

Schon immer gab es ein Bedürfnis nach Prognosen. Dies ist wenig verwunderlich, liefern doch gute Prognosen wertvolle Informationen für die Planung zukünftiger Aktivitäten. Während in früheren Zeiten Orakel oder Wahrsager bemüht wurden, gibt es heute eine Vielzahl von wissenschaftlich arbeitenden Institutionen, die Prognosen über unterschiedlichste Ereignisse generieren und diese dann publizieren oder verkaufen. Je nach Art des zu prognostizierenden Ereignisses differieren die hierbei eingesetzten Methoden zum Teil sehr stark.

In den späten achtziger Jahren kam erstmals eine neue Prognosetechnik zur Anwendung: die Veranstaltung so genannter »experimenteller Aktienmärkte«.¹ Während diese Technik zunächst vorrangig im Bereich der Wahlprognose eingesetzt wurde, fand sie später auch in anderen Bereichen Anwendung, so z.B. bei der Abschätzung der Besucherzahlen von Kinofilmen, der betriebsinternen Projektüberwachung oder der Voraussage des Ausgangs von Referenden.

Der vorliegende Beitrag soll erstens dazu dienen, die grundlegende Idee der Veranstaltung experimenteller Prognosemärkte darzustellen und einen Überblick über die bisher vorliegende empirische Evidenz zu geben. Die präsentierten Ergebnisse zeigen, dass experimentelle Prognosemärkte eine sinnvolle Ergänzung zu existierenden Prognosemethoden sind. Zweitens soll gezeigt werden, dass sich experimentelle Aktienmärkte auch zur Prognose makroökonomischer Eckdaten eignen und insofern in der Zukunft eine konsequente Ergänzung des traditionellen Konjunkturprognose-Instrumentariums darstellen könnten.

Die Idee

Die Idee, experimentelle Märkte zu Prognosezwecken zu veranstalten, beruht auf der Vorstellung, dass Märkte private Informationen effizient verbreiten und aggregieren.² Diese Vorstellung wird durch die vorliegende empirische, insbesondere aber durch die experimentelle Evidenz gestützt.³ Insbesondere aus Futures-Märkten lassen sich relativ einfach Prognosen ableiten. Solche Märkte entstehen allerdings in der Regel nur, wenn es Individuen gibt, die das Bedürfnis haben, sich gegen bestimmte Risiken abzusichern.⁴ Die aus diesen Märkten ableitbaren Prognosen sind also nur ein Nebenprodukt von Absicherungstransaktionen.

Allerdings bilden sich solche unmittelbar zu Prognosezwecken einsetzbare Märkte in der Realität eher selten. Ein Grund hierfür dürfte darin zu suchen sein, dass

eine Nachfrage nach entsprechenden Wertpapieren nur dann entsteht, wenn diese sich tatsächlich dazu eignen, sich gegen Risiken des eigenen Geschäfts abzusichern. So ist z.B. die Errichtung eines CPI-Futures-Marktes in den Vereinigten Staaten gescheitert, weil die gehandelten Papiere auf den allgemeinen Verbraucherpreisindex lauteten. Viele Unternehmen hätten aber eher ein Interesse daran gehabt, sich gegen die spezifischen Preisrisiken in ihren Absatzsegmenten abzusichern. Aufgrund der geringen Liquidität des Marktes wurde er relativ schnell wieder geschlossen.

Wenn Futures-Märkte in vielen Marktsegmenten nicht von selbst entstehen, so können solche Märkte zumindest in experimentellen Umgebungen geschaffen werden. Dies hat zudem den Vorteil, dass das Design der Märkte voll auf den Prognosezweck abgestellt werden kann und sich somit die Probleme der Ableitung einer Prognose aus den Marktdaten minimieren lassen.

Grundlegendes Design experimenteller Aktienmärkte

Experimentelle Aktienmärkte werden typischerweise elektronisch über das Inter-

¹ Streng genommen stellten die aus experimentellen Aktienmärkten ableitbaren Prognosen zunächst eher ein Nebenprodukt dar. Vorrangig dienten die Märkte zur Gewinnung von Mikrodaten über das Verhalten von Individuen in Märkten.

² Vgl. hierzu z.B. von Hayek (1945), Smith (1982) oder Lioui und Poncet (2002).

³ Ein Überblick über die diesbezügliche Literatur findet sich in Berlemann (2003).

⁴ So sind z.B. Wechselkurs-Futures-Märkte aus dem Bedürfnis heraus entstanden, sich gegen das Wechselkurs-Änderungsrisiko abzusichern.

net abgewickelt. Technische Voraussetzung für die Teilnahme ist somit ein Internetzugang. Ansonsten gibt es zumeist keine Zulassungsbeschränkungen. Um an einem solchen Markt teilnehmen zu können, müssen sich Interessenten zunächst via Internet zur Teilnahme anmelden.

In der Regel werden experimentelle Prognosemärkte als »Real-Money-Markets« veranstaltet, d.h. die Transaktionen in den Märkten beruhen auf realem Geld. Die einzelnen Marktteilnehmer können also in Abhängigkeit vom Erfolg ihrer Transaktionen Gewinne, aber auch Verluste erwirtschaften. Um an einem experimentellen Markt teilnehmen zu können, muss daher zunächst eine Einlage beim Marktveranstalter gemacht werden.⁵ Sobald die gewünschte Investitionssumme als Einlage auf dem Konto des Marktveranstalters eingegangen ist, wird der Händler in der Marktsoftware zum Handel frei geschaltet und hierüber per E-Mail benachrichtigt. Diese E-Mail enthält auch seinen Benutzernamen und sein Login-Passwort. In der Marktsoftware wird gleichzeitig für den Benutzer ein Marktkonto angelegt, auf das die Einlage eingezahlt wird und dem Händler nun zur Finanzierung seiner Transaktionen im experimentellen Markt zur Verfügung steht.

Daneben gibt es auch experimentelle Märkte, in denen nur mit virtuellem Geld gehandelt wird. Typischerweise werden am Ende solcher Märkte dann der oder die erfolgreichste(n) Händler mit Geld- oder Sachpreisen belohnt. Der Vorteil von Märkten auf der Basis virtuellen Geldes liegt in der Tatsache, dass es wesentlich leichter ist, hierfür Händler zu finden. Einerseits müssen die Teilnehmer keinerlei Verlustrisiko tragen, andererseits können sie umgehend nach Anmeldung bereits im Markt handeln. Nachteilig wirkt allerdings, dass die Belohnung nur der erfolgreichsten Teilnehmer leicht dazu führen kann, dass die Spieler wesentlich riskantere Strategien verfolgen, was einen negativen Einfluss auf die Prognoseergebnisse haben kann.

