeitablauf in Abhängigkeit von der Höhe der Kupons der in die Schätzung einbezogenen Anleihen verändern kann. Dies kann die geldpolitische Interpretation der Kurvenverläufe erschweren.

Die hier vorgestellten Verfahren zur direkten Schätzung von Zinsstrukturkurven sind für die geldpolitische Analyse gut geeignet. Sie stellen einen guten Kompromiß zwischen der möglichst genauen Beschreibung der Daten auf der einen und der Glätte der Kurve auf der anderen Seite dar. Zum einen erfassen sie die für die geldpolitische Analyse relevanten Informationen und verdichten diese in einer Weise, die für geldpolitische Zwecke noch relativ einfach interpretiert werden können. Zum anderen ist die Flexibilität ausreichend, um die typischen Konstellationen der am Markt beobachtbaren Renditen von deutschen Bundeswertpapiere akkomodieren zu können. Insbesondere die Erweiterung des von Nelson und Siegel (1987) ursprünglich vorgeschlagenen Schätzverfahrens durch Svensson (1994) erlaubt eine hinreichend präzise Darstellung der beobachtbaren Preis- bzw. Renditenkonstellationen. Die größere Flexibilität des letzteren Ansatzes kommt allerdings merklich nur im Falle etwas komplizierterer Kurvenverläufe (z. B. S-förmiger Verlauf) zum Ausdruck. Der Svensson Ansatz ist insofern vorzuziehen als er eine im statistischen Sinne etwas bessere Beschreibung der Daten liefert und gleichzeitig ebenso robust wie der Nelson/Siegel Ansatz ist. Zudem gewährleistet der Svensson Ansatz eine bessere internationale Vergleichbarkeit der Schätzergebnisse, da er von vielen Zentralbanken verwendet wird. Die hier vorgestellte direkte Schätzung von Zinsstrukturkurven ermöglicht darüber hinaus, daß unmittelbar die Struktur der (impliziten) Terminzinssätze ermittelt werden kann. Für die geldpolitische Analyse bietet sich insbesondere diese Form der Darstellung an, da sie im Prinzip eine bessere Trennung der in der Zinsstruktur enthaltenen Erwartungen über die kurze, mittlere und lange Frist erlaubt.

Literaturverzeichnis

Anderson, N., Breedon, F., Deacon, M., Derry, A., and G. Murphy (1997), *Estimating and Interpreting the Yield Curve*, John Wiley & Sons, New York.

Ilmanen, A. (1995), „Overview of Forward Rate Analysis - Understanding the Yield Curve: Part 1", *Portfolio Strategies,* Salomon Brothers United States Fixed Income Research, Mai.

Nelson, C.R. und A.F. Siegel (1987), „Parsimonious Modeling of Yield Curves", Journal of Business, 60, 4, 473-89.

Ricart, R. und P. Sicsic (1995), „Estimating the Term Structure of Interest Rates from French Data", *Banque de France Bulletin Digest*, 22, October, S. 47 - 50.

Schaefer, S.M. (1977), „The Problem with Redemption Yields", *Financial Analysts Journal* 33, Juli/August.

Schich, S.T. (1996), „Alternative Spezifikationen der deutschen Zinsstrukturkurve und ihr Informationsgehalt hinsichtlich der Inflation", Diskussionspapier 8/96 der Volkswirtschaftlichen Forschungsgruppe der Deutschen Bundesbank, Oktober.

Shiller, R.J. (1990), „The Term Structure of Interest Rates", Kapitel 13 des *Handbook of Monetary Economics,* Vol. 1, herausgegeben von B.M. Friedman und F.H. Hahn, Elsevier Science Publishers, S. 629-672.

Steeley, J.M. (1991), „Estimating the Gilt-edged Term Structure: Basis Splines and Confidence Intervals", *Journal of Business, Finance and Accounting* 18 (4), Juni, S. 512 - 29.

Svensson, L.E.O. (1994), „Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994", IMF working paper WP/94/114, September.

