Zinskurven und ihr Informationsgehalt für die Geldpolitik der SNB

Daniel Heller*

1. Einleitung

Die Analyse der Fristenstruktur der Zinssätze ist seit Jahrzehnten ein intensiv erforschtes Gebiet der Nationalökonomie. Dabei stehen unterschiedliche Fragen im Zentrum. Viele Untersuchungen fallen in das Gebiet der Finanzwissenschaft, wo Zinskurven eine unentbehrliche Grundlage für die Bewertung von Finanzanlagen bilden. Auch für Notenbanken stellt die Zinskurve eine wichtige Informationsgrösse dar. Aus der Fristenstruktur der Zinssätze leitet beispielsweise Goodfriend (1993) Angaben über den Restriktivitätsgrad der Geldpolitik ab. Mishkin (1990) und Ireland (1996) verwenden die Zinskurve als Prognoseinstrument für zukünftige Inflationsraten, während Estrella und Mishkin (1996) versuchen, damit das Wachstum der Realwirtschaft zu prognostizieren.

Ziel dieses Aufsatzes ist es, aus der Fristenstruktur der schweizerischen Zinssätze Inflationserwartungen für verschiedene Zeithorizonte herauszulesen. Zu diesem Zweck wird zunächst gezeigt, wie aus couponzahlenden festverzinslichen Wertpapieren wie Obligationen Zinssätze auf couponlosen Wertpapieren (sogenannte Kassasätze) hergeleitet werden können. Zur empirischen Schätzung der Kassasätze stehen verschiedene Methoden zur Auswahl. In dieser Studie wird die unter Notenbanken beliebte Methode von Nelson und Siegel (1987) verwendet. Basierend auf der Erwartungshypothese (welche den Zusammenhang zwischen langfristigen und erwarteten zukünftigen Zinssätzen modelliert) und der Fisher-Beziehung (welche den Zusammenhang zwischen nominellen und realen Zinssätzen modelliert) werden dann aus den geschätzten Zinskurven Inflationserwartungen ermittelt.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut. Im nächsten Abschnitt werden die Preisbildung und die Renditen von Diskontpapieren (couponlose Wertpapiere) diskutiert. Im dritten Abschnitt wird dargestellt, wie aus den Preisen couponzahlender Obligationen theoretisch die Zinskurve für couponlose Wertpapiere abgeleitet werden kann. Anschliessend wird im vierten Abschnitt gezeigt, wie in Anwendung der Nelson-Siegel-Methode eine Zinskurve empirisch geschätzt werden kann. Als Daten werden die Monatsendpreise von Obligationen des Bundes von Januar 1994 bis April 1997 verwendet. Der fünfte Abschnitt enthält eine Analyse der geschätzten Zinssätze anhand von drei Konzepten, die auf der Erwartungshypothese und der Fisher-Beziehung beruhen. Der letzte Abschnitt enthält Schlussbemerkungen.

2. Diskontpapiere

Ein Diskontpapier ist ein Wertpapier, das zu einem gegebenen Termin verfällt und dann zum Nennwert zurückbezahlt wird, ohne dass während der Laufzeit des Papiers irgendwelche Zinsen ausgeschüttet werden. Diskontpapiere sind also couponlose Wertpapiere. Im Gegensatz dazu stehen Wertpapiere mit einem Coupon. Diese zahlen zwar auch zum Fälligkeitstermin einen bestimmten Nominalbetrag zurück; während ihrer Laufzeit schütten sie jedoch in regelmässigen Abständen feste Zinszahlungen aus. In der Schweiz gehandelte Diskontpapiere sind beispielsweise die Geldmarktbuchforderungen der Eidgenossenschaft. Sie werden in Laufzeiten von drei, sechs und zwölf Monaten herausgegeben. Staatliche Anleihen mit längeren Laufzeiten als einem Jahr werden auf der ganzen Welt üblicherweise in der Form von Coupon-Obligationen emittiert, wobei die Frequenz der Couponzahlungen unterschiedlich ist. In der Schweiz erfolgen die Couponzahlungen pro Obligation einmal jährlich, während in den Vereinigten Staaten eine zweimal jährliche Couponzahlung gebräuchlich ist.[1]

* Ressort Volkswirtschaftliche Studien der Schweizerischen Nationalbank.

[1] Ausführlichere Angaben zu Diskontpapieren und Coupon-Obligationen finden sich in vielen Lehrbüchern. Empfohlen sei zum Beispiel Campbell, Lo und MacKinlay (1997). Fabozzi und Fabozzi (1989) enthält Angaben über die institutionellen Gegebenheiten des amerikanischen Obligationenmarkts.

In diesem Abschnitt sollen nur Diskontpapiere betrachtet werden. Die Rendite $i(t,m)$ eines Diskontpapiers mit Laufzeit m ist jener Zinssatz, der den Preis des Papiers $P(t,m)$ in Übereinstimmung mit dem Barwert der Investition bringt:[2]

$$P(t,m)=exp(-i(t,m)\cdot m). \tag{1}$$

Diskontpapiere unterschiedlicher Laufzeit können somit unterschiedliche Renditen aufweisen. Zusammengenommen ergeben diese Renditen die Fristenstruktur der Zinssätze, die als Zinskurve abgebildet werden kann. Eine Zinskurve ist also eine Grafik, die die Renditen von Diskontpapieren in Abhängigkeit ihrer Laufzeiten m abbildet. In der Literatur werden die Renditen von Diskontpapieren oft auch Kassasätze *(spot rates)* genannt.

