

**Projektstudium im  
TUM-BWL Studiengang  
an der Technischen Universität München**

**Stresstests mit Coglets<sup>®</sup> - eine alternative  
Herangehensweise.  
Analysiert in Zusammenarbeit mit  
consultingpartner AG und der DekaBank**

Eingereicht bei: Prof. Dr. Gunther Friedl

Betreuung der Arbeit: Frau Carola Hammer

Eingereicht von:	Felix Huemer	Martin Schmidhammer
	3601052	3601007
	TUM-BWL	TUM-BWL
	Arcisstraße 36	Dorfstraße 19
	80799 München	84561 Mehring
	0151 / 58783260	0176 / 22890877
	felix.huemer@gmx.de	martin.schmidhammer@gmx.de

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANWENDUNGSGEBIET UND ZIELSETZUNG.....</b>	<b>5</b>
2.1. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG VON NOSCO.....	5
2.2. ANWENDUNG IN DER STRESSTESTPRAXIS .....	7
<b>3. KOMMUNIKATION DER ERGEBNISSE ALS ZENTRALES ELEMENT DER COGLET- TECHNOLOGIE .....</b>	<b>8</b>
3.1. GRAPHISCH MITTELS SÄULENDIAGRAMMEN.....	8
3.2. AUFGESCHLÜSSELT NACH WECHSELWIRKUNGSVERLAUF IN EINEM PROTOKOLL .....	8
3.3. ENDERGEBNISSE ALS NATÜRLICHSPRACHLICHER TEXT IN DER KOMMUNIKATION .....	9
<b>4. PROGRAMMGERÜST: DEFINITION EINES INTERAKTIONSMODELLS.....</b>	<b>10</b>
4.1. AUSWAHL DER FAKTOREN.....	10
4.2. VERKNÜPFUNG DER FAKTOREN.....	11
<b>5. EINSTELLUNG DER PROGRAMMPARAMETER .....</b>	<b>14</b>
5.1. DAS PROTOKOLL .....	14
5.2. SPREIZUNG .....	16
5.3. BAHNUNG.....	19
5.4. DECREMENT .....	21
5.5. SCHWELLWERT .....	23
5.6. IMPULSMAXIMUM .....	25
<b>6. INTERTEMPORÄRE VS. INTRATEMPORÄRE IMPULSWEITERLEITUNG .....</b>	<b>26</b>
<b>7. FAZIT .....</b>	<b>32</b>
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>34</b>
<b>9. ANHANG.....</b>	<b>35</b>

# 1. EINLEITUNG

Bereits seit vielen Jahren werden Stresstests als quantitatives Analyseinstrument im Risikomanagement eingesetzt. Gerade aber in Folge der jüngsten Finanzmarktkrise hat das Thema Stresstest stark an Bedeutung und Aktualität zugenommen. Zum einen zeigt sich dies in der Konkretisierung im nationalen Recht (MaRisk (BA)(2009) und SolvV (2006)), zum anderen daran, dass die von den Banken verwendete Methodik und das eng damit verbundene bankaufsichtliche Rahmenwerk in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt wurden.

Laut einer Definition des Committee of European Banking Supervisors (2006) dienen Stresstests im Rahmen des Risikomanagements grundsätzlich dazu, durch extreme makroökonomische Veränderungen oder andere Schock Situationen hervorgerufene, potentielle Risiken und Schwachstellen im Portfolio von Instituten aufzudecken und letztlich zu quantifizieren.

Seit Ausbruch der Krise stellte man jedoch einige fundamentale Schwachstellen bei der bisher praktizierten Umsetzung von Stresstests per se fest. So werden etwa in den „Principles for sound stress testing practices and supervision“ des Basel Committee on Banking Supervision (2009) Auswirkungen und Lehren dokumentiert, die hinsichtlich der Ausgestaltung von Stresstests aus der Finanzmarktkrise gezogen werden sollen. Eine zu mechanische Realisierung von Stresstests, zu wenig weitreichende Szenarien oder die Inflexibilität, neue Risiken zeitnah zu berücksichtigen, sind einige Kritikpunkte, die sich im Verlauf der Finanzkrise herauskristallisiert haben. Verbesserungen können laut obigen Prinzipien dadurch erzielt werden, indem neue strukturierte Produkte und deren besondere Risiken zeitnah identifiziert und flexibel in den Stresstest einbezogen, allgemein qualitative Modellkomponenten bedacht und Wechselwirkungen von Risikofaktoren sowie deren zeitliche Auswirkungen betrachtet werden. Diese letzte Forderung, gegenseitige Abhängigkeiten von Risikokategorien zu berücksichtigen, wurde zudem schon im Finanzstabilitätsbericht der Deutschen Bundesbank (2007) laut und als besondere Herausforderung für den Weiterentwicklungsprozess der Stresstestmethodik explizit thematisiert.

Angesichts dieser Entwicklungen könnte ein Programm wie *Nosco*<sup>®</sup>, dessen Anspruch es ist, komplexe Sachverhalte ganzheitlich und in ihren Wechselwirkungen zu betrachten, zeitkritisch Entwicklungen darzustellen und flexibel auf veränderte Rahmenbedingungen zu reagieren, einen großen Beitrag für die aktuelle Stresstestpraxis leisten. Um diesen

Ansprüchen zu genügen, wird ein alternativer Modellierungsansatz angewandt, der sich den Prinzipien der Neuroanatomie und der Neurophysiologie bedient. Im Vordergrund steht dabei die ganzheitliche Betrachtung von Sachverhalten im Sinne einer systemischen Analyse, das heißt die Fokussierung auf das komplexe Zusammenwirken zeitkritischer Wechselwirkungen. Dieses Modell überschreitet damit die Grenzen systematischer Analysen, in denen mathematische Häufigkeitsverteilungen einzelner Faktoren überbewertet und durch die ausschnittsweise Betrachtung ganze Sachverhalte verfremdet werden.

Um zielgerichtet die Anwendbarkeit des Softwareproduktes Nosco auf Stresstests im Bankensektor zu analysieren, ist es notwendig, ein tiefgreifendes Verständnis für die programmeigene Zielsetzung und darauf aufbauend für die Funktionsweise des Programmes zu entwickeln. Aus diesem Grund werden in den folgenden Ausführungen zunächst die grundlegenden Überlegungen, die hinter der Programmentwicklung stehen, festgehalten und darauf aufbauend ganz allgemein eine Abgrenzung des Anwendungsgebietes im Rahmen von Stresstests abgeleitet.

Voraussetzung für den Einsatz des Programmes ist der Dateninput. In diesem Zusammenhang wird im Weiteren die Vorgehensweise beschrieben, wie vor dem Hintergrund wesentlicher Programmmerkmale ein kompatibler Eingangsdatensatz bestimmt wird.

Auf Basis eines so entwickelten Interaktionsmodells lassen sich die Wirkungsweisen der programmeigenen Stellhebel gesondert darstellen und anschaulich beschreiben. Eine genaue Kenntnis über die Auswirkungen der Programmparameter ist letztlich für die Bedienung des Programmes essentiell. Nur wer die Auswirkung geänderter Parameter präzise einschätzen kann, ist in der Lage, diese gezielt zu setzen und die Ergebnisse in seinem Interesse sinnvoll zu steuern.

## 2. ANWENDUNGSGEBIET UND ZIELSETZUNG

Bevor darauf eingegangen werden kann, an welcher Stelle und in welcher Art und Weise das Programm im Rahmen eines Stresstests eingesetzt werden kann, soll zunächst geklärt werden, welche grundsätzlichen Überlegungen hinter Nosco stehen. Zunächst gilt es ganz allgemein zu klären, um was für ein Programm es sich bei Nosco handelt, worin dessen Ziele bestehen und welche Gegebenheiten die Notwendigkeit eines solchen Programmes verlangen.

Die nachfolgenden Darstellungen basieren überwiegend auf: *Softmark AG (Hg.)(2010): Handbuch Nosco. Systemische Wahrnehmungsverstärkung durch Coglet-Technologie.*

### 2.1. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG VON NOSCO

Nosco gehört einer neuen Kategorie von intelligenten Computersystemen an, den sogenannten Coglets. Solche **cognitive applets** beschäftigen sich mit der Informationsverarbeitung im Sinne der Funktionsprinzipien der menschlichen Wahrnehmung. Grundsätzlich besteht das Ziel bei einer Verwendung von Nosco darin, neue Einblicke in die Dynamik komplexer Systeme zu gewähren. Dies soll dabei helfen, inhaltliche Verschiebungen und Wirkungszusammenhänge in ihrer jeweiligen zeitlichen Ausprägung ganzheitlich zu verstehen und zu begreifen. Dabei liegt die Besonderheit Noscos darin, Sachverhalte in ihrer Gesamtheit zu erfassen, indem es den Schwerpunkt auf die Analyse von Wechselwirkungen zwischen den Faktoren legt, was den Ansatz *systemischen Denkens* charakterisiert.

Was nun den Bedarf einer Software wie Nosco begründet, kann letztlich nur dadurch geklärt werden, indem man sich vergegenwärtigt, welche Fehler im Planungsprozess gemacht werden und welche Nachteile Anwendungen des Risikomanagements bis dato vorweisen, die auf herkömmlichen Ansätzen basieren:

Eine gängige Praxis um die Funktionsweise einer komplexen Umwelt zu verstehen ist die in ihrer Ganzheit nichtbegreifbaren Systeme zunächst auf ihre einzelnen Bausteine zu reduzieren. Die isolierten Funktionsweisen der so entstandenen Teilsysteme können bei ausreichender Zergliederung schließlich rational nachvollzogen werden. Dieses Vorgehen wird als *Reduktionismus* bezeichnet und kennzeichnet die methodische Vorgehensweise des *systematischen Denkens*. Ein derartiger Ansatz ist aber mit fundamentalen Schwächen verbunden. Ganze Systeme werden bei der Zergliederung durch einen Trichter gepresst und durch wissenschaftstheoretische Konventionen strikt begrenzt. Die Aussagekraft von so

gewonnenen Erkenntnissen hängt damit rein von außen bestimmten Prämissen und Konventionen ab.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die Darstellung komplexer Funktionsweisen durch eine additive Beschreibung der Funktionsweisen von isolierten Teilsystemen. Das Aufteilen ermöglicht es zwar, in sich stimmige Teillösungen zu erzeugen, jedoch läuft man ohne die Berücksichtigung von Wechselwirkungen Gefahr, an der Erklärung des Gesamtsystems vorbei zu argumentieren.

Herkömmlichen Anwendungen liegt in der Regel eine solche systematische Analyse zugrunde, wodurch der Charakter des zu bewertenden Sachverhaltes letztlich verfremdet und im äußersten Fall zerstört wird.

Durch die systemische Herangehensweise von Nosco sollen diese Fehler in konsequenter Weise vermieden werden. Praktisch umgesetzt wird dieser systemische Ansatz in Nosco durch die funktionale Anwendung neuroanatomischer und neurophysiologischer Prinzipien. Dies erfolgt dabei in zweierlei Hinsicht: zum einen in der softwarearchitektonischen Ausgestaltung der Anwendung an sich, und zum anderen in der Interaktion mit dem Anwender.

Der erste Punkt weist auf die impulsgesteuerte Arbeitsweise von Nosco hin, welche in Anlehnung an das Vorbild des menschlichen Gehirns gestaltet wurde. Im Unterschied zu reduktionistischen Systemen, welche regelbasiert vordefinierten Lösungswegen folgen, ermöglicht das impulsgesteuerte Verfahren eine vielfach dynamischere und offenere Herangehensweise. Durch die Berücksichtigung des Zusammenspiels der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren werden neue und zum Teil unerwartete Wechselwirkungsprofile sichtbar, was schließlich zu einer innovativen Lösungsfindung beitragen kann.

Der zweite Punkt, die Interaktion zwischen Anwender und Anwendung, ist in engem Zusammenhang mit der Zielsetzung zu sehen: die Darstellung und Präsentation der Ergebnisse, der Daten und Informationen ist das zentrale Mittel, welches die systemische Wahrnehmung (das Begreifen durch den Anwender) verstärken und optimieren soll. Nosco bietet dabei eine Plattform auf der der Anwender interaktiv nach kreativen Lösungswegen suchen kann. Diese oftmals widersprüchlichen Lösungen verlangen nach einer genauen Interpretation, wodurch sich eine Erweiterung des Wahrnehmungshorizonts des Anwenders einstellen soll.

## 2.2. ANWENDUNG IN DER STRESSTESTPRAXIS

Im nächsten Schritt soll geklärt werden, wo ein derartiges Programm im Rahmen von Stresstests eingesetzt werden könnte. Dazu halten wir zunächst fest, welche unterschiedlichen Arten von Stresstests praktiziert werden, um anschließend eine erste Empfehlung für den Einsatz des Programmes vorzunehmen. Untergliedern lassen sich Stresstests ganz allgemein in Sensitivitäts- und Szenarioanalysen, wobei man bei den Szenarioanalysen noch zwischen historisch und hypothetisch basierten Szenarien unterscheidet. (Deutsche Bundesbank, 2004)

Bei Sensitivitätsanalysen werden die rein quantitativen Auswirkungen eines einzigen veränderten Risikofaktors betrachtet. Die Deutsche Bundesbank (2007) weist darauf hin, dass bei einer derartigen Vorgehensweise Wechselwirkungen unbeachtet bleiben, wodurch sich diese Analysen für extrem kurzfristige Aussagen eignen sollen. Nachdem Nosco sich auf die Untersuchung von Wechselwirkungen spezialisiert, lässt sich an dieser Stelle keine direkte Einsatzmöglichkeit festmachen. Fraglich bleibt aber, ob mit einer derart eindimensionalen Herangehensweise – selbst kurzfristig – fundierte Aussagen gemacht werden können.

