

# Die Schätzung der österreichischen Zinsstruktur nach dem Verfahren von Svensson

Andreas Binder  
Ruth Fingerlos  
Rainer Jankowitsch  
Stefan Pichler  
Waltraud Zeipelt

Wien, Juli 1999

**Mag. Andreas Binder**, Oesterreichische Kontrollbank, Wertpapierabteilung, Teamleiter FinanzDatenProdukte  
**Ruth Fingerlos**, Diplomandin an der Abteilung für Industriefinanzierung und Investment Banking, TU Wien  
**Rainer Jankowitsch**, Diplomand an der Abteilung für Industriefinanzierung und Investment Banking, TU Wien  
**Ao. Univ.-Prof. Dr. Stefan Pichler**, Abteilung für Industriefinanzierung und Investment Banking, TU Wien  
**Mag. Waltraud Zeipelt**, Oesterreichische Kontrollbank, Wertpapierabteilung, Gruppenleiterin  
FinanzDatenService

## VORSPANN

Seit Jahresbeginn 1999 wird von der Oesterreichischen Kontrollbank eine Zinsstrukturkurve für österreichische Bundesanleihen berechnet und über PROFIT LINE – OeKB FinanzDatenService, dem Finanzdatenservice der OeKB, sowie über das Internet veröffentlicht. Dieses Service soll Marktteilnehmern eine zeitgemäße Alternative zur Verwendung von Sekundärmarkttrenditen als Referenzzinssatz für Verträge mit variabler Zinsklausel bieten. Ebenso steht damit für Zwecke der Ermittlung von laufzeitabhängigen Abzinsungsraten in der Unternehmensbewertung bzw. der Investitionsrechnung erstmals eine verlässliche und unabhängige Datenbasis zu minimalen Kosten zur Verfügung. Die AutorInnen beschreiben in diesem Beitrag in detaillierter Form das zur Ermittlung der Zinsstrukturkurve implementierte Schätzverfahren und das Angebot der OeKB als Finanzdatendienstleister im allgemeinen.

## STICHWÖRTER

Zinsstruktur, Zinskurve, Spot Rates, Zero Coupon Yields, nicht-lineare Schätzverfahren, Finanzdatendienstleister.

## 1. Einleitung

Das wohl bedeutendste methodische Konzept in der Finanzwirtschaft ist das *Barwertprinzip*. Die Frage nach dem „fairen“ oder marktkonformen Wert von Finanztiteln kann damit ebenso beantwortet werden wie die Frage nach der Sinnhaftigkeit einer Investitionsentscheidung, nach dem Wert eines Unternehmens oder nach dem Wert einzelner Zahlungsansprüche. Dieses universelle Prinzip beruht auf einem *Replikationsgedanken*. Der Barwert eines Zahlungsstroms ist jener Geldbetrag, der zum Betrachtungszeitpunkt aufgewendet werden müßte, um durch Anlage (bzw. Geldaufnahme) auf den Finanzmärkten einen identischen Zahlungsstrom zu generieren.

Im einfachen Fall besteht der zu bewertende Zahlungsstrom aus *sicheren Zahlungen*. Dann erhält man den Barwert durch Abzinsen der einzelnen Zahlungen mit den aktuellen laufzeitabhängigen Marktzinssätzen. Im Fall riskanter Zahlungsströme muss entweder eine Risikoadjustierung der Zinssätze vorgenommen werden, mit denen dann die erwarteten Zahlungen abgezinst werden, oder die Risikobereinigung findet bereits bei der Erwartungswertbildung statt, wodurch die Marktzinssätze ohne Risikoadjustierung verwendet werden können.

Entscheidend ist bei allen Varianten die Verwendung *laufzeitabhängiger Marktzinssätze* (Spot Rates, Zero Coupon Yields). Spot Rates sind Zinssätze, die für Veranlagungen mit Zerobondcharakter (d.h. ohne zwischenzeitige Ein- oder Auszahlungen) explizit oder implizit auf den Finanzmärkten beobachtbar sind. Nur die Verwendung dieser Zinssätze ist mit dem Replikationsgedanken vereinbar, und nur die Verwendung dieser Zinssätze führt im Falle gehandelter Zahlungsströme (z.B. Anleihen) zu deren arbitragefreien Preisen.

Trotzdem werden in der Praxis und vielfach auch in der betriebswirtschaftlichen Literatur andere Abzinsungsraten verwendet. Die häufigsten Varianten dabei sind die Verwendung von einer oder mehreren *Effektivverzinsungen* (internen Zinssätzen) oder einer Sekundärmarkttrendite. Beide Varianten führen jedoch zu *falschen Ergebnissen*! Gegen die Verwendung von Effektivverzinsungen sprechen zumindest zwei Argumente:

1. Bei der Ermittlung von Effektivverzinsungen muss von einer Zinsprognose in Bezug auf die Wiederveranlagungsbedingungen ausgegangen werden. Das Ergebnis einer darauf beruhenden Barwertberechnung ist folglich nur eine - einem nicht vernachlässigbaren Fehlerpotential unterworfenen - *Prognose*.
2. Bei der Ermittlung von Effektivverzinsungen sowie auch meist bei deren Anwendung bei der Barwertberechnung wird implizit von einer flachen Zinskurve (gleiche Zinssätze für unterschiedliche Fristigkeiten) ausgegangen. Dies widerspricht der Realität. Überdies impliziert diese Tatsache (wenn man von in der Regel steigenden Zinskurven ausgeht), dass die oben beschriebene „Barwertprognose“ nicht nur fehlerbehaftet sondern auch *systematisch verzerrt* ist.

Entgegen einer weit verbreiteten Meinung, die Anwendung der Effektivverzinsung führe wenigstens „im Durchschnitt“ zu richtigen Ergebnissen, führt die Verwendung von Effektivverzinsungen zu auch im Durchschnitt unrichtigen Ergebnissen. Gegen die Verwendung einer Sekundärmarkttrendite, die in Österreich als nicht linearer Durchschnitt aus etwas modifiziert berechneten Effektivverzinsungen aus einem bestimmten Segment des Anleihemarktes ermittelt wird, als Abzinsungsrate sprechen die gleichen Argumente wie vorhin. Dazu kommt noch, dass durch die Eigenheiten der Ermittlungsmethode noch wesentlich größere Verzerrungen hervorgerufen werden (vgl. Pichler (1999)).

Diese angesprochenen Nachteile sind dann vernachlässigbar, wenn entweder immer eine flache Zinskurve vorliegt oder die zukünftige Zinsentwicklung deterministisch ist. Dieses Szenario entspricht in etwa der Realität

der fünfziger und sechziger Jahre, in denen auch ein großer Teil der „klassischen“ betriebswirtschaftlichen Literatur entstanden ist. Aus heutiger Sicht ist dieses Szenario aber in keinem Fall zutreffend. Durch die Liberalisierung der Finanzmärkte sind Zinssätze sicherlich nicht mehr als deterministisch zu betrachten und auch die Annahme einer flachen Zinskurve ist empirisch nicht belegbar. Warum wird dann vielfach noch immer eine Effektivverzinsung bzw. Sekundärmarktrendite als Abzinsungsrate verwendet?

Ein möglicher Erklärungsansatz liegt ganz einfach in der Tatsache, dass es „keine Alternativen“ gibt. Tatsächlich gab es bislang keinen „semi-offiziellen“ Datenanbieter (wie etwa OeNB, OeKB, Statisches Zentralamt, etc.), der eine auf Spot Rates beruhende österreichische Zinsstrukturkurve veröffentlicht hat. Das Hauptproblem dürfte dabei in der spezifischen Struktur des österreichischen Anleihemarktes liegen, aufgrund der die Spot Rates erst durch relativ aufwendige Schätzverfahren implizit aus Anleihepreisen ermittelt werden müssen. Wollte man bisher zu solchen Zinsinformationen kommen, war man entweder auf individuelle Berechnungen einzelner Banken oder auf die (relativ kostenintensiven) Dienste professioneller Datenanbieter wie z.B. Reuters oder Bloomberg angewiesen. Diese Informationen beruhen allerdings alle auf unverbindlichen Brokerquotierungen und nicht auf tatsächlichen Marktpreisen. Für viele Bewertungsfragen, vor allem aber für die Verwendung als Referenzzinssatz für Kredit- oder Leasingverträge, besteht darüber hinaus noch ein Bedarf nach einer auf offiziellen Börsenkursen beruhenden Zinsstrukturkurve.

