

## **Wie entschlossen intervenieren Zentralbanken am Devisenmarkt? Neue empirische Evidenz für die Bank of Japan**

Von Michael Frenkel, Vallendar, Christian Pierdzioch, Kiel,  
und Georg Stadtmann, Bloomington\*

### **I. Einleitung**

Ein wichtiges empirisches Merkmal des nach dem Zusammenbruch des Bretton-Woods-Systems zu Beginn der Siebzigerjahre in Kraft gesetzten Systems flexibler Wechselkurse besteht darin, dass Zentralbanken oftmals durch Interventionen am Devisenmarkt versucht haben, die Entwicklung der im Prinzip frei schwankenden Wechselkurse zu beeinflussen (vgl. z.B. Calvo/Reinhart (2002)). Die Frage, warum Zentralbanken auf das Instrument der Devisenmarktintervention zur Einflussnahme auf den Verlauf des Wechselkurses zurückgreifen, wird in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung kontrovers diskutiert und ist immer wieder Gegenstand empirischer Studien. In diesen empirischen Studien werden die Bestimmungsfaktoren der Devisenmarktinterventionen von Zentralbanken in der Regel unter Zuhilfenahme eines quantitativen Modells einer Zentralbankreaktionsfunktion analysiert.

Besonderer Beliebtheit erfreuen sich in neueren Forschungsarbeiten zu diesem Themenkomplex Reaktionsfunktionen, in denen die Handlungsoptionen der jeweils betrachteten Zentralbank mittels einer binären Entscheidungsvariablen dargestellt werden. Da davon ausgegangen wird, dass die Zentralbank nur zwei Handlungsoptionen besitzt, kann diese Entscheidungsvariable nur zwei Ausprägungen annehmen: Die Zentralbank kann zwischen einer Intervention und einer Nicht-Intervention wählen. Empirische Arbeiten, in denen solche Zentralbankreaktionsfunktionen zur Ermittlung der Bestimmungsfaktoren von Devisenmarkt-

---

\* Dieser Beitrag wurde teilweise geschrieben während Christian Pierdzioch als Gastwissenschaftler am National Bureau of Economic Research (NBER), Cambridge, Mass., tätig war. Dem Team des NBER wird für seine Gastfreundschaft gedankt. Zudem bedanken wir uns bei einem anonymen Gutachter, dessen wertvolle Hinweise bei der Überarbeitung des Manuskripts sehr hilfreich waren.

interventionen von Zentralbanken geschätzt werden, wurden unter anderem von Baillie/Osterberg (1997a) sowie Dominguez (1998) vorgelegt.<sup>1</sup>

Ein Nachteil derartiger Reaktionsfunktionsmodelle besteht darin, dass sie es nicht gestatten, die Entschlossenheit und Intensität abzubilden, mit der Zentralbanken ihre Interventionen durchführen. Dies ist ein zentraler Nachteil, da die Entschlossenheit, mit der Zentralbanken ihre Interventionspolitik umsetzen, zum Beispiel in dem häufig zu Analyse-zwecken herangezogenen so genannten Signaling-Modell für das Verständnis der Effekte und der Effektivität von Devisenmarktinterventionen von entscheidender Bedeutung ist.<sup>2</sup> Eine wesentliche Implikation des Signaling-Modells besteht darin, dass Devisenmarktinterventionen von Zentralbanken zur Beeinflussung des Niveaus des Wechselkurses effektiv genutzt werden können, sofern sie damit zukünftige Politikänderungen signalisieren und erreichen, dass die Marktteilnehmer ihre Erwartungen im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung der makroökonomischen Fundamentalfaktoren revidieren (Mussa (1981)).<sup>3</sup>

Ob eine Zentralbank eine derartige Revision der Erwartungen der Wirtschaftssubjekte durch ihre Devisenmarktinterventionen herbeiführen kann, hängt nicht zuletzt von der Entschlossenheit ab, mit der sie diese Politik durchführt. Im vorliegenden Beitrag wird ein Modell einer Zentralbankreaktionsfunktion entwickelt, mit dessen Hilfe die Entschlossenheit und Intensität, mit der Zentralbanken ihre Devisenmarktinterventionen durchführen, einer quantitativen Analyse zugänglich gemacht werden können. Dazu nutzen wir die Beobachtung, wonach Zentralbanken in aller Regel an mehreren Tagen hintereinander am Devisenmarkt intervenieren. Häufig wird in diesem Zusammenhang auch davon gesprochen, dass die Devisenmarktinterventionen von Zentralbanken in der Regel in „clustern“ auftreten. Um die Kernidee des von uns vorgeschlagene-

<sup>1</sup> Vgl. jedoch *Almekinders/Eijffinger* (1996).

<sup>2</sup> Eine zentrale Annahme des Signaling-Modells besteht darin, dass das gegenwärtig realisierte Niveau des Wechselkurses durch den von den Wirtschaftssubjekten erwarteten zukünftigen Pfad der makroökonomischen Fundamentalfaktoren bestimmt wird (vgl. *Frenkel et al.* (2002a)). Diese Fundamentalfaktoren können unter Rückgriff auf die gängigen makroökonomischen Theorien zur Wechselkursbestimmung insbesondere durch Output- und Geldmengendifferentiale bestimmt werden (vgl. z. B. *Gärtner* (1990)).