Anhang 1: Liste der in die Schätzung einbezogenen Bundeswertpapiere

Wertpapier-Kennummer	Emissions-datum 1)	Emissions-volumen (Mio. DM)	Bezeichnung	Kupon-termin	Laufzeit	Fälligkeits-datum
W 110024	2.10.1963	300	6 % Bund 63 V	1.10.	12	1.10.1975
W 110027	1.10.1964	400	6 % Bund 64 III	1.10.	10	1.10.1974
W 110028	4. 1.1965	400	6 % Bund 65	1. 2.	12	1. 2.1977
W 110031	21.10.1965	200	7 % Bund 65 III	1.11.	10	1.11.1975
W 110032	25. 1.1966	250	7 % Bund 66	F/A	10	1. 2.1976
W 110033	25. 4.1967	250	6,5 % Bund 67 I	M/N	12	1. 5.1979
W 110034	13. 7.1967	300	6,5 % Bund 67 II	F/A	10	1. 8.1977
W 110035	3. 4.1968	300	6,5 % Bund 68 I	A/O	10	1. 4.1978
W 110036	10. 7.1968	400	6,5 % Bund 68 II	1. 7.	12	1. 7.1980
W 110037	18.11.1969	400	7 % Bund 69	J/D	10	1.12.1979
W 110038	29. 4.1970	410	8 % Bund 70	M/N	10	1. 5.1980
W 110039	11. 8.1970	410	8,5 % Bund 70 I	F/A	10	1. 8.1980
W 110040	1.12.1970	260	8,5 % Bund 70 II	J/D	10	1.12.1980
W 110041	19. 1.1971	550	7,5 % Bund 71	1. 2.	10	1. 2.1981
W 110042	1.12.1971	400	7,75 % Bund 71	1.12.	10	1.12.1981
W 110043	26. 7.1972	450	8 % Bund 72	1. 8.	10	1. 8.1982
W 110044	27.10.1972	400	8 % Bund 72 II	1.11.	10	1.11.1982
W 110045	15. 2.1973	500	8,5 % Bund 73	1. 3.	12	1. 3.1985
W 110046	12. 3.1973	1500	8,5 % Bund 73 II	1. 4.	8	1. 4.1981
W 110048	7. 9.1973	500	10 % Bund 73 II	1.10.	7	1.10.1980
W 110050	30.10.1973	600	10 % Bund 73 IV	1.11.	7	1.11.1980
W 110051	13.11.1973	600	9,5 % Bund 73	1.12.	8	1.12.1981
W 110052	18. 1.1974	600	9,5 % Bund 74	1. 2.	8	1. 2.1982
W 110053	31. 5.1974	500	10 % Bund 74	1. 6.	7	1. 6.1981
W 110054	22. 8.1974	600	10 % Bund 74 II	1. 9.	6	1. 9.1980
W 110055	21.10.1974	500	10 % Bund 74 III	1.11.	6	1.11.1980
W 110056	11.12.1974	600	9,5 % Bund 74 II	1.12.	8	1.12.1982
W 110057	10. 1.1975	660	9,25 % Bund 75	1. 2.	8	1. 2.1983
W 110058	1. 4.1975	660	8,5 % Bund 75 (83)	1. 4.	8	1. 4.1983
W 110059	21. 5.1975	660	8,25 % Bund 75 (83)	1. 6.	8	1. 6.1983
W 110060	9. 6.1975	660	8 % Bund 75 (83)	1. 6.	8	1. 6.1983
W 110061	26. 6.1975	660	8 % Bund 75 (83) II	1. 7.	8	1. 7.1983
W 110062	30.12.1975	660	8 % Bund 75 (82) III	1. 1.	6	1. 1.1982
W 110063	11. 2.1976	250	7,5 % Bund 76 (81)	1. 2.	5	1. 2.1981
W 110064	11. 2.1976	450	8 % Bund 76 (84)	1. 2.	8	1. 2.1984
W 110065	22. 3.1976	660	7,5 % Bund 76 II (84)	1. 4.	8	1. 4.1984
W 110066	12. 7.1976	800	8 % Bund 76 II (81)	1. 8.	5	1. 8.1981
W 110067	16. 8.1976	500	8 % Bund 76 III (81)	1. 9.	5	1. 9.1981
W 110068	16. 8.1976	300	8,25 % Bund 76 (84)	1. 9.	8	1. 9.1984
W 110069	29. 9.1976	700	8 % Bund 76 IV (85)	1.10.	9	1.10.1984
W 110070	25.11.1976	1000	7,25 % Bund 76 (86)	1.12.	10	1.12.1986
W 110071	29.12.1976	750	7 % Bund 76 (83)	1. 1.	6	1. 1.1983
W 110072	29.12.1976	750	7,25 % Bund 76 II (87)	1. 1.	10	1. 1.1987
W 110073	2. 3.1977	700	7 % Bund 77 (84)	1. 3.	7	1. 3.1984
W 110074	4. 4.1977	850	6,75 % Bund 77 (87)	1. 4.	10	1. 4.1987
W 110075	1. 7.1977	900	6,5 % Bund 77 (87)	1. 7.	10	1. 7.1987
W 110076	15. 9.1977	900	6 % Bund 77 (87)	1.10.	10	1.10.1987
W 110077	29.12.1977	800	5,5 % Bund 78 (84)	1. 1.	6	1. 1.1984
W 110078	29.12.1977	900	6 % Bund 78 (88)	1. 1.	10	1. 1.1988