Eine komplexere Herangehensweise verlangen Analysen, welche auf bestimmten Szenarien basieren. Eine Möglichkeit, solche Szenarien zu erstellen, bieten historische Daten. Dabei stellt ein Szenario eine bereits in der Vergangenheit dagewesene Umweltbedingung nach – jedoch unter der Annahme unveränderter Strukturen und damit unveränderter Korrelationen zwischen den Risikofaktoren. Die zweite Möglichkeit sind Analysen von hypothetischen Szenarien. Diese basieren auf subjektiven Abschätzungen von Experten sowie auf den Ergebnissen üblicher struktureller Modelle, ungeachtet der obig beschriebenen Schwächen reduktionistischer Ansätze. (Deutsche Bundesbank, 2004)

Vor diesem Hintergrund lässt sich in dem Bereich Szenariogenerierung ein möglicher Anwendungsbereich für Nosco ausmachen. Weniger bei der Quantifizierung der Parameter, als vielmehr als unterstützendes Organ bei der zeitkritischen Ausgestaltung eines Szenarios. Nosco bietet die Möglichkeit zu erkennen, wann welche Risikofaktoren durchschlagen, wie sich neue Risikofaktoren, beziehungsweise wie sich wegfallende oder geänderte Risikofaktoren auf das gesamte System auswirken. Darüber hinaus ermöglicht das Programm Kollateraleffekte zu erkennen und Nebenwirkungen von Hauptrisikquellen zu unterscheiden.

Damit könnte das Programm einen Ausweg aus einer rein intuitiven Argumentationsführung darstellen und zu einer differenzierteren Betrachtung führen. Inwieweit dies mit Nosco zu verwirklichen ist, soll im Rahmen dieser Arbeit genauer untersucht werden.

### 3. KOMMUNIKATION DER ERGEBNISSE ALS ZENTRALES ELEMENT DER COGLET-TECHNOLOGIE

Im Sinne der Zielsetzung der Coglet-Technologie verwendet Nosco verschiedene Darstellungsformen und Präsentationsmedien, um die Wahrnehmung des Anwenders zu optimieren. Dazu sind im Programm drei wesentliche Formen initiiert, welche im Folgenden kurz dargestellt werden.

#### 3.1. GRAPHISCH MITTELS SÄULENDIAGRAMMEN

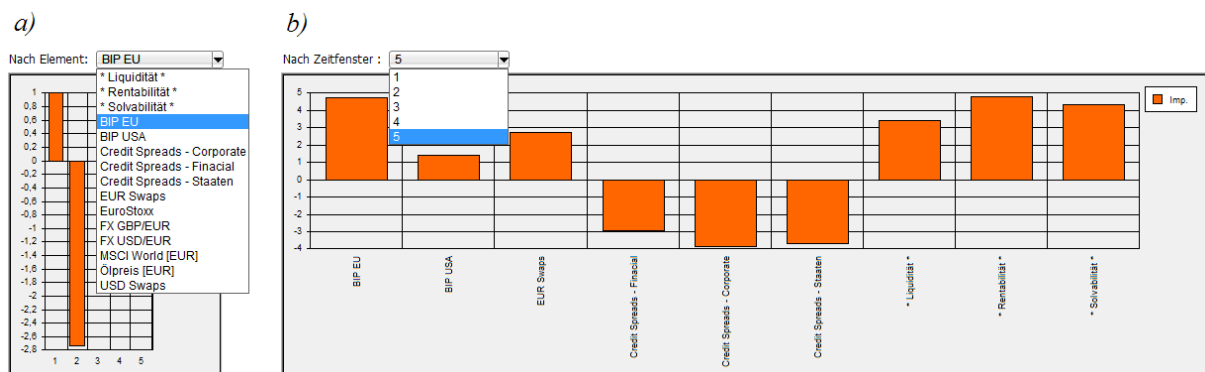


ABBILDUNG 1: GRAPHISCHE AUSWERTUNG

Angezeigt werden die Ergebnisse entweder nach Element (Variante a in Abbildung 1), das heißt die zeitkritische Entwicklung eines einzelnen Risikofaktors wird gesondert dargestellt, oder nach Zeitfenster (Variante b in Abbildung 1), wodurch eine Übersicht der in einem bestimmten Zeitfenster angeregten Faktoren in ihrer jeweiligen Ausprägung erzeugt wird. Diese Präsentationsform dient dazu, schnell und einfach einen Überblick über Haupt- und Nebeneffekte im Zeitverlauf zu erhalten.

#### 3.2. AUFGESCHLÜSSELT NACH WECHSELWIRKUNGSVERLAUF IN EINEM PROTOKOLL

In der separaten Registerkarte „Protokoll“ wird der Verlauf aller im Rahmen der Analyse angestoßenen Wechselwirkungen explizit dargestellt. Sämtliche Impulse werden darin in ihrer jeweiligen Stärke, Art und ihrem Wirkungszeitpunkt dokumentiert. Somit bietet dies die Möglichkeit, die Hintergründe für das Zustandekommen der Resultate genau nachzuvollziehen. Genauer dargestellt wird dies in Kapitel 5 im Zusammenhang mit der Einstellung der Programmstellhebel.



### 3.3. ENDERGEBNISSE ALS NATÜRLICHSPRACHLICHER TEXT IN DER KOMMUNIKATION

Herzstück der Coglet-Technologie stellt die natürlichsprachliche Kommunikation dar. Nachdem Menschen in ihrer Sprache Denken, kann allein das geschriebene Wort zu einem ganzheitlichen Erkenntnisprozess führen.

Auch dafür sieht das Programm eine separate Registerkarte vor, in welcher sich wirkungsorientiert die systemischen Effekte des untersuchten Sachverhaltes darstellen. Kommuniziert wird, welche vorgelagerten Risikofaktoren in welchem Zeitfenster zu welchen Impulsdurchschlägen führen.

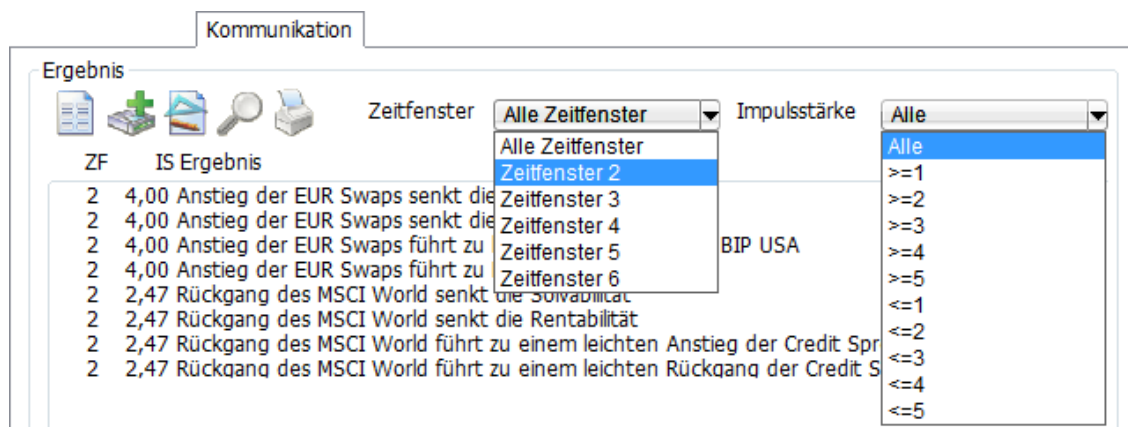


ABBILDUNG 2: NATÜRLICHSPRACHLICHE KOMMUNIKATION IN NOSCO

Gegliedert ist die Ausgabe nach Zeitfenster [ZF] in Abbildung 2, nach der relativen Stärke des endgültigen Impulses [IS], sowie dem formulierten Zusammenhang der zwei beteiligten Faktoren.

Innerhalb dieser Kommunikationsausgabe hat man zudem die Möglichkeit, sich auf die Auswirkungen in bestimmten Zeitfenstern zu konzentrieren [Zeitfenster] oder die Ausgabe auf gewisse relative Mindeststärken zu begrenzen [Impulsstärke]. Damit hat der Anwender die zusätzliche Option, den Inhalt der präsentierten Informationen selbst zu gestalten. Indem er sich beispielsweise nur auf hohe Ausschläge konzentriert, blendet er somit etwa Nebeneffekte aus. Letztlich ist dies ein zusätzliches Instrument, die Granularität (Feinkörnigkeit) der Ergebnisse zielgerichtet zu steuern und so zu einer differenzierteren Wahrnehmung des Sachverhaltes zu gelangen.

## 4. PROGRAMMGERÜST: DEFINITION EINES INTERAKTIONSMODELLS

### 4.1. AUSWAHL DER FAKTOREN

Im Zentrum des Programmes steht ein Interaktionsmodell von verschiedenen Risikofaktoren. Grundsätzlich lassen sich in Nosco beliebig viele Risikofaktoren unterschiedlicher Art integrieren, im Falle des Risikomanagements von Banken werden hierfür makroökonomische Faktoren verwendet. In Anlehnung an die von der DekaBank für die Szenariogenerierung verwendeten makroökonomischen Faktoren wird im Zuge dieser Analyse die Auswahl auf nachfolgend aufgelistete Faktoren beschränkt. Um Komplexität zu vermeiden konzentrieren wir uns zudem auf die Kenngrößen der Wirtschaftsgroßräume Europa und USA.

	<i>Bezeichnung in Nosco</i>
· Bruttoinlandsprodukt EU	BIP EU
· Bruttoinlandsprodukt USA	BIP USA
· EUR Swaps	EUR Swaps
· USD Swaps	USD Swaps
· Wechselkurs USD/EUR	FX USD/EUR
· Wechselkurs GBP/EUR	FX GBP/EUR
· Ölpreis [in Euro]	Ölpreis [EUR]
· EURO STOXX	EuroStoxx
· MSCI World [in Euro]	MSCI World [EUR]
· Credit Spreads Financials	Credit Spreads -Financial
· Credit Spreads Corporates	Credit Spreads - Corporate
· Credit Spreads Staaten	Credit Spreads - Staaten

Dabei beschreiben die Bruttoinlandsprodukte die aktuelle Wirtschaftsleistung des jeweiligen Wirtschaftsraumes, die Zinsswaps (EUR Swaps, USD Swaps) Zinsrisiken, die Credit Spreads das Ausfallrisiko von Banken, Unternehmen und Staaten und die Wechselkurse das Währungsrisiko. Die beiden Aktienindizes (EURO STOXX und MSCI World) spiegeln die Entwicklung europäischer sowie weltweiter Aktien wieder. Der Ölpreis dient exemplarisch möglichen Commodity-Beständen von Banken.

Zusätzlich betrachtet werden die qualitativen Auswirkungen auf die Instituts-Kennzahlen

· Liquidität	* Liquidität *
· Rentabilität	* Rentabilität *
· Solvabilität	* Solvabilität *

sowie wiederum deren Rückwirkung auf obige Risikofaktoren.

## 4.2. VERKNÜPFUNG DER FAKTOREN

Nach der Auswahl der relevanten Risikofaktoren müssen diese im nächsten Schritt sinnvoll und programmkompatibel miteinander verknüpft werden. Wie oben bereits erwähnt sind in Nosco verschiedene neuroanatomische und neurophysiologische Prinzipien softwarearchitektonisch umgesetzt. Vor diesem Hintergrund gilt es kurz auf die Funktionsweise und die programmeigene Nomenklatur einzugehen, bevor genauer definiert wird, wie zwei Faktoren zu verbinden sind. Die

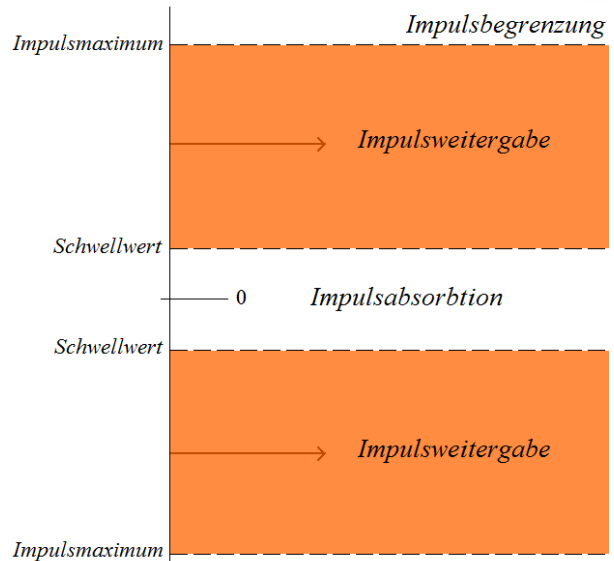


ABBILDUNG 3: IMPULSRANGE

Risikofaktoren werden im Programm als *Neuronen*, die Verknüpfung zweier Faktoren als *Neuriten* bezeichnet. *Impulse* ersetzen mathematische Korrelationen zwischen den Risikofaktoren. Sie verlaufen innerhalb der Neurite, an deren Endneuronen zeitdiskret die Summe aller eintreffenden Impulse gebildet wird. Überschreitet diese Summe absolut eine bestimmte Mindesthöhe, den *Schwellwert*, sendet das Neuron seinerseits einen entsprechenden Impuls an alle definierten Zielneuronen aus. Wird dieser Wert aber nicht erreicht, kommt es entsprechend dem Alles-oder-Nichts-Prinzips zu keiner Weitergabe eines Impulses. Begrenzt wird der neuausgesendete Impuls durch einen *Maximalwert*, welcher nicht überschritten werden kann. Abbildung 3 fasst diesen Zusammenhang graphisch zusammen.