<sup>3</sup> So könnten den Marktakteuren über Interventionen möglicherweise Informationen zur zukünftigen Ausgestaltung der Geldpolitik angezeigt werden, wenn etwa ein Kauf der heimischen Währung einen zukünftigen kontraktiven Kurs der Geldpolitik signalisiert, obwohl die gegenwärtigen Geldmengeneffekte einer solchen Intervention zunächst durch eine erfolgreiche Sterilisierungsmaßnahme weitgehend neutralisiert werden.

nen Modellierungsansatzes anhand eines konkreten Beispiels zu illustrieren, wird zur Beschreibung der von der Bank of Japan (BoJ) in den 1990er-Jahren durchgeführten Devisenmarktinterventionen eine Reaktionsfunktion entwickelt, welche mittels der für „Count Data“ bzw. Zähldaten entwickelten ökonometrischen Verfahren geschätzt wird.

Die Analyse der Interventionen der BoJ ist von besonderem Interesse, da in Japan traditionell keine Interventionsdaten veröffentlicht wurden.<sup>4</sup> Die Geheimhaltung der Daten wurde aber im Jahre 2002 insoweit aufgehoben, als dass die Bank of Japan die offiziellen Daten über die von ihr in der Zeit von 1991 bis 2001 durchgeführten Devisenmarktinterventionen einem breiten Forscherkreis zugänglich gemacht hat.<sup>5</sup> Bis zum Beginn des Jahres 2002 wurden nur einigen wenigen ausgewählten Forschern auf vertraulicher Basis Daten über die Devisenmarktinterventionen der BoJ für ausgewählte kürzere Zeiträume zur Verfügung gestellt (vgl. Humpage and Osterberg (1992); Baillie and Osterberg (1997b)). Der gleiche Datensatz, den wir nunmehr in unserer Analyse der japanischen Devisenmarktinterventionen verwenden, wurde auch in der Studie von Ito (2002) und Frenkel/Pierdzioch/Stadtmann (2002b) genutzt. Die Studie von Ito zielt vor allem auf die Effizienz der Devisenmarktinterventionen als Instrument zur Beeinflussung des Wechselkurses ab.

Die Ergebnisse unserer empirischen Analyse zeigen, dass die BoJ besonders entschlossen am Yen/US-Dollar-Devisenmarkt intervenierte, wenn die absolute Entfernung des Yen/US-Dollar-Wechselkurses von einem von Ito (2002) vermuteten impliziten Wechselkursziel groß war. Ferner zeigen die empirischen Ergebnisse, dass die BoJ ihre Interventionstätigkeit intensivierte, wenn sich die Lücke zwischen dem aktuellen Yen/US-Dollar-Wechselkurs und einem mittelfristigen Wechselkurstrend vergrößerte. Die Wechselkursvolatilität scheint hingegen keinen systematischen Einfluss auf die Entschlossenheit gehabt zu haben, mit der die BoJ am Devisenmarkt intervenierte.

---

<sup>4</sup> In Japan fällt die Entscheidung, ob eine Intervention am Devisenmarkt durchgeführt wird, in den Zuständigkeitsbereich des Finanzministeriums. Die Bank of Japan führt die entsprechenden Transaktionen als Agent des Finanzministeriums aus. Ito (2002) bietet eine umfassende Beschreibung der in diesem Zusammenhang relevanten institutionellen Details.

<sup>5</sup> Die Interventionsdaten können von der Internet-Seite der BoJ heruntergeladen werden (vgl. BoJ (2002)). Es handelt sich um eine englischsprachige Seite. Der Zugang ist frei. Es wird somit kein Passwort oder eine Identifikationsnummer benötigt, um Zugang zu den Interventionsdaten zu erhalten. Die in dem vorliegenden Beitrag genutzten Interventionsdaten können somit von interessierten Lesern jederzeit von der Internet-Seite der BoJ heruntergeladen werden.

Die nachfolgende Analyse ist wie folgt gegliedert. In Abschnitt II. wird das quantitative Modell einer Zentralbankreaktionsfunktion im Detail beschrieben, welches zur Analyse der Entschlossenheit und Intensität, mit der die BoJ ihre Devisenmarktinterventionen durchführte, eingesetzt wird. In Abschnitt III. werden die zur Schätzung dieses Modells verwendeten Daten einer eingehenden Analyse unterzogen. In Abschnitt IV. wird diskutiert, welche Faktoren in der Regel in der empirischen Literatur zu der Devisenmarktinterventionspolitik von Zentralbanken zur Schätzung von Reaktionsfunktionen genutzt werden. In diesem Abschnitt werden zudem die Ergebnisse der empirischen Analyse präsentiert. Abschnitt V. fasst die wesentlichen Erkenntnisse dieser Studie zusammen.

## II. Das empirische Modell

Um die Bestimmungsgründe eines „Interventionsclusters“ und damit der Entschlossenheit der BoJ, ihre wechselkurspolitischen Zielvorstellungen am Devisenmarkt durchzusetzen, zu modellieren, wird im vorliegenden Beitrag auf Modelle zurückgegriffen, die für die Modellierung von Zähldaten entwickelt wurden. Diese Modelle können angewendet werden, wenn die zu erklärende Variable eine endliche Menge ganzzahliger Ausprägungen annehmen kann. Dies ist bei der nachfolgend verwendeten Definition der Länge eines „Interventionsclusters“ der Fall. Unter einem „Interventionscluster“ soll die Anzahl der aufeinander folgenden Tage verstanden werden, an denen die BoJ am Yen/US-Dollar-Markt intervenierte. Zur Modellierung der Interventionspolitik der BoJ in der nachfolgenden empirischen Analyse kommt mit dem Poisson-Modell ein in der empirischen Literatur häufig genutztes Modell für Zähldaten zum Einsatz. Die weiteren Ausführungen in diesem Abschnitt skizzieren in knapper Form dieses Poisson-Modell. Weitergehende Ausführungen zu dieser Klasse von ökonomischen Modellen finden sich bei Greene (2000).