W 110079	14. 2.1978	800	5,5	% Bund 78 II (86)	1. 3.	8	1. 3.1986
W 110080	14. 2.1978	500	6	% Bund 78 II (93)	1. 3.	15	1. 3.1993
W 110081	13. 4.1978	500	5	% Bund 78 (84)	1. 5.	6	1. 5.1984
W 110082	13. 4.1978	500	5,25	% Bund 78 (86)	1. 5.	8	1. 5.1986
W 110083	13. 4.1978	500	5,75	% Bund 78 (90)	1. 5.	12	1. 5.1990
W 110084	4. 9.1978	900	6	% Bund 78 III (84)	1. 9.	6	1. 9.1984
W 110085	4. 9.1978	500	6,5	% Bund 78 (88)	1. 9.	10	1. 9.1988
W 110086	27.11.1978	700	6	% Bund 78 IV (84)	1.12.	6	1.12.1984
W 110087	27.11.1978	500	6,5	% Bund 78 II (88)	1.12.	10	1.12.1988
W 110088	28.12.1978	1000	6,25	% Bund 79 (85)	1. 1.	6	1. 1.1985
W 110089	28.12.1978	350	6,5	% Bund 79 (87)	1. 1.	8	1. 1.1987
W 110090	28.12.1978	350	6,75	% Bund 79 (89)	1. 1.	10	1. 1.1989
W 110091	5. 4.1979	600	7	% Bund 79 (85)	1. 4.	6	1. 4.1985
W 110092	5. 4.1979	600	7,25	% Bund 79 (89)	1. 4.	10	1. 4.1989
W 110093	10. 5.1979	750	7,25	% Bund 79 II (85)	1. 6.	6	1. 6.1985
W 110094	10. 5.1979	750	7,5	% Bund 79 (89)	1. 6.	10	1. 6.1989
W 110095	7. 6.1979	600	7,75	% Bund 79 (85)	1. 7.	6	1. 7.1985
W 110096	7. 6.1979	900	8	% Bund 79 (89)	1. 7.	10	1. 7.1989
W 110097	5. 7.1979	1600	8	% Bund 79 II (89)	1. 8.	10	1. 8.1989
W 110098	15. 8.1979	1600	7,5	% Bund 79 II (89)	1. 9.	10	1. 9.1989
W 110099	15.10.1979	1500	7,75	% Bund 79 II (89)	1.11.	10	1.11.1989
W 110100	28.12.1979	1500	7,75	% Bund 80 (90)	1. 1.	10	1. 1.1990
W 113400	1. 4.1980	1100	10	% Bund 80 (90)	1. 4.	10	1. 4.1990
W 113401	9. 6.1980	1500	8,25	% Bund 80 (90)	1. 7.	10	1. 7.1990
W 113402	24.10.1980	1500	8,25	% Bund 80 II (90)	1.11.	10	1.11.1990
W 113403	13. 1.1981	1500	9	% Bund 81 (91)	1. 2.	10	1. 2.1991
W 113404	27. 3.1981	1500	10	% Bund 81 (89)	1. 4.	8	1. 4.1989
W 113405	1. 7.1981	1500	10,5	% Bund 81 (91)	1. 7.	10	1. 7.1991
W 113406	3. 9.1981	1600	10,75	% Bund 81 (91)	1. 9.	10	1. 9.1991
W 113407	12.11.1981	1600	10	% Bund 81 II (91)	1.12.	10	1.12.1991
W 113408	4. 1.1982	1600	9,75	% Bund 82 (92)	1. 1.	10	1. 1.1992
W 113409	24. 2.1982	1600	9,75	% Bund 82 II (92)	1. 3.	10	1. 3.1992
W 113410	11. 3.1982	1600	9,50	% Bund 82 (92)	1. 4.	10	1. 4.1992
W 113411	13. 4.1982	1600	9	% Bund 82 (92)	1. 5.	10	1. 5.1992
W 113412	17. 5.1982	1600	8,50	% Bund 82 (92)	1. 6.	10	1. 6.1992
W 113413	28. 7.1982	1600	9	% Bund 82 II (92)	1. 8.	10	1. 8.1992
W 113414	24. 8.1982	1600	8,75	% Bund 82 (92)	1. 9.	10	1. 9.1992
W 113415	27.10.1982	1600	7,75	% Bund 82 (90)	1.11.	8	1.11.1990
W 113416	7.12.1982	1600	7,75	% Bund 82 II (92)	1.12.	10	1.12.1992
W 113417	3. 1.1983	1600	7,50	% Bund 83 (93)	1. 1.	10	1. 1.1993
W 113418	1. 3.1983	1600	7,50	% Bund 83 II (93)	1. 3.	10	1. 3.1993
W 113419	1. 6.1983	1600	7,5	% Bund 83 III (91)	1. 6.	8	1. 6.1991
W 113420	7. 6.1983	1600	8,25	% Bund 83 (93)	1. 6.	8	1. 6.1993
W 113421	7. 7.1983	1600	8	% Bund 83 (93)	1. 7.	10	1. 7.1993
W 113422	5. 8.1983	1600	8,25	% Bund 83 II (93)	1. 8.	10	1. 8.1993
W 113423	3.10.1983	1600	8,25	% Bund 83 III (93)	1.10.	10	1.10.1993
W 113424	1.11.1983	1600	8,25	% Bund 83 IV (93)	1.11.	10	1.11.1993
W 113425	7.12.1983	1600	8,25	% Bund 83 V (93)	1.12.	10	1.12.1993
W 113426	2. 1.1984	2000	8,25	% Bund 84 (94)	1. 1.	10	1. 1.1994
W 113427	2. 2.1984	2000	8,25	% Bund 84 II (94)	1. 2.	10	1. 2.1994
W 113428	1. 3.1984	2000	8	% Bund 84 (94)	18. 3.	10	18. 3.1994
W 113429	6. 6.1984	2000	8,25	% Bund 84 III (94)	20. 6.	10	20. 6.1994
W 113430	4. 7.1984	2000	8,25	% Bund 84 IV (94)	20. 7.	10	20. 7.1994
W 113431	1. 8.1984	2000	8,25	% Bund 84 V (94)	22. 8.	10	20. 8.1994
W 113432	9.10.1984	2000	7,50	% Bund 84 (94)	20.10.	10	20.10.1994
W 113433	5.12.1984	2000	7	% Bund 84 (94)	20.12.	10	20.12.1994

