

# Operationales Risiko und Contagion-Effekt im österreichischen Großbetragszahlungssystem ARTIS

In der vorliegenden Studie wird mittels Simulationen der Contagion-Effekt (Dominoeffekt) einer Betriebsstörung bei einem der ARTIS-Teilnehmer auf die anderen Teilnehmer gemessen. Die Analyse konzentriert sich auf eine Betriebsstörung im Bereich eines einzelnen Teilnehmers, nicht des ARTIS-Systems selbst. Die verwendeten Szenarien sind entsprechend einer Ex-ante-Schätzung potenzieller Konzentrationsrisiken gestaltet, denen Echt-daten für den Untersuchungszeitraum zugrunde liegen (Schmitz et al., 2006). Die Simulationsergebnisse wiesen – die Wirksamkeit der vorhandenen Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs vorausgesetzt – einen geringen Dominoeffekt in ARTIS aus. Diese Annahme ist jedoch sehr restriktiv. Ohne den Einsatz von Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs oder für den Fall, dass diese ihre Funktion nicht zur Gänze erfüllen, hatte der Dominoeffekt in allen drei Szenarien beträchtliche Auswirkungen auf das reibungslose Funktionieren des Zahlungssystems. Im Gegensatz zu dem in der Literatur bisher am häufigsten verwendeten Ansatz basiert die vorliegende Studie zur Messung des Dominoeffekts auf System- und Bankenebene erstmals auf Echt-daten zur Liquidität anstatt auf simulierten Zahlen. In allen drei Szenarien konnten zahlreiche Banken nicht alle Zahlungen abwickeln. Darüber hinaus befasst sich dieser Beitrag mit den Auswirkungen zweier Komponenten von Großbetragszahlungssystemen, die bisher in der Literatur keine Beachtung gefunden haben: Sendestopp (Stop Sending) und Kontoverfügungsberechtigung.

JEL-Klassifikation: E 50, G 10.

Stefan W. Schmitz,  
Claus Pühr,  
Hannes Moshhammer,  
Martin Hausmann,  
Ulrike Elsenhuber<sup>1</sup>

## 1 Einleitung

Ziel der vorliegenden Studie ist die mithilfe von Simulationen durchgeführte Messung der Auswirkungen einer Betriebsstörung bei einem ARTIS<sup>2</sup>-Teilnehmer auf die Fähigkeit anderer Teilnehmer, Transaktionen abzuwickeln. Der Ausschuss für Zahlungsverkehrs- und Abrechnungssysteme (CPSS, angesiedelt bei der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich) definiert operationales Ri-

siko als „das Risiko, dass betriebliche Faktoren wie technische Störungen oder menschliches Versagen Kredit- oder Liquiditätsrisiken verursachen oder verschärfen“ (CPSS, 2001, S. 7). Die Analyse konzentriert sich auf Betriebsstörungen im Bereich einzelner Teilnehmer, nicht der ARTIS-Plattform selbst. Für die Simulationen wurden Echt-daten für den Untersuchungszeitraum November 2004 (einen für den ARTIS-Betrieb reprä-

<sup>1</sup> Die Autoren danken Stephen Millard und Andreas Dostal für die wissenschaftliche Begutachtung und wertvolle Hinweise sowie Morten Bech, Kurt Johnson, Jeffrey Arnold und Aaron Katz für äußerst hilfreiche Kommentare zu einer früheren Fassung dieses Beitrags sowie Alfred Muigg, Siegfried Wagner, Silvia Schulz, Gerhard Lechner, Michael Strommer, Rudolf Habacht und Thomas Hampejs für die Bereitstellung von Daten und wertvollen Informationen. Weiters danken die Autoren der finnischen Notenbank Suomen Pankki für die Bereitstellung des Zahlungssystemsimulators BoF-PSS2 sowie Matti Hellqvist für seine Unterstützung bei der Anpassung des Simulators an die Anforderungen dieser Studie. Die in diesem Beitrag vertretenen Ansichten geben die Meinung der Autoren und nicht notwendigerweise jene der OeNB und des Eurosystems wieder. Übersetzung aus dem Englischen.

<sup>2</sup> ARTIS (Austrian Real Time Interbank Settlement System) ist die österreichische Komponente des transeuropäischen Automatisierten Echtzeit-Brutto-Express-Überweisungssystems TARGET (Trans-European Automated Real-time Gross settlement Express Transfer system).

sentativen Monat) herangezogen. Die grundlegenden Funktionalitäten von ARTIS wurden so genau wie möglich in der Simulation abgebildet. Die Gestaltung der Szenarien erfolgte entsprechend einer Ex-ante-Schätzung potenzieller Konzentrationsrisiken auf der Basis tatsächlicher Transaktionsdaten für den Untersuchungszeitraum. Allerdings ist dabei zu beachten, dass die hier vorgestellten Ergebnisse auf experimentellen Simulationen fiktiver Betriebsstörungen beruhen und nicht auf tatsächlichen Ereignissen. Mehrstündige Betriebsstörungen bei ARTIS-Teilnehmern traten zu selten auf und ihre Auswirkungen auf die Zahlungsaktivitäten waren zu gering, als dass sie eine verlässliche Datenbasis für die empirische Bewertung des operationalen Risikos auf System- und Bankenebene bilden könnten.

Die Beweggründe für das Verfassen der vorliegenden Studie ergaben sich aus dem gesetzlichen Auftrag der OeNB zur Aufsicht über ARTIS und dessen Teilnehmer gemäß Paragraph 44a des Bundesgesetzes über die Oesterreichische Nationalbank (Nationalbankgesetz 1984 – NBG), in dem – mit Wirkung vom 1. April 2002 – das Mandat der OeNB zur Ausübung der Zahlungssystemaufsicht (ZSA) festgelegt ist, und Paragraph 82a, in dem die durch die OeNB anwendbaren Sanktionen im Bereich der ZSA definiert sind.

Die Studie ist folgendermaßen gegliedert: In Kapitel 2 werden die wesentlichen Zahlen zu ARTIS präsentiert; in Kapitel 3 werden die Szenarien eingeführt sowie die jeweiligen Ergebnisse vorgestellt und verglichen. In Kapitel 4 werden die Schlussfolgerungen dargelegt, und Kapitel 5 enthält eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

## **2 ARTIS: Teilnahme und Transaktionen**

Im November 2004 wurden in ARTIS insgesamt 575 Konten verwaltet, deren Inhaber Kreditinstitute, die österreichische Bundesregierung, nichtfinanzielle Unternehmen und die OeNB selbst waren.<sup>3</sup> Eine beträchtliche Anzahl von Konten waren Verrechnungskonten (z. B. Konten der Geldservice Austria (GSA), des für die Bargeldversorgung in Österreich zuständigen Tochterunternehmens der OeNB) und Transferkonten (z. B. jene, die ARTIS mit den anderen nationalen Komponenten von TARGET<sup>4</sup> verbinden). Die übrigen 234 Konten wurden von österreichischen und internationalen Banken verwaltet; sie bilden den Schwerpunkt der vorliegenden Analyse. Dennoch müssen für eine geschlossene Erfassung des Systems alle Konten in die Simulationen – und in die auf deren Grundlage berechneten Gesamtdaten – einbezogen werden.

<sup>3</sup> Eine genauere beschreibende Statistik zu ARTIS findet sich in Schmitz et al. (2006).

<sup>4</sup> Transferkonten sind von anderen ESZB-Zentralbanken bei der OeNB gehaltene ARTIS-Konten, über die alle ein- und ausgehenden Zahlungen mit dem betreffenden Land abgewickelt werden. Falls z. B. die Deutsche Bundesbank von einer Betriebsstörung betroffen wäre, könnte sie Zahlungen deutscher Banken an ausländische Banken, die sich auf dem entsprechenden Transferkonto im deutschen Großbetragszahlungssystem RTGSplus ansammeln, nicht an die österreichischen Zielbanken weiterleiten. Einige dieser Transferkonten sind aufgrund des großen Außenhandelsvolumens bzw. des großen Umfangs von Kapital- und Geldmarkttransaktionen mit den jeweiligen Ländern sehr aktiv. Auf den von den ESZB-Zentralbanken verwalteten Transferkonten werden weder Guthaben zu Tagesbeginn noch Sicherheiten gehalten. Die bilateralen Nettopositionen werden am Ende jedes Geschäftstags zu einer einzigen bilateralen Nettoposition gegenüber der EZB zusammengefasst (Aufrechnung durch Novation).

Während des gesamten Monats November 2004 betrug der tagesdurchschnittliche Wert aller in ARTIS eingereichten Zahlungen 32,61 Mrd EUR, jedoch war er mit einer Standardabweichung von 7,7 Mrd EUR beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Der Gesamtwert aller im Beobachtungszeitraum abgewickelten Transaktionen entsprach mit 717,39 Mrd EUR etwa dem dreifachen Wert des nominellen BIP des Jahres 2004. Die meisten Tageswerte bewegten sich – von drei Ausnahmen abgesehen – innerhalb des Mittelwerts zuzüglich bzw. abzüglich einer Standardabweichung. Am 1. November (Allerheiligen, ein gesetzlicher Feiertag in Österreich) sowie am 11. und 25. November (Bankfeiertage in den U.S.A.) lagen die Tageswerte der Transaktionen deutlich unter dem Mittelwert.