Dieser Bedarf wird seit Jänner 1999 von der OeKB durch die Veröffentlichung einer österreichischen Zinsstrukturkurve gedeckt. Diese auf Preisen von Bundesanleihen basierende Zinsstrukturkurve wird börsetäglich mit dem international sehr verbreiteten Verfahren von Svensson (siehe unten) ermittelt und im Rahmen von PROFIT LINE – OeKB FinanzDatenService sowie im Internet unter <http://www.oekb.co.at> angeboten. Es steht damit allen Marktteilnehmern, vor allem aber Banken, Wirtschaftstreuhändern, Gutachtern, öffentlichen Stellen, usw., eine von unabhängiger Stelle mit einem finanzwirtschaftlich einwandfreien Verfahren berechnete Zinsstrukturkurve zur Verfügung.

## 2. Zinsstruktur und Bewertung von Zinstiteln

### 2.1. Arbitragefreiheit und Diskontierungsfunktion

Die elementare Beziehung zwischen dem Endwert und dem Gegenwartswert (Barwert) einer Geldeinheit zu einem bestimmten Zeitpunkt wird als *Diskontierungsfunktion* bezeichnet. In Abhängigkeit von der Laufzeit  $T$  einer Zahlung gibt der Diskontierungsfaktor  $d(T)$  den Barwert von genau einer Geldeinheit  $T$  Zeiteinheiten (z.B. Jahren) in der Zukunft an. Der Barwert einer Zahlung von  $Z$  Geldeinheiten  $T$  Jahre in der Zukunft ist durch die Multiplikation  $Z \cdot d(T)$  gegeben. Gilt es, den Barwert eines Zahlungsstroms (z.B. einer Kuponanleihe) mit  $J$  Zahlungen zu ermitteln, tritt an die Stelle der einfachen Multiplikation das innere Produkt aus dem Zahlungsvektor und dem Vektor der korrespondierenden Diskontierungsfaktoren  $Z \cdot d$ . Es gilt für den Barwert  $p$  des Zahlungsstroms:

$$p = \sum_{j=1}^J Z_j \cdot d(T_j)$$

Wenn in einem Markt für jeden Zahlungszeitpunkt des zu bewertenden Zahlungsstroms ein Zerobond gehandelt wird, kann die Diskontierungsfunktion direkt aus den Zerobondpreisen ermittelt werden. In diesem Fall entspricht der Barwert des Zahlungsstroms exakt seinem *arbitragefreien Preis*, d.h. wenn der Marktpreis des Zahlungsstroms über (unter) seinem Barwert liegt, kann durch Verkauf (Kauf) des Zahlungsstroms und gleichzeitigem Kauf (Verkauf) eines den Zahlungsstrom *replizierenden Portefeuilles* aus Zerobonds ein Arbitragegewinn erzielt werden. In einem einigermaßen funktionierenden Markt müßten die durch allfällige Arbitragemöglichkeiten induzierten Kauf- und Verkaufsorders solange auf die Preisbildung einwirken, bis Marktpreis und Barwert übereinstimmen.

Wenn in einem Markt keine bzw. nicht genügend Zerobonds existieren, kann versucht werden, durch Portefeuillebildung aus anderen gehandelten Zahlungsströmen (z.B. Kuponanleihen) Zerobonds synthetisch zu replizieren. Dies ist dann möglich, wenn der Markt *vollständig* ist, oder formal ausgedrückt, wenn die Anzahl der linear unabhängigen Zeilenvektoren der Zahlungsmatrix gleich der Anzahl der Zahlungszeitpunkte im Markt ist. Beispiele für einen vollständigen Markt sind der Markt für *Zinsswaps*, wo aus den Quotierungen für den 12-Monats-Geldmarktsatz und den Swap Rates für Laufzeiten von zwei bis zehn Jahren die Diskontierungsfaktoren für ein, zwei, ..., zehn Jahre berechnet werden können, oder der Markt für *US Treasury Bonds*, wo ebenfalls genügend Preisinformationen vorliegen, um Zerobonds mit beliebiger Laufzeit synthetisch nachzubilden. Bei gegebener Zahlungsmatrix  $Z$ , in der jede Zeile dem Zahlungsvektor eines Zinstitels entspricht, und gegebenem

Vektor der einzelnen Marktpreise  $p$  (bei Anleihen Börsenkurs zuzüglich Stückzinsen), kann der Vektor der Diskontierungsfaktoren  $d$  durch das Lösen des linearen Gleichungssystems  $p = Z \cdot d$  eindeutig bestimmt werden.

## 2.2. Zusammenhang zwischen Zinsstruktur und Diskontierungsfunktion

Die oben dargestellte Beziehung zwischen Endwert und Gegenwartswert einer Zahlung anhand des Diskontierungsfaktors entspricht nicht der in den Finanzmärkten üblichen Darstellungsform. Dort wird diese Relation meistens in Form von *Zinssätzen* ausgedrückt. Ein Zinssatz in der hier verwendeten Definition ist jene jährliche prozentuale Wertsteigerung, den ein angelegter Betrag ohne zwischenzeitige Zu- oder Abflüsse über einen bestimmten Zeitraum *mit Sicherheit* erfährt. Diese Zinssätze werden als *Spot Rates* oder *Zero Coupon Rates* bezeichnet. Bei gegebenen Endwert  $V_T$  und Barwert  $V_0$  einer Anlage über  $T$  Jahre gilt für die Spot Rate  $r(T)$ :

$$r(T) = \left( \frac{V_T}{V_0} \right)^{\frac{1}{T}} - 1$$

Der Ausdruck im Inneren der Klammer ist der Wertsteigerungsfaktor und damit der Kehrwert des Diskontierungsfaktors. Daher erhält man durch Umformen folgende Beziehung zwischen Spot Rate und Diskontierungsfaktor:

$$d(T) = (1 + r(T))^{-T}$$

Die Gesamtheit aller Spot Rates für die in einem Markt relevanten Laufzeiten wird als *Fristigkeitsstruktur der Zinssätze* oder kurz *Zinsstruktur* bezeichnet. Die exakte Kenntnis der Zinsstruktur ist äquivalent mit der exakten Kenntnis der Diskontierungsfunktion und ermöglicht eine arbitragefreie Bewertung *aller sicheren Zahlungsströme* (Zerobonds, Geldmarktgeschäfte, Forward Rate Agreements, festverzinsliche Anleihen, Geldmarktfloater, Swaps) in einem Markt.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass ausschließlich ein Abzinsen von Zahlungsströmen mit Spot Rates bzw. Zero Coupon Rates zu den arbitragefreien Preisen führt. Ein Abzinsen von Zahlungsströmen mit Effektivverzinsungen einzelner Anleihen (z.B. Benchmark Yields) oder durchschnittlichen Effektivverzinsungen (z.B. Gruppenwerte oder Sekundärmarktrenditen) führt zu falschen und vor allem auch systematisch verzerrten Ergebnissen.

## 3. Ermittlung der Zinsstruktur

### 3.1. Problemstellung in unvollständigen Märkten

In einem unvollständigen Markt - wie z.B. im Markt für österreichische Bundesanleihen - können beliebige Zahlungsströme in der Regel nicht exakt repliziert werden. Durch die uneinheitliche und unstandardisierte Emissionspolitik des Bundes existieren wesentlich mehr verschiedene Zahlungszeitpunkte im Markt (im Schnitt einige hundert), als Anleihen gehandelt werden (im Schnitt knapp mehr als 60). In unvollständigen Märkten können die Diskontierungsfaktoren nur unter Zuhilfenahme zusätzlicher Annahmen - etwa über die Form des funktionalen Verlaufs der Diskontierungsfunktion oder der Zinsstruktur - berechnet werden. Der anhand solcher Diskontierungsfaktoren ermittelte Barwert eines Zahlungsstroms entspricht dann nur mehr näherungsweise dem arbitragefreien Preis bzw. - exakter formuliert - der arbitragefreie Preis ist nicht mehr eindeutig definiert.

