

**Zufall und Notwendigkeit -  
Mathematische Untersuchung zur Modellierung  
der Diffusion von Innovationen**  
von Prof. Dr. Jörg Herold und Dipl.-Kfm. Lutz Völker, LL. B.

ARBEITSPAPIER DER IUBH DUALES STUDIUM

Prof. Dr. Jörg Herold und Dipl.-Kfm. Lutz Völker, LL. B.

**Zufall und Notwendigkeit -  
Mathematische Untersuchungen zur Modellierung  
der Diffusion von Innovationen**

**IUBH Duales Studium**

Arbeitspapier Nr. 6

05/2011

## **Zusammenfassung**

Die Produktlebenszyklusanalyse ist ein wichtiges Instrument der Produktpolitik. Verschiedene Diffusionsmodelle werden in der Theorie und Praxis angewendet, um Aussagen über künftige Umsatzverläufe zu erhalten. Die mathematische Modellierung geht grundsätzlich von einem deterministischen Zusammenhang für die Verbreitung der Produktinnovationen aus. Die Einflüsse des deterministischen Chaos und des Zufalls auf den Produktlebenszyklus werden diskutiert und in bestehende deterministische Diffusionsmodelle eingebaut. Modellrechnungen zeigen verschiedene Einsatzmöglichkeiten des erweiterten Modells für die Beschreibung des Produktlebenszyklus.

## **Abstract**

The product life circle is an important instrument of product policy. Various diffusion models are applied in theory and in practice, in order to obtain prognoses about future sales revenue. The mathematical modeling involved is based on a deterministic context for the spread of product innovations. The influences of deterministic chaos and randomness on product life circles are discussed and integrated into existing deterministic diffusion models. Model results indicate various possible fields of application of the expanded model in describing product life circles.

JEL-Klassifikation: C 53; M 31; M37

Schlüsselwörter: Produktlebenszyklus; Simulation; iteratives Verfahren; strategische Marketingentscheidungen; Determinismus; Zufall; deterministisches Chaos

Bemerkung: Der Artikel entstand aus der Überarbeitung des Originals von Herold et. al. (2010)

## 1 Ausgangspunkte der Modellierung der Diffusion von Innovationen

Wichtigste Aufgabe der Produktpolitik ist die Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte. Um die Bedürfnisse der Märkte zu treffen, werden umfangreiche Marktanalysen durchgeführt. Der Verkauf der Produktinnovation muss über einen bestimmten Zeitraum erfolgreich sein, damit sich die Investitionen amortisieren und ein Totalgewinn erzielt wird. Die Produktpolitik muss eine gute Prognose geben, ob die betriebswirtschaftlichen Ziele erreicht werden. Für eine evolutionäre Wirtschaft wird der Absatz der Produktinnovation allerdings begrenzt sein, es entsteht ein Produktlebenszyklus.

Die Forschung zur Durchsetzungsfähigkeit von Produkten hat eine lange Tradition (Rogers 2003, S. 39).

Nach R. Weiber (1993, S. 35) sind insbesondere folgende Fragen von Interesse:

1. Welche Faktoren beeinflussen die zeitliche Entwicklung des Produktes?
2. Welcher Ausbreitungsverlauf innerhalb der Abnehmer ist festzustellen und mit welcher Geschwindigkeit laufen die Prozesse ab?

In den Realwissenschaften, wie z. B. der Betriebswirtschaftslehre, werden für zeitliche Prozesse typischerweise häufig Funktionen und Differenzialgleichungen verwendet. Daneben stehen statistische Gesetze und iterative Verfahren zur Verfügung. Für die mathematische Beschreibung des Produktlebenszyklus innovativer Güter (kurz: Innovationen) werden folgende Grundmodelle verwendet:

1. Iterative Form (Weiber 1993, S. 36)

$$n_t = p * (M - N_{t-1}) + q * N_{t-1} / M * (M - N_{t-1}) \text{ und } N_t = N_{t-1} + n_t \quad (1)$$

$p * (M - N_{t-1})$  = exponentieller Term

$q * N_{t-1} / M * (M - N_{t-1})$  = logistischer Term

M = Marktpotenzial

p = Koeffizient der externen Einflüsse (Innovationskoeffizient)

q = Koeffizient der internen Einflüsse von den Käufern (Imitationskoeffizient)

t = Rechenschritt oder Zeitintervall

$N_t$  = Kumulierte Anzahl der Käufer, die das Gut zum Rechenschritt (t) kauften.

$n_t$  = Neukäufer im Intervall (t - (t-1)), die das Gut bei (t) kauften.

Der Rechenschritt ist mit einer Zeitspanne gleichzusetzen. Zur Berechnung der Anzahl der Kunden, die das Produkt über eine Zeitspanne kauften, wird die Berechnung wiederholt.