### 3 Simulationen

Was sagen die Simulationsergebnisse über das Risiko eines Dominoeffekts innerhalb des Systems aufgrund einer Betriebsstörung bei einem ARTIS-Teilnehmer aus? Grundsätzlich können sich die Auswirkungen von Betriebsstörungen bei einem Teilnehmer über zwei Kanäle auf andere Teilnehmer übertragen: über (1) eine hohe Konzentration von Zahlungsströmen oder (2) eine hohe Liquiditätskonzentration bei dem betroffenen Teilnehmer.<sup>5</sup> Beim ersten Kanal geht es hauptsächlich um das Einreichungsvolumen, an dem der Teilneh-

mer als Auftraggeber oder Zahlungsempfänger beteiligt ist, beim zweiten um den Anteil an der Gesamtliquidität, über den der Teilnehmer zu Tagesbeginn verfügt (Guthaben zu Tagesbeginn zuzüglich verfügbarer Sicherheiten).<sup>6</sup>

Für die Messung dieser beiden Risiken und deren negativen Auswirkungen wurde auf der Grundlage von drei verschiedenen Szenarien eine große Anzahl von Simulationen durchgeführt; alle Geschäftstage im November 2004 wurden mittels des Zahlungssystems-simulators der finnischen Notenbank, BoF-PSS2, untersucht. Dabei berechnet der Simulator nach jeder Transaktion die Kontostandsänderungen der beteiligten Teilnehmer neu, indem er zum jeweiligen Kontostand der Teilnehmer eingehende Zahlungen addiert und ausgehende Zahlungen davon subtrahiert. Da die Transaktionen in den Eingabedaten mit Zeitstempeln versehen sind, kann der Simulator – abhängig von den institutionellen Eigenschaften des Systems, z. B. Abwicklungsalgorithmus, Verfahren zur Freigabe aus der Warteschlange – die Guthaben der ARTIS-Teilnehmer während des gesamten Tagesverlaufs neu berechnen. Im Zuge der Parameterkalibrierung wurden viele für ARTIS spezifische Eigenschaften direkt im BoF-PSS2 umgesetzt. Einige institutionelle Merkmale des Systems können so jedoch nicht abgebildet werden; diese mussten daher

<sup>5</sup> Im Falle einer Betriebsstörung bei einem Teilnehmer, der mit vielen anderen Teilnehmern Transaktionen abwickelt, ist ein stärkerer Dominoeffekt zu erwarten, da es voraussichtlich zu einer beträchtlicheren Reduzierung der Liquidität kommt. Aus eben diesem Grund führt auch eine Betriebsstörung bei einem Teilnehmer mit einem großen Anteil an der Gesamtliquidität vermutlich zu einem stärkeren Dominoeffekt. Siehe Bedford et al. (2004).

<sup>6</sup> Streng genommen gibt es einen Unterschied zwischen Sicherheiten und Liquidität: Sicherheiten müssen zuerst mittels Antrag auf Innertageskredit verwertet werden. Allerdings sind die dafür anfallenden finanziellen und nichtfinanziellen Kosten gering. Daher wird in der vorliegenden Studie die Summe aus dem jeweiligen Guthaben zu Tagesbeginn und den verfügbaren Sicherheiten als die maßgebliche Einschränkung für die Teilnehmer bei der Abwicklung von Zahlungen gewertet (anstatt des tatsächlich in Anspruch genommenen Innertageskredits).

in den Eingabedaten berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist es nicht möglich, das Reaktionsverhalten der ARTIS-Teilnehmer in der Simulation abzubilden, das folglich exogen bestimmt und in die Eingabedaten einbezogen werden musste. Dennoch kommt dieser Simulator in vielen Studien über operationales Risiko zur Anwendung. So wurde er etwa von Bedford et al. (2004) verwendet, um zu zeigen, dass der Dominoeffekt von Betriebsstörungen bei Teilnehmern am britischen System CHAPS Sterling relativ gering ausfällt. Die meisten Studien in diesem Bereich basieren auf simulierten Werten für die Gesamtliquidität, während in der vorliegenden Untersuchung für die Messung der Auswirkungen des operationalen Risikos auf System- und Bankenebene Echt Daten herangezogen werden konnten.

### 3.1 Szenarien

Die Gestaltung der Szenarien erfolgte auf der Grundlage einer Analyse der tatsächlichen Zahlungsflüsse in ARTIS. Ziel der Simulationen war die Messung der Auswirkungen einer Betriebsstörung bei einem (bzw. mehreren) ARTIS-Teilnehmer(n) auf die Liquidität der anderen Teilnehmer. Gemessen wurde also das Ausmaß, in dem die nicht selbst betroffenen Konten infolge einer Betriebsstörung bei einem oder mehreren anderen Konten unter Liquiditätsengpässen leiden und inwieweit das operationale Ri-

siko das gesamte System betreffen könnte. Die Szenarien wurden in den folgenden vier Schritten gestaltet.

Zunächst wurde das Ausmaß der Betriebsstörung festgelegt: es wurde als die Unfähigkeit des betroffenen Teilnehmers, ausgehende Zahlungen einzureichen, definiert.<sup>7</sup>

Zweitens wurde(n) der bzw. die von einer Betriebsstörung betroffene(n) Knoten im Netzwerk der Zahlungsflüsse nach den folgenden Kriterien ausgewählt: Wert der dort konzentrierten Liquidität (Liquiditätskonzentration), Anzahl und Wert der eingereichten und eingegangenen Zahlungen (Zahlungskonzentration), sowie der Herfindahl-Index für die Konzentration der Zahlungsflüsse (jeweils basierend auf Anzahl und Wert der eingereichten und eingegangenen Zahlungen).<sup>8</sup>

Drittens wurde die Dauer der Betriebsstörung festgelegt, das heißt die Anzahl der Stunden, in denen der betroffene Teilnehmer aufgrund der Betriebsstörung Transaktionen nicht durchführen kann. Die Simulationen wurden auf Basis einer angenommenen eintägigen Betriebsstörung<sup>9</sup> durchgeführt. Bei der Gestaltung der Szenarien wurde darauf geachtet, dass die simulierten Szenarien zwar außergewöhnlich, aber dennoch realistisch sein sollten. ARTIS bietet seinen Teilnehmern jedoch auch Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs: Sofern deren interne Systeme uneingeschränkt funktions-

<sup>7</sup> Hierbei wird angenommen, dass die sich daraus ergebende Illiquidität des Teilnehmers von den anderen Teilnehmern und dem Finanzsystem insgesamt nicht als mögliche Zahlungsunfähigkeit interpretiert wird.

<sup>8</sup> Die zugrunde liegenden Daten zur Netzwerkstruktur in ARTIS finden sich in Schmitz et al. (2006).

<sup>9</sup> Siehe auch Bedford et al. (2004).

tüchtig sind,<sup>10</sup> können sie im Fall einer Betriebsstörung Zahlungen per Telefon, Fax, Kurier oder eKonto<sup>11</sup> einreichen. Da diese Verfahren kostenintensiv sind, werden sie nur für äußerst wichtige Zahlungen und/oder Großbetragszahlungen eingesetzt. Um die Wirkung der Ausfallverfahren zu messen, wurden die Simulationen erneut durchgeführt, unter der Annahme, dass diese nach einer zehnstündigen Betriebsstörung noch vor Geschäftsschluss eingesetzt werden. Weiters basieren die Simulationen auf der (sehr restriktiven) Annahme, dass selbst eine sehr große Anzahl von Zahlungen mithilfe der Ausfallverfahren zeitgerecht (das heißt vor Geschäftsschluss)<sup>12</sup> abgewickelt werden kann, und auf der Annahme, dass die internen Systeme der betroffenen Bank uneingeschränkt funktionstüchtig sind.

Viertens muss das Reaktionsverhalten in zwei Bereichen exogen festgelegt werden, da eine Einbeziehung der Reaktionen anderer ARTIS-Teilnehmer oder des ARTIS-Betreibers auf eine Betriebsstörung im Simulator nicht möglich ist. (1) Unter Umständen reichen die anderen Teilnehmer keine weiteren Zahlungen an den betroffenen Teilnehmer ein. Wenn in TARGET das Transferkonto einer teilnehmenden Zentralbank von einer Betriebsstörung betroffen ist, kommt ein Sendestopp zur Anwendung. Das heißt, es werden keine weiteren Zahlungen auf das betroffene Transferkonto überwiesen. Diesen Sendestopp gibt es in ARTIS für

andere Konten nicht, und so neigen (einzelnen Aussagen der ARTIS-Betreiber zufolge) die ARTIS-Teilnehmer dazu, Zahlungen an den betroffenen Teilnehmer sogar dann weiterhin einzureichen, wenn dieser über viele Stunden hinweg selbst nicht dazu imstande ist. Diese (sicherlich restriktive) Annahme ist immerhin durch Einzelaussagen der ARTIS-Betreiber belegt. Ihnen zufolge geben Banken ausdrücklich an, dass es ihnen lieber sei, ihren Verpflichtungen gegenüber den von Betriebsstörungen betroffenen Banken zeitgerecht und unabhängig von der Störung nachzukommen. Es finden sich keinerlei Hinweise dafür, dass Banken bilateral Sendestopps oder Sendebeschränkungen verhängen. Von dieser Annahme wurde in den Szenarien ausgegangen, auch wenn dies die realistische Dauer einer Betriebsstörung in den Simulationen auf einen Tag beschränkt. Bei länger andauernden Betriebsstörungen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Teilnehmer keine Zahlungen an den betroffenen Teilnehmer mehr einreichen würden. (2) Die Teilnehmer könnten als Reaktion auf mögliche Betriebsstörungen ihre verfügbaren Sicherheiten erhöhen. Einzelne Aussagen deuten darauf hin, dass die Teilnehmer einen großen Anteil ihrer Aktiva in notenbankfähigen Sicherheiten auf Konten bei der OeNB halten. Dies ist für ARTIS-Teilnehmer nicht teurer als die Hinterlegung beim österreichischen Zentralverwahrer und unter Umständen sogar kostengünstiger als die Hinterlegung von