Von den Kassasätzen sind die Terminsätze zu unterscheiden. Diese können mit folgendem Beispiel veranschaulicht werden: Ein Anleger steht vor zwei Investitionsmöglichkeiten, die den gleichen Zeithorizont m aufweisen. Die eine Möglichkeit ist eine einmalige Investition in ein Diskontpapier zum Kassasatz $i(t,m)$. Die andere Möglichkeit umfasst zunächst eine Investition mit kürzerer Laufzeit m' und Rendite $i(t,m')$. Zum Zeitpunkt $t+m'$ wird dann der ausgeschüttete Betrag nochmals für $m-m'$ Perioden reinvestiert. Als Terminsatz $f(t,m',m-m')$ bezeichnet man nun jenen Ertrag auf der Reinvestition, der den Anleger zwischen diesen beiden Investitionsstrategien indifferent macht. Da die Kassasätze $i(t,m)$ und $i(t,m')$ zum Zeitpunkt t bereits bekannt sind, ist auch der Terminsatz $f(t,m',m-m')$ bestimmt, obwohl sich dieser auf eine in der Zukunft liegende Investition bezieht. Die Indifferenz zwischen diesen Anlagen lässt sich als

$$\exp(-i(t,m)m)=\exp(-i(t,m')m')\cdot\exp(-f(t,m',m-m')(m-m'))$$

darstellen. Durch Logarithmieren und Auflösen nach dem Terminsatz ergibt sich der Terminsatz:

$$f(t,m',m-m')=\frac{m\cdot i(t,m)-m'\cdot i(t,m')}{m-m'}. \tag{2}$$

Terminsätze können nicht direkt beobachtet werden, da sie mit reinen Arbitrageüberlegungen aus den Kassasätzen abgeleitet werden. Daher werden sie oft auch implizite Terminsätze *(implicit forward rates)* genannt.

Falls nun m' gegen m strebt, erhalten wir als Grenzwert einen Terminsatz mit extrem kurzer Laufzeit, den wir den augenblicklichen Terminsatz *(instantaneous forward rate)* nennen und mit $f(t,m)$ bezeichnen. Der Terminsatz $f(t,m)$ kann daher als Grenzertrag betrachtet werden, d.h. $f(t,m)$ ist der zusätzliche Ertrag, der anfällt, wenn eine Investition marginal verlängert wird. Mit der Definition von $f(t,m)$ als Grenzertrag kann der Kassasatz $i(t,m)$ als Durchschnitt aller augenblicklichen Terminsätze zwischen t und $t+m$ dargestellt werden:

$$i(t,m)=\frac{\int_{\tau=0}^{m} f(t,\tau)d\tau}{m}. \tag{3}$$

Durch Differenzieren nach $t+m$ kann eine weitere Beziehung hergeleitet werden, die die Terminsätze wiederum als Funktion der Kassasätze darstellt:

$$f(t,m)=i(t,m)+m\cdot\frac{\partial i(t,m)}{\partial(t+m)}. \tag{4}$$

Gleichung (4) ist im Grunde nichts anderes als eine Grenzwertbetrachtung von Gleichung (2). Sie besagt, dass der augenblickliche Terminsatz $f(t,m)$ gleich der Summe aus dem Kassasatz mit Laufzeit m und dem Produkt aus m und der Steigung der Zinskurve in $t+m$ ist. Der Zusammenhang zwischen Termin- und Kassasatz ist somit analog zu jenem zwischen Grenz- und Durchschnittskosten, der aus der Preistheorie bekannt ist. Der Kassasatz $i(t,m)$ entspricht den Durchschnittskosten eines Darlehens über m Perioden. Der augenblickliche Terminsatz $f(t,m)$ stellt die Grenzkosten für die Verlängerung des Darlehens dar. Aus Gleichung (4) kann auch herausgelesen werden, dass der Terminsatz über dem Kassasatz liegt, falls die Zinskurve steigt, und unter dem Kassasatz liegt, falls die Zinskurve fällt.

[2] Eine etwas ausführlichere Darstellung findet sich in Svensson (1994).

3. Coupon-Obligationen

Oft werden Zinskurven mit Daten von Wertpapieren staatlicher Schuldner geschätzt. Der Grund liegt darin, dass der Staat in der Regel der grösste Einzelschuldner eines Landes ist und das Verlustrisiko auf diesen Wertpapieren als sehr gering betrachtet werden kann. Staatspapiere mit mehrjähriger Laufzeit werden aber meistens nicht als Diskontpapiere, sondern als couponzahlende Obligationen herausgegeben. Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den daraus resultierenden Konsequenzen für die Berechnung der Zinsstruktur.

Jede Couponzahlung einer Obligation kann als ein Mini-Diskontpapier mit einem Nennwert in der Höhe des Coupons angesehen werden. Die Bewertung einer Coupon-Obligation kann daher als Bündel oder Portfolio von Diskontpapieren angesehen werden, deren Laufzeiten durch die Ausschüttungsdaten der Coupons und das Kaufdatum der Obligation bestimmt sind. Der Preis einer Coupon-Obligation, die einmal jährlich einen Coupon c bezahlt, kann deshalb wie folgt dargestellt werden:

$$P(t,m+\lambda)=c\cdot\sum_{k=0}^{m}\exp\left(-i(t,k+\lambda)(k+\lambda)\right)+\exp\left(-i(t,m+\lambda)(m+\lambda)\right). \tag{5}$$

Der Preis einer Coupon-Obligation bestimmt sich also aus der Summe der Barwerte der Couponzahlungen c und des Barwertes des Nennwertes, der hier gleich eins gesetzt ist. Die Restlaufzeit beträgt $m+\lambda$ Jahre, wobei $0<\lambda<1$ ist und λ die Zeitdauer bis zur Ausschüttung des ersten Coupons bezeichnet.