Grundsätzlich wird bei allen Verfahren zur Ermittlung der Zinsstruktur in unvollständigen Märkten eine Annahme über den funktionalen Verlauf der (stetigen) Diskontierungsfunktion bzw. Zinsstruktur getroffen. Es gilt  $d(T) = d(T; \mathbf{b})$ , wobei  $\mathbf{b}$  einen Parametervektor bezeichnet. Das Schätzproblem lässt sich dann folgendermaßen formulieren:

$$p_i = \sum_{j=1}^J Z_{ij} \cdot d(T_{ij}; \mathbf{b}) + \varepsilon_i$$

Der Fehlerterm  $\varepsilon_i$  gibt die Abweichung des beobachtbaren Marktpreises  $p_i$  von seinem vom Parametervektor  $\mathbf{b}$  abhängigen Modellpreis an. Durch ein je nach Spezifikation der Funktion  $d(T; \mathbf{b})$  lineares oder nicht lineares Optimierungsverfahren kann jener Parametervektor gesucht werden, der die Preisabweichungen bezüglich einer

bestimmten Norm minimiert. In vielen Fällen wird die euklidische Norm (Summe der quadrierten Preisabweichungen) minimiert. Auf diese Art und Weise geschätzte Zinsstrukturen sind also stetige Funktionen, die sicherstellen, dass die Abweichungen der Marktpreise von den Modellpreisen in einem gewissen Sinne minimal sind. Oder anders formuliert: Die auf diese Art und Weise ermittelte Zinsstruktur ist in der Lage die beobachtbaren Marktpreise möglichst exakt zu erklären.

Einfache Methoden unterstellen eine lineare Beziehung zwischen den Diskontierungsfaktoren und den Parametern, wodurch eine Parameterschätzung mittels linearer Regression ermöglicht wird. Die bekanntesten Verfahren aus dieser Gruppe verwenden zur Modellierung der Diskontierungsfunktion kubische Splines (vgl. McCulloch (1975)), B-Splines (vgl. Steeley (1991)) oder Bernstein-Polynome (vgl. Schaefer (1981)). Andere Verfahren, die eine nicht lineare Optimierung bedingen, modellieren meist die Zinsstruktur (vgl. Nelson und Siegel (1987)) oder die Fristigkeitsstruktur der Forward Rates (vgl. Vasicek und Fong (1982)).

### 3.2. Das Verfahren von Svensson

Da das Verfahren von Svensson (vgl. Svensson (1994)) eine Erweiterung des Verfahrens von Nelson und Siegel (1987) bildet, wird, um das Verständnis zu erleichtern, zuerst der Ansatz von Nelson und Siegel kurz erläutert und dann jener von Svensson beschrieben.

Das Verfahren von Nelson und Siegel ist eine nicht lineare Weiterentwicklung von linearen Schätzmodellen, die auf einer Laguerre-Funktion basiert. Mit Hilfe dieses Modells können monoton steigende oder fallende, gekrümmte und S-förmige Kurven ohne Probleme dargestellt werden. Der Zusammenhang zwischen dem Zinssatz und der Fälligkeit  $T$  wird mit folgender Funktion beschrieben:

$$r(T; \beta) = \beta_0 + \beta_1 * \left( \frac{1 - \exp(-T/\tau_1)}{(T/\tau_1)} \right) + \beta_2 * \left( \frac{1 - \exp(-T/\tau_1)}{(T/\tau_1)} - \exp(-T/\tau_1) \right)$$

$\mathbf{b}$  bezeichnet den Vektor der zu ermittelnden Parameter  $\mathbf{b}_0$ ,  $\mathbf{b}_1$  und  $\mathbf{b}_2$  sowie  $\mathbf{t}_1$ . Die Parameterkombination  $\mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1$  kann als kurzfristiger Zinssatz interpretiert werden.  $\mathbf{b}_2$  und  $\mathbf{t}_1$  beeinflussen den Kurvenverlauf im mittelfristigen Bereich.

Die Kurve nähert sich mit zunehmender Laufzeit asymptotisch dem Parameter  $\mathbf{b}_0$ , der als langfristiger Zinssatz interpretiert werden kann. Dadurch schließt das Verfahren lineare positive oder negative Steigungen am langen Ende des Laufzeitbereiches aus, was ein unrealistischer Verlauf einer Zinsstrukturkurve wäre. Das Verfahren von Nelson und Siegel hat den Vorteil, geringe Komplexität aufzuweisen. Ein großer Nachteil hingegen ist, dass die Berechnung ohne Restriktion der Parameter nicht garantieren kann, dass es zu keinen negativen Spot Rates kommt. Weiters kann durch fehlende lineare Parametereinschränkung Arbitragefreiheit nicht sichergestellt werden, da nicht garantiert werden kann, dass auch alle Forward Rates positiv sind.

Aufgrund dieser Nachteile wurde von Svensson im Auftrag der Schwedischen Notenbank eine eigene Methode zur Schätzung der Zinsstruktur entwickelt. Svensson geht dabei von der Arbeit von Nelson und Siegel aus. Er nimmt ihre funktionale Form und erweitert sie mit einem zusätzlichen dritten Term mit zwei weiteren Parametern. Die dadurch erreichte höhere Flexibilität ist notwendig, wenn die Zinskurve im Bereich von kurzfristigen Laufzeiten komplexe Verläufe aufweist. Die Funktion von Nelson/Siegel ändert sich zu untenstehender Form:

$$r(T; \beta) = \beta_0 + \beta_1 * \left( \frac{1 - \exp(-T/\tau_1)}{(T/\tau_1)} \right) + \beta_2 * \left( \frac{1 - \exp(-T/\tau_1)}{(T/\tau_1)} - \exp(-T/\tau_1) \right) + \beta_3 * \left( \frac{1 - \exp(-T/\tau_2)}{(T/\tau_2)} - \exp(-T/\tau_2) \right)$$

Die Diskontierungsfunktion erhält man schließlich über:

$$d(T; \beta) = (1 + r(T; \beta))^{-T}$$

Um sinnvolle Lösungen zu garantieren, arbeitet das Verfahren von Svensson mit folgenden Nebenbedingungen:

- $b_0 > 0$
- $t_1 > 0$
- $t_2 > 0$
- alle Zinssätze müssen positiv sein

#### **4. Rahmenbedingungen für die Schätzung**

##### **4.1. Auswahlkriterien für das Schätzverfahren**

Die OeKB führte in Anknüpfung an die Untersuchungen von Brandner (1993) und Pichler (1994) eine Vorstudie durch, die im März 1998 fertiggestellt wurde (vgl. Kucera (1998)). Ziel dieser Vorstudie war eine Aufbereitung der Daten, um in einem größeren Kreis mit Vertretern der OeKB und anderen Banken sowie Fachleuten für Zinsstrukturschätzungen eine Entscheidung zu treffen. Diese legte fest, welches Verfahren mit welcher Datenbasis bei der Schätzung der österreichischen Zinsstruktur zur Anwendung kommt.

In der Vorstudie wurden folgende Verfahren ausgewählt und mit repräsentativen Daten verglichen:

- Cox/Ingersoll/Ross (1985)
- Vasicek (1977)
- Nelson/Siegel (1987)
- Svensson (1994)
- B-Splines (Steeley 1991)
- Schaefer (1981)

Um die Güte der Verfahren zu vergleichen, wurden als Bewertungskriterien einerseits der Bewertungsfehler und andererseits die Glätte und ökonomische Plausibilität herangezogen. Beim Bewertungsfehler galt, dass die Abweichung zwischen dem geschätzten Barwert der einzelnen Zahlungen und dem tatsächlichen, beobachteten Preis der Anleihe möglichst gering sein sollte. Als Maßstab wurde bei der Schätzung der Parameter die Summe der quadrierten Preisabweichungen verwendet. Bei der Glätte und ökonomischen Plausibilität sollte die Zinsstruktur keine extremen, unnatürlichen Schwankungen und die Diskontierungsfunktion gewisse fundamentale Eigenschaften wie monoton fallend, nicht negativ und  $d(0) = 1$  aufweisen (Bedingungen für Arbitragefreiheit).

