

Geldpolitische Indikatoren an der Zinsuntergrenze auf Basis von Zinsstrukturmodellen

Verlässliche Informationen über den geldpolitischen Kurs sind für sachgerechte geldpolitische Entscheidungen unverzichtbar. Zu diesem Zweck messen geldpolitische Indikatoren den Expansions- oder Restriktionsgrad der Geldpolitik und bilden die Grundlage für Analysen zur Wirkung der Geldpolitik auf Realwirtschaft und Inflation. Typischerweise wird hierfür ein kurzfristiger Zinssatz verwendet, da dieser als Ansatzpunkt der Leitzinsen dient.

Um Preisstabilität zu wahren, hat das Eurosystem in Reaktion auf die Finanz- und Staatsschuldenkrise jedoch neben der Absenkung der Leitzinsen zusätzlich eine Reihe expansiver Sondermaßnahmen ergriffen. Mit zunehmendem Einsatz dieser unkonventionellen Maßnahmen verlor der kurzfristige Zinssatz über die Zeit an Informationsgehalt als geldpolitischer Indikator, somit wuchs der Bedarf an alternativen Messgrößen. Dies gilt in besonderem Maße für die geldpolitischen Anleihekaufprogramme, da sie, nachdem die Zinsuntergrenze im Kurzfristbereich erreicht war, auf die Senkung des längerfristigen Zinsniveaus abzielen.

Geldpolitische Indikatoren, die solche Maßnahmen berücksichtigen, können grundsätzlich mithilfe von Zinsstrukturdaten in Verbindung mit geeigneten theoretischen Modellen berechnet werden. Beispiele aus der jüngeren Forschung sind der kurzfristige „Schattenzins“, der sogenannte „Crossing-Zeitpunkt“ und der „effektive geldpolitische Stimulus“. Sie werden in diesem Aufsatz dargestellt und hinsichtlich ihres Informationsgehalts und Nutzens für die Geldpolitik diskutiert. Alles in allem zeigt sich, dass die Ableitung und Schätzung dieser Indikatoren mit einer hohen Unsicherheit verbunden sind. Dennoch deuten die einzelnen Indikatoren einheitlich darauf hin, dass das Eurosystem mit seinen Maßnahmen den Expansionsgrad des geldpolitischen Kurses weiter erhöhen konnte.

Geldpolitische Indikatoren dienen zwar dazu, den geldpolitischen Kurs zu messen, für sich genommen erlauben sie aber keine Aussage darüber, ob dieser geldpolitische Kurs angemessen ist. Hierzu berücksichtigt die geldpolitische Strategie des Eurosystems eine Vielzahl von Konjunktur-, Preis-, Kredit- und Finanzindikatoren, die hinsichtlich ihrer Implikationen für die mittelfristigen Inflationssichten interpretiert werden und schließlich eine Einschätzung über die Angemessenheit der geldpolitischen Ausrichtung möglich machen.

■ Einleitung

Reaktionen des Eurosystems auf Finanz- und Staatsschuldenkrise

In Reaktion auf die Finanz- und Staatsschuldenkrise hat das Eurosystem seit dem Jahr 2007 neben der Absenkung der Leitzinsen eine Reihe von Sondermaßnahmen ergriffen, um vor dem Hintergrund seines Zieles der Wahrung von Preisstabilität den negativen Auswirkungen auf das Finanzsystem und der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zu begegnen. Während die Sondermaßnahmen bis Juni 2014 im Wesentlichen auf die Sicherstellung eines funktionierenden geldpolitischen Transmissionsprozesses abstellten, wurde danach angesichts gedämpfter mittelfristiger Inflationsaussichten und fallender marktbasierter Inflationserwartungen neben weiteren Absenkungen der geldpolitischen Leitzinsen auch eine Reihe Sondermaßnahmen beschlossen, die explizit darauf abzielten, den Expansionsgrad der Geldpolitik weiter zu erhöhen.¹⁾

Seit Juni 2014 gezielte längerfristige Refinanzierungsgeschäfte und Wertpapierankaufprogramme

Darunter fielen die Einführung zweier Serien gezielter längerfristiger Refinanzierungsgeschäfte (GLRG), das Programm zum Ankauf forderungsbesicherter Wertpapiere (ABSPP), das dritte Programm zum Ankauf gedeckter Schuldverschreibungen (CBPP3) sowie der Beschluss des erweiterten Kaufprogramms für Vermögenswerte (APP) im Januar 2015. Letzteres umfasst neben den schon bestehenden Programmen ABSPP und CBPP3 auch das später aufgelegte Programm zum Ankauf von Unternehmensanleihen (CSPP) und das mit Blick auf das Programmvolumen bedeutendste Element, das Programm zum Ankauf von Wertpapieren des öffentlichen Sektors (PSPP). Im Dezember 2016 entschied der EZB-Rat, das APP bis Dezember 2017 oder erforderlichenfalls darüber hinaus fortzuführen und in jedem Fall so lange, bis der EZB-Rat eine nachhaltige Korrektur der Inflationsentwicklung erkennt, die mit seinem Inflationsziel im Einklang steht. Dabei strebt er an, mittelfristig Inflationsraten von unter, aber nahe 2% zu erreichen.

Für die Geldpolitik ist es entscheidend, eine kontinuierliche Einschätzung der Wirkungen ihrer Maßnahmen und damit der Angemessenheit des geldpolitischen Kurses treffen zu kön-

nen. Hierfür muss sie in der Lage sein, den geldpolitischen Kurs möglichst in Echtzeit zu messen. Bis zur Finanzkrise ließ sich dieser recht gut an den kurzfristigen Zinsen ablesen. Um darüber hinaus eine Aussage über die Angemessenheit treffen zu können, wurde die Veränderung der kurzfristigen Zinsen zusammen mit weiteren Konjunktur-, Preis-, Kredit- und Finanzindikatoren vor dem Hintergrund ihrer Implikationen für die mittelfristigen Inflationsaussichten interpretiert. In einem Umfeld einer Vielzahl geldpolitischer Sondermaßnahmen ist die Messung des geldpolitischen Kurses jedoch weit anspruchsvoller. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich die Geldpolitik an der Zinsuntergrenze befindet und deswegen versucht, weniger über die Veränderung der Leitzinsen als vielmehr über den Einsatz von unkonventionellen Maßnahmen den geldpolitischen Kurs zu ändern.

Messung des geldpolitischen Kurses vor dem Hintergrund der Vielzahl der Sondermaßnahmen als Herausforderung

Dieser Aufsatz stellt ausgewählte alternative Indikatoren zur Messung des geldpolitischen Kurses vor und diskutiert ihre jeweiligen Stärken und Schwächen. Aufgrund der Bedeutung der langfristigen Zinsen für die geldpolitische Transmission und des Fokus bedeutender geldpolitischer Sondermaßnahmen auf das längerfristige Zinsniveau basieren die vorgestellten Indikatoren auf Zinsstrukturinformationen, das heißt auf Zinsdaten unterschiedlicher Laufzeiten. Darauf aufbauend wird gezeigt, in welchem Ausmaß diese Indikatoren vor dem Hintergrund der beschlossenen Maßnahmen des Eurosystems im Niedrigzinsumfeld eine Veränderung des geldpolitischen Kurses über die Zeit signalisieren.

■ Zur Messung der geldpolitischen Ausrichtung an der Zinsuntergrenze

Auf Preisstabilität ausgerichtete Notenbanken benötigen zur Einschätzung der aktuellen geld-

¹ Vgl.: Deutsche Bundesbank, Zu den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der quantitativen Lockerung im Euro-Raum, Monatsbericht, Juni 2016, S. 29–54.

Geldpolitische Strategie des Eurosystems orientiert sich an breiten Analysen zur mittelfristigen Inflationseinschätzung

politischen Situation zum einen Indikatoren, die Informationen über die zukünftige Entwicklung der Inflationsrate widerspiegeln. Im Umfeld langer und über die Zeit variabler Wirkungsverzögerungen der Geldpolitik und eines nur unvollständigen Wissens über möglicherweise geänderte Strukturzusammenhänge in einer Volkswirtschaft sind diese Informationen und ihre Implikationen für die Preisentwicklung besonders unsicher. So orientiert sich die geldpolitische Strategie des Eurosystems an breit angelegten Analysen der Inflationsperspektiven und berücksichtigt eine Vielzahl von Konjunktur-, Preis-, Kredit- und Finanzindikatoren, die mit Blick auf ihre Implikationen für die mittelfristigen Inflationsaussichten interpretiert werden.

Bis zum Ausbruch der Krise war der kurzfristige Zins ein sehr informativer Indikator, ...

Darüber hinaus benötigen die Notenbanken Indikatoren, die ihnen eine direkte Einschätzung der Wirkungen ihrer Politik erlauben. Typischerweise wird dabei ein enger Zusammenhang zwischen dem geldpolitischen Instrumenteneinsatz und den allgemeinen Finanzierungsbedingungen sowie zwischen letzteren und der konjunkturellen Entwicklung unterstellt.²⁾ In vereinfachter Betrachtung signalisiert die Geldpolitik eine Veränderung des geldpolitischen Kurses durch eine Veränderung der Leitzinssätze. Sie steuert dadurch die gegenwärtigen kurzfristigen Zinsen und beeinflusst auch die Erwartungen über deren zukünftigen Verlauf. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die Entwicklung der langfristigen Zinsen und – über veränderte allgemeine Finanzierungsbedingungen – das makroökonomische Umfeld sowie die Kreditdynamik. Damit wird der kurzfristige Zinssatz in der Regel als ausreichend informativer Indikator zur Messung des geldpolitischen Kurses angesehen; entsprechend findet er in der theoretischen wie auch empirischen Diskussion typischerweise breite Anwendung bei der Analyse geldpolitischer Wirkungen.³⁾

Vor dem Hintergrund der Finanz- und Staatsschuldenkrise verlor der kurzfristige Zinssatz zunehmend an Informationsgehalt für den geldpolitischen Kurs. Dies galt vor allem beim Einsatz geldpolitischer Sondermaßnahmen in

einem Umfeld, in welchem der Spielraum für weitere Leitzinssenkungen durch die Zinsuntergrenze zunehmend begrenzt wurde. So sind einige der unkonventionellen Maßnahmen darauf ausgerichtet, den erwarteten Pfad der kurzfristigen Zinsen zu beeinflussen, die in den längerfristigen Zinssätzen eingepreisten Fälligkeits-, Kreditrisiko-, oder Liquiditätsrisikoprämien zu reduzieren oder auch über gezielte langfristige Refinanzierungsgeschäfte die Finanzierungssituation der Banken zu verbessern und damit das Kreditangebot zu erhöhen.

Konkret zielt das PSPP darauf ab, die langfristigen Wertpapierrenditen über eine Absenkung der von den Marktteilnehmern geforderten Terminprämien zu reduzieren, die mit der Übernahme von Zinsänderungsrisiken verbunden sind („Durationskanal“).⁴⁾ Darüber hinaus verspricht sich das Eurosystem von den Käufen, dass die Marktteilnehmer – zusätzlich zur Kommunikation über die zukünftige Entwicklung der Leitzinsen („Forward Guidance“) – auch die Ankündigung und Umsetzung von Wertpapierkäufen als Indiz dafür sehen, dass das Eurosystem

... er verlor beim Einsatz von Sondermaßnahmen aber zunehmend an Informationsgehalt

Notwendigkeit alternativer geldpolitischer Indikatoren

² Für eine umfassende Darstellung der Transmission geldpolitischer Impulse, insbesondere auch über den Wechselkurskanal, vgl.: Deutsche Bundesbank (2016), a. a. O., S. 35; Deutsche Bundesbank, Die Rolle von Banken, Nichtbanken und Zentralbank im Geldschöpfungsprozess, Monatsbericht, April 2017, S. 26 ff.; sowie Deutsche Bundesbank, Anleihekäufe des Eurosystems und der Wechselkurs des Euro, Monatsbericht, Januar 2017, S. 13–40.

³ Vgl.: M. Woodford (2003), Interest and Prices, New York: Princeton University Press; F. Smets und R. Wouters (2003), An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area, Journal of the European Economic Association 1, S. 1123–1175; L.J. Christiano, M. Eichenbaum und C.L. Evans (2005), Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy, Journal of Political Economy 113, S. 1–45. Zudem wird der kurzfristige Zins häufig als geldpolitischer Indikator in Relation zu ausgewählten Referenzwerten gesetzt, um so grob einschätzen zu können, wie angemessen der geldpolitische Kurs ist. Siehe hierzu: J. Taylor (1993), Discretion versus policy rules in practice, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 39, S. 195–214; Deutsche Bundesbank, Taylor-Zins und Monetary Conditions Index, Monatsbericht, April 1999, S. 47–63; T. Laubach und J. Williams (2003), Measuring the natural rate of interest, Review of Economics and Statistics 85, S. 1063–1070; sowie A.A. Weber, W. Lemke und A. Worms (2008), How useful is the concept of the natural real rate of interest for monetary policy?, Cambridge Journal of Economics 32, S. 49–63.

⁴ Für eine detaillierte Diskussion zur Wirkungsweise der quantitativen Lockerung und für weiterführende Literatur vgl.: Deutsche Bundesbank (2016), a. a. O.

den expansiven geldpolitischen Kurs und insbesondere das niedrige Niveau der kurzfristigen Zinsen für einen längeren Zeitraum beibehalten wird („Signalkanal“).

Zinsstrukturmodellierung an der Zinsuntergrenze

Untersuchung der Effekte geldpolitischer Maßnahmen auf gesamte Zinsstrukturkurve ...