In experimentellen Aktienmärkten werden Kontrakte gehandelt, deren Wert von der Realisation eines bestimmten Ereignisses abhängt.⁶ Dabei sind zwei verschiedene Typen von experimentellen Aktienmärkten, die so genannten »Anteilmärkte« und die »Gewinner-Märkte«, zu unterscheiden. Während in Anteilmärkten prinzipiell jeder Kontrakttyp einen positiven Liquidationswert haben kann, gilt dies in Gewinner-Märkten immer nur für genau einen Kontrakttyp. Welches Marktdesign im Einzelfall zur Prognose verwendet wird, hängt wesentlich von dem zu prognostizierenden Ereignis ab. Prinzipiell kann jedes intersubjektiv messbare Ereignis Gegenstand eines Prognosemarktes sein.

Anteilmärkte

Anteilmärkte werden verwendet, wenn die Verteilung von Beobachtungen auf verschiedene Ausprägungen eines Ereignisses prognostiziert werden soll. Das klassische Beispiel für diesen Markttyp sind politische Aktienmärkte. Mit Hilfe politischer Aktienmärkte versucht man, die Stimmenanteile zu prognostizieren, die die Parteien bei einer Wahl jeweils auf sich vereinigen können.

An politischen Aktienmärkten werden demnach Kontrakte gehandelt, die auf politische Parteien lauten.⁷ Üblicherweise wird für jede der antretenden Parteien ein eigener Aktientyp gehandelt. Kandidieren jedoch auch viele kleine Parteien, von denen bei Marktbeginn erwartet wird, dass sie nur einen geringen Prozentsatz der Stimmen bei der Wahl erhalten werden, so werden diese üblicherweise in einer Aktie »sonstige Parteien« zusammengefasst. Ein vollständiges Aktienpaket, ein so genanntes »Einheitsportfolio«, enthält je eine aller gehandelten Aktien.

Der Wert einer Aktie zum Liquidationszeitpunkt bemisst sich hierbei nach dem relativen Stimmenanteil, den die Partei, auf die die Aktie bezogen ist, bei der Wahl erhält. Die Auszahlung A einer auf die Partei i lautenden Aktie am Wahltag bemisst sich demnach nach der Formel $A_i = s_i \cdot W$, wobei s_i den relativen Stimmenanteil der Partei i am Wahltag (mit $\sum s_i = 1$) und W den vom Börsenveranstalter Ex-ante festzulegenden Wert eines vollständigen Aktienpaketes (typischerweise auf eine Währungseinheit normiert) bezeichnet. Erhält eine Partei X also z.B. bei der Wahl 25,4% ($s_i = 0,254$) aller Stimmen und ist der Wert eines vollständigen Portfolios auf 1 € festgelegt, so beträgt die Auszahlung für jede auf die X -Partei lautende Aktie gerade 0,254 €. Nach der Realisierung des Ereignisses, in unserem Beispiel also der Bekanntgabe des Wahlergebnisses, wird jedem Teilnehmer einerseits der Liquidationswert seines Aktienportfolios, andererseits sein verbleibendes Kontoguthaben ausgezahlt.

Gewinner-Märkte

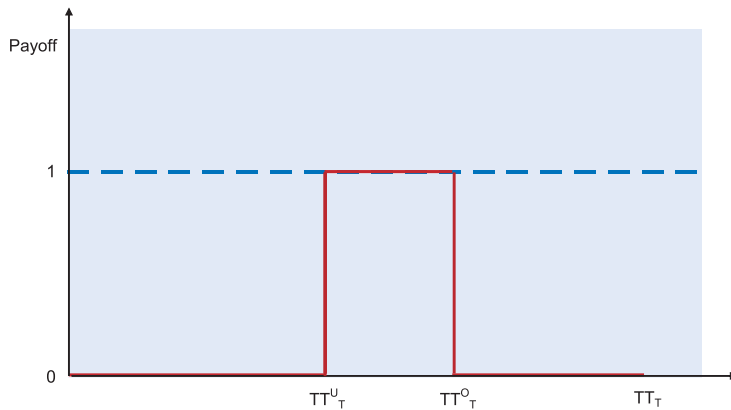
Bei Gewinner-Märkten wird im einfachsten Fall prognostiziert, ob eine bestimmte Ausprägung eines Ereignisses eintritt oder nicht (z.B. Beitritt von Bulgarien zur Europäischen Währungsunion zum 1. Januar 2007). Es ist aber auch möglich, mit einem Gewinner-Markt mehrere Ausprägungen eines Ereignisses gleichzeitig zu prognostizieren (z.B. welches Team Fußball-Weltmeister 2006 wird).

⁵ Aus rechtlichen Gründen ist die Höhe der maximal zulässigen Einlagen zumeist begrenzt.

⁶ Solche Kontrakte werden auch als »Futures« bezeichnet.

⁷ Je nach Art der interessierenden Wahl können die Aktien auch auf die zur Wahl stehenden Kandidaten für ein bestimmtes Amt lauten.

Abb. 1
Auszahlungsfunktion einer binären Lock-in Option auf die Inflationsrate



In einem Gewinner-Markt werden so genannte »binäre Lock-In-Optionen« gehandelt.⁸ Das Underlying dieser Optionen ist die Ausprägung der zu prognostizierenden Variable. Nehmen wir zur Illustration einmal an, die Höhe der Inflationsrate solle mit Hilfe eines Gewinner-Marktes prognostiziert werden. In diesem Fall wäre das Underlying der Optionskontrakte ein Maß der Inflation (z.B. die jährliche Änderungsrate des Konsumentenpreisindex). Eine binäre Lock-In-Option hat eine feste Auszahlung wenn das Underlying (hier die Inflationsrate) sich zum Stichtag innerhalb eines vordefinierten Bereichs⁹ (z.B. zwischen 1 und 2%) befindet. In experimentellen Prognosemärkten ist die Auszahlung üblicherweise auf eine Währungseinheit normiert. Die Auszahlungsfunktion einer solchen Lock-In Option ist in Abbildung 1 dargestellt.¹⁰

Insgesamt werden n verschiedene Optionen in einem Gewinner-Markt gehandelt. Dabei werden die Ausübungsbereiche so gestaltet, dass sie sich nicht überlappen. Darüber hinaus muss jede mögliche Ausprägung des Underlyings durch genau eine Option abgedeckt werden. In diesem Fall stimmt die Zahl der linear unabhängigen Wertpapiere mit der Zahl der Zustände, die eintreten können, überein. Somit handelt es sich bei einem derart gestalteten experimentellen Markt um einen vollständigen Markt (vgl. Copeland und Weston 1992, 112). In einem vollständigen Markt kann Unsicherheit über zukünftige Einkommensströme vollständig ausgeschaltet werden. In Tabelle 1 ist ein Satz von Lock-In-Optionen dargestellt, der einen vollkommenen Markt definiert. Ein solcher Satz von Lock-In-Optionen stellt das Einheitsportfolio eines Gewinner-Marktes dar.