<sup>10</sup> *Andernfalls hätten die betroffenen Teilnehmer keinen Zugang zu den Informationen über ihre jeweiligen Zahlungsverpflichtungen.*

<sup>11</sup> *Es handelt sich dabei um einen alternativen Zugang zum ARTIS-System, der einigen, aber nicht allen Teilnehmern zur Verfügung steht. Über eKonto können die Teilnehmer Zahlungen manuell einreichen, die dann in ARTIS manuell weiterverarbeitet werden müssen.*

<sup>12</sup> *Grundsätzlich ist eine Verschiebung des Geschäftsschlusses mit Genehmigung durch die EZB möglich.*

Auslandsaktiva bei einem entsprechenden ausländischen Zentralverwahrer. Im Unterschied dazu ist die Bereitstellung zusätzlicher notenbankfähiger Sicherheiten aller Wahrscheinlichkeit nach kostenintensiv, da sie vermutlich Portfolioumschichtungen seitens der Teilnehmer mit sich bringt. Aus diesem Grund wurde davon ausgegangen, dass die ARTIS-Teilnehmer für maximal eintägige Betriebsstörungen die Sicherheiten nicht erhöhen. Dadurch ist die Dauer von Betriebsstörungen in den Simulationen ebenfalls begrenzt.

Schließlich wurden drei Szenarien festgelegt, die gemäß Schritt 2 der Szenariogestaltung die stärksten Auswirkungen und den stärksten Dominoeffekt erwarten lassen: (1) Im ersten Szenario wird angenommen, dass das aktivste Transferkonto keine Zahlungen in das System einreichen kann; (2) im zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass die aktivste Bank keine Zahlungen in das System einreichen kann; und (3) im dritten Szenario wird angenommen, dass die drei aktivsten Banken gleichzeitig von einem Betriebsausfall betroffen sind (z. B. aufgrund eines Zusammenbruchs der Kommunikationssysteme) und daher keine Zahlungen in das System einreichen können. In allen drei Szenarien wurde gemäß Schritt 3 der Szenariogestaltung von einer eintägigen bzw. zehnstündigen Betriebsstörung ausgegangen. Darüber hinaus wurde angenommen, dass die nicht selbst von der Störung betroffenen Teilnehmer an den (die) betroffenen Teilnehmer weiterhin Zahlungen tätigen, mit Ausnahme von

Szenario 1, in dem Zahlungen zwar weiterhin eingereicht, aber aufgrund des (in den grundlegenden Funktionalitäten von ARTIS/TARGET verankerten) Sendestopps nicht abgewickelt werden. Die Simulationen stützen sich bezüglich der Transaktionen, der Guthaben zu Tagesbeginn und der verfügbaren Sicherheiten auf Echtdateien vom November 2004. Die Summe der letzten beiden Werte wird dabei als für die Banken verbindliche Liquiditätsbeschränkung interpretiert.

### **3.2 Szenario 1 – Ausfall des aktivsten Transferkontos**

Bei dem für das aktivste Transferkonto zuständigen nationalen TARGET-Betreiber kommt es um 7.15 Uhr zu einer Betriebsstörung. In der Folge können von diesem Konto während des gesamten restlichen Tages, also bis Geschäftsschluss um 18.00 Uhr, Zahlungen weder eingereicht noch empfangen werden. In Übereinstimmung mit den Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs von ARTIS/TARGET wird als Reaktion auf die Betriebsstörung um 8.00 Uhr ein Sendestopp aktiviert.<sup>13</sup>

#### **3.2.1 Auswirkungen auf Gesamtliquidität und Systembetrieb**

In Szenario 1 entspricht die Gesamtliquidität zu Tagesbeginn dem tatsächlichen Wert (im unbelasteten System ohne Betriebsstörung), da das Transferkonto zu diesem Zeitpunkt weder über ein Guthaben noch über Sicherheiten verfügt. Folglich führen die Betriebsstörungen bei diesem Konto nicht zu einem Liquiditätsent-

<sup>13</sup> Nach ungefähr 30 Minuten tauschen die nationalen TARGET-Betreiber mittels Konferenzschaltung Informationen über die Betriebsstörung bei der betroffenen Bank aus und entscheiden über den Einsatz eines Sendestopps. Daher ist davon auszugehen, dass bis zur tatsächlichen Aktivierung des Sendestopps insgesamt etwa 45 Minuten verstreichen.

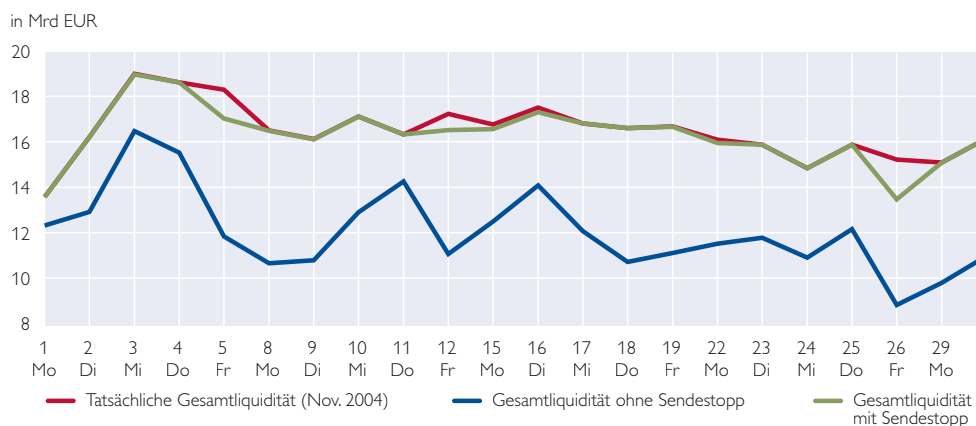
zug (*liquidity drain effect*), das heißt, infolge der mangelnden Verfügbarkeit von Liquiditätsreserven des betroffenen Teilnehmers für den Liquiditätsaustausch im System wird die Gesamtliquidität im System nicht verringert. Stattdessen kommt es durch die zentrale Stellung des Kontos in der Netzwerkstruktur der Zahlungsflüsse in ARTIS zu einem Liquiditätsverlust (*liquidity sink effect*, auch als „Liquiditätsfalle“ bezeichnet). Das bedeutet, die für die Zirkulation im System zur Verfügung stehende Gesamtliquidität verringert sich, da Liquidität auf das betroffene Konto übertragen wird, wo sie aufgrund der Betriebsstörung nicht weiter ausgetauscht werden kann. Je höher die auf das betroffene Konto eingereichten Beträge sind, desto höher ist auch der Liquiditätsverlust. Dieser kann in Szenario 1 durch die Aktivierung des Sendestopps verringert werden. So reduzierte sich durch nach dem Auftreten der Betriebsstörung und vor der Aktivierung des Sendestopps abgewickelte Transaktionen die verfügbare Gesamtliquidität durchschnittlich nur um 1,2% der täglichen Gesamtliquidität (siehe Grafik 1). Die Auswirkungen des Szenarios auf die

Gesamtliquidität waren mit einer Standardabweichung von etwa 240% des Mittelwertes relativ großen Schwankungen unterworfen. Der Grund dafür ist der von Tag zu Tag sehr unterschiedliche Liquiditätsverlust. Da die Untersuchungsergebnisse darauf hindeuteten, dass die Auswirkungen des Dominoeffekts im System durch den Sendestopp beschränkt werden könnten, wurden die Simulationen dieses Szenarios für alle 22 Tage des Untersuchungszeitraums nochmals ohne Einsatz des Sendestopps durchgeführt. Die diesbezüglichen Ergebnisse werden in Abschnitt 3.2.4 vorgestellt.

Wertmäßig betragen die in ARTIS eingereichten Zahlungen in Szenario 1 im Durchschnitt 22,4 Mrd EUR mit einer Standardabweichung von 5,8 Mrd EUR. Im Vergleich zum unbelasteten System (also ohne Betriebsstörung) bedeutet das einen Rückgang um 31,5%, was auf zwei Faktoren zurückzuführen ist: (1) das individuelle Konzentrationsrisiko des betroffenen Kontos (*individual node risk*, das den Anteil der Bank am Gesamtwert der eingereichten und eingegangenen Transaktionen bezeichnet, in diesem Fall 18,8 Prozent-

Grafik 1

**Auswirkungen des Szenarios 1 und des Sendestopps auf die Gesamtliquidität**

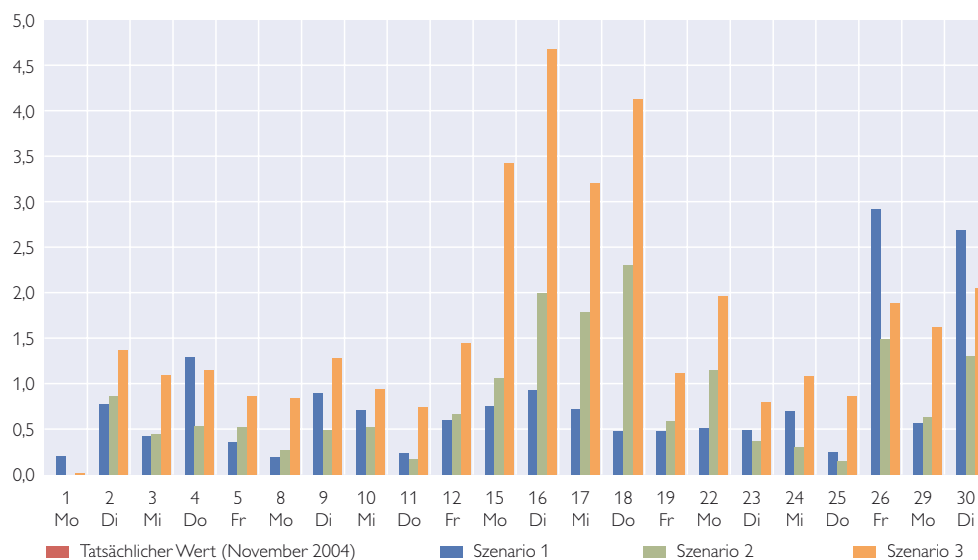


Quelle: OeNB und eigene Berechnungen.