In der Preisgleichung für Coupon-Obligationen (5) sind der Preis, die Höhe des Coupons, und die Fälligkeitszeitpunkte bekannt. Unbekannt sind zunächst die $m+1$ verschiedenen Kassasätze, mit denen die Auszahlungen abdiskontiert werden. Gleichung (5) kann relativ einfach gelöst werden, wenn unterstellt wird, dass alle zugrunde liegenden Kassasätze identisch sind. Dieser Zinssatz wird Rendite oder interner Zinssatz einer Obligation genannt. Die Rendite ist also ein gewichteter Durchschnitt verschiedener Kassasätze und kann bloss als Annäherung an die Kurve der Kassasätze betrachtet werden. Nur wenn die Zinskurve horizontal verläuft, ist die Rendite mit den Kassasätzen identisch. Wird die Rendite in Gleichung (5) eingesetzt, so kann diese wegen Nicht-Linearität analytisch nicht gelöst werden. Mit numerischen Verfahren kann die Rendite aber relativ einfach ermittelt werden.[3] Anhand von Gleichung (5) kann auch gezeigt werden, dass der Kassasatz für die gesamte Restlaufzeit $i(t,m+\lambda)$ höher als die Rendite sein muss, falls die Zinskurve positiv verläuft, und tiefer, falls sie eine negative Steigung aufweist.

4. Das Schätzen von Zinskurven

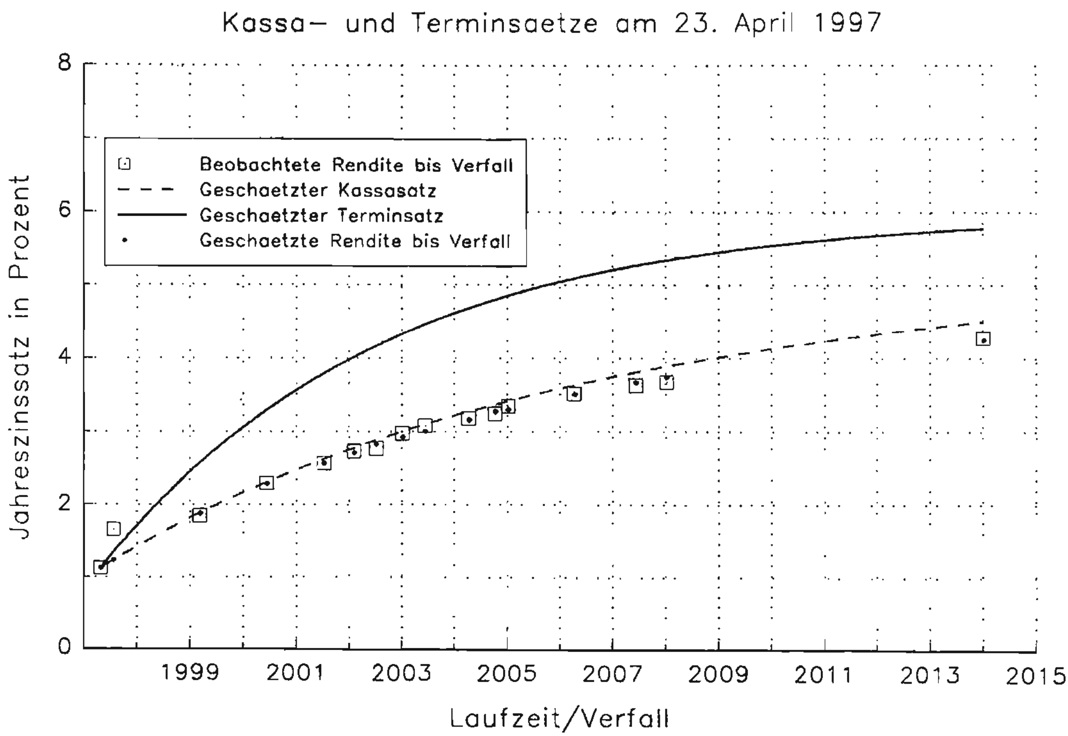
In diesem Abschnitt soll nun dargestellt werden, wie man gestützt auf Beobachtungen von Obligationspreisen eines bestimmten Datums eine Zinskurve schätzen kann. In den letzten 25 Jahren wurden verschiedene Methoden entwickelt, mit denen Zinskurven hergeleitet werden können. Für einen Überblick über die wichtigsten dieser Methoden seien Deacon und Derry (1994a) und Campbell, Lo und MacKinlay (1997, Kapitel 10 und 11) empfohlen.

Die meisten Notenbanken wenden neben anderen Ansätzen eine von Nelson und Siegel (1987) entwickelten Methode an. Die Nelson-Siegel-Methode zeichnet sich durch drei Stärken aus: Erstens weisen die geschätzten Kassa- und Terminsätze stets einen glatten Verlauf auf, zweitens sind die Terminsätze nie negativ, und drittens kann die Methode auch dann angewandt werden, wenn nur wenige Beobachtungen zur Verfügung stehen.

Um den glatten Verlauf zu garantieren, unterstellen Nelson und Siegel, dass die Zinssätze die Lösung einer Differentialgleichung zweiter Ordnung sind. Mit Lösungen von Differentialgleichungen zweiter Ordnung können sowohl steigende bzw. fallende als auch buckelförmige Zinskurven dargestellt werden. Damit noch weitere Verläufe abgebildet werden können, hat Svensson (1994 und 1995) eine Erweiterung der Nelson-Siegel-Methode entwickelt. Im folgenden werden wir uns auf eine Anwendung des Nelson-Siegel-Ansatzes beschränken. Die Nelson-Siegel-Methode geht

[3] Da alle zukünftigen Zahlungen positiv sind, gibt es für die Rendite nur eine einzige positive reale Lösung.