⁸ In der Fachliteratur werden diese Wertpapiere auch als »Digitaloptionen«, »Simplex-Optionen«, »Alles-oder-Nichts-Optionen« oder »Lotterioptionen« bezeichnet.

⁹ In der Literatur wird dieser Bereich »strike range« genannt.

¹⁰ In der finanzwirtschaftlichen Literatur (vgl. z.B. Copeland und Weston 1992 oder Eichberger und Harper 1997) werden solche Optionen auch als »reine« oder als »Arrow-Debreu« Wertpapiere bezeichnet.

Handel in experimentellen Aktienmärkten

Der Kauf und Verkauf von Einheitsportfolios findet auf dem so genannten »Primärmarkt« statt. Während der gesamten Marktlaufzeit können die Marktteilnehmer beim Marktveranstalter Einheitsportfolios zum Preis einer Währungseinheit erwerben. Ebenso können vollständige Einheitsportfolios jederzeit an den Marktveranstalter zum Preis von einer Währungseinheit zurück verkauft werden. Berücksichtigt man weiterhin die spezielle, bereits eingangs beschriebene Auszahlungsstruktur der Kontrakte, so wird deutlich, dass die Veranstaltung eines experimentellen Prognosemarktes für den Marktveranstalter ein so genanntes »Nullsummenspiel«

ist, d.h. die Summe aller eingezahlten Investitionsbeträge der Marktteilnehmer wird auch an diese zurückgezahlt. Individuell stellt die Marktteilnahme jedoch in der Regel kein Nullsummenspiel dar, kann der Händler doch – in Abhängigkeit vom Erfolg seiner Handelsstrategie – Gewinne oder Verluste erwirtschaften.

Auf dem »Sekundärmarkt« handeln die Marktteilnehmer die durch den Marktveranstalter in Umlauf gebrachten Kontrakte untereinander. Der Sekundärmarkt ist typischerweise als »double auction market« organisiert, an dem die Händler Kaufangebote (»Bids«) oder Verkaufsangebote (»Asks«) abgeben können. Hierzu stehen zwei Arten von Angeboten zur Verfügung: limitierte Aufträge und Aufträge zu Marktpreisen. Bei limitierten Aufträgen muss der Händler den Transaktionstyp (Kaufangebot oder Verkaufsangebot), den Kontrakttyp, die Zahl der Kontrakte, den gewünschten Transaktionspreis und die Laufzeit des Angebots spezifizieren. Limitierte Aufträge werden nach Abgabe in separaten Listen (sog. Bid- und Ask-Queues) abgelegt, die zunächst nach gewünschten Transaktionspreisen und dann nach Abgabedatum des Angebots sortiert sind. Sobald ein Angebot in eine dieser Listen eingeht, bleibt es dort, bis es vom Händler zurückgezogen wird, die Befristung des Angebots ab-

Tab. 1
Beispiel für Einheitsportfolio im Gewinner-Markt

Kontraktbezeichnung	Zahl 1 € aus, wenn
$\Pi(k_1^-)$	$\Pi < k_1$
$\Pi(k_1, k_2)$	$k_1 \leq \Pi \leq k_2$
...	...
$\Pi(k_{n-1}, k_n)$	$k_{n-1} \leq \Pi \leq k_n$
$\Pi(k_n^+)$	$\Pi > k_n$

gelaufen ist oder aber ausgeführt wird. Ausgeführt werden Angebote immer dann, wenn sich die Listen der Kauf- und Verkaufsangebote für den betreffenden Kontrakttyp überlappen und somit ein Handel zwischen den beteiligten Parteien möglich ist. Stimmen die gewünschten Handelsvolumina nicht überein, so wird nur die von der kürzeren Marktseite gewünschte Menge umgesetzt, und der restliche Auftrag bleibt in der Liste erhalten. Beim zweiten Transaktionstyp, den Aufträgen zu Marktpreisen, gibt es weder eine explizite Preis- noch eine Zeitlimitierung. Diese Angebote werden immer sofort zu aktuellen Marktpreisen, die den Marktteilnehmern bekannt sind, ausgeführt.

Alle Primär- und Sekundärmarkt-Transaktionen werden über eine Marktsoftware abgewickelt, die über das Internet genutzt werden kann. Die Software dient nicht nur als Marktplattform, sie stellt auch vielfältige Informationen bereit. Die Händler können persönliche Informationen über ihren eigenen Kontostand, ihr Portfolio und offene und abgewickelte Aufträge abrufen. Darüber hinaus hält die Software auch Informationen über die aktuell höchsten Kaufangebote, die niedrigsten Verkaufsangebote und die letzten gehandelten Preise bereit.

Anders als in echten Aktienmärkten sind in experimentellen Prognosemärkten Leerverkäufe¹¹ regelmäßig unmöglich, um so zu gewährleisten, dass die eingezahlten Investitionsbeiträge auch ausreichen, um alle Schlusszahlungen tätigen zu können. Ein weiterer Unterschied liegt im Verzicht auf die Erhebung von Transaktionskosten seitens des Marktorganisations. Hierdurch wird der Nullsummencharakter des Spiels gewährleistet. Darüber hinaus wird sichergestellt, dass auch Transaktionen mit kleinen Gewinnmargen für die Händler rentabel bleiben und getätigt werden, was einen positiven Einfluss auf die Prognoseeigenschaften des Marktes hat.

Marktliquidation

Experimentelle Aktienmärkte werden liquidiert, sobald die Realisation des Underlyings bekannt ist (in einem Inflationsprognosemarkt also z.B. sobald die Inflationsrate vom Statistischen Bundesamt bekannt gegeben wurde). Die individuelle Auszahlung eines Marktteilnehmers besteht aus zwei Komponenten. Einerseits erhält jeder Marktteilnehmer sein verbleibendes Kontoguthaben zu Marktende ausgezahlt. Andererseits erhält jeder Marktteilnehmer den Liquidationswert des von ihm bei Marktende gehaltenen Port-

Tab. 2
Beispiel für Portfolioliquidation in einem Gewinner-Markt

Kontraktbezeichnung	Zahl der Kontrakte im Portfolio	Liquidationswert pro Kontrakt	Wert in €
$\Pi(k_{1-})$	13	0	0
$\Pi(k_1, k_2)$	5	1	5
$\Pi(k_2, k_3)$	3	0	0
$\Pi(k_3, k_4)$	7	0	0
$\Pi(k_4+)$	11	0	0
Kontostand	-	-	6
Auszahlung	-	-	11

folios von Kontrakten. Zur Verdeutlichung ist in Tabelle 2 die Berechnung der Auszahlung für einen imaginären Teilnehmer eines Inflationsprognosemarktes dargestellt.