Ausgangspunkt der Überlegungen ist, dass die Wahrscheinlichkeit, in der Periode  $t$  einen Interventionscluster der Länge  $y_t$ ,  $y \in \{0, 1, 2, \dots\}$  beobachten zu können, durch eine Poisson-Verteilung beschrieben werden kann:

$$(1) \quad \text{Prob}(Y_t = y_t) = \frac{\exp(-\lambda_t)\lambda_t^{y_t}}{y_t!},$$

wobei  $y_t$  und  $\lambda_t$  die Realisation der Zufallsvariable  $Y_t$  und den Verteilungsparameter der Poisson-Verteilung darstellen. Dieser Parameter ist

eine Funktion der erklärenden Variablen des Modells. Für die Beschreibung der funktionalen Form des Zusammenhangs zwischen dem Verteilungsparameter der Poisson-Verteilung und den erklärenden Variablen des Modells wird die folgende log-lineare Spezifikation gewählt:

$$(2) \quad \ln \lambda_t = \mathbf{b}\mathbf{x}_t,$$

wobei „ln“ den natürlichen Logarithmus einer Variable beschreibt,  $\mathbf{b}$  den  $(1 \times m)$  Vektor der zu schätzenden Koeffizienten darstellt und  $\mathbf{x}_t$  der  $(m \times 1)$  Vektor der erklärenden Variablen ist. Die logarithmierte Likelihood-Funktion,  $LL$ , für dieses Modell ist gegeben durch

$$(3) \quad LL = \sum_{t=1}^n (y_t \mathbf{b}\mathbf{x}_t - \lambda_t - \ln y_t!),$$

wobei mit  $n$  die Anzahl der Beobachtungen in der Stichprobe bezeichnet wird. Die Güte dieses Modells wird unter Zuhilfenahme des Akaike Information Criterion (AIC) und eines Likelihood-Verhältnis-Index (LVI) charakterisiert. Das AIC ist definiert als

$$(4) \quad AIC = 2LL/n + 2m/n$$

und der LVI ist definiert als

$$(5) \quad LVI = 1 - LL/LL_c,$$

wobei mit  $LL_c$  die logarithmierte Likelihood-Funktion eines Modells bezeichnet wird, dass in dem Vektor der erklärenden Variablen nur eine Konstante enthält.

Eine in empirischen Anwendungen typischerweise nicht unproblematische Annahme des Poisson-Modells ist, dass die bedingte Varianz,  $Var(y_t|\mathbf{x}_t)$ , und der bedingte Erwartungswert,  $E(y_t|\mathbf{x}_t) = \exp(\mathbf{b}\mathbf{x}_t)$ , der abhängigen Variable identisch sind. Diese Restriktion ist in der Regel nicht erfüllt (man spricht von *overdispersion*, wenn  $Var(y_t|\mathbf{x}_t) > E(y_t|\mathbf{x}_t)$  gilt). Die Koeffizienten des Modells können in diesem Fall konsistent geschätzt werden. Allerdings sollten in der empirischen Analyse robuste Standardfehler zur Prüfung der statistischen Signifikanz der Koeffizienten des Modells herangezogen werden. In der nachfolgenden empirischen Analyse wird davon ausgegangen, dass die wahre Varianz der abhängigen Variablen um den Faktor  $\sigma^2$  proportional zur Varianz der zur Spezifikation der logarithmierten Likelihood-Funktion genutzten Verteilung ist.

Hierbei gilt:

$$(6) \quad \text{Var}(\hat{\mathbf{b}}) = \hat{\sigma}^2 \text{Var}_{LL}(\hat{\mathbf{b}}),$$

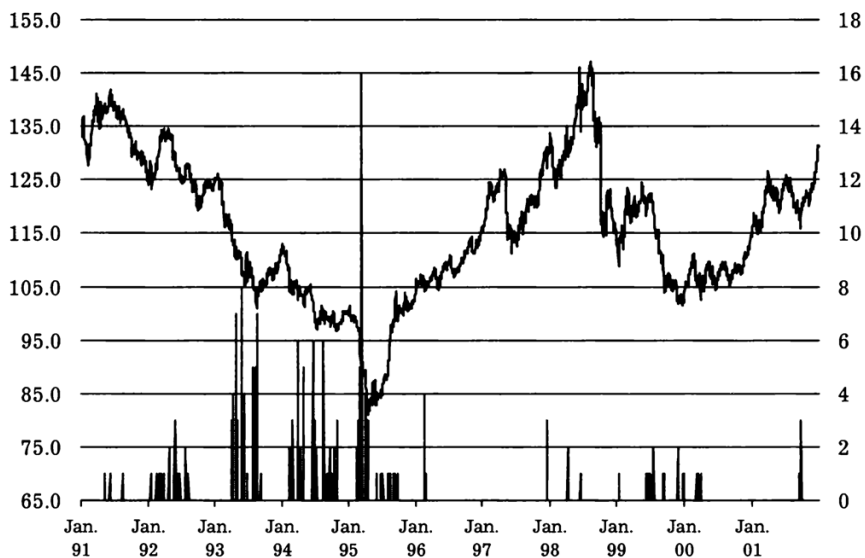
wobei ein Dach über einer Variable andeutet, dass es sich um Schätzergebnisse handelt. Um formal auf „overdispersion“ zu testen, nutzen wir in dieser Arbeit den von Cameron und Trivedi (1990) entwickelten Test. Die Nullhypothese dieses Tests ist, dass keine „overdispersion“ vorliegt. Um diesen Test zu implementieren, bilden wir zunächst  $\hat{\lambda}_t = \exp(\hat{\mathbf{b}}\mathbf{x}_t)$ . Wir regressieren sodann die Zeitreihe  $z_t = ((y_t - \hat{\lambda}_t)^2 - y_t)/(\hat{\lambda}_t\sqrt{2})$  entweder auf eine Konstante oder auf  $\hat{\lambda}_t$ . Die  $t$ -Werte dieser Regressionen können genutzt werden, um die Nullhypothese zu testen.