Wie und in welcher Höhe ein neuer Impuls weitergegeben wird, hängt zum einen - wie erwähnt - von der Summe der eintreffenden Impulse und zum anderen von den Eigenschaften der Verknüpfung ab: für jede Verbindung von zwei Faktoren muss ein separater Neurit manuell definiert werden, welcher sich aus *Impulstyp*, *Impulslatenz* und *Impulsstärke* zusammensetzt. Wie genau die Ausprägung der jeweiligen Verknüpfungseigenschaft auszusehen hat, wird nachfolgend beschrieben.

*Impulstyp*: Positive Korrelationen werden als exzitatorische (erregend) Impulse übersetzt, negative als inhibitorische (hemmend). Ausschlaggebend für den Impulstyp ist dementsprechend die Vorzeichenwahl [+ oder -] für die Verknüpfung.

*Impulslatenz*: Ein zentraler Punkt hinsichtlich der Zielsetzung von Nosco ist die zeitliche Dimension der Verknüpfung, das heißt betrachtet wird der Zeitpunkt wann der Einfluss eines

Faktors auf einen anderen Wirkung zeigt. Im Programm sind dazu fünf *Zeitfenster* [0, 1, 2, 3, 4] vorgesehen, wobei diese in Halbjahresschritten von ZF 0 - „sofort und erstes Halbjahr“ - bis ZF 4 - „fünftes Halbjahr“ - eingeteilt sind.

*Impulsstärke*: Letztendlich muss noch in der Stärke der Auswirkung auf einen Zielfaktor unterschieden werden. Da Faktoren unterschiedlich stark voneinander abhängen, sieht das Programm fünf Stärkegrade [1, 2, 3, 4, 5] für die Impulsweitergabe vor. Mit steigender relativer Abhängigkeit zweier Faktoren wird ein dementsprechend höherer Stärkegrad gewählt, beginnend bei 1 – „relativ gering“ bis 5 – „extrem stark“.

Allgemein ergibt sich die Höhe des weiterzugebenden Impulses durch Multiplikation von der im Neuron gebildeten Summe aller ankommenden Impulse mit dem Stärkegrad – unter Beachtung der jeweiligen Vorzeichen und der Überschreitung des Schwellwertes (dieser gilt sowohl exzitatorisch als auch inhibitorisch, siehe Abbildung 3). Die Multiplikation der Vorzeichen von Impulssumme im Neuron und des definierten Impulstyps im Neurit beschreiben den ankommenden Impuls im nächsten Zielneuron. Ist beispielsweise die Summe ankommender Impulse in einem Neuron negativ und ist das Neurit als inhibitorisch beschrieben, so erfährt das Zielneuron einen erregenden Impuls.

	A	B	C	D	E	F	G
1		BIP EU	BIP USA	EUR Swaps	USD Swaps	FX USD/EUR	FX GBP/ EUR
2	BIP EU	----	+ 2 2	+ 1 4	+ 1 1	+ 0 4	+ 0 4
3	BIP USA	+ 2 2	----	+ 1 1	+ 1 4	- 0 4	0
4	EUR Swaps	- 1 3	- 1 1	----	+ 0 3	- 0 1	- 0 1
5	USD Swaps	- 1 1	- 1 3	+ 0 4	----	+ 0 1	0
6	FX USD/EUR	- 2 3	+ 2 3	+ 0 2	- 0 2	----	0
7	FX GBP/ EUR	0	0	0	0	0	----
	<b>Notation:</b>	<i>Imulstyp</i> [+/-]		<i>Latenz</i> [0 - 4]	<i>Impulsstärke</i> [1 - 5]		

ABBILDUNG 4: AUSZUG KORRELATIONSTABELLE

Der Ausschnitt der Korrelationstabelle in Abbildung 4 zeigt beispielhaft, wie im Rahmen dieser Analyse Faktoren verknüpft wurden. Dabei enthält Spalte A die Risikofaktoren, die einen Einfluss ausüben, Zeile 1 die Risikofaktoren, die beeinflusst werden. Beschrieben wird die Verknüpfung durch die oben erläuterten drei Eigenschaften in der Reihenfolge ([Typ] [Latenz] [Stärke]). Beispielsweise korrelieren die Bruttoinlandsprodukte der EU und der USA positiv, die Auswirkung findet etwa im dritten Halbjahr statt und die relative Abhängigkeit soll durch den Stärkegrad 2 beschrieben werden. In der Tabelle wird dieser Zusammenhang mit (+ 2 2) zusammengefasst. An dieser Stelle ist es sinnvoll, auf eine weitere verknüpfungstechnisch bedeutsame Eigenheit neuronaler Netze einzugehen.

*Unidirektionalität:* Anders als bei üblichen Korrelationstabellen, in denen zwei Parameter symmetrisch voneinander abhängen, spielt hier die Richtung der Verknüpfung eine große Rolle. Beeinflusst ein Faktor A einen Faktor B, so gilt dies nicht zwingend in vice versa – ob und wie Faktor A von Faktor B abhängt muss separat definiert werden. Der Auszug aus der Verknüpfungstabelle in Abbildung 4 verdeutlicht diesen Sachverhalt: Während beispielsweise das BIP EU den Wechselkurs GBP/EUR mit (+ 0 4) beeinflusst, ist umgekehrt keine Abhängigkeit des BIP EU von FX GBP/EUR definiert. Anders verhält sich die Beziehung von BIP EU und EUR Swaps. Unterschiede im Richtungsverhalten liegen hier nicht in der Existenz, sondern in der Qualität des Einflusses. So entspricht der Einfluss des BIP EU auf die EUR Swaps (+ 1 4), dem der EUR Swaps auf das BIP EU (– 1 3).

Basierend auf Expertenmeinungen – im vorliegenden Fall die der Herren Steffen Hortmann (consultingpartner AG), Michael Krichbaum (DekaBank) und Kilian Frei (Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, TUM) – wurden die Faktoren fachkundig verbunden, um im Rahmen dieser Analyse mit möglichst plausiblen Ergebnissen arbeiten zu können. Die vollständige Tabelle ist dem Anhang beigelegt. Auf Grundlage dieser Bewertung wurden sämtliche Verknüpfungen in das Programm als Neuriten übertragen. Entsprechend einer Formvorlage (siehe Abbildung 5) sollen neben den drei Eigenschaften, dem Ausgangs- [Neuron 1] und Zielneuron [Neuron 2] auch qualitative Beschreibungen der Abhängigkeiten festgehalten werden. Bei der Formulierung eines beschreibenden Satzes, welcher grundsätzlich frei gestaltbar ist, sind die zwei möglichen Zustände des Ausgangsneurons zu beachten. Außerdem sollten die Begriffe der beiden Neuronen darin vorkommen.

The screenshot shows a dialog box titled "Kriterien" with the following fields and options:

- Neuron 1 :
- Neuron 2 :
- Beschreibung 1 : (Neuron 1 befindet sich im stimulierten Zustand)
- Beschreibung 2 : (Neuron 1 befindet sich im gehemmten Zustand)
- Impulstyp :
- Impulslatenz :  (0-4)
- Impulsstärke :  (-5,00 bis +5,00)

ABBILDUNG 5: ERSTELLEN EINES NEUEN NEURITEN

## 5. EINSTELLUNG DER PROGRAMMPARAMETER

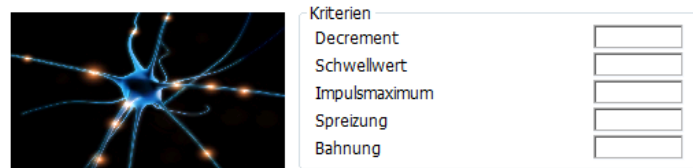


ABBILDUNG 6: UEBERSICHT PROGRAMMPARAMETER

Im nächsten Schritt muss geklärt werden, wie die Programmstellhebel *Spreizung*, *Bahnung*, *Decrement* sowie *Schwellwert* und *Impulsmaximum*, aufgelistet in Abbildung 6, zu setzen sind, um verwertbare Ergebnisse zu erzielen. Analysiert werden soll diese Frage wiederum vor dem Hintergrund der neurophysiologischen Eigenschaften und Funktionsweisen des Programmes.

Um die Analyse in Nosco nachzuvollziehen, ist es zunächst notwendig, das ausgegebene Protokoll zu verstehen.

### 5.1 DAS PROTOKOLL

Analyseprofil:  
 Decrement: 2  
 Schwellwert: 1  
 Impulsmaximum: 5  
 Spreizung: 7  
 Bahnung: 1

Aktivierte Neuronen:

Neuron 4: BIP EU, Aktivierung durch den Anwender, IS: 2, Start im ZF: 1

ABBILDUNG 7: ANALYSEPROFIL

Das Programm bietet die Möglichkeit mittels eines Protokolls jeden einzelnen Schritt der Impulsweiterleitung zu verfolgen. Dabei werden zunächst, wie in Abb. 7 dargestellt, die Werte der Stellhebel sowie die initial

aktivierten Neuronen aufgelistet, in diesem Fall ist das Neuron „BIP EU“ mit einer Impulsstärke von 2 beginnend im Zeitfenster 1 aktiviert. Darauffolgend werden alle im Rahmen der Analyse auftretenden Wechselwirkungen nach der zeitlichen Abfolge sortiert aufgelistet:

N 1: BIP EU/ N 2: MSCI World [EUR]/ SPR: 1/ IS: 2/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 2/ IS Ziel: 1,33/ ID: 0000000053  
 N 1: FX USD/EUR/ N 2: EUR Swaps/ SPR: 1/ IS: 2/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 2,67/ IS Ziel: 1,78/ ID: 0000000033  
 N 1: FX USD/EUR/ N 2: MSCI World [EUR]/ SPR: 1/ IS: 3/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 2,67/ IS Ziel: 3,11/ ID: 0000000057  
 N 1: FX USD/EUR/ N 2: USD Swaps/ SPR: 1/ IS: -2/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 2,67/ IS Ziel: -1,78/ ID: 0000000037  
 N 1: FX USD/EUR/ N 2: Ölpreis [EUR]/ SPR: 1/ IS: 3/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 2,67/ IS Ziel: 2,67/ ID: 0000000052  
 N 1: EuroStoxx/ N 2: EUR Swaps/ SPR: 3/ IS: 3/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 2,67/ IS Ziel: 3,26/ ID: 0000000034

ABBILDUNG 8: AUSSCHNITT DES PROTOKOLLS IM ZEITFENSTER 1

Abbildung 8 zeigt die zeilenweise Auflistung der einzelnen Impulsweiterleitungen. Das Protokoll ist dabei wie folgt zu verstehen:

N1 bezeichnet das Neuron, welches weitere Neuronen anstößt. Im ersten Fall ist es das vom Anwender anfänglich aktivierte BIP EU, in den anderen Beispielfällen (Wechselkurs USD und EuroStoxx) muss es sich um bereits aktivierte Neuronen handeln, welche aus Impulsen von vorgeschalteten Neuronen resultieren. N2 bezeichnet jenes Neuron, welches von N1 angestoßen wird. Im ersten Fall ist es MSCI World.

SPR bedeutet „Spreizung“, dabei werden so viel weitere Neuronen vom Ausgangsneuron aktiviert, wie Neuritenverbindungen in der entsprechenden Richtung bestehen und es die angegebene Zahl an Spreizungen zulässt (im Beispielfall sind sieben Spreizungen zulässig). Sollten mehr Neuriten bestehen als jeweils Spreizungen möglich sind, werden nur die wichtigsten ausgewählt (dabei gilt der Betrag der Impulse). Ist hingegen die Zahl der Spreizungen größer als die maximale Anzahl an Neuriten, die von dem jeweiligen Neuron ausgehen, werden alle Neuritenverbindungen berücksichtigt.

Allerdings finden Spreizungen nicht nur *intratemporär* (innerhalb eines Zeitfensters), sondern auch *intertemporär* (zwischen zwei Zeitfenster) statt. Dann spricht man von „Übertragung“, kurz ÜTR. Eine Überleitung von Impulsen kann also auch zwischen den Zeitfenstern stattfinden, egal ob es sich dabei um das direkt nächste Zeitfenster handelt oder ein Zeitfenster, welches weiter in der Zukunft liegt.

```
N 1: EUR Swaps/ N 2: BIP EU/ ÜTR: 1/ IS: -3/ IL: 1/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 2/ IS Start: 5/ IS Ziel: -5/ ID: 0000000014
N 1: EUR Swaps/ N 2: BIP USA/ ÜTR: 2/ IS: -1/ IL: 1/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 2/ IS Start: 5/ IS Ziel: -1,67/ ID: 0000000019
N 1: EUR Swaps/ N 2: * Rentabilität */ ÜTR: 3/ IS: -1/ IL: 1/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 2/ IS Start: 5/ IS Ziel: -1,67/ ID: 0000000085
N 1: EUR Swaps/ N 2: * Solvabilität */ ÜTR: 4/ IS: -1/ IL: 1/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 2/ IS Start: 5/ IS Ziel: -1,67/ ID: 0000000092
```

#### ABBILDUNG 9: BEISPIELE FÜR INTERTEMPORÄRE IMPULSWEITERLEITUNG

Die Zahl hinter SPR bzw. ÜTR benutzt Nosco, um die Neuritenverbindungen, die von einem bestimmten Neuron ausgehen, durchzuzählen. Beträgt beispielsweise die Spreizung 3 und existieren zwischen Neuron A und Neuron D, sowie zwischen Neuron A und Neuron F Neuriten, so existieren beispielsweise intratemporär SPR: 1 und SPR: 2. Im Kapitel 6 wird man feststellen, dass die Unterscheidung in Inter- und Intratemporäre Impulsweiterleitung einen entscheidenden Schritt bei der Erstellung eines validen Datenmodells beiträgt. An dieser Stelle wird näher auf die Unterschiede eingegangen.