Die Analyse der Zinsbewegungen entlang der Zinsstrukturkurve liefert wertvolle Erkenntnisse über die Wirkungen geldpolitischer Maßnahmen. Mithilfe von Zinsstrukturmodellen kann untersucht werden, wie sich Leitzinsänderungen und unkonventionelle, auf die gesamte Zinsstrukturkurve ausgerichtete Maßnahmen auf die Zinssätze unterschiedlicher Laufzeiten übertragen. Dabei können die Modelle Auskunft darüber geben, inwiefern die beobachteten Zinsen von den tatsächlichen Zinserwartungen der Marktakteure beeinflusst werden und welcher Teil der Zinsen Kompensation für die Übernahme von Risiken darstellt.⁵⁾ Vor allem ist es mithilfe von Zinsstrukturmodellen möglich, für die Messung des geldpolitischen Kurses die Erkenntnisse aus den Zinsbewegungen in einzelnen Indikatoren zu verdichten und damit zusammenzufassen.

... mithilfe von Zinsstrukturmodellen

Bereits vor dem Übergang in die Niedrigzinsphase hatten sich die sogenannten affinen, das heißt linearen Zinsstrukturmodelle als weit verbreitetes Standardmodell für die Untersuchung der Zinsstrukturkurve bei vielen Notenbanken etabliert.⁶⁾ Diese Modelle beschreiben den Verlauf der Zinsstrukturkurve unter der Bedingung der Arbitrage-Freiheit⁷⁾ mithilfe einiger weniger Einflüsse, die grundsätzlich auch nicht beobachtbar sein können. Diese sogenannten „latenten Faktoren“ sind ökonomisch nicht genau spezifiziert, das heißt, es ist nicht exakt bestimmbar, in welchem ökonomischen Zusammenhang sie zur Zinsstruktur stehen. Sie müssen jedoch gewisse statistische Eigenschaften besitzen (und häufig ist es möglich, im Nachhinein anhand ihres zeitlichen Profils Rückschlüsse auf ökonomische Beziehungen zu ziehen).⁸⁾ Mithilfe dieser latenten Faktoren lässt

sich die Zinsstrukturkurve sehr genau bestimmen, und zwei bis drei derartiger Faktoren reichen hierzu zumeist aus. Dabei wird die Variation der Zinsverläufe unterschiedlicher Laufzeiten mittels statistischer Verfahren in wenige „Faktoren“ zusammengefasst und für die Schätzungen der Zinsstrukturmodelle nutzbar gemacht. Die Zinsen sind dabei affine Funktionen eben dieser Faktoren, das heißt, sie stehen annahmegemäß in einem linearen Zusammenhang mit ihnen. Zinserwartungen können über eine Prognose der Faktoren generiert werden.

Mit der Linearitätsannahme unterstellen affine Zinsstrukturmodelle implizit, dass Zinsen und Zinserwartungen grundsätzlich beliebig negativ werden können. Die Zinsuntergrenze stellt daher ein Problem für diese Art der Zinsstrukturmodellierung dar, weil der tatsächliche Verlauf der Zinsen diese Linearitätsannahme infrage stellt. Zudem hat dies auch Implikationen für die Modellierung der Erwartungen über die zukünftige Zinsentwicklung, weil die Zinserwartungen Werte unterhalb der Zinsuntergrenze annehmen können. Des Weiteren wird in den affinen Modellen angenommen, dass die Volatilität der Zinsen über die Zeit konstant ist. An der Zinsuntergrenze dürften aber insbesondere die kurzfristigen Zinsen auf diesem Niveau verharren und damit eine geringere Variabilität

Affine Zinsstrukturmodelle können den Verlauf des kurzfristigen Zinses im Niedrigzinsumfeld nur bedingt beschreiben

⁵ Risikoaufschläge werden je nach Wertpapierart insbesondere für das Risiko einer unerwarteten Änderung zukünftiger kurzfristiger Zinsen, einer unerwarteten Inflationsentwicklung, aber auch für das Risiko eines Zahlungsausfalls oder für den Mangel einer raschen Veräußerungsmöglichkeit in einem Umfeld fallender Marktliquidität verlangt.

⁶ Vgl.: Deutsche Bundesbank, Bestimmungsgründe der Zinsstruktur – Ansätze zur Kombination arbitragefreier Modelle und monetärer Makroökonomik, Monatsbericht, April 2006, S. 15–29; D.H. Kim und J.H. Wright (2005), An arbitrage-free three-factor term structure model and the recent behavior of long-term yields and distant-horizon forward rates, Federal Reserve System Finance and Economics Discussion Series 2005–33; oder T. Adrian, R. K. Crump und E. Moench (2013), Pricing the term structure with linear regressions, Journal of Financial Economics 110, S. 110–138.

⁷ Unter der Bedingung der Arbitrage-Freiheit ist zu verstehen, dass das Halten von Portfolios mit gleichem Auszahlungsstrom, aber unterschiedlichen Wertpapierpositionen keine risikolosen Gewinne ermöglicht.

⁸ Im statistischen Sinn können diese Faktoren als Niveau-, Steigungs- und Krümmungsfaktoren interpretiert werden. Vgl.: R. Litterman und J. Scheinkman (1991), Common factors affecting bond returns, Journal of Fixed Income, 1, S. 54–61.

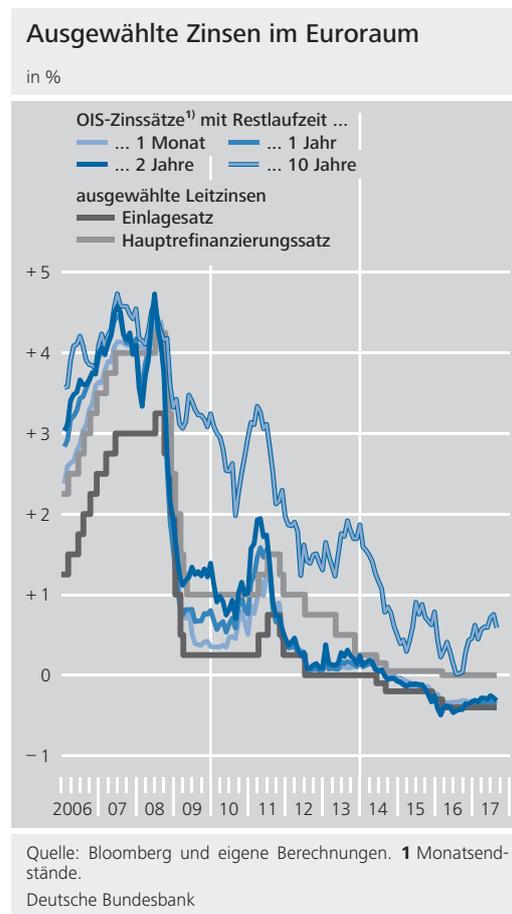
aufweisen als in Phasen, in welchen die Zinsen deutlich oberhalb einer Zinsuntergrenze verlaufen.⁹⁾

Explizite Berücksichtigung einer effektiven Zinsuntergrenze

Vor diesem Hintergrund hat sich zur Analyse der Zinsdynamik entlang des Laufzeitenspektrums in den letzten Jahren zunehmend der Gebrauch sogenannter „Zinsuntergrenzen“-Modelle verbreitet. Diese Modellklasse berücksichtigt das oben beschriebene Verhalten der kurzfristigen Zinsen im Niedrigzinsumfeld durch die Einführung eines kurzfristigen Schattenzinses und einer Zinsuntergrenze (siehe die Ausführungen auf S. 18 ff. sowie die Erläuterungen auf S. 24 ff.).¹⁰⁾ Annahmegemäß entspricht der kurzfristige Schattenzins dem tatsächlich beobachteten kurzfristigen Zins, solange dieser über der Zinsuntergrenze liegt.¹¹⁾ Verharrt der kurzfristige Zins an der Zinsuntergrenze, sinkt der kurzfristige Schattenzins gemäß seiner linearen Beziehung zu den statistischen Faktoren darunter. Damit hängt auch der erwartete Pfad der Kurzfristzinsen von der Wahrscheinlichkeit ab, mit der der kurzfristige Schattenzins über oder unter der Zinsuntergrenze liegt. Entsprechend ist die Verteilung möglicher Realisationen des erwarteten Kurzfristzinses auf Werte oberhalb der Zinsuntergrenze beschränkt, was für eine plausible Modellierung der Zinserwartungen an der Zinsuntergrenze zentral ist. Im Ergebnis beeinflusst die Zinsuntergrenze dabei die Verteilung der zukünftigen möglichen Zinsrealisationen schon deutlich bevor die Untergrenze tatsächlich erreicht ist. Dieser Einfluss verstärkt sich im Zuge der Annäherung der Zinserwartungen an diese Untergrenze.

OIS-Zinsen als risikofreie Benchmarkzinsen im Euroraum

Das nebenstehende Schaubild zeigt die jüngere Zinsentwicklung im Euroraum auf Grundlage der OIS-Zinsstrukturkurve (Overnight-Index-Swap).¹²⁾ OIS-Zinssätze basieren auf Tauschkontrakten, bei denen sich zwei Parteien auf den Tausch eines fixen Zinses gegen eine Abfolge von variablen Zinsen einigen. Die Abfolge der variablen Zinsen wird dabei auf den EONIA-Satz¹³⁾ indiziert. Da zum Ende der Vertragslaufzeit lediglich die Zinszahlungen bezogen auf einen festzulegenden Nominalbetrag getauscht



werden, tragen OIS-Kontrakte für gewöhnlich kein oder nur in sehr geringem Ausmaß ein Kontrahentenrisiko mit sich. Die Kontrakte werden wegen dieser Eigenschaft nicht als Wertaufbewahrungsmittel genutzt, und so können ihre Preise in Krisenzeiten auch nicht von Fluchtmotiven zugunsten sehr sicherer und liquider

⁹ Vgl.: L. Krippner (2015), Zero Lower Bound Term Structure Modeling: A Practitioner’s Guide, New York: Palgrave Macmillan US.

¹⁰ Die Idee des Schattenzinses geht zurück auf F. Black (1995), Interest Rates as Options, Journal of Finance 50, S. 1371–1376. Für eine Überführung dieser Idee in ein Zinsstrukturmodell vgl.: D. H. Kim und K. J. Singleton (2012), Term structure models and the zero bound, Journal of Econometrics 170, S. 32–49; J. H. Christensen und G. D. Rudebusch (2015), Estimating shadow-rate term structure models with near-zero yields, Journal of Financial Econometrics 13, S. 226–259; sowie L. Krippner (2015), a. a. O.

¹¹ Der im Folgenden betrachtete kurzfristige (Schatten-)Zins hat eine Laufzeit von einem Monat. Schattenzinsen können für beliebige Laufzeiten hergeleitet werden.

¹² Aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit von OIS-Sätzen vor Juli 2005 werden für den Zeitraum Januar 1999 bis Juni 2005 EURIBOR-Swap-Sätze genutzt.

¹³ Der EONIA ist ein auf Basis tatsächlich getätigter Umsätze berechneter Durchschnittssatz für Tagesgeld im Euro-Interbankengeschäft.

Ein Zinsuntergrenzen-Modell für den Euroraum unter Berücksichtigung von Umfragedaten

Um im Umfeld ausgeprägt niedriger Zinsen nahe der Nullzinslinie die Zinsstrukturkurve zu modellieren, haben sich in den letzten Jahren Zinsuntergrenzen-Modelle als Erweiterung zu den Gauss'schen affinen Mehrfaktorenmodellen etabliert.¹⁾ Mithilfe von Zinsuntergrenzen-Modellen ist es möglich, den Pfad des kurzfristigen Zinses so zu modellieren, dass dieser nicht unter eine vorgegebene Zinsuntergrenze fällt.

Ähnlich zu den Gauss'schen Modellvarianten wird in der Klasse der Zinsuntergrenzen-Modelle unterstellt, dass unter der Bedingung der Arbitrage-Freiheit der Verlauf der Zinsstrukturkurve mithilfe einiger weniger (unbeobachtbarer oder beobachtbarer) Einflussgrößen beschrieben werden kann, die als „Faktoren“ in dem Vektor X_t zusammengefasst werden und dabei einem linearen vektorautoregressiven Bewegungsgesetz folgen. Für dieses Bewegungsgesetz werden im Modell zwei unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsmaße angenommen: Dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß Q steht das sogenannte historische Wahrscheinlichkeitsmaß P gegenüber, welches die tatsächlich beobachtbare Variation der Zinsen generiert.²⁾

Unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß gilt

$$X_t = \mu^Q + \phi^Q X_{t-1} + \Sigma \epsilon_t, \quad (1)$$

mit ϵ_t als standardnormalverteiletem (Gauss'schem) Fehlerterm, μ als Konstante, ϕ als Matrix, die die Korrelation der Faktoren mit den eigenen Vergangenheitswerten beschreibt, und Σ als Parametermatrix, welche die Streuung der Fehlerterme bestimmt. Unter dem historischen Wahrscheinlichkeitsmaß

folgen die Faktoren dem Bewegungsgesetz

$$X_t = \mu^P + \phi^P X_{t-1} + \Sigma \epsilon_t. \quad (2)$$

Der kurzfristige, einperiodige Schattenzins, si_t , ist eine affine, das heißt lineare Funktion eben dieser Faktoren, wobei gilt

$$si_t = \delta_0 + \delta_1' X_t. \quad (3)$$

Der beobachtbare kurzfristige Zinssatz $i_{1,t}$ entspricht dabei diesem Schattenzins, solange dieser oberhalb der (möglicherweise zeitvariablen) Zinsuntergrenze lb_t liegt. Fällt er darunter, gleicht der beobachtbare kurzfristige Zinssatz der Zinsuntergrenze:

$$i_{1,t} = \max(si_t, lb_t). \quad (4)$$

Mithilfe der nichtlinearen Verknüpfung des kurzfristigen Zinses mit dem Schattenzins in Gleichung (4) wird erreicht, dass der kurzfristige Zins nicht unter die Zinsuntergrenze fallen kann. Gleichzeitig kann damit ein längeres Verharren des erwarteten Verlaufs des