2. Exponentialfunktion nach Bass (1969, S. 215 ff.) in der Form  $N = N(t)$ :

$$N(t) = \frac{M(1 - e^{-(p+q)t})}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \quad \text{mit } t = \text{Zeit} \quad (2)$$

Die Berechnung der Anzahl der Kunden, die das Produkt kauften, ergibt sich durch einfaches Einsetzen.

Solche Darstellungen zeichnen sich durch unveränderliche Parameter ( $p$ ,  $q$ ,  $M$ ) aus. In der eindimensionalen Darstellungsform ist die Zeit die einzige unabhängige Einflussgröße, alle anderen sind eliminiert. Eine weitere Konsequenz der Verwendung der Gleichungen von Weiber ist die Behauptung der Determiniertheit des Produktlebenszyklus.

Marktforschungen zeigten, dass Produkte nicht notwendigerweise den Produktlebenszyklus durchlaufen und Produkte vom Markt nicht angenommen werden, da sich interne und externe Absatzbedingungen änderten (Meffert 1991, S.373). Solche Veränderungen sind nicht nur determiniert, sondern teilweise zufällig oder chaotisch, wie z. B. Subventionsentscheidungen oder wetterbedingte Umsätze. Der mathematisch unterstellte Determinismus wird damit falsifiziert, der mathematische Ansatz ist weiter zu entwickeln (Popper 2005, S. 36 ff.), um bessere Prognosen erstellen zu können.

Die weiteren Untersuchungen konzentrieren sich auf folgende Fragestellungen:

1. Sind Produktlebenszyklen determiniert, zufällig oder chaotisch und welchen Einfluss haben die Ergebnisse auf die mathematische Beschreibung?
2. Welche Darstellungsform, die exponentielle Funktion oder der iterative Ansatz sind zur Beschreibung für die Prognosen des Produktlebenszyklus besser geeignet?
3. Wie können Veränderungen von Einflussgrößen auf den Produktlebenszyklus berücksichtigt werden?

## 2. Zufall, Notwendigkeit und Teleologie, Einflussfaktoren auf die Diffusion

Innovationen werden von Unternehmen nach einer umfangreichen Markt- und Potenzialanalyse, welche die konkreten Chancen des neuen Produktes zu klären haben, produziert und an den Markt gebracht. Konkrete Entscheidungen der Produktpolitik und die Bedingungen auf dem Markt bilden die Anfangsbedingungen für den Produktlebenszyklus. Zum Zeitpunkt der Produkteinführung wirken auf den Produktlebenszyklus Marktgesetze, Zufälligkeiten des Marktes und deterministisch chaotische Einflüsse (Weiber 1993, S. 45).

Notwendigkeit oder Kausalität bedeuten, dass zukünftige Ereignisse durch gegebene Vorbedingungen eindeutig festgelegt sind. Es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Ursache und der Wirkung. Für den Produktlebenszyklus sind insbesondere die Produktpolitik und die Marktbedingungen Ursachen für den Produktlebenszyklus. Das Kausalprinzip hat verschiedene Ausprägungen:

1. Gleiche Ursachen haben gleiche Wirkungen → schwache Kausalität.
2. Ähnliche Ursachen haben ähnliche Wirkungen → starke Kausalität.

Funktionen vom Typ  $z = f(x, y, \dots)$  lassen sich sehr gut für kausale Zusammenhänge verwenden, weil durch die Funktion ein fester Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen oder Anfangsbedingungen  $(x, y, \dots)$  und der abhängigen Variablen  $(z)$  hergestellt wird. Um  $(z)$  exakt zu berechnen, sind die Anfangsbedingungen in die Funktion einzusetzen. Eine solche Darstellung erfolgt in der exponentialen Form der Berechnung des Produktlebenszyklus, siehe Formel (1). Iterative Verfahren, die einen eindeutigen Algorithmus verwenden, berechnen schrittweise  $(z)$  aus den Anfangsbedingungen  $(x, y, \dots)$ . Bei wiederholter Anwendung des Algorithmus bei gleichen Anfangsbedingungen ergibt sich immer das gleiche Ergebnis - der Algorithmus ist deterministisch.

Wichtige Grundbausteine für die Beschreibung von Algorithmen sind insbesondere:

1. Operation: Multiplizieren zweier Größen.
2. Sequenz: Welche Schritte sind nacheinander abzuarbeiten.
3. Bedingung: Die Ausführung von Schritten wird an Bedingungen geknüpft.
4. Schleifen: Schritte auf einer Ebene sind mehrfach zu wiederholen.