### III. Der Datensatz

Der in der nachfolgenden empirischen Analyse genutzte Datensatz besteht aus dem auf täglicher Basis verfügbaren Yen/US-Dollar-Kassakurs. Darüber hinaus werden von der BoJ publizierte Tagesdaten über die von ihr am Yen/US-Dollar-Markt durchgeführten Interventionen genutzt (BoJ (2002)). Es sind Daten verfügbar für die Zeit von 1991 bis 2001. Insgesamt stehen Daten für 2.790 Tage zur Verfügung. In diesem Zeitraum intervenierte die BoJ an insgesamt 208 Tagen am Yen/US-Dollar-Markt. Fasst man die aufeinander folgenden Tage, an denen die BoJ ohne Unterbrechung am Devisenmarkt intervenierte, zu „Interventionsclustern“ zusammen, so können für diesen Zeitraum 96 „Interventionscluster“ gezählt werden.

Einen visuellen Eindruck von den der empirischen Analyse zugrunde liegenden Daten vermittelt Abbildung 1. In dieser Abbildung wird der Verlauf des Yen/US-Dollar in den 90er-Jahren dargestellt. Mittels der in der Abbildung ebenfalls enthaltenen Balken wird die Interventionspolitik der BoJ in diesem Zeitraum beschrieben. Die Höhe der Balken spiegelt die Anzahl der aufeinander folgenden Tage wider, an denen die BoJ im Yen/US-Dollar-Markt intervenierte. Die Höhe des Balkens gibt die Intensität der Interventionstätigkeit der BoJ an. Ein einzelner Balken symbolisiert mithin einen „Interventionscluster“, wobei ein Balken jeweils am ersten Tag des Interventionsclusters eingetragen ist.

Abbildung 1 verdeutlicht, dass die BoJ in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle an mehreren aufeinander folgenden Tagen am Devisenmarkt intervenierte. Dies impliziert, dass die Wahrscheinlichkeit einer Intervention der BoJ an einem bestimmten Tag größer war, wenn die BoJ be-



Der Yen/US-Dollar-Wechselkurs ist an der linken vertikalen Achse abgetragen. An der rechten vertikalen Achse wird die Länge der „Interventionscluster“ abgetragen. Diese wird anhand der aufeinanderfolgenden Tage, an denen die BoJ am Yen/US-Dollar Devisenmarkt intervenierte, gemessen.

Abbildung 1: Der Yen/US-Dollar-Wechselkurs und die Interventionen der BoJ

reits an dem vorangegangenen Tag interveniert hatte. Die unbedingte Wahrscheinlichkeit einer Intervention der BoJ am Devisenmarkt im Untersuchungszeitraum betrug 7,5 % (= 208/2.790). Die Wahrscheinlichkeit einer Intervention, unter der Bedingung, dass bereits am Vortag die BoJ am Devisenmarkt aktiv war, betrug 53,8 % (= 112/208) und ist somit bedeutend höher. Um einen genaueren Eindruck von der Länge der in der Stichprobe enthaltenen „Interventionscluster“ zu erhalten, werden in Tabelle 1 entsprechende Angaben über die absolute sowie die relative Häufigkeit zusammengefasst. Sie zeigen, dass die „Interventionscluster“ in den meisten Fällen aus nur wenigen Tagen bestanden, manche aber über mehr als eine Woche gingen. Bei einem „Interventionscluster“ betrug die Länge sogar 16 Tage.

Bereits aus Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass die Anzahl der aufeinander folgenden Tage, an denen die BoJ Interventionen am Devisenmarkt durchführte, erheblichen Schwankungen unterworfen war. Diese Beobachtung gibt zu der Frage Anlass, warum die Intensität, mit der die BoJ ihre wechselkurspolitischen Zielsetzungen am Devisenmarkt durch De-

Tabelle 1

**Verteilung der aufeinander folgenden BoJ-Interventionstage  
im Zeitraum 1991–2001**

Länge eines Interventionsclusters	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit in %
1	57	59,4 %
2	13	13,5 %
3	11	11,5 %
4	4	4,2 %
5	4	4,2 %
6	3	3,1 %
7	2	2,1 %
8	1	1,0 %
16	1	1,0 %
Summe	96	100 %

visenmarktintervention durchzusetzen versuchte, Schwankungen unterworfen war. Es stellt sich mithin die Frage, welche Faktoren für die Entschlossenheit, mit der die BoJ ihre Interventionspolitik verfolgte, maßgeblich waren. Dieser Frage wird im nächsten Abschnitt unter Zuhilfenahme des in Abschnitt II. vorgestellten quantitativen Modells nachgegangen.