Abbildung 1



davon aus, dass die augenblicklichen Terminsätze durch die Gleichung:

$$f(t,m)=\beta_0+\beta_1\exp(-\alpha m)+\alpha m\beta_2\exp(-\alpha m) \qquad (6)$$

bestimmt werden. Anhand des Zusammenhangs zwischen Termin- und Kassasätzen aus Gleichung (3) kann Gleichung (6) in einen Ausdruck für $i(t,m)$ umgeformt werden. Gleichung (6) weist ökonomisch interessante Grenzeigenschaften auf. Strebt m gegen null, konvergiert der augenblickliche Terminsatz gegen $\beta_0 + \beta_1$. Dies bedeutet, dass die Summe der beiden Schätzparameter β_0 und β_1 gleich dem kürzesten Zinssatz, beispielsweise dem Tagesgeldzinssatz, sein muss. Strebt der Horizont m gegen unendlich, nähert sich der Terminsatz asymptotisch β_0 an, d.h., der sehr weit entfernte augenblickliche Terminsatz $f(t,\infty)$ muss gleich β_0 sein.

Zum Schätzen wird als erstes die aus Gleichung (6) hergeleitete Gleichung für die Kassasätze in die rechte Seite der Preisgleichung (5) eingefügt. Danach werden auf der linken Seite der Gleichung die an einem bestimmten Handelstag am Sekundärmarkt beobachteten Kurse der Obligationen eingesetzt. Die linke Seite wird ausserdem für jede Obligation durch die Couponsätze und die Daten aller Auszahlungen ergänzt. Damit ist das Schätzsystem komplett, und die optimalen Parameterwerte für α, β_0, β_1 und β_2 können geschätzt werden, indem die quadrierten Preisfehler minimiert werden. Da das System der Schätzgleichungen stark nichtlinear ist, können nur Schätzverfahren wie «Nonlinear Least Square», «Generalized Method of Moments»oder «Maximum Likelihood» verwendet werden. Alle hier präsentierten Kassa- und Terminsätze wurden mit der Maximum-Likelihood-Methode geschätzt.

Abbildung 1 zeigt die geschätzten Termin- und Kassazinskurven für ein zufällig ausgewähltes Datum, den 23. April 1997. Die verwendeten Daten waren die an jenem Tag beobachteten Kurse von 14 nichtkündbaren Obligationen der Eidgenossenschaft, die Rendite einer dreimonatigen Geldmarktbuchforderung des Bundes, sowie der Zinssatz für Tagesgeld. Die Daten kündbarer Obligationen können nicht verwendet werden, da deren Preise anders gebildet werden als jene von nichtkündbaren Obligationen.[4] Wie die Abbildung zeigt, verläuft die geschätzte Kurve für Kassasätze durchwegs steigend. Aus Gleichung (4) folgt, dass die augenblicklichen Terminsätze in diesem Fall stets oberhalb der Kassasätze liegen müssen. Auch sind die Kassasätze mit der entsprechenden Laufzeit erwartungsgemäss immer höher als die geschätzte Rendite der Obligation. Der geschätzte Kassasatz für eine Anlage mit unendlicher Laufzeit beträgt 5,97%.

Aus der Abbildung kann weiter entnommen werden, dass die geschätzte und die beobachtete Rendite nur bei den dreimonatigen Geldmarktbuchforderungen deutlich voneinander abweichen. Diese Abweichung hat zwei mögliche Gründe. Erstens kann es bei der Minimierung der quadrierten Preisfehler gerade bei kurzen Laufzeiten vorkommen, dass die beobachtete und die geschätzte Rendite voneinander abweichen. Zweitens kann sich die funktionale Form der Zinskurve, die die Nelson-Siegel-Methode verwendet, als nicht flexibel genug erweisen. Eine Schätzung mit der von Svensson (1994, 1995) erweiterten Nelson-Siegel-Methode, die zwei Wendepunkte in der Zinskurve erlaubt, würde im vorliegenden Fall für die dreimonatige Laufzeit einen wesentlich kleineren Renditefehler liefern.

5. Erwartungstheorie und Risikoprämien

Für die Geldpolitik ist vor allem der Vergleich von Zinskurven von Interesse. Um Veränderungen der Fristenstruktur der Zinssätze über die Zeit interpretieren zu können, werden verschiedene Konzepte verwendet. Drei davon sollen in diesem Kapitel diskutiert werden.

Die Erwartungshypothese

Das populärste Modell zur Erklärung der Fristenstruktur der Zinssätze ist die Erwartungshypothese.[5] Die Erwartungshypothese ist nicht eine einzige klar definierte Theorie. Vielmehr werden verschiedene Varianten unter diesem Namen subsumiert. Allen Varianten der Erwartungshypothese ist jedoch gemeinsam, dass sie einen Zusammenhang zwischen beobachteten langfristigen Zinssätzen und erwarteten kurzfristigen Zinssätzen postulieren.

In der Formulierung von Shiller (1979) lässt sich die Erwartungshypothese als

$$i(t,m)=\sum_{j=0}^{m-1} w_j E_t i(t+j,1)+\phi_m \qquad (7)$$

schreiben, wobei sich die Gewichte w auf eins summieren und $E_t i(t+j,1)$ die zum Zeitpunkt t gebildete Erwartung über den Zinssatz für eine Anlage mit einperiodiger Laufzeit im Zeitpunkt $t+j$ ist. Der Parameter ϕ_m ist eine konstante Risikoprämie für Zinssätze mit Laufzeit m. Gleichung (7) sagt aus, dass ein in t gebildeter langfristiger Kassasatz gleich der gewichteten Summe von in Zukunft erwarteten kurzfristigen Sätzen und einer laufzeitabhängigen, aber zeitunabhängigen, positiven Risikoprämie ist. Die positive Risikoprämie trägt der Tatsache Rechnung, dass Zinskurven fast immer steigend verlaufen. Die normalerweise positive Steigung der Zinskurve wird damit begründet, dass Anleger, die sich für eine längere Zeit binden, für das erhöhte Kursrisiko dieser Anlagen entschädigt sein wollen. Wäre die Risikoprämie gleich null, würde eine steigende Zinskurve nach Gleichung (7) bedeuten, dass ein fortlaufender Anstieg der kurzfristigen Sätze erwartet wird.