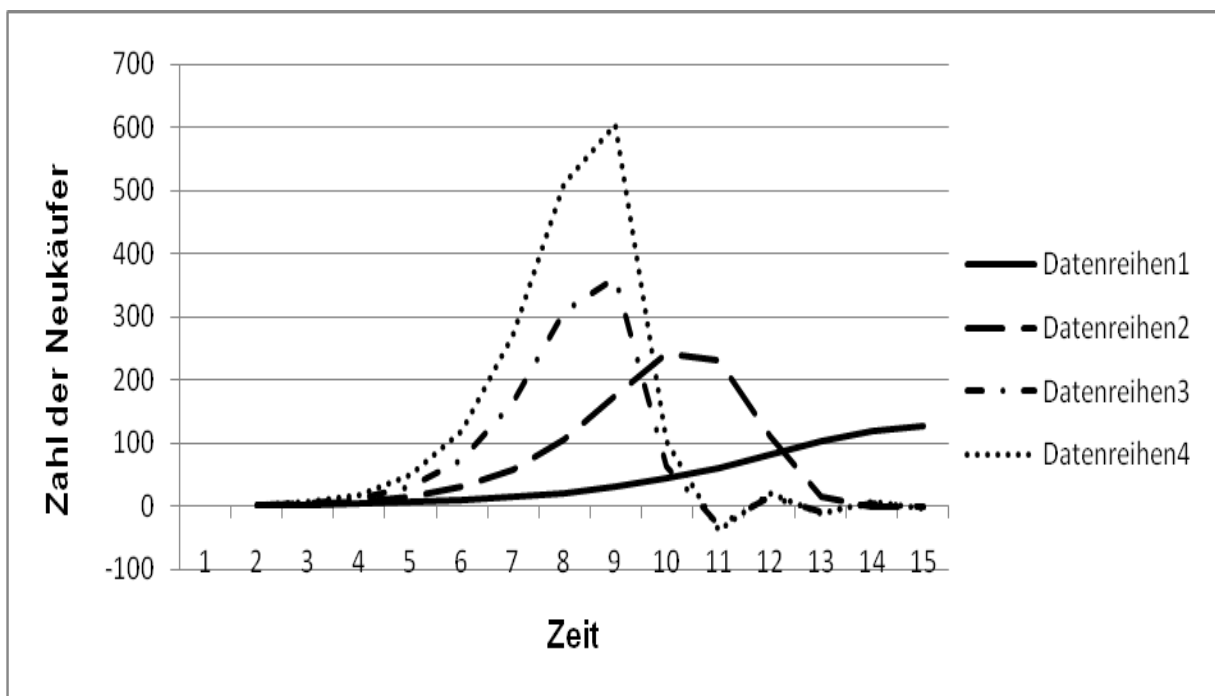
Für die Darstellung von Abläufen werden Ablaufdiagramme mit normierten Symbolen verwendet.

In den Sozialwissenschaften ist die Kausalvorstellung, dass die Entwicklung des Systems eindeutig und vollständig mit Gleichungen oder Algorithmen und den Anfangs- und Randbedingungen vollständig bestimmbar ist, eine Idealisierung der Wirklichkeit.

Da für komplexe soziale Systeme die Anfangs- und Randbedingungen kaum vollständig ermittelbar sind, lassen sich trotz kausaler Zusammenhänge die Endzustände nicht mehr genau berechnen. Man spricht vom deterministischen Chaos (Coverney 1994, S. 274). Sichtbar werden chaotische Prozesse dadurch, dass das Verhalten des Systems langfristig nicht vorhersehbar ist. So stellt z. B. eine Pressemitteilung des Markenverbandes GfK und Serviceplans fest, dass bei Fast Moving Consumer Goods 70 Prozent Innovationsflops entstehen und die Gründe nicht in jedem Fall nachvollziehbar sind (<http://presse.serviceplan.de> (25.05.2011)).

R. Weiber untersuchte verschiedene chaotische Zusammenhänge für die Ausbreitung von Produktinnovationen (Weiber 1993, S. 35 ff.).

Für die Berechnung eignen sich die Funktionen und Algorithmen, die für die kausale Berechnung verwendet werden. Die Wertebereiche der Anfangsbedingungen sind durch Berücksichtigung möglicher innerer/äußerer Einflüsse und bewusster/unbewusster Entscheidungen abzuschätzen. Durch wiederholte Berechnung, für jeweils geänderte Anfangs- und Randbedingungen, ergeben sich die möglichen Lösungen.



**Abbildung 1:** Unter Verwendung der iterativen Form berechnete Zahl der Neukäufer, als Funktion der Zeit. Der Imitationskoeffizient  $q$  wurde beginnend von Datenreihen 1 bis Datenreihen 4 von  $q = 0,5$  schrittweise auf  $2,5$  erhöht.

Lässt man alle möglichen Anfangs- und Randbedingungen zu, so entsteht ein Spektrum möglicher Entwicklungen. Abbildung 1 für die Datenreihen 3 und 4 zeigt sogar eine Oszillation der Zahl von Neukäufern.

Zur Beschreibung von zeitlichen Entwicklungen im Bereich der Wirtschaftswissenschaften ist ein weiteres Moment, der Zufall, heranzuziehen.

Zufall liegt vor, wenn der Übergang zwischen aufeinanderfolgenden Zuständen nicht kausal ist, sondern nur mit einer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann.

In den Wirtschaftswissenschaften entstehen solche Zufälligkeiten durch den freien Willen der Marktteilnehmer (Popper, 1980, S.320), durch nicht vorhersehbare Änderungen der Gesetze, z. B. das Erneuerbare Energien Gesetz vom August 2010.