Tabelle 2 enthält weitere interessante Informationen über die von der BoJ in den 90er-Jahren am Yen/US-Dollar-Markt durchgeführten Interventionen. Insbesondere verdeutlichen die in der Tabelle zusammengefassten Angaben, dass die BoJ immer dann Fremdwährung (US-Dollar) verkaufte, wenn der japanische Yen schwächer als 125 Yen/US-Dollar notierte. Die BoJ kaufte hingegen US-Dollar, wenn die japanische Währung unterhalb von 125 Yen/US-Dollar notierte. Diese Beobachtung stützt die von Ito (2002) formulierte Vermutung, dass es sich bei diesem Wechselkursniveau um ein „implizites“ Wechselkursziel der BoJ gehandelt haben könnte. Dieses Ergebnis wird daher bei der Diskussion der in dem Vektor der erklärenden Variablen in der Reaktionsfunktion der BoJ in Abschnitt IV. zu berücksichtigen sein.



Tabelle 2

**Wechselkurs und BoJ Interventionen 1991–2001**

Höher als ...	... bis zu	Richtung der Intervention	Anzahl der Interventionstage
140	145	Dollar Verkäufe	2
135	140	Dollar Verkäufe	3
130	135	Dollar Verkäufe	7
125	130	Dollar Verkäufe	21
120	125	Dollar Käufe	3
115	120	Dollar Käufe	10
110	115	Dollar Käufe	18
105	110	Dollar Käufe	23
100	105	Dollar Käufe	54
95	100	Dollar Käufe	35
90	95	Dollar Käufe	9
85	90	Dollar Käufe	17
80	85	Dollar Käufe	6
		<i>Verkäufe insgesamt</i>	33
		<i>Käufe insgesamt</i>	175
		<i>Interventionen insgesamt</i>	208
		<i>Interventionscluster insgesamt</i>	96

Weiterhin ist anzumerken, dass die durchschnittliche Dauer eines „Interventionsclusters“, also die Anzahl der aufeinander folgenden Tage, an denen die BoJ am Devisenmarkt intervenierte, dann anstieg, wenn der Wechselkurs sich vom vermuteten Wechselkursziel von 125 Yen/US-Dollar entfernte. Dies deutet darauf hin, dass sich die BoJ dazu genötigt sah, ihre wechselkurspolitischen Zielsetzungen mit größerer Entschlossenheit und größerem Nachdruck genau dann zu verfolgen, wenn es zu nicht unerheblichen Abweichungen des Wechselkurses von dem Wechselkursziel der japanischen Währungshüter kam.

#### IV. Wann hat die BoJ entschlossen am Devisenmarkt interveniert?

Bevor im Nachfolgenden die Ergebnisse der empirischen Analyse vorgestellt werden, sollen zunächst die im Vektor der Regressoren des in Abschnitt II. entwickelten empirischen Modells berücksichtigten erklärenden Variablen vorgestellt werden.

Wie bereits in Abschnitt III. erläutert, deutet die empirische Evidenz darauf hin, dass in den 90er-Jahren eine der Grundlagen der Interventionspolitik der japanischen Währungshüter die Vorstellung war, dass ein Wechselkurs von 125 Yen/US-Dollar ein gleichgewichtiges Wechselkursniveau darstellt. Da diese Zielvorstellung nicht explizit bekannt gemacht worden war, kann man lediglich von einem „impliziten“ Wechselkursziel sprechen (Ito (2002)). In der empirischen Analyse wird dieses Ergebnis berücksichtigt, indem die absolute Abweichung des Yen/US-Dollar-Wechselkurses von diesem impliziten Wechselkursziel in den Vektor der erklärenden Variablen des zu schätzenden Reaktionsfunktionsmodells aufgenommen wird:

$$(7) \quad \text{abs}_{.125}_t = |s_t - s_t^{125}|.$$

Als eine weitere potenziell wichtige erklärende Variable wird im Folgenden die absolute Abweichung des aktuellen Yen/US-Dollar-Wechselkurses von seinem ungewichteten historischen gleitenden Durchschnitt berücksichtigt. Diese erklärende Variable fängt die Vorstellung ein, dass der gleitende Durchschnitt des Wechselkurses kurz- bis mittelfristige Bewegungen des Wechselkurses abbildet. Wie eingehend von Almekinders und Eijffinger (1996) erörtert wird, kann aus diesem Grunde anhand des gleitenden Durchschnitts des Wechselkurses analysiert werden, ob die betrachtete Zentralbank systematisch versuchte, Wechselkursbewegungen durch eine Politik des „leaning against the wind“ zu glätten. Um dieses Argument in der empirischen Analyse zu berücksichtigen, wird als zusätzliche erklärende Variable in das für die BoJ zu schätzende Reaktionsfunktionsmodell die absolute Abweichung des aktuellen Yen/US-Dollar-Wechselkurses von seinem 25 Tage umfassenden ungewichteten historischen gleitenden Durchschnitt aufgenommen:

$$(8) \quad \text{abs}_{.mov}_t = \left| s_t - \frac{1}{25} \sum_{i=0}^{24} s_{t-i} \right|.$$

Des Weiteren wird analysiert, ob die von der BoJ durchgeführten Devisenmarktinterventionen möglicherweise durch einen Anstieg der Wechselkursvolatilität ausgelöst wurden. Auf diese Weise kann analysiert

werden, welches Gewicht die BoJ der Vorstellung einräumte, durch ihre Interventionspolitik „disorderly markets“ zu beruhigen. Um dieses Argument einer näheren Analyse zu unterziehen, wird die Volatilität des Yen/US-Dollar-Wechselkurses in den Vektor der erklärenden Variablen des zu schätzenden Reaktionsfunktionsmodells aufgenommen. Da es in der Literatur unterschiedliche Vorstellungen davon gibt, wie die Volatilität von Wechselkursen gemessen werden sollte, wenden wir zwei alternative Maße für Wechselkursvolatilität an. Zum einen greifen wir auf die absolute Veränderung des logarithmierten Wechselkurses („Returns“) sowie die vor einem Interventionscluster beobachteten durchschnittlichen absoluten Returns des Yen/US-Dollar-Wechselkurses zur Messung der Wechselkursvolatilität zurück. Zum anderen nehmen wir die mittels eines GARCH(1,1) geschätzten bedingten Standardabweichungen der Wechselkursänderungen in den Vektor der erklärenden Variablen des Reaktionsfunktionsmodells auf.