Die Zinsstrukturen wurden jeweils für den 30.6. und 30.12. in den Jahren 1993 bis 1997 berechnet und miteinander verglichen. Die Umsetzung der verschiedenen Verfahren wurde mit Excel realisiert und das Newton'sche Näherungsverfahren im Solver wurde als Optimierungsverfahren verwendet. Es zeigte sich, dass in geringem Ausmaß bei Svensson besonders aber bei den B-Splines die Gefahr besteht, dass das Kurvenverhalten der entsprechenden Forward Rates nicht der ökonomischen Intuition entspricht, wie z.B. stark gewellte Kurven oder Ausschläge am Anfang und am Ende des Laufzeitbereiches zeigen. Das gewählte Verfahren von Svensson konnte sich bei diesen Kriterien nicht von den anderen Verfahren abheben.

Ein weiteres Kriterium für die Auswahl war die internationale Vergleichbarkeit der Verfahren. Hier setzte sich die Schätzmethode von Svensson klar durch (siehe Tabelle 1), da insbesondere die Deutsche Bundesbank ihre Zinsstrukturkurve für geldpolitische Zwecke nach der Methode von Svensson berechnet. Bei der Entscheidung für das Verfahren von Svensson dürfte die internationale Vergleichbarkeit den entscheidenden Ausschlag gegeben haben, da bei einer rein finanzwirtschaftlichen Betrachtung andere Methoden durchaus gleichwertige oder bessere Ergebnisse geliefert haben.

ZENTRALBANK	SCHÄTZMETHODE	GESCHÄTZTE KURVE
<b>Kanada</b>	Polynom 3. Grades mit Kuponanpassung	Renditenkurve
<b>Finnland</b>	Svensson	Nullkuponkurve
<b>Frankreich</b>	Nelson/Siegel, Svensson	Nullkuponkurve
<b>Deutschland</b>	Svensson	diskrete Nullkuponkurve
<b>Italien</b>	Kubische Splines, CIR: ein und zwei Faktormodelle, Swaprate-Kurve	Nullkuponkurve
<b>Japan</b>	Spline 5. Ordnung	Nullkuponkurve
<b>Norwegen</b>	Kubische Splines, Nelson/Siegel	Nullkuponkurve
<b>Spanien</b>	Nelson/Siegel, Svensson	Nullkuponkurve
<b>Schweden</b>	Svensson	Nullkuponkurve
<b>Schweiz</b>	Svensson	Nullkuponkurve
<b>Großbritannien</b>	Nelson/Siegel, Svensson, Kubische Splines	Nullkuponkurve
<b>USA</b>	Nelson/Siegel, Svensson, Splineglättung	Nullkuponkurve

**Tabelle 1** – Zinsstrukturschätzmethoden ausgewählter Zentralbanken.

#### 4.2. Die Wahl der Datenbasis

Um die österreichische Zinsstruktur zu schätzen, werden nur österreichische Bundesanleihen mit einfachen Ausstattungsmerkmalen verwendet. Die Anleihen müssen endfällig sein, dürfen weder vom Gläubiger noch vom Schuldner Kündigungsmöglichkeiten haben und müssen eine fixe Verzinsung (Kupon) aufweisen. Diese Auswahl war der erste Schritt für eine darauf aufbauende empirische Untersuchung, die die Datenbasis genauer definieren sollte.

Da der Großteil des Handels mit Anleihen nicht über die Börse abgewickelt wird, wurde zuerst versucht die außerbörslichen Kurse der Bundesanleihen zu verwenden. Dadurch wären nur liquide und auch repräsentative Anleihen in die Datenbasis eingegangen. Der Nachteil dabei ist, dass nur sehr wenige Beobachtungen verfügbar und diese zumeist auf sehr wenige Laufzeitkategorien verteilt sind. Bei den flexibleren Funktionen kam es aufgrund dieser Auswahl der Datenbasis zu unkontrollierten Ausreißern, vor allem bei kurzen Laufzeiten, wo über einen längeren Laufzeitbereich keine Beobachtungen vorliegen. Ein wesentlicher Grund für diese Schwierigkeit liegt aller Wahrscheinlichkeit in der stark unterschiedlichen Update-Frequenz (und damit Aktualität) von Preisquotierungen in Bloomberg oder Reuters. Zum anderen ist zu beachten, dass bei der Wahl der Datenbasis einer „semi-offiziellen“ Zinsstrukturkurve die Verwendung von Brokerquotierungen die Resultate sehr leicht beeinflussbar macht.

Aufgrund dieser Nachteile wurde eine andere Informationsquelle gewählt. Es wurden nun die Börsenkurse der im Umlauf befindlichen Bundesanleihen mit den oben genannten Ausstattungsmerkmalen verwendet. Daraus ergab sich eine wesentlich breitere Streuung der Beobachtungen über alle Laufzeitkategorien und die Anzahl der Beobachtungen konnte stark erhöht werden. Die Vorstudie verwies weiters auf Untersuchungen, die gezeigt haben, dass keine wesentlichen Unterschiede im Verlauf von Börsenkursen und außerbörslichen Kursen vorhanden sind (vgl. Kucera (1998)).

Da Bundesanleihen mit einer Restlaufzeit von weniger als einem Jahr oft nicht mehr gehandelt werden, gab es auch eine Untersuchung, ob eine Datenbasis, die diese Bundesanleihen nicht in die Schätzung miteinbezieht, Vorteile bringt. Der Bewertungsfehler reduzierte sich aufgrund der wegfallenden Beobachtungen etwas und es zeigten sich keine Nachteile. Da dieser Ansatz die Datenbasis um bis zu zehn Prozent verringert, wurde er nur optional in das Schätzmodell aufgenommen. Die eigentliche Schätzung wird mit den Börsenkursen aller im Umlauf befindlichen Anleihen durchgeführt. Mit dieser Datenbasis als Input wurden die ausgewählten Verfahren verglichen.

Durchschnitt der absoluten Preisabweichungen pro Anleihe in Prozent							
Kurstag	Anzahl Anleihen	CIR	Vasicek	Nelson & Siegel	Svensson	Schaefer	B-Splines
30.06.93	61	0,3642	0,3709	0,3740	0,3027	0,3155	0,2153
30.12.93	61	0,4237	0,4673	0,3870	0,3870	0,2413	0,2365
30.06.94	63	0,4920	0,5081	0,5232	0,5579	0,4804	0,3776
30.12.94	63	0,3191	0,2928	0,2632	0,2660	0,2585	0,2567
30.06.95	66	0,4861	0,4709	0,4881	0,4612	0,4252	0,4220
30.12.95	66	0,4988	0,5252	0,5372	0,4927	0,4491	0,4473
30.06.96	69	0,4906	0,3330	0,3412	0,3303	0,3562	0,3524
30.12.96	69	0,2766	0,3111	0,3308	0,2954	0,2664	0,2681
30.06.97	71	0,1710	0,2128	0,2182	0,1744	0,1509	0,1560
30.12.97	71	0,1751	0,2093	0,1946	0,1558	0,1438	0,1163
Durchschnitt	66	0,370	0,370	0,366	0,342	0,310	0,286

**Tabelle 2** – Ergebnisse der Verfahren in der Vorstudie (vgl. Kucera (1998)).

Bei den Ergebnissen in Tabelle 2 fallen vor allem die sehr hohen Preisabweichungen an fast allen Tagen auf. Manche Tage haben im Durchschnitt eine Abweichung vom tatsächlichen Preis von über 55 Basispunkten. Das Verfahren von Svensson bildet hier keine Ausnahme. Tendenziell zeigen Berechnungen anhand aktuellerer Daten allerdings einen merklichen Rückgang der Preisabweichungen.

