ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

von Blanckenburg, Korbinian

Working Paper

Die Halbwertzeit einer Störungserosion

Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung, No. 30

Provided in Cooperation with:
University of Münster, Münster Center for Economic Policy (MEP)

Suggested Citation: von Blanckenburg, Korbinian (2009) : Die Halbwertzeit einer Störungserosion, Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung, No. 30, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Centrum für Angewandte Wirtschaftsforschung (CAWM), Münster

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/51301

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Beiträge aus der angewandten Wirtschaftsforschung

Nr. 30 (2009)

Die Halbwertzeit einer Störungserosion

Korbinian von Blanckenburg

Diplom-Volkswirt Korbinian von Blanckenburg, Institut für Finanzwissenschaft, Wilmergasse 6-8, 48143 Münster, Email: korbinian@vonblanckenburg.de, http:www.wiwi.uni-muenster.de/iff1.

Die Halbwertzeit einer Störungserosion

Im Folgenden soll gezeigt werden, dass es für die Regelkreise des M-, R-, Ü-, P- und V-Prozesses eine charakteristische Halbwertzeit gibt. Diese zeigt an, wie schnell eine Störung bei einem funktionierenden Regelkreis um die Hälfte reduziert wird.

Zur Veranschaulichung wird der Regelkreis eines simulierten M-Prozesses mit den folgenden Gleichungen betrachtet:

$$\Delta p = 0{,}5 \cdot x_{t-1}^{D} \quad (1)$$

$$x_t^D = -p_t + 100 + S_t \quad (2)$$

mit $S_t = \{S_0\ bis\ \ S_3 = 0, S_4 = 120\ und\ S_5\ bis\ \ S_{20} = 0\}$

Der Regelkreis wird in diesem Beispiel einmalig in $t = 4$ einer Störung von 120 ausgesetzt. Das Parameterprodukt befindet sich bei $ab = 0{,}5 \cdot (-1) = -0{,}5$ und damit bei einem Lag von $\tau = 1$ im Stabilitätsbereich $-2 < ab < 0$. In Abbildung 1 ist dieser Zusammenhang dargestellt. Man kann sehen, dass der Prozess die Störung nicht unmittelbar, sondern nur sukzessive ausregulieren kann. Zum Parameterprodukt von $ab = -0{,}5$ wird die Störung in jeder Periode um die Hälfte reduziert. Dies bedeutet, dass die Hälfte der Störung in $t = 5$ abgebaut wurde. Da die Störung in $t = 4$ erfolgte, beträgt die Halbwertzeit (HWZ) somit Eins.

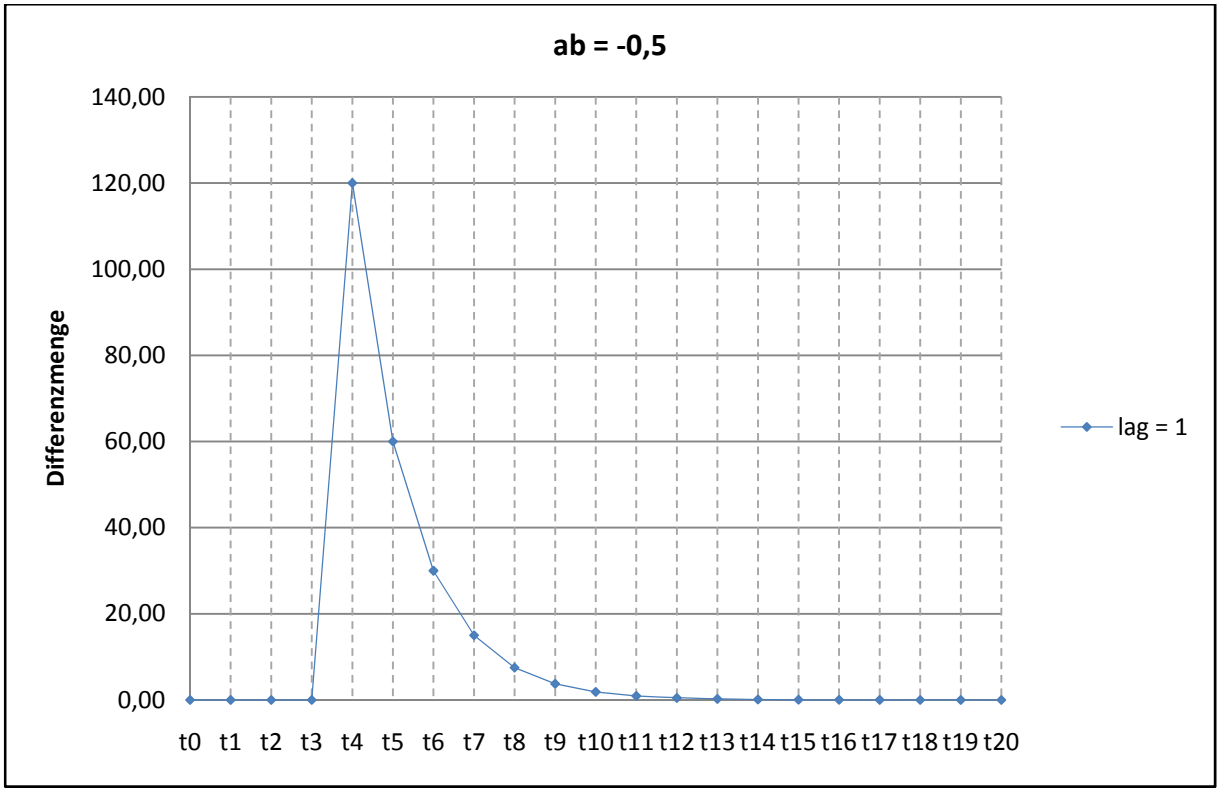

Abbildung 1: Abbau einer Störung mit ab=-0,5 und HWZ=1. Quelle: eigene Darstellung.

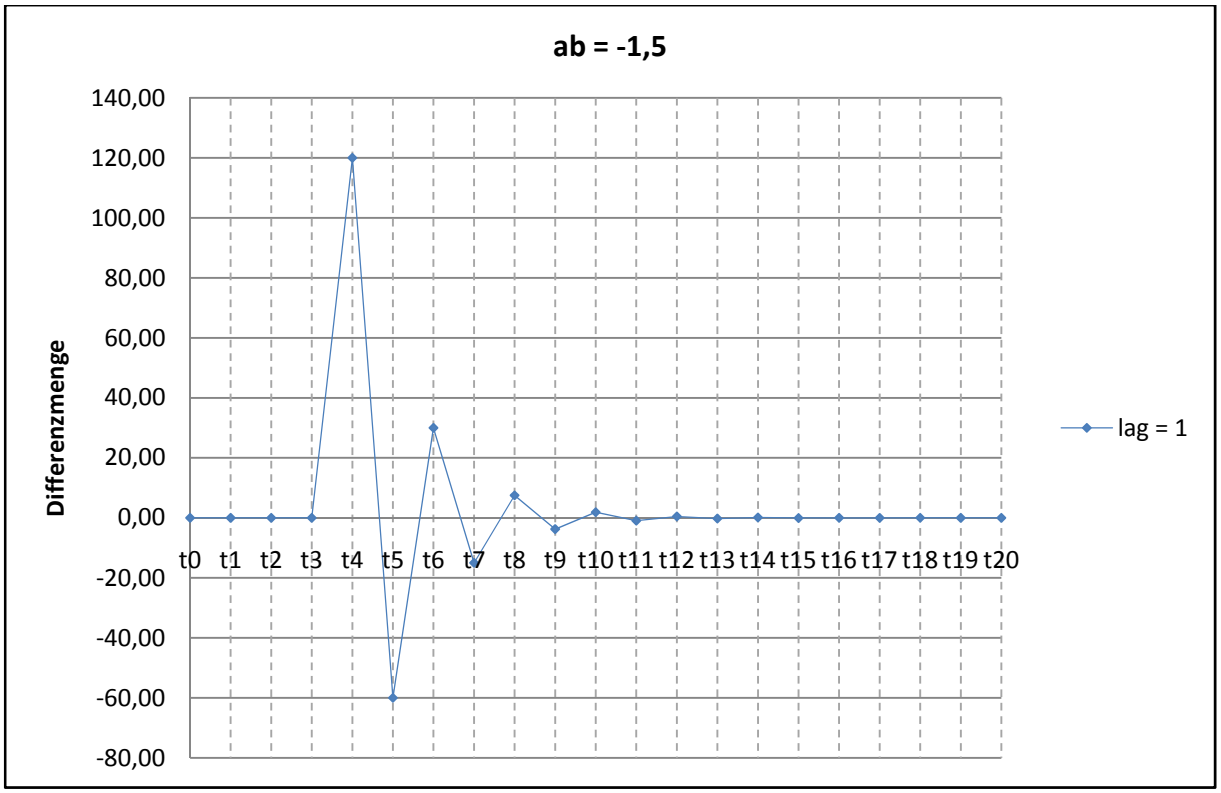

Abbildung 2: Abbau einer Störung mit ab=-1,5 und HWZ=1. Quelle: eigene Darstellung.

In Abbildung 2 ist der Abbau der Störung bei einem Parameterprodukt von $ab = -1{,}5$ dargestellt. Man sieht, dass die Störung aus $t = 4$ in $t = 5$ überkompensiert, aber dennoch absolut um die Hälfte reduziert wurde. Auch hier beträgt die HWZ somit Eins.

Für die Halbwertzeit wird folgende Definition aufgestellt:

Die charakteristische Halbwertzeit (CHWZ) einer Störungserosion ist dann erreicht, wenn eine Ausgangsstörung bei Abwesenheit weiterer exogener Störungen absolut gesehen um die Hälfte abgebaut wurde und das Parameterprodukt im Stabilitätsbereich liegt.

Tabelle 1: Definition der charakteristischen Halbwertzeit (CHWZ). Quelle: eigene Definition.

1 Bestimmung der charakteristischen Halbwertzeit

Im Folgenden soll die Frage beantwortet werden, wie sich die Halbwertzeit einer Störung ermitteln lässt. Hierzu werden drei Wege vorgestellt, mit denen die Halbwertzeit in Abhängigkeit vom Parameterprodukt (ab) und von der Verzögerung (τ) berechnet werden kann:

(1) durch eine analoge Anwendung des Simulationsverfahrens zur Ermittlung der Stabilität eines Regelkreisen verwandt wurde (vgl. Kap. 2.6), (2) über die Lösungsformel für eine geometrische Reihe und (3) über eine Differenzengleichung 1. Ordnung für die Entwicklung von x_t^D.

(1) Bei der analogen Anwendung des Simulationsverfahrens aus Kapitel 2.6 wird ein Marktprozess simuliert und einer einmaligen Störung zu einem beliebigen Zeitpunkt ausgesetzt. Dann wird das Parameterprodukt solange variiert, bis die unausgeglichene Differenzmenge in der nächsten Periode genau um die Hälfte abgebaut wurde. Das Parameterprodukt zu dieser Halbwertzeit (von Eins) wird notiert. Anschließend wird das Parameterprodukt weiter variiert, bis die Hälfte der Störung genau nach zwei Perioden abgebaut ist. Dieses Parameterprodukt ist kennzeichnend für eine Halbwertzeit von Zwei. Dieses Simulationsverfahren kann für beliebig viele Halbwertzeiten und auch für verschiedene „τ"-Fälle durchgeführt werden. Entsprechende Ergebnisse werden im Anschluss an die Schilderung der anderen beiden Verfahren in einer vergleichenden Übersicht dargestellt.

(2) Bei der Ermittlung der Halbwertzeit über eine geometrischen Folge geht man von einer Preis-Differenzmengen-Funktion aus.