Mit der Abweichung von einem Wechselkursziel, der Abweichung von einem gleitenden Durchschnitt und der Wechselkursvolatilität werden die in der empirischen Literatur zu den Devisenmarktinterventionen von Zentralbanken geläufigen erklärenden Variablen in dem Vektor der Regressoren des in Abschnitt II. entwickelten Reaktionsfunktionsmodells berücksichtigt.<sup>6</sup> Ausgestattet mit den in der Literatur geläufigen erklärenden Variablen werden im Folgenden drei Varianten eines auf der Annahme einer Poisson-Verteilung basierenden Reaktionsfunktionsmodells geschätzt. In Version 1 des Reaktionsfunktionsmodells wird der Einfluss der Wechselkursvolatilität auf die Interventionspolitik der BoJ vernachlässigt. Der Vektor der erklärenden Variablen enthält in Version 1 des Modells mithin nur die absolute Abweichung des Yen/US-Dollar-Wechselkurses von seinem „impliziten“ Wechselkursziel sowie die absolute Abweichung von seinem gleitenden Durchschnitt. In Version 2 des Modells werden darüber hinaus die absoluten Wechselkursänderungen sowie die in den fünf Tagen vor einem „Interventionscluster“ beobachteten durchschnittlichen absoluten Änderungen des Yen/US-Dollar-Wechselkurses als Maße für die Wechselkursvolatilität im Vektor der Regressoren berücksichtigt. In Version 3 wird hierzu als Alternative die Wechselkursvolatilität mittels der durch ein GARCH-Modell geschätzten bedingten Volatilität des Yen/US-Dollar-Wechselkurses gemessen.

Tabelle 3 fasst die Schätzergebnisse zusammen. Diese geben eine Antwort auf die Frage, welche Faktoren die Intensität beeinflussten, mit der

---

<sup>6</sup> Um Simultanitätsprobleme zu umgehen, nutzen wir die um eine Periode verzögerten Regressoren.

Tabelle 3: Schätzergebnisse

Erklärende Variable	Poisson-Verteilung		
	Version (1)	Version (2)	Version (3)
Konstante	-4,15***	-4,06***	-3,77***
z-Statistik	(-14,88)	(-13,58)	(-12,25)
Abw. von 125	0,08***	0,08***	0,10***
z-Statistik	(7,31)	(7,34)	(8,02)
Gleit. Durch.	0,21***	0,26***	0,46***
z-Statistik	(4,39)	(3,83)	(6,47)
Abs. Ret.	-	18,75	-
z-Statistik	-	(0,78)	-
Abs. Ret. 5	-	-61,54	-
z-Statistik	-	(-1,21)	-
GARCH	-	-	-26446***
z-Statistik	-	-	(-4,23)
<i>LL</i>	-790,74	-788,15	-752,79
<i>GVF</i>	2,92	2,89	2,72
<i>AIC</i>	0,62	0,62	0,59
<i>LVI</i>	0,09	0,09	0,14
<i>CT1</i>	3,91***	3,96***	3,89***
<i>CT2</i>	4,09***	4,21***	3,82***

Die in der Tabelle zusammengefassten Schätzergebnisse wurden durch Maximierung der logarithmierten Likelihood-Funktionen für ein Poisson-Modell erzielt. Die z-Statistiken (asymptotische t-Statistiken) wurden auf der Basis robuster Standardfehler berechnet. Dazu wurde unterstellt, dass das Verhältnis der tatsächlichen bedingten Varianz und des bedingten Erwartungswertes des Modells gleich einem konstanten geschätzten Varianzfaktor (GVF) ist. Da  $GVF > 1$  ist, liegt die so genannte „overdispersion“ vor. Ein formaler Test auf „overdispersion“ wurde von Cameron und Trivedi (1990) entwickelt. Dieser Test basiert auf der t-Statistik einer Regression der Zeitreihe  $z_t = (y_t - \hat{\lambda}_t)^2 - y_t$  auf eine Konstante (CT1) oder auf  $\hat{\lambda}_t = \exp(\beta x_t)$  (CT2), wobei ein Dach über einer Variable eine geschätzte Variable kennzeichnet. Eine zusammenfassende Darstellung des Testverfahrens findet man u. a. in Greene (2000, Seite 884–885). Mit \*\*\* (\*\*, \*) wird die Signifikanz des entsprechenden Koeffizienten auf einem marginalen Signifikanzniveau von 1 (5, 10) Prozent gekennzeichnet. „Abw. von 125“ bezeichnet die absolute Abweichung des Yen/US-Dollar-Wechselkurses vom „impliziten“ Wechselkursziel von 125 Yen/US-Dollar. „Gleit. Durch.“ ist die absolute Abweichung des Yen/US-Dollar-Wechselkurses von seinem auf der Basis von 25 Tagen berechneten ungewichteten historischen gleitenden Durchschnitt. „Abs. Ret.“ stellt die absolute Differenz („Return“) des logarithmierten Yen/US-Dollar-Wechselkurses und „Abs. Ret. 5“ die durchschnittliche absolute Differenz des logarithmierten Yen/US-Dollar-Wechselkurses auf der Basis der letzten fünf Handelstage dar. „GARCH“ bezeichnet die anhand eines GARCH(1,1) berechnete bedingte Standardabweichung der Returns des logarithmierten Yen/US-Dollar-Wechselkurses. „LL“ gibt den Wert der maximierten logarithmierten Likelihood-Funktion und „AIC“ das Akaike-Informationskriterium an. „LVI“ gibt den Wert des Likelihood-Verhältnis-Index an, welcher definiert ist als:  $LVI = 1 - LL/LL_c$ , wobei mit  $LVI = 1 - LL/LL_c$  der Wert der maximierten logarithmierten Likelihood-Funktion eines Modells bezeichnet wird, welches nur eine Konstante als erklärende Variable in dem Vektor der Regressoren enthält.