Im Lichte von Gleichung (7) sollen nun die Verläufe der Kassazinssätze zwischen Januar 1994 und April 1997 untersucht werden. Die Kassasätze wurden gleich wie in Abbildung 1 berechnet. Die Resultate sind in Abbildung 2 dargestellt. Die kürzeste Laufzeit ist der Tagesgeldzinssatz. Die längste Laufzeit beträgt zehn Jahre.

[4] Eine kündbare Obligation ist eine nichtkündbare Obligation abzüglich einer Put-Option für die vorzeitige Kündigung. Die Bewertung dieser Option ist relativ aufwendig (siehe dazu Gibson-Asner,1990, und Büttler, 1995).

[5] Übersichten über Erklärungsansätze der Fristenstruktur finden sich beispielsweise in Shiller (1990) und Campbell, Lo und MacKinlay (1997). Eine kritische Betrachtung liefert Cox, Ingersoll und Ross (1981).

Abbildung 2

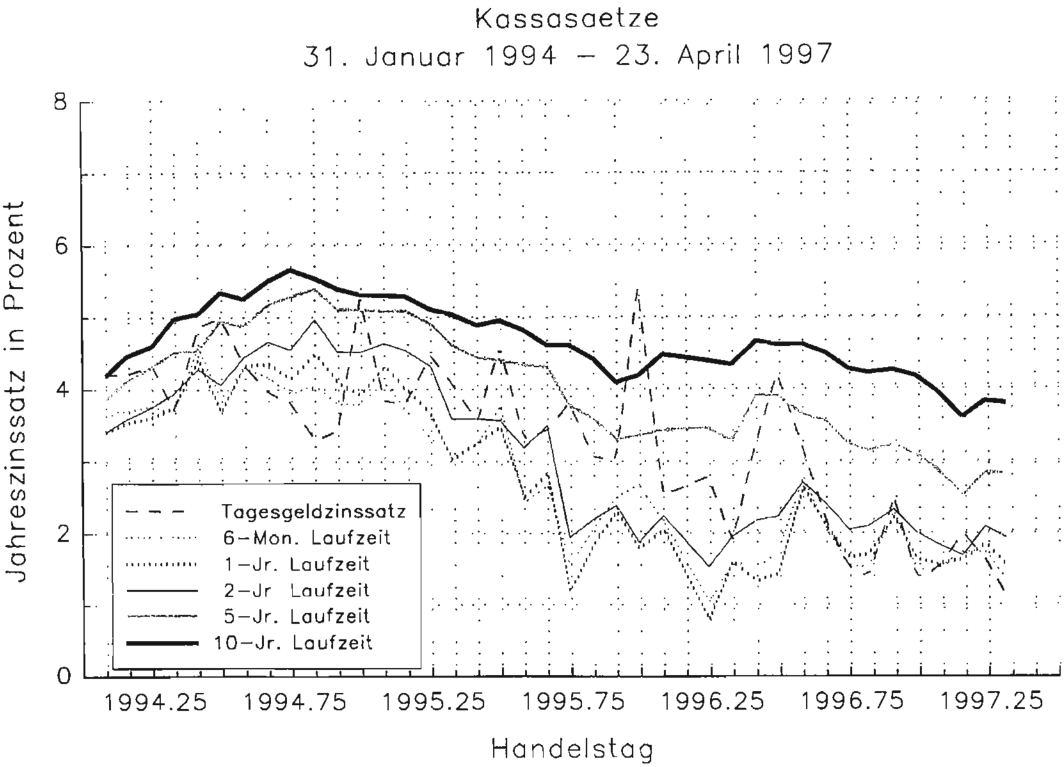


Abbildung 2 zeigt, dass die Zinskurve Anfang 1994 relativ flach verlief. Die Differenz zwischen den kurzen und den langen Sätzen betrug weniger als 100 Basispunkte. Im Herbst 1994 setzte ein leichter Rückgang zunächst der Zinssätze mit einer Laufzeit von weniger als einem Jahr ein. Dieser Rückgang ist ein Hinweis darauf, dass die Schweizerische Nationalbank ihre Geldpolitik zu jenem Zeitpunkt vorerst vorsichtig und ab Frühjahr 1995 deutlich zu lockern begann. Gemäss Gleichung (7) führt ein solcher Rückgang bei unveränderten Erwartungen über die zukünftige Entwicklung der kurzfristigen zu einem Nachgeben der langfristigen Zinssätze. Dies trat, wie Abbildung 2 zeigt, auch ein: Die fünf- und zehnjährigen Sätze bildeten sich kontinuierlich zurück. Dabei fällt auf, dass die Fünfjahressätze stärker sanken als die Zehnjahressätze. Dies deutet darauf hin, dass die Märkte die kurzfristigen Sätze für die nächsten fünf Jahre auf einem tieferen Niveau erwarteten als im Durchschnitt über die nächsten zehn Jahre.