W 113434	2. 1.1985	2000	7 % Bund 85 (95)	20. 1.	10	20. 1.1995
W 113435	29. 1.1985	2000	7,25 % Bund 85 (95)	20. 2.	10	20. 2.1995
W 113436	26. 2.1985	2000	7,625 % Bund 85 (95)	20. 3.	10	20. 3.1995
W 113437	26. 3.1985	2500	7,50 % Bund 85 (95)	20. 4.	10	20. 4.1995
W 113438	22. 4.1985	2500	7,25 % Bund 85 II (95)	22. 5.	10	22. 5.1995
W 113439	3. 6.1985	2500	7 % Bund 85 II (95)	20. 6.	10	20. 6.1995
W 113440	29. 7.1985	2500	6,75 % Bund 85 (95)	20. 7.	10	20. 7.1995
W 113441	9.10.1985	2500	6,50 % Bund 85 (95)	20.10.	10	20.10.1995
W 113442	2. 1.1986	3000	6,375 % Bund 86 (96)	22. 1.	10	22. 1.1996
W 113443	5. 2.1986	3000	6,375 % Bund 86 II (96)	20. 2.	10	20. 2.1996
W 113444	5. 3.1986	3000	6 % Bund 86 (98)	20. 4.	10	20. 4.1998
W 113445	28. 5.1986	3000	5,75 % Bund 86 (96)	20. 6.	10	20. 6.1996
W 113446	28. 5.1986	7000	6 % Bund 86 II (16)	20. 6.	30	20. 6.2016
W 113447	14. 7.1986	4000	5,75 % Bund 86 II (96)	22. 7.	10	22. 7.1996
W 113448	2. 9.1986	3000	5,50 % Bund 86 (96)	20. 9.	10	20. 9.1996
W 113449	2. 9.1986	1000	5,625 % Bund 86 (16)	20. 9.	30	20. 9.2016
W 113450	6.10.1986	4000	6 % Bund 86 III (98)	20.10.	12	20.10.1998
W 113451	17.11.1986	4000	6,50 % Bund 86 (96)	20.10.	10	20.12.1996
W 113452	2. 1.1987	4000	6,125 % Bund 87 (97)	20. 1.	10	20. 1.1997
W 113453	6. 2.1987	4000	5,75 % Bund 87 (97)	20. 2.	10	20. 2.1997
W 113454	10. 3.1987	4000	6 % Bund 87 (97)	20. 3.	10	20. 3.1997
W 113455	27. 5.1987	4000	5,50 % Bund 87 (97)	20. 5.	10	20. 5.1997
W 113456	14. 7.1987	4000	6,125 % Bund II 87 (97)	21. 7.	10	21. 7.1997
W 113457	27. 8.1987	3200	6,375 % Bund 87 (97)	20. 8.	10	20. 8.1997
W 113458	7.10.1987	4000	6,75 % Bund 87 (97)	22. 9.	10	22. 9.1997
W 113459	11.11.1987	2000	6,375 % Bund 87 II (97)	20.10.	10	20.10.1997
W 113460	4. 1.1988	5000	6,375 % Bund 88 (98)	20. 1.	10	20. 1.1998
W 113461	4. 2.1988	4000	6,25 % Bund 88 (98)	20. 2.	10	20. 2.1998
W 113462	22. 3.1988	4000	6,125 % Bund 88 (98)	20. 3.	10	20. 3.1998
W 113463	30. 5.1988	4000	6,50 % Bund 88 (98)	20. 5.	10	20. 5.1998
W 113464	8. 8.1988	4000	6,75 % Bund 88 (98)	20. 7.	10	20. 7.1998
W 113465	7. 9.1988	4000	6,75 % Bund 88 II (98)	20. 8.	10	20. 8.1998
W 113466	31.10.1988	4000	6,375 % Bund 88 II (98)	20.11.	10	20.11.1998
W 113467	1.12.1988	4000	6,375 % Bund 88 III (98)	21.12.	10	21.12.1998
W 113468	2. 1.1989	5000	6,50 % Bund 89 (99)	2. 1.	10	2. 1.1999
W 113469	1. 2.1989	4000	6,75 % Bund 89 (99)	20. 1.	10	20. 1.1999
W 113470	6. 3.1989	4000	7 % Bund 89 (99)	22. 2.	10	22. 2.1999
W 113471	10. 5.1989	4000	7 % Bund 89 II (99)	20. 4.	10	20. 4.1999
W 113472	5. 7.1989	4000	6,75 % Bund 89 II (99)	21. 6.	10	21. 6.1999
W 113473	7. 9.1989	4000	7 % Bund 89 III (99)	20. 9.	10	20. 9.1999
W 113474	11.10.1989	4000	7 % Bund 89 IV (99)	20.10.	10	20.10.1999
W 113475	6.11.1989	4000	7,125 % Bund 89 (99)	20.12.	10	20.12.1999
W 113476	2. 1.1990	5000	7,25 % Bund 90 (2000)	20. 1.	10	20. 1.2000
W 113477	6. 2.1990	4000	7,75 % Bund 90 (2000)	21. 2.	10	21. 2.2000
W 113479	22. 5.1990	6000	8,75 % Bund 90 (2000)	22. 5.	10	22. 5.2000
W 113480	31. 7.1990	8000	8,50 % Bund 90 (2000)	21. 8.	10	21. 8.2000
W 113481	8.10.1990	8000	9 % Bund 90 (2000)	20.10.	10	20.10.2000
W 113482	4.12.1990	8000	8,875 % Bund 90 (2000)	20.12.	10	20.12.2000
W 113483	27.12.1990	10000	9 % Bund 91 (2001)	22. 1.	10	22. 1.2001
W 113484	7. 5.1991	10000	8,375 % Bund 91 (2001)	21. 5.	10	21. 5.2001
W 113485	8.10.1991	18000	8,25 % Bund 91 (2001)	20. 9.	10	20. 9.2001
W 113486	9. 7.1992	15000	8 % Bund 92 (2002)	22. 7.	10	22. 7.2002
W 113487	6.10.1992	10000	7,25 % Bund 92 (2002)	21.10.	10	21.10.2002
W 113488	29.12.1992	16000	7,125 % Bund 92 (2002)	20.12.	10	20.12.2002
W 113489	4. 5.1993	10000	6,75 % Bund 93 (2003)	22. 4.	10	22.04.2003
W 113490	3. 8.1993	16000	6,50 % Bund 93 (2003)	15. 7.	10	15. 7.2003