die BoJ ihre wechsellkurspolitischen Zielvorstellungen mittels Interventionen am Devisenmarkt durchzusetzen versuchte.

Es wird deutlich, dass die Entschlossenheit, mit der die BoJ am Yen/US-Dollar-Markt intervenierte, in den 90er-Jahren positiv von der absoluten Abweichung des Yen/US-Dollar-Wechselkurses von einem unterstellten, d.h. impliziten Wechselkursziel von 125 Yen/US-Dollar abhing. Dies stützt in stärkerer formaler Weise die von Ito (2002) geäußerte Vermutung, dass dieses Wechselkursniveau von den japanischen Währungshütern als ein längerfristig gleichgewichtiges Wechselkursniveau betrachtet wurde, welches es am Devisenmarkt durchzusetzen galt. Ferner wird deutlich, dass die BoJ auch eine Politik des „leaning against the wind“ betrieb, indem sie mit ihren Devisenmarktinterventionen entschlossen auf Abweichungen des Yen/US-Dollar-Wechselkurses von seinem gleitenden Durchschnitt reagierte. Die Volatilität des Yen/US-Dollar-Wechselkurses hingegen hatte wohl eher einen geringen Einfluss auf die Entschlossenheit und Intensität, mit der die BoJ in den 90er-Jahren am Yen/US-Dollar intervenierte. Während die Volatilität, berechnet auf der Grundlage der absoluten Returns des logarithmierten Wechselkurses, nicht signifikant sind, ist die Volatilität, berechnet auf der Grundlage eines GARCH(1,1)-Modells, signifikant. Da der Einfluss der Volatilität auf die Entschlossenheit der BoJ mithin von dem zur Berechnung der Volatilität herangezogenen Modell abzuhängen scheint, kann auf der Grundlage des verwendeten ökonometrischen Modells nicht eindeutig geschlussfolgert werden, dass der Einfluss der Wechselkursvolatilität auf die Interventionspolitik der BoJ in der betrachteten Beobachtungsperiode statistisch signifikant war.

## V. Schlussfolgerung

In diesem Beitrag wenden wir erstmals ein Modell einer Zentralbankreaktionsfunktion an, welches es erlaubt, jene Faktoren zu bestimmen, welche einen maßgeblichen Einfluss auf die Entschlossenheit und Intensität ausüben, mit der Zentralbanken ihre wechsellkurspolitischen Zielvorstellungen am Devisenmarkt durchzusetzen versuchen. Die Kernidee der Analyse ist, die Entschlossenheit, mit der Zentralbanken am Devisenmarkt intervenieren, anhand der Länge eines „Interventionsclusters“, d.h. der Anzahl der aufeinander folgenden Tage, an denen Devisenmarktinterventionen durchgeführt werden, zu messen. Anhand der von der BoJ in den 90er-Jahren durchgeführten Devisenmarktinterventionen wurde illustriert, wie dieses Konzept zur Beschreibung der Interven-

tionspolitik von Zentralbanken eingesetzt werden kann. Als Ergebnis der empirischen Analyse kann festgestellt werden, dass die BoJ besonders dann entschlossen am Devisenmarkt intervenierte, wenn der Yen/US-Dollar-Wechselkurs von einem „impliziten“ Wechselkursziel abwich. Ferner verfolgte die BoJ eine Politik des „leaning against the wind“. Allerdings konnte kein starker Zusammenhang zwischen der Wechselkursvolatilität und der Entschlossenheit, mit der die BoJ in den 90er-Jahren ihre wechsellkurspolitischen Ziele am Devisenmarkt durchzusetzen versuchte, festgestellt werden.

Das in diesem Beitrag entwickelte Modell einer Zentralbankreaktionsfunktion kann in zukünftigen empirischen Forschungsarbeiten zur Analyse des Interventionsverhaltens anderer Zentralbanken eingesetzt werden. Es bietet sich als Alternative beziehungsweise als komplementäres Analyseinstrument zu den in der empirischen Literatur häufig genutzten Reaktionsfunktionsmodellen mit einer binären abhängigen Variable an. Während Letztere die Handlungsoptionen der betrachteten Zentralbank auf die Entscheidung zwischen Interventionen und Nicht-Interventionen verengen, erlaubt das in dem vorliegenden Beitrag entwickelte Modell eine fundierte Analyse der Faktoren, die die Entschlossenheit und Entschiedenheit, mit der eine Zentralbank am Devisenmarkt interveniert, beeinflussen. Das Modell ermöglicht es, einen wichtigen Aspekt der Interventionspolitik von Zentralbanken zu untersuchen, und zeigt somit einen Weg auf, wie zusätzliche für die Charakterisierung der Interventionspolitik wichtige Informationen gewonnen werden können.