Fisher-Beziehung und Inflationserwartungen

Verwandt mit der Erwartungstheorie ist der von Fisher (1907) hervorgehobene Zusammenhang zwischen nominalen Zinssätzen und Inflationserwartungen. Fisher zeigt in einem einfachen Modell mit zwei Perioden, dass der nominale Zinssatz $i(t,m)$ gleich der Summe aus dem Realzinssatz r und den durchschnittlichen Inflationserwartungen $E_t\Pi(t,m)$ ist:

$$i(t,m)=r(t,m)+E_t\Pi(t,m). \qquad (8)$$

Falls die Realzinssätze konstant und die Erwartungen rational sind, kann die Fisher-Beziehung in Gleichung (8) zu

$$\Pi(t,m)-\Pi(t,n)=a+b\big(i(t,m)-i(t,n)\big)+\varepsilon(t) \qquad (9)$$

und

$$\Pi(t,m)-\Pi(t,1)=c+d\big(i(t,m)-\Pi(t,1)\big)+\gamma(t) \qquad (10)$$

erweitert werden, wobei $\varepsilon(t)$ und $\gamma(t)$ mit der Vergangenheit nicht korrelierte Prognosefehler sind. Wir nehmen an, der Realzins bleibe konstant. Es ist unmöglich, den Realzins in der Schweiz direkt zu messen, da keine (preisniveau-)indexierten Obligationen herausgegeben werden.[6]

Die erste Gleichung besagt, dass die Differenz zwischen den Kassasätzen mit Laufzeiten m und n die Differenz zwischen der durchschnittlichen Inflation für die nächsten m Perioden und jener der nächsten n Perioden zu prognostizieren vermag. Gleichungen wie diese wurden beispielsweise von Mishkin (1990) und Jorion und Mishkin (1991) verwendet. Diese Studien fanden, dass b meistens signifikant von null verschieden ist, d. h., dass die Steigung der Zinskurve in der Tat als Indikator für die zukünftige Inflation verwendet werden kann.

Die zweite Gleichung stellt einen Zusammenhang zwischen der Differenz aus dem Kassasatz mit Laufzeit m und der heutigen Inflationsrate einerseits und der Veränderung der durchschnittlichen Inflationsrate für die nächsten m Zeiteinheiten andererseits her. Falls $d \neq 0$, kann aus der Zinskurve und der heutigen Inflation die zukünftige Inflation vorhergesagt werden. Engsted (1995) testete Gleichung (10) für mehrere Länder und fand, dass d meistens von null verschieden ist.

Leider können diese beiden Gleichungen für die Schweiz ökonometrisch nicht getestet werden, da die benötigten Kassasätze erst ab 1994 zur Verfügung stehen. Der Grund liegt darin, dass es vor 1994 nicht genügend unkündbare Obligationen gab, mit denen Kassazinskurven geschätzt werden können. Die schweizerischen Daten können daher nur anhand von Grafiken untersucht werden.[7]

Zunächst soll Abbildung 2 anhand von Gleichung (9) analysiert werden. Die Gleichung besagt, dass eine sehr flache Zinskurve auf keine Zunahme der zukünftigen Inflationsrate hindeutet. Je grösser die Differenz zwischen Langfrist- und Kurzfristzinsen, desto eher muss mit einer Zunahme der durchschnittlichen Inflationsrate gerechnet werden. Diese Differenz vergrösserte sich zwischen Herbst 1994 und Anfang 1996. Seither hat sie sich wieder leicht verringert, blieb aber positiv. Gemäss Gleichung (9) bedeutet dies, dass die Inflation langfristig höher sein wird als heute. Das Verhältnis der kurzfristigen Sätze mit einer Laufzeit von weniger als zwei Jahren hat sich indessen kaum verändert, d. h., für die nächsten zwei Jahre erwarten die Märkte keine Zunahme der Inflation. Demgegenüber ist die Zunahme der Differenz zwischen Fünf- und Zehnjahressatz ein Indiz dafür, dass die langfristige Durchschnittsinflation höher sein wird als die Inflation über die nächsten fünf Jahre.

Zur Analyse von Gleichung (10) werden zusätzliche Angaben über vergangene Inflationsraten benötigt. Anfang 1994 betrug die Inflationsrate in der Schweiz 2,1%, Mitte 1994 reduzierte sie sich bereits auf 0,5%, bevor sie bedingt durch die Einführung der Mehrwertsteuer 1995 auf durchschnittlich 1,8% anstieg. Seit Februar 1996 bewegt sich die Inflationsrate zwischen 0,5% und 0,9%.

Bezogen auf die Zehnjahresfrist kann aus Abbildung 2 abgelesen werden, dass $i(t,10)-\Pi(t,1)$ im Januar 1994 rund 2% und im April 1997 rund 3% betrug. Falls $d=1$, bewegen sich die Inflationserwartungen mit dem Zeitverlauf der Kassasätze mit der entsprechenden Laufzeit. Ist $d=0$, so ist die Inflationserwartung über jeden Zeitraum gleich der gegenwärtigen Inflation und der Konstante c. Für alle Werte von d zwischen null und eins deutet die Entwicklung auf einen Rückgang der Inflationserwartungen zwischen 1994 und heute hin. Seit 1996 sind die Inflationserwartungen ungefähr stabil.

In bezug auf die Ausführungen über die Gleichungen (9) und (10) müssen einige Einschränkungen beachtet werden. Wie erwähnt, beruhen sie auf der

[6] Grossbritannien, Israel und die Vereinigten Staaten emittieren gerade deshalb Obligationen, deren Auszahlungen an die Inflation gebunden sind, damit aus dem Vergleich der Zinskurven von nichtindexierten und indexierten Obligationen Angaben über Realzinssätze und Inflationserwartungen abgeleitet werden können (siehe dazu Deacon und Derry, 1994b).