¹ Vgl.: D. H. Kim und K. J. Singleton (2012), Term structure models and the zero bound, *Journal of Econometrics* 170, S. 32–49; L. Krippner (2015), *Zero Lower Bound Term Structure Modeling: A Practitioner's Guide*, New York: Palgrave Macmillan US.; J. H. E. Christensen und G. D. Rudebusch (2015), Estimating shadow-rate term structure models with near-zero yields, *Journal of Financial Econometrics* 13, S. 226–259. Für einen Überblick über die Klasse der Gauss'schen affinen Mehrfaktorenmodell vgl. die Erläuterungen in: Deutsche Bundesbank, Gauss'sche affine Mehrfaktoren-Zinsstrukturmodelle, Monatsbericht, Juli 2013, S. 45 ff.
² Bei der Bepreisung der Wertpapiere gewichten die Investoren bestimmte zukünftige Szenarien aus ihrer Risikohaltung heraus über oder unter, sodass bei der Beschreibung der Wertpapierpreise eine andere Dynamik der Faktoren unterstellt wird (Q -Maß). Die Differenz zwischen den Dynamiken unter dem Q - und P -Maß beschreibt dann die Dynamik der Terminprämien.

kurzfristigen Zinses an dieser Zinsuntergrenze abgebildet werden, sofern erwartet wird, dass sich der Schattenzins über einen längeren Zeitraum unter dieser Grenze bewegen wird (siehe Schaubild zu den Schätzergebnissen auf S. 21). Damit hängt der erwartete Pfad der beobachtbaren Kurzfristzinsen von der Wahrscheinlichkeit ab, mit der der erwartete Schattenzins ober- oder unterhalb der Zinsuntergrenze liegt. Entsprechend folgen die erwarteten Kurzfristzinsen einer gestutzten Verteilung, die durch die Zinsuntergrenze beschränkt ist.³⁾ Die Zinssätze mit Laufzeit n ergeben sich aus einer nichtlinearen Funktion in Abhängigkeit der Faktoren X_t zusammen mit den Funktionstermen der Gleichungen (1), (3) und (4)

$$i_{n,t} = g_n(X_t; \mu^Q, \phi^Q, \Sigma, \delta_0, \delta_1, lb_t). \quad (5)$$

Ogleich diese Funktion keine analytische Lösung besitzt, können die Zinsen über eine Approximation der einperiodigen Terminalsätze bestimmt werden.⁴⁾ Sie ergeben sich dann als Durchschnitt der berechneten Terminalsätze

$$i_{n,t} \approx \frac{1}{n} \sum_{h=0}^{n-1} f_{h,t}. \quad (6)$$

Laufzeit- beziehungsweise Terminprämien ergeben sich dann als Differenz der aus dem Modell abgeleiteten Zinsen beziehungsweise Terminalsätze, indem diese jeweils mithilfe der unter dem risikoneutralen und dem historischem Wahrscheinlichkeitsmaß geschätzten Koeffizienten berechnet werden.

Im Folgenden werden die geschätzten Ergebnisse eines solchen Zinsuntergrenzen-Modells für den Euroraum vorgestellt.⁵⁾ Das Modell ist dabei über drei latente Faktoren spezifiziert und nutzt auf dem EONIA-Satz basierende monatliche OIS-Zinssätze mit Restlaufzeiten zwischen einem Monat und zehn Jahren für den Zeitraum Januar 1999

bis August 2017. Die Entwicklung der Zinsuntergrenze wird dem Modell in Form des Verlaufs des Einlagesatzes des Eurosystems direkt vorgegeben.⁶⁾

Um die Modellparameter unter dem historischen Wahrscheinlichkeitsmaß, die zur Bestimmung der modellimpliziten Zinserwartungen und des langfristiges Zinsniveaus gebraucht werden, präziser identifizieren zu können, werden in dieser Spezifizierung zusätzlich umfragebasierte Zinsprognosen berücksichtigt.⁷⁾ Dabei werden die modellimpliziten Zinsprognosen mit laufzeitkongruenten Umfragewerten verknüpft und um

3 Der bedingte Erwartungswert für den kurzfristigen Zins in $t+n$ Perioden ist dabei definiert als

$E_t^P[i_{1,t+n}] = lb_t + \sigma_n^P d((E_t^P[si_{t+n}] - lb_t)/\sigma_n^P)$, wobei gilt $d(x) = x\phi(x) + \Phi(x)$ und $\phi(x)$ den Funktionswert der Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung sowie $\Phi(x)$ den Funktionswert der Dichtefunktion der Standardnormalverteilung darstellt. $E_t^P[si_{t+n}]$ ist dabei der bedingte Erwartungswert des Schattenzinses und σ_n^P die korrespondierende Standardabweichung.

4 Der einperiodige Terminalsatz in h Perioden lässt sich dabei approximieren als

$f_{h,t} \approx lb_t + \sigma_n^Q d((sf_{h,t} - lb_t)/\sigma_n^Q)$. Die Notationen entsprechen den Ausführungen in Fußnote 3. $sf_{h,t}$ ist hierbei der Schattenterminsatz, während σ_n^Q die korrespondierende Standardabweichung darstellt. Vgl.: C.J. Wu und F.D.N. Xia (2016), Measuring the macroeconomic impact of monetary policy at the zero lower bound, *Journal of Money, Credit and Banking* 48, S. 253–291; sowie L. Krippner (2015), a. a. O.

5 Für detaillierte Ausführungen vgl.: F. Geiger und F. Schupp (2017), Euro area term structure decompositions and expected short rate paths – robustness and economic plausibility, mimeo. Hierzu wird das Modell in ein nichtlineares Zustandsraummodell überführt und mithilfe des erweiterten Kalman-Filters im Rahmen eines Maximum-Likelihood-Ansatzes geschätzt.

6 Vgl. hierzu auch: W. Lemke und A. L. Vladu (2016), Below the zero lower bound – a shadow-rate term structure model for the euro area, Diskussionspapier der Deutschen Bundesbank, Nr. 32/2016. Für alternative Spezifikationen der Zinsuntergrenze für den Euroraum vgl. auch: T. Kortela (2016), A shadow rate model with time-varying lower bound of interest rates, *Bank of Finland Research Discussion Paper* 19; sowie C.J. Wu und F.D.N. Xia (2017), Time-varying lower bound of interest rates in Europe, *Chicago Booth Research Paper* 17–06.

7 Vgl.: D. H. Kim und A. Orphanides (2012), Term structure estimation with survey data on interest rate forecasts, *Journal of Financial Quantitative Analysis*, 47, S. 241–272; sowie M. Priebsch (2013), Computing arbitrage-free yields in multi-factor Gaussian shadow-rate term structure models, *Finance and Economic Discussion Series*, Board of Governors of the Federal Reserve System 2013–63.

einen Messfehler zwischen den beiden Größen erweitert, sodass zwar eine gewisse Übereinstimmung der Zinsprognosen aus dem Modell und aus den Umfragen gewährleistet ist, diese aber nicht perfekt übereinstimmen müssen:⁸⁾

$$E_t^P [i_{n,t+j}] = i_{n,t+j}^{Umfrage} + v_t. \quad (7)$$

Hintergrund der Berücksichtigung von Umfragewerten ist die Feststellung aus der Literatur, dass die Modelle häufig mit Datensätzen geschätzt werden, die gemessen an der sehr hohen Persistenz der Zinsen mit nur wenigen Zinszyklen einen zu geringen Betrachtungszeitraum abdecken, um die tatsächliche Variation der Zinsen ausreichend bestimmen zu können. Dies kann mitunter zu geschätzten Ergebnissen im mittleren und langen Laufzeitenbereich führen, wonach die Veränderung der Zinsen fast ausschließlich über Veränderungen in den Laufzeitprämien erklärt werden, während sich die langfristigen Zinserwartungen nur geringfügig bewegen.⁹⁾ Zugleich werden einem Modell, welches mit einem Datensatz geschätzt wird, der sich wie im Euroraum über eine anhaltend lange Phase niedriger Zinsen nahe der Zinsuntergrenze mit zugleich geringer Volatilität charakterisieren lässt, nur sehr wenige Informationen über das langfristige Niveau des erwarteten kurzfristigen Zinses zur Verfügung gestellt.¹⁰⁾ Werden die Zinserwartungen hingegen mit den Umfragedaten verknüpft, ist das Modell mit diesen zusätzlichen Informationen in der Lage, die erwartete Zinsentwicklung präziser zu beschreiben. Vor diesem Hintergrund werden in den Schätzungen kurz- und langfristige umfragebasierte Zinsprognosen berücksichtigt.¹¹⁾

Das Schaubild auf Seite 21 zeigt den aus dem Modell generierten Verlauf des kurzfristigen Zinses im März 2016 sowie im August 2017. Für den ersten der beiden Zeitpunkte

ist ersichtlich, dass der erwartete kurzfristige Schattenzins aufgrund der (erwarteten) Persistenz der Faktoren bis Juli 2019 deutlich im negativen Bereich verlief, aber der kurzfristige Zinspfad aufgrund der gestutzten Verteilungseigenschaft durch die Zinsuntergrenze beschränkt blieb. Dadurch wird auch die Asymmetrie der Verteilung des kurzfristigen Zinses deutlich, wonach sein wahrscheinlichster Pfad (Modalpfad) unter seinem erwarteten Pfad lag. So sahen die Marktteilnehmer es als am wahrscheinlichsten an, dass der kurzfristige Zins noch über mehr als 2,5 Jahre an der Zinsuntergrenze verharren wird, bis er dann graduell ansteigt. Der Verlauf des kurzfristigen Zinses im August 2017 ist kompatibel mit einem Zinspfad-Szenario, in dem der Beschluss des EZB-Rats vom Dezember 2016 voll umge-

8 Umfragebasierte Zinserwartungen können Erwartungen in Marktpreisen nur ungefähr reflektieren. Das kann zum einen am kleinen Teilnehmerkreis bei den Umfragen liegen, aber auch in möglicherweise unterschiedlichen Informationsgrundlagen und Zeitpunkten, zu denen die Teilnehmer ihre Antworten abschicken. Alternativ kann daher die Annahme getroffen werden, dass subjektive Erwartungen von Umfrageteilnehmern von den objektiven, statistischen Erwartungen unter dem historischen Wahrscheinlichkeitsmaß P abweichen. Vgl. hierzu auch: M. Piazzesi, J. Salamao und M. Schneider (2015), Trend and cycles in bond premia, mimeo; sowie M. Chernov und P. Mueller (2012), The term structure of inflation expectations, *Journal of Financial Economics*, 106, S. 367–394.

9 Vgl.: M.D. Bauer, G.D. Rudebusch und C.J. Wu (2012), Correcting estimation bias in dynamic term structure models, *Journal of Business and Economic Statistics* 30, S. 454–467; sowie G.R. Duffee und R.H. Stanton (2012), Estimation of dynamic term structure models, *Quarterly Journal of Finance* 2, S. 1–51.

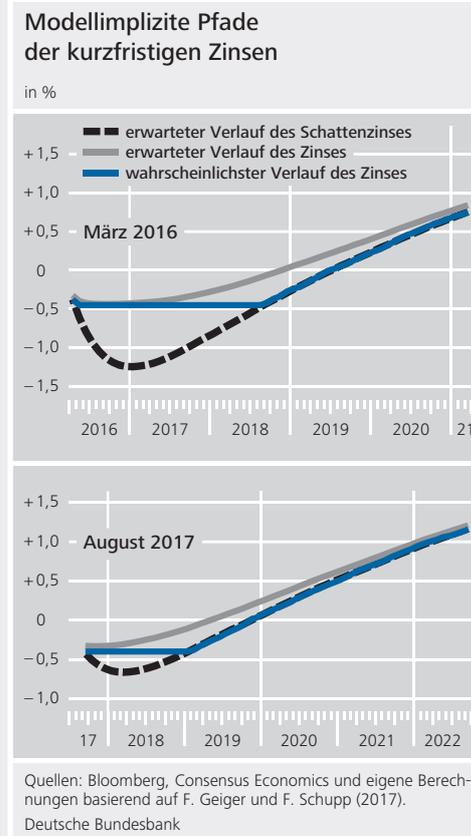
10 Monte-Carlo-Analysen mit simulierten Datensätzen zeigen, dass gerade in denjenigen Datensätzen, die durch eine anhaltend lange Niedrigzinsphase charakterisiert sind, der unbedingte Erwartungswert des kurzfristigen Zinses als zu niedrig geschätzt wird, was sich in zu niedrigen langfristigen Zinserwartungen und zu hohen Risikoprämien niederschlägt. Vgl. hierzu: F. Geiger und F. Schupp (2017), a. a. O.

11 Datengrundlage sind dabei Zinsprognosen von Consensus Economics. Umfragebasierte Zinsprognosen für auf den Euroraum angewendete Zinsstrukturmodelle werden verwendet von J.-P. Renne (2017), A model of the euro area yield curve with discrete policy rates, *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 21, S. 99–116; sowie P. Hördahl und O. Tristani (2014), Inflation risk premia in the US and the euro area, *International Journal of Central Banking*, 10, S. 1–47.

setzt wird, gefolgt von einer anschließenden Tapering-Phase, und in dem entsprechend der Forward Guidance erst danach der Einlagesatz erhöht wird. Die Modellschätzungen implizieren ein Verharren an der Zinsuntergrenze von noch gut 1,7 Jahren, bevor es zu einem graduellen Anstieg des kurzfristigen Zinses kommt.