W 113491	12.10.1993	12000	6 % Bund 93 (2003)	15. 9.	10	15. 9.2003
W 113492	28.12.1993	10000	6,25 % Bund 93 (2024)	4. 1.	30	4. 1.2024
W 113493	19. 7.1994	10000	6,75 % Bund 94 (2004)	15. 7.	10	15. 7.2004
W 113495	8.11.1994	10000	7,50 % Bund 94 (2004)	11.11.	10	11.11.2004
W 113496	28.12.1994	17000	7,375 % Bund 95 (2005)	3. 1.	10	3. 1.2005
W 113497	12. 5.1995	18000	6,875 % Bund 95 (2005)	12. 5.	10	12. 5.2005
W 113498	14.10.1995	20000	6,50 % Bund 95 (2005)	14.10.	10	14.10.2005
W 113499	5. 1.1996	25000	6,00 % Bund 96 (2006)	5. 1.	10	5. 1.2006
W 113500	16. 2.1996	12000	6,00 % Bund 96 II (2016)	16. 2.	20	16. 2.2016
W 113501	26. 4.1996	14000	6,25 % Bund 96 (2006)	26. 4.	10	26. 4.2006
W 113653	22. 6.1988	n.a.	6 % BSA	22. 6.	4	22. 6.1992
W 113657	22.11.1989	n.a.	7,625 % BSA	22.11.	4	22.11.1993
W 113659	22.05.1991	n.a.	8,625 % BSA	22. 5.	4	22. 5.1995
W 113660	20.07.1991	n.a.	8,875 % BSA	20. 7.	4	20. 7.1995
W 113661	20.12.1991	n.a.	8,75 % BSA	20.12.	4	20.12.1995
W 113662	22.01.1992	n.a.	8,125 % BSA	22. 1.	4	22. 1.1996
W 113663	22.08.1992	n.a.	8,5 % BSA	20. 8.	4	20. 8.1996
W 113664	21.11.1992	n.a.	7,125 % BSA	21.11.	4	21.11.1996
W 113665	20.02.1993	n.a.	6,5 % BSA	20. 2.	4	20. 2.1997
W 113666	20.05.1993	n.a.	6,375 % BSA	20. 5.	4	20. 5.1997
W 113667	20.08.1993	n.a.	5,75 % BSA	20. 8.	4	20. 8.1997
W 113668	20.11.1993	n.a.	5,25 % BSA	20.11.	4	20.11.1997
W 113669	25.02.1994	n.a.	5,25 % BSA	25. 2.	4	25. 2.1998
W 113671	14.08.1994	n.a.	6,375 % BSA	14. 8.	4	14. 8.1998
W 113672	2.12.1994	n.a.	6,875 % BSA	2.12.	4	2.12.1998
W 113673	24. 2.1995	n.a.	6.875 % BSA	24. 2.	4	24. 2.1999
W 113674	28. 5.1995	n.a.	5,75 % BSA	28. 5	4	28. 5.1999
W 113675	18. 9.1996	10000	3,50 % BSA	18. 9.	2	18. 9.1998
W 114001	3.12.1979	1100	7,75 % Bobl	1.12.	5	1.12.1984
W 114002	5. 2.1980	250	8,0 % Bobl	1. 2.	5	1. 2.1985
W 114003	25. 2.1980	100	8,25 % Bobl	1. 2.	5	1. 2.1985
W 114004	14. 3.1980	2800	9,25 % Bobl	1. 3.	5	1. 3.1985
W 114005	22. 4.1980	1300	8,75 % Bobl	1. 4.	5	1. 4.1985
W 114006	28. 5.1980	550	8,25 % Bobl	1. 5.	5	1. 5.1985
W 114007	19. 6.1980	1250	8,0 % Bobl	1. 6.	5	1. 6.1985
W 114008	30. 7.1980	350	7,5 % Bobl	1. 8.	5	1. 8.1985
W 114009	1.10.1980	1300	8,25 % Bobl	1.10.	5	1.10.1985
W 114010	11.12.1980	200	8,75 % Bobl	1. 1.	5	1. 1.1986
W 114011	6. 1.1981	2500	9,0 % Bobl	1. 1.	5	1. 1.1986
W 114012	18. 2.1981	200	9,75 % Bobl	1. 3.	5	1. 3.1986
W 114013	27. 2.1981	2200	10,0 % Bobl	1. 3.	5	1. 3.1986
W 114014	23. 3.1981	120	9,5 % Bobl	1. 4.	5	1. 4.1986
W 114015	3. 4.1981	900	10,00 % Bobl	1. 4.	5	1. 4.1986
W 114016	21. 5.1981	1400	10,50 % Bobl	1. 6.	5	1. 6.1986
W 114017	28. 7.1981	1500	11,00 % Bobl	1. 8.	5	1. 8.1986
W 114018	23. 9.1981	900	10,50 % Bobl	1.10.	5	1.10.1986
W 114019	8.10.1981	400	10,00 % Bobl	1.10.	5	1.10.1986
W 114020	14.10.1981	100	9,50 % Bobl	1.11.	5	1.11.1986
W 114021	30.10.1981	550	10,25 % Bobl	1.11.	5	1.11.1986
W 114022	6.11.1981	350	10,00 % Bobl	1.11.	5	1.11.1986
W 114023	16.11.1981	850	9,50 % Bobl	1.12.	5	1.12.1986
W 114024	12. 1.1982	1800	9,75 % Bobl	1. 1.	5	1. 1.1987
W 114025	5. 3.1982	1000	9,50 % Bobl	1. 3.	5	1. 3.1987
W 114026	19. 3.1982	1000	9,25 % Bobl	1. 4.	5	1. 4.1987
W 114027	5. 4.1982	450	9,00 % Bobl	1. 4.	5	1. 4.1987
W 114028	28. 4.1982	600	8,50 % Bobl	1. 5.	5	1. 5.1987