Wir nehmen hierzu an, die Realisation der Inflationsrate falle letztendlich in das Intervall zwischen k_1 und k_2 . Die zweite Spalte gibt die Zusammensetzung des Portfolios des Händlers wieder. In der dritten Spalte sind die Liquidationswerte je Kontrakttyp abgetragen. Für alle Kontrakte bis auf den »Gewinnerkontrakt« $\Pi(k_1, k_2)$ sind die Liquidationswerte null. Da der imaginäre Händler zum Marktende annahmegemäß fünf Stück dieser Kontrakte in seinem Portfolio hielt, beträgt der Liquidationswert seines Portfolios 5 €. Zuzüglich der 6 €, die der Händler zum Marktende an Guthaben auf seinem Konto übrig hatte, erhält er somit eine Abschlussauszahlung von 11 €.

Ableitung von Intervall- und Punktprognosen

Experimentelle Aktienmärkte erlauben auf sehr einfache Art und Weise die Ableitung von Prognosen für das zugrunde liegende Ereignis.

In Anteils-Märkten stellen die letzten beobachteten Transaktionspreise die Markteinschätzung der tatsächlichen Verteilung auf die Kategorien dar. Wird z.B. in einem politischen Aktienmarkt der auf die X-Partei lautende Kontrakt zu einem Preis von 0,22 € gehandelt, so impliziert dies die Einschätzung des Marktes, dass die X-Partei in der Wahl letztendlich 22% der Stimmen auf sich vereinigen wird.

In Gewinner-Märkten signalisieren die letzten beobachteten Marktpreise dagegen die Einschätzungen der Marktteilnehmer bzgl. der Eintrittswahrscheinlichkeiten verschiedener Ausprägungen des zu prognostizierenden Ereignisses (d.h. des Underlyings der Lock-In-Optionen). Wird also in dem in Tabelle 2 beispielhaft dargestellten Inflationsprog-

¹¹ Als Leerverkauf bezeichnet man den Verkauf eines Kontraktes, den man zum Zeitpunkt des Verkaufs nicht im Portfolio hält.

nosemarkt der Kontrakt $\Pi(k_1, k_2)$ zu einem Preis von 0,31 € gehandelt, so schätzen die Marktteilnehmer die Wahrscheinlichkeit, dass die zu prognostizierende Inflationsrate in das Intervall zwischen k_1 und k_2 fällt, mit 31% ein. Während Gewinner-Märkte also quasi »automatisch« Intervallprognosen bezüglich des Underlyings generieren, liefern sie keine Punktprognosen. Häufig werden aber in der Praxis Punktprognosen benötigt. Mit Hilfe einiger weniger zusätzlicher Annahmen lassen sich aus den Intervallprognosen Punktprognosen generieren.

Um aus den Intervallprognosen Punktprognosen berechnen zu können, wären prinzipiell Informationen über die erwartete Verteilung der Ausprägung des Underlyings innerhalb des Ausübungsbereichs der Lock-In-Optionen nötig. Hierüber stehen jedoch keine Informationen zur Verfügung. Sind die einzelnen Intervalle jedoch genügend klein, so kann hilfsweise angenommen werden, die Marktteilnehmer gingen von einer Gleichverteilung innerhalb der endlich großen Intervalle aus. Bezüglich der beiden Randkontrakte mit unendlich großem Ausübungsbereich erscheint es dagegen vernünftig anzunehmen, dass die innere Intervallgrenze als die am wahrscheinlichsten eingeschätzte Ausprägung angesehen wird.¹² Unter Verwendung dieser Annahmen kann nun eine Punktprognose berechnet werden, wenn für jeden Kontrakt die Preise, zu denen die Kontrakte zuletzt gehandelt wurden, mit den Intervallmitteln bzw. Intervallgrenzen multipliziert und die sich ergebenden Werte dann über alle Kontrakte aufaddiert werden. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass sich die für die einzelnen Kontrakte zuletzt beobachteten Preise nicht immer zu Eins addieren. Dies ist für eine Interpretation als Wahrscheinlichkeiten jedoch unerlässlich. Zumeist wird dieses Problem dadurch gelöst, dass die Summe der zuletzt beobachteten Marktpreise auf Eins normiert wird und die normierten Preise dann die Grundlage für die Berechnung der Punktprognose liefern (s. Kasten auf der folgenden Seite).¹³

¹² In der Praxis sollte bei Verwendung dieser Annahme darauf geachtet werden, dass die Punktprognosen letztendlich niemals in die Randintervalle fallen, die Marktpreise für die Randintervalle also genügend gering sind. Dies kann durch so genannte »contract splits« gewährleistet werden. Hierbei wird ein Kontrakt in zwei (oder mehr) neue aufgeteilt. Solange die Ausübungsbereiche sich weiterhin nicht überlappen, ist dies unproblematisch. In der Praxis erhält jeder Marktteilnehmer, der zu teilende Kontrakte in seinem Portfolio hält, für jeden dieser Kontrakte je einen der neuen Kontrakte. Da diese Kontrakte insgesamt den gleichen Ausübungsbereich haben, wie der ursprüngliche, wird der Wert des Portfolios durch einen solchen »contract split« nicht verändert. Während es also möglich ist, die Zahl der handelbaren Kontrakttypen im Marktverlauf zu erhöhen, ist eine Senkung der Zahl der Kontrakttypen während der Marktlaufzeit nicht möglich. Häufig werden »contract splits« auch verwendet, um Kontrakte, die zu sehr hohen Preisen gehandelt werden, zu zerlegen. Auch dies trägt zur Steigerung der Prognosegenauigkeit bei.

¹³ Als Alternative zu den zuletzt beobachteten Preisen verwenden einige Marktveranstalter umsatzgewichtete Preise. Aus theoretischer Sicht sind jedoch die letzten beobachteten Preise zu Prognosezwecken geeigneter, da nur die Grenzpreise alle verfügbaren Informationen widerspiegeln.

In der Praxis dominieren zumeist die Punktprognosen, vermutlich weil sie einer breiteren Öffentlichkeit verständlich sind. Der Nachteil der Verwendung von Punktprognosen ist jedoch, dass sie für sich genommen keine Informationen über die der Prognose innewohnende Unsicherheit enthalten. So können z.B. zwei Punktprognosen durchaus identisch sein, aber aus Verteilungen mit völlig unterschiedlichen Varianzen generiert worden sein. Es erscheint deswegen sinnvoll, Punktprognosen – wenn möglich – mit einem Unsicherheitsmaß auszustatten. Anders als viele andere Prognosemethoden lässt sich der Grad der Unsicherheit der Prognose in experimentellen Prognosemärkten sehr einfach messen und quantifizieren. Dies liegt vorrangig daran, dass die Punktprognose, wie oben gezeigt, selbst aus einer Intervallprognose berechnet wird. Zu jedem Zeitpunkt kann daher die empirische Varianz der Prognose berechnet werden. Anders als z.B. in ökonometrischen Prognosemodellen, muss bei der Berechnung der Varianz hier nicht auf historische Daten zurückgegriffen werden.¹⁴ Stattdessen kann die Unsicherheit der Prognose zu jedem Zeitpunkt neu evaluiert werden.