#### 4.3. Technische Voraussetzungen

Für das Verfahren von Svensson und der dafür ausgewählten Datenbasis sollte nun eine Software programmiert werden, die als Input österreichische Bundesanleihen und als Output die Parameter der Zinsstruktur hat. Die Software sollte damit nach jedem Börsetag die Zinsstruktur für diesen Tag schätzen. Die Informationen über die Bundesanleihen, wie Kurs, Kupon, etc., sind in verschiedenen Datenbanktabellen der OeKB verteilt. Die notwendigen Daten für die Schätzung sind ab dem 4. Jänner 1993 verfügbar und die Zinsstruktur wurde daher ab diesem Datum für jeden Börsetag ermittelt. Die Ergebnisse werden ebenfalls in mehreren Datenbanktabellen gesammelt.

Die Berechnung der Zinsstrukturkurve für österreichische Bundesanleihen nach dem Verfahren von Svensson erfolgt auf einem SUN Enterprise 450 UNIX (Solaris) Server mit zwei RISC Prozessoren und einem GB RAM. Die Basisdaten zur Berechnung stammen aus PROFIT LINE - OeKB FinanzDataService. Als Datenbankserver wird der Adaptive Server 11.9.2 von Sybase eingesetzt. Die Berechnung der Zinsstrukturkurve erfolgt in einem C++ Programm, wobei zur Optimierung ein nicht lineares Optimierungsverfahren aus den IMSL C Numerical Libraries von Visual Numerics ([www.vni.com](http://www.vni.com)) verwendet wird. Die Ergebnisse aus der Optimierung werden in der Sybase Datenbank gespeichert.



## 5. Umsetzung des Verfahrens von Svensson

In diesem Kapitel sollen die Arbeitsweise der Realisierung des Verfahrens von Svensson erläutert sowie die Lösungen zu einigen grundsätzlichen Problemen präsentiert werden. Die Umsetzung musste an die Darstellungsform der vorhandenen Daten und an die Mathematikbibliothek angepasst werden. Weiters waren einige Spezialfälle zu berücksichtigen.

### 5.1. Verwendete Daten

Die Information zu jeder Bundesanleihe umfasst folgende Punkte:

- Datum des Laufzeitbeginns (Emission)
- Datum des Laufzeitendes (Tilgung)
- Liste der Kupontermine als Datum
- Liste der Kuponhöhe in Prozent
- Umlaufvolumen in Euro
- Stückzinsen in Euro
- Börsenkurs der Bundesanleihe in Prozent
- Tilgungshöhe in Prozent

Aus diesen Angaben werden weitere Daten gewonnen, die dann in folgender Form bei der Schätzung der Zinsstruktur einfließen:

- Stückzinsen in Prozent ( $\text{Stückzinsen in Euro} * (100) / \text{Umlaufvolumen in Euro}$ )
- Preis der Anleihe in Prozent ( $\text{Kurs in Prozent} + \text{Stückzinsen in Prozent}$ )
- Liste der Restlaufzeiten der Kuponzahlungen in Jahren
- Restlaufzeiten der Tilgungen in Jahren

Die Berechnung der Restlaufzeiten in Jahren wird allgemein so durchgeführt, dass man die Anzahl der Tage zwischen dem Datum des Tages, für den die Schätzung erfolgt, und dem Datum des Tages, an dem entweder ein Kupon oder die Tilgung fällig wird, zählt und diese dann durch die Anzahl der Tage in einem Jahr dividiert. Die Stückzinsen müssen erst in Prozent umgerechnet werden, da die OeKB für andere Zwecke gleich die tatsächlich anfallenden Stückzinsen in Euro berechnet.

### 5.2. Die Zahlungsströme der Bundesanleihen

In die Datenbasis werden nur Bundesanleihen mit fixer Verzinsung genommen, d.h. dass die Zahlungsströme bei bzw. vor der Emission einer Anleihe bereits feststehen. Bei den Kuponanleihen gibt es zwei Spezialfälle, die aus derselben Problematik entstehen, wobei man nur einen explizit berücksichtigen muss. Manche Kuponanleihen mit jährlichen Zahlungen werden nicht genau ein Jahr vor dem ersten Kupontermin emittiert. Daher kommt es zu einer Laufzeit bis zum ersten Kupon, die länger oder kürzer als ein Jahr ist. Aus diesen beiden Fällen entsteht nun der erste Spezialfall, den man zu berücksichtigen hat. Um einen Ausgleich für diese Abweichung von der Laufzeit von einem Jahr bis zur ersten Zahlung zu erreichen, wird der erste Kupon bei kürzerer Laufzeit verkleinert bzw. bei längerer erhöht. Daher kann es vorkommen, dass die Höhe des ersten Kupons von der Höhe der restlichen Kuponzahlungen abweicht. Es genügt also nicht die Information, dass es sich z.B. um eine Anleihe mit einer Zinszahlung von sieben Prozent pro Jahr handelt, sondern man muss explizit die Höhe des ersten Kupons kennen. Der zweite Spezialfall bezieht sich auf Kuponanleihen, die eine Laufzeit bis zur ersten Zahlung von weniger als einem Jahr aufweisen. Anstatt den Kupon zu verkleinern, werden bereits bei der Emission Stückzinsen verrechnet, d.h. es wird die Situation geschaffen, die es geben würde, wenn die Kuponanleihe genau ein Jahr vor der ersten Zahlung emittiert worden wäre. Da dadurch der Normalfall künstlich erzeugt wird, braucht man diesen Spezialfall nicht explizit berücksichtigen.

Die verschiedenen Anleihearten bei Bundesanleihen und deren Zahlungsströme								
	Nullkuponanleihe		Kuponanleihe		1. Spezialfall		2. Spezialfall	
	Termin	Zahlung	Termin	Zahlung	Termin	Zahlung	Termin	Zahlung
<b>Emission</b>	2.7.86		16.5.95		23.5.97		20.2.98	
<b>1. Cashflow</b>	2.7.98	230	16.5.96	7	15.7.98	6,125	15.7.98	4,3
<b>2. Cashflow</b>			16.5.97	7	15.7.99	5,625	15.7.99	4,3
<b>3. Cashflow</b>			16.5.98	7	15.7.00	5,625	15.7.00	4,3
<b>4. Cashflow</b>			16.5.99	7	15.7.01	5,625	15.7.01	4,3
<b>5. Cashflow</b>			16.5.00	7	15.7.02	5,625	15.7.02	4,3
<b>6. Cashflow</b>			16.5.01	7	15.7.03	5,625	15.7.03	104,3
<b>7. Cashflow</b>			16.5.02	7	15.7.04	5,625		
<b>8. Cashflow</b>			16.5.03	7	15.7.05	5,625		
<b>9. Cashflow</b>			16.5.04	7	15.7.06	5,625		
<b>10. Cashflow</b>			16.5.05	107	15.7.07	105,625		

**Tabelle 3** – Unterschiedliche Arten von Zahlungsströmen bei Bundesanleihen:

*Nullkuponanleihe:* Tilgung am Ende der Laufzeit, aber kein jährlicher Kupon.

*Kuponanleihe:* jährlicher fixer Kupon und Tilgung am Ende der Laufzeit.

*1. Spezialfall:* Das ist eine Kuponanleihe mit einer Laufzeit bis zur ersten Kuponzahlung, die länger oder kürzer als ein Jahr ist, und die Kompensation erfolgt durch einen größeren oder kleineren ersten Kupon.

*2. Spezialfall:* Das ist eine Kuponanleihe mit einer Laufzeit bis zur ersten Kuponzahlung, die kleiner als ein Jahr ist, und die Kompensation erfolgt durch Verrechnung von Stückzinsen bei der Emission.