Im Hinblick auf den längerfristigen Laufzeitbereich zeigt das Schaubild auf Seite 22 die vom Modell generierte Zerlegung des fünfjährigen Terminalsatzes in fünf Jahren in den durchschnittlichen Verlauf der erwarteten Kurzfristzinsen sowie in die Terminprämienkomponente. Ein Gutteil der Variabilität des Terminalsatzes wird dabei über die Veränderung der Terminprämie erklärt.¹²⁾ Insbesondere wird ersichtlich, dass diese im Zuge des „Greenspan-Conundrums“¹³⁾ zwischen Juni 2004 und Juni 2006 sowie in Antizipation der breit angelegten Wertpapierkäufe seit Anfang 2014 deutlich nachgaben und seit letzterem Zeitpunkt ebenfalls negativ sind.

Aber auch die längerfristigen modellimpliziten Zinserwartungen zeigen sich zeitvariabel und liegen seit dem Höhepunkt der Finanz- und Wirtschaftskrise in 2008 trendmäßig niedriger. Um Aussagen über die ökonomische Plausibilität des Niveaus und der Variabilität der erwarteten kurzfristigen Zinsen in längerfristigen Terminalsätzen (und damit auch indirekt über die Terminprämien) treffen zu können, bietet sich ein Vergleich der Erwartungskomponente mit einem aus einem makroökonomischen Modell abgeleiteten gleichgewichtigen nominalen kurzfristigen Zins in der mittleren bis langen Frist an. Die in den Finanzmarktpreisen enthaltenen Zinserwartungen am langen Ende der Zinsstrukturkurve sollten sich demnach an dessen Niveau orientieren, wenn unterstellt wird, dass die Zinsstrukturkurve makroökonomische Informationen, insbesondere hinsichtlich der langfristigen Inflationserwar-

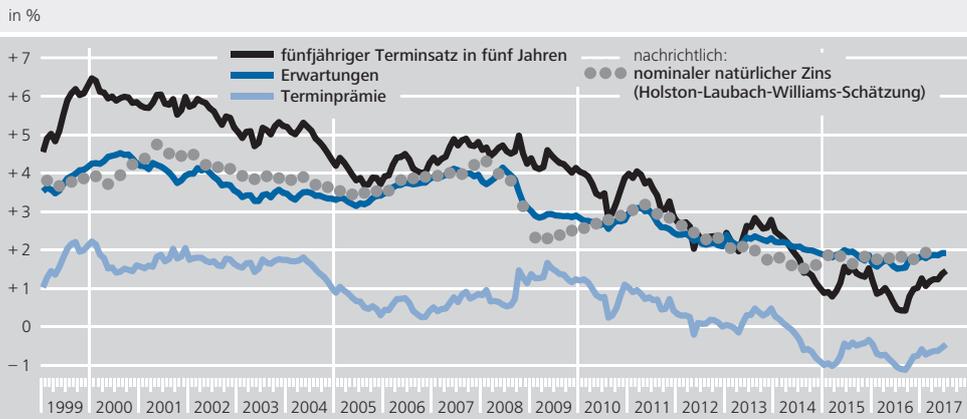


tungen und des gleichgewichtigen Realzinses widerspiegeln. Letzterer wird hierbei über die Schätzung eines natürlichen Zinses ermittelt, der in der längeren Frist mit einer dauerhaft geschlossenen Produktionslücke sowie einer stabilen Inflationsrate nach Ab-

¹² Vgl. auch: R.K. Crump, S. Eusepi und E. Moench (2017), The term structure of expectations and bond yields, Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, Nr. 775. Die Autoren nutzen dabei alle verfügbaren Umfragedaten zur Zins-, Inflations- und Wirtschaftsentwicklung in den USA und kommen zu dem Ergebnis, dass der Großteil der Variation der Zinsen durch Veränderungen in den Laufzeitprämien getrieben ist. Vor allem makroökonomische Güternachfrageschocks können zur Erklärung der Entwicklung der Laufzeitprämien beitragen.

¹³ Auf dieses „Conundrum“ (Rätsel) wurde in einer Rede des früheren Chairman des Federal Reserve Boards A. Greenspan eingegangen, um den scheinbaren Zusammenbruch der konventionellen Beziehung zwischen kurzfristigen und langfristigen Zinsen in den USA während der Zinserhöhungsphase 2004 bis 2006 zu beschreiben. Dabei führten die Leitzinsanstiege der Federal Reserve zunächst nicht zu einer Übertragung auf die langfristigen Zinsen, die sogar noch leicht zurückgingen. Für eine Darstellung dieses Phänomens vgl.: Deutsche Bundesbank, Globalisierung und Geldpolitik, Monatsbericht, Oktober 2007, S. 27 ff.

Zerlegung des fünfjährigen Terminalsatzes in fünf Jahren



Quellen: Bloomberg, Consensus Economics und eigene Berechnungen basierend auf F. Geiger und F. Schupp (2017) sowie K. Holston, T. Laubach und J. Williams (2017).
 Deutsche Bundesbank

flauen aller konjunkturellen Schwankungen im Einklang steht.¹⁴⁾

Tatsächlich bilden die aus dem Zinsuntergrenzen-Modell abgeleiteten längerfristigen Zinserwartungen das Niveau und den Verlauf des nominalen natürlichen Zinses recht gut ab, der im Betrachtungszeitraum vor allem durch den realen natürlichen Zinsverlauf bei gleichzeitig stabilen langfristigen Inflationserwartungen getrieben ist. Diese Beobachtung ist insoweit interessant, weil die beiden Modelle direkt keine gemeinsamen Informationen in den Schätzungen teilen: Während das Zinsstrukturmodell ausschließlich Zinsstrukturinformationen enthält, berücksichtigt das makroökonomische Modell in der Schätzung lediglich die Inflationsrate, das Niveau des Bruttoinlandsprodukts sowie den ex-ante kurzfristigen Realzins.¹⁵⁾ Damit scheinen langfristige Terminalsätze Trendentwicklungen in zentralen realen und nominalen makroökonomischen Variablen widerzuspiegeln, die bei der Bildung von längerfristigen Zinserwartungen eine gewichtige Rolle spielen.¹⁶⁾

¹⁴ Vgl.: K. Holston, T. Laubach, und J. Williams (2017), Measuring the natural rate of interest: International trends and determinants, *Journal of International Economics*, 108, Supplement 1, S. 59–75. Welche Fristigkeitsperspektive der abgeleitete natürliche Zins in dieser Modellschätzung besitzt, ist nicht explizit definiert. Aufgrund der Modellierungsstrategie und der Definition der latenten Variablen- und Schockprozesse bezieht er sich in jedem Fall auf eine längerfristige Perspektive: „Our definition takes a „longer-run“ perspective, in that it refers to the level of real interest rates expected to prevail, say, five to 10 years in the future, after the economy has emerged from any cyclical fluctuations and is expanding at its trend rate“, vgl.: T. Laubach und J.C. Williams (2016), Measuring the natural rate of interest redux, *Business Economics*, 41, S. 57–67.

¹⁵ Für nähere Details zur Schätzung des natürlichen Zinses im Euroraum vgl.: Holston et al. (2017), a. a. O. Da die Schätzung des natürlichen Zinses in realer Rechnung erfolgt, wird dieser Zins im Schaubild um langfristige Inflationserwartungen erweitert (Consensus Economics durchschnittliche Inflationserwartungen in sechs bis zehn Jahren), um diesen mit den nominalen Zinserwartungen des Zinsstrukturmodells direkt vergleichen zu können.

¹⁶ Vgl. hierzu auch: R. K. Crump, S. Eusepi und E. Moench (2017), a. a. O.; M. D. Bauer und G. D. Rudebusch (2017), Interest rates under falling stars, *Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper Series*, Nr. 2017–16; A. Cieslak und P. Povala (2015), Expected returns in Treasury bonds, *Review of Financial Studies*, 28, S. 2859–2901; sowie P. van Dijk, S. J. Koopman, van der Wel, M und J. H. Wright (2014), Forecasting interest rates with shifting endpoints, *Journal of Applied Econometrics*, 29, S. 693–712.

Anlageformen getrieben werden, wie dies etwa bei den Preisen von als sicher geltenden Staatsanleihen zu beobachten ist. Vor allem aber steht eine Seite des Kontrakts, nämlich der variable Zins, im engen Zusammenhang mit den Leitzinsen des Eurosystems, da sich der EONIA in normalen Zeiten eng am Hauptrefinanzierungssatz oder – in Zeiten hoher Überschussliquidität – am Einlagesatz orientiert.¹⁴⁾ Damit enthält die OIS-Zinsstrukturkurve weitestgehend unverzerrte Informationen über die entlang der Zinsstruktur eingepreisten Erwartungen zukünftiger zinspolitischer Maßnahmen.

Zur Ableitung von geldpolitischen Indikatoren auch Nutzung von Zinsstrukturkurven von Staatsanleihen möglich

Zinsstrukturkurven von Staatsanleihemärkten stehen in einem weniger engen Zusammenhang zum Einlagesatz, da die an diesen Märkten aktiven Marktteilnehmer – dies sind vor allem große institutionelle Investoren – keinen Zugang zur Einlagefazilität des Eurosystems haben. Dies gilt vor allem für große institutionelle Investoren, die Nichtbanken sind. Deswegen rentierten einige als sicher geltende Staatsanleihen kurzer und mittlerer Laufzeiten in den letzten Jahren zeitweise deutlich unterhalb der OIS-Kurve. Dies war in Phasen einer hohen Risikoaversion infolge von „Safe haven“-Anlagestrategien und insbesondere seit der (teils antizipierten) Aufgabe der Einlagefazilität als Untergrenze für Käufe im Rahmen des PSPP zu beobachten.¹⁵⁾ Die Divergenz der Zinsen am kurzen Ende führt dazu, dass die Zinsstrukturkurve sicherer Anleihen mitunter andere Informationen enthält als die OIS-Kurve. Damit hängen die hier vorgestellten Indikatoren auch von der Wahl der verwendeten Zinsstrukturkurve ab. Nachfolgend werden aus Gründen der Einheitlichkeit alle Indikatoren auf Basis der OIS-Zinsstrukturkurve geschätzt, wenngleich für einige von ihnen eine Schätzung auf Basis von als sicher geltenden Staatsanleihen ebenfalls vertretbar wäre.

Effektive Zinsuntergrenze im Euroraum zeitvariabel und deutlich negativ

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen zur Zinsentwicklung in den USA und der weit verbreiteten Einschätzung, dass der nominale Kurzfristzins aufgrund der Möglichkeit der Bargeldhaltung nicht weit unter null fallen kann, geht eine

Vielzahl von Modellvarianten von einer festen Zinsuntergrenze von (nahe) null aus.¹⁶⁾ Tatsächlich haben aber nicht zuletzt die Entwicklungen im Euroraum gezeigt, dass die kurzfristigen Geldmarktsätze im Einklang mit der sukzessiven Absenkung des Einlagesatzes auf – 0,40% auch unter null fallen konnten. Noch ausgeprägter war die Bewegung in den negativen Bereich bei den kurzfristigen Bundesanleihen, die im Laufzeitenbereich von einem Jahr am Tiefpunkt im Februar 2017 bei – 0,95% rentierten. Offensichtlich sind diese Wertpapiere trotz negativer Verzinsung attraktiv. Dazu dürften neben den Kosten der Bargeldhaltung (z. B. Lagerungskosten, Versicherungskosten usw.) auch regulatorische und institutionelle Aspekte beitragen.

Wenn der Einlagesatz für den OIS-Markt eine faktisch bindende Zinsuntergrenze darstellt, dann spielt auch die wahrgenommene Bereitschaft der Notenbank für weitere Leitzinssenkungen eine Rolle. So könnte die effektive Zinsuntergrenze bereits dann erreicht sein, wenn die Notenbank – in den Augen der Marktteilnehmer – der Auffassung ist, dass weitere Zinssenkungen nicht zielführend sind, da unerwünschte Nebenwirkungen die eigentliche expansive Intention der Leitzinssenkungen konterkarieren würden.¹⁷⁾

Insgesamt zeigt sich, dass die von den Marktteilnehmern wahrgenommene effektive Zinsuntergrenze von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird und sich mit diesen auch über die

¹⁴ Vgl.: Europäische Zentralbank, Risikofreie Zinssätze für das Euro-Währungsgebiet: Messprobleme, jüngere Entwicklungen und Bedeutung für die Geldpolitik, Monatsbericht, Juli 2014, S. 69–86.

¹⁵ Daneben sorgen auch regulatorische Anforderungen, etwa im Versicherungssektor, sowie das Anlageverhalten von internationalen, öffentlichen Stellen, z. B. im Rahmen des Währungsmanagements, für eine hohe strukturelle Nachfrage nach Staatsanleihen mit hoher Bonität.

¹⁶ Vgl. exemplarisch: J. H. Christensen und G. D. Rudebusch (2015), a. a. O.; Wu, J. C. und F. D. Xia (2016), Measuring the macroeconomic impact of monetary policy at the zero lower bound, *Journal of Money, Credit and Banking* 48, S. 253–291; oder M. Bauer und G. D. Rudebusch (2016), Monetary policy expectations at the zero lower bound, *Journal of Money, Credit and Banking* 48, S. 1439–1465.

¹⁷ Vgl.: B. Cœuré, How binding is the zero lower bound?, Rede auf der Konferenz „Removing the zero lower bound on interest rates“ vom 18. Mai 2015 in London.