Empirische Ergebnisse für politische Aktienmärkte

Die meisten der bisher veranstalteten experimentellen Prognosemärkte waren politische Aktienmärkte. Ein Grund hierfür dürfte darin liegen, dass der erste experimentelle Prognosemarkt ein solcher politischer Aktienmarkt war und er zudem den Ausgang der Wahlen zum Präsidenten der Vereinigten Staaten sehr genau voraussagte (vgl. Forsythe et al. 1992). Außerdem sind politische Wahlen ein für eine breite Öffentlichkeit interessantes Thema, so dass die Rekrutierung von informierten Händlern für solche Märkte vergleichsweise einfach ist. Motiviert durch den großen Erfolg des ersten politischen Aktienmarktes wurden an der University of Iowa die so genannten »Iowa Electronic Markets«¹⁵ gegründet, die regelmäßig experimentelle Aktienmärkte veranstalten. Auch in vielen anderen Ländern wurden inzwischen politische Aktienmärkte organisiert. Während in Australien, Kanada, der Tschechischen Republik, Dänemark, Frankreich, Italien, Korea, den Niederlanden, Norwegen, Mexiko, Schweden, Taiwan und der Türkei nur vereinzelt politische Aktienmärkte stattfanden¹⁶, wurden solche Märkte in Österreich (vgl. Ortner, Stepan und Zechner 1995) und Deutschland¹⁷ seit 1988 recht regelmäßig veranstaltet.

¹⁴ Die Verwendung historischer Daten ist insbesondere dann problematisch, wenn sich die Verteilungsparameter im Zeitablauf verändern.

¹⁵ Vgl. die Internetseite der Iowa Electronic Markets unter: <http://www.biz.uiowa.edu/iem/>.

¹⁶ Vgl. für Kanada Forsythe et al. (1995), für Tschechien Cahlik et al. (2003), für Schweden Bohm und Sonnegard (1999) und für die Niederlande Jacobsen et al. (2000).

¹⁷ Vgl. Beckmann und Werding (1996), Brüggelambert (1999), Berlemann (2000) sowie Berlemann und Schmidt (2001).

Dass die in Gewinner-Märkten mit dem oben beschriebenen Design beobachtbaren Preise $p_{s,t}$ tatsächlich unverzerrte Prognosen für das Underlying der gehandelten Lock-In-Optionen sind, lässt sich auf Basis der Arbitrage Pricing Theorie (APT) zeigen.^{a)} Der APT zur Folge hängt der Gleichgewichtspreis eines reinen Wertpapiers von drei Faktoren ab: dem risikolosen Zins (r^f), der Risikoneigung der Marktakteure (in Form der Risikoprämie für die Übernahme unsystematischer Risiken (r^r)) und den Wahrscheinlichkeiten h , mit denen bestimmte Umweltzustände s eintreten. Der Preis eines reinen Wertpapiers beträgt somit:

$$p_{s,t} = \frac{E[p_{s,T}]}{(1+r^f+r^r)^{T-t}}.$$

In experimentellen Prognosemärkten ist die risikolose Verzinsung null ($r^f = 0$).^{b)} Bei homogenen Erwartungen der Marktteilnehmer über das Eintreten alternativer Umweltzustände^{c)} ist der erwartete Preis eines reinen Wertpapiers zum Zeitpunkt T das Produkt aus Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieses Zustands h aus Sicht des Betrachtungszeitpunkts t und Auszahlung in diesem Zustand von 1 Geldeinheit. Es gilt somit:

$$E[p_{s,T}] = h_{s,t} \cdot 1.$$

Dann aber sind beobachtbare Unterschiede in den erwarteten Marktpreisen der gehandelten Wertpapierarten allein auf Unterschiede in den erwarteten Wahrscheinlichkeiten zurückzuführen (da ja die Auszahlungen für alle Wertpapiere gleich sind, wenn das Underlying in den Ausübungsbereich des jeweiligen Wertpapiers fällt).

Die dritte Determinante der Preise reiner Wertpapiere liegt in der Risikoeinstellung der Marktteilnehmer. Während risikoneutrale Wirtschaftssubjekte keine Prämie für die Übernahme nicht-diversifizierbaren Risikos verlangen, gilt dies nicht für risikoscheue Wirtschaftssubjekte. Da es in einem experimentellen Aktienmarkt kein nicht-diversifizierbares Risiko gibt, kann es im Gleichgewicht keine Risikoprämien geben, d.h. $r^r = 0$.

Fassen wir die obigen Überlegungen zusammen, so vereinfacht sich die aus der APT stammende Bepreisungsformel reiner Wertpapiere zu:

$$p_{s,t} = h_{s,t}.$$

Dies bedeutet, dass die Preise der in experimentellen Aktienmärkten gehandelten Wertpapiere perfekte Voraussagen der von den Marktteilnehmern erwarteten Wahrscheinlichkeiten sind, mit denen die einzelnen Umweltzustände eintreten.^{d)}

^{a)} Die Arbitrage Pricing Theorie geht auf Ross (1976) zurück und ist in jedem modernen finanzwirtschaftlichen Lehrbuch dargestellt (vgl. Copeland und Weston 1992).

^{b)} Es gibt nur zwei risikolose Portfolios in einem experimentellen Aktienmarkt. Entweder man hält gar keine Kontrakte. In diesem Fall ist der Ertrag null. Oder aber man hält Einheitsportfolios, die einen sicheren Ertrag von einer Währungseinheit abwerfen. Da diese Einheitsportfolios aber auf dem Primärmarkt genau eine Währungseinheit kosten, ist auch hier der Ertrag Null. Sollte am Sekundärmarkt zu einem bestimmten Zeitpunkt tatsächlich ein Einheitsportfolio zu einem Preis von weniger als einer Währungseinheit erworben werden können, so stellt dies keinen arbitragefreien Zustand dar.

^{c)} Diese Annahme ist nicht zwingend notwendig zur Herleitung der Schlussfolgerungen. Die Erwartungen können durchaus auch heterogen sein (vgl. Copeland und Weston 1992, 117).