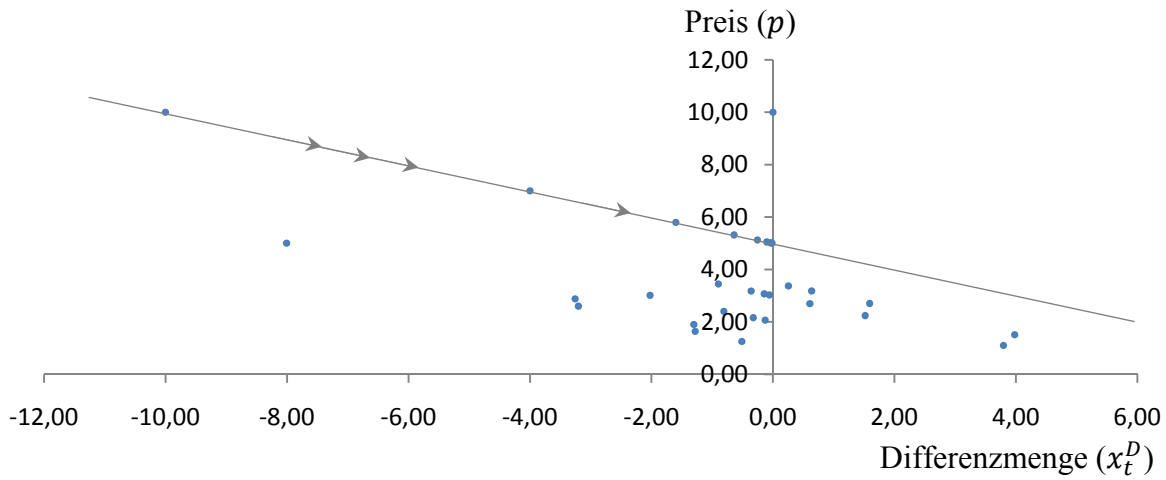

Abbildung 3: Verlauf einer Preis-Differenzmengen-Kombinationen nach einem Schock mit $\tau = 1$, $ab = -0,6$. Quelle: eigene Darstellung.

In Abbildung 3 ist der Verlauf solch einer Preis-Differenzmengen-Funktion dargestellt. Der Beobachtungspunkt mit $x_1^D = -10$ und $p_1 = 10$ entspricht der ersten Beobachtung nach einer Störung. Bis zum nächsten Beobachtungspunkt wird die Störung um 60 Prozent auf $x_2^D = -4$ abgebaut. Anschließend wird die Störung erneut um 60 Prozent abgebaut und hat nun in etwa den Wert $x_3^D = -1{,}6$. Das Verhältnis zweier benachbarter Beobachtungen ist also immer gleich und beträgt hier $\frac{-4}{-10} = \frac{-1{,}6}{-4} = \cdots = 0{,}4$. Dies entspricht $1 - 0{,}6$ oder allgemein $1 - ab$. Wenn zwei Reihenglieder ein konstantes Verhältnis bilden, liegt eine geometrische Reihe vor.[1] Die Lösungsformel hierzu lautet:

$x_t^D = x_1^D \cdot q^t$,

wobei q das Verhältnis zweier benachbarter Glieder beschreibt, x_1^D den Anfangswert und t die Anzahl der Glieder die auf x_1^D folgen (so dass t für x_4^D den Wert 3 hat). In unserem Beispiel ließe sich das vierte Glied der Reihe also z.B. wie folgt berechnen:

$-10 \cdot 0{,}4^3 = -0{,}64$. Die Folge lautet also $-10;\ -4;\ -1{,}6;\ -0{,}64;$ ...

Um hieraus die Halbwertzeit zu bestimmen muss nun einfach dasjenige t bestimmt werden, zu dem $x_t^D = \frac{x_1^D}{2}$ gilt, denn hier wurde ja genau die Hälfte der Störung abgebaut. In dem Beispiel bedeutet dies

$\frac{x_1^D}{2} = x_1^D \cdot q^t$ bzw.

$\frac{-10}{2} = -10 \cdot 0{,}4^t$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2} = 0{,}4^t$

$\Leftrightarrow \ln\frac{1}{2} = t \cdot \ln 0{,}4$

$\Leftrightarrow \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln 0{,}4} = t.$

Es gilt somit die Halbwertzeit

$t = \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln 0{,}4} \approx 0{,}76.$

Die Hälfte der Störung ist also nach 0,76 Perioden abgebaut.

Das Verhältnis zweier benachbarter Glieder wird über das Parameterprodukt bestimmt und lässt sich auch schreiben als: $q = (1 - ab)$. Im Beispiel galt: $0{,}4 = (1 - 0{,}6)$. Beachtet man zusätzlich, dass nach der Definition der Halbwertzeit lediglich der absolute Abstand von der

[1] Eine geometrische Folge liegt nur beim „$\tau = 1$"-Fall vor. Beim „$\tau = 2$"-Fall läge schon keine (reine) geometrische Folge vor, da die Störung nur jede zweite Periode beantwortet würde und das Verhältnis zweier benachbarter Glieder somit nicht konstant wäre.

Nulllinie relevant ist, ergibt sich für die Berechnung der Halbwertzeit über eine geometrische Folge:

$$HWZ_{geo} = \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln(|1-|ab||)}$$

(3) Nun zur Berechnung der Halbwertzeit über die Anwendung der Lösung einer Differenzengleichung für x_t^D, was allerdings nur für den „$\tau = 1$"-Fall möglich ist. Die Ausgangsgleichung[2] hierzu lautet:

$x_t^D = (1+ab)^t \cdot (S_v - S_n)$,

wobei $S_v = 0$ und $S_n = S_1$ gesetzt wird. Der Prozess wird also einer einzelnen Störung in t_1 ausgesetzt.

$\Leftrightarrow x_1^D = (1+ab)^1 \cdot S_1$

$\Leftrightarrow \frac{x_1^D}{2} = \frac{(1+ab)\cdot S_1}{2}$

Einsetzen in die Ausgangsgleichung liefert:

$\frac{(1+ab)\cdot S_1}{2} = (1+ab)^t \cdot S_1$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2} = \frac{(1+ab)^t \cdot S_1}{(1+ab)\cdot S_1} = (1+ab)^{t-1}$

Um die Gleichung nach $(t-1)$ aufzulösen zu können, muss sie logarithmiert werden. Hierbei muss bedacht werden, dass der Ausdruck $(1+ab)$ negativ werden und dass kein Logarithmus aus negativen Zahlen gezogen werden kann. Gleichzeitig ist zu bedenken, dass für die Halbwertzeit nur die *absoluten* Abstände von der Nulllinie von Bedeutung sind. Deshalb wird im Folgenden der Absolutwert $\ln(|1+ab|)$ betrachtet:

$\ln\frac{1}{2} = (t-1)\cdot\ln(|1+ab|)$

$\Leftrightarrow t = \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln(|1+ab|)} + 1$

In dieser Formel wird berechnet, bei welchem t-Wert der Halbwert der Störung aus t_1 erreicht wird. Will man aber die Charakteristische Halbwertzeit berechnen, muss man nun noch bedenken, dass diese Zeitspanne ja nur Differenz zwischen dem Erreichen des Halbwertes

[2] Der Ansatz ist abgeleitet aus den Überlegungen von *Grossekettler* (1985, S. 183-185 und S. 319f.). *Schengber* (1996, S. 203) wählte einen ähnlichen Ansatz zur Berechnung der Halbwertzeit bei der Simulation eines Übermachterosionsprozesses.

und dem Eintritt der Störung in $(t = 1)$ ist. Deshalb muss man den Wert t für dass Erreichen des Halbwertes um 1 vermindern, wenn man die CHWZ berechnen will. Daraus folgt:

$HWZ_{Diff} = \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln(|1+ab|)}$.

Da die ab-Werte negativ sind, wird im Nenner 1 um ab vermindert und kann man auch schreiben:

$$HWZ_{Diff} = \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln(|1+ab|)} = \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln(|1-|ab||)} = HWZ_{geo}$$

Das Verfahren 2 der geometrischen Folge kommt also (wie auch aus der folgenden Übersicht deutlich wird) für den „$\tau = 1$"-Fall zu einer identischen Lösung wie das Verfahren 3 der Differenzengleichung. Das Verfahren 1 ist dabei zwar mathematisch nicht exakt, sondern nur eine Annäherung an den „wahren" Wert, hat aber den Vorteil, dass diese Simulationslösung auch für die „$\tau > 1$"-Fälle möglich ist.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der drei Verfahren für den „$\tau = 1$"-Fall dargestellt. Hierbei wird in der Vorspalte das Parameterprodukt zunächst von 0 bis -0,5 abgetragen. In der zweiten Spalte sind die Ergebnisse der Simulation aufgeführt. Da in der Simulation – wie bereits beschrieben – nur jene Parameterprodukte ermittelt werden, bei denen die Halbwertzeiten ganzzahlig sind, können für die Zwischenwerte von ab nur die Grenzen eines Intervalls für die HWZ angegeben werden (eine lineare Interpolation wäre – wie auch Verfahren 2 und 3 zeigen – falsch). In den Spalten 2 und 3 sind die Ergebnisse der Verfahren 2 und 3 abgetragen. Die Ergebnisse sind – wie ebenfalls bereits beschrieben – erwartungsgemäß identisch. Bei diesen Ergebnissen ist für jedes Parameterprodukt die exakte Halbwertzeit angegeben. Ein Vergleich der exakten Werte aus den Spalten 2 und 3 mit den simulierten Grenzen aus Spalte 1 zeigen eine gute Übereinstimmung.

ab	Verfahren 1 (Simulation)	Verfahren 2 (geometrische Folge)	Verfahren 3 (Differenzengleichung)
0	>8	∞	∞
-0,01	>8	68,97	68,97
-0,02	>8	34,31	34,31
-0,03	>8	22,76	22,76
-0,04	>8	16,98	16,98
-0,05	>8	13,51	13,51
-0,06	>8	11,20	11,20
-0,07	>8	9,55	9,55

-0,08	8	8,31	8,31
-0,09	7-8	7,35	7,35
-0,1	7	6,58	6,58
-0,11	6	5,95	5,95
-0,12	5-6	5,42	5,42
-0,13	5	4,98	4,98
-0,14	4-5	4,60	4,60
-0,15	4-5	4,27	4,27
-0,16	4-5	3,98	3,98
-0,17	4	3,72	3,72
-0,18	3-4	3,49	3,49
-0,19	3-4	3,29	3,29
-0,2	3-4	3,11	3,11
-0,21	3	2,94	2,94
-0,22	2-3	2,79	2,79
-0,23	2-3	2,65	2,65
-0,24	2-3	2,53	2,53
-0,25	2-3	2,41	2,41
-0,26	2-3	2,30	2,30
-0,27	2-3	2,20	2,20
-0,28	2-3	2,11	2,11
-0,29	2	2,02	2,02
-0,3	1-2	1,94	1,94
-0,31	1-2	1,87	1,87
-0,32	1-2	1,80	1,80
-0,33	1-2	1,73	1,73
-0,34	1-2	1,67	1,67
-0,35	1-2	1,61	1,61
-0,36	1-2	1,55	1,55
-0,37	1-2	1,50	1,50
-0,38	1-2	1,45	1,45
-0,39	1-2	1,40	1,40
-0,4	1-2	1,36	1,36
-0,41	1-2	1,31	1,31
-0,42	1-2	1,27	1,27
-0,43	1-2	1,23	1,23
-0,44	1-2	1,20	1,20
-0,45	1-2	1,16	1,16
-0,46	1-2	1,12	1,12
-0,47	1-2	1,09	1,09
-0,48	1-2	1,06	1,06
-0,49	1-2	1,03	1,03
-0,5	1	1,00	1,00

Tabelle 2: Berechnung der Halbwertzeiten für den „τ = 1“-Fall für drei Verfahren mit 0 > ab > -0,5. Quelle: eigene Berechnungen.