W 114029	29. 6.1982	1150	9,50 % Bobl	1. 7.	5	1. 7.1987
W 114030	26. 7.1982	1800	9,00 % Bobl	1. 8.	5	1. 8.1987
W 114031	23. 8.1982	1100	8,75 % Bobl	1. 9.	5	1. 9.1987
W 114032	22. 9.1982	1500	8,25 % Bobl	1.10.	5	1.10.1987
W 114033	14.10.1982	1300	8,00 % Bobl	1.11.	5	1.11.1987
W 114034	25.10.1982	2200	7,75 % Bobl	1.11.	5	1.11.1987
W 114035	7.12.1982	2200	7,50 % Bobl	1.12.	5	1.12.1987
W 114036	11. 1.1983	2850	7,25 % Bobl	1. 1.	5	1. 1.1988
W 114037	9. 3.1983	600	6,75 % Bobl	1. 3.	5	1. 3.1988
W 114038	22. 4.1983	400	7,00 % Bobl	1. 5.	5	1. 5.1988
W 114039	18. 5.1983	100	7,25 % Bobl	1. 6.	5	1. 6.1988
W 114040	27. 5.1983	200	7,50 % Bobl	1. 6.	5	1. 6.1988
W 114041	10. 6.1983	3600	8,00 % Bobl	1. 6.	5	1. 6.1988
W 114042	1. 9.1983	2200	8,00 % Bobl	1. 9.	5	1. 9.1988
W 114043	30.11.1983	500	8,00 % Bobl	1.12.	5	1.12.1988
W 114044	16.12.1983	1000	8,25 % Bobl	1.12.	5	1.12.1988
W 114045	30.12.1983	3800	8,00 % Bobl	1. 1.	5	1. 1.1989
W 114046	6. 3.1984	300	7,50 % Bobl	20. 3.	5	20. 3.1989
W 114047	27. 3.1984	2400	7,75 % Bobl	20. 3.	5	20. 3.1989
W 114048	5. 7.1984	3900	7,75 % Bobl	20. 7.	5	20. 7.1989
W 114049	14. 9.1984	2000	7,50 % Bobl	20. 9.	5	20. 9.1989
W 114050	9.10.1984	800	7,25 % Bobl	20.10.	5	20.10.1989
W 114051	23.10.1984	1650	7,00 % Bobl	20.10.	5	20.10.1989
W 114052	6.12.1984	1400	6,75 % Bobl	20.12.	5	20.12.1989
W 114053	15. 2.1985	4500	7,25 % Bobl	20. 3.	5	20. 3.1990
W 114054	16. 4.1985	2900	7,00 % Bobl	20. 4.	5	20. 4.1990
W 114055	22. 5.1985	2700	6,75 % Bobl	20. 6.	5	20. 6.1990
W 114056	23. 7.1985	2500	6,50 % Bobl	20. 7.	5	20. 7.1990
W 114057	19. 8.1985	1100	6,25 % Bobl	20. 9.	5	20. 9.1990
W 114058	1.11.1985	3100	6,75 % Bobl	20.11.	5	20.11.1990
W 114059	8.11.1985	1100	6,50 % Bobl	20.12.	5	20.12.1990
W 114060	20.12.1985	3800	6,25 % Bobl	21. 1.	5	21. 1.1991
W 114061	25. 2.1986	2800	6,00 % Bobl	22. 4.	5	22. 4.1991
W 114062	13. 3.1986	2800	5,75 % Bobl	22. 4.	5	22. 4.1991
W 114063	4. 4.1986	5000	5,50 % Bobl	21. 5.	5	21. 5.1991
W 114064	22. 7.1986	1500	5,50 % Bobl	20. 8.	5	20. 8.1991
W 114065	2. 9.1986	500	5,25 % Bobl	20. 9.	5	20. 9.1991
W 114066	27.10.1986	3300	5,75 % Bobl	21.10.	5	21.10.1991
W 114067	4.12.1986	5200	5,50 % Bobl	20.12.	5	20.12.1991
W 114068	4. 2.1987	4500	5,25 % Bobl	20. 2.	5	20. 2.1992
W 114069	30. 4.1987	1800	5,00 % Bobl	21. 4.	5	21. 4.1992
W 114070	7. 7.1987	500	5,25 % Bobl	20. 7.	5	20. 7.1992
W 114071	7. 8.1987	3500	5,50 % Bobl	20. 8.	5	20. 8.1992
W 114072	23. 9.1987	600	5,75 % Bobl	21. 9.	5	21. 9.1992
W 114073	15.10.1987	3600	6,00 % Bobl	20.10.	5	20.10.1992
W 114074	12.11.1987	2600	5,50 % Bobl	20.11.	5	20.11.1992
W 114075	29. 1.1988	3600	5,25 % Bobl	22. 2.	5	22. 2.1993
W 114076	2. 3.1988	1000	5,00 % Bobl	22. 3.	5	22. 3.1993
W 114077	10. 5.1988	500	5,25 % Bobl	21. 5.	5	21. 5.1993
W 114078	30. 5.1988	3000	5,50 % Bobl	21. 5.	5	21. 5.1993
W 114079	1. 8.1988	5000	6,00 % Bobl	20. 8.	5	20. 8.1993
W 114080	3.10.1988	2400	5,75 % Bobl	20.10.	5	20.10.1993
W 114081	31.10.1988	750	5,50 % Bobl	22.11.	5	22.11.1993
W 114082	5. 1.1989	1000	6,00 % Bobl	5. 1.	5	5. 1.1994
W 114083	8. 2.1989	4000	6,50 % Bobl	20. 1.	5	20. 1.1994
W 114084	5. 5.1989	5000	6,75 % Bobl	20. 4.	5	20. 4.1994