Zeit ändern kann.¹⁸⁾ Dies stellt die Existenz einer faktisch bindenden Untergrenze jedoch nicht infrage, da weiter davon auszugehen ist, dass diese erreicht wird, wenn entweder die Kosten der Bargeldhaltung überschritten werden oder erwartet wird, dass die Notenbank nicht länger von positiven Nettoeffekten weiterer Zinssenkungen ausgeht.

Aus der Zinsstrukturkurve abgeleitete geldpolitische Indikatoren für den Euroraum

Zinsuntergrenzen-Modelle ermöglichen die Herleitung von plausiblen Zinserwartungen im Niedrigzinsumfeld. Außerdem können unterschiedliche Indikatoren aus diesen Modellen ermittelt werden, die sich gerade in der Niedrigzinsphase als Maße für die geldpolitische Ausrichtung anbieten. Im Folgenden werden der kurzfristige Schattenzins, der „Crossing-Zeitpunkt“ sowie der „effektive geldpolitische Stimulus“ (Effective Monetary Stimulus: EMS) vorgestellt. Sie alle werden mithilfe von Informationen aus der gesamten Zinsstrukturkurve ermittelt. Damit gehen Terminprämien, aber auch die Markterwartungen hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der kurzfristigen Zinsen, in jeden dieser Indikatoren ein. In Bezug auf die Eignung dieser Indikatoren zur Messung des geldpolitischen Kurses gilt es aber einschränkend zu beachten, dass Zinsstrukturkurvenentwicklungen nicht vollständig und nur indirekt durch die Geldpolitik beeinflussbar sind, das heißt, Veränderungen der Indikatoren zeigen nicht nur Änderungen des geldpolitischen Kurses an. Weitere wichtige Einflussfaktoren sind insbesondere die realwirtschaftliche Entwicklung und der internationale Zinsverbund.¹⁹⁾

Der kurzfristige Schattenzins

Ökonomisch kann der kurzfristige Schattenzins als derjenige kurzfristige Zinssatz interpretiert werden, der sich ohne Zinsuntergrenze am

Markt einstellen würde. Eine solche Interpretation wirkt intuitiv, zumal der kurzfristige Schattenzins dem Kurzfristzins entspricht, solange er über der Zinsuntergrenze liegt. Dem Konzept liegt die Annahme zugrunde, dass Anleger ihre Mittel grundsätzlich auch in Bargeld aufbewahren können, um einer deutlich negativen Verzinsung zu entgehen (Bargeld-Option). Da eine Kreditaufnahme oder Kapitalanlage zu diesem Zinssatz nicht möglich ist, ist er weder beobachtbar, noch hat er einen unmittelbaren Einfluss auf die Finanzierungsbedingungen des Privatsektors. Der kurzfristige Schattenzins ist somit ein hypothetischer Zins, der sich aus der Schätzung der Zinsstrukturkurve unter Berücksichtigung des Wertes der Bargeld-Option ergibt. Die Bargeld-Option ist ebenfalls ein theoretisches Konstrukt, das nur auf Basis theoretischer Annahmen geschätzt werden kann. Hierzu wird die Optionspreistheorie genutzt und mit Informationen aus der Zinsstrukturkurve kombiniert.²⁰⁾

Auf dieser Basis lässt sich in Zinsuntergrenzen-Modellen grundsätzlich ein Schattenzins schätzen. Damit dieser ökonomisch plausibel und als

Kurzfristiger Schattenzins ist derjenige Zins, der sich ohne Zinsuntergrenze einstellen würde, ...

¹⁸ Vgl.: W. Lemke und A. Vladu (2016), Below the zero lower bound – a shadow-rate term structure model for the euro area, Diskussionspapier der Deutschen Bundesbank, Nr. 32/2016; sowie T. Kortela (2016), A shadow rate model with time-varying lower bound of interest rates, Bank of Finland Research Discussion Paper 19. Für eine Schätzung der Untergrenze in den USA vgl.: J. Christensen und G. Rubusch (2016), Modelling yields at the zero lower bound: Are shadow rates the solution? Advances in Econometrics 35, S. 75–125; und für Japan vgl.: H. Ichiue und Y. Ueno (2013), Estimating term premia at the zero bound: An analysis of Japanese, US, and UK yields, Bank of Japan Working Paper Series E-8.

¹⁹ Vgl.: P. Hördahl, J. Sobrun und P. Turner (2016), Low long-term interest rates as a global phenomenon, BIS Working Paper, Nr. 574; M. Abbritti, S. Dell-Erba, A. Moreno und S. Sola (2013), Global factors in the term structure of interest rates, IMF Working Paper, Nr. 13/233; sowie F. X. Diebold und C. Li, Z. Yue (2008), Global yield curve dynamics and interactions: a dynamic Nelson-Siegel approach, Journal of Econometrics, 146, S. 351–363.

²⁰ Vgl.: F. Black (1995), a. a. O. Eine Option ist ein Kontrakt, der dem Käufer das Recht sichert, bis zu einem vereinbarten Zeitpunkt und zu einem vereinbarten Ausübungspreis einen festzulegenden Basiswert zu kaufen oder zu verkaufen. In diesem Sinne garantiert die Bargeld-Option dem Käufer das Recht, seine finanziellen Mittel in Bargeld anzulegen, verzinst zu 0%, und so dem Negativzins zu entgehen. Bei der Bargeld-Option handelt es sich dabei um einen rein hypothetischen Kontrakt.

... sein Verlauf ist stark abhängig von der Modellspezifikation

Indikator für den geldpolitischen Kurs an der Zinsuntergrenze verwendbar ist, sind geeignete Anforderungen an die Spezifikation des Zinsuntergrenzen-Modells zu stellen. So besteht bei der Wahl der Spezifikation ein gewisser Konflikt zwischen den Zielen, einerseits mit der Schätzung die beobachtete Zinsentwicklung gut zu erklären und plausible Zinserwartungen zu gewinnen, und andererseits einen aus dem Modell abgeleiteten – unbeobachtbaren, das heißt durch das empirische Modell eben gerade nicht erklärten – kurzfristigen Schattenzinses als Indikator für den geldpolitischen Kurs an der Zinsuntergrenze zu generieren.²¹⁾ Vor allem die Anzahl der im Modell verwendeten latenten Faktoren und die Bestimmung der Zinsuntergrenze beeinflussen das Niveau und die Dynamik des kurzfristigen Schattenzinses.

Das Schaubild auf Seite 26 veranschaulicht dies, indem dort aus unterschiedlichen Modellspezifikationen abgeleitete kurzfristige Schattenzinsen gegenübergestellt werden. Eine der Modellvarianten basiert auf einer weniger flexiblen Spezifikation mit nur zwei Faktoren. Die abgeleiteten Schattenzinsen werden sowohl für eine Untergrenze von – 0,4% als auch für eine im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung der kurzfristigen Zinsen recht hohen Zinsuntergrenze von 0% ermittelt. Durch letzteres wird erzielt, dass der unterhalb dieser Zinsuntergrenze verlaufende Teil der Zinsstrukturkurve nicht durch das Modell beschrieben werden muss und die wenigen Faktoren bei dieser Zinsuntergrenze vor allem das lange Ende der Zinsstrukturkurve abbilden. Damit spiegelt der kurzfristige Schattenzins als lineare Kombination der Faktoren primär die Dynamik der langfristigen Zinsen wider, oder anders ausgedrückt: Je stärker er die beobachtbaren Kurzfristzinsen widerspiegeln würde, umso weniger könnte er von der Zinsuntergrenze nach unten abweichen. Die Veränderung des Schattenzinses steht somit im Zusammenhang mit den Zeitpunkten der angekündigten unkonventionellen Maßnahmen, und seine Veränderung signalisiert eine Änderung des geldpolitischen Kurses.²²⁾ Informationen über tatsächliche Bewegungen im kurzen und

mittleren Laufzeitenbereich bleiben hingegen teilweise unberücksichtigt, insbesondere wenn die aus dem Modell abgeleiteten kurz- und mittelfristigen Zinsen entlang einer vergleichsweise hoch angesetzten Zinsuntergrenze verlaufen. Damit werden geldpolitische Maßnahmen, wie eine Absenkung des Einlagesatzes, die vor allem bis in den mittleren Laufzeitenbereich wirkt, durch den kurzfristigen Schattenzins nur bedingt abgebildet.

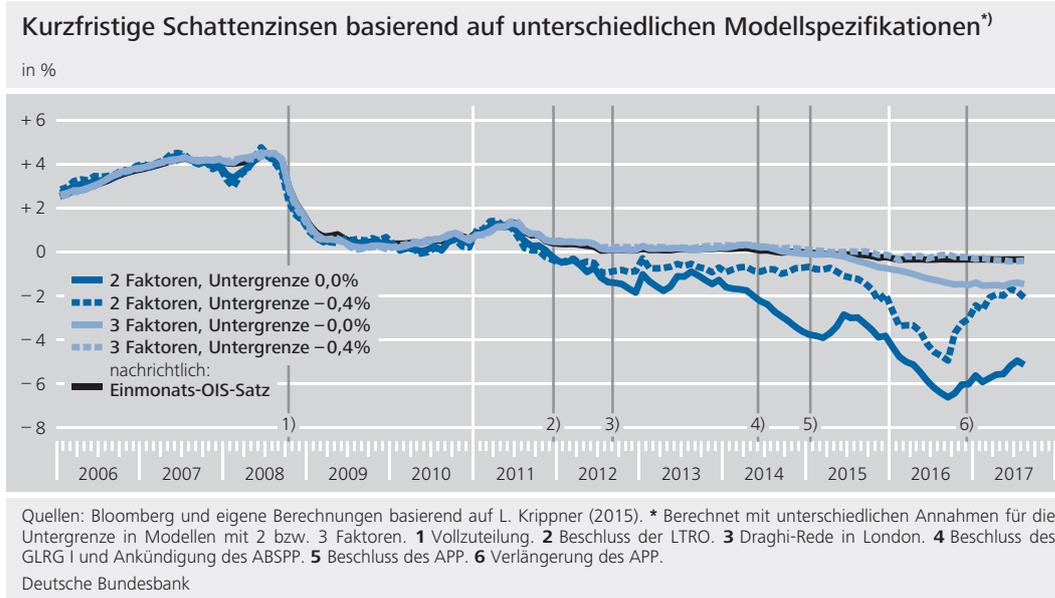
Im Vergleich dazu wird durch die Wahl eines Modells mit drei Faktoren und einer niedrigeren (und plausibleren) Zinsuntergrenze von – 40 Basispunkte eine bessere Beschreibung des gesamten Laufzeitenbereichs erreicht.²³⁾ Die hohe Schätzgüte führt dazu, dass die oberhalb der angenommenen Zinsuntergrenze verlaufenden Zinsen adäquat beschrieben werden können und die geschätzten Zinsen nicht die Zinsuntergrenze unterschreiten. Allerdings lässt das Modell keinen Schattenzins mehr zu, der nennenswert unterhalb der Zinsuntergrenze liegt. Vielmehr weicht dieser nun nicht mehr stark vom beobachteten kurzfristigen Zins ab (siehe Schaubild auf S. 26). Damit geht die Möglichkeit der Interpretation des kurzfristigen Schattenzinses als Informationsgröße für unkonventionelle geldpolitische Maßnahmen, die auf das lange Ende der Kurve gerichtet sind, weitestgehend verloren. Wie bei der Betrachtung des kurzfristigen Zinses würde dadurch faktisch keine Änderung des geldpolitischen Kurses seit Mitte 2011 angezeigt werden, und die unkonventionellen Maßnahmen wären entsprechend im Schattenzins nicht ausreichend reflektiert. Im Rahmen einer Spezifikation mit nur zwei Fak-

Zinsuntergrenzen-Modelle als präferierte Modellklasse zur Modellierung der Zinserwartungen an der Zinsuntergrenze

21 Vgl.: L. Krippner (2016), Documentation for measures of monetary policy, abrufbar unter: <http://www.rbzn.govt.nz/-/media/ReserveBank/Files/Publications/Research/Additional%20research/Leo%20Krippner/5892888.pdf?la=en>

22 Vgl.: J. Wu und F. Xia (2016), a. a. O. Die Autoren schätzen ein geldpolitisches VAR, in dem sie die Federal Funds Rate als geldpolitische Variable in den Jahren, in denen die Nullzinsgrenze in den USA bindend war, durch den kurzfristigen Schattenzins ersetzt haben.

23 Diese orientiert sich dabei am tiefsten Stand des vom Eurosystem bestimmten Einlagesatzes, welcher im Euroraum als Untergrenze für den unbesicherten Interbankengeldmarktsatz gilt. Für eine nähere Erläuterung siehe S. 23 f.



toren spiegelt der Schattenzins somit unkonventionelle Maßnahmen mit Wirkung am Kapitalmarkt besser wider, weil der Schattenzins mit der Entwicklung der langfristigen Zinsen enger korreliert ist. Zusätzlich zeigt er sich in diesen Modellklassen auch wesentlich robuster gegenüber der Wahl der Zinsuntergrenze.²⁴⁾

Die höhere Schätzgüte eines Modells mit drei Faktoren ist allerdings unerlässlich, wenn plausible Erwartungen über den Pfad des kurzfristigen Zinssatzes und bestimmte Charakteristika des Verlaufs der Zinsen an der Zinsuntergrenze ermittelt werden sollen. Für eine solche Anwendung ist die bessere Zinsprognosefähigkeit des Modells mit drei Faktoren wichtiger, und die Abhängigkeit des eigentlichen kurzfristigen Schattenzinses von der Spezifizierung und Parametrisierung des verwendeten Modells fällt weniger ins Gewicht.