*IS* und *IL* gibt die Impulsstärke bzw. die Impulslatenz an, so wie sie ursprünglich zwischen den jeweiligen Neuronen in der Neuritenliste zu finden sind. *ZF Start* bezeichnet das Zeitfenster, in dem der Impuls startet, *ZF Ziel* das Zeitfenster, in dem sich der Impuls

auswirkt. *IS Start* gibt die gewichtete Impulsstärke an, mit der das Neuron 1 angeregt wird. Betrachtet man Abb. 7 und Abb. 8, so erkennt man, dass es sich bei der *IS Start* des BIP EU in der ersten Zeile um eine durch den Anwender erstmalig angestoßene Impulsanregung mit dem Faktor 2 handelt, im weiteren Verlauf hingegen erhält man gewichtete Kommawerte für *IS Start*. *IS Ziel* beschreibt die mit den anderen Impulsweiterleitungen aufgerechnete Impulsstärke, die das Neuron 2 erreicht. Die Beispiele in Abbildung 9 zeigen durchgängig, dass trotz eines exzitatorischen Startimpulses eine inhibitorische Zielimpulsstärke ankommt. Ein Effekt, der später zur Auswertung von Analyseergebnissen herangezogen werden kann. Mit der *ID* zum Ende der Protokollzeile lässt sich jede einzelne Neuritenverbindung eindeutig zuordnen.

Im Folgenden wird diskutiert, wie sich die Programmstellhebel *Spreizung*, *Bahnung*, *Decrement* sowie *Schwellwert* und *Impulsmaximum* verhalten, was deren Aufgabe ist und welcher Wertebereich sinnvoll erscheint, um den Trade-off aus Detailliertheit und Granularität für das Ziel eines validen Analysemodells bestmöglich zu meistern.

## 5.2. SPREIZUNG

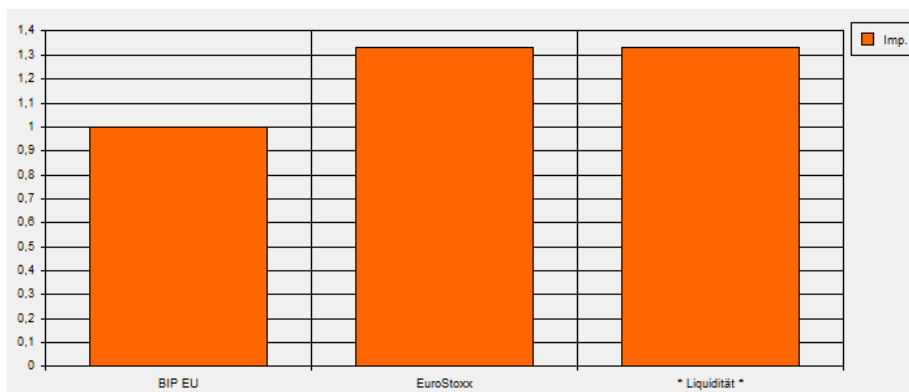
Die *Spreizung* ist das Maß dafür, wie viele Zielneurone ein Startneuron mittels Impuls erreicht. Der Standardwert beträgt 3, das heißt ein Startneuron projiziert auf drei Zielneurone (jeweils intra- und intertemporär). Dabei werden immer diejenigen Impulse verwendet, die am stärksten beim Startneuron durchschlagen. Minimaler Wert liegt bei 1, kann aber beliebig hoch gewählt werden. Je größer die *Spreizung*, desto größer wird das Datenrauschen. Werden bei einem hohen Wert für die *Spreizung* auch Randfaktoren berücksichtigt, so bleiben diese bei einem minimalen *Spreizungswert* unberücksichtigt.

Mit dem Instrument der *Spreizung* bietet Nosco die Möglichkeit einer kognitiven Herangehensweise, die eine Vielzahl von Wechselwirkungen mitberücksichtigt, welche in einer eindimensionalen Sichtweise auf der Strecke bleiben würde. Die *Spreizung* unterstützt bei der Wahrnehmungsvielfalt und beschränkt sich nicht nur auf Ausschnitte der Gesamtsituation. Die so entstehende systemische Gesamtbetrachtung lässt Ergebnisse zu, wie sie für den Menschen auf den ersten Blick nicht ersichtlich wären und ihm so Rückschlüsse auf unerwartete Ergebnisse liefern könnten.



Zur Untersuchung des Stellhebels Spreizung wird ein Sensitivitätstest angewendet. Dabei wird die Stabilität der Lösung bei Veränderung eines Parameters betrachtet, während alle anderen Parameter unverändert bleiben.

Ausgehend vom Standardbeispiel in 5.1 (Decrement: 2, Schwellwert: 1, Impulsmaximum: 5, Bahnung: 1; BIP EU wird mit der Impulsstärke 1 angeregt) wird die Spreizung vom minimalen Wert 1 aus Schrittweise erhöht. Schon bei einem Spreizungswert von 1 lässt sich folgende Beobachtung feststellen: Während die Ausschläge der Impulse im Zeitfenster 1 bei wiederholter Ausführung des Programms konstant bleiben, erreicht man in dem darauffolgenden Zeitfenster 2 schon bis zu drei unterschiedliche Varianten. Diese Tatsache lässt sich folgendermaßen erklären: Im Zeitfenster 1 werden BIP EU, EuroStoxx und



N 1: BIP EU/ N 2: EuroStoxx/ SPR: 1/ IS: 4/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 1/ IS Ziel: 1,33/ ID: 000000008  
 N 1: EuroStoxx/ N 2: \* Liquidität \*/ SPR: 1/ IS: 3/ IL: 0/ ZF Start: 1/ ZF Ziel: 1/ IS Start: 1,33/ IS Ziel: 1,33/ ID: 000000081

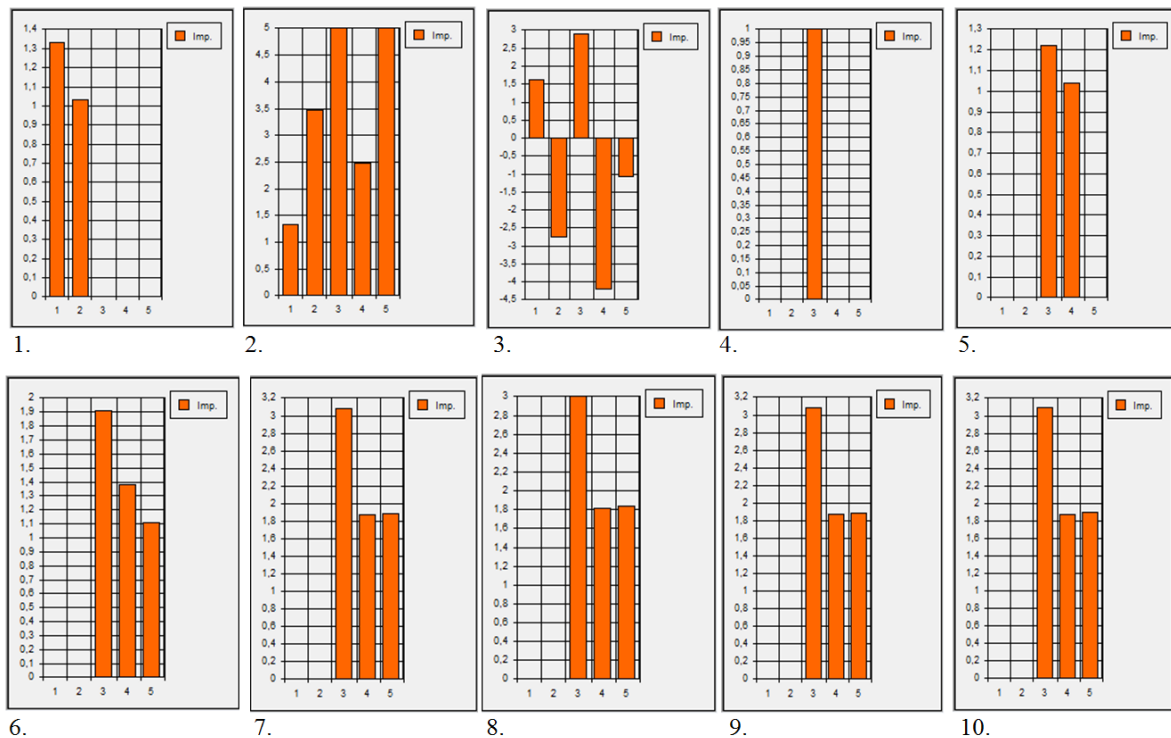
**ABBILDUNG 10: GRAPHISCHE DARSTELLUNG NACH DEM ZEITFENSTER 1 MIT ZUGEHÖRIGEM PROTOKOLL**

Liquidität aktiviert. Ausgehend von der erstmaligen Anregung von BIP EU mit dem Wert 1 wird das Neuron EuroStoxx mit einer Impulsstärke von 4 angeregt bei einer Impulslatenz von 0, welches wiederum

sofortige Auswirkungen auf die Liquidität mit einer Impulsstärke von 3 zeigt. Der grundlegende Unterschied zu anderen Zeitfenster besteht darin, dass der Neuron BIP EU – EuroStoxx mit einer Impulsstärke von 4 den höchsten Wert bildet; es gibt keine weiteren Neurone mit Startneuron BIP EU, die denselben Wert im Zeitfenster 0 besitzen. Somit wählt Nosco bei einer Spreizung von 1 immer den EuroStoxx als stärksten Impuls aus.

Doch schon im Zeitfenster 2 kann das Programm bei mehrmaliger Anwendung aufgrund des geringen Spreizungswertes in ganz unterschiedliche Richtungen laufen. Betrachtet man die intertemporäre Impulsweiterleitung, ausgehend vom Startneuron BIP EU, so zeigt sich, dass sowohl Credit Spreads als auch EUR Swaps mit der Impulslatenz 1 und der Impulsstärke -4 bzw. 4 gleichwertige Zielneurone darstellen. Da der Spreizungswert bei 1 liegt, wählt das Programm nach dem Zufallsprinzip ein Neuron aus und regt somit ganz unterschiedliche Zielneurone an, was zur Folge hat, dass im Zeitfenster 2 die Startneurone und somit der

weitere Verlauf der Impulsweiterleitung eine ganz andere Richtung einschlägt. Zwar ist dieser Effekt eine logische Konsequenz, allerdings nicht im Sinne einer brauchbaren stabilen Lösung im Falle eines makroökonomischen Interaktionsmodells. Um diese Unsicherheit zu eliminieren, wird der Spreizungswert erhöht. Bei schrittweiser Erhöhung lässt sich am Protokoll die massive Komplexitätssteigerung gut erkennen, die Variabilität der Ergebnisse ist anfänglich hoch, mit zunehmendem Spreizungswert verbessert sich allerdings die Sensitivitätsanalyse sprunghaft, wie Abbildung 11 am Beispiel der Liquidität zeigt.



**ABBILDUNG 11: VERÄNDERUNG DER LIQUIDITÄT BEI SCHRITTWEISER ERHÖHUNG DER SPREIZUNG VON 1 BIS 10**

Die Grafiken 1 bis 5 der Abbildung 11 zeigen die anfänglich hohe Variabilität bei sehr instabilen Auswertungen. Die ersten fünf Grafiken sind nur Beispiele und verändern sich stark bei mehrfacher Ausführung mit gleicher Spreizung. Ab Grafik 7 kann man eine erhöhte Stabilität der Auswertungen für alle Neuronen feststellen. Diese Beobachtung lässt sich in erster Linie damit erklären, dass die maximale Anzahl an Neuritenverbindungen innerhalb einer Impulslatenz bei 7 liegt, nämlich bei BIP EU und den Credit Spreads – Financial. Ab einem Schwellwert von 9 bleibt die Auswertung unverändert.

Da es keinen Grund gibt, Randfaktoren und andere makroökonomische Interaktionen auszuklammern, wird der Spreizungswert für die folgenden Betrachtungen auf 9 gesetzt.

### 5.3. BAHNUNG

Weil das Programm neuronale Kreise innerhalb eines Zeitfensters grundsätzlich mehrmals durchlaufen kann, wurde der Stellhebel der *Bahnung* eingeführt. Die Bahnung steuert den Umfang der Zirkularität. Das bedeutet, dass ein Zielneuron innerhalb des gleichen Zeitfensters nur bis zu einem entsprechenden Maximalwert, dem Wert der Bahnung, wiederholt adressiert werden kann. Dieses Kriterium ist speziell in unserem Fall entscheidend, da die makroökonomischen Faktoren als Tabellenstruktur miteinander korrelieren und somit Zirkelschlüsse entstehen. An dieser Stelle unterscheidet sich das Wechselwirkungsmodell der makroökonomischen Einflussfaktoren von den neuronalen Netzen des Gehirns, das Impulse immer nur in eine Richtung weiterleitet.