Für Produkte, deren Absatz vom Wetter beeinflusst wird, kommt eine weitere zufällige Unbestimmtheit hinzu. Mathematisch werden Prozesse, die zufällig ablaufen, durch die Marktforschung untersucht. Diese verwendet die Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie. Aus den Ergebnissen sind Aussagen über das wahrscheinliche Systemverhalten möglich. Algorithmen, bei denen die Anfangsbedingungen zufällig geändert werden, berechnen probabilistisch die Entwicklung. Für exakte Prognosen sind solche probabilistischen Algorithmen zwar nicht geeignet, sie können aber, wie bei Berechnungen mit dem deterministischen Chaos, den Bereich der möglichen Lösungen angeben. Abschätzungen auf den Einfluss des Zufalls werden möglich. Im Ergebnis muss festgestellt werden, dass kurzfristige Prognosen mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt werden können, langfristige Prognosen sind eher mit einem Glücksspiel zu vergleichen. Historische Entwicklungen des Produktlebenszyklus lassen sich hingegen eindeutig beschreiben, da deren Verlauf bestimmt und dokumentiert ist.

Zusammenfassend werden mögliche Einflussfaktoren auf den Produktlebenszyklus den Kategorien kausal, zufällig und chaotisch zugeordnet. Es ergibt sich folgendes Bild:

Faktor	kausal	zufällig	chaotisch
Qualität des Produktes	x		
Service	x		
Preispolitik	x		
Kommunikation	x		
Wahl und Motivation der Vertriebskanäle	x	x	
Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	x	x	x
Marktfolge durch Wettbewerber		x	
Investitions- und Konsumklima	x	x	x
Gesetze und Auflagen für Produkte	x	x	x
Klimatische Bedingungen			x

Entscheidungen des Managements sind zweckorientiert und haben die betriebswirtschaftlichen Zielstellungen als Vision im Blick, sie sind teleologisch.



Die Visionen im Zusammenhang mit dem Produktlebenszyklus sind insbesondere:

- ✓ Die rechtzeitige Entwicklung von marktgängigen Produkten.
- ✓ Die Produkte werden solange am Markt gehalten, bis Nachfolgeprodukte auf dem Markt verkauft werden.
- ✓ Die Vermarktung ist wirtschaftlich, wobei ein angemessener Gewinn angestrebt wird.

Betriebswirtschaftliche Entscheidungen werden auf der Grundlage der Entscheidungsfreiheit des Managements möglich, sie können für das Unternehmen förderlich oder hemmend sein. Sie werden auf der Basis des Soll/Ist-Vergleichs, bestehender Wirkmechanismen oder Gesetzmäßigkeiten gefällt. Liegen die Umsätze unter den Erwartungen, so können Marketingmaßnahmen angewendet werden, um die gewünschten Umsatzzahlen zu erreichen. Das Management verändert im Ergebnis die Anfangs- und Randbedingungen, die kausalen Zusammenhänge und bewirkt anschließend die Veränderung des betriebswirtschaftlichen Ergebnisses. Für die Abschätzung der Auswirkungen sind Berechnungen mit deterministischen Funktionen und Algorithmen sinnvoll.

### **3. Mathematische Modellierung des Produktlebenszyklus**

Die zeitliche Entwicklung der Diffusion von Innovationen wird durch Produktlebenszyklus beschrieben. Er beschreibt den Absatz eines Produktes vom Zeitpunkt der Markteinführung bis zur Herausnahme. Das mathematische Modell hat den Zusammenhang zwischen den Anfangs- und Randbedingungen und der Anzahl der Käufer unter folgenden Aspekten zu beschreiben:

- 1) deterministische Zusammenhänge
- 2) zufällige Veränderungen der Anfangs- und Randbedingungen
- 3) deterministisch- chaotische Zusammenhänge
- 4) teleologische Entscheidungen

Das Modell muss diese Aspekte für den Produktlebenszyklus unter sich ändernden Randbedingungen berücksichtigen.

Das iterative Verfahren ist das einfachste Verfahren, welches alle Aspekte in sich vereinigt. Die zeitlichen, zufälligen und teleologischen Änderungen lassen sich in jedem Durchlauf des Algorithmus durch Parameteränderung berücksichtigen.

Für die Beschreibung der Verbreitung von Produkten auf den Märkten wird das semilogistische Diffusionsmodell von Bass in der iterativen Darstellung zugrunde gelegt (Weiber 1993, S. 36).

Für die Modellierung wird von der iterativen Form (2) ausgegangen, die aus zwei Termen besteht. Der Erste ist der exponentielle Term, der die externen Wirkungen auf die potenziellen Käufer berücksichtigt.

Der Zweite ist der logistische Term, der den Einfluss innerhalb der Käuferschaft, insbesondere durch Mundpropaganda beschreibt (Imitatoren). Die Korrelation an die Messdaten erfolgt durch Veränderung des Innovationskoeffizienten ( $p$ ), Imitationskoeffizienten ( $q$ ) und des Marktpotenzials ( $M$ ).