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse analog zu Tabelle 2 für Parameterprodukte von -1,5 bis -2 ausgegeben.

ab	Verfahren 1 (Simulation)	Verfahren 2 (geometrische Folge)	Verfahren 3 (Differenzengleichung)
-1,5	1	1,00	1,00
-1,51	1-2	1,03	1,03
-1,52	1-2	1,06	1,06
-1,53	1-2	1,09	1,09
-1,54	1-2	1,12	1,12
-1,55	1-2	1,16	1,16
-1,56	1-2	1,20	1,20
-1,57	1-2	1,23	1,23
-1,58	1-2	1,27	1,27
-1,59	1-2	1,31	1,31
-1,6	1-2	1,36	1,36
-1,61	1-2	1,40	1,40
-1,62	1-2	1,45	1,45
-1,63	1-2	1,50	1,50
-1,64	1-2	1,55	1,55
-1,65	1-2	1,61	1,61
-1,66	1-2	1,67	1,67
-1,67	1-2	1,73	1,73
-1,68	1-2	1,80	1,80
-1,69	1-2	1,87	1,87
-1,7	1-2	1,94	1,94
-1,71	2	2,02	2,02
-1,72	2-3	2,11	2,11
-1,73	2-3	2,20	2,20
-1,74	2-3	2,30	2,30
-1,75	2-3	2,41	2,41
-1,76	2-3	2,53	2,53
-1,77	2-3	2,65	2,65
-1,78	2-3	2,79	2,79
-1,79	3	2,94	2,94
-1,8	3-4	3,11	3,11
-1,81	3-4	3,29	3,29
-1,82	3-4	3,49	3,49
-1,83	3-4	3,72	3,72
-1,84	4	3,98	3,98
-1,85	4-5	4,27	4,27
-1,86	4-5	4,60	4,60
-1,87	5	4,98	4,98
-1,88	5-6	5,42	5,42
-1,89	6	5,95	5,95
-1,9	7	6,58	6,58
-1,91	8	7,35	7,35
-1,92	>8	8,31	8,31
-1,93	>8	9,55	9,55
-1,94	>8	11,20	11,20

-1,95	>8	13,51	13,51
-1,96	>8	16,98	16,98
-1,97	>8	22,76	22,76
-1,98	>8	34,31	34,31
-1,99	>8	68,97	68,97
-2	>8	∞	∞

Tabelle 3: Berechnung der Halbwertzeiten für den „$\tau = 1$"-Fall für drei Verfahren mit -1,5 > ab > -2. Quelle: eigene Berechnungen.

In Abbildung 4 sind die aus Tabelle 2 und Tabelle 3 berechneten Werte (ergänzt um Werte für ab zwischen -0,5 und -1,5) dargestellt. Die Kurve zeigt hierbei das Ergebnis der Verfahren 2 und 3, die Rauten zeigen die aus der Simulation gewonnenen Ergebnisse (Verfahren 1). Auch aus dieser Darstellung wird deutlich, dass die aus der Simulation gewonnenen Ergebnisse mit den exakten Werten gut übereinstimmen.

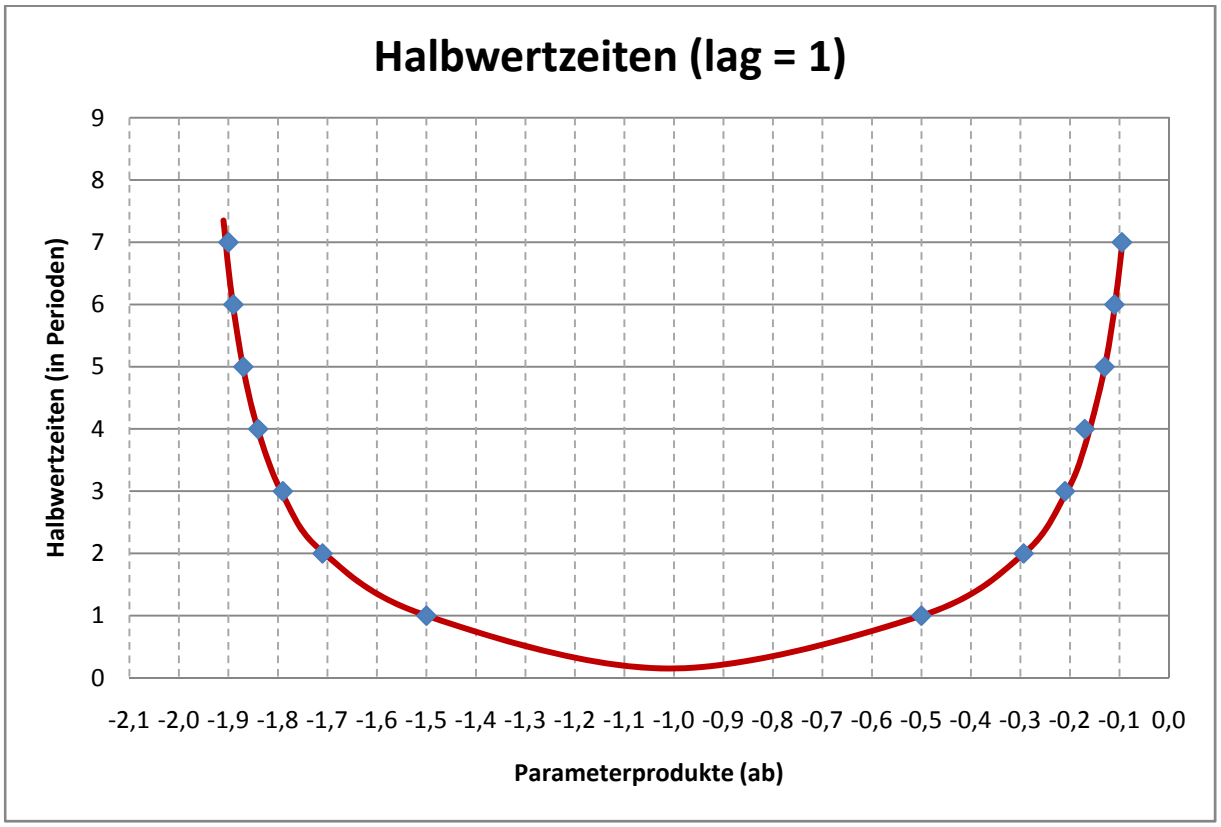

Abbildung 4: Halbwertzeiten in Abhängigkeit vom Parameterprodukt. Quelle: eigene Darstellung.

In der folgenden Tabelle 4 sind die Ergebnisse einer Simulation (gemäß Verfahren 1) für $\tau = 1, \dots, 8$ dargestellt.[3] In der Vorspalte sind die ab-Werte von 0 bis -2 abgetragen, wobei

[3] Theoretisch kann es – wie bereits in Kapitel 2.6 erläutert – auch zu einem „$\tau = 0$"-Fall kommen, wenn die Reaktion beispielsweise noch im gleichen Quartal stattfindet und eine Messung von x_t^D lediglich auf Quartalsdaten beruht. Doch auch bei einem solchen scheinbar interdependenten Fall findet eine Preisänderung zeitlich nach einer unausgeglichenen Differenzmenge statt. Es handelt sich also um einen rekursiven

kleinere Bereiche, aus denen keine neuen Erkenntnisse hervorgingen, zusammengefasst wurden. In der zweiten Spalte sind die bereits aus Tabelle 2 und Tabelle 3 bekannten Ergebnisse für den „$\tau = 1$“-Fall dargestellt. In den Spalten rechts davon sind zusätzlich die Ergebnisse der für die Halbwertzeiten für $\tau = 2, \dots, 8$ aufgeführt. Die Tabelle ist so angelegt, dass zu den jeweils ermittelten ab- und τ-Werten die zugehörige Halbwertzeit abgelesen werden kann. Auf dieser Grundlage kann dann für den Untersuchungsmarkt eine Aussage über die charakteristische Halbwertzeit (CHWZ) gemacht werden. Hierauf wird später noch eingegangen. Generell sind nur Parameterprodukte aufgenommen worden, die sich innerhalb des Stabilitätsbereichs befinden, da nur solche in der Lage sind, eine Störung auszuregulieren, und damit auch über einen Halbwert verfügen. Die Stabilitätsgrenze (Stab-Grenze) kennzeichnet hier den Übergang zum instabilen Bereich (*i*).

ab	$\tau = 1$	$\tau = 2$	$\tau = 3$	$\tau = 4$	$\tau = 5$	$\tau = 6$	$\tau = 7$	$\tau = 8$
0 bis -0,07	>8	>8	>8	>8	>8	>8	>8	>8
-0,08	**8**	>8	>8	>8	>8	>8	>8	>8
-0,09	7-8	**8**	**8**	>8	>8	>8	>8	>8
-0,1	**7**	**7**	7-8	**8**	>8	>8	>8	>8
-0,11	**6**	6-7	7	7-8	>8	>8	>8	>8
-0,12	5-6	**6**	6-7	7	**8**	>8	>8	>8
-0,13	**5**	5-6	**6**	6-7	7-8	>8	>8	>8
-0,14	4-5	**5**	5-6	6-7	7-8	>8	>8	>8
-0,15	4-5	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	>8	>8
-0,16	4-5	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	>8	>8
-0,17	**4**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	>8	>8
-0,18	3-4	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	>8
-0,19	3-4	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	>8
-0,2	3-4	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	Stab-Grenze
-0,21	**3**	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	*i*
-0,22	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	*i*
-0,23	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8	*i*
-0,24	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	Stab-Grenze	*i*
-0,25	2-3	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	*i*	*i*
-0,26	2-3	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	*i*	*i*
-0,27	2-3	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	*i*	*i*
-0,28	2-3	2-3	3-4	4-5	5-6	Stab-Grenze	*i*	*i*
-0,29	**2**	2-3	3-4	4-5	5-6	*i*	*i*	*i*

Zusammenhang, der lediglich messtechnisch maskiert wird. Alternativerklärungen wären eine spekulative Preissetzung auf Basis erwarteter x_t^D-Werte oder eine börsennotierte Preissetzung.

-0,3	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	*i*	*i*	*i*
-0,31	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	*i*	*i*	*i*
-0,32	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	*i*	*i*	*i*
-0,33	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	*i*	*i*	*i*
-0,34	1-2	2-3	3-4	4-5	Stab-Grenze	*i*	*i*	*i*
-0,35 bis -0,43	1-2	2-3	3-4	4-5	*i*	*i*	*i*	*i*
-0,44	1-2	2-3	3-4	Stab-Grenze	*i*	*i*	*i*	*i*
-0,45 bis -0,49	1-2	2-3	3-4	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-0,5 bis -0,6	1	2	3	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-0,61	1	2	Stab-Grenze	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-0,62 bis -0,99	1	2	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1	1	Stab-Grenze	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,01 bis -1,49	1	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,5	1	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,51 bis -1,69	1-2	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,7	1-2	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,71	2	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,72 bis -1,78	2-3	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,79	3	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,8	3-4	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,81	3-4	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,82	3-4	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,83	3-4	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,84	4	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,85	4-5	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,86	4-5	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,87	5	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,88	5-6	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,89	6	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-1,9 bis -1,99	7	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*
-2	Stab-Grenze	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*	*i*

Tabelle 4: Halbwertzeiten in Abhängigkeit verschiedener Parameterprodukte (ab) und Lags (τ). Quelle: Berechnung aus eigener Simulation.

In Abbildung 5 sind die Ergebnisse aus Tabelle 4 grafisch dargestellt. Hierbei wird zunächst deutlich, dass nur der „$\tau = 1$“-Fall in der Lage ist eine Halbwertzeit von 1 zu erreichen. Dies liegt daran, dass es bei höheren τ-Werten ja erst nach τ-Perioden zu einer Reaktion des Prozesses kommt. Die Halbwertzeit kann also dabei auch unter optimalen Bedingungen nicht kleiner als τ werden. Weiterhin lässt sich eine Annäherung der Parameterprodukte bei höheren Halbwertzeiten erkennen (hier somit links oben). Je mehr sich ab dem Grenzwert

Null annähert und je höher τ, desto enger wird das Stabilitätsintervall und desto mehr nähern sich die „HWZ-Kurven“ deshalb aneinander an.