### 5.3. Optimierung

Ziel der Optimierung beim Verfahren von Svensson ist, jene sechs Parameter ( $b_0, b_1, b_2, b_3, t_1, t_2$ ) zu finden, die die quadrierten Abweichungen zwischen dem tatsächlichen Preis und dem Modellpreis minimieren. Die Optimierung folgt einem bestimmten Algorithmus, der in folgende Schritte zusammengefasst werden kann:

1. Die Parameter erhalten ihre Startwerte. Die Parameter  $b_0, t_1$  und  $t_2$  werden auf 0,0001 und  $b_1, b_2$  und  $b_3$  auf Null gesetzt.
2. Die Zinssätze und Diskontierungsfaktoren werden mit der Zinsfunktion von Svensson berechnet.
3. Die Modellpreise der Bundesanleihen werden durch die Abzinsung der Zahlungen mit den Zinssätzen aus Schritt 2 berechnet.
4. Die Zielgröße, d.h. die Summe der quadrierten Preisabweichungen, wird über die Modellpreise und die tatsächlichen Preise ermittelt.
5. Es wird überprüft, ob das Minimum und die Schätzung in diesem Umlauf genügend genau sind.
6. Wenn Schritt 5 erfüllt ist, wird die Schätzung beendet, sonst werden durch das Optimierungsverfahren neue Parameter geschätzt und der nächste Durchlauf beginnt bei Schritt 2.

Bei jeder Optimierung mit der erstellten Software werden genau diese Schritte durchlaufen. Die Datenkonstellation beeinflusst allerdings, wie oft diese Schleife wiederholt wird. Die optimalen Parameter erhält man meistens zwischen der 500. und der 5000. Wiederholung des Optimierungsalgorithmus.

#### 5.4. Die gewonnenen Daten aus der Optimierung

Die Parameter sind für die Aufstellung der Zinsstruktur über die Zinsfunktion von Svensson die wichtigsten Daten, die aus der Optimierung entnommen werden können. Daneben gibt es aber zahlreiche andere Größen, die bei den Untersuchungen von bestimmten Aspekten wichtig sind. Die Software wurde so programmiert, dass sie sämtliche wichtige Kennzahlen in Datenbanktabellen speichert, um im Rahmen dieser Arbeit Erkenntnisse über das Verfahren und die damit gewonnenen Daten zu erhalten. Für jeden Tag, für den eine Schätzung der Zinsstruktur durchgeführt wurde, gibt es folgende Information in der Datenbank der OeKB:

- Datum der Schätzung
- Art der Schätzung
- die sechs Parameter
- Anzahl der verwendeten Bundesanleihen
- absolute durchschnittliche Preisabweichungen
- Zinssätze für jedes halbe Jahr
- die relative Abweichung (d.h. tatsächlicher Preis – Modellpreis) jeder einzelnen Bundesanleihe zusammen mit ihrer Wertpapierkennnummer

Die Schätzung erfolgt in der OeKB nach jedem Börsentag. Die Software braucht zum Abarbeiten eines Tages wegen der aufwendigen Optimierung je nach der momentanen Auslastung des Systems zwei bis drei Minuten. Die Börsetage vor dem 30.9.1998 wurden in einem Zeitraum von zwei Wochen berechnet, wobei Rechenzeit von etwa zehn Stunden pro Tag in Anspruch genommen wurde. Ab dann wurden die Schätzungen täglich durchgeführt.

#### 5.5. Berücksichtigung der Höhe der Preisabweichung

In diesem Bereich gibt es zwei verschiedene Berechnungsmöglichkeiten, die aufeinander aufbauen. Zuerst wird eine Optimierung mit allen Bundesanleihen durchgeführt. Nun sollte es möglich sein, Anleihen, die eine bestimmte Höhe bei der Preisabweichung überschreiten, von einer neuerlichen Optimierung auszuschließen. Es gibt mehrere Gründe für eine sehr hohe Preisabweichung. Zum einen kann eine Bundesanleihe an einem Tag keinen repräsentativen Kurs aufweisen, der sich auch nicht in die Zinsstruktur eingliedern lässt, z.B. durch strategisches Verhalten bei geringer Markttiefe, und der zweite Grund kann ein Fehler bei den gespeicherten Daten in der Datenbank der OeKB sein.

Die Grenze, ab der Anleihen von der Optimierung ausgeschlossen werden, wurde auf zwei Standardabweichungen vom theoretischen Erwartungswert festgelegt. Dieser Erwartungswert, der durch das Modell vorgegeben wird, ist Null. Die Berechnung der Höhe der Preisabweichung, ab der Anleihen ausgeschlossen werden, hat folgendes Aussehen:

$$\text{Varianz: } \text{VAR} = \frac{1}{(n-1)} * \sum_{i=1}^n (P_i - \text{MP}_i)^2$$

$$\text{Abweichungsgrenze} = \sqrt{\text{VAR}} * 2$$

X	Höhe der Preisabweichungen
n	Anzahl der Anleihen
$P_i$	beobachteter Preis der i-ten Anleihe $\forall i = 1, \dots, n$
$\text{MP}_i$	Modellpreis der i-ten Anleihe $\forall i = 1, \dots, n$

Mit den übriggebliebenen Anleihen wird erneut eine Optimierung durchgeführt. Diese ist alleine deshalb genauer, weil die Ausreißer aus der Datenbasis entfernt wurden. Allerdings geht die Information über die Preisabweichungen der ausgeschlossenen Anleihen verloren.

## 6. Die OeKB als Finanzdatendienstleister

Die OeKB als Österreichs zentraler Dienstleister für den Kapitalmarkt bietet im Rahmen ihres FinanzDatenService folgende Dienstleistungen an:

**Vergabe von Wertpapierkennnummern in Österreich** - die Zuteilung von Kennnummern für in Österreich gehandelte Wertpapiere erfolgt durch die OeKB. In dieser Funktion ist das Institut auch Mitglied der ANNA (Association of National Numbering Agencies).

**Organisatorische Durchführung der ÖVFA-Rechentermine** - die OeKB führt für die ÖVFA (Österreichische Vereinigung für Finanzanalyse und Anlageberatung) die Organisation der Rechentermine durch. Dies inkludiert unter anderem die Terminplanung, die Beschaffung der notwendigen Unterlagen und die Bekanntgabe der Ergebnisse.

**FinanzDatenService** - als der zentrale Anbieter von Wertpapier-Dienstleistungen stellt die Kontrollbank dem Kapitalmarkt ihr langjähriges Know-how im Rahmen des OeKB FinanzDatenService zur Verfügung, welches die beiden Datenbanken WDBO - WertpapierDatenBank Oesterreich und PROFIT LINE umfaßt.

### 6.1. Das Datenangebot des FinanzDatenService

- **Stamm- und Ereignisdaten (WDBO/WM)**

Die OeKB betreibt im Rahmen ihrer Tätigkeit als zentraler Anbieter von Dienstleistungen für den österreichischen Kapitalmarkt die relationale Datenbank WDBO/WM (**WertpapierDatenBank Oesterreich** und **Wertpapier-Mitteilungen/Frankfurt**) mit Informationen über Wertpapiere. Das System gliedert sich in einen inländischen Teil (WDBO), der alle Wertpapiere (in- und ausländische) umfaßt, die an der Wiener Börse notieren, darüber hinaus sämtliche österreichische Wertpapiere, für die der OeKB Datenmaterial zugänglich gemacht wird und einen ausländischen Teil (WM), der von den „Wertpapier-Mitteilungen“/Frankfurt über Leitung täglich übernommen wird. Diese Daten können online abgefragt, aber auch in einem definierten Batch-Format bezogen werden.

Die WDBO/WM setzt sich aus Stamm-, Ereignisdaten und historischen Daten zusammen. Grundsätzlich werden die allgemeinen Bedingungen eines Wertpapiers durch **Stammdaten** dargestellt und beinhalten den jeweils gültigen letzten Stand der Charakteristika des betreffenden Wertpapiers.

Die **ereignisbezogenen Daten** eines Wertpapiers stehen als aktueller Dienst während der Dauer des Ereignisses zur Verfügung.

In der folgenden Übersicht wird der Umfang an Kategorien in der WDBO per Ende des ersten Quartals 1999 dargestellt:

Renten	ca. 5.000
Aktien und Ähnliches	ca. 1.100
Investmentfonds	ca. 1.600
Optionsscheine	ca. 1.300

- **Analysedaten (PROFIT LINE)**

Die Online-Basis- und Analysedatenbank PROFIT LINE besteht aus den Segmenten **Aktien, Investmentfonds und Renten**. In dieser Applikation sind auch aktuelle und historische Kurse und Indizes gespeichert, die online abgefragt und über File bezogen werden können.