Insgesamt zeigt sich, dass Niveau und Verlauf des kurzfristigen Schattenzinses sehr sensibel auf die jeweilige Modellspezifikation reagieren. Letztlich sollte er vor diesem Hintergrund nur als qualitativer Indikator interpretiert werden, da sein geschätztes Niveau aufgrund der hohen Modellsensitivität nur bedingt interpretierbar ist.

Kurzfristiger Schattenzins nur sehr bedingt interpretierbar

Crossing-Zeitpunkt und erwarteter Zinspfad

Die geldpolitischen Sondermaßnahmen, darunter die Programme zum Ankauf von Wertpapieren sowie die Kommunikation über die zukünftige Entwicklung der Leitzinsen, die der EZB-Rat mit der Dauer des APP verknüpft hat, zielen unter anderem darauf ab, den langfristigen Zins über das Beeinflussen des erwarteten Verlaufs der kurzfristigen Zinsen zu senken.²⁵⁾ Der geldpolitische Kurs spiegelt sich demnach auch in den Markterwartungen über den Pfad des kurzfristigen Zinses wider. Wie lange der beobachtbare kurzfristige Zins an der Zinsuntergrenze verharrt und ab welchem Zeitpunkt er einen bestimmten Schwellenwert („Crossing-Zeitpunkt“) wieder übersteigen wird, kann damit potenziell ebenfalls als Messgröße für den geldpolitischen

Crossing-Zeitpunkt informiert über erwarteten Verlauf des kurzfristigen Zinses

²⁴ Vgl.: L. Krippner (2015b), A comment on Wu and Xia (2015), and the case for two-factor shadow short rates, CAMA Working Paper Nr. 48/2015, Centre for Applied Macroeconomic Analysis.

²⁵ Gemäß seiner Forward Guidance geht der EZB-Rat davon aus, dass die EZB-Leitzinsen für längere Zeit und weit über den Zeithorizont des Nettoerwerbs von Vermögenswerten hinaus auf ihrem aktuellen Niveau bleiben werden (vgl.: M. Draghi, Einleitende Bemerkungen zur Pressekonferenz des EZB-Rats am 20. Juli 2017 in Frankfurt a. M.). Zu den Effekten der geldpolitischen Kommunikation im Umfeld unkonventioneller Maßnahmen vgl. auch: G. Coenen, M. Ehrmann, G. Gaballo, P. Hoffmann, A. Nakov, S. Nardelli, E. Persson und G. Strasser (2017), Communication of monetary policy in unconventional times, ECB Working Paper Nr. 2080.

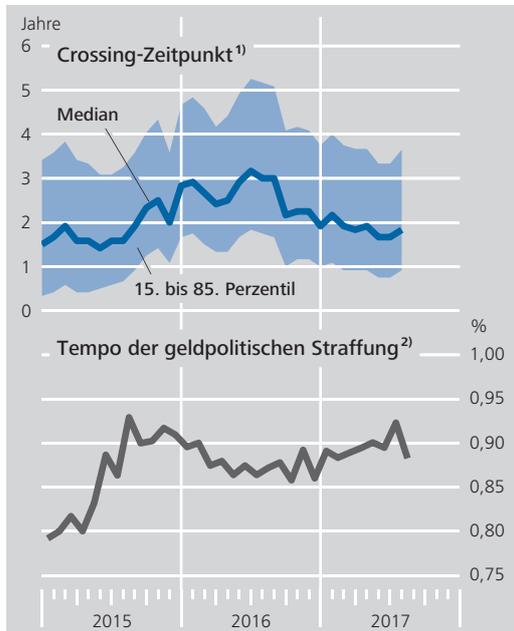
Kurs dienen: Rückt dieser Zeitpunkt weiter in die Zukunft, signalisiert dies für sich genommen eine Lockerung des geldpolitischen Kurses, weil es die Erwartung anzeigt, dass die Leitzinsen länger auf einem niedrigeren Niveau verharren werden.

Der Crossing-Zeitpunkt lässt sich als der Median des Zeitpunkts einer Vielzahl auf Basis eines Zinsstrukturmodells simulierter kurzfristiger Zinspfade definieren, zu welchem der kurzfristige Zins wieder über den Schwellenwert von 0% ansteigt und damit eine Normalisierung des kurzfristigen Zinsniveaus anzeigt.²⁶⁾ Das nebenstehende Schaubild zeigt die Entwicklung der Verteilung des Crossing-Zeitpunkts auf Basis eines Zinsuntergrenzen-Modells seit Januar 2015, welches gemäß seiner Spezifizierung in der Lage ist, die Zinsstruktur und die darin enthaltene Zinserwartung möglichst präzise zu beschreiben (siehe Ausführungen zur Modellspezifikation auf S. 18 f.). Nachdem die Märkte im Median zu Beginn des Jahres 2015 eine Rückkehr des Zinses in den positiven Bereich noch innerhalb von zwei Jahren erwartet hatten, wurde diese Zeitspanne mit zunehmender Dauer des im Januar 2015 beschlossenen APP und weiteren Einlagesatzsenkungen stetig länger. Offensichtlich war das Eurosystem in der Lage, glaubhaft eine längere Phase niedriger Kurzfristzinsen zu kommunizieren. Auf seinem Höhepunkt im Juli 2016, zeigte der Indikator eine erwartete Rückkehr des Zinses über 0% für Juli 2019, also eine Dauer von knapp über drei Jahren. Mit fortschreitender Zeit und begleitet von einer Versteilerung der Zinsstrukturkurve im Herbst 2016, rückte auch der Crossing-Zeitpunkt wieder näher in die Gegenwart und liegt gegenwärtig bei Mitte 2019.

Indikator aber nur an der Zinsuntergrenze aussagekräftig ...

Im Gegensatz zum hypothetischen Konzept des kurzfristigen Schattenzinses misst der Crossing-Zeitpunkt als geldpolitischer Indikator Erwartungen über eine zukünftig beobachtbare Entwicklung. Damit ist er auch im Nachhinein empirisch überprüfbar. Gleichzeitig ist er jedoch lediglich an der Zinsuntergrenze definiert und wird uninformativ, sobald der kurzfristige Zins über den definierten Schwellenwert steigt. Auch sagt

Crossing-Zeitpunkt und Tempo der geldpolitischen Straffung



Quellen: Bloomberg, Consensus Economics und eigene Berechnungen basierend auf F. Geiger und F. Schupp (2017). **1** Zeitraum bis der kurzfristige Zinssatz wieder über null steigt. **2** Veränderung des Modalpfades des kurzfristigen Zinses ab Überschreiten der 0%-Grenze über einen Zeitraum von zwei Jahren. Deutsche Bundesbank

er nichts darüber aus, ob die Marktteilnehmer einen graduellen oder zügigen Anstieg des kurzfristigen Zinses erwarten. Deswegen bietet es sich an, die Analyse um einen zusätzlichen Indikator zur Messung des erwarteten Tempos der geldpolitischen Straffung zu ergänzen.²⁷⁾ Die untere Grafik des oben stehenden Schaubildes

²⁶ Der Crossing-Zeitpunkt wird ermittelt, indem auf Grundlage eines geschätzten Zinsstrukturmodells mittels einer Monte-Carlo-Simulation einige tausend Pfade des erwarteten Kurzfristzinses simuliert werden. Dabei wird für jeden Pfad der Zeitpunkt gespeichert, zu welchem er ein festzulegendes Niveau, hier 0%, übersteigt. Häufig wird dabei die Anforderung gestellt, dass der Pfad für eine gewisse Zeit (bspw. 12 Monate) oberhalb dieses Niveaus bleibt, bevor der Zeitpunkt gespeichert wird. Der Median der so ermittelten Verteilung der Crossing-Zeitpunkte (Lift-off distribution) entspricht der optimalen Prognose, wenn den Marktteilnehmern unterstellt wird, dass sie ihren absoluten Vorhersagefehler minimieren möchten. In den allermeisten Fällen entspricht er dem Zeitpunkt, zu dem auch der Modalpfad, also der wahrscheinlichste Pfad des Schattenzinses, den festgelegten Schwellenwert überschreitet. Abweichungen sind zwar möglich, sollten aber jeweils gering ausfallen. Daher könnte der hier vorgestellte Crossing-Zeitpunkt auch alternativ über die Ermittlung des Modalpfades berechnet werden. Vgl.: M. Bauer und G. Rudebusch (2016), a. a. O.; sowie W. Lemke und A. Vladu (2016), a. a. O.
²⁷ Vgl.: M. Bauer und G. Rudebusch (2016), a. a. O.

zeigt daher die Entwicklung des kurzfristigen Zinses, die von den Marktteilnehmern über einen Zeitraum von zwei Jahren als am wahrscheinlichsten erachtet wird, nachdem dieser wieder über die 0%-Grenze angestiegen ist. Seit 2015 bewegt sich dieser Wert stabil zwischen 0,8 und 1,0 Prozentpunkt. Dies deutet für sich genommen darauf hin, dass der von Marktteilnehmern erwartete Anstieg der Kurzfristzinsen gedämpft verläuft als beispielsweise noch zwischen Oktober 1999 und Oktober 2000 oder zwischen Dezember 2005 und Juni 2007, als der EZB-Rat die Leitzinsen um 2,25 Prozentpunkte beziehungsweise 2 Prozentpunkte erhöht hatte.

... und berücksichtigt nicht den Einfluss der geldpolitischen Maßnahmen auf die Terminprämien

Eine weitere Schwäche des hier definierten Crossing-Zeitpunkts als Indikator für den Expansionsgrad der Geldpolitik besteht darin, dass er nicht in der Lage ist, die Wirkung der geldpolitischen Maßnahmen abzubilden, die über den erwarteten Pfad der kurzfristigen Zinsen hinaus auch über die Terminprämien wirken. Diese Effekte lassen sich aber unter anderem anhand der bedingten Verteilung des kurzfristigen Zinses darstellen, der neben der reinen Zinserwartung auch einen Terminprämienaufschlag enthält.²⁸⁾

Verteilungsinformationen über Zinspfad erweitern Analysefokus

Das Schaubild auf Seite 29 zeigt diese Verteilung zu unterschiedlichen Zeitpunkten zwischen Mai 2014 und Januar 2015, als der EZB-Rat die erste Serie seiner GLRG und seine Wertpapierankaufprogramme beschloss, sowie im August 2017. Die einzelnen Teilgrafiken verdeutlichen, dass sich die Terminprämien zunächst fortlaufend verringerten, was eine Einengung der Verteilung beziehungsweise eine Abflachung der OIS-Terminkurve für Einmonatskontrakte zeigt (siehe auch Ausführungen auf S. 18 ff.). Im August 2017 hat sich die Verteilung bereits wieder deutlich ausgeweitet, was mit einer Versteilerung der Terminkurve einhergeht und als Indiz für eine erwartete geldpolitische Zinsnormalisierung gewertet werden könnte. Insgesamt zeigt sich, dass das Eurosystem mit dem APP und seiner Forward Guidance auch die Unsicherheit über den zukünftigen Zinsverlauf und damit verbundene Risikoaufschläge reduzieren konnte. Insbesondere haben

diese Maßnahmen temporär eine deutliche Absenkung der Terminalsätze bewirkt.²⁹⁾

Der effektive geldpolitische Stimulus

Der effektive geldpolitische Stimulus (EMS) zielt darauf ab, Informationen über die Entwicklung der Terminalsätze zusammenzufassen und in einem Indikator zur Messung des geldpolitischen Kurses zu verdichten. Dabei setzt er deren Verlauf ins Verhältnis zu einer Richtgröße, dem „neutralen“ Zins, der sich in der langen Frist einstellt. Der EMS ist als der negative Wert des Integrals zwischen diesem neutralen Zins und der Terminkurve definiert.³⁰⁾ Es stellt also zwei Zinskonzepte gegenüber, von denen das eine die aktuellen Finanzierungsbedingungen auf den Kapitalmärkten und das andere ein für die Volkswirtschaft langfristig gleichgewichtiges Zinsniveau beschreiben soll. Je weiter die Terminkurve unter dem neutralen Zins liegt und damit der EMS fällt, desto höher ist der gemessene geldpolitische Expansionsgrad. Damit ist die Wirkungsrichtung beim EMS analog zum Kurzfristzins definiert. Dabei ist der EMS sowohl für normale Zeiten als auch für Phasen definiert, in denen sich die Zinsen entlang der Untergrenze bewegen.