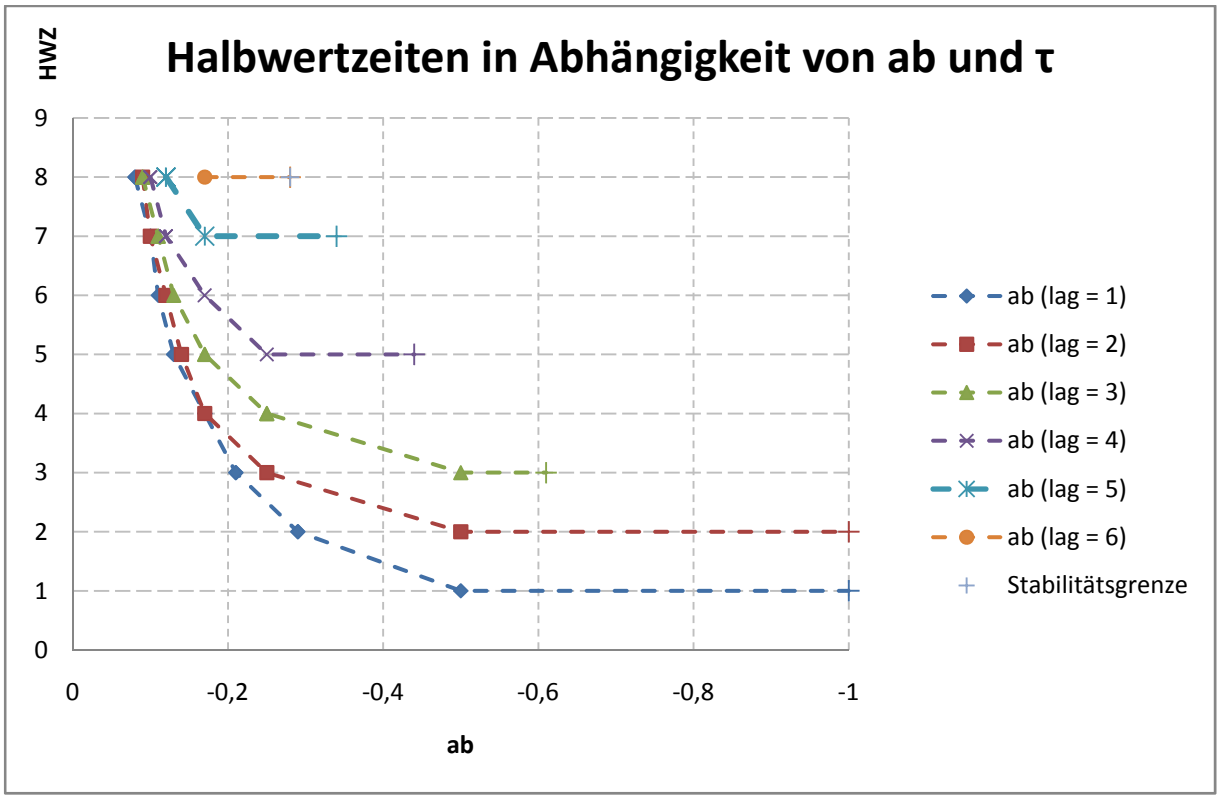

Abbildung 5: Halbwertzeiten in Abhängigkeit verschiedener Parameterprodukte (ab) und Lags (τ). Quelle: Darstellung aus eigener Simulation.

2 Vergleich der charakteristischen Halbwertzeit mit tatsächlicher Störungserosion auf Märkten des Verarbeitenden Gewerbes

Auf realen Märkten wird die Ausregulierung einer größeren Gleichgewichtsstörung meist durch das Auftreten weiterer exogener Störungen überlagert. Der tatsächliche Halbwert einer größeren Störung unterscheidet sich deshalb i.d.R. von der charakteristischen Halbwertzeit, die ja ex definitione die Abwesenheit von Folgestörungen voraussetzt. Es muss somit ein Verfahren entwickelt werden, um die tatsächliche Halbwertzeit zumindest näherungsweise zu messen. Hierzu werden lediglich solche Störungen betrachtet, die eine besonders hohe Anforderung an den Marktprozess stellen. Wie in Kapitel 2.3 dargestellt wurde, gilt eine Zeitreihe gerade dann noch als nullstationär, wenn sie einen konstanten Erwartungswert aufweist, der (absolut) geringer ist als die Standardabweichung der Zeitreihe. Als „groß“ werden im Folgenden deshalb nur Störungen betrachtet, die außerhalb des 2-σ-Bereichs liegen.

In Abbildung 6 ist der Verlauf der Differenzmenge der Elektrotechnischen Industrie dargestellt. Die horizontal gestrichelten Linien markieren den 2-σ-Bereich. Schwarze Punkte kennzeichnen die analyserelevanten Ausschläge (Peaks), von denen aus im Folgenden gemessen wird, wie lange es dauert, bis die Hälfte der Störung abgebaut wurde. Daraus ergibt sich für die Elektrotechnische Industrie folgende durchschnittliche gemessene Halbwertzeit (GHWZ):

$$GHWZ_{Elektro} = \frac{1 + 4 + 2 + 7 + 3 + 7}{6} = 4{,}00$$

Es dauert demnach durchschnittlich 4 Quartale bis eine Störung zur Hälfte abgebaut wurde.

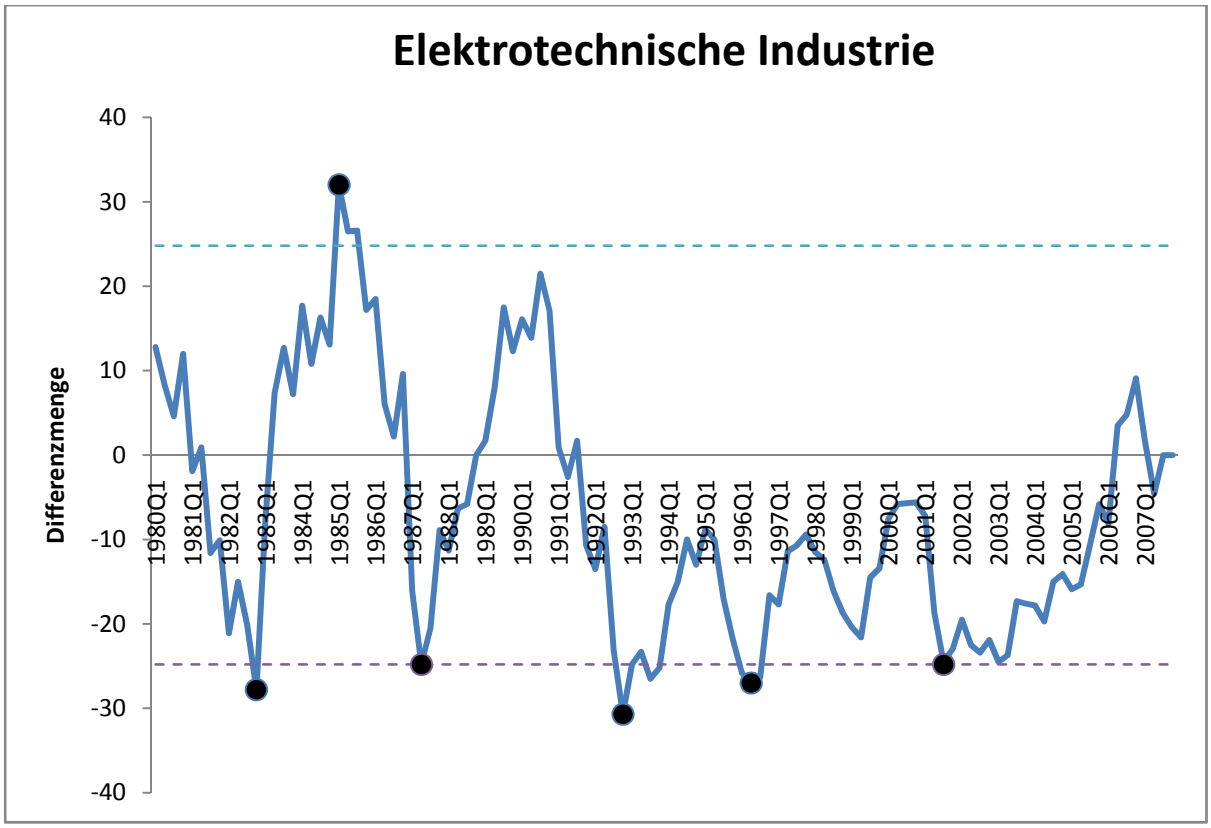

Abbildung 6: Ermittlung der GHWZ bei der Elektrotechnischen Industrie über Peaks (schwarze Punkte) außerhalb des 2-Sigma-Bereichs. Quelle: eigene Darstellung.

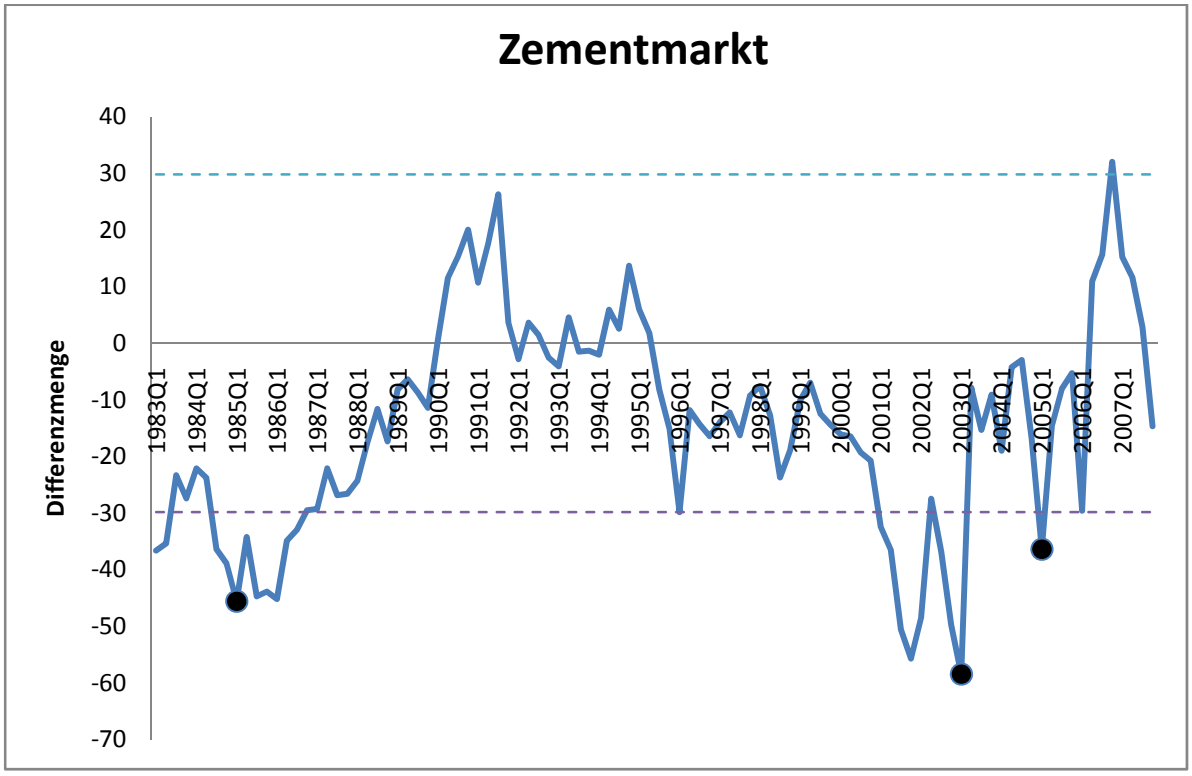

Abbildung 7: Ermittlung der GHWZ auf dem Zementmarkt über Peaks (schwarze Punkte) außerhalb des 2-Sigma-Bereichs. Quelle: eigene Darstellung.

In Abbildung 7 ist der Verlauf der Differenzmenge des Zementmarktes dargestellt. Die horizontal gestrichelten Linien markieren ebenfalls den 2-Sigma-Bereich. In der Abbildung sieht man, dass nur drei Peaks (gekennzeichnet durch Schwarze Punkte) vorliegen. Für den Zementmarkt liegt folgende durchschnittliche gemessene Halbwertzeit (GHWZ) vor:

$$GHWZ_{Zement} = \frac{7 + 1 + 1}{3} = 3{,}00$$

Es dauert demnach auf dem Zementmarkt durchschnittlich 3 Quartale bis eine Störung zur Hälfte abgebaut wurde.

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der GHWZ analog zum Vorgehen bei der Elektrotechnischen Industrie und beim Zementmarkt dargestellt. Die geringste GHWZ wurde bei der Mineralölverarbeitung gemessen und lag bei durchschnittlich 1,56 Quartalen. Die höchste GHWZ wurde beim Textilgewerbe mit durchschnittlich 19 Quartalen gemessen. Die zuletzt genannte Industrie stellt allerdings eine Ausnahme dar, weil ihr Kernprozess nicht funktionsfähig ist.