Konkret bedeutet eine Bahnung von 1, dass der neuronale Kreis nur einmal durchlaufen wird, größer 1 ist ein Durchlaufen des Zirkels bis zu dem angegebenen Wert möglich.

Betrachtet man zunächst das Modell ohne Bahnung (das heißt mit einem beliebig hohen Wert für den Stellhebel Bahnung), so stellt man schnell fest, dass entsprechende Impulse aufgrund der mehrmaligen zirkularen Adressierung eines Neurons durch andere Impulse untergehen, bevor sie überhaupt die Möglichkeit hatten, ihre Auswirkungen beizutragen. Am Beispiel der Liquidität zeigt sich dieser Effekt gut: nach der Neuritendefinition führt ein „Anstieg des BIP EU zu leicht verzögertem, aber starkem Anstieg der Euro Swaps“ (IL:1, IS:4). Erwartungsgemäß müsste sich dieser Effekt erkennbar machen. Zwar wird der Impuls angestoßen, so erreicht er aber das Zielneuron lediglich mit einer IS von 1,33. Effekte der Zirkularität schwächen den Impuls derart, dass er nicht durchschlagen kann und sich auch im zeitlichen Verlauf davon nicht mehr erholt. Beispiele für stark negative Impulse auf die Euro Swaps sind der EuroStoxx, der MSCI World sowie USD Swaps. Überraschenderweise bestehen zwischen diesen Neuronen und den Euro Swaps unidirektional positive Korrelationen mit den Impulsstärken 3, 1 und sogar 4 bei sofortiger Auswirkung. Da diese Neuronen ihrerseits aber bereits inhibitorisch angeregt wurden (beispielweise EuroStoxx durch Euro Swaps im Zeitfenster 1 mit einer negativen Impulsstärke von -3 bei sofortiger Auswirkung), geben sie die negativen Auswirkungen wie durch einen Verstärker an die Euro Swaps weiter. Der ursprünglich stimulierende Effekt des BIP EU kann somit nicht zum Tragen kommen. Die Neuriten Euro Swaps → EuroStoxx mit einer Impulsstärke von -3 und EuroStoxx → Euro Swaps mit einer Impulsstärke von 3, beides bei einer Impulslatenz von 0, zeigen den sich gegenseitig aufhebenden Effekt ohne Anwendung der Bahnung im System. Effekte, die durch die Zirkularität hervorgerufen werden, überwiegen im Allgemeinen den

Stimulierungen durch unidirektionale Impulse in der hier vorliegenden Anwendung. Aufgrund der bestehenden Korrelationen ist es unausweichlich, die Bahnung einzuführen. Bereits bei einem Bahnungswert von 4 geht der Impuls der Euro Swaps verloren. Das Phänomen, dass bei der Erhöhung des Bahnungswertes von 3 auf 4 gewisse Neuronen gar nicht mehr zum Tragen kommen, gilt ebenfalls für Liquidität, den Wechselkurs GBP/EUR sowie USD Swaps. Es muss also ein Bahnungswert kleiner 4 gefunden werden. Überprüft man in Abbildung 12 die Ausschläge der Euro Swaps auf Ihre Plausibilität in Abhängigkeit vom Bahnungswert, so lässt sich die Grafik des Bahnungswertes 2 als einzige mit den Expertenmeinungen vereinbaren (die Expertenmeinungen beziehen sich auf die gewonnenen Erkenntnisse aus den Gesprächen mit dem Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre der TUM, Herrn Hortmann von der consultingpartner AG und Herrn Krichbaum von der DekaBank):



ABBILDUNG 12: EUR SWAPS BEI BAHNUNG 1

BAHNUNG 2

BAHNUNG 3

Geht man allerdings einen Schritt weiter und vergleicht beispielsweise die Impulsentwicklung des Wechselkurses USD/EUR mit Expertenmeinungen, so muss man schnell feststellen, dass man selbst bei einem Stellhebelwert von 2 wieder vor dem Problem der Impulsunterdrückung einer grundsätzlich wichtigen Auswirkung steht (die Tatsache, dass eine Erhöhung des BIP EU mit einer sofortigen Erhöhung des Wechselkurses USD/EUR einhergeht, fällt unter den Tisch).

Gründe für diese Misere sind bei der intratemporären Impulsweiterleitung zu suchen. Wie man mit intertemporären Impulsweiterleitungen einen Plausibilitätssprung gewinnt, wird in Kapitel 6 genauer erläutert. Zunächst lässt sich als verwertbare Erkenntnis nur die Bedingung für den Bahnungswert kleiner 4 gewinnen.

## 5.4. DECREMENT

Neben der Richtungsproblematik der Bahnung, wird dem *Decrement* eine besonders wichtige Aufgabe innerhalb des Programms Nosco zugetragen. Das Decrement regelt die Abschwächung der Impulsstärke mit zunehmender zeitlicher oder örtlicher Entfernung vom Entstehungsort des Impulses. In Analogie zum biologischen neuronalen Netz unterliegt jeder Impuls dem Phänomen, dass sich dieser im zeitlichen Verlauf abschwächt.

Aus der Neurologie weiß man, dass jeder Impuls ein gewisses Quantum erreichen muss, um weitergeleitet zu werden. Damit ein Impuls über mehrere Neuronen weitergeleitet werden kann, muss dieser durch zusätzliche stimulierende Impulse verstärkt werden. Es bedarf also einer Interferenz gleichgerichteter Impulse, die aus unterschiedlichen neuronalen Wegstrecken resultieren, damit ein Impuls nicht verebbt.

Ein *Decrement* von 0 bedeutet keinen Verlust der Impulsstärke, Werte größer 0 entsprechend steigende Verluste. Stellt man das Decrement 0, so kann man schon im Zeitfenster 1 graphisch erkennen, wie das Programm „übersteuert“. Deutlicher wird es im Protokoll: da die Impulsstärke ungefiltert vom Start- auf den Zielimpuls übertragen wird, erreichen die Neuronen bereits nach kurzer Durchlaufzeit maximale Impulsstärken. Betrachtet man die Impulse auf ein beliebiges Neuron innerhalb eines Zeitfensters, so wechseln die Impulsstärken nach wenigen Anregungen nur noch zwischen -5, 5 und 0. Es ergeben sich überempfindliche Ausschläge, die eine differenzierte Betrachtung nicht zulassen:

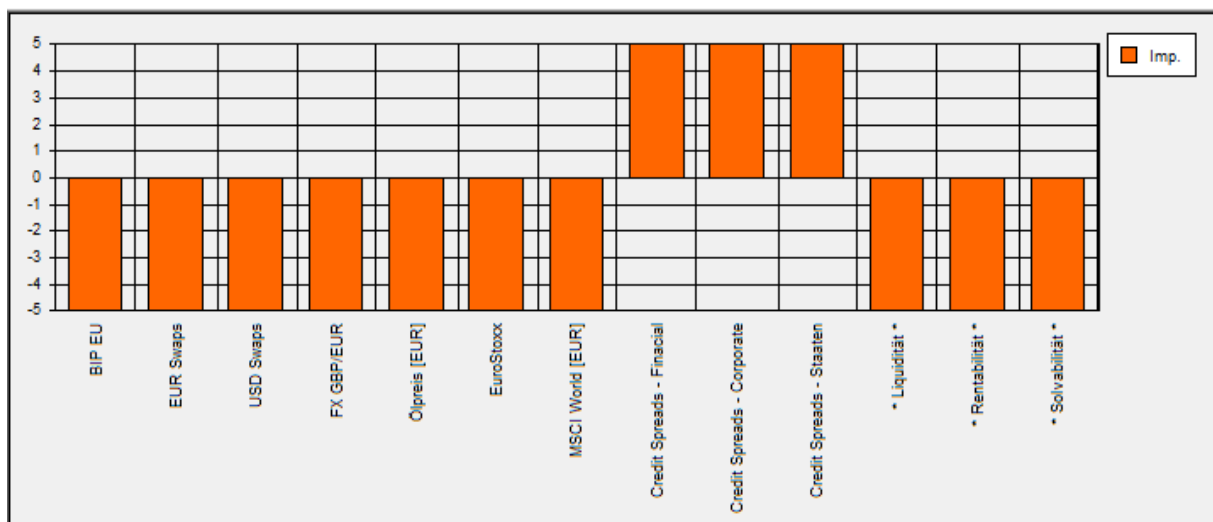


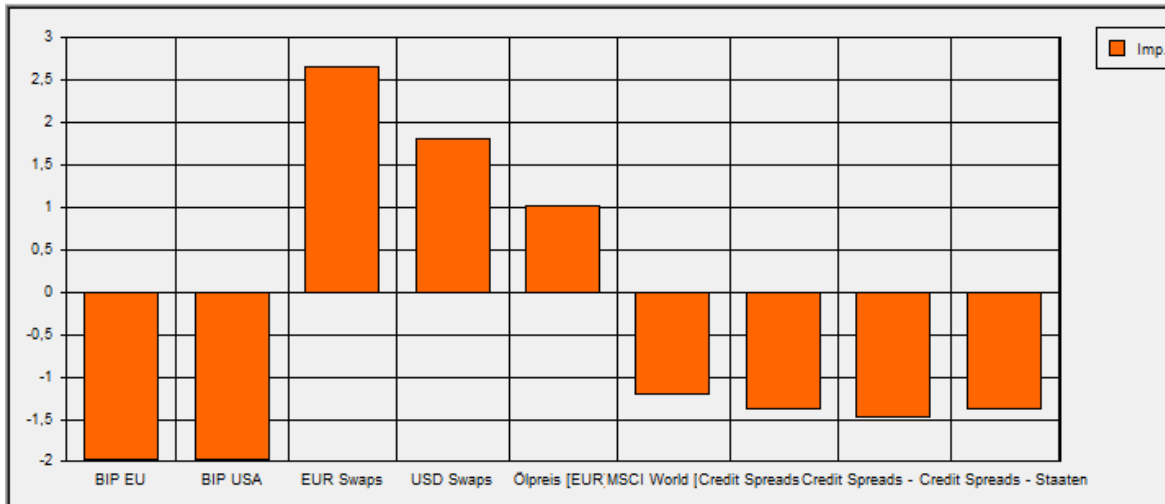
ABBILDUNG 13: IMPULSINTENSITÄTEN IM ZEITFENSTER 4 BEI EINEM DECREMENT VON 0

Erhöht man das Decrement in Zehntelschritten, so lässt sich eine deutliche Abnahme der Intensitätsspitzen erkennen. Am markantesten ist der Übergang vom Wert 1,0 auf 1,1. Im

Zeitfenster 4 werden zuvor positive Impulse negativ und umgekehrt. Derselbe Effekt tritt in den meisten anderen Zeitfenstern ebenfalls auf. Um diesen Effekt zu verstehen, vergleicht man beispielsweise die Vorzeichen ankommender Impulsstärken des (Ziel-)Neurons „MSCI World“ für Decrementwerte kleiner gleich 1 mit denen größer 1, so besteht Vorzeichenkongruenz bis zu jenem Impuls, der sich aufgrund der Abschwächung durch den Decrementwert größer 1 nicht mehr durchsetzen kann. Im vorliegenden Beispiel reicht der abgeschwächte Impuls, der ausgehend vom Neuron „EUR Swaps“ beim zweiten Durchgang „MSCI World“ erreicht, nicht mehr aus, um das Vorzeichen zu drehen. Die Impulsstärke von -1, die bei einem Decrementwert kleiner 1 auch beim zweiten Durchlaufen des Neurits durchschlägt, ist derart abgeschwächt, dass sich im folgendem die Vorzeichen umdrehen. Gleicher Effekt kann sich natürlich auch wiederholen.

Um ein Überbetonen zeitlich entfernter Auswirkungen zu vermeiden, wird das Decrement weiter in Zehntelschritten erhöht. Dabei fällt auf, dass sich die Anzahl der beteiligten Neuronen mit jedem Schritt reduziert, während die Variabilität der Impulsausschläge, analog zur Spreizung, weiter abnimmt. Um einen sinnvollen Definitionsbereich für das Kriterium Decrement einzugrenzen, reizt man das Programm durch Erhöhen des Wertes aus, bis die Abschwächung so stark ist, dass weiter entfernte Zeitfenster gar nicht mehr erreicht werden können. In dem vorliegenden Beispielfall (Schwellwert: 1, Impulsmaximum: 5, Bahnung: 2; BIP EU wird mit der Impulsstärke 1 angeregt) kommt bereits ab einem Decrement von 2,7 kein Impuls mehr am Zeitfenster 4 und 5 an. Daraus folgernd wird vorerst ein Definitionsbereich für das Decrement von  $[1,1; 2,6]$  eingeschränkt.

Vergleicht man in diesem Bereich die Stabilität der Ausschläge über die verschiedenen Zeitfenster hinweg, so lässt sich feststellen, dass für einen Decrementebereich größer 1,8 die höchste Stabilität ohne nennenswerte Sprünge besteht. Analog zum Stellhebel Spreizung verbessert sich die Sensitivitätsanalyse für größere Werte nachhaltig. Erhöht man den Stellhebel Decrement allerdings über 2,2, so werden Effekte ausgeblendet, die für eine vollständige Situationsanalyse von entscheidender Bedeutung sein könnten. So können beispielsweise schon im Zeitfenster 2 keine Aussagen mehr über die Entwicklung der EuroStoxx und MSCI World getroffen werden, im Zeitfenster 3 können sich Impulsausschläge der Euro Swaps und der Credit Spreads Financial nicht mehr durchsetzen. Der Definitionsbereich für den Stellhebel Decrement wird weiter eingeschränkt auf den Bereich  $[1,8; 2,2]$ . Für den weiteren Verlauf der Parametrisierung wird ein Durchschnittswert von 2,0 postuliert (siehe Abbildung 14).