[7] Für die Vereinigten Staaten stehen solche Reihen bereits ab den frühen sechziger Jahren zur Verfügung, so dass das empirische Testen solcher Beziehungen gut möglich ist.

fragwürdigen Annahme, dass der Realzinssatz konstant ist. Es ist durchaus möglich, dass sich der Realzins im Konjunkturverlauf prozyklisch verhält. Auch unterliegen die schweizerischen Zinssätze einem gewissen Einfluss vom Ausland. Immer wieder kann beobachtet werden, dass sich eine Veränderung gewisser ausländischer Zinssätze auch auf die Schweiz überträgt, ohne dass sich an den inländischen Parametern etwas verändert hätte. Ein weiterer Punkt ist, dass die Schätzparameter im Zeitverlauf nicht unbedingt konstant sind und vom Verhalten der Notenbank beeinflusst werden können. Reagiert die Notenbank nicht immer gleich auf eine Erhöhung der langen Sätze, werden die Parameterwerte stark vom Beobachtungszeitraum abhängen (siehe dazu Mehra, 1997).

Terminsätze und zukünftige Inflation

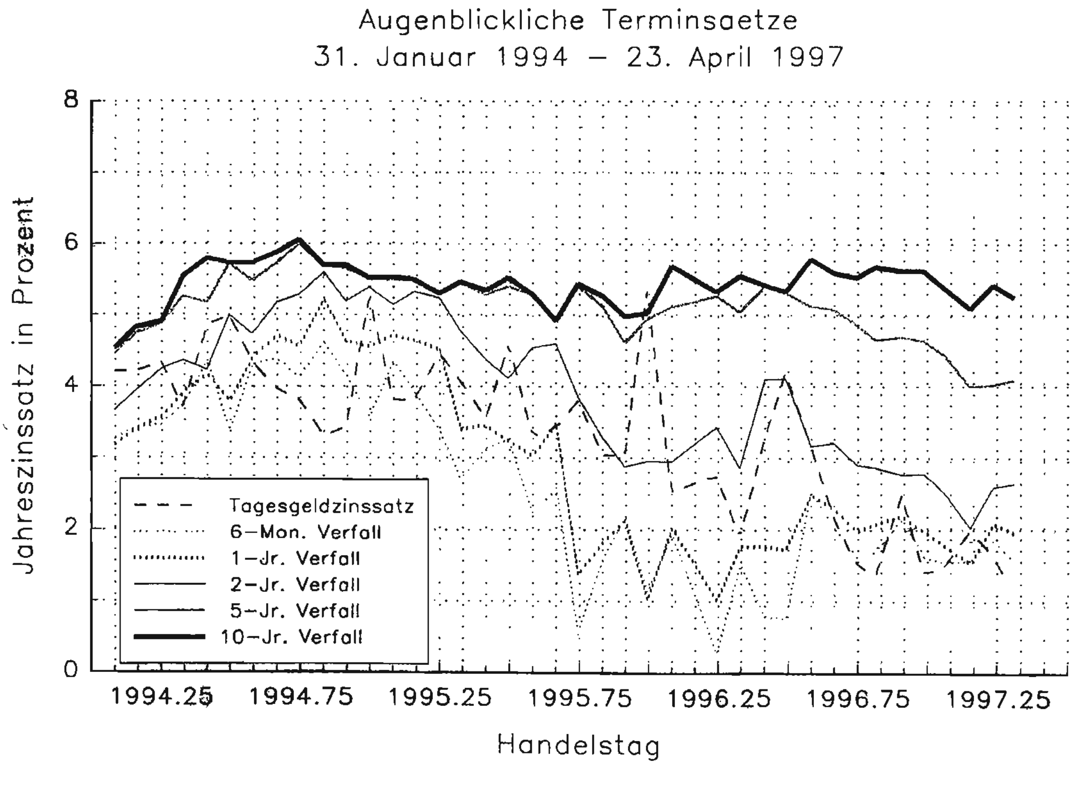
Als drittes geldpolitisches Analysekonzept von Zinskurven werden in diesem Abschnitt die Terminsätze besprochen. Aufbauend auf der Erwartungstheorie (siehe Gleichung [7]) und dem Zusammenhang zwischen Termin- und Kassasätzen kann postuliert werden, dass

$$E_t i(t',m)=f(t,t',t'+m)+\phi \qquad (11)$$

ist. Der zum Zeitpunkt t für t' erwartete Kassazinssatz für eine Anlage von m Perioden ist gleich der Summe aus einer Konstanten ϕ und dem in t gebildeten Terminsatz für die Periode t' bis $t'+m$. Die Konstante ϕ ist als Risikoprämie zu verstehen, die sowohl vom Erwartungshorizont als auch von der Laufzeit abhängt. Empirische Schätzungen dieser Beziehung für mehrere Länder wurden u. a. in Jorion und Mishkin (1991) durchgeführt.

In Abbildung 3 sind die augenblicklichen Terminsätze für den Zeitraum von Januar 1994 bis April 1997 dargestellt. Da $i(t,0)=f(t,t,0)$ ist, können wir den Terminsatz des Tagesgeldes als kürzesten

Abbildung 3



Kassasatz verwenden. Basierend auf Gleichung (11) ist die Veränderung des augenblicklichen Terminsatzes mit einer Laufzeit t'-t gleichbedeutend mit der erwarteten Veränderung der Tagessätze zwischen t' und $t'+1$. Abbildung 3 zeigt, dass die augenblicklichen Terminsätze mit einer Laufzeit von zehn Jahren seit Herbst 1994 ziemlich konstant sind. Dies bedeutet, dass die gelockerte Geldpolitik der SNB noch nichts an den langfristigen Erwartungen über das Niveau der kurzfristigen Zinssätze geändert hat. Gingen die Märkte davon aus, dass die SNB langfristig eine höhere Durchschnittsinflation zulässt, müssten diese Terminsätze ansteigen.