Die Ausbreitung der Innovation wird schrittweise berechnet, wobei jeder Rechenschritt einem Zeitintervall entspricht. Damit kann geschlussfolgert werden, dass die Ausbreitung der Innovation einem zeitlichen Verlauf folgt.

Externe und interne Einflüsse wirken auf das potenzielle Kundenentstehen. Sie können fördernd oder hemmend sein und beeinflussen mit unterschiedlichen Gewichten den Produktlebenszyklus. Fördernde externe Einflüsse entstehen durch absatz- und preispolitische Maßnahmen (Fantapié 1991, S. 149 ff.). Hemmende externe Einflüsse entstehen durch Negativwerbung, gesetzliche Beschränkungen oder Steuern.

Interne Einflüsse entstehen durch Diffusion der Informationen über das Produkt. Erforderlich ist ein Gradient, z. B. Kenntnisdifferenzen, innerhalb der potenziellen Kunden, lokale Qualitäts- und Serviceunterschiede.

Die Größen ( $p$ ,  $q$  und  $M$ ) können sich mit der Zeit ändern, deshalb werden diese zeitabhängig in den Algorithmus eingebaut und in jedem Durchlauf abgefragt.

Die endgültige mathematische Formulierung des Algorithmus kann wie folgt beschrieben werden:

$$n_t = p_t * (M_t - N_{t-1}) + q_t * N_{t-1} / M_t * (M_t - N_{t-1}) \text{ und } N_t = N_{t-1} + n_t \quad (3)$$

$M_t$  = Marktpotenzial zum Rechenschritt oder Zeitintervall ( $t$ )

$p_t$  = Innovationskoeffizient zum Rechenschritt oder Zeitintervall ( $t$ )

$q_t$  = Imitationskoeffizient zum Rechenschritt oder Zeitintervall ( $t$ )

#### 4. Beispiele für die iterativen Modellierungen des Produktlebenszyklus

Folgende Modellrechnungen berücksichtigen die Veränderungen des Innovations- und Imitationskoeffizienten und werden jeweils mit einer Ausgangsdatenverteilung, mit den Parametern  $M = 1000$ ,  $q_t = 0,3$ ,  $p_t = 0,01$  verglichen.

Die erste Modellrechnung simuliert die Erhöhung des Innovationskoeffizienten, welche z. B. durch Werbung entsteht, siehe Abbildung 2.

Der Innovationskoeffizient wird temporär im Zeitabschnitt  $t=4$  auf  $p_4=0,02$  erhöht. Im Ergebnis ist eine nachhaltige Steigerung der Verkäufe feststellbar.