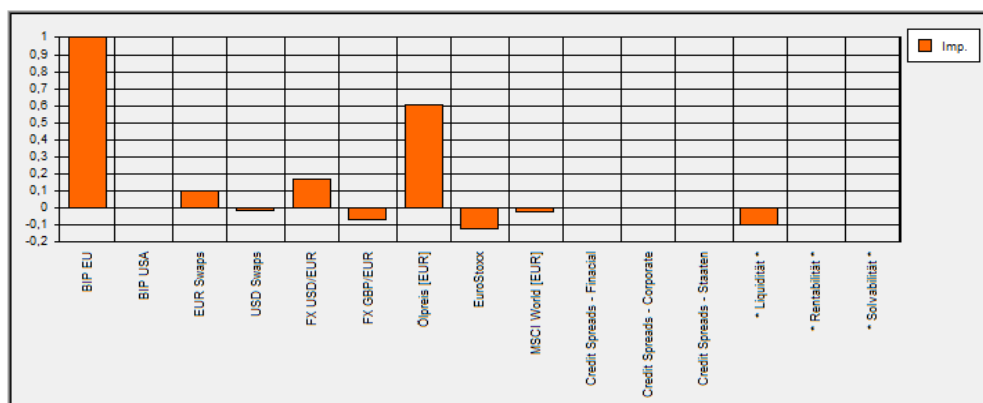


ABILDUNG 14: IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITFENSTER 2 BEI EINEM WERT VON 2,0 FÜR DEN STELLEHEBEL "DECREMENT"

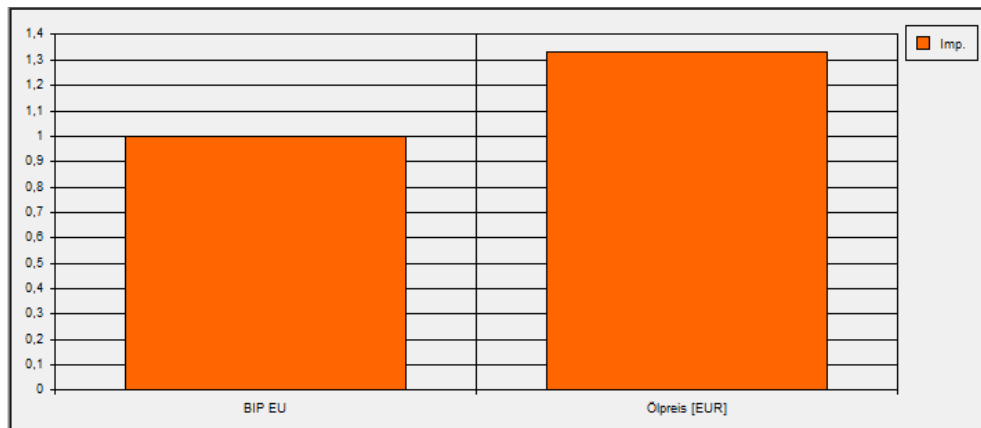
### 5.5. SCHWELLWERT

Wie schon in 5.4. erwähnt, benötigt ein Impuls eine bestimmte Größe, um weitergeleitet zu werden. Mit dem Programmstellhebel *Schwellewert* bestimmt man die kritische Impulsgröße für die Impulsweiterleitung. Je höher der Schwellwert, umso höher muss der summierte Gesamtimpuls in einem Neuron sein, um überhaupt weitergeleitet zu werden. Mit der Abbildung 3 lässt sich leicht veranschaulichen, dass von der Höhe des eingestellten Schwellwertes auch der Umfang des Datenrauschens (oranger Bereich) abhängt. Bei der Kalibrierung des Schwellwertes gilt es, zwischen einem schnell unkalkulierbaren Datenrauschen bei einem zu niedrigen Schwellwert und einer Missachtung von Randaspekten in der Bewertung bei einem zu hohen Schwellwert abzuwägen. Stellt man den Schwellwert zu niedrig ein, läuft man schnell Gefahr, dass sich keine validen Aussagen mehr treffen lassen.

Genau diese beiden Extrema lassen sich einfach in Abbildung 15 und 16 veranschaulichen:



ABILDUNG 15: IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITFENSTER 1 BEI EINEM SCHWELLWERT VON 0



**ABBILDUNG 16: IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITFENSTER 1 BEI EINEM SCHWELFWERT VON 1**

Abbildung 15 zeigt, dass bereits im Zeitfenster 1 alle Neurone adressiert worden sind, Randaspekte wie beispielsweise ein minimaler Rückgang der US-Dollar Swaps werden ebenso berücksichtigt wie ein Ölpreisanstieg als unmittelbarer Haupteffekt. Die Folge ist ein unkalkulierbares und unüberschaubares Datenrauschen in den kommenden Zeitfenstern. Ein Effekt des Datenrauschens ist eine Konvergenz der Impulsausschläge gegen 0, da jeder noch so kleine Impuls berücksichtigt wird und das Modell beeinflusst.

Bei einem Schwellwert von 2 ist bereits ein Grenzwert überschritten, der es nicht mehr zulässt, dass in dem vorliegenden Beispielfall aktivierte Neuron „BIP EU“ mit Impulsstärke 1 weiterzuleiten. Bei einem Schwellwert größer 1 kommt das Programm also sprichwörtlich gar nicht erst ins Rollen. Somit zeigt Abbildung 16 mit einem Schwellwert von 1 bereits die Impulsausschläge für einen maximal möglichen Schwellwert. Dabei werden Randfaktoren ausgeblendet, das heißt alle Neuronen mit Zielimpulsstärken kleiner 1 verschwinden. Da der Ölpreis durch das zuvor angestoßene Neuron „Wechselkurs USD/EUR“ auf einen Impulswert von 1,33 angehoben und später nicht mehr gedämpft wird, schlägt dieser Haupteffekt neben dem BIP EU als einziger durch.

Natürlich gilt der Schwellwert 1 nur im angewendeten Beispielfall als Maximalschwellwert. Würde man die Impulsstärke des anfänglich angeregten BIP EU auf 3 erhöhen, so läge der Maximalschwellwert bei 3. Wieder wären der Ölpreis und das BIP EU die beiden einzigen Impulse, die durchschlagen. Desweiteren sollte berücksichtigt werden, dass bei einem hohen Schwellwert wie 3 über die gesamten graphischen Darstellungen keine Impulsausschläge kleiner 3 angezeigt werden. Man schränkt so eine differenzierte Betrachtungsweise der Impulsausschläge ein.



## 5.6. IMPULSMAXIMUM

Im Gegensatz zum Schwellwert, der das Minimum der Impulsweiterleitung beschreibt, wird durch das *Impulsmaximum* eine vorgegebene Maximalstimulation erreicht. Dabei ist das Impulsmaximum frei wählbar, sinnvollerweise ab einem Wert größer 1.

Ändert sich das Impulsmaximum in einem vorhergehenden Zeitfenster, so kann dies weitreichende Folgen für kommende Impulsausschläge haben. Verändert man also das Impulsmaximum vom Standardwert 5 auf einen beliebig hohen Wert, so kann eine Überbewertung eines Impulses die Unterbewertung eines anderen Impulses im folgenden Zeitfenster zur Folge haben.

Andererseits stellt sich die Frage nach der Sinnhaftigkeit einer Impulsbegrenzung. Hier wird auf das neurophysiologische Prinzip verwiesen: die Impulsbegrenzung im menschlichen Gehirn funktioniert als Überlastungsmechanismus zum Schutz des Gesamtsystems. Ausgeklügelte Hemmmechanismen (Inhibition) überwiegen den exzitatorischen Mechanismen. Offenbar ist es dem Gehirn daran gelegen, keine zu umfangreichen oder auch zu schnellen Aktionen durchzuführen. Manchmal tritt ein Hemmmechanismus erst im Nachhinein ein, wie die präsynaptische Hemmung zeigt. Dieser Hemmungsmechanismus wird benutzt, um schnelle und unkomplizierte Hemmung zu realisieren, wie sie beispielsweise bei der Überlastung eines Muskels, der bei weiterbestehender Anspannung zu reißen droht, eingesetzt wird. Das Deckeln eines Impulses durch ein Impulsmaximum beschreibt im Programm das natürliche Phänomen, Impulse nicht ungehindert hoch ansteigen zu lassen. Was für den menschlichen Organismus ein Muskel ist, könnte im Bankwesen beispielsweise die Solvabilität darstellen. Werden Impulse, beispielsweise eine gefährliche Verknappung von Eigenmitteln, rechtzeitig erkannt und automatisch unterbunden, führt diese Entwicklung zu einer Entspannung der Solvabilität. Der Stellhebel Impulsmaximum unterstützt bei der Darstellung der Hemmmechanismen im Programm und bildet ein Rettungsankerprinzip wie oben dargestellt: Durch die Deckelung des Impulsmaximums integriert man einen kurzfristigen Hemmmechanismus, der erst nach der Solvabilitätsberechnung im jeweiligen Zeitfenster greift und nicht unbedingt eine gesamte Neuberechnung der Solvabilität erfordert. Man trägt damit der schnellen Nachkorrektur der Solvabilität Rechnung – so wie sie in der Realität auch stattfindet.

Dass der Wert des Impulsmaximums auf 5 festgelegt wird, liegt ganz einfach daran, dass sich so über den gesamten Zeitraum Impulsintensitäten innerhalb einer Skala bewegen, die sich

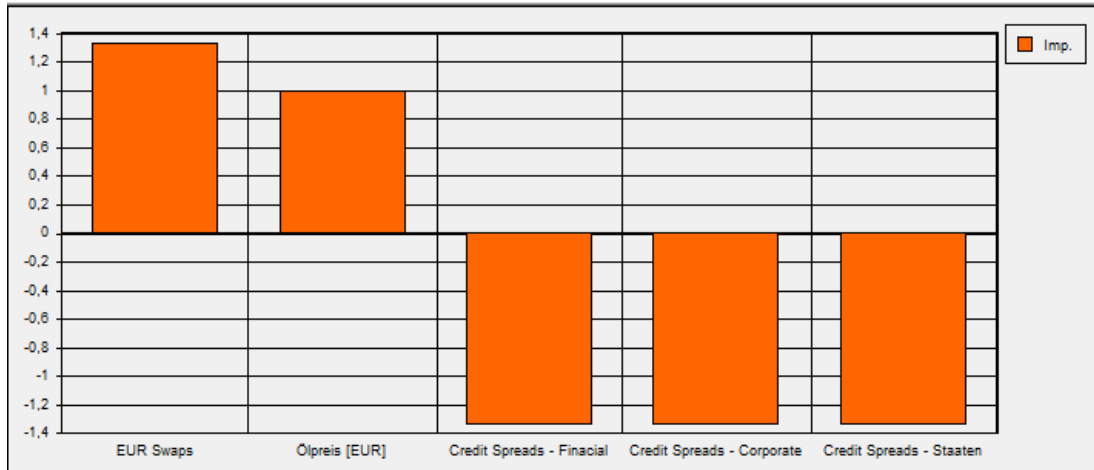
leicht in einen natürlichsprachlichen Text übersetzen lassen, was die Kommunikation als Mittelpunkt der coglet-Technologie erleichtert.

Wie schon in Abbildung 3 aus Kapitel 4.2. dargestellt, muss man beachten, dass die Grenzen für Schwellwert und Impulsmaximum sowohl inhibitorisch als auch exzitatorisch gelten. Beispielsweise kann ein exzitatorischer Impuls zu einem inhibitorischen Impuls werden, wenn die Inhibition so stark ausgebildet ist, dass die Impulsstärke vom Plusbereich in den relevanten Minusbereich wechselt. Mathematisch ergibt sich das Vorzeichen des resultierenden Impulses durch Multiplikation der ankommenden Impulse. Der Wechsel vom exzitatorischen zum inhibitorischen Impuls ist umso leichter, je kleiner der Schwellwert gesetzt wird.