^{d)} Einschränkung muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass dies nur im Marktgleichgewicht gilt und alle Informationen demnach in den Marktpreisen enthalten sind. Ob es sich bei einer konkreten Marktsituation aber um ein Gleichgewicht handelt, ist empirisch kaum bestimmbar.

Die Prognosequalität politischer Aktienmärkte war dabei recht viel versprechend. Berg et al. (2004) kommen auf Basis eines Samples, das 49 politische Aktienmärkte aus 13 verschiedenen Ländern umfasst, zu dem Ergebnis, dass die Prognosen politischer Aktienmärkte tendenziell näher am tatsächlichen Wahlergebnis lagen als die Prognosen von Meinungsforschungsinstituten. Darüber hinaus schwanken die Marktprognosen deutlich weniger. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Berlemann und Schmidt (2001) für ein Sample von 25 politischen Aktienmärkten, die in Deutschland stattfanden.

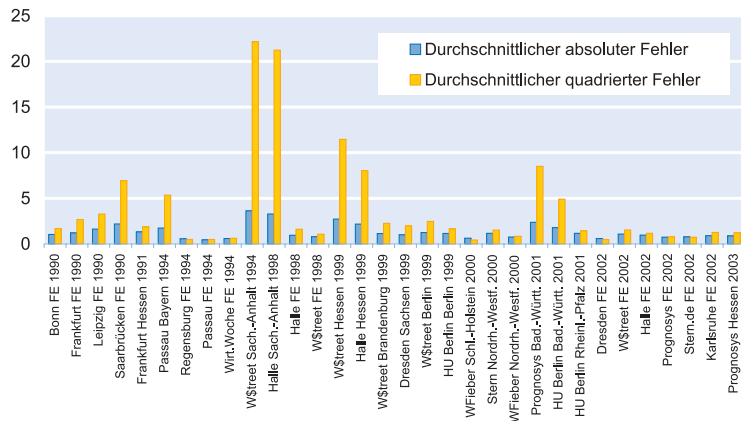
In Abbildung 2 sind die durchschnittlichen absoluten und die durchschnittlichen quadrierten Fehler der in Deutschland veranstalteten politischen Aktienmärkte dargestellt.¹⁸ Es ist leicht zu erkennen, dass die Prognosegüte der Märkte zwar von Wahl zu Wahl schwankt, extrem hohe Prognosefehler

aber eher die Ausnahme sind. In Abbildung 3 sind die für die einzelnen Parteien prognostizierten Prozentanteile gegen die tatsächlichen Stimmenanteile abgetragen (183 Beobachtungen). Punkte auf der eingezeichneten 45-Grad-Linie indizieren vollständig akkurate Prognosen. Die Tatsache, dass der weitaus größte Teil der Beobachtungen nahe an der 45-Grad-Linie liegt, zeigt an, dass die Prognosequalität der politischen Aktienmärkte durchaus gut war.

Um die Qualität der Prognosen aus politischen Aktienmärkten besser einschätzen zu können, bietet sich ein Vergleich mit Prognosen von Meinungsforschungsinstituten an. Zu diesem Zweck wurden für jede Wahl der durchschnittliche absolute und der durchschnittliche quadrierte Fehler der

¹⁸ Das Sample von Berlemann und Schmidt (2001) wurde zu diesem Zweck um sieben weitere politische Aktienmärkte erweitert. Eine ausführlichere Beschreibung der einzelnen Märkte findet sich in Berlemann (2003).

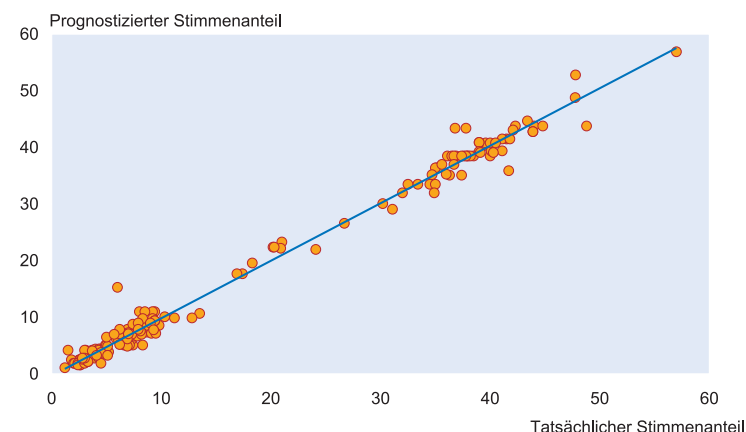
Abb. 2
Prognosefehler der in Deutschland veranstalteten politischen Aktienmärkte



Quelle: Berlemann (2003).

Schlussprognosen politischer Aktienmärkte und der Meinungsforschungsinstitute berechnet und miteinander verglichen. Im Durchschnitt schneiden die politischen Aktienmärkte hier besser ab. Für den durchschnittlichen absoluten Prognosefehler der politischen Aktienmärkte ergibt sich ein Wert von 1,37, wohingegen der durchschnittliche absolute Prognosefehler der Meinungsforschungsinstitute bei 1,53 liegt. Der durchschnittliche quadrierte Fehler beträgt bei den politischen Aktienmärkten 3,90, bei den Meinungsforschungsinstituten dagegen 4,73. Mit Hilfe eines einseitigen T-Tests lässt sich zudem zeigen, dass die Hypothese, dass die Prognosen der politischen Aktienmärkte signifikant besser sind als die der Meinungsforschungsinstitute, auf einem 90%igen Konfidenzniveau nicht zurückgewiesen werden kann. Dieses Ergebnis ist umso erstaunlicher, als an den meisten deutschen politischen Aktienmärkten weniger als 50 Teilnehmer registriert waren (die Stichproben von Mei-

Abb. 3
Prognostizierte versus tatsächliche Stimmenanteile in deutschen politischen Aktienmärkten



Quelle: Berlemann (2003).

nungsforschungsinstituten umfassen in der Regel ca. 1 000 Personen).