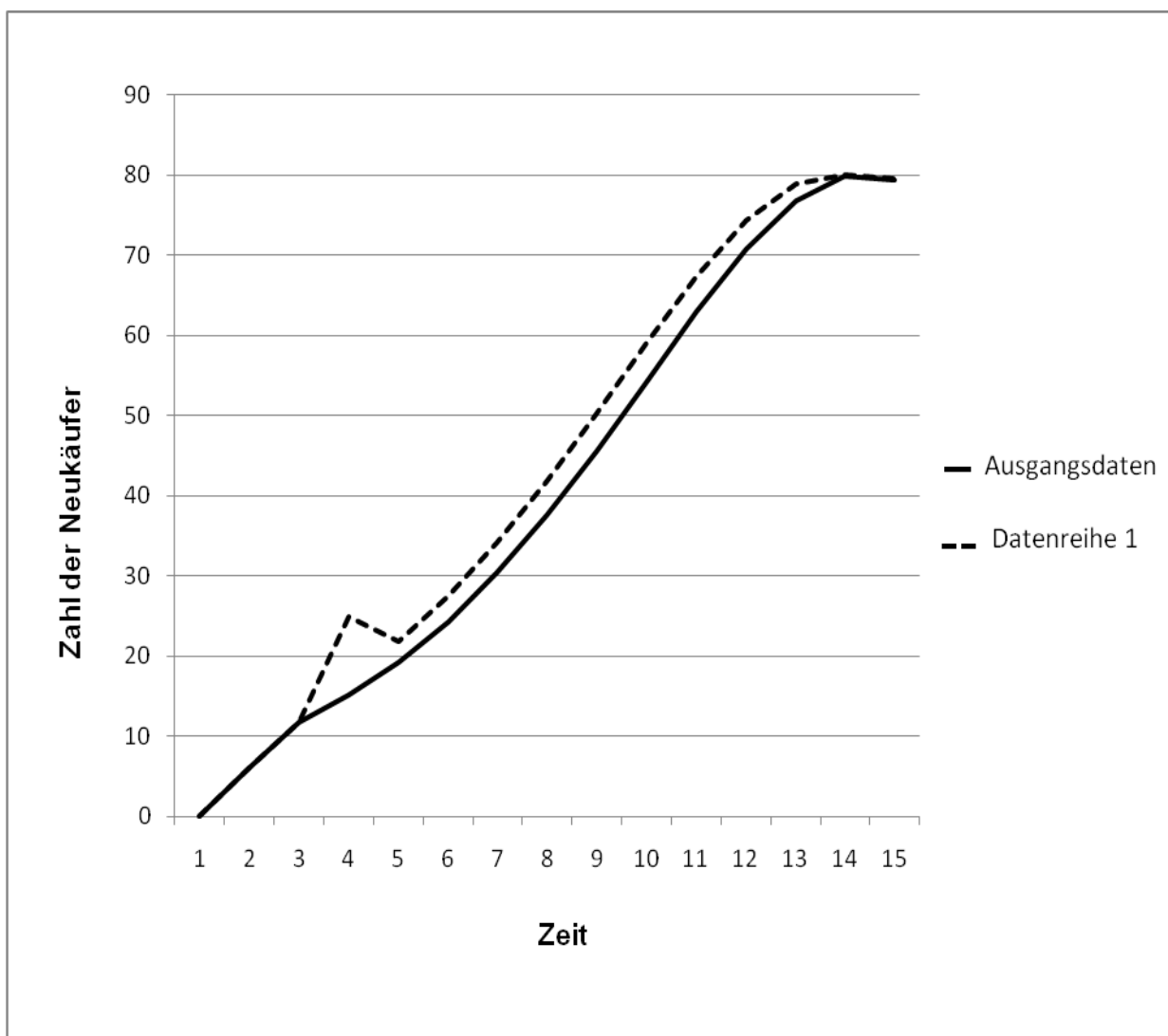
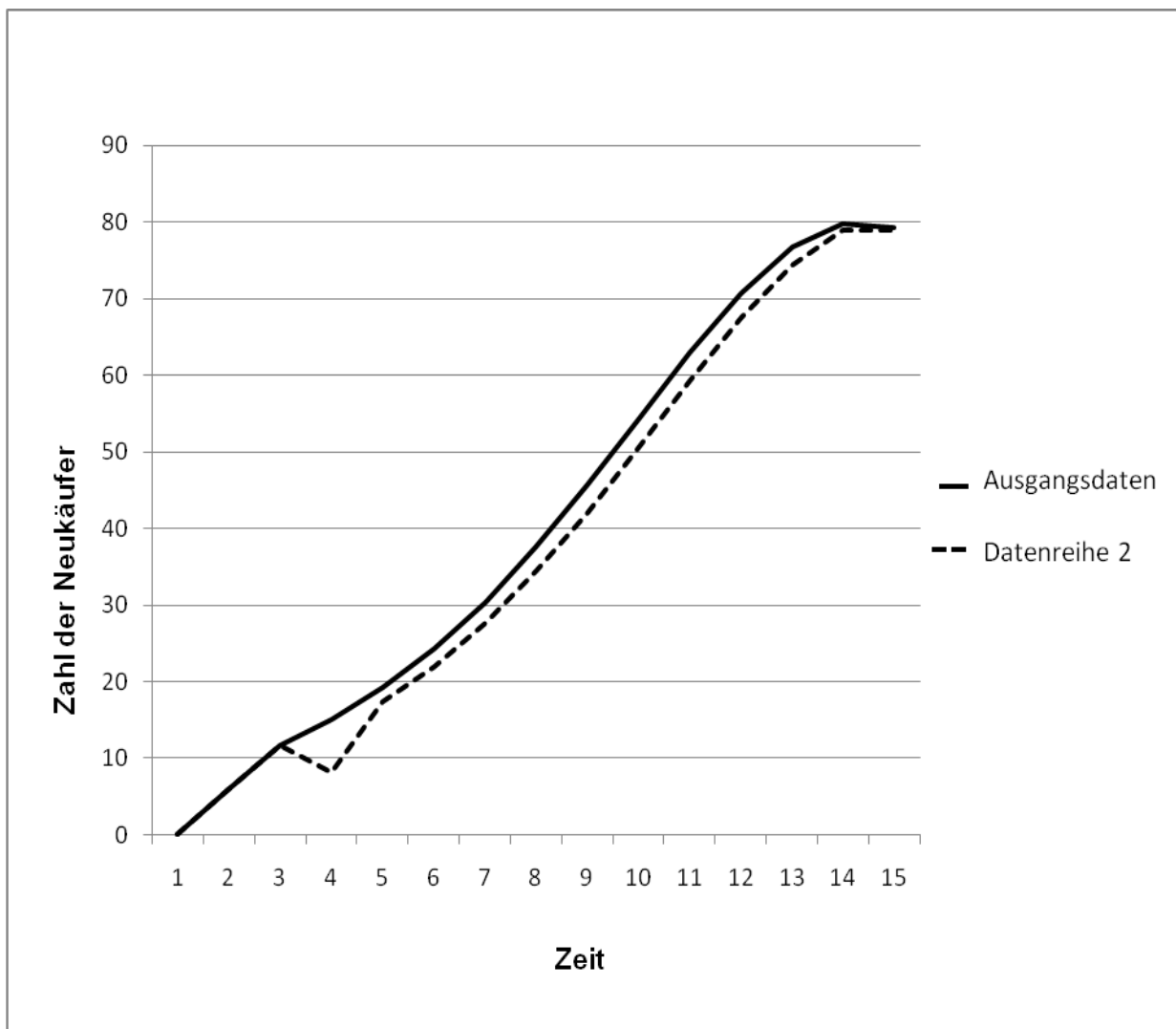