## 6. INTERTEMPORÄRE VS. INTRATEMPORÄRE IMPULSWEITERLEITUNG

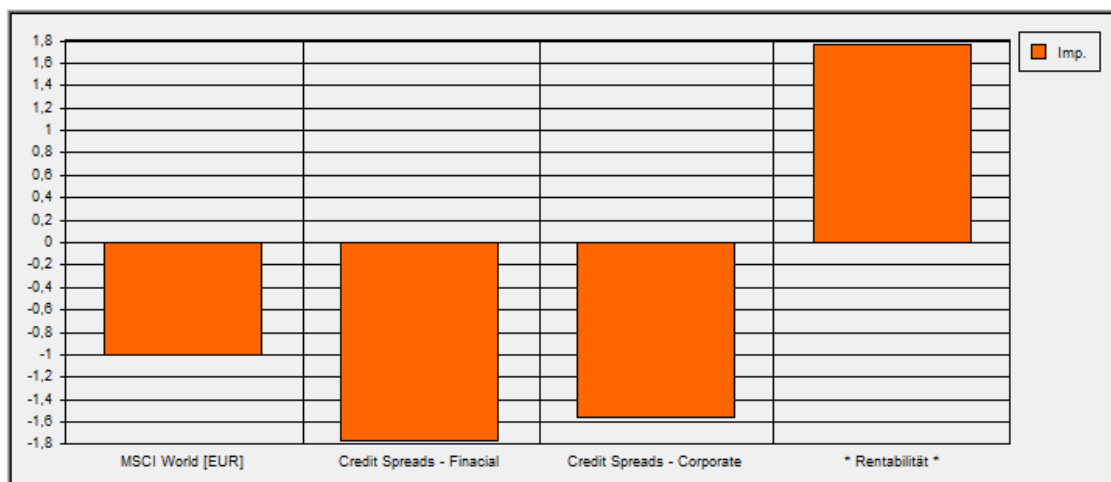
In den Kapiteln 5.2 bis 5.6 ist es zwar gelungen, die Stellhebel des Wechselwirkungsmodells sinnvoll einzugrenzen, jedoch reagieren gerade das Decrement und die Bahnung sensibel auf kleinste Veränderungen und bieten einen zu großen Spielraum für Lösungen, die mit Expertenmeinungen unvereinbar sind. Auf der Suche nach einem validen Modell und um die Abhängigkeiten der Daten besser zu durchleuchten, wird im Kapitel 6 zunächst die intertemporäre Wechselwirkungsanalyse durchgeführt. Dieser Zwischenschritt ist notwendig geworden, da die enge Tabellenstruktur des makroökonomischen Wechselwirkungsmodell mit Richtungsabhängigkeiten trotz Parametrisierung extrem große Schwankungen aufweist. In der Richtungsproblematik unterscheidet sich auch das ökonomische Modell vom neurophysiologischen Prinzip: die Medizin sieht kein Ordnungsprinzip vor und kennt nur die Leitung der Neuriten in eine Richtung (Unidirektionalität). Ziel der intertemporären Impulsweiterleitung ist es, sich so einen grundlegenden Überblick über zeitkritische Wirkungszusammenhänge zu schaffen. Dabei werden nur Wechselwirkungen an den Zeitfensterübergängen betrachtet. Der Impuls kann dabei entweder auf das direkt folgende Zeitfenster projizieren oder sogar auf ein weit entferntes. Der Effekt der Bahnung wird bei diesen Betrachtungen wirkungslos, da Bahnungen nur intratemporär agieren. Im Folgenden wird das grundlegende Muster der Impulssteuerung mit den Erwartungen aus Expertenmeinungen verglichen.

Als erstes Beispiel wird wieder das BIP EU mit einer Impulsstärke von 1 im Zeitfenster 1 herangezogen. Experten würden einen sofortigen Anstieg der Wechselkurse sowie des EuroStoxx erwarten. Leicht verzögert sollten sich der Ölpreis und die Euro Swaps erhöhen, negative Auswirkungen hingegen zeigen sich auf die Credit Spreads.



**ABBILDUNG 17: INTERTEMPORÄRE IMPULSAUSSCHLÄGE "BIP EU" IM ZWEITEN ZEITABSCHNITT**

Während im ersten Zeitfenster die Auswirkungen der Wechselkurse und des EuroStoxx aufgrund der intratemporären Sperre unterbunden wurden, gibt das Programm die Expertenmeinungen nach dem zweiten Zeitfenster plausibel wieder. Auch die Kommunikation folgt uneingeschränkt der Expertenmeinung. Im dritten Zeitfenster sollte sich ein leichter Anstieg des US-amerikanischen Bruttoinlandsprodukts bemerkbar machen. Dieser Effekt kann sich allerdings bei einem Decrement von 2 nicht durchsetzen und erreicht mit einem Impulswert von 0,67 nicht den kritischen Schwellwert der Impulsweiterleitung. Andere Neuronen wie der MSCI World, angestoßen vom Ölpreis, und die Rentabilität, angestoßen von den Credit Spreads, setzen sich gegenüber dem BIP USA durch.



**ABBILDUNG 18: INTERTEMPORÄRE IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITABSCHNITT 3**

Betrachtet man das vierte und fünfte Zeitfenster, so rühren deren Ausschläge zwar nicht mehr direkt von der initialen Impulserregung des BIP EU her, lassen sich aber nachvollziehbar aus Impulsausschlägen der vorigen Zeitfenster erklären. So sind beispielsweise negative Financial Credit Spreads in der dritten Periode ein Indiz für die Erhöhung des EuroStoxx in der kommenden Periode. Als anderes Beispiel bieten sich die stark erhöhten Euro Swaps in Periode 5 an, die sich aus einem erhöhten BIP EU in Periode 4 folgern lassen.

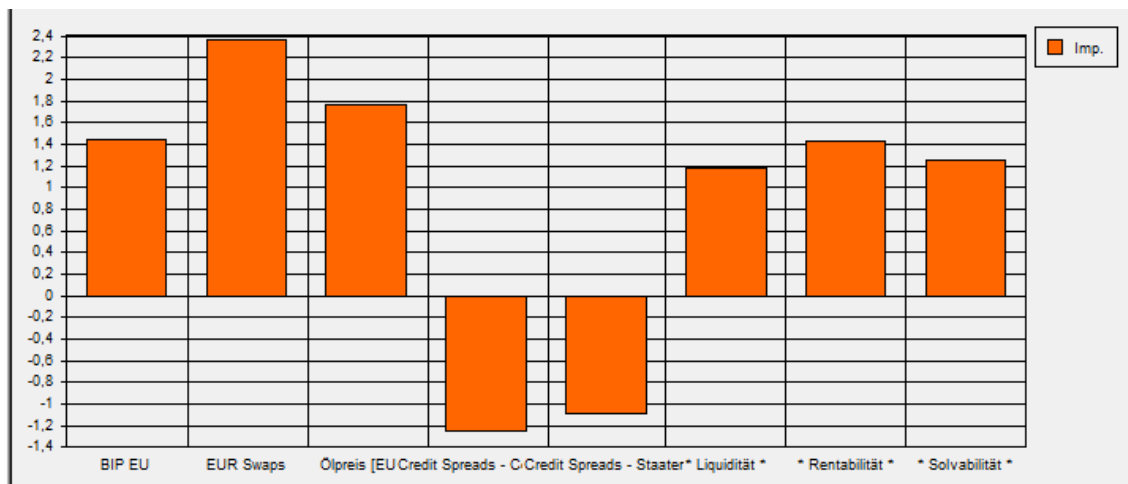


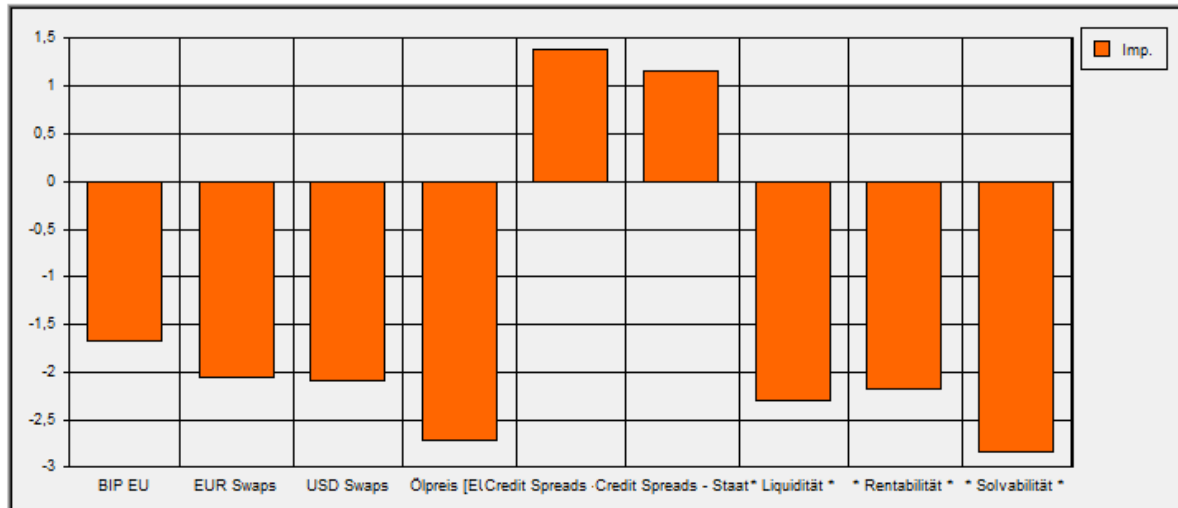
ABBILDUNG 19: INTERTEMPORÄRE IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITFENSTER 5

Es zeigt sich also: nimmt man einen einfachen Beispielfall an (wie die Erhöhung des BIP EU mit einer Impulsstärke von 1 im Zeitfenster 0), so lässt sich mit der intertemporären Impulsweiterleitung ein einfach nachvollziehbares und plausibles Modell erstellen, welches den Expertenmeinungen genügt.

Als nächstes wird untersucht, ob sich diese Annahme auch in Ansätzen für eine etwas komplexere Situation bestätigen lässt. Hierzu werden verschiedene Neuronen in unterschiedlichen Zeitfenstern mit unterschiedlich ausgeprägter Impulsstärke aktiviert. Es wird versucht, in groben Zügen die makroökonomischen Einflussparameter derart einzustellen, dass sie die makroökonomischen Voraussetzungen der Finanzkrise 2008 in Deutschland skizzieren. Ohne zu sehr ins Detail zu gehen, beschränkt sich diese Betrachtung nur auf die Entwicklung der oben genannten makroökonomischen Faktoren.

Der Beginn der Finanzkrise 2008 ging einher mit einem Ölpreisanstieg, einem sprunghaften Anstieg des Wechselkurses USD/EUR und einem bodenlosen Fall des MSCI World, während die Credit Spreads - Financial nach oben schossen. Um eine Zeitperiode versetzt fiel das BIP USA aufgrund der allgemeinen Zurückhaltung und Vorsicht.

Mithilfe von Nosco könnte man nun die Veränderungen der Makrofaktoren auf dem europäischen Markt analysieren. Dazu werden die Neuronen wie oben beschrieben voreingestellt. Aktiviert werden die Neuronen BIP USA (IS: -1; IL: 2), Credit Spreads – Financial (IS: 3, IL: 1), FX USD/EUR (IS: 2, IL: 1), MSCI World (IS: -3, IL: 1) und der Ölpreis (IS: 1, IL:1).



**ABBILDUNG 20: INTERTEMPORÄRE IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITFENSTER 3 AM BEISPIEL "FINANZKRISE"**

Abbildung 20 zeigt für das Zeitfenster 3 einen deutlich starken Rückgang der für die Bank kritischen Instituts-Kennzahlen Liquidität, Rentabilität und Solvabilität, während sich - relativ betrachtet – der Ölpreis entspannt. Die Auswirkungen auf das US-amerikanische Bruttoinlandsprodukt spiegeln sich auch im europäischen BIP wieder. Grund dafür war der massive Ausfuhrückgang. Dem Anstieg der Credit-Spreads Financial geht ein Anstieg der Credit-Spreads – Staaten einher.

Vergleicht man die qualitative Auswertung von Nosco mit der wirtschaftlichen Situation im ersten halben Jahr des Jahres 2009, so lassen sich deutliche Parallelen herstellen. Die erhöhten Credit Spreads bilden ein klares Indiz für die Existenz finanziell schwer angeschlagener Unternehmen wie Ratiopharm oder Arcandor; der Immobilienfinanzierer Hypo Real Estate ist am Boden und muss durch den Bund gesichert werden.

Betrachtet man die Ölpreisentwicklung, welche Anfang Juli 2008 ein Rekordhoch von über 145 \$ pro Barrel erreichte, so hielt sich der Preis für das Barrel Rohöl nach einem gewaltigen Fall in der zweiten Hälfte des Jahres 2008 im ersten Quartal des Jahres 2009 bei unter 50 \$ und blieb auch in den nächsten Quartalen deutlich unter den Preisen von 2008 (Tescon, 2011). Nimmt man weiterhin an, das Zeitfenster 0 beschreibt die Situation im ersten Halbjahr 2008, so produziert Nosco in den darauffolgenden Halbjahren eine Ölpreisentwicklung, die zum

realen Ölpreis, relativ betrachtet, deutliche Parallelen aufweist. So wird der Ölpreis im ersten Halbjahr 2009 deutlich negativer ausgewiesen als im zweiten Halbjahr.

Die ausgewählten Fallbeispiele zeigen: mit einer intertemporären Impulsweiterleitung lassen sich manche Folgen der Finanzkrise ansatzweise „nachbauen“. Da jedoch der Anspruch an Nosco darin besteht, nicht nur intertemporäre, sondern auch intratemporäre Impulsweiterleitungen zu berücksichtigen, wird im nächsten Schritt das Verhalten der Parameter bei intratemporärer Impulsweitergabe untersucht.

Bleibt man bei der Simulation „Finanzkrise“, so ergibt sich verglichen mit Abbildung 20 ein deutlich unterschiedliches Bild möglicher Auswirkungen für das erste Halbjahr 2009.