Grafik 2

### Nicht abgewickelte Transaktionen – Wert

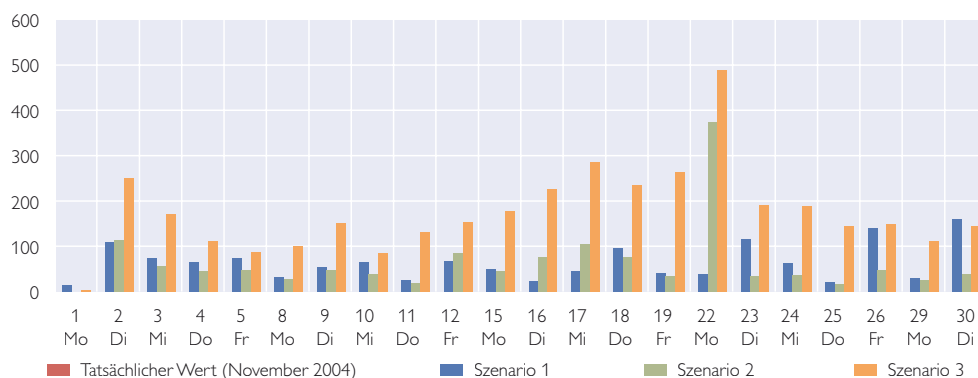
in Mrd EUR



Quelle: OeNB und eigene Berechnungen.

Grafik 3

### Nicht abgewickelte Transaktionen – Anzahl



Quelle: OeNB und eigene Berechnungen.

punkte) und (2) Sendestopp (auf den 12,7 Prozentpunkte entfielen). Wertmäßig machten die abgewickelten Transaktionen im Tagesdurchschnitt 21,6 Mrd EUR mit einer Standardabweichung von 5,5 Mrd EUR aus (-33,8% im Vergleich zum unbelasteten System). Das Einreichungsvolumen belief sich im Untersuchungszeitraum durchschnittlich auf 12.832 Transaktionen pro Tag (-16,3%). Dieser stückzahlmäßige Rückgang fiel also ebenfalls bedeutend stärker

aus als das individuelle Konzentrationsrisiko (*individual node risk*) des Transferkontos (9,7% des Gesamtvolumens der eingereichten oder eingegangenen Zahlungen). Diese Differenz ist wiederum auf die Auswirkungen des Sendestopps zurückzuführen.

Der Dominoeffekt in Szenario 1 auf den Gesamtwert der von den anderen Teilnehmern des Zahlungssystems nicht abgewickelten Transaktionen war beträchtlich. Durch-



schnittlich belief sich dieser Gesamtwert pro Tag auf 780 Mio EUR bzw. 3,5 % des durchschnittlichen Wertes der im unbelasteten System eingereichten und auch abgewickelten Transaktionen (siehe Grafik 2). Der Wert der nicht abgewickelten Transaktionen beinhaltet nur die von anderen Teilnehmern eingereichten Zahlungen (einschließlich jener zugunsten des betroffenen Kontos), nicht aber Zahlungen des betroffenen Kontos (da diese nicht eingereicht werden konnten). Der mit einer Standardabweichung von 710 Mio EUR ziemlich starken Schwankungen unterworfenen Wert bewegte sich zwischen 200 Mio EUR und 2,9 Mrd EUR. Die Anzahl der eingereichten, aber nicht abgewickelten Zahlungen belief sich (in einer Bandbreite von 14 bis 159) im Tagesdurchschnitt auf 64 (siehe Grafik 3). Diese großen Schwankungen zeigen, dass die Auswirkungen ein und derselben Betriebsstörung auf das System an verschiedenen Tagen äußerst unterschiedlich ausfallen können.

Wie viel zusätzliche Liquidität wäre in Szenario 1 für das Abwickeln aller Transaktionen an jedem Tag vonnöten? Diesbezüglich gibt der Wert der nicht abgewickelten Transaktionen erste Hinweise, doch lässt er den Bedarf an zusätzlicher Liquidität übertrieben groß erscheinen, da er die Zirkulation von im System vorhandener Liquidität nicht berücksichtigt. Geeigneter ist hier der *liquidity usage indicator*, mit dem sich der Anteil der durch Liquiditätsreserven gedeckten Zahlungen schätzen lässt.

In Szenario 1 wies der *liquidity usage indicator* einen Durchschnittswert von 0,37 auf (verglichen mit 0,30 im unbelasteten System), das heißt, über sämtliche Tage und Teilnehmer hinweg waren wertmäßig im Durchschnitt 37 % der eingereichten Zahlungen durch Liquiditätsreserven der einzelnen Teilnehmer und 63 % durch eingegangene Zahlungen gedeckt. Durch das Multiplizieren des *liquidity usage indicator* mit dem Wert der täglich nicht abgewickelten Transaktionen lässt sich ein Schätzwert für die während des gesamten Untersuchungszeitraums erforderliche zusätzliche Liquidität unter Berücksichtigung der Liquiditätszirkulation errechnen. Im Durchschnitt würde die theoretisch minimal erforderliche zusätzliche Gesamtliquidität (*lower bound of liquidity assistance*) für die Abwicklung der Transaktionen aller Konten rund 290 Mio EUR betragen,<sup>14</sup> was 1,76 % der im Untersuchungszeitraum verfügbaren Liquidität entspricht. Dieser Wert bewegte sich im November 2004 zwischen 70 Mio EUR (0,4 % der an diesem Tag tatsächlich verfügbaren Gesamtliquidität) und 1,1 Mrd EUR (7,5 % der an diesem Tag tatsächlich verfügbaren Gesamtliquidität). Der durchschnittliche Gesamtwert der nicht abgewickelten Transaktionen (780 Mio EUR oder 4,7 % der durchschnittlichen Gesamtliquidität im unbelasteten System) gibt Aufschluss über die zur Vermeidung eines Dominoeffekts theoretisch maximal erforderliche zusätzliche Gesamtliquidität (*upper bound of liquidity assistance*).

<sup>14</sup> Damit die „*lower bound of liquidity assistance*“ für die Abwicklung aller Transaktionen ausreichend ist, muss die zusätzliche Liquidität jenen ARTIS-Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden, die tatsächlich einen Bedarf daran haben. Darüber hinaus muss der „*liquidity usage indicator*“ der zusätzlichen Liquidität jenem der Gesamtliquidität entsprechen.

Tabelle 1

Anzahl der Banken mit nicht abgewickelten Transaktionen				
	Tatsächliche Anzahl	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Tagesdurchschnitt	0	12,1	8,7	22,8
Minimalwert	0	8	0	1
Maximalwert	0	18	12	30
Standardabweichung	0	2,4	2,8	5,9
Summe	0	36	38	56

Quelle: Eigene Berechnungen.

### 3.2.2 Szenario 1 –

#### Auswirkungen auf Bankenebene

In Hinblick auf die Anzahl der Banken mit nicht abgewickelten Transaktionen war der Dominoeffekt in Szenario 1 beträchtlich. Von insgesamt 234 Banken unter den 575 Konten waren im Durchschnitt 12,1 Banken pro Tag (mit Werten zwischen 8 und 18) betroffen (siehe Tabelle 1). Insgesamt konnten 36 Banken an zumindest einem Tag nicht alle eingereichten Zahlungen abwickeln, von denen 2 an allen 22 Tagen nicht alle Zahlungen abwickeln konnten und 10 Banken an 11 oder mehr Tagen betroffen waren. Für 7 Konten war die Abwicklung nur an einem Tag nicht möglich. In Szenario 1 zeigten sich also sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die einzelnen Banken.

#### 3.2.3 Auswirkungen von Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs

Zur Messung der Auswirkung von Ausfallverfahren wurde die Simulation erneut unter der Annahme durchgeführt, dass die Betriebsstörung statt den ganzen Tag nur bis 16.00 Uhr dauert. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Ausfallverfahren zeitgerecht zur Anwendung kamen, dass alle Zahlungen rechtzeitig vor Geschäftsschluss (18.00 Uhr)

verarbeitet werden konnten,<sup>15</sup> und dass die internen Systeme des betroffenen Teilnehmers uneingeschränkt funktionstüchtig waren, sodass der Teilnehmer wusste, welche Zahlungen abzuwickeln waren. Unter diesen (teilweise sehr restriktiven) Annahmen konnten alle eingereichten Zahlungen auch tatsächlich abgewickelt werden, und es wurden keine negativen Auswirkungen auf die Zahlungen des betroffenen Kontos oder irgendeines anderen Teilnehmers verzeichnet.