Abbildung 2: Simulation der Wirkung von Werbung auf die Zahl der Neukunden; Ausgangsdaten– ohne Werbung und Datenreihe 1 mit Werbung im Zeitabschnitt 4

Die zweite Modellrechnung simuliert die Verringerung des Innovationskoeffizienten, welche durch Preiserhöhungen oder Subventionssenkungen auf der Konsumentenseite entsteht, siehe Abbildung 3.

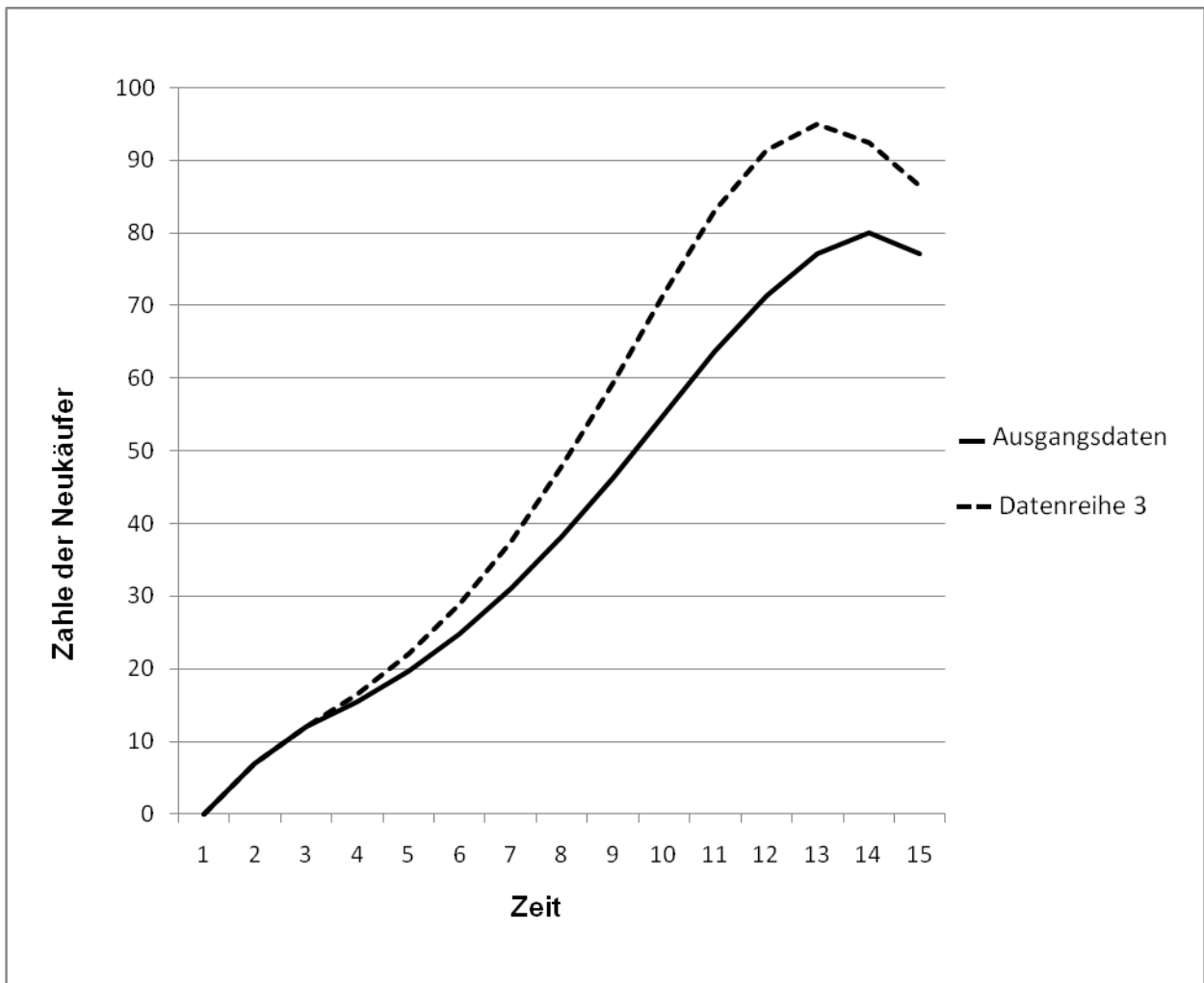
Der Innovationskoeffizient wird temporär im Zeitabschnitt t=4 auf  $p_4=0,003$  abgesenkt. Im Ergebnis ist eine nachhaltige Senkung der Verkäufe feststellbar.