W 114085	14. 7.1989	5000	6,75 % Bobl	20. 7.	5	20. 7.1994
W 114086	20. 9.1989	5000	7,00 % Bobl	20. 9.	5	20. 9.1994
W 114087	13.11.1989	5000	7,25 % Bobl	20.12.	5	20.12.1994
W 114088	4. 1.1990	5000	7,50 % Bobl	20. 1.	5	20. 1.1995
W 114089	9. 2.1990	5000	8,00 % Bobl	20. 2.	5	20. 2.1995
W 114090	22. 2.1990	6000	8,50 % Bobl	20. 3.	5	20. 3.1995
W 114091	30. 4.1990	10000	8,75 % Bobl	22. 5.	5	22. 5.1995
W 114092	6. 7.1990	8000	8,75 % Bobl	20. 7.	5	20. 7.1995
W 114093	12.10.1990	12000	9,00 % Bobl	20.10.	5	20.10.1995
W 114094	12.12.1990	10000	8,875 % Bobl	22. 1.	5	22. 1.1996
W 114095	11. 2.1991	12000	8,625 % Bobl	20. 2.	5	22. 2.1996
W 114096	12. 4.1991	10000	8,50 % Bobl	22. 4.	5	22. 4.1996
W 114097	27. 9.1991	8000	8,5 % Bobl	20. 9.	5	20. 9.1996
W 114098	6. 1.1992	8000	8,375 % Bobl	20. 1.	5	20. 1.1997
W 114099	28. 2.1992	8000	8,00 % Bobl	20. 3.	5	20. 3.1997
W 114100	26. 6.1992	10000	8,25 % Bobl	21. 7.	5	21. 7.1997
W 114101	15. 9.1992	8000	8,00 % Bobl	22. 9.	5	22. 9.1997
W 114102	6.10.1992	7000	7,50 % Bobl	20.10.	5	20.10.1997
W 114103	20.10.1992	7000	7,25 % Bobl	20.10.	5	20.10.1997
W 114104	6. 1.1993	10000	7,00 % Bobl	22.12.	5	22.12.1997
W 114105	15. 2.1993	10000	6,625 % Bobl	20. 1.	5	20. 1.1998
W 114106	2. 3.1993	8000	6,00 % Bobl	20. 2.	5	20. 2.1998
W 114107	2. 6.1993	6000	6,375 % Bobl	20. 5.	5	20. 5.1998
W 114108	30. 8.1993	5000	5,75 % Bobl	20. 8.	5	20. 8.1998
W 114109	15.11.1993	5000	5,25 % Bobl	20.10.	5	20.10.1998
W 114110	14. 3.1994	4000	5,375 % Bobl	22. 2.	5	22. 2.1999
W 114111	16. 6.1994	4000	6,125 % Bobl	20. 5.	5	20. 5.1999
W 114112	15. 9.1994	6000	6,75 % Bobl	15. 9.	5	15. 9.1999
W 114113	13. 1.1995	5000	7,00 % Bobl	13. 1.	5	13. 1.2000
W 114114	23. 3.1995	7000	6,50 % Bobl	15. 3.	5	15. 3.2000
W 114115	10. 5.1995	10000	5,875 % Bobl	15. 5.	5	15. 5.2000
W 114116	22. 8.1995	10000	5,75 % Bobl	22. 8.	5	22. 8.2000
W 114117	21.11.1995	10000	5,125 % Bobl	21.11.	5	21.11.2000
W 114118	21. 2.1996	10000	5,25 % Bobl	21. 2.	5	21. 2.2001
W 114119	21. 5.1996	8000	5,00 % Bobl	21. 5.	5	21. 5.2001
W 114120	20. 8.1996	13000	5,00 % Bobl	20. 8.	5	20. 8.2001

1) Bei Bundesobligationen ist das erste Emissionsdatum angegeben.