Nr	Industrie	GHWZ	CHWZ Kernprozess	$(ab)^K$	τ^K	CHWZ Global-prozess	a^G	τ^G
1	Bekleidungsgewerbe	4,80	8	-0,05	2	4-5	-0,19	3
2	Chemische Industrie	2,22	5,42	-0,12	1	3	-0,25	2
3	Druckgewerbe	4,00	*(fehlt, da ab>0)*	0,04	3	2,79	-0,22	1
4	Ernährungsgewerbe	3,16	7	-0,1	1	1,8	-0,32	1
5	Glasgewerbe	5,75	*(fehlt, da ab>0)*	0,01	2	5	-0,14	2
6	Gummi- und Kunststoff	6,20	8	-0,05	1	2-3	-0,28	2
7	Herst. von Metallerzeug.	4,63	------	------	2	6-7	-0,16	4
8	Holzgewerbe	4,80	7,5	-0,09	1	6-7	-0,18	5
9	Ledergewerbe	4,43	8	-0,04	5	2,2	-0,27	1
10	Maschinenbau	4,75	8	-0,06	4	7	-0,17	5
11	Metallbearbeitung	2,40	3,11	-0,2	1	2-3	-0,31	2
12	Mineralölverarbeitung	1,56	-----	------	8	2,43	-0,24	1
13	Papiergewerbe	6,00	8	-0,01	1	3-4	-0,23	2
14	Tabakverarbeitung	2,67	-----	------	3	1,67	-0,34	1
15	Textilgewerbe	19,00	-----	------	2	7	-0,12	4
16	Automobilindustrie	2,83	6-7	-0,12	3	6	-0,17	4
17	Elektrotechnische	4,00	8	-0,05	5	7-8	-0,16	5
18	Zementmarkt	3,00	8	-0,08	3	3,49	-0,18	1

Tabelle 5: Vergleich von charakteristischen- und gemessenen Halbwertzeiten. Quelle: eigene Berechnungen.

Weiterhin kann in Tabelle 5 festgestellt werden, dass die charakteristischen Halbwertzeiten (CHWZ, abgelesen aus Tabelle 3 und Tabelle 4, in Abhängigkeit vom Parameterprodukt

$(ab)^K$ und der Verzögerung τ^K) die GHWZten deutlich überschreiten. Eine Regression hierzu ergibt:

$GHWZ_{Industrien} = 0{,}58^{***}\ CHWZ_{Industrien}$

Das Verhältnis GHWZ zu CHWZ beträgt etwa 0,58. Über die betrachteten Industrien kann also die Aussage getroffen werden, dass die aus den Parametern des Kernprozesses ermittelten charakteristischen Halbwertzeiten die gemessene Halbwertzeit nicht vollständig erklären. Ein Grund hierfür ist, dass noch andere Faktoren zum Ausgleich beitragen. Diese Faktoren werden im Globalprozess mit berücksichtigt. Die lässt sich auch aus den Ergebnissen der Berechnungen zu den Halbwertzeiten entnehmen. Die CHWZ beim Globalprozess liefert demnach im Durchschnitt eine gute Erfassung der GHWZ, eine Regression hierzu liefert folgenden Zusammenhang:

$GHWZ_{Industrie} = 1{,}08^{***}\ CHWZ_{Industrie}$

Demnach liefern die charakteristischen Halbwertzeiten des Globalprozesses eine gute Annäherung für die tatsächlich gemessenen Halbwertzeiten und müssen lediglich geringfügig angepasst werden.

Die für eine Analyse gewonnene CHWZ des Globalprozesses muss also leicht korrigiert werden. Dies wird auch in Tabelle 6 deutlich, in der neben der CHWZ des Globalprozesses auch die korrigierte CHWZ und die Differenz zur HWZ dargestellt ist.

Nr	Industrie	CHWZ Globalprozess	CHWZ korrigiert	Differenz zu GHWZ[4]
1	Bekleidungsgewerbe	4-5	4,86	-0,06
2	Chemische Industrie	3	3,24	-0,94
3	Druckgewerbe	2,79	3,01	0,91
4	Ernäherungsgewerbe	1,8	1,94	1,13
5	Glasgewerbe	5	5,40	0,32
6	Gummi- und Kunststoff	2-3	2,70	3,24
7	Herst. von Metallerzeug.	6-7	7,02	-2,21
8	Holzgewerbe	6-7	7,02	-2,06
9	Ledergewerbe	2,2	2,38	1,90
10	Maschinenbau	7	7,56	-2,60
11	Metallbearbeitung	2-3	2,70	-0,28
12	Mineralölverarbeitung	2,43	2,62	-0,99
13	Papiergewerbe	3-4	3,78	2,06
14	Tabakverarbeitung	1,67	1,80	0,80
15	Textilgewerbe	7	7,56	10,59
16	Automobilindustrie	6	6,48	-3,38
17	Elektrotechnische	7-8	8,10	-3,80

[4] $Differenz = CHWZ \cdot 1{,}08 - GHWZ.$

18	Zementmarkt	3,49	3,77	-0,71

Tabelle 6: Berechnung der korrigierten Differenz. Quelle: eigene Berechnung.

Die Differenz von korrigierter CHWZ und GHWZ (für 18 Industrien) ist auch in Abbildung 8 dargestellt. Man kann sehen, dass (mit Ausnahme des Textilgewerbes) eine gute Annäherung der CHWZ an die GHWZ erreicht wird.

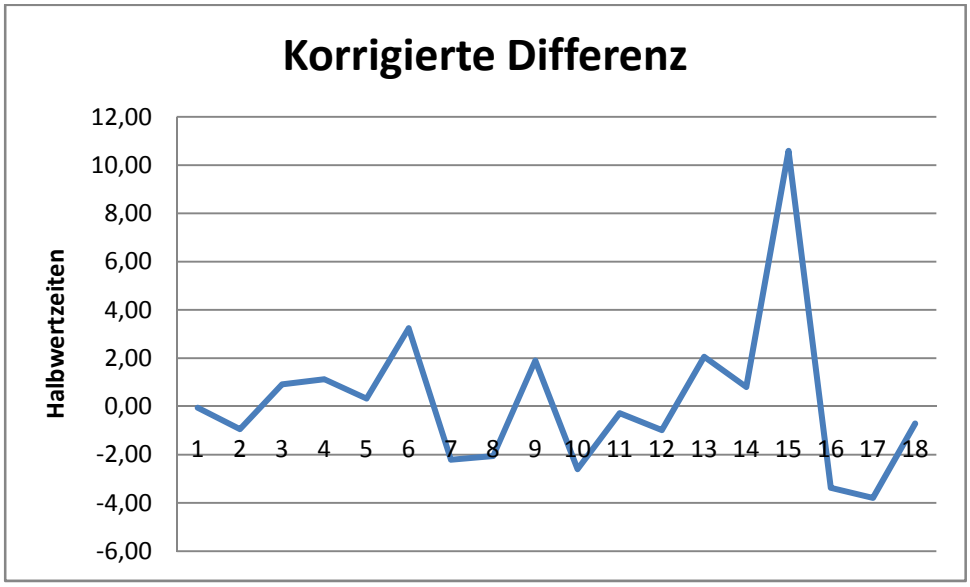

Abbildung 8: Darstellung der Differenz von korrigierter CHWZ und GHWZ. Quelle: eigene Darstellung.

3 Prognose einer Störungserosion

Mit der CHWZ wird gleichzeitig ein Instrument geliefert, das für die Prognose der Erosion einer größeren Störung eingesetzt werden kann. Hierzu wartet man, bis auf dem Untersuchungsmarkt am aktuellen Datenrand der 2-σ-Bereich erreicht oder überschritten wird. Anschließend prognostiziert man den wahrscheinlichen Störungspeak und dessen Halbwert gemäß korrigierter CHWZ mit Hilfe der Operationen, die in der folgenden Tabelle aufgeführt werden.

Für eine Prognose müssen folgende Schritte zur Vorbereitung durchgeführt werden:

1. Bestimmung der Standardabweichung der Zeitreihe.
2. Identifikation aller Überschreitungen der 2-Sigma-Grenze.
3. Messen der Dauer, die ein Prozess nach Überschreiten der 2-Sigma-Grenze durchschnittlich bis zum Peak braucht.
4. Berechnung der durchschnittlichen Zuwächse pro Zeitpunkt nach Austritt aus dem 2-

Sigma-Bereich, bis zum Peak. Im Anschluss kann die Prognose des Störungspeaks durchgeführt werden: 5. Prognose des Peaks aus über die berechneten Werte aus Punkt 3 und 4. Ausgehen von diesem Peak kann dann noch der Halbwert des Abbaus prognostiziert werden. 6. Prognose der HWZ über die korrigierte CHWZ. 7. Bestimmung des prognostizierten Störungsabbaus bei Punkt 6 über die Hälfte des Prognose-Peaks aus Punkt 5.

Tabelle 7: Ablaufschema zur Durchführung einer Prognose. Quelle: eigene Aufstellung.

Im Folgenden soll auf Basis des Ablaufschemas aus Tabelle 7 eine Ex-Post-Prognose durchgeführt werden. Hierzu werden die Zeitreihen der 18 Industrien des Verarbeitenden Gewerbes bis zu der Stelle verkürzt, bei der eine Reihe das letzte Mal den 2-Sigma-Bereich überschreitet. Für alle Zeitreihen, bei denen das der Fall war, werden dann zunächst die Rückkopplungsparameter des Globalprozesses aus der verkürzten Reihe neu bestimmt (also die Verzögerung τ und der Rückkopplungsparameter a^G). Hierzu wird dann die entsprechende CHWZ aus Tabelle 4 abgelesen und anschließend mit dem Faktor 1,08 korrigiert. Im Anschluss wird das Ablaufschema aus Tabelle 7 durchlaufen und abschließend das Ergebnis der Prognose des Halbwertes mit dem tatsächlichen Wert (der ja bekannt ist) verglichen.

Die Ergebnisse dieser Ex-Post-Prognose, bei der so getan wird, als kenne man die reale Entwicklung der Reihe nicht, sind in Tabelle 8 aufgeführt. In der Abbildung 9 ist eine solche Prognose beispielhaft für die Elektrotechnische Industrie dargestellt. XD bezeichnet dabei die Werte der Differenzmenge, die mit in die Prognose eingegangen sind. XD(original) deutet jene Werte an, die die Differenzmenge tatsächlich angenommen hat. Die Raute zeigt den prognostizierten Peak an, der sich augenscheinlich in der Nähe des wahren Wertes befindet und das Dreieck zeigt den Prognose-Halbwert an, der offensichtlich ebenfalls eine gute Schätzung darstellt. In Abbildung 10 befindet sich eine analoge Darstellung für den Zementmarkt.

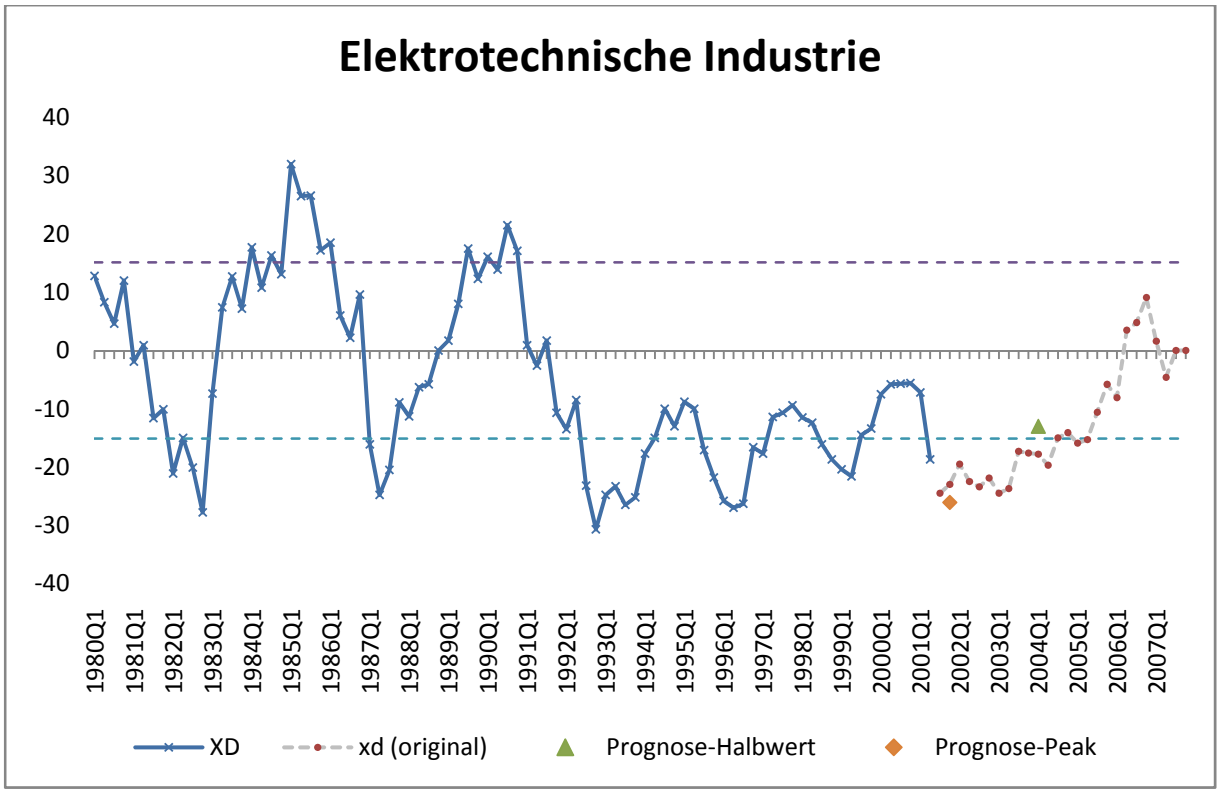

Abbildung 9: Prognostizierter Störungsverlauf bei der Elektrotechnischen Industrie. Quelle: eigene Darstellung.