**Abbildung 3:** Simulation der Wirkung von Subventionskürzungen auf die Zahl der Neukunden; Ausgangsdaten – ohne Kürzung und Datenreihe 2 mit Kürzung im Zeitabschnitt 4

Die dritte Modellrechnung simuliert die Erhöhung des Imitationskoeffizienten, welche durch Änderungen in der Kommunikation der Marktteilnehmer entsteht, siehe Abbildung 4.

Ab dem Zeitabschnitt  $t=4$  wird der Imitationskoeffizient dauerhaft auf  $q=0,36$  erhöht. Im Ergebnis ist eine nachhaltige Steigerung der Verkäufe feststellbar.



**Abbildung 4:** Simulation der Wirkung von positiver Mundpropaganda auf die Zahl der Neukunden; Ausgangsdaten – ohne Mundpropaganda und Datenreihe 3 mit Mundpropaganda, ab dem Zeitabschnitt 4

## Literaturverzeichnis

Bass, Frank M. (1969), A new product growth for model consumer durables: Management Science 15: S. 215–227.

Coveney, Peter, Hightfield, Roger (1994), Anti-Chaos: Rowohlt Verlag, Hamburg.

Fantapié Altobelli, C. (1991), Die Diffusion neuer Kommunikationstechniken in der Bundesrepublik Deutschland: Physica Verlag, Heidelberg.

Herold, Jörg, Völker, Lutz (2010), Zufall und Notwendigkeit – Untersuchungen zur mathematischen Modellierung des Produktlebenszyklus: Jenaer Beiträge zur Wirtschaftsforschung Heft 2 (2010), Fachbereich BW, Fachhochschule Jena.

Meffert, Heribert (1991), Marketing: Gabler Verlag, Wiesbaden, Nachdruck 7. Auflage.

Popper, Karl (1980), Die offene Gesellschaft und ihre Feinde Teil 2: Francke Verlag München, 6. Auflage.

Popper, Karl (2005), Logik der Forschung: Verlag Mohr Siebeck, Tübingen 11. Auflage.

Rogers, Everett, M. (2003), Diffusion of Innovations: Free Press, New York u. a., 5. Auflage.

Weiber, Rolf, Chaos: Das Ende der klassischen Diffusionsmodellierung?, Marketing ZfP, Heft 1, 1993, S. 35-46.

## Arbeitspapiere der IUBH Duales Studium

- Nr. 1 Prof. Dr. Jörg Herold/Kerstin Polzin:  
Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Kulturförderabgabe am Beispiel der Stadt Weimar/Thüringen
- Nr. 2 Prof. Dr. Jörg Herold/Prof. Dr. Hans-Gert Vogel:  
Kulturförderabgabe für Übernachtungen? – Eine kurze rechtliche Bewertung der „Bettensteuer“
- Nr. 3 Prof. Dr. Hans-Gert Vogel:  
Anleihen als Finanzierungsinstrument mittelständischer Unternehmen – Verbesserter gesetzlicher Rahmen und offene Fragen (teilweise publ. in: „Zeitschrift für Bankrecht und Bankwirtschaft“ – ZBB 3/2010, S. 211 ff., und teilweise zur Veröffentlichung vorgesehen in: „Berliner Kommentar zum Schuldverschreibungsgesetz“, Erscheinen voraussichtlich Februar 2011)
- Nr. 4 Katrin Witte/Prof. Dr. Hans-Gert Vogel:  
Umstrukturierung von Stiftungen im Gesundheitswesen – Rechtsfragen bei der Ausgliederung von Krankenhaus- und Pflegeheimbetrieben (zur Veröffentlichung vorgesehen in: „Gesundheitsrecht“ – GesR, März 2011)
- Nr. 5 Prof. Dr. Jörg Herold/Kerstin Polzin:  
Reversibilität und Irreversibilität – Mathematische Untersuchungen zum Zeitverhalten des Produktlebenszyklus
- Nr. 6 Prof. Dr. Jörg Herold/Dipl.-Kfm. Lutz Völker, LL. B.:  
Zufall und Notwendigkeit – Mathematische Untersuchungen zur Modellierung der Diffusion von Innovationen
- Nr. 7 Prof. Dr. Jörg Herold/Kerstin Polzin:  
Zeitvarianz und Zeitinvarianz – Mathematische Untersuchungen zum Zeitverhalten des Produktlebenszyklus
- Nr. 8 Prof. Dr. Herold/Dipl.-Kfm. Lutz Völker, LL. B.:  
Tarifeinheit oder Tarifpluralität – quo vadis Tarifrecht?
- Nr. 9 Prof. Dr. Herold  
Systemsimulation einer Steuerkanzlei – Optimierung der Kommunikationspolitik in der Start-up-Phase