2) F/A = Februar/August, M/N = Mai/November, A/O = April/Oktober, J/D = Juni/Dezember.

Anhang 2: Anzahl der Wertpapiere nach Restlaufzeitenklassen

Datum	Gesamt	RLZ<1	1<RLZ<2	2<RLZ<3	3<RLZ<4	4<RLZ<5	5<RLZ<6	6<RLZ<7	7<RLZ<8	8<RLZ<9	9<RLZ<10	RLZ>10
12/29/72	17	0	1	2	1	2	1	2	4	2	2	0
12/28/73	21	1	2	1	2	1	2	6	3	2	0	1
12/30/74	25	2	1	2	1	2	8	5	3	0	0	1
12/30/75	28	0	2	1	2	8	5	4	5	0	1	0
12/30/76	35	1	1	2	8	9	4	5	3	2	0	0
12/30/77	40	0	2	8	9	5	5	4	2	2	3	0
12/29/78	49	2	8	9	5	6	6	2	4	4	1	2
12/28/79	61	8	9	5	6	8	5	5	4	3	6	2
12/30/80	63	6	5	6	9	13	5	4	3	7	4	1
12/30/81	74	4	6	9	15	16	4	3	8	4	4	1
12/30/82	88	4	9	15	18	14	3	8	5	5	6	1
12/30/83	98	6	15	18	16	9	8	5	6	8	7	0
12/27/84	103	9	18	16	12	14	5	6	8	9	6	0
12/30/85	105	13	16	12	15	11	6	8	9	8	7	0
12/30/86	106	12	12	15	13	12	8	9	8	8	5	4
12/30/87	108	11	15	13	13	14	9	8	8	6	7	4
12/29/88	108	11	12	14	15	15	7	8	6	8	10	2
12/28/89	109	10	14	15	16	12	8	6	8	10	8	2
12/28/90	110	12	15	16	13	14	6	8	11	7	6	2
12/30/91	101	12	16	13	14	9	8	11	7	6	3	2
12/30/92	100	13	13	17	13	13	11	7	6	3	2	2
12/30/93	98	9	17	13	19	16	7	6	3	3	3	2
12/30/94	91	11	13	19	19	9	6	3	3	3	2	3
12/29/95	85	8	19	19	12	10	3	3	3	2	3	3
12/30/96	80	13	21	12	11	6	3	3	2	3	3	3

Erklärung: RLZ = Restlaufzeit in Jahren.

Bisher erschienen in der vorliegenden Schriftenreihe:

Mai	1995	Der DM-Umlauf im Ausland	Franz Seitz
Juni	1995	Methodik und Technik der Bestimmung struktureller Budgetdefizite	Gerhard Ziebarth
Juli	1995	Der Informationsgehalt von Derivaten für die Geldpolitik – Implizite Volatilitäten und Wahrscheinlichkeiten	Holger Neuhaus
August	1995	Das Produktionspotential in Ostdeutschland	Thomas Westermann
Februar	1996	Sectoral disaggregation of German M3 *)	Vicky Read
März	1996	Geldmengenaggregate unter Berücksichtigung struktureller Veränderungen an den Finanzmärkten	Michael Scharnagl
März	1996	Der Einfluß der Zinsen auf den privaten Verbrauch in Deutschland	Hermann-Josef Hansen
Mai	1996	Market Reaction to Changes in German Official Interest Rates *)	Daniel C. Hardy
Mai	1996	Die Rolle des Vermögens in der Geldnachfrage	Dieter Gerdesmeier
August	1996	Intergenerative Verteilungseffekte öffentlicher Haushalte – Theoretische Konzepte und empirischer Befund für die Bundesrepublik Deutschland	Stephan Boll

* Nur in englischer Sprache verfügbar.

August	1996	Der Einfluß des Wechselkurses auf die deutsche Handelsbilanz	Jörg Clostermann
Oktober	1996	Alternative Spezifikationen der deutschen Zinsstrukturkurve und ihr Informationsgehalt hinsichtlich der Inflation	Sebastian T. Schich
November	1996	Die Finanzierungsstruktur der Unternehmen und deren Reaktion auf monetäre Impulse Eine Analyse anhand der Unternehmensbilanzstatistik der Deutschen Bundesbank	Elmar Stöß
Januar	1997	Die Stabilisierungswirkungen von Mindestreserven	Ulrich Bindseil
Juni	1997	Direktinvestitionen und Standort Deutschland	Thomas Jost
Juli	1997	Preisstabilität oder geringe Inflation für Deutschland ? Eine Analyse von Kosten und Nutzen	Karl-Heinz Tödter Gerhard Ziebarth
Oktober	1997	Schätzung der deutschen Zinsstrukturkurve	Sebastian T. Schich