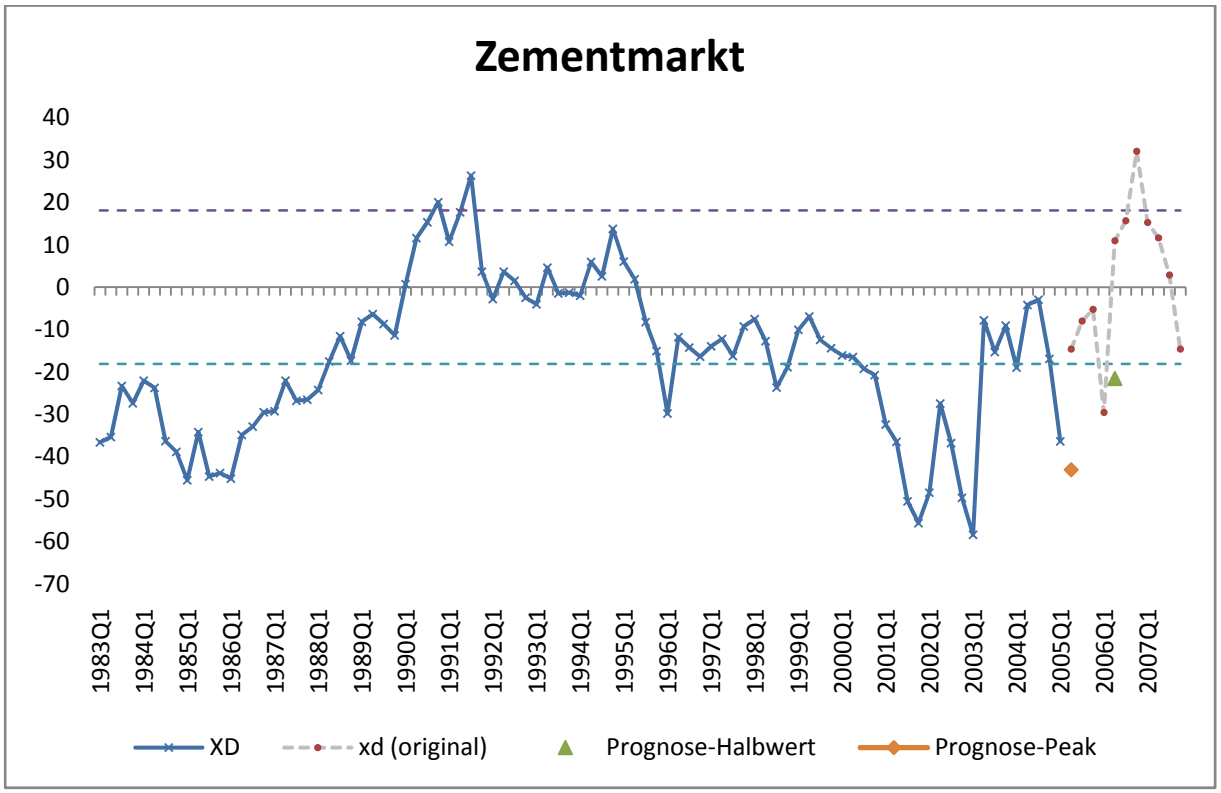

Abbildung 10: Prognostizierter Störungsverlauf beim Zementmarkt. Quelle: eigene Darstellung.

Nr	Industrie	τ	a^G	p	korrigierte $CHWZ^G$	Prognose-Peak (φ_{Peak})[5]	Tatsächlicher Peak[6]	Prognose-Halbwert (φ_{HW})	Differenz von φ_{HW} zu tatsächl. Wert	$\sigma(x_t^D)$
1	Bekleidungsgewerbe	3	-0,17	< 0,01	5,4	-67,16 (6)	-60,13 (12)	-33,58	16,65	13,54
2	Chemische Industrie	2	-0,26	< 0,01	2,7	-13,02 (2)	-16,39 (1)	-6,51	0,38	14,46
3	Druckgewerbe	1	-0,20	< 0,01	3,78	-11,65 (4)	-12,23 (6)	-5,83	5,43	4,26
4	Ernährungsgewerbe	1	-0,31	< 0,01	1,62	-17,96 (3)	-7,44 (1)	-8,98	-5,79	5,70
5	Glasgewerbe	2	-0,13	< 0,01	5,94	-42,33 (3)	-44,18 (3)	-21,17	-8,63	17,16
6	Gummi- und Kunststoff	2	-0,29	0,05	2,7	-26,38 (2)	-16,78 (1)	-13,19	-3,12	13,09
7	Herst. von Metallerzeug.	4	-0,15	< 0,01	7,02	-30,24 (4)	-32,37 (9)	-15,12	11,76	9,56
8	Holzgewerbe	3	-0,15	< 0,01	5,94	-92,86 (8)[7]	------	-46,43	------	16,23
9	Ledergewerbe	1	-0,31	< 0,01	1,62	-81,80 (8)	-51,90 (8)	-40,9	4,78	14,09
10	Maschinenbau	5	-0,17	< 0,01	7,56	-30,73 (2)	-17,26 (2)	-15,37	-24,69	15,99
11	Metallbearbeitung	2	-0,33	< 0,01	2,7	-70,68 (3)	-51,90 (7)	-35,34	-2,84	18,83
12	Mineralölverarbeitung	1	-0,24	< 0,01	2,7	-22,63 (1)	-22,63 (1)	-11,32	-4,73	21,10
13	Papiergewerbe	2	-0,25	< 0,01	3,24	-35,86 (4)	-39,68 (11)	-17,93	9,52	10,44
14	Tabakverarbeitung	1	-0,32	< 0,01	1,62	21,27 (2)	34,28 (2)	10,64	-7,39	9,98
15	Textilgewerbe	4	-0,11	< 0,01	8,1	------[8]	------	------	------	13,48
16	Automobilindustrie	4	-0,17	< 0,01	6,48	-42,30 (2)	-26,4 (2)	-21,15	-11,35	25,05
17	Elektrotechnische	5	-0.18	< 0,01	7,02	-26,07 (2)	-24,5 (1)	-13,04	4,76	15,12
18	Zementmarkt	1	-0,15	0,01	4,86	-43,08 (1)	-36,39 (1)	-21,54	-32,5	18,11

Tabelle 8: Parameter des Globalprozesses bei verkürzten Zeitreihen und Differenz des Prognosewertes zum tatsächlichen Wert. Quelle: eigene Berechnungen.

[5] Werte in Klammern beschreiben den prognostizierten Zeitraum bis zum Erreichen des Peaks. Die Angabe „-67,16 (6)“ bedeutet also z.B.: In 6 Quartalen wird ein Peak von -67,16 erwartet.

[6] Werte in Klammern beschreiben den tatsächlichen Zeitraum vom Überschreiten der 2-Sigma-Grenze bis zum Erreichen des Peaks. Die Angabe „-60,13 (12)“ heißt also z.B.: Nach 12 Quartalen wurde ein Peak von -60,13 beobachtet.

[7] Erwartet für 3. Quartal 2009.

[8] Keine Prognose möglich, da alle vorhanden Werte außerhalb des 2-Sigma-Bereichs liegen.

Die Ergebnisse aus Tabelle 8 zeigen, dass die Prognose insgesamt gute Werte liefert. Hervorzuheben ist dabei, dass die Annahme von im Zeitablauf annähernd konstanten τ und ab-Werten bestätigt wurde: Ein Vergleich von bisher gewonnenen Parameterwerten zeigt, dass die Parameterwerte bei der verkürzten und der tatsächlichen Zeitreihe nahezu identisch sind.

Doch auch die Gesamtprognose liefert – wie gesagt – gute Ergebnisse. So liegen die prognostizierten Peaks und die tatsächlichen Peaks oft nicht weit auseinander, und die Höhe der Peaks wird befriedigend geschätzt. Beispielsweise beträgt der geschätzte Peak beim Glasgewerbe -42,33 und wird, ausgehend vom Überschreiten der 2-Sigma-Grenze, in 3 Quartalen erwartet. Der tatsächliche Peak hat eine Höhe von -44,18 und tritt nach 3 Quartalen auf. Bei den restlichen Industrien liegt der prognostizierte Peak mit Ausnahme des Bekleidungsgewerbes (Abweichung: 6 Quartale) und der Herstellung von Metallerzeugnissen (Abweichung: 5 Quartale) offensichtlich zumindest in der Nähe des wahren Peaks.

Der über die korrigierten CHWZten prognostizierte Störungsabbau kann ebenfalls recht gut vorhergesagt werden. Es entstehen zwar teilweise größere Differenzen des prognostizierten Halbwerts (φ_{HW}) zum tatsächlichen Halbwert dieser Störung; dennoch zeigt ein Vergleich dieser Differenzen mit der Standardabweichung der Reihe selbst, dass die Prognosedifferenz oftmals unterhalb der natürlichen Streuung verbleibt. Dies wird auch durch Abbildung 11 bestätigt.

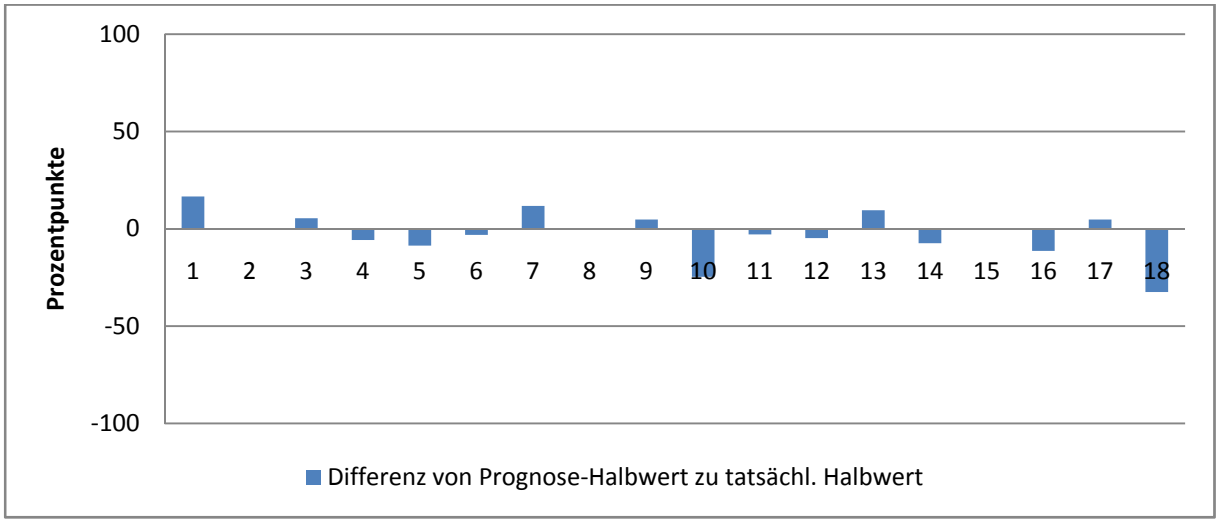

Abbildung 11: Differenz des prognostizierten Halbwerts zum tatsächlichen Halbwert für 16 Industrien des Verarbeitenden Gewerbes. Quelle: eigene Darstellung.