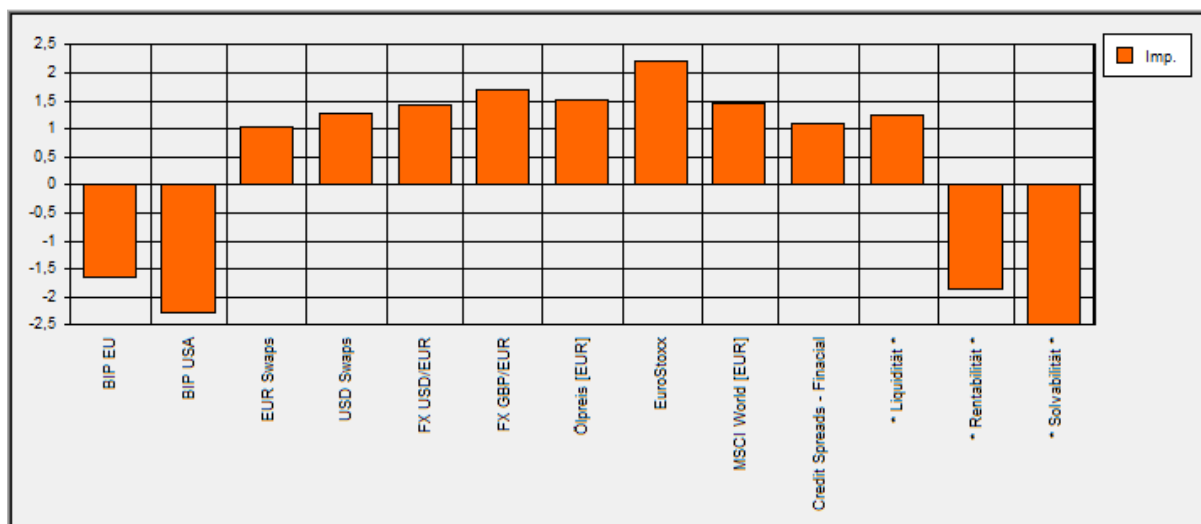


ABBILDUNG 21: INTRATEMPORÄRE IMPULSAUSSCHLÄGE IM ZEITFENSTER 3 AM BEISPIEL „FINANZKRISE“

Anders als erwartet steigen unter anderem Ölpreis, Liquidität sowie Credit Spreads - Financial. Geht man näher auf das Protokoll ein und begutachtet die sich erholende Liquidität, so stellt man fest, dass diese zwar anfangs stark durch die Finanzkrise geschwächt wird, sich aber innerhalb des zweiten Zeitfensters in erster Linie durch den steigenden EuroStoxx stabilisiert. Dieser ist stark beeinflusst vom MSCI World, welcher sich wiederum durch stark negative US-Dollar Swaps herleiten lassen könnte, usw.

Wichtig dabei ist die Erkenntnis, dass sich die Neuritenbahnen nur noch sehr schlecht nachvollziehen lassen, so gibt es allein im dritten Zeitfenster 117 Neuritenbewegungen. Dem Menschen ist es also nicht mehr möglich, durch einfaches Nachvollziehen eine Begründung für eine sich erholende Liquiditätssituation zu liefern.

Vergleicht man weiterhin die Impulsentwicklung inter- und intratemporärer Impulsweiterleitung, so stellt man fest, dass die Abweichung zwischen den beiden Typen mit der Entfernung vom Zeitfenster 0 wächst.



ABBILDUNG 22: INTERTEMPORÄRE IMPULSWEITERLEITUNG IM ZEITFENSTER 2

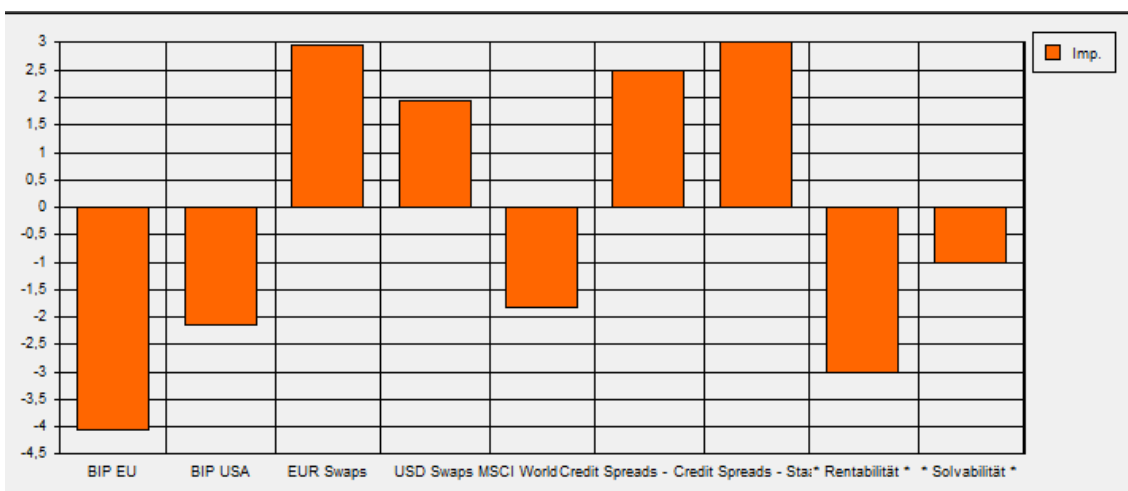


ABBILDUNG 23: INTRATEMPORÄRE IMPULSWEITERLEITUNG IM ZEITFENSTER 2

Abbildung 22 und 23 zeigen noch eine ähnliche Entwicklung, während die Diskrepanz zwischen Abbildung 20 und 21 wächst. Der Grund ist die durch das verstärkte Datenrauschen hervorgerufene Eigendynamik, die aus angeregten Neuronen hervorgeht. Nosco berücksichtigt also mittelbare Konsequenzen, die einer menschlichen Betrachtungsweise aufgrund der Fülle der Konsequenzen entgehen. Damit lassen sich beispielsweise die scheinbar gegenläufigen Entwicklungen der Swaps gegenüber der Situation der Finanzmarktkrise in Abbildung 21 und 23 erklären.

## 7. FAZIT

Wir wollen uns nicht anmaßen über die Integration NoscOs in einem Stresstest zu urteilen. Dennoch sollte hier der mögliche Nutzen für künftige Stresstests zusammengefasst werden.

Nosco versteht sich nicht als Programm zur Stresstestgenerierung, sondern vielmehr als sinnvoll vorgelagertes Erkenntniswerkzeug für Stresstests. Das System ermöglicht eine qualitative Szenarioanalyse, mithilfe dessen Zusammenhänge systemisch dargestellt und aufbereitet werden können. Vergleicht man Nosco mit tradierten Herangehensweisen an Stresstests, so wird man besonders die kognitive Struktur der Vernetzung, das verbesserte Verständnis dank Kommunikation sowie die zeitliche Dynamik hervorheben. Nosco kann durch seine Architektur eine Lawine aus Konsequenzen auslösen, wie sie in bisherigen Modellen nicht ausreichend berücksichtigt wurden und wie sie vor allem aufgrund bestehender Denkmuster und begrenzter Komplexitätsverarbeitung dem Menschen in vollem Umfang verwehrt blieben. Der dritte Verdienst von Nosco ist sicherlich die Darstellung der Auswirkungen auf die einzelnen makroökonomischen Faktoren im zeitlichen Verlauf.

Zusätzlich erlaubt Nosco Rückkopplungseffekte systemrelevanter Banken durch die Finanzkennzahlen Liquidität, Solvabilität und Rentabilität, d.h. steigt beispielsweise die Rentabilität einer systemrelevanten europäischen Bank, wirkt sich dies unmittelbar auf den EuroStoxx aus. Ein Effekt, dem bisher wenig Beachtung geschenkt wurde.

Klar ist, dass das Programm keine bewertbaren Zahlen liefert, sondern eine mögliche Zukunft bei einer gegebenen Ausgangssituation qualitativ simuliert. Dabei lebt das Programm von statuierten Expertenmeinungen, die sinnvoll miteinander verknüpft eine (von vielen) möglichen Entwicklungen aufzeigen. Daher erachten wir ein Quantifizieren der Ergebnisse in diesem Stadium auch für wenig sinnvoll.

Natürlich unterliegt die Realität unzähligen äußeren Einflüssen im zeitlichen Verlauf, wie beispielsweise einem EU-Rettungsschirm für Griechenland, welche zu neuen Ausgangssituationen führen. So ist eine Diskrepanz zwischen NoscOs Kommunikation und der Entwicklung der Finanzkrise kaum verwunderlich. Ein Ziel des Programms sollte das Loslassen von subjektiven, intuitiven Erwartungen hin zu einer fundierten konsequenten Anwendung sein. Das schließt dennoch nicht das Anpassen der Parameter an die neue Ausgangssituation aus – ganz im Gegenteil: Nosco unterstützt einfach und komfortabel einen



durch den Anwender ausgelösten Anpassungsprozess der Neuronen an die neuen Umweltbedingungen. Das Prinzip des Programms ist folglich eine enge Interaktion zwischen Mensch und Maschine.

Wie sich jedoch gezeigt hat, fordert das Programm eine gewisse Kompromissbereitschaft bei der Parametrisierung sowie bei der Abwägung zwischen Ergebnisgranularität und der Konzentration auf Haupteffekte, um am Ende mit plausiblen Wirkungszusammenhängen arbeiten zu können.

Desweiteren haben wir festgestellt, dass das Programm aufgrund der hohen Sensibilität bei Veränderung der Stellhebel beim Sensitivitätstest Schwächen zeigt, das heißt stark volatile Ergebnisse produziert. Dieses Resultat lässt sich aber zum einen durch die verhältnismäßig geringe Anzahl an Einflussfaktoren, zum anderen an dem hohen Vernetzungsgrad der Tabellenstruktur im vorliegenden Beispiel erklären. Letztlich heißt dies, dass bei Änderung der Neuronen eine neue Kalibrierung der Stellhebel notwendig werden kann.

Nosco bietet dem Nutzer eine cognitive Plattform, mit der er die Wirkungszusammenhänge der makroökonomischen Einflussfaktoren ganzheitlich erfassen kann. Das Funktionieren des Programms wurde anhand der leichter nachvollziehbaren intertemporären Impulsweiterleitung bei geeigneter Kalibrierung gezeigt. Die systemische Herangehensweise der intratemporären Impulsweiterleitung eröffnet dem Anwender einen weiteren, zukunftsorientierten Ansatz, der neben Haupteffekten Nebenwirkungen und Kollateraleffekte identifiziert und umsetzt. Dabei muss die entstandene Simulation nicht unbedingt dem primären Lösungsgedanken des Nutzers entsprechen. Vielmehr eröffnet Nosco dem Nutzer eine Betrachtungsebene, die außerhalb seines eigenen Denkmusters liegt und dessen dargebotenen Ansatz makroökonomischer Entwicklungen es zu verfolgen lohnt.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

- Basel Committee on Banking Supervision (2009): Principles for sound stress testing practices and supervision. In: Bank for International Settlements, Consultative Document.
- Bundesministerium der Finanzen (14. Dezember 2006): Verordnung über die angemessene Eigenmittelausstattung von Instituten, Institutsgruppen und Finanzholding-Gruppen. SolvV.
- Committee of European Banking Supervisors (14. Dezember 2006): Technical aspects of stress testing under the supervisory review process - CP 12, S. 1–28.
- Committee of European Banking Supervisors (26. August 2010): CEBS Guidelines on Stress Testing (GL 32), S. 1–47.
- Deutsche Bundesbank (2004): Stresstests bei deutschen Banken. In: Monatsbericht (Oktober 2004), Jg. 56, H. 10, S. 79–88.
- Deutsche Bundesbank (21. Dezember 2007): Stresstest: Bankaufsichtsrechtliche Anforderungen, S. 1–10.
- Deutsche Bundesbank (2007): Stresstests: Methoden und Anwendungsgebiete. In: Finanzstabilitätsbericht, S. 99–115.
- Softmark AG (Hg.) (2010): Handbuch Nosco. Systemische Wahrnehmungsverstärkung durch Coglet-Technologie.
- Teson (2011): Informationen Ölweltmarkt. Rohölpreise in jährlicher Entwicklung. Online verfügbar unter <http://www.tecon.de/oelweltmarkt.html>, zuletzt aktualisiert am 17.05.2011.

## 9. ANHANG

### Anhang A: Korrelationstabelle der Risikofaktoren

	BIP EU	BIP USA	EUR Swaps	USD Swaps	FX USD/EUR	FX GBP/EUR	Ölpreis (EUR)	EUR Stoxx	MSCI World (EUR)	CS Financials	CS Corp.	CS Staaten	Liquidität	Rentabilität	Solvabilität
BIP EU	----	+22	+14	+11	+04	+04	+13	+04	+02	-14	-14	-14	+12	+23	+23
BIP USA	+22	----	+11	+14	-04	0	+13	+02	+04	-12	-12	-10	0	-13	-13
EUR Swaps	-13	-11	----	+03	-01	-01	0	-03	-01	0	0	0	-03	-13	-13
USD Swaps	-11	-13	+04	----	+01	0	0	-01	-03	0	0	0	-01	-11	-11
FX USD/EUR	-23	+23	+02	-02	----	0	+03	0	+03	0	0	0	0	0	0
FX GBP/EUR	0	0	0	0	0	----	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ölpreis (EUR)	-14	-14	0	0	0	0	----	-13	-13	0	+12	0	0	0	0
EUR Stoxx	0	0	+03	+01	0	0	0	----	+03	-12	+12	+11	+03	+13	+13
MSCI World	0	0	+01	+03	0	0	0	+04	----	-11	+11	+10	+02	+12	+12
CS Financials	-13	-11	0	0	0	0	0	-12	0	----	+13	+13	-01	-13	-11
CS Corp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+14	----	+10	0	0	0
CS Staaten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	----	-01	-13	-11
Liquidität	+11	+10	0	0	0	0	0	0	0	-11	0	0	----	+12	+11
Rentabilität	+21	0	0	0	0	0	0	+02	+01	-11	0	0	+02	----	+12
Solvabilität	0	0	0	0	0	0	0	+01	+01	-11	0	0	+02	+12	----