Der **Aktienteil** enthält Basisdaten zu allen an der Wiener Börse notierten Gesellschaften sowie Analysedaten und Marktkennzahlen zu den dazugehörigen Aktien.

Zu österreichischen **Investmentfonds** werden Basisdaten zu den Kapitalanlagegesellschaften und Investmentfonds sowie Kennzahlen zu Investmentfonds (Performance) erfasst bzw. errechnet.

Im **Rententeil** sind Stammdaten für alle in Euro begebenen Rentenwerte erfasst. Darüber hinaus werden Kennzahlen (z.B. Rendite) für alle an der Wiener Börse notierten Rentenwerte errechnet.

Über die OeKB können die Anleiheindizes API (Anleihen Performance Index) und PIA (Price Index Austria), die in der Gruppe FinanzDatenService gerechnet werden, bezogen werden.

Der **API** (Anleihen Performance Index) ist ein Performanceindex für österreichische, börsennotierte Rentenwerte. Es werden API Werte für verschiedene Marktsegmente und verschiedene Laufzeitbereiche gerechnet.

Der **PIA** (Price Index Austria) ist ein Preisindex für österreichische, börsennotierte Rentenwerte. Es werden PIA Werte für verschiedene Marktsegmente und verschiedene Laufzeitbereiche gerechnet.

Darüber hinaus werden vom FinanzDatenService **Kurse von nicht notierten Wertpapieren** zentral gesammelt und verteilt.

Aus PROFIT LINE werden täglich, wöchentlich oder monatlich aus allen drei Bereichen **Auswertungen** erstellt, die **via Abonnement** beim OeKB FinanzDatenService bezogen werden können (z.B. Kapitalmarktservice, Anleiheninformationen, Pfand- und Kommunalbriefe, Performanceübersicht, Risiko- und Ertragsanalyse, ÖVFA Ergebnisermittlung, ...)

Die OeKB veröffentlicht auch eine **Liste der** in Österreich zum Vertrieb zugelassenen **ausländischen Investmentfonds**.

Aktuell wird auch die weiter unten beschriebene **Zinsstrukturkurve** gerechnet und veröffentlicht.

## 6.2. Perspektiven des OeKB FinanzDatenService

- Realisierung von maßgeschneiderten, individuellen WEB-Lösungen für einzelne Kunden oder Kundengruppen bzw. den österreichischen Kapitalmarkt
- Ergänzung und Anpassung der Dateninhalte mit Schwerpunkt „Änderungen resultierend aus gesetzlichen Bestimmungen“
- Kundenorientierte, bedarfsgerechte Recherchen, Änderungen und Erweiterungen des Gesamtsystems
- Neutrale und zentrale Stelle für die Ermittlung, Entwicklung und Berechnung von Kennzahlen für den österreichischen Kapitalmarkt
- Internet-Homepage der OeKB mit Informationen zum OeKB FinanzDatenService: <http://www.oekb.co.at>



Abbildung 1 – Die Aufgaben der OeKB als Finanzdatenservicestelle.

### 6.3. PROFIT LINE – OeKB FinanzDatenService

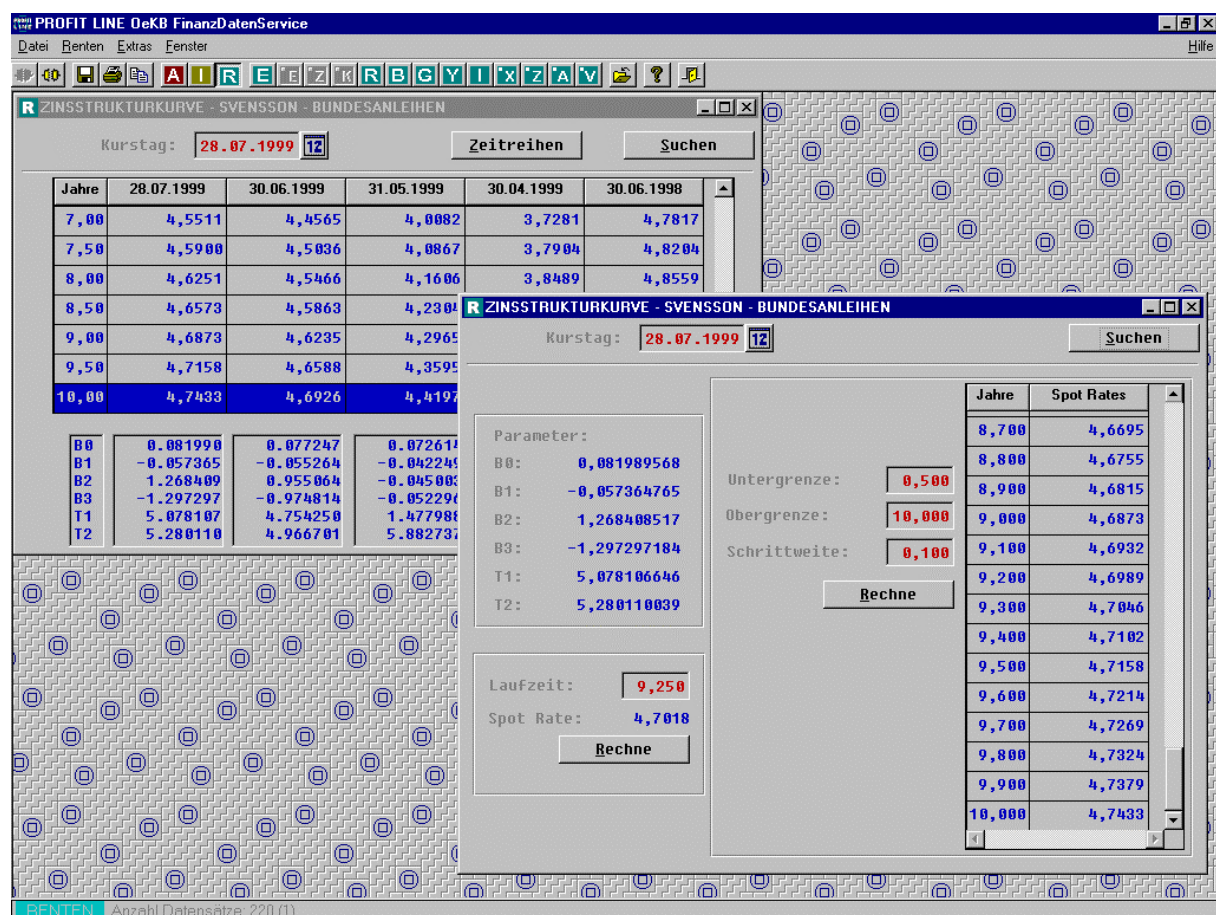
Die aus der Optimierung nach dem Verfahren von Svensson ermittelten Daten (Parameter und Zinsstruktur) werden in PROFIT LINE – OeKB FinanzDatenService angeboten (siehe Abbildungen 2 und 3).



Abbildung 2 – Startmaske in PROFIT LINE.

Die Optimierung wird für jeden Tag durchgeführt. Die daraus ermittelten Parameter und die Zinssätze von einem halben Jahr bis zu zehn Jahren werden in Halbjahresschritten dargestellt. Durch das Einsetzen der Parameter in die Funktion von Svensson kann jederzeit die Zinsstrukturkurve berechnet werden.

Die Anwender von PROFIT LINE haben weiters die Möglichkeit, sich die Zinsstrukturkurve für ein wählbares Datum unter Angabe der Untergrenze (in Jahren), der Obergrenze und der Schrittweite ausrechnen zu können.



**Abbildung 3** – Maske mit Spot Rates und Parametern für einen bestimmten Kurstag in PROFIT LINE, Modul Renten.

Die Zinsstrukturkurve ist auch über die Homepage der OeKB ([www.oekb.co.at](http://www.oekb.co.at)) als Excel – Datei abrufbar (siehe Abbildung 4).