Empirische Ergebnisse für Prognosemärkte makroökonomischer Variablen

Die guten Prognoseergebnisse politischer Aktienmärkte haben zu einer ganzen Reihe von Versuchen geführt, die Methodik experimenteller Aktienmärkte auch auf andere als politische Ereignisse anzuwenden, so z.B. auf die Prognose makroökonomischer Variablen. In Deutschland wurden bisher vier elektronische Prognosemärkte zur Voraussage der Inflationsrate und einer zur Prognose des Hauptrefinanzierungssatzes der Europäischen Zentralbank veranstaltet (vgl. hierzu Berlemann 2003 sowie Berlemann und Nelson 2003). Die Austrian Political Stock Markets veranstalteten einen Markt zur Prognose der Entwicklung der Arbeitslosigkeit in Österreich¹⁹, die Iowa Electronic Markets zwei Märkte zur Prognose des Dollar-Peso-Wechselkurses. Schließlich wurden im Verlaufe des Jahres 2002 insgesamt 14 elektronische Aktienmärkte zur Prognose der Inflationsrate und des Wechselkurses zwischen LEV und US-Dollar in Bulgarien organisiert (vgl. Berlemann, Dimitrova und Nenovsky 2004 sowie Berlemann 2003). Alle diese Märkte verwendeten das zuvor beschriebene Gewinner-Market-Design. Aus technisch-organisatorischer Sicht funktionierten diese Märkte einwandfrei. Allerdings sind die bisher veranstalteten Märkte im Hinblick auf ihren Prognosegegenstand zu heterogen, um hier umfassend vorgestellt werden zu können. Aus diesem Grund werden wir uns hier darauf beschränken, das Design und die wichtigsten Ergebnisse des Ende 2002 in Deutschland veranstalteten Prognosemarktes des europäischen Hauptrefinanzierungssatzes (EZB-Markt) vorzustellen.

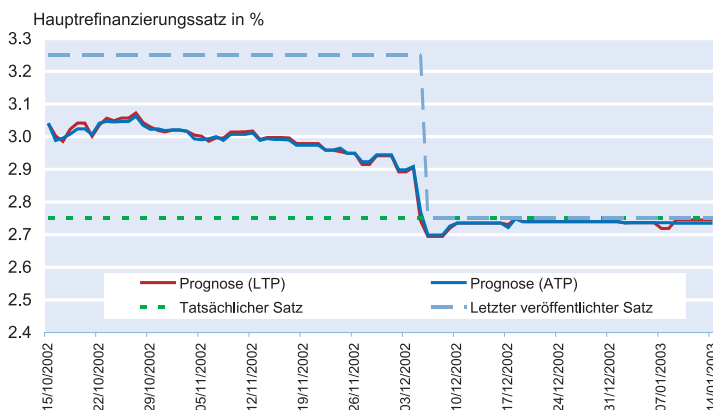
Der EZB-Markt wurde an der Technischen Universität Dresden organisiert. Sein Design stellte auf die Prognose des am 15. Januar 2003 gültigen Hauptrefinanzierungssatzes der Europäischen Zentralbank ab. Der Markt wurde am 13. Oktober 2002 geöffnet und schloss einen Tag vor Realisation des zu prognostizierenden Ereignisses am 14. Januar 2003. Der Markt war als Virtual-Money-Market organisiert; jeder Teilnehmer erhielt zu Beginn der Marktperiode 100 virtuelle €,

¹⁹ Nähere Informationen zu diesem Markt finden sich auf der Internetseite der Austrian Political Stock Markets unter: <http://ebweb.tuwien.ac.at/apsm/>.

Tab. 3
Einheitsportfolio im EZB-Markt

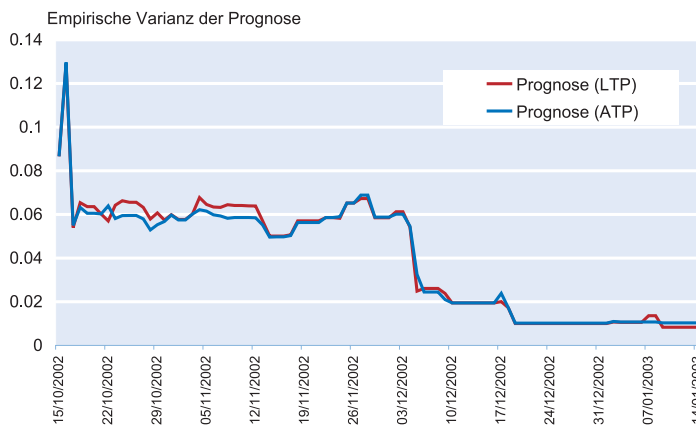
Kontrakt-Nr.	Kontrakt-bezeichnung	Intervallmitte/-grenze	Auszahlungsregel
1	r(2,25-)	2,25	$r \geq 2,25$
2	r(2,50)	2,50	$r = 2,50$
3	r(2,75)	2,75	$r = 2,75$
4	r(3,00)	3,00	$r = 3,00$
5	r(3,25)	3,25	$r = 3,25$
6	r(3,50)	3,50	$r = 3,50$
7	r(3,75)	3,75	$r = 3,75$
8	r(4,00)	4,00	$r = 4,00$
9	r(4,25+)	4,25	$r \geq 4,25$

Abb. 4
Punktprognose des Hauptrefinanzierungssatzes der Europäischen Zentralbank



Quelle: Berlemann (2003).

Abb. 5
Empirische Varianz der Punktprognose als Unsicherheitsmaß



Quelle: Berlemann (2003).

mit denen er im Markt handeln konnte. Die drei Marktteilnehmer mit den höchsten Renditen wurden mit Geldpreisen in Höhe von 75, 50 und 25 € ausgezeichnet. Insgesamt nahmen an dem Markt 31 Personen teil.

Das Einheitsportfolio des EZB-Marktes ist in Tabelle 3 dargestellt.²⁰ Die gehandelten Kontrakte wurden symmetrisch um den zum Markteröffnungszeitpunkt vorherrschenden Hauptrefinanzierungssatz von 3,25% angeordnet. Während der Marktperiode wurde der Hauptrefinanzierungssatz einmal variiert; am 6. Dezember 2002 wurde ein Zinsschritt von 0,5% auf dann 2,75% vollzogen.

In Abbildung 4 ist die Entwicklung der Marktprognose über die Marktlauzeit hinweg dargestellt (sowohl letzte beobachtete Preise (LTP) als auch umsatzgewichtete Tagespreise (ATP)). Weiterhin sind der am 15. Januar tatsächlich vorherrschende Hauptrefinanzierungssatz und der zum jeweiligen Zeitpunkt gültige Hauptrefinanzierungssatz eingezeichnet. Es ist leicht zu erkennen, dass die Marktteilnehmer bereits zu Marktbeginn mit einem Zinsschritt von zumindest 0,25% nach unten rechneten. Bereits Mitte November setzte sich zudem die Meinung durch, dass der Zinsschritt sogar größer als 0,25% ausfallen könnte. Nach der Zinssenkung rechneten die Marktteilnehmer hingegen nicht mehr mit weiteren Variationen des Hauptrefinanzierungssatzes. An Abbildung 5, in der die Entwicklung der empirischen Varianz der Punktprognose über die Marktlauzeit dargestellt ist, lässt sich erkennen, dass der Grad der Unsicherheit der Prognose im Zeitverlauf deutlich abnahm.