### Literatur

*Almekinders, G. J./Eijffinger, S. C. W.* (1996): A Friction Model of Daily Bundesbank and Federal Reserve Intervention, *Journal of Banking and Finance* 20(8), pp. 1365–1380. – *Baillie, R. T./Osterberg, W. P.* (1997a): Why do central banks intervene?, *Journal of International Money and Finance* 16(6), pp. 909–919. – *Baillie, R. T./Osterberg, W.* (1997b): Central bank intervention and risk in the forward market, *Journal of International Economics* 43(3–4), pp. 483–497. – *Calvo, G. A./Reinhart, C. M.* (2002): Fear of Floating, *Quarterly Journal of Economics* 117(2), pp. 379–408. – *Cameron, A. Colin; Trivedi, Pravin K.*: Regression-Based Tests for Overdispersion in the Poisson Model; *Journal of Econometrics*, December 1990, v. 46, iss. 3, pp. 347–64. – *Dominguez, K. M.* (1998): Central bank intervention and exchange rate volatility, *Journal of International Money and Finance* 17, 161–190. – *Frenkel, M./Pierdzioch, C./Stadtmann, G.* (2002a): Devisenmarktoperationen und Informationspolitik der Europäischen Zentralbank, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 3(1), pp. 49–68. – *Frenkel, M./Pierdzioch, C./Stadtmann, G.* (2002b): The Accuracy of Press Reports Regarding the Foreign Exchange Interventions of

the Bank of Japan, Kiel Working Paper No. 1108, 2002b, forthcoming in: *Journal of International Financial Markets, Institutions, and Money*. – *Mussa, M.* (1981): *The Role of Official Intervention*, New York, Group of Thirty, Occasional Papers No. 6. – *Gärtner, M.* (1990): *Makroökonomik flexibler Wechselkurse*, Springer-Verlag, Berlin. – *Greene, W. H.* (2000): *Econometric Analysis*, 4. Auflage, New Jersey: Prentice Hall. – *Humpage, O. F./Osterberg, W. P.* (1992): *Intervention and the foreign exchange risk premium: An empirical investigation of daily effects*, *Global Finance Journal* 3(1), pp. 23–50. – *Ito, T.* (2002): *Is Foreign Exchange Intervention Effective? – The Japanese Experiences in the 1990s*, Working Paper No. 8914, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA. – *Japanese Ministry of Finance* (2002): *Foreign exchange operations*: [<http://www.mof.go.jp/english/e1c021.htm>].

## Zusammenfassung

### Wie entschlossen intervenieren Zentralbanken am Devisenmarkt?

#### Neue empirische Evidenz für die Bank of Japan

In diesem Beitrag wird ein neuer Ansatz zur Modellierung der Bestimmungsfaktoren der von Zentralbanken am Devisenmarkt durchgeführten Interventionen entwickelt. Dieser neue Ansatz baut auf der empirischen Beobachtung auf, dass Zentralbanken oftmals an mehreren aufeinander folgenden Tagen am Devisenmarkt intervenieren. Auf der Basis der Anzahl der Tage, an denen eine Zentralbank am Devisenmarkt interveniert, kann mithin die Entschlossenheit gemessen werden, mit der sie ihre wechsellkurspolitischen Ziele mittels Devisenmarktinterventionen durchzusetzen trachtet. Wie dieser Ansatz auf der Grundlage eines quantitativen Modells einer Zentralbankreaktionsfunktion für empirische Arbeiten nutzbar gemacht werden kann, wird anhand eines neuen Datensatzes am Beispiel der von der Bank of Japan in den 1990er Jahren durchgeführten Devisenmarktinterventionen aufgezeigt. (F31, F33, G14, G15)

## Summary

### How Strongly Determined are Central Banks to Intervene in the Foreign Exchange Market?

#### New empirical evidence concerning the Bank of Japan

This article discusses a new approach to modelling the determining factors of central bank interventions in foreign exchange markets. This new approach is based on the empirical observation that central banks often intervene in foreign exchange markets on several consecutive days. The number of the days on which central banks intervened in foreign exchange markets may thus be used as an instrument for measuring how strongly determined these banks were to enforce their exchange-rate policy objectives by way of interventions in foreign exchange

markets. The way in which this approach can be used to study the intervention policy of central banks is demonstrated on the basis of a new data set on the foreign exchange market interventions of the Bank of Japan in the 1990s.

### **Résumé**

#### **Avec quelle détermination les banques centrales interviennent-elles sur le marché des changes?**

#### **Nouvelle évidence empirique pour la Banque du Japon**

Les auteurs de cet article développent une nouvelle approche pour modéliser les facteurs déterminants des interventions des banques centrales sur le marché des changes. Cette nouvelle approche se base sur l'observation empirique que les banques centrales interviennent souvent sur le marché des capitaux durant plusieurs jours consécutifs. En fonction du nombre de jours pendant lesquels une banque centrale intervient sur le marché des changes, on peut mesurer la détermination avec laquelle elle cherche à réaliser ses objectifs de politique de taux de change par ses interventions sur le marché des changes. A l'aide d'une nouvelle base de données, en prenant pour exemple les interventions sur le marché des changes de la Banque du Japon dans les années 90, les auteurs montrent comment cette approche peut être utile pour les travaux empiriques, sur la base d'un modèle quantitatif d'une fonction de réaction de la banque centrale.