

Michael Hensel, Jan Wirsam

**Diffusion von Innovationen**

# GABLER EDITION WISSENSCHAFT

## **Spektrum wirtschaftswissenschaftliche Forschung**

Herausgeber:

ao. Univ.-Prof. Dr. Katharina J. Auer-Srnka  
Universität Wien

Univ.-Prof. Dr. Klaus Bellmann  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Univ.-Prof. Dr. Rolf Bronner  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Dr. Frank Himpel (geschäftsführend)  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Dr. Dirk Schmidt-Gallas  
Simon Kucher & Partners

Unternehmen sehen sich in dynamischen und mehrschichtigen Wettbewerbsumfeldern einer Vielzahl von Herausforderungen gegenüber. Die Bewältigung dieser Aufgaben erfordert phänomenologisch, methodisch und theoretisch interdisziplinäre Lösungszugänge, da isolierte Rezeptionen zunehmend an Schlagkraft verlieren. Die Beiträge dieser Reihe präsentieren innovative Ansätze, die auf der Grundlage eines grundständig ökonomischen Wissenschaftsanspruchs nicht nur neuartige Erkenntniszugänge liefern, sondern auch realpraxeologische Gestaltungsanregungen formulieren.

Michael Hensel, Jan Wirsam

# **Diffusion von Innovationen**

Das Beispiel Voice over IP

Mit Geleitworten von Prof. Dr. Klaus Bellmann  
und Thorsten Müller

**GABLER EDITION WISSENSCHAFT**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über  
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Veröffentlichung der vorliegenden Forschungsarbeit wurde von  
Alumni Mainz e.V. finanziell unterstützt.

1. Auflage 2008

Alle Rechte vorbehalten

© Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2008

Lektorat: Frauke Schindler / Sabine Schöller

Gabler ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.

[www.gabler.de](http://www.gabler.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN 978-3-8349-1245-9

## Geleitwort

Mit dem Auftreten neuer, grundlegender Technologien, die über das Potenzial verfügen, traditionelle Geschäftsmodelle zu substituieren, stellen sich Fragen nach der Marktakzeptanz, nach der Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie nach Reaktionsmöglichkeiten seitens der betroffenen Akteure der Wirtschaft. Mit Voice over IP (VoIP) etabliert sich eine Computernetzwerk basierte Technologie (bspw. mittels Internet, WLAN, LAN), die weltweit als Alternative zu herkömmlichen Kommunikationsdiensten auftritt, gleichzeitig jedoch zusätzliche Funktionalitäten anbietet, über eine hohe Erreichbarkeit verfügt und vor allem aus Kostengesichtspunkten zunehmend an Potenzial gewinnt, klassische Telefontechnologien zu ersetzen.

Michael Hensel und Jan Wirsam untersuchen die VoIP-Technologie aus diffusions-theoretischer Sicht. Ausgehend von einer grundlegenden Betrachtung der Innovation modellieren die Autoren auf der Basis von empirischen Daten Entwicklungsmuster des Diffusionsverlaufs. Im Fokus der Untersuchung stehen der exponentielle, logistische, und semi-logistische Ansatz als drei Grundmodelle der Diffusionsforschung. Die Diskussion verfolgt das Ziel, das Anwendungspotenzial der Modelle für das Untersuchungsobjekt VoIP zu ermitteln, um modellgestützt und annahmenbasiert die Evolution von VoIP bis zum Jahre 2012 zu projizieren.

Die vorliegende Arbeit zeichnet sich durch die gründliche theoretische und zugleich empirische Auseinandersetzung zur Diffusion von Innovationen in Bezug auf die noch relativ junge Technologie VoIP aus. Zudem verschaffen die Autoren dem Leser vertiefende Einsichten in die Modellierung von Diffusionsprozessen. Die Verknüpfung von Theorien, Modellierungsansätzen und Fragestellungen aus der Praxis liefern nützliche Erkenntnisse im Hinblick auf strategische Entscheidungen, insbesondere für Unternehmen der Telekommunikationsbranche.

Ich gehe deshalb davon aus, dass diese Arbeit in der Praxis ein reges Interesse finden wird.

Univ.-Prof. Dr. Klaus Bellmann

## Geleitwort

In Märkten mit hoher Wettbewerbsintensität, raschem technologischen Fortschritt, schnellem Bedürfniswandel und hoher Sättigung steht jedes Unternehmen vor der Herausforderung, durch Entwicklung und Einführung von Innovationen, Wettbewerbsvorteile gegenüber Konkurrenten zu erzielen. Hierbei ist vor allem die Telekommunikationsbranche immer wieder durch die Einführung und Ausdifferenzierung neuer Produkte, Dienste und Anwendungen gekennzeichnet. Der zentrale Motor hinter dieser Entwicklung ist in der wachsenden Verbreitung des Internets zu sehen, dass sich zunehmend zur Universalplattform für neue digitale Anwendungen entwickelt. Mit der Voice over IP- Technologie (VoIP) hat sich hieraus eine Innovation gebildet, die das Potential hat, das leitungsvermittelnde Telefonnetz vollständig zu substituieren.

Die VoIP-Technologie ist inzwischen zu einer Massenapplication in Deutschland herangereift. Der Bedeutungszuwachs ist zum Einen