#### 3.2.4 Auswirkungen des Sendestopps

Die negativen Auswirkungen der Betriebsstörung wurden durch den Sendestopp beträchtlich vermindert und die Stabilität des Systems erhöht. Um den relativen Effekt (und damit die Wirksamkeit) des Sendestopps zu messen, wurde Szenario 1 ohne seine Anwendung ceteris paribus wiederholt. Der Liquiditätsverlust erhöhte sich dadurch von 1,2% auf 26,9% der Gesamtliquidität im unbelasteten System, der Mittelwert der eingereichten, nicht abgewickelten Transaktionen um 4,2 Mrd EUR oder 19,3% (siehe Tabelle 2). Demnach belief sich der Wert der nach 8.00 Uhr an das betroffene Transferkonto eingereichten Zahlungen im Durchschnitt auf 4,2 Mrd EUR. Ohne Ein-

<sup>15</sup> Prinzipiell ist eine Verschiebung des Geschäftsschlusses mit Genehmigung der EZB möglich.

Tabelle 2

**Auswirkungen des Stop Sending – Ausgewählte Indikatoren in Szenario 1  
(durchschnittliche Tageswerte während des gesamten Monats Nov. 2004)**

Indikator	Szenario 1 mit Sendestopp (-1)	Szenario 1 ohne Sendestopp (-2)	Differenz (1)-(2)
Gesamtliquidität (in Mrd EUR)	16,3	12,1	4,2 (26%) <sup>1</sup>
Liquiditätsausfall (in % der Gesamtliquidität)	1,2	26,9	-25,7 <sup>1</sup>
Wert der eingereichten Transaktionen (in Mrd EUR) <sup>2</sup>	22,4	26,7	-4,2 (-18,9%)
Wert der nicht abgewickelten Transaktionen (in Mrd EUR) <sup>3</sup>	0,8	1,3	-0,6 (-71,8%)

Quelle: Eigene Berechnungen.

<sup>1</sup> Differenzen in % des Ergebnisses mit Sendestopp.

<sup>2</sup> Der Wert der eingereichten Transaktionen umfasst die eingereichten Zahlungen der nicht von der Betriebsstörung betroffenen Teilnehmer, nicht aber Zahlungen des betroffenen Kontos, die aufgrund der Betriebsstörung nicht eingereicht werden konnten. Bei Anwendung des Sendestopps (Spalte 1) werden die in die Warteschlange umgeleiteten Zahlungen nicht in den Wert der eingereichten Zahlungen eingerechnet: Die jeweilige Liquidität ist für die Banken noch immer verfügbar, da diese eingereichte Zahlungsanweisungen stornieren können, solange sie in der Warteschlange gereiht sind.

<sup>3</sup> Der Wert der nicht abgewickelten Transaktionen umfasst nur eingereichte Zahlungen der nicht von der Betriebsstörung betroffenen Teilnehmer.

satz des Sendestopps erhöhten sich die nicht abgewickelten Transaktionen dem Wert nach von 780 Mio EUR auf 1,3 Mrd EUR, der Anzahl nach stiegen sie von 64,1 auf 120,8.

### 3.3 Szenario 2 – Ausfall der aktivsten Bank

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass die aktivste Bank aufgrund einer Betriebsstörung zwischen 6.00 Uhr und 18.00 Uhr Zahlungen weder einreichen noch abwickeln kann. Die Gestaltung des Szenarios schließt die Gewährung einer Kontoverfügberechtigung der Bank für mehrere andere ARTIS-Teilnehmer ein.<sup>16</sup> Folglich konnten trotz der Betriebsstörung viele Zahlungen der betroffenen Bank über die Teilnehmer mit Kontoverfügberechtigung eingereicht und auch abgewickelt werden. Kontoverfügberechtigungen können also den Liquiditätsentzug verringern.

Um die diesbezüglichen Auswirkungen gesondert zu messen, wurden die Simulationen ohne Kontoverfügberechtigung wiederholt. Die Ergebnisse dazu finden sich in Abschnitt 3.3.4.

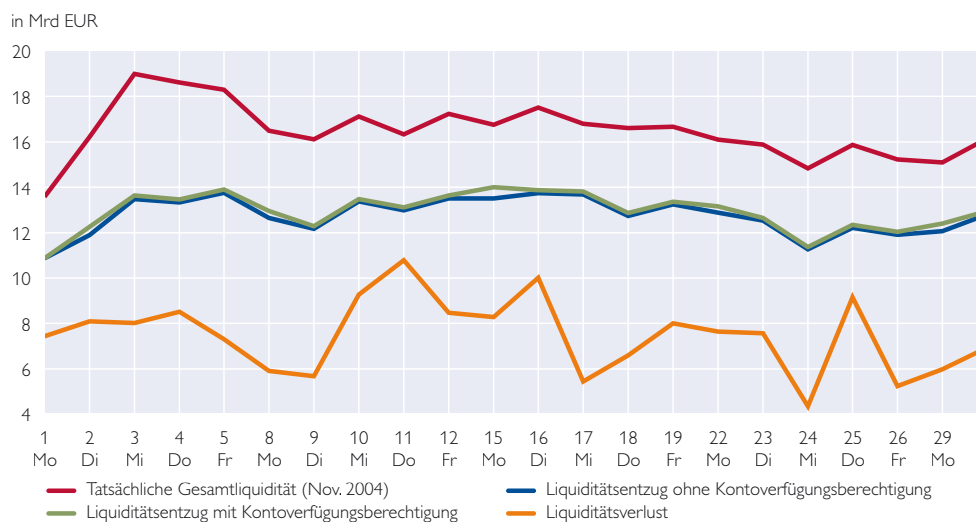
#### 3.3.1 Auswirkungen auf Gesamtliquidität und Systembetrieb

Durch die Betriebsstörung bei der aktivsten Bank verringerte sich die für die Zirkulation im System verfügbare Gesamtliquidität (das heißt abzüglich jener Liquidität, die sich bei der betroffenen Bank ansammelte) im Tagesdurchschnitt um 54,6 % (wovon 21,6 Prozentpunkte auf den Liquiditätsentzug und 33,2 Prozentpunkte auf den Liquiditätsverlust entfielen) auf 7,5 Mrd EUR (siehe Grafik 4). Hinsichtlich ihres Werts beliefen sich die eingereichten Zahlungen (mit einer Standardabweichung von 6,4 Mrd EUR) im Tagesdurchschnitt auf 27,4 Mrd EUR (-5,2 Mrd EUR im Ver-

<sup>16</sup> Teilnehmer A kann gemäß § 9 der Geschäftsbestimmungen für das ARTIS-System der OeNB Teilnehmer B eine Kontoverfügberechtigung gewähren. Diese wird als das Recht von Teilnehmer B definiert, (bestimmte im Vorfeld festgelegte) Zahlungen vom Konto des Teilnehmers A einzuleiten. Kontoverfügberechtigungen werden einer geringen Anzahl von Teilnehmern für im Vorfeld vereinbarte Zwecke (sehr häufige Standardgeschäfte) gewährt und können somit nicht als kurzfristig abrufbares Instrument zur Krisenbewältigung im Falle einer Betriebsstörung gesehen werden.

Grafik 4

**Auswirkungen des Szenarios 2 und der Kontoverfügungsberechtigung  
auf die Gesamtliquidität**



gleich zum tatsächlichen Wert im November 2004). Dieser Rückgang um 16% entspricht dem wertmäßigen Anteil der betroffenen Bank (der aufgrund der Betriebsstörung nicht eingereicht werden konnte) an den insgesamt eingereichten Zahlungen abzüglich der mittels Kontoverfügungsberechtigung eingereichten Zahlungen. Der durchschnittliche Wert der abgewickelten Transaktionen belief sich auf 26,6 Mrd EUR mit einer Standardabweichung von 6,1 Mrd EUR.

In Szenario 2 waren die Auswirkungen der Betriebsstörung auf die Zahlungsaktivitäten insgesamt beträchtlich. Wertmäßig beliefen sich die nicht abgewickelten Transaktionen im Tagesdurchschnitt auf 800 Mio EUR oder 2,9% des Werts der eingereichten Zahlungen (siehe Gra-

fik 2).<sup>17</sup> Jedoch waren die Auswirkungen des operationalen Risikos mit Werten zwischen 0 EUR und 2,3 Mrd EUR von Tag zu Tag sehr unterschiedlich. Das nicht abgewickelte Einreichungsvolumen stieg auf durchschnittlich 63,3 Zahlungen bzw. 0,4% der eingereichten Zahlungen (siehe Grafik 3). Die nicht selbst von der Betriebsstörung betroffenen Teilnehmer konnten eine große Anzahl von Zahlungen nicht abwickeln, das heißt der Dominoeffekt war beträchtlich. Unter Berücksichtigung der Liquiditätszirkulation wurde die theoretisch minimale, für die Abwicklung aller eingereichten Zahlungen erforderliche zusätzliche Liquidität (*lower bound of liquidity assistance*) auf etwa 320 Mio EUR oder 1,9% der durchschnittlichen Gesamtliquidität im unbelasteten System geschätzt. Die

<sup>17</sup> Der Wert der nicht abgewickelten Transaktionen umfasst wiederum die von nicht selbst betroffenen Teilnehmern eingereichten Zahlungen (einschließlich allfälliger Zahlungen an die betroffene Bank), nicht aber Zahlungen der betroffenen Bank selbst (es sei denn, sie erfolgten über die Kontoverfügung), da diese aufgrund der Betriebsstörungen nicht eingereicht werden konnten.

theoretisch maximal erforderliche zusätzliche Gesamtliquidität (*upper bound of liquidity assistance*) wurde auf 800 Mio EUR oder 4,9% der durchschnittlich während des Untersuchungszeitraums im System vorhandenen Gesamtliquidität geschätzt.