### Zinsstrukturkurve - Bund - Svensson

Laufzeit	28.07.99	21.07.99	28.06.99	28.07.98
0,5	2,817	2,744	2,618	3,782
1,0	3,118	3,055	2,935	3,897
1,5	3,372	3,320	3,206	4,004
2,0	3,588	3,547	3,439	4,101
2,5	3,769	3,740	3,638	4,191
3,0	3,923	3,904	3,808	4,273
3,5	4,052	4,044	3,954	4,349
4,0	4,161	4,163	4,078	4,418
4,5	4,254	4,265	4,184	4,481
5,0	4,333	4,351	4,276	4,539
5,5	4,400	4,425	4,354	4,592
6,0	4,457	4,489	4,421	4,640
6,5	4,507	4,544	4,480	4,685
7,0	4,551	4,591	4,531	4,725
7,5	4,590	4,633	4,575	4,762
8,0	4,625	4,671	4,615	4,796
8,5	4,657	4,704	4,651	4,827
9,0	4,687	4,735	4,684	4,856
9,5	4,716	4,764	4,714	4,882
10,0	4,743	4,790	4,742	4,907

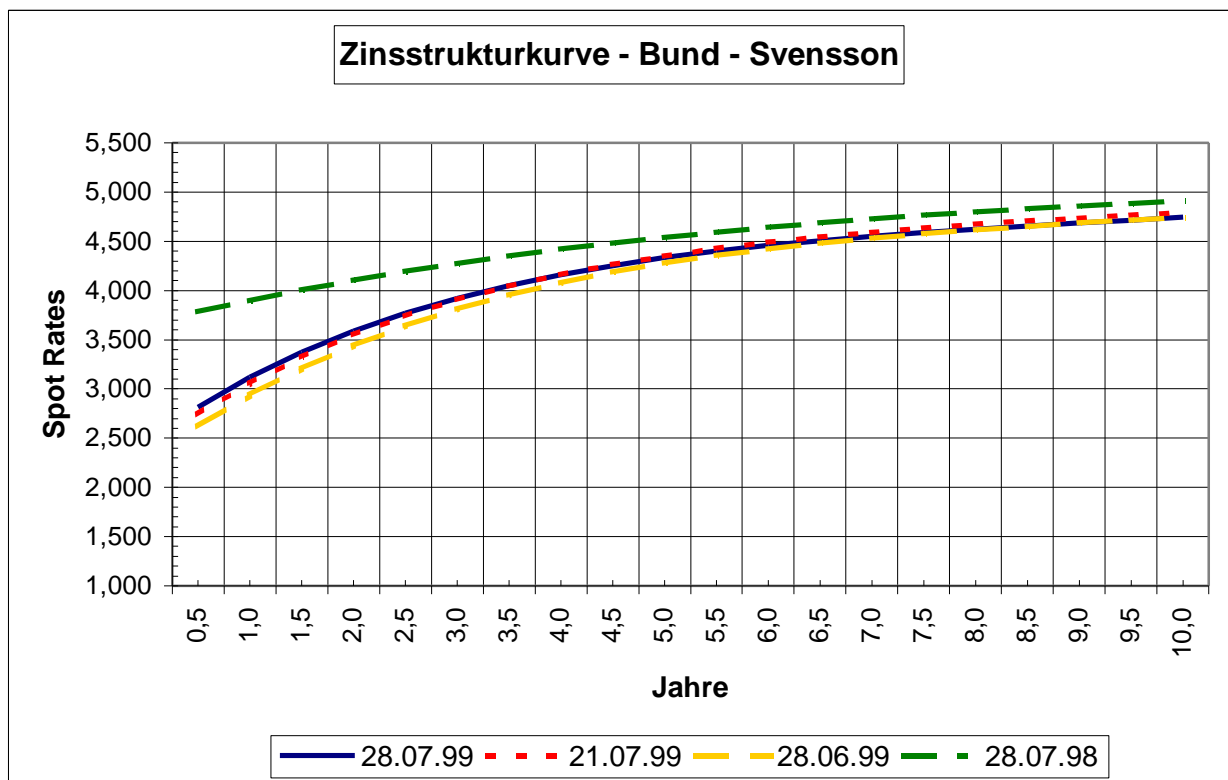


Abbildung 4 – ZINSBUND.XLS: Excel Auswertung der Zinsstrukturkurve. Abrufbar unter [www.oekb.co.at](http://www.oekb.co.at).



## 7. Schlussbemerkung

Die Zielgruppe für diese Daten sind weniger Wertpapierhändler, die bei ihrer Arbeit üblicherweise auf ihre eigenen Zinsstrukturschätzverfahren zurückgreifen, sondern Unternehmen, die mit ihren Kunden Verträge abschließen, die eine periodische Anpassung an einen Zinssatz vorsehen. Zu dieser Gruppe von Unternehmen zählen vor allem die Versicherungen und Unternehmen, die in langfristige Leasingverträge involviert sind. Im Prinzip sollen die von der OeKB veröffentlichten Spot Rates bzw. Zero Coupon Rates in der Zukunft vermehrt als Alternative zur Sekundärmarktrendite als Referenzzinssatz für Verträge dienen. Die OeKB fungiert dabei als offizieller Datenanbieter, wodurch beide Vertragspartner die Gewissheit haben, dass der Zinssatz, der für die Anpassung verwendet wird, unabhängig von unternehmensbezogenen Interessen ermittelt wird. Die relevanten Daten können direkt aus PROFIT LINE, Modul Renten, ausgelesen werden, z.B. der Zinssatz für eine Laufzeit von zehn Jahren (siehe Abbildung 3). Man könnte z.B. die Rate eines langfristigen Immobilienleasingvertrages an die Entwicklung der zehnjährigen Spot Rate knüpfen. Diese Vorgangsweise hätte den Vorteil, dass es für variable Zinsverträge mit Bindung an eine Spot Rate einfache und anerkannte Methoden zur Bewertung und zur Risikodarstellung gibt, während dies für an eine Sekundärmarktrendite gebundenen Verträge nicht zutrifft.

## Literaturverzeichnis

- Brandner P.*, 1993, Zins- und Renditestrukturschätzungen für Bundesanleihen auf dem österreichischen Rentenmarkt, in: Steiner P. (Hrsg.), Banking and Finance, Tagungsband des 2. Workshops der Austrian Working Group on Banking and Finance, Diskussionsreihe Bank&Börse – Band 6, Wien.
- Cox J.C., Ingersoll J.E. und Ross S.A.*, 1985, A Theory of the Term Structure of Interest Rates, *Econometrica* 53, 385-407.
- Kucera M.*, 1998, Vergleich von Zinsstrukturschätzmethoden, Oesterreichische Kontrollbank AG, Wien.
- McCulloch J.H.*, 1975, The Tax-Adjusted Yield Curve, *Journal of Finance* 30, 811-830.
- Nelson C.R. und Siegel A.F.*, 1987, Parsimonious Modeling of Yield Curves, *Journal of Business* 60, 473-489.
- Pichler S.*, 1995, Ermittlung der Zinsstruktur – Evaluierung alternativer Verfahren für den österreichischen Rentenmarkt, DeutscherUniversitätsVerlag, Wiesbaden.
- Pichler S.*, 1999, Bewertung von Zahlungsströmen mit variabler Verzinsung, DeutscherUniversitätsVerlag, Wiesbaden.
- Schaefer S.*, 1981, Measuring a Tax-Specific Term Structure of Interest Rates in the Market for British Government Securities, *The Economic Journal* 91, 415-438.
- Schich S.T.*, 1997, Schätzung der deutschen Zinsstrukturkurve, Diskussionspapier 4/97, Volkswirtschaftliche Forschungsgruppe der Deutschen Bundesbank.
- Steeley J.M.*, 1991, Estimating the gilt-edged term structure: Basis splines and confidence intervals, In: *Journal of Business Finance & Accounting*, 18(4), 513-529.
- Svensson L.E.O.*, 1994, Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994, IMF Working Paper, International Monetary Fund.
- Vasicek O.*, 1977, An Equilibrium Characterization of the Term Structure, *Journal of Financial Economics* 5, 177-188.
- Vasicek O. und Fong G.*, 1982, Term Structure Modeling Using Exponential Splines, *Journal of Finance* 37, 339-348.