4 Prognosefehler und Validierung

Die Halbwertprognosen sind bedingte Prognosen, die auf zwei Annahmen beruhen: (1) der empirisch bewährten Hypothese, dass die CHWZ-Werte und ihre Bestimmungsfaktoren Quasikonstante sind, und (2) der Annahme, dass die Verteilung der exogenen Störungen größeren Ausmaßes ebenfalls in etwa konstant ist. Dass diese Annahmen weitgehend erfüllt sind ist offensichtlich, gleichwohl ergeben sich Prognosefehler. Zu ihrer Beurteilung stehen verschiedene Maße zur Verfügung.[9]

Im Folgenden Dabei bezeichnen P_j die Prognosewerte, R_j die Ist-Werte, j die Anzahl der Prognose-Ist-Wert-Differenzen, die in die Prognose eingeflossen sind, und σ die Standardabweichung der ursprünglichen Beobachtungen mit n als Anzahl der Beobachtungen. Man kann folgende Fehlermaße unterscheiden:

1. Der durchschnittliche Prognosefehler: $DF = \left(\frac{1}{j}\right)\sum(P - R)$

Der durchschnittliche Prognosefehler (DF) gibt die mit $\frac{1}{j}$ gewichtete Summe der Abweichungen des Prognosewertes vom Istwert an. Es kann allerdings bei mehreren Prognosewerten dazu kommen, dass sich positive und negative Werte kompensieren, so dass die Summe der Einzeldifferenzwerte keine Schlussfolgerung mehr zulässt. DF beträgt Null, wenn Die Prognose mit den Istwerten übereinstimmt. Bei einer Prognose der Differenzmenge des M-Prozesses kann das Maß interpretiert werden als durchschnittlicher Bewertungsprozentpunkte-Irrtum.

2. Der durchschnittliche absolute Fehler: $DAF = \left(\frac{1}{j}\right)\sum|P - R|$

Der durchschnittliche absolute Fehler (DAF) führt dazu, dass sich positive und negative Abweichungen nicht mehr kompensieren können. DAF beträgt Null, wenn die Prognose mit den Istwerten übereinstimmt. Bei einer Prognose der Differenzmenge des M-Prozesses kann das Maß ebenfalls als durchschnittlicher Bewertungsprozentpunkte-Irrtum interpretiert werden.

3. Der durchschnittliche quadratische Fehler: $DQF = \left(\frac{1}{j}\right)\sum(P - R)^2$

Der durchschnittliche quadratische Fehler (DQF) führt, wie der DAF zu keiner Abweichungskompensation. Allerdings werden hierbei große Fehler durch Quadrieren stärker gewichtet als kleine Fehler. DQF beträgt Null, wenn die Prognose mit den Istwerten übereinstimmt. Bei einer Prognose der Differenzmenge des M-Prozesses kann das Maß

[9] Vgl. *Grömling* (2005, S. 3-5).

allerdings nur noch als quadrierter durchschnittlicher Bewertungsprozentpunkte-Irrtum interpretiert werden.

4. Der standardisierte Prognosefehler: $$SPF = 100 \cdot \frac{\left(\frac{1}{j}\right)\sum|P-R|}{\sigma}$$

Der Standardisierte Prognosefehler (SPF) berücksichtigt die Schwankungsanfälligkeit des Marktprozesses. Handelt es sich um einen Marktprozess, der selbst stark schwankt, besteht ein größeres Prognoserisiko und damit die Gefahr von Prognosefehlern. Ein Prognosefehler gilt demnach bei einer hohen Standardabweichung des Prozesses als gering, da der Irrtum über die Schwankung des Prozesses selbst relativiert wird. SPF beträgt Null, wenn die Prognose mit den Istwerten übereinstimmt. SPF entspricht DAF, wenn die Standardabweichung 100 (Prozent) beträgt.

In Abbildung 12 sind die prognostizierten Werte für die Industrien des Verarbeitenden Gewerbes dargestellt. Die Linie markiert Werte, bei den Prognose und Realität exakt übereinstimmen.

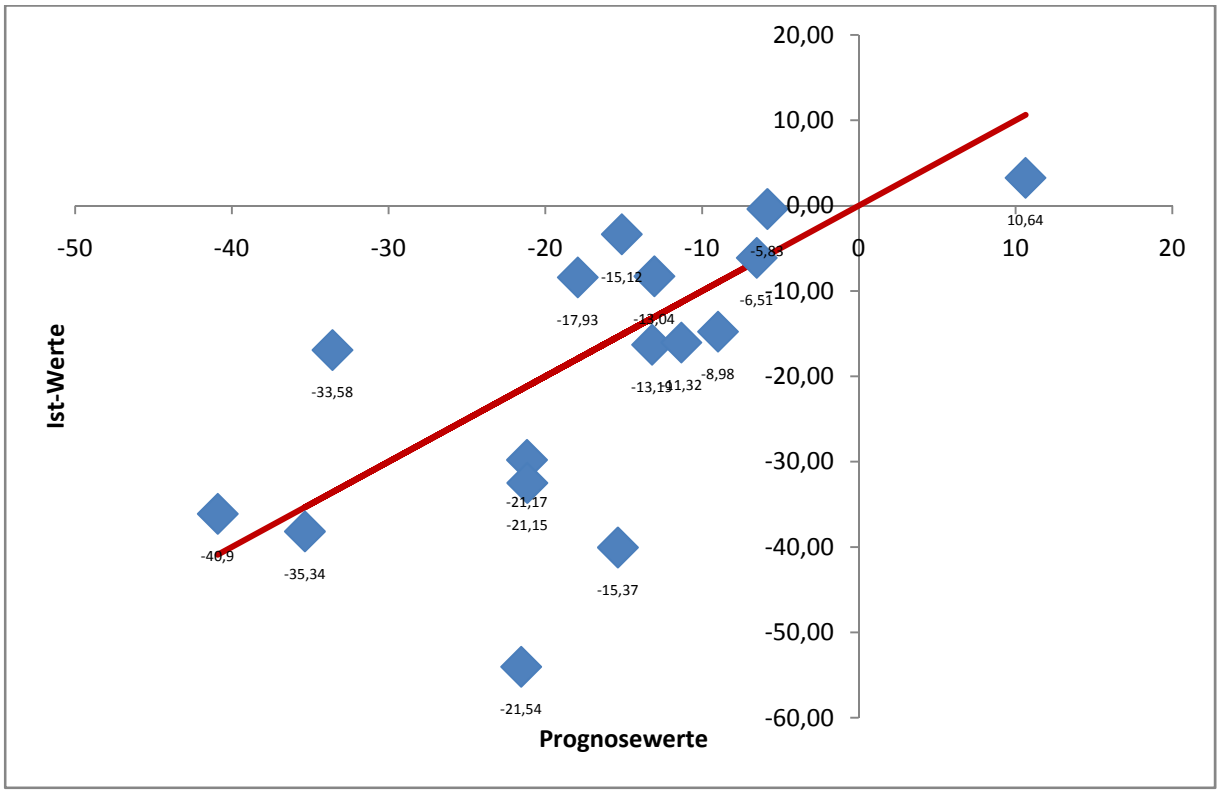

Abbildung 12: Prognose-Realisationsdiagramm für 16 Industrien des Verarbeitenden Gewerbes mit Optimaler-Prognose-Linie. Quelle: eigene Darstellung.

Industrie Nr.	P_1 (Peak)	R_1 (Peak)	P_2 (HW)	R_2 (HW)	σ	n	DF	DAF	DQF	SPF
							(Ränge in Klammern)			
1	-67.16	-60.13	-33.58	-50.23	13.54	55	4.81 (6)	11.84 (12)	163.32 (11)	87.44 (11)
2	-13.02	-16.39	-6.51	-6.89	14.46	107	1.88 (2)	1.88 (1)	5.75 (1)	12.97 (2)
3	-11.65	-12.23	-5.83	-11.26	4.26	92	3.01 (4)	3.01 (3)	14.91 (4)	70.54 (9)
4	-17.96	-7.44	-8.98	-3.19	5.7	117	-8.16 (10)	8.16 (9)	72.10 (9)	143.07 (16)
5	-42.33	-44.18	-21.17	-12.54	17.16	95	-3.39 (5)	5.24 (5)	38.95 (5)	30.54 (4)
6	-26.38	-16.78	-13.19	-10.07	13.09	110	-6.36 (7)	6.36 (6)	50.95 (6)	48.59 (5)
7	-30.24	-32.37	-15.12	-26.88	9.56	93	6.95 (9)	6.95 (8)	71.42 (8)	72.65 (10)
8					16.23	117				
9	-81.8	-51.9	-40.9	-45.68	14.09	100	-12.56 (13)	17.34 (14)	458.43 (15)	123.07 (15)
10	-30.73	-17.26	-15.37	9.32	15.99	42	-19.08 (15)	19.08 (15)	395.52 (14)	119.32 (14)
11	-70.68	-51.9	-35.34	-32.5	18.83	100	-10.81 (12)	10.81 (11)	180.38 (12)	57.41 (7)
12	-22.63	-22.63	-11.32	-6.59	21.1	110	-2.37 (3)	2.37 (2)	11.19 (2)	11.21 (1)
13	-35.86	-39.68	-17.93	-27.45	10.44	90	6.67 (8)	6.67 (7)	52.61 (7)	63.89 (8)
14	21.27	34.28	10.64	18.03	9.98	46	-10.20 (11)	10.20 (10)	111.94 (10)	102.20 (12)
15					13.48	119				
16	-42.3	-26.4	-21.15	-9.8	25.05	94	-13.63 (14)	13.63 (13)	190.82 (13)	54.39 (6)
17	-26.07	-24.5	-13.04	-17.8	15.12	86	1.60 (1)	3.17 (4)	12.56 (3)	20.93 (3)
18	-43.08	-36.39	-21.54	10.96	18.11	89	-19.60 (16)	19.60 (16)	550.50 (16)	108.20 (13)
Ø	-33.79	-26.62	-16.90	-13.91	14.16	89	-5.08	9.14	148.83	70.40

Tabelle 9: Ergebnisse verschiedener Prognosefehlermaße. Quelle: eigene Berechnungen.