Der *liquidity usage indicator* belief sich in Szenario 2 auf 40%, das heißt, 40% der eingereichten Zahlungen wurden mittels Liquiditätsreserven abgewickelt. Im Vergleich zum unbelasteten System bedeutet dies einen Anstieg um etwa 10 Prozentpunkte. Trotz eines beträchtlichen Dominoeffekts kam die Liquiditätszirkulation nicht gänzlich zum Stillstand.

### 3.3.2 Szenario 2 – Auswirkungen auf Bankenebene

In Szenario 2 war die Fähigkeit anderer Banken, eingereichte Zahlungen abzuwickeln – mit einer großen Schwankungsbreite von Tag zu Tag – erheblich beeinträchtigt. Insgesamt waren im Untersuchungszeitraum 38 Banken bzw. 16,2% aller Banken im System vom Dominoeffekt betroffen (siehe Tabelle 1). Pro Tag konnten im Durchschnitt 8,7 Banken bzw. 3,7% aller Banken nicht alle eingereichten Zahlungen abwickeln, wobei der Minimalwert 0 betrug und der Maximalwert bei 12 lag. Während 4 Banken an 21 Tagen nicht imstande waren, alle Zahlungen abzuwickeln, konnten 10 Banken an 11 oder mehr Tagen nicht alle Zahlungen abwickeln. Die Auswirkungen von Szenario 2 auf die einzelnen Banken waren also ebenfalls recht unterschiedlich.

### 3.3.3 Auswirkungen von Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs

Die Simulationen wurden unter der Annahme wiederholt, dass die Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs vor 16.00 Uhr zur Anwendung kamen und alle Zahlungen vor Geschäftsschluss manuell abgewickelt werden konnten. Unter dieser Annahme wurden alle Zahlungen tatsächlich rechtzeitig abgewickelt, und es entstand kein Dominoeffekt. Allerdings stützt sich die Stabilität des Systems auf die folgenden zwei Annahmen: (1) die internen Systeme des betroffenen Teilnehmers müssen uneingeschränkt funktionsfähig sein, sodass dieser weiß, welche Zahlungen zu verarbeiten sind, und (2) es müssen zwischen 534 und 1.655 über Telefon, Telefax, Kurier oder eKonto eingereichte Zahlungen vor 18.00 Uhr manuell verarbeitet werden.<sup>18</sup>

### 3.3.4 Auswirkungen der Kontoverfügberechtigungen

Bei der Wiederholung von Szenario 2 ohne Einbeziehung der Kontoverfügberechtigungen stellte sich heraus, dass der Dominoeffekt infolge von Betriebsstörungen innerhalb des Systems durch die Kontoverfügberechtigungen leicht abgeschwächt wurde. Zahlungen seitens der betroffenen Bank, deren Abwicklung ansonsten aufgrund der Betriebsstörung nicht möglich gewesen wäre, konnten so dennoch getätigt werden (vorausgesetzt, das Konto der betroffenen

<sup>18</sup> Wie oben angemerkt, ist eine Verschiebung des Geschäftsschlusses grundsätzlich mit Genehmigung der EZB möglich.

Bank verfügt über ausreichend Liquidität; da die Bank keine Zahlungen einreichen kann, trifft dies üblicherweise zu). Infolgedessen fiel der durchschnittliche Liquiditätsentzug geringer aus als in einem System ohne Kontoverfügberechtigungen. In Szenario 2 verringerte sich der Liquiditätsentzug durch die Kontoverfügberechtigungen um 170 Mio EUR (bzw. 1,1 Prozentpunkte der Gesamtliquidität im unbelasteten System) von 22,5% auf 21,4% der Gesamtliquidität. Andernfalls hätte der Liquiditätsentzug der Liquiditätskonzentration bei der betroffenen Bank entsprochen (22,5% der Gesamtliquidität). Dem Wert nach reduzierten sich die nicht abgewickelten Transaktionen durch die Kontoverfügberechtigungen um 150 Mio EUR von durchschnittlich 950 Mio EUR auf 800 Mio EUR (-15,6%). Ihre Anzahl verringerte sich um 74,1 von 137,3 auf 63,3 Zahlungen pro Tag (-53,9%). Die durchschnittliche Anzahl der Banken, die im Untersuchungszeitraum nicht an jedem Tag alle Zahlungen abwickeln konnten, fiel von 10,3 in einer Bandbreite von 0 bis 14 auf 8,7 in einer

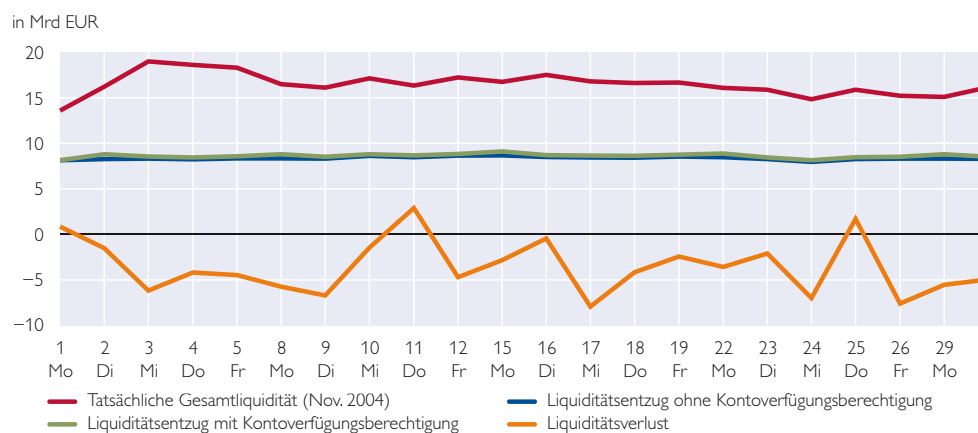
Bandbreite von 0 bis 12 (-15,2%). Die Gesamtanzahl der vom Dominoeffekt betroffenen Banken sank von 42 auf 38 (-9,5%). Allerdings wirkte sich die Kontoverfügberechtigungen stark auf die einzelnen Teilnehmer mit der diesbezüglichen Berechtigungen aus: Diese waren vor unmittelbaren Auswirkungen der Betriebsstörung wirksam geschützt.

### 3.4 Szenario 3 – Gleichzeitiger Ausfall der drei aktivsten Banken

In diesem Szenario wird von einer Betriebsstörung bei den drei aktivsten Banken ausgegangen, sodass diese zwischen 6.00 Uhr und 18.00 Uhr keine Zahlungen einreichen können. Auch in diesem Szenario wird angenommen, dass alle drei betroffenen Banken einigen anderen ARTIS-Teilnehmern eine Kontoverfügberechtigungen gewähren. Um deren Auswirkungen auf das reibungslose Funktionieren des Zahlungssystems zu messen, wurde das Szenario erneut ohne Kontoverfügberechtigungen durchgeführt. Die diesbezüglichen Ergebnisse finden sich in Abschnitt 3.4.4.

Grafik 5

#### Auswirkungen des Szenarios 3 der Kontoverfügberechtigungen auf die Gesamtliquidität



### 3.4.1 Auswirkungen auf Gesamtliquidität und Systembetrieb

Im Vergleich zum unbelasteten System verringerte sich die für die Zirkulation im System verfügbare Gesamtliquidität (das heißt ohne die Liquidität, die sich bei den betroffenen Banken ansammelte) theoretisch um 121,5 %, wobei 47,4 % auf den Liquiditätsentzug und 74,1 % auf den (theoretischen) Liquiditätsverlust entfielen (siehe Grafik 5). Wenn alle an die betroffenen Banken eingereichten Zahlungen abgewickelt worden wären, hätte die Liquidität theoretisch einen Wert unter null aufgewiesen. Tatsächlich ist dieser Wert der für die Zirkulation im System verfügbaren Gesamtliquidität nach unten hin mit null begrenzt. In Szenario 3 wurde dem System durch den Liquiditätsverlust im Prinzip die gesamte restliche Liquidität entzogen, und der Dominoeffekt hatte beträchtliche negative Auswirkungen auf das reibungslose Funktionieren des Zahlungssystems.

Der durchschnittliche Wert der eingereichten Zahlungen lag bei 20,7 Mio EUR (–36,4 % im Vergleich zum unbelasteten System). Dies entspricht dem wertmäßigen Anteil der drei betroffenen Banken an den eingereichten Zahlungen im unbelasteten System abzüglich der mittels Kontoverfügungsberechtigung eingereichten Zahlungen. Dem Wert nach beliefen sich die abgewickelten Transaktionen im Durchschnitt auf 19,1 Mrd EUR (–41,6 % im Vergleich zum unbelasteten System). Der Wert der nicht abgewickelten Transaktionen betrug mit einer Schwankungsbreite zwischen 150 Mio EUR und 4,7 Mrd EUR im Tagesdurchschnitt 1,66 Mrd EUR (siehe Grafik 2). Die Anzahl der nicht abgewickelten Zahlungen belief sich (in einer Bandbreite von 3 bis

488) im Schnitt auf 175 Zahlungen (siehe Grafik 3). Die Angaben über Wert und Anzahl der nicht eingereichten Zahlungen umfassen nur die von nicht selbst betroffenen Teilnehmern eingereichten Zahlungen (da jene der betroffenen Teilnehmer gar nicht eingereicht wurden) einschließlich allfälliger Zahlungen der anderen Banken an die betroffenen Banken. Unter Berücksichtigung der Liquiditätszirkulation betrug das Schätzergebnis für die *lower bound of liquidity assistance* etwa 1,1 Mrd EUR (mit Werten zwischen 0,1 Mrd EUR und 3,2 Mrd EUR). Dies entspricht 6,8 % der Gesamtliquidität im unbelasteten System. Die Ergebnisse deuteten unter anderem auf tagesbezogen sehr unterschiedliche Auswirkungen des Szenarios hin. Die *upper bound of liquidity assistance* wurde auf 1,7 Mrd EUR oder 10 % der Gesamtliquidität im unbelasteten System geschätzt.