Effektiver geldpolitischer Stimulus leitet sich aus aktueller Zinsstrukturkurve und „neutralem“ Zins ab

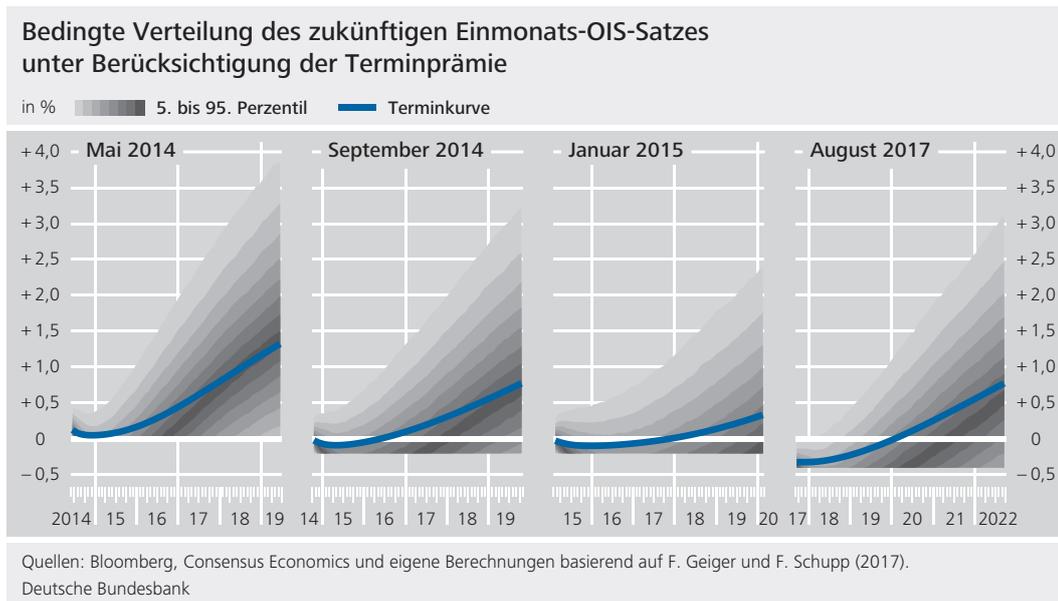
Die Höhe des EMS hängt demnach maßgeblich von der Höhe des neutralen Zinses ab, für dessen Schätzung grundsätzlich verschiedene Modellierungsansätze infrage kommen: So könnte der neutrale Zins direkt aus einem geschätzten Zinsuntergrenzen-Modell approxi-

Indikatorwert von Annahme über den neutralen Zins abhängig

²⁸ Dieser kurzfristige Zinssatz berechnet sich dabei als der Erwartungswert des kurzfristigen Zinses unter demjenigen Wahrscheinlichkeitsmaß, das neben der tatsächlichen Zins-erwartung auch einen Renditeaufschlag berücksichtigt, der mit der Unsicherheit über die zukünftige Zinsentwicklung verbunden ist (Terminprämie). Wird zudem noch der sog. Jensens-Ungleichheitsterm berücksichtigt, dann entspricht der Mittelwert dieses zukünftigen Zinses dem Terminalsatz mit kongruenter Laufzeit.

²⁹ Siehe hierzu auch für Ergebnisse mit US-Daten: M. D. Bauer und G. D. Rudebusch (2014), The signaling channel for Federal Reserve bond purchases, *International Journal of Central Banking*, 10, S. 233–289.

³⁰ Vgl.: L. Krippner (2015), a. a. O.



miert werden als derjenige Zins, gegen den der Terminsatz (oder der erwartete kurzfristige Zins) in der sehr langen Frist konvergiert.³¹⁾ Alternativ könnte er aus einem geschätzten makroökonomischen Modell als derjenige gleichgewichtige Zins abgeleitet werden, der mit einer dauerhaft geschlossenen Produktionslücke und einer stabilen Inflationsrate vereinbar ist.³²⁾ Zu der damit verbundenen Modellunsicherheit kommt hinzu, dass der neutrale Zins auch empirisch schwer zu bestimmen ist, nicht zuletzt weil es für eine genaue Schätzung einer möglichst präzise bestimmten Produktionslücke bedarf. Dementsprechend ist die Ermittlung des EMS in mehrfacher Hinsicht von der Schätzgüte und der Identifikationsmöglichkeit unbeobachteter Indikatoren abhängig und daher in besonderem Maße mit Unsicherheit behaftet.

Eine Alternative stellt der Rückgriff auf Umfragedaten dar: Gemäß den einfachen Modellen der Wachstumstheorie wird der Realzins im langfristigen Gleichgewicht im Wesentlichen von der Rate des realen Wirtschaftswachstums bestimmt.³³⁾ Für die Bestimmung eines nominalen EMS könnten also nominale Wachstumserwartungen aus Umfragen als direkt beobachtbare Größe verwendet werden.³⁴⁾ Zwar stellen auch Wachstumserwartungen aus Umfragen mit Unsicherheit verbundene Prognosen dar. Sie sind aber nicht von den Annahmen in einem spe-

zifischen Zinsuntergrenzen-Modell oder makroökonomischen Modell abhängig und dürften damit robuster gegenüber Modellvariationen sein.

In einer solchen modellfreien Variante ist der EMS als Differenz zwischen einem langfristigen Zins und den langfristigen nominalen Wachstumserwartungen aus Umfragen definiert und kann damit ohne Nutzung eines Zinsstrukturmodells auf Basis beobachtbarer Indikatoren ermittelt werden.³⁵⁾ In der modellbasierten Variante ist er das Integral über die Differenz von

EMS kann entweder im Zinsstrukturmodell geschätzt oder modellfrei berechnet werden

³¹ Vgl.: L. Krippner (2014), Measuring the stance of monetary policy in conventional and unconventional environments, Working Paper 2014–06, Centre for Applied Macroeconomic Analysis.

³² Vgl.: T. Laubach und J. Williams (2003), a. a. O.; oder R. Barsky, A. Justiniano und L. Melosi (2014), The natural rate of interest and its usefulness for monetary policy, *American Economic Review*, 104, S. 37–43.

³³ Vgl. z. B.: R. Barro und X. Sala-i-Martin (2004), *Economic Growth*, Second Edition, MIT Press. Bezüglich der Zinsetzung relativ zu einem natürlichen Zins vgl. auch: K. Wicksell (1898), *Geldzins und Güterpreise: Eine Studie über die den Tauschwert des Geldes bestimmenden Ursachen*, Jena: Fischer.

³⁴ Vgl.: A. Halberstadt und L. Krippner (2016), The effect of conventional and unconventional euro area monetary policy on macroeconomic variables, Diskussionspapier der Deutschen Bundesbank, Nr. 49/2016.

³⁵ Hier wurde die 30-jährige Rendite zur EMS-Berechnung verwendet. Die Wahl der Laufzeit ist für die Verwendung des EMS als geldpolitischem Indikator in empirischen Analysen unkritisch: In standardisierten Werten ist der EMS für Renditen unterschiedlicher Laufzeiten ähnlich, vgl.: A. Halberstadt und L. Krippner (2016), a. a. O.

Analyse der Auswirkungen geldpolitischer Schocks auf makroökonomische Variablen mithilfe des Effective-Monetary-Stimulus-Indikators

Klassischerweise wird in empirischen Studien zu den Wirkungen geldpolitischer Maßnahmen ein kurzfristiger Zins als Messgröße für den geldpolitischen Kurs verwendet, da er den Anknüpfungspunkt für die geldpolitischen Leitzinsen bildet. Häufig werden derartige Studien mithilfe von vektorautoregressiven Modellen durchgeführt.

Um beispielsweise in einem vektorautoregressiven Modell die Wirkungen der Geldpolitik abschätzen zu können, wird es generell durch einen geldpolitischen Schock, also eine unerwartete Änderung der geldpolitischen Ausrichtung, gestört und anschließend die Reaktion der interessierenden Variablen, etwa die Produktionslücke und die Inflation, analysiert (z. B. in Form sog. Impulsantwortfunktionen). Die Verwendung eines exogenen Schocks erlaubt es, die Wirkung der geldpolitischen Maßnahme von den endogenen Effekten zu trennen, die durch andere Faktoren hervorgerufen werden.¹⁾

Zumeist kann mit solchen Modellschätzungen nachgewiesen werden, dass infolge eines Anstiegs der Kurzfristzinsen die Produktion und die Inflationsrate sinken. In einer Phase anhaltend niedriger Zinsen nahe der Zinsuntergrenze und beim Einsatz unkonventioneller Maßnahmen reicht dies aber nicht mehr aus, und es müssen umfassendere geldpolitische Indikatoren verwendet werden, beispielsweise der effektive geldpolitische Stimulus (Effective Monetary Stimulus: EMS).

Der EMS ist als negativer Wert des Integrals zwischen einem neutralen Zins und der Terminkurve definiert. Es nutzt damit zwei Zins-

konzepte, von denen das eine die aktuellen Finanzierungsbedingungen auf den Kapitalmärkten und das andere ein für die Volkswirtschaft langfristig gleichgewichtiges Niveau beschreiben soll.²⁾ Deshalb wird nachfolgend für eine Analyse der Wirkung der Geldpolitik auf die deutsche Industrieproduktion und Preisentwicklung³⁾ im Rahmen eines kleinen vektorautoregressiven Modells mit zeitvariablen Parametern der EMS als Indikator für die geldpolitische Ausrichtung verwendet, da er sowohl konventionelle als auch unkonventionelle geldpolitische Maßnahmen abbildet.⁴⁾ Ein weiterer wesentlicher Vorteil seiner Verwendung gegenüber alternativen Indikatoren, zum Beispiel eines Schattenzinses, besteht darin, dass er ohne Nutzung eines Zinsstrukturmodells auf Basis beobachtbarer Indikatoren ermittelt werden kann:⁵⁾ Ein unbeobacht-

1 Vgl. z. B.: C. Sims (1992), Interpreting the macroeconomic time series facts: The effects of monetary policy, *European Economic Review* 36 (5), 975–1000; L. Christiano, M. Eichenbaum und C. Evans (1999), Monetary policy shocks: What have we learned and to what end?, *Handbook of Macroeconomics* 1A, 65–148, Amsterdam: North-Holland; J. Stock und M. Watson (2001), Vector Autoregressions, *Journal of Economic Perspectives* 15 (4), 101–115; sowie B. Bernanke, J. Boivin, and P. Elias (2005), Measuring the effects of monetary policy: A factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach, *Quarterly Journal of Economics* 120 (1), 387–422.

2 Vgl.: L. Krippner (2015), *Zero Lower Bound Term Structure Modeling: A Practitioner's Guide*, New York: Palgrave Macmillan US.

3 Für die Industrieproduktion wird die logarithmierte Abweichung der Industrieproduktion von ihrem zeitvariablen Trend verwendet, und für die Preisentwicklung die annualisierte Wachstumsrate des Produzentenpreisindex. Als Kontrollvariable geht außerdem die Rohstoffpreisentwicklung in die Analyse ein.

4 Vgl.: A. Halberstadt und L. Krippner, The effect of conventional and unconventional euro area monetary policy on macroeconomic variables, *Diskussionspapier der Deutschen Bundesbank*, Nr. 49/2016.

5 Zur Bestimmung des EMS im Zinsuntergrenzenmodell oder auf Grundlage von beobachteten Indikatoren, vgl. S. 28 f.

barer Indikator wie etwa ein kurzfristiger Schattenzins würde zusätzliche Unsicherheit für die Auswertung implizieren, weil er bereits selbst mit einer gewissen Unschärfe behaftet ist.⁶⁾

Der Untersuchungszeitraum umfasst die Jahre 1999 bis 2015 – und damit sowohl eine Periode rein konventioneller Geldpolitik von 1999 bis 2008 als auch die nachfolgende Phase, in der zudem unkonventionelle Maßnahmen ergriffen wurden. Die statistischen Eigenschaften eines geldpolitischen Schocks in dem vektorautoregressiven Modell verändern sich, wenn statt des Kurzfristzinses der EMS als geldpolitische Variable verwendet wird: Für den Kurzfristzins ergeben sich in der unkonventionellen Phase deutlich kleinere Schocks, weil er an der Untergrenze verharrt und sich aus der geringen Volatilität auch nur kleine nicht-deterministische Bewegungen ableiten. Für den EMS hingegen sind die abgeleiteten Schocks über den ganzen Beobachtungszeitraum in seinen statistischen Eigenschaften sehr ähnlich. Dies gilt sowohl für die Größe der Schocks als auch für ihre Persistenz: Ein einmal aufgetretener Schock auf den EMS hält in den letzten Jahren ähnlich lange an wie zu Beginn der Währungsunion (siehe auch Schaubild auf S. 32).

Wesentliches Kriterium für die Güte eines geldpolitischen Indikators ist aber vor allem, ob er die benötigten Informationen abbildet. Der EMS-Indikator enthält unter anderem Informationen über Terminprämien und die Erwartungen der Marktteilnehmer über die zukünftige Kurzfristzinsentwicklung. Beide Elemente sind von der Zentralbank nicht vollständig und nur indirekt steuerbar. Somit kann eine Veränderung des Indikatorwerts oder der in der Analyse betrachteten geldpolitischen Schocks grundsätzlich auch auf andere Einflüsse als auf eine von der Zentralbank intendierte Veränderung der

geldpolitischen Ausrichtung zurückzuführen sein.

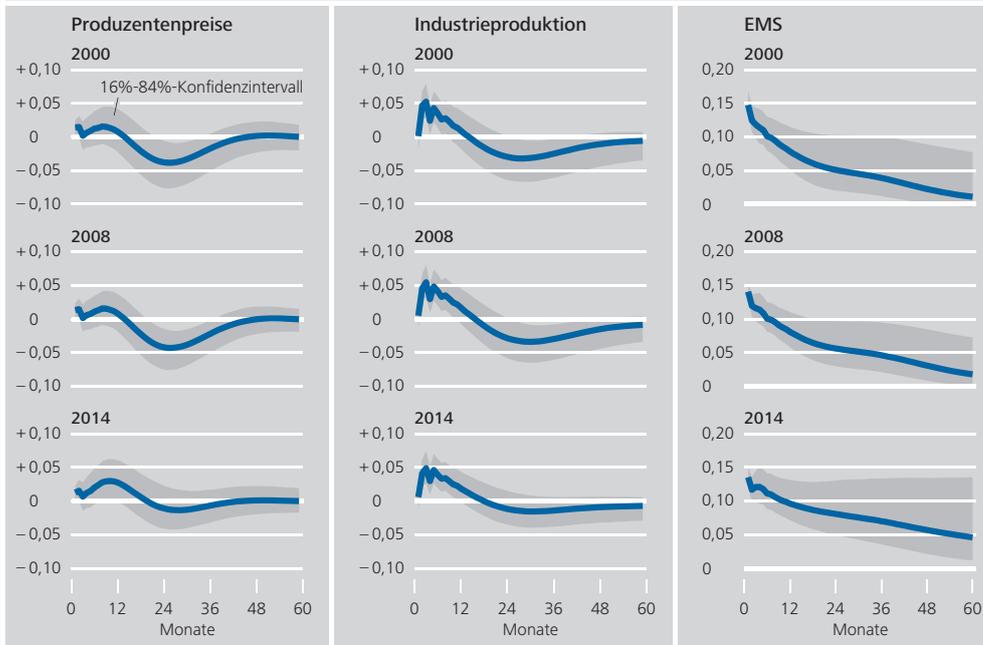
Allerdings hat der üblicherweise als geldpolitischer Indikator in der Anwendung eines kleinen vektorautoregressiven Modells benutzte Kurzfristzins ebenfalls Nachteile. So werden auch bei der konventionellen Leitzinssteuerung das lange Ende der Zinsstrukturkurve und damit die langfristigen Finanzierungsbedingungen, die für die Investitionsentscheidungen in der Wirtschaft in der Regel maßgeblich sind, nicht nur von der Geldpolitik, sondern zum Teil auch von anderen Faktoren wie dem nationalen realwirtschaftlichen oder dem internationalen Umfeld beeinflusst. Der Kurzfristzins dürfte daher ein umso vollständigeres Bild der geldpolitischen Transmission vermitteln, je stärker die Entwicklung der langfristigen Zinsen mit ihm zusammenhängt. So stellt nicht nur der EMS, sondern auch der Kurzfristzins lediglich eine Hilfsgröße für einen geldpolitischen Indikator dar, der jeweils auf seine Praxistauglichkeit untersucht werden muss.