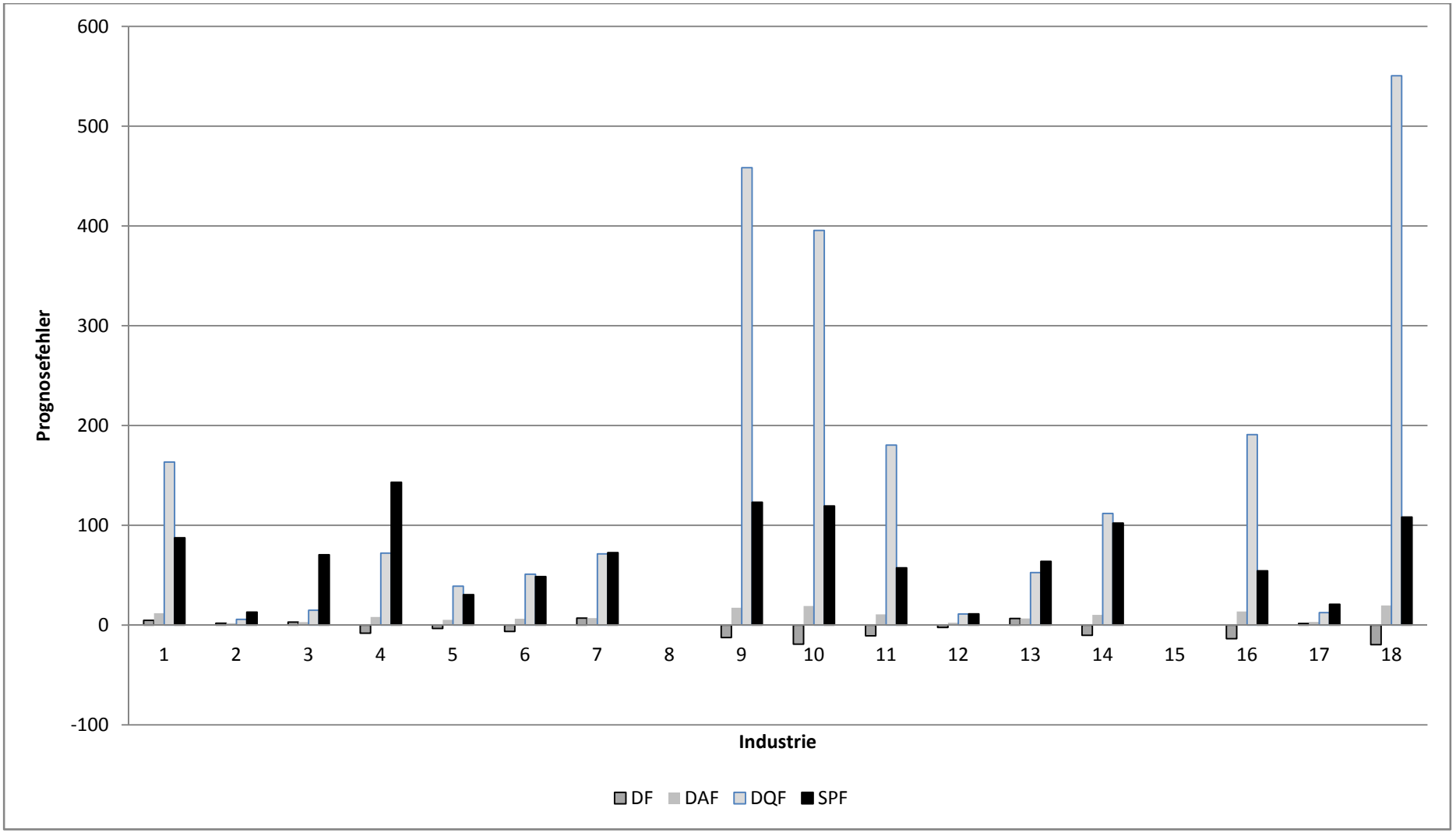

Abbildung 13: Darstellung verschiedener Prognosefehlermaße für die Industrien des Verarbeitenden Gewerbes. Quelle: eigene Darstellung.

In Tabelle 9 (und grafisch in Abbildung 13) sind für die Industrien des Verarbeitenden Gewerbes (Nr. 1-18) zunächst die – im letzten Abschnitt – prognostizierten Werte für die Peaks der Störungen (P1), die Ist-Werte der Peaks (R1), die Prognosewerte der Halbwerte (P2) die realisierten Halbwerte zu diesem Zeitpunkt (R2), die Standardabweichung der Beobachtungen (σ) und die Anzahl der Beobachtungen (n) aufgeführt. Die vier rechten Spalten zeigen die Ergebnisse der Berechnungen der vorgestellten Prognosfehlermaße auf. Hierbei wurden für die Fehlermaße Ränge bestimmt, die aufzeigen bei welchen Industrien die geringsten Prognosefehler gemacht wurden.

Der durchschnittliche Prognosefehler (DF) beträgt -5,08. D.h. die realisierte Werte für Peaks und Halbwerte lagen durchschnittlich näher an der Nullachse als prognostiziert. Zudem kann hieraus abgelesen werden, dass der durchschnittliche Irrtum bei (nur) rund 5 Prozentpunkten lag. Am geringsten waren die Prognosefehler bei der Elektrotechnischen Industrie (Nr. 17), der Chemischen Industrie (Nr. 2) und der Mineralölverarbeitung (Nr. 12). Am größten war der Prognosefehler hingegen bei der Automobilindustrie (Nr. 16), der Maschinenbauindustrie (Nr. 10) und dem Zementmarkt (Nr. 18).

Der durchschnittliche absolute Prognosefehler (DAF), bei dem nur absolute Fehlerwerte mit in den Wert der Prognosegüte eingehen, beträgt 9,14. Man sieht hier, dass dieser Prognosefehler bei der Chemischen Industrie (Nr. 2), der Mineralölverarbeitung (Nr. 12) und beim Druckgewerbe (Nr. 3) am geringsten war. Am größten war der Prognosefehler hingegen beim Ledergewerbe (Nr. 9), der Maschinenbauindustrie (Nr. 10) und auf dem Zementmarkt (Nr. 18).

Der durchschnittliche quadratische Prognosefehler (DQF) beträgt 148,83 und fällt damit wesentlich größer aus als die anderen Fehlermaße, da hier nur quadrierte Abweichungen einfließen. Am geringsten waren die Prognosefehler bei der Chemischen Industrie (Nr. 2), der Mineralölverarbeitung (Nr. 12) und bei der Elektrotechnischen Industrie (Nr. 17). Am größten war der Prognosefehler hingegen bei der Maschinenbauindustrie (Nr. 10), beim Ledergewerbe (Nr. 9) und dem Zementmarkt (Nr. 18).

Der standardisierte Prognosefehler (SPF) beträgt im Mittel 70,4. Da dieses Maß bei einer hohen Standardabweichung des Prozesses den Fehler als eher gering ausweist, da der Irrtum über die Schwankung des Prozesses selbst relativiert wird, liegen die Ergebnisse für die

Industrien etwas dichter beieinander. Am geringsten waren die Prognosefehler bei der Chemischen Industrie (Nr. 2), der Mineralölverarbeitung (Nr. 12) und bei der Elektrotechnischen Industrie (Nr. 17). Am größten war der Prognosefehler hingegen bei der Maschinenbauindustrie (Nr. 10), beim Ledergewerbe (Nr. 9) und dem Zementmarkt (Nr. 18). Besonders hervorzuheben ist bei diesem Maß die Automobilindustrie, die bei den anderen Fehlermaßen den Rang 13 und 14 erhielt, die beim SPF aber Rang 6 erhält. Dies lässt sich auf die hohe Standardabweichung von 25,05 zurückführen. Demnach war der Irrtum sozusagen aufgrund der hohen Schwankungen „programmiert“, dieser Effekt wurde im SPF berücksichtigt.
Insgesamt bewerten damit alle Maße die Prognosefehler von der Tendenz her gleich.

Da der mittlere absolute Fehler DAF am besten interpretierbar ist, erscheint dieses Maß vorziehenswert. Insgesamt zeit sich aber, dass vom Maß der Prognosegüte einige Industrien gibt, bei denen die Prognose besser war, und einige, bei denen sie schlechter ausfiel. Die Gründe hierfür liegen in den einzelnen Industrien und sind vielfältig. Auf eine detailierte Interpretation soll an dieser Stelle verzichtet werden.

Literatur

Grömling, M. (2005): "Konjunkturprognosen - Verfahren, Erfolgskontrolle und Prognosefehler", in: *Diskussionsbeiträge der Universität Göttingen (Volkswirtschaftliches Seminar)*, Nr. 123.

Grossekettler, H. (1985): "Wettbewerbstheorie - Funktionale Marktprozesse als ordnungspolitische Gestaltungsaufgabe", in: Grossekettler, H./Borchert, M. (Hrsg.): "*Preis- und Wettbewerbstheorie"*, Stuttgart u.a.O., S. 113-335.

Schengber, R. A. (1996): "Marktabgrenzung und Machtmessung. Eine Analyse von Methoden und Indikatoren für das Koordinationsmängel-Diagnosekonzept", Lohmar/Köln.

Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung

1. **Manfred Borchert**
   The Changing Character of the European Banking (November 2003)

2. **Anne Kretschmer**
   Suchmöglichkeiten am Arbeitsmarkt – Zur Bedeutung von Arbeitsvermittlungs-organisationen (Mai 2004)

3. **Ulrich van Suntum**
   Methodische Probleme des Benchmarking - Der Bertelsmann-Benchmarking-Index (Juni 2004)

4. **Mark Trede und Bernd Wilfling**
   Estimating Exchange Rate Dynamics with Diffusion Processes:
   An Application to Greek EMU Data (2004)

5. **Manfred Borchert**
   The Impact of Banking Behaviour on Monetary Strategy (Oktober 2004)

6. **Mark Trede und Cornelia Savu**
   Goodness-of-fit tests for parametric families of Archimedean copulas (Oktober 2004)

7. **Andreas Behr**
   A Rolling MTAR model to test for efficient stock Pricing and asymmetric adjustment (November 2004)

8. **Anne Kretschmer**
   Das australische Arbeitsvermittlungssystem – Vorbild für Deutschland? (Januar 2005)

9. **Robert Vehrkamp und Klaus Hafemann**
   Korruption, Arbeitsmarkt und Beschäftigung – Ergebnisse einer empirischen Analyse für die osteuropäischen Transformationsländer (Mai 2005)

10. **Tholen Eekhoff**
    Combination Versus Competition – The Welfare Trade-offs Revisited (August 2005)

11. **Christian Lorenz**
    Der KMD-Kartellcheck – Marktscreening nach Kartellstrukturen am Beispiel des deutschen Zementmarkts (August 2005)

12. **Holger Bonus und Ivo Bayer**
    Europäische Identität und symbolische Politik (August 2005)

13. **Manfred Borchert**
    The Impact of Banking Behaviour on Monetary Strategy in Europe (revised and extended edition 2005)

14. **Andreas Behr und Ulrich Pötter**
Downward Wage Rigidity in Europe: A New Flexible Parametric Approach and Empirical Results (November 2005)

15. **Cornelia Savu und Win Lon Ng**
The ScoD Model – Analyzing Durations with a Semiparametric Copula Approach (April 2006)

16. **Andreas Behr und Ulrich Pötter**
Analysing wage differences between the USA and Germany using proportional hazards models (April 2006)

17. **Ulrich van Suntum und Karsten Rusche**
Integrierte Regionalprognose 2020 – Ökonomisch-demographische Perspektiven in Deutschlands Regionen – (Mai 2006)

18. **Mark Wipprich**
Efficiency and vertical networks: A note on demand uncertainty and separated markets (Dezember 2006)

19. **Ulrich van Suntum und Klaus Hafemann**
Effizienter Steuerverbund statt korrigierenden Finanzausgleichs – ein Vorschlag zur Neuordnung der Bund-Länder-Einnahmenverteilung (März 2007)

20. **Ulrich van Suntum und Andreas Westermeier**
Umlegung der Erbschaftsteuer auf die Einkommensteuer (Oktober 2007)

21. **Sebastian Gundel und Heiko Peters**
Wie gut sind Immigranten in den deutschen Arbeitsmarkt integriert?
Löhne von Immigranten und Deutschen im Vergleich (November 2007)

22. **Karsten Rusche**
Bestimmung und Prognose regionaler Wohneigentumsquoten mithilfe eines ökonometrisch-mathematischen Mischverfahrens (Februar 2008)

23. **Korbinian von Blanckenburg**
Testverfahren zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Marktprozessen (Juli 2008)

24. **Heinz Grossekettler**
Marktprozessbedingte Controllingaufgaben im Unternehmen (August 2008)

25. **Alexander Geist, Korbinian von Blanckenburg, Andreas Hadamitzky**
Die Legitimation des Briefmonopols zur Finanzierung des Universaldienstes im Briefverkehr (September 2008)

26. **Heinz Grossekettler**
Marktprozessbedingte Controllingaufgaben in Unternehmen, 2., erweiterte Auflage (November 2008)

27. **Korbinian von Blanckenburg**
Eine Methode zur Schätzung der Rückkopplungsparameter im Koordinationsmängel-Diagnosekonzept (November 2008)

28. **Korbinian von Blanckenburg**
Grenzen der Stabilitätsintervalle für die KMD-Regelprozesse (Dezember 2008)

29. **Michael Heuterkes, Matthias Janssen**
Die Regulierung von Gas- und Strommärkten in Deutschland (Dezember 2008)

30. **Korbinian von Blanckenburg**
Die Halbwertzeit einer Störungserosion (Januar 2009)

31. **Korbinian von Blanckenburg, Sascha Hokamp**
Bestimmung der Stabilitätsbedingungen im KMD mittels Schur-Theorem (Februar 2009)