Bei der Abwicklung von Zahlungen waren die Systemteilnehmer in viel höherem Maß auf ihre Liquiditätsreserven angewiesen als auf eingehende Zahlungen. Der *liquidity usage indicator* zur Messung der tatsächlichen Inanspruchnahme von Liquidität stieg von 29,9 % im unbelasteten System auf 67,8 %, das heißt, in Bezug auf den Wert wurden knapp zwei Drittel der eingereichten und abgewickelten Zahlungen mittels Liquiditätsreserven und nur ein Drittel mittels eingehender Zahlungen gedeckt.

### 3.4.2 Szenario 3 – Auswirkungen auf Bankenebene

Im Durchschnitt konnten von 234 Banken 22,8 (in einer Bandbreite von 1 bis 30) an einem Tag nicht alle eingereichten Zahlungen abwickeln (siehe Tabelle 1). Während im Untersuchungszeitraum insgesamt 56 Ban-

ken an zumindest einem Tag nicht alle Zahlungen abwickeln konnten, war eine Bank an allen 22 Tagen des Untersuchungszeitraums betroffen. 24 Banken konnten an 11 oder mehr Tagen nicht alle Zahlungen abwickeln, und 10 Banken waren an nur einem einzigen Tag betroffen. Die Auswirkungen von Szenario 3 auf Bankenebene waren also ebenfalls recht unterschiedlich.

### 3.4.3 Auswirkungen von Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs

Für die Messung der Auswirkungen alternativer Einreichungswege wurde das Szenario neu berechnet, unter der Annahme, dass alle Zahlungen der drei betroffenen Banken über solche alternativen Wege eingereicht und abgewickelt werden konnten und dass die internen Systeme der betroffenen Banken uneingeschränkt funktionsfähig waren. Unter diesen (sehr restriktiven) Voraussetzungen wurden sämtliche Zahlungen tatsächlich abgewickelt, und es zeigten sich keine negativen Auswirkungen auf die Zahlungsaktivitäten in Szenario 3. Unter der Annahme, dass alle Zahlungen zeitgerecht verarbeitet werden konnten, erwies sich das System sogar gegenüber einem starken negativen Schock als stabil. Für die bestehenden Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs bedeutete dies, dass vor Geschäftsschluss um 18.00 Uhr zwischen 1.440 und 4.022 Zahlungen manuell verarbeitet werden müssten.<sup>19</sup>

### 3.4.3 Auswirkungen der Kontoverfügungsberechtigung

Für die Bestimmung der Auswirkungen von Kontoverfügungsberechtigungen wurde Szenario 3 ohne deren Einbeziehung wiederholt. Der Liquiditätsentzug verringerte sich durch die Kontoverfügungsberechtigung um durchschnittlich 250 Mio EUR oder 1,5 % der täglichen Gesamtliquidität. Die nicht abgewickelten Transaktionen reduzierten sich dem Wert nach im Schnitt von 1,9 Mrd EUR um rund 190 Mio EUR (oder 10,3 % des Werts ohne Kontoverfügungsberechtigung) auf 1,7 Mrd EUR. In Bezug auf ihre Anzahl verringerten sie sich im Schnitt von 267 auf 175. Die durchschnittliche Anzahl der vom Dominoeffekt betroffenen Banken sank von 24,6 auf 22,8. Insgesamt reduzierte sich die Zahl der Banken, die zumindest an einem Tag während des Untersuchungszeitraums nicht alle Zahlungen abwickeln konnten, durch die Kontoverfügungsberechtigung von 60 auf 56. Die Auswirkungen der Betriebsstörung auf das System wurden in Szenario 3 durch die Kontoverfügungsberechtigung also leicht abgeschwächt, während die Auswirkungen auf die Liquidität der Teilnehmer mit einer Kontoverfügungsberechtigung größer waren: Sie waren vor unmittelbaren Auswirkungen der Betriebsstörung geschützt (sofern das Konto der betroffenen Bank ausreichend liquide war).

<sup>19</sup> Wie oben angemerkt, ist eine Verschiebung des Geschäftsschlusses grundsätzlich mit Genehmigung der EZB möglich.



### 3.5 Vergleich der Szenarien

Unter Berücksichtigung der Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs war das reibungslose Funktionieren des Zahlungssystems in keinem Szenario beeinträchtigt. Angesichts der sehr restriktiven Annahmen über die Wirksamkeit dieser Vorkehrungen erfolgt der Vergleich der Szenarien ohne deren Einbeziehung. Unter den drei Szenarien zeigten sich die stärksten Auswirkungen auf Gesamtliquidität, Anzahl und Wert der nicht abgewickelten Transaktionen sowie auf die Anzahl der Banken mit nicht abgewickelten Zahlungen in Szenario 3 (siehe Tabelle 3). Allerdings darf dabei nicht übersehen werden, dass Szenario 3 als Worst-Case-Szenario gestaltet war. Die Ergebnisse in Szenario 1 und 2 waren sehr ähnlich in Bezug auf Anzahl und Wert der nicht abgewickelten

Transaktionen sowie auf die Gesamtzahl der Banken mit nicht abgewickelten Zahlungen. Dieses Ergebnis ist angesichts der großen Unterschiede beim Liquiditätsausfall (1,2 % bzw. 54,8 % der Gesamtliquidität in Szenario 1 und 2) ziemlich überraschend. Darüber hinaus kam der Sendestopp nur in Szenario 1 zur Anwendung.

### 4 Folgerungen

Allfällige Maßnahmen, die aufgrund der Ergebnisse für die Gestaltung von Zahlungssystemen und für die ZSA getroffen werden, müssen den in Grundprinzip VIII der CPSS festgelegten Kriterien der Praxistauglichkeit und Effizienz entsprechen.<sup>20</sup> Die durch die Umsetzung zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen und durch Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs entste-

Tabelle 3

#### Ausgewählte Indikatoren in den Szenarien 1 bis 3 im Vergleich zu den Echten Daten (durchschnittliche Tageswerte während des gesamten Monats Nov. 2004)

Indikator	Echtdaten	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Gesamtliquidität (in Mrd EUR)	16,5	16,3	7,3	-3,8
Liquiditätsausfall (in % der Gesamtliquidität)	0	1,2	54,8	121,5
davon: Liquiditätsentzug (in Prozentpunkten)	0	0	21,6	47,4
Liquiditätsverlust (in Prozentpunkten)	0	1,2 <sup>1</sup>	33,2	74,1
Wert der eingereichten Transaktionen (in Mrd EUR)	32,6	22,4	27,4	20,7
<b>Ohne Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs</b>				
Wert der nicht abgewickelten Transaktionen (in Mrd EUR)	0	0,8	0,8	1,7
Wert der nicht abgewickelten Transaktionen (in % des Werts der eingereichten Transaktionen)	0	3,3	2,7	7,7
Anzahl der nicht abgewickelten Zahlungen	0	64,1	63,3	175
<b>Mit Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs<sup>2</sup></b>				
Wert der nicht abgewickelten Transaktionen (in Mrd EUR)	0	0	0	0
Wert der nicht abgewickelten Transaktionen (in % des Werts der eingereichten Transaktionen)	0	0	0	0
Anzahl der nicht abgewickelten Zahlungen	0	0	0	0

Quelle: Eigene Berechnungen.

<sup>1</sup> Unter Einbeziehung des Sendestopps – ohne dessen Einbeziehung läge der entsprechende Wert bei 26,9%.

<sup>2</sup> Die Annahme, dass alle Zahlungen von der betroffenen Bank mittels Ausfallslösungen eingereicht und von den ARTIS-Betreibern manuell zeitgerecht weiterverarbeitet werden können, ist sehr restriktiv.

<sup>20</sup> Grundprinzip VIII: "Das System sollte einen praktischen und ökonomisch effizienten Weg für Zahlungen bieten." (CPSS, 2001).

henden Grenzkosten dürfen nicht höher ausfallen als der durch die gesteigerte Stabilität erreichte (finanzielle und nichtfinanzielle) Grenzertrag.