Mit dem EMS als geldpolitischem Indikator können sowohl für die Zeit vor der Finanzkrise, als die kurzfristigen Renditen noch deutlich über null lagen, als auch für die Niedrigzinsphase plausible Modellergebnisse erzielt werden als mit einem Kurzfristzins. Dies zeigt sich insbesondere in den Impulsantworten der makroökonomischen Variablen auf einen geldpolitischen Schock: Wird der EMS als geldpolitischer Indikator benutzt, verzeichnen Preise und Industrie-

⁶⁾ Der kurzfristige Schattenzins ist ein unbeobachteter, hypothetischer Zinssatz. Sein Schätzwert hängt zudem maßgeblich von den Modellierungsannahmen ab. Der EMS-Indikator gilt als robuster, er ist allerdings auch abhängig von der Wahl des natürlichen Zinses (siehe S. 28 f.), vgl. L. Krippner (2015), a. a. O.; sowie L. Krippner (2015b), A comment on Wu and Xia (2015), and the case for two-factor shadow short rates, CAMA Working Paper Nr. 48/2015, Centre for Applied Macroeconomic Analysis.

Impulsantworten makroökonomischer Variablen auf unerwartete Veränderung⁷⁾ des Effektiven Monetären Stimulus (EMS)

in %



Quelle: Bloomberg, Statistisches Bundesamt, Consensus Economics, IWF und eigene Berechnungen basierend auf A. Halberstadt und L. Krippner (2016). * In Höhe einer Standardabweichung.
 Deutsche Bundesbank

produktion in Deutschland erwartungsgemäß mittelfristig Rückgänge in Reaktion auf eine Erhöhung des EMS (siehe Schaubild auf S. 34), bei Verwendung des Kurzfristzinses ist dies nicht der Fall.⁷⁾ Für weite Teile des Untersuchungszeitraums sind diese Rückgänge auch statistisch signifikant, allerdings nicht für die Niedrigzinsphase: Hier sind die geschätzten Rückgänge sowohl der Industrieproduktion als auch der Preise schwächer und statistisch insignifikant.

Die Schätzung zeigt zudem, dass die makroökonomischen Variablen nur dann signifikant beeinflusst werden, wenn überraschende Veränderungen des EMS-Indikators als Ganzes betrachtet werden – also inklusive der Erwartungs- und der Terminprämienkomponente, in die der modellbasierte EMS-Indikator unterteilt werden kann.⁸⁾ In dieser aggregierten Betrachtung bedarf es also beider Kanäle für die Transmission von überraschenden geldpoli-

tischen Maßnahmen auf die Makroökonomie.

Die Ergebnisse der Untersuchung ähneln sich sowohl für die Schätzung mit deutschen makroökonomischen Daten als auch für entsprechende Aggregate des Euroraums. Mit alternativen Indikatoren für die makroökonomische Aktivität und die Inflation ergibt die Modellschätzung im Großen und Ganzen ebenfalls ähnliche Ergebnisse, was für deren Robustheit spricht.

⁷ Der EMS ist so definiert, dass analog zum Kurzfristzins eine Erhöhung als eine geldpolitische Straffung interpretiert werden kann.

⁸ Vgl.: A. Halberstadt und L. Krippner (2016), a. a. O.

modellimpliziter Terminkurve und langfristigen nominalen Wachstumserwartungen.³⁶⁾

Modellbasierte Bestimmung erlaubt Zerlegung des Indikators in Erwartungs- und Terminprämienkomponente

Die modellbasierte Schätzung des EMS erlaubt es, den Indikator in einzelne Bestandteile zu zerlegen. So kann unter Annahme der Erwartungshypothese der Zinsstruktur derjenige Bestandteil des EMS ermittelt werden, der auf die Erwartungen risikoneutraler Marktteilnehmer zurückzuführen ist.³⁷⁾ Ebenso kann der Teil des EMS bestimmt werden, welcher sich aus der Existenz von Terminprämien ergibt, die risikoaverse Marktteilnehmer bei lang laufenden Anleihen für die Übernahme von Laufzeitrissen fordern.

EMS ist ein konsistenter Indikator für Zeiten konventioneller und unkonventioneller Geldpolitik

Die Volatilität des EMS hat sich seit dem Jahr 1999 nur wenig geändert (siehe Schaubild auf S. 34):³⁸⁾ Der Rückgang des EMS seit 2008 zeigt die Lockerung des geldpolitischen Kurses mittels unkonventioneller Maßnahmen an. Zeitlich fallen die Ankündigungen dieser Maßnahmen nicht immer genau mit Veränderungen des Indikatorwerts zusammen: Wenn die Maßnahmen bereits am Markt erwartet wurden, drückte sich dies bereits im Vorfeld der Ankündigung in seinem Verlauf aus. Dementsprechend kann der deutliche Rückgang des EMS im Verlauf des Jahres 2014 auch durch zunehmende Markterwartungen hinsichtlich eines breit angelegten Staatsanleihekaufprogramms erklärt werden.

Auch EMS kann keine Auskunft über Angemessenheit des geldpolitischen Kurses geben

Ähnlich wie die anderen hier diskutierten Indikatoren kann der EMS keine Auskunft über die Angemessenheit des geldpolitischen Kurses geben, nicht zuletzt weil der hier verwendete neutrale Zins Einflussfaktoren unberücksichtigt lässt, die für die konjunkturelle Entwicklung und damit auch für das Erreichen des Preisstabilitätszieles der Geldpolitik wichtig sind. Diese – und damit auch das neutrale Zinskonzept – sind allerdings empirisch schwierig zu identifizieren.³⁹⁾ Der Informationsgehalt des absoluten Niveaus des EMS und damit der Differenz zwischen aktuellem und neutralem Zinsniveau ist daher bestenfalls so zuverlässig, wie es die Schätzung des neutralen Zinses ist.

Unter der Annahme, dass ein möglicher Schätzfehler beim neutralen Zins über die Zeit weitgehend konstant ist, kann allerdings die Änderung des EMS als Indikator zur Messung der Veränderung des geldpolitischen Kurses dienen und für die geldpolitische Analyse nützlich sein (siehe Erläuterungen auf S. 30 ff.).

■ Abschließende Bemerkungen

Auf Basis von Zinsstrukturdaten und -modellen ist es auch an der Zinsuntergrenze und bei Einsatz geldpolitischer Sondermaßnahmen möglich, aussagekräftige Indikatoren zur Messung des geldpolitischen Kurses zu gewinnen. Allerdings sind Aussagen zum Expansionsgrad der Geldpolitik auf Basis der einzelnen Indikatoren mit einer hohen Unsicherheit verbunden. Zu-

Zinsstrukturinformationen wertvoll für die geldpolitische Analyse ...

36 Aufgrund der hohen Schätzgüte des Zinsstrukturmodells stimmen die aus dem geschätzten Modell abgeleiteten Zinsen und Terminalsätze mit den beobachteten Zinsen und Terminalsätzen nahezu überein. Bei der gleichen Wahl des neutralen Zinses entspricht damit die modellfreie Variante des EMS der modellbasierten Variante bis auf die Höhe des Messfehlers bei den Zinsen.

37 Entsprechend der Erwartungshypothese der Zinsstruktur nimmt ein risikoneutraler Anleger an, dass ein langfristiger Zins dem Durchschnitt der kurzfristigen Zinsen entspricht, die er für eine kontinuierliche Wiederanlage seiner Mittel bis zum jeweiligen Anlagehorizont erwartet.

38 Für den Zeitraum vor 2006 werden Staatsanleiherenditen zur Berechnung des EMS verwendet, da 30-jährige OIS-Sätze nicht zur Verfügung stehen.

39 Zwar basiert der EMS ähnlich wie die gängigen monetären Modelle zur Analyse der Geldpolitik auf einem Zinsspannenkonzept, aber das ihm zugrunde liegende neutrale Zinskonzept berücksichtigt nicht die typischerweise modellierten Schocks, die den Verlauf des natürlichen Zinses beeinflussen, worauf die Notenbank im Umfeld nominaler Rigiditäten über ihre Zinspolitik reagiert. In dieser Modellklasse bestimmt die Differenz zwischen dem erwarteten Verlauf der kurzfristigen (Termin-)Zinssätze und dem zeitvariablen Verlauf des natürlichen (Termin-)Zinses die Outputlücke, über die die Geldpolitik mithilfe ihrer Zinspolitik Einfluss auf die Inflationsentwicklung nimmt. Vgl. hierzu: Barsky et al. (2014), a. a. O.; M. Del Negro, M. Giannoni, M. Cocci, S. Shahanaghi und M. Smith (2015), Safety, Liquidity, and the natural rate of interest, Staff Report, Nr. 812, Federal Reserve Bank of New York, Mai 2015; sowie J. Gali und M. Gertler (2007), Macroeconomic modeling for monetary policy evaluation, Journal of Economic Perspectives, 21, S. 25–45. Zur Übertragung dieses theoretischen Zinsspannenkonzepts in ein semi-strukturelles makroökonomisches Modell zur Herleitung einer natürlichen Zinsstrukturkurve vgl.: M. Brzoza-Brzezina und J. Kotłowski (2014), Measuring the natural yield curve, Applied Economics, 46, S. 2052–2065; sowie K. Imakubo, H. Kojima und J. Nakajima (2017), The natural yield curve: its concept and measurement, Empirical Economics, im Erscheinen.

Effektiver geldpolitischer Stimulus*)

Indikatorspezifische Skalierung



Quellen: Bloomberg, Consensus Economics und eigene Berechnungen. * Modellfreie Version. 1 Vollzuteilung. 2 Beschluss der LTRO. 3 Draghi-Rede in London. 4 Beschluss des GLRG I und Ankündigung des ABSPP. 5 Beschluss des APP. 6 Verlängerung des APP.

Deutsche Bundesbank

dem muss in der Interpretation der Entwicklung der Indikatoren berücksichtigt werden, dass diese auf Veränderungen von Finanzmarktpreisen beruhen, die nicht nur die Geldpolitik widerspiegeln, sondern auch von anderen Größen beeinflusst werden.

Allerdings kann die Dynamik der Indikatoren Änderungen des geldpolitischen Kurses in seiner Wirkungsrichtung gut beschreiben. So deuten die in diesem Aufsatz vorgestellten Schätzungen solcher Indikatoren einheitlich darauf hin, dass das Eurosystem mit seinen Sondermaßnahmen den Expansionsgrad des geldpolitischen Kurses insgesamt tatsächlich erhöht hat.

Auch in einem sich normalisierenden Zinsumfeld, in welchem sich die kurzfristigen Zinsen von der negativen Zinsuntergrenze wieder lösen, bieten die Analyse der Zinsstrukturkurve und die Verdichtung ihres Informationsgehalts in die hier vorgestellten Indikatoren wichtige Zusatzerkenntnisse für die geldpolitische Analyse. So kann damit die Wirkung von Leitzinsänderungen und der damit verbundenen geld-

politischen Kommunikation auf den erwarteten Pfad des kurzfristigen Zinses und auf Laufzeitprämien dargestellt werden.

Abschließend gilt es zu bedenken, dass geldpolitische Indikatoren zwar dazu dienen, den geldpolitischen Kurs zu messen, für sich genommen aber noch keine Aussage darüber erlauben, ob dieser geldpolitische Kurs auch angemessen ist. Daher berücksichtigt die geldpolitische Strategie des Eurosystems eine Vielzahl von Konjunktur-, Preis-, Kredit- und Finanzindikatoren, die vor dem Hintergrund ihrer Implikationen für die mittelfristigen Inflationaussichten interpretiert werden und schließlich belastbare Einschätzungen über die Angemessenheit der geldpolitischen Ausrichtung ermöglichen, was die aus der Zinsstruktur abgeleiteten Indikatoren nicht leisten können. Allerdings schreitet die methodische Weiterentwicklung im Bereich der Zinsstrukturmodellierung gegenwärtig rasch voran. Sie zu verfolgen und die darauf aufbauenden geldpolitischen Indikatoren auf ihre Eignung für die geldpolitische Analyse kritisch zu prüfen, erscheint daher aus Notenbanksicht durchaus sinnvoll.

Fortlaufende Anpassung an sich änderndes geldpolitisches Umfeld erforderlich

... auch im Umfeld einer Zinsnormalisierung