Die Fünfjahres-Terminsätze verliefen auch nach Beginn der expansiveren Geldpolitik auf ihrem alten Niveau. Seit Sommer 1996 haben sie jedoch leicht nachgegeben. Dies deutet gemäss Gleichung (11) darauf hin, dass die Märkte ihre Erwartungen über die mittelfristige Zinsentwicklung geändert haben. Sie haben die Zeitspanne, für die tiefe Zinssätze erwartet werden, ausgedehnt. Dies bedeutet, dass die Märkte jetzt davon ausgehen, dass es länger als zuvor erwartet dauern wird, bis die Nationalbank die monetären Zügel wieder straffen wird.

Die zweijährigen Terminsätze sind seit Anfang 1995 gefallen. Wie schon bei den fünfjährigen augenblicklichen Terminsätzen impliziert dieser Rückgang, dass die Märkte die Erwartungen über die Dauer der monetären Expansionsphase verlängert haben. Die Terminsätze mit einer Laufzeit von einem Jahr verlaufen seit Herbst 1995 konstant. Gerade diese Entwicklung zeigt jedoch, dass sich die Erwartungen ex-post nicht immer als richtig erweisen müssen. Der Rückgang des Tagessatzes in der zweiten Jahreshälfte 1996 wurde von den Terminsätzen nicht vorhergesagt.

Schlussbemerkungen

In diesem Aufsatz wurde gezeigt, wie aus den Sekundärmarktpreisen von Obligationen sogenannte Kassa- und Terminzinssätze hergeleitet werden können. Die geschätzten Zinskurven wurden in bezug auf ihre Aussagekraft für die Geldpolitik untersucht.

Die Analyse der Zinskurven mit drei verschiedenen Konzepten ergab, dass die Märkte, trotz der gelockerten Geldpolitik der SNB, nicht mit einem Anstieg der Inflation rechnen. Sie erwarten im Gegenteil, dass die Inflation in den nächsten Jahren tief bleiben und nur leicht über das heutige Niveau steigen wird. Die Terminzinssätze deuten an, dass die Märkte seit Sommer 1996 nicht mehr von einer baldigen Straffung des geldpolitischen Kurses ausgehen.

Diese Resultate sind mit einer gewissen Vorsicht zu geniessen. Aufgrund der Kürze der Datenreihe konnten keine ökonometrischen Analysen durchgeführt werden. Zudem immer unterstellt, dass die Märkte ihre Erwartungen korrekt bilden, was bekannterweise nicht immer der Fall ist.

Literaturverzeichnis

Büttler, Hans-Jürg. 1995. "Evaluation of Callable Bonds". *The Economic Journal* 105: 903–915.

Campbell, John, Lo, Andrew, und MacKinlay, A. Craig. 1997. *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.

Cox, John, Ingersoll, Jonathan, und Ross, Stephen. 1981. "A Re-Examination of Traditional Hypotheses about the Term Structure of Interest Rates". *Journal of Finance* 36 (4): 769–799.

Deacon, Mark, und Derry, Andrew. 1994a. Estimating the Term Structure of Interest Rates. *Bank of England Working Paper Series*. 24.

Deacon, Mark, und Derry, Andrew. 1994b. Deriving Estimates of Inflation Expectations from the Prices of UK Government Bonds. *Bank of England Working Paper Series*. 23.

Engsted, Tom. 1995. "Does the Long-Term Interest Rate Predict Future Inflation?". *The Review of Economics and Statistics:* 42–54.

Estrella, Arturo, und Mishkin, Frederic. 1996. "The Yield Curve as a Predictor of U.S. Recessions". *Current Issues in Economics and Finance, Federal Reserve Bank of New York* 2 (7): 1–6.

Fabozzi, Frank, und Fabozzi, T. Dessa. 1989. *Bond Markets, Analysis and Strategies*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

Fisher, Irving. 1907. *The Rate of Interest.* New York, MacMillan Company.

Gibson-Asner, Raijna. 1990. "Valuing Swiss Default-Free Callable Bonds". *Journal of Banking and Finance* 14: 649–672.

Goodfriend, Marvin. 1993. "Interest Rate Policy and the Inflation Scare Problem: 1979–1992". *Economic Quarterly, Federal Reserve Bank of Richmond* 79/1: 1–24.

Ireland, Peter. 1996. "Long-Term Interest Rates and Inflation: A Fisherian Approach". *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly* 82 (1): 21–35.

Jorion, Philippe, und Mishkin, Frederic. 1991. "A Multicountry Comparison of Term-Structure Forecasts at Long Horizons". *Journal of Financial Economics* 29: 59–80.

Mehra, Yash. 1997. The Bond Rate and Actual Future Inflation. *Federal Reserve Bank of Richmond, Working Paper Series*. 97–3.

Mishkin, Frederic. 1990. "The Information in the Longer Maturity Term Structure about Future Inflation". *The Quarterly Journal of Economics* 105 (3): 815-828.

Nelson, Charles, und Siegel, Andrew. 1987. "Parsimonious Modeling of Yield Curves". *Journal of Business* 60 (4): 473–489.

Shiller, Robert. 1979. "The Volatility of Long-Term Interest Rates and Expectations Models of the Term Structure". *Journal of Political Economy* 87 (6): 1190–1219.

Shiller, Robert, und McCulloch, J. Huston. 1990. The Term Structure of Interest Rates. *Handbook of Monetary Economics*. Hrsg.: B. M. Friedman und F. H. Hahn, Elsevier Science Publishers. 1: 627–722.

Svensson, Lars. 1994. Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992–1994. *NBER Working Paper Series,* Nr. 4871.

Svensson, Lars. 1995. "Estimating Forward Interest Rates with the Extended Nelson & Siegel Method". *Sveriges Riksbank Quarterly Review* (3): 13–26.