In den Simulationen wurde der bzw. den betroffenen Bank(en) das Einreichen von Zahlungen ab 16.00 Uhr wieder ermöglicht, um die bestehenden Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs zu berücksichtigen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden viele Transaktionen in die Warteschlange gereiht und zwischen 16.00 Uhr und 18.00 Uhr abgewickelt. Allerdings bedeutet dies, dass in dem genannten Zeitraum je nach Szenario rund 1.500 bis 3.400 Zahlungen bzw. im Worst-Case-Szenario an Tagen mit maximaler Belastung ungefähr 4.000 Zahlungen manuell verarbeitet werden müssen, wenn die Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs wirksam sein sollen. Diese sehr restriktive Annahme wird in der Praxis voraussichtlich nicht halten. Wie viel Zeit für die manuelle Verarbeitung tatsächlich zur Verfügung steht, hängt in hohem Maße davon ab, wann genau die betroffene Bank auf alternative Einreichungsverfahren umstellt. Auch die personellen Kapazitäten bei der zentralen Stelle spielen hier eine wesentliche Rolle. Unter der Annahme, dass eine Mitarbeiterin pro Stunde etwa 30 Zahlungen manuell verarbeiten kann, würde für die Aufrechterhaltung des Systembetriebs beträchtliches zusätzliches Humankapital sowie eine große Menge zusätzlicher Ausstattung benötigt, damit der erforderliche Zahlungsdurchsatz

– unter Einhaltung hoher Qualitätsstandards bei der Verarbeitung – vor Geschäftsschluss um 18.00 Uhr erreicht werden kann.<sup>21</sup>

Für eine Verringerung des Dominoeffekts im System infolge von Betriebsstörungen könnte die bestehende Vorsorgeplanung analog zu Szenario 1 durch die Einführung eines Sendestopps ergänzt werden. Wenn die Teilnehmer darüber informiert sind, dass ein bestimmter Teilnehmer keine Zahlungen einreichen kann, könnten sie ihre Zahlungen an die betroffene Bank in eine Warteschlange umleiten, wo die Liquidität für die einreichende Bank grundsätzlich weiterhin verfügbar wäre. Nach Behebung der Betriebsstörung werden alle in der Warteschlange befindlichen Zahlungen freigegeben und abgewickelt. Ein Sendestopp würde den Liquiditätsverlust erheblich reduzieren und auch der in Grundprinzip VII festgelegten Forderung nach einer einfachen und praktischen Lösung (CPSS, 2001, S. 46–47) entsprechen. Für eine Messung der genauen Auswirkungen eines Sendestopps ist jedoch die Durchführung weiterer Simulationen auf Basis der Szenarien 2 und 3 erforderlich.

Aus der Sicht der ZSA betonen die Ergebnisse der Studie einmal mehr die Bedeutung von (regelmäßigen) Stresstests. Mit diesem Werkzeug kann die Wirksamkeit der bestehenden Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs insbesondere hinsichtlich ihrer praktischen Anwendbarkeit überprüft werden. Der vorliegende Beitrag be-

<sup>21</sup> Der Basler Ausschuss für Bankenaufsicht betont in Grundsatz 6 die Bedeutung von Tests für Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs, damit diese im Bedarfsfall angepasst werden können (Basler Ausschuss für Bankenaufsicht, 2005).

stätigt somit auch die Sinnhaftigkeit der zurzeit laufenden Überprüfung des durch Grundprinzip VII der CPSS geschaffenen Rahmenwerks über die Aufrechterhaltung des Systembetriebs. Mit dieser Überprüfung zielt das Eurosystem darauf ab, ausreichend robuste Betriebsverfahren für alle systemrelevanten Zahlungssysteme zu erreichen. Diese Bestrebungen umfassen unter anderem die Umsetzung effektiver Testverfahren und regelmäßiger Überprüfungen der Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs, die im Rahmen der Aufsicht über TARGET 2 in Angriff genommen werden.

## 5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden die Auswirkungen einer Betriebsstörung bei einem bzw. mehreren Teilnehmer(n) des ARTIS-Systems auf die Fähigkeit der nicht betroffenen Teilnehmer, Zahlungen abzuwickeln, untersucht. Zu diesem Zweck wurden Modellsimulationen von Betriebsstörungen für den Untersuchungszeitraum November 2004 verwendet.

Im unbelasteten System war der reibungslose Systembetrieb durch ausreichende Gesamtliquidität gewährleistet. Alle eingereichten Transaktionen wurden auch abgewickelt; kein Konto wies Liquiditätsengpässe auf, die zu Geschäftsschluss (18.00 Uhr) an jedem Tag während des Untersuchungszeitraums zu nicht abgewickelten Transaktionen geführt hätten.

Zusätzlich wurden auf der Basis von drei verschiedenen Szenarien Simulationen durchgeführt. Diese Szenarien wurden unter Berücksichtigung der beiden wichtigsten Ursachen des Dominoeffekts in Zahlungssystemen gestaltet: Zahlungskonzentration und Liquiditätskonzentration. Die simulierten Betriebsstörungen

waren außerordentlicher, aber realistischer Natur. An den Ergebnissen der Simulationen zeigte sich (die volle Wirksamkeit der Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs vorausgesetzt) die hohe Zuverlässigkeit von ARTIS. Unter der restriktiven Annahme, dass (1) die betroffene(n) Bank(en) Zugang zu den Informationen über ihre Zahlungsverpflichtungen hatte(n) und (2) sämtliche von ihnen über Telefon, Telefax, per Kurier oder via eKonto eingereichten Zahlungen abgewickelt werden konnten, wurden weder auf die Zahlungen der betroffenen Bank(en) noch auf jene anderer Teilnehmer negative Auswirkungen beobachtet. Das System funktionierte auch unter großer Belastung reibungslos.

Ohne den Einsatz der Vorkehrungen zur Aufrechterhaltung des Systembetriebs oder im (wahrscheinlichen) Fall, dass unter diesen Umständen nicht alle eingereichten Zahlungen zeitgerecht verarbeitet werden können, waren die Auswirkungen des Dominoeffekts auf das reibungslose Funktionieren des Zahlungssystems jedoch in allen drei Szenarien beträchtlich. Etliche Banken konnten nicht alle Zahlungen abwickeln. Die Simulationen ergaben, dass die Auswirkungen ein und derselben Betriebsstörung sowohl auf System- und Bankenebene als auch tagesbezogen sehr unterschiedlich ausfielen. Für ein besseres Verständnis der Einflussfaktoren auf die Auswirkungen von Betriebsstörungen sind daher weitere Forschungsarbeiten erforderlich.

Weiters wurden die Auswirkungen zweier besonderer Komponenten von ARTIS auf den Dominoeffekt untersucht – Sendestopp und Kontoverfügungsberechtigung. Durch den Einsatz des Sendestopps

wurde der von der Betriebsstörung ausgelöste Dominoeffekt erheblich abgeschwächt und die Systemstabilität erhöht. Derzeit wird der Sendestopp nur bei Betriebsstörungen bei einer anderen TARGET-Zentralbank aktiviert. Den vorliegenden Forschungsergebnissen zufolge könnte eine ähnliche Vorkehrung im Fall von Betriebsstörungen bei Geschäftsbanken die Stabilität des Systems erheblich verbessern. Für eine Überprüfung dieser Hypothese sind jedoch

ebenfalls weitere Forschungsarbeiten vonnöten. Durch das Instrument der Kontoverfügberechtigungsverringerten sich die Auswirkungen von Betriebsstörungen auf Systemebene in einem viel geringeren, jedoch ebenfalls nicht vernachlässigbaren Ausmaß. Deutlich größer war der Effekt der Kontoverfügberechtigungsverringerten auf Teilnehmer, die so auf das Konto der betroffenen Bank zugreifen konnten: sie waren vor direkten negativen Auswirkungen geschützt.

### Literaturverzeichnis

- Ausschuss für Zahlungsverkehrs- und Abrechnungssysteme – CPSS. 2001.** Grundprinzipien für Zahlungsverkehrssysteme, die für die Stabilität des Finanzsystems bedeutsam sind. Bank für Internationalen Zahlungsausgleich, Basel.
- Basler Ausschuss für Bankenaufsicht. 2005.** High-level Principles for Business Continuity. Consultative document. Bank für Internationalen Zahlungsausgleich, Basel.
- Bech, M. L. und R. Garatt. 2003.** The Intraday Liquidity Management Game. In: Journal of Economic Theory 109. 198–219.
- Bedford, P., S. Millard und J. Yang. 2004.** Assessing Operational Risk in CHAPS Sterling: A Simulation Approach. In: Bank of England Financial Stability Review. Juni. 135–143.
- Galos, P. und K. Soramäki. 2005.** Systemic Risk in Alternative Payment System Designs. ECB Working Paper 508.
- Koponen, R. und K. Soramäki. 2005.** Intraday Liquidity Needs in A Modern Interbank Payment System – A Simulation Approach. In: Leinonen, H. (Hrsg.). Liquidity, Risk and Speed in Payment and Settlement Systems – A Simulation Approach. Bank of Finland Studies E:31. 73–116.
- Leinonen, H. (Hrsg.) 2005.** Liquidity, Risk and Speed in Payment and Settlement Systems – A Simulation Approach. Bank of Finland Studies E:31.
- Leinonen, H. und K. Soramäki. 2005.** Optimising Liquidity Usage and Settlement Speed in Payment Systems. In: Leinonen, H. (Hrsg.). Liquidity, Risk and Speed in Payment and Settlement Systems – A Simulation Approach. Bank of Finland Studies E:31. 117–150.
- Mazars, E. und G. Woelfel. 2005.** Analysis, by Simulation, of the Impact of a Technical Default of a Payment System Participant – An Illustration with the PNS System. Banque de France Financial Stability Review 6. Juni. 113–124.
- McVanel, D. 2005.** The Impact of Unanticipated Defaults in Canada's Large Value Transfer System. Mimeo. Department of Monetary and Financial Analysis Bank of Canada, Ottawa Ontario.
- Schmitz, S. W., C. Puhr und H. Mooshammer. 2006.** Risikokonzentration und Netzwerkstruktur in ARTIS. Statistiken – Daten und Analysen Q2. Oesterreichische Nationalbank, Wien. 54–69.
- Schmitz, S. W. und G. E. Wood (Hrsg.). 2006.** Institutional Change in the Payments System and Monetary Policy. Routledge, London.
- Suomen Pankki. 2005.** Descriptions of BoF-PSS2 Databases and Files. Version 1.2.0. Februar.