Es ist offensichtlich, dass die noch vergleichsweise geringe Zahl von makroökonomischen Prognosemärkten mit den zudem sehr heterogenen Prognosegegenständen nicht ausreicht, um die Güte der aus diesen Märkten abgeleiteten Prognosen systematisch bewerten zu können. Hierzu müsste in Zukunft von dieser Methode in größerem Umfang und vor allem in größerer Regelmäßigkeit Gebrauch gemacht werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Pilotmärkte zeigen jedoch, dass die Nutzung des Ins-

²⁰ Zur Erklärung des Zuschnitts der Kontrakte sei angemerkt, dass der Hauptrefinanzierungssatz der EZB nur in Vielfachen von 0,25% verändert wird.

truments experimenteller Prognosemärkte viel versprechend ist. So finden z.B. Berlemann und Nelson (2003) in ihrer Analyse von vier in Deutschland veranstalteten Inflationsprognosemärkten, dass neu eintreffende Informationen effizient verarbeitet werden.

Ausblick

Während sich experimentelle Prognosemärkte im Bereich der Wahlforschung bereits als hochwertige Prognoseinstrumente etabliert haben, wird dieses Instrument in anderen Bereichen bisher nur sporadisch verwendet. Jedoch haben experimentelle Prognosemärkte eine ganze Reihe von Vorteilen gegenüber traditionellen Prognoseverfahren. Zunächst einmal erlauben experimentelle Prognosemärkte die Ableitung einer aktuellen Prognose zu jedem Zeitpunkt während der Marktlauzeit. Anders als bei klassischen Befragungsmethoden bedarf es keines repräsentativen Samples, da die Marktteilnehmer nicht zu ihrer eigenen Einschätzung befragt werden. Zudem selektieren sich die Marktteilnehmer selbst – nur Teilnehmer, die davon ausgehen, über das zu prognostizierende Ereignis gut informiert zu sein, nehmen an einem Prognosemarkt teil. Während bei klassischen Befragungsmethoden die Teilnehmer oft durch die Zahlung einer Antwortprämie motiviert werden, liegt die Motivation der Marktteilnehmer in der Erzielung einer möglichst hohen Rendite. Weiterhin werden die individuellen Einschätzungen der Marktteilnehmer nicht durch einfache oder gewichtete Durchschnittsbildung oder ein anderes arbiträres Verfahren aggregiert, sondern durch einen effizienten Preisbildungsprozess. Gewinner-Märkte liefern direkt eine Intervallprognose, die die der Prognose unterliegenden Risiken adäquat widerspiegelt. Hierzu ist kein Rückgriff auf historische Daten notwendig. Zudem kann unter Zuhilfenahme wenig restriktiver Annahmen eine Punktprognose abgeleitet werden. Ist die Verteilungsform der Marktprognose bekannt (z.B. Normalverteilung), so können aus den Marktdaten Prognoseintervalle berechnet und in Form von Fan-Charts dargestellt werden. Auch können Eintrittswahrscheinlichkeiten für jedes beliebige Intervall berechnet werden (vgl. Berlemann und Nelson 2003).

In Anbetracht dieser spezifischen Vorteile erscheint der vermehrte Einsatz des Prognoseinstrumentes experimenteller Aktienmärkte sinnvoll, insbesondere auch im Bereich der Prognose makroökonomischer Variablen. In jedem Fall stellt die Methode eine viel versprechende Ergänzung des Arsenal von Prognosemethoden dar.

Literatur

Beckmann, K. und M. Werding (1996), »Passauer Wahlbörse: Information Processing in a Political Market Experiment«, *Kyklos* 49, 171–204.

Berg, J., R. Forsythe, F. Nelson und T. Rietz (2004), »Results from a Dozen Years of Election Futures Market Research«, in: C. Plott und V. Smith (Hrsg.), *Handbook of Experimental Economics Results*, Elsevier.

Berlemann, M. (2000), »Wahlbörsen versus traditionelle Meinungsforschung: Die Sachsenwahl 1999«, *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik* 26, 51–70.

Berlemann, M. (2003), »Forecasting Inflation«, unveröffentlichte Habilitationsschrift, Technische Universität Dresden.

Berlemann, M., K. Dimitrova und N. Nenovsky (2004), »Assessing Market Expectations on Exchange Rates and Inflation: A Pilot Forecasting System for Bulgaria«, in: F. Columbus (Hrsg.), *Politics and Economics of Eastern and Central Europe*, Nova-Science Publishers, Hauppauge, erscheint demnächst.

Berlemann, M. und F. Nelson (2003), »Forecasting Inflation via Electronic Markets. Results from Pilot-Markets«, mimeo.

Berlemann, M. und C. Schmidt (2001), »Predictive Accuracy of Political Stock Markets. Empirical Evidence from a European Perspective«, *Discussion Paper*, Sonderforschungsbereich 373, Humboldt Universität zu Berlin.

Bohm, P. und J. Sonnegard (1999), »Political Stock Markets and Unreliable Polls«, *Scandinavian Journal of Economics* 101, 205–222.

Brüggelambert, G. (1999), *Institutionen als Informationsträger*, Metropolis-Verlag, Marburg.

Cahlík, T., A. Gersl, M. Hlavacek und M. Berlemann (2003), »Predictions Using Electronic Markets«, *Prague Economic Papers* (6), 838–849.

Copeland, T.E. und J.F. Weston (1992), *Financial Theory and Corporate Policy*, 3. Auflage, Addison-Wesley, Reading/Mass.

Eichberger, J. und I. Harper (1997), *Financial Economics*, Oxford University Press.

Forsythe, R., M. Frank, V. Krishnamurthy und T. Ross (1995), »Using Market Prices to Predict Election Results: The 1993 UBC Election Stock Market«, *Canadian Journal of Economics* 28(4), 770–793.

Forsythe, R., F. Nelson, G. Neumann und J. Wright (1992), »Anatomy of an Experimental Stock Market«, *American Economic Review* 82(5), 1142–1161.

von Hayek, F.A. (1945), »The Use of Knowledge in Society«, *American Economic Review* 35, 519–530.

Jacobsen, B., J. Potters, A. Schram, F. van Winden und J. Wit (2000), »(In)accuracy of a European Political Stock Market: The Influence of Common Value Structures«, *European Economic Review* 44, 205–230.

Lioui, A. und P. Poncet (2002), »Revealing Inflation Expectations: Let the Market Do It«, *Working Paper*, Bar Ilan University, Ramat Gan.

Ortner, G., A. Stepan und J. Zechner (1995), »Political Stock Markets. The Austrian Experiences«, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, Ergänzungsheft (4), 123–135.

Ross, S.A. (1976), »The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing«, *Journal of Economic Theory* 13, 341–360.

Smith, V. (1982), »Markets as Economizers of Information: Experimental Evidence on the Hayek Hypothesis«, *Economic Inquiry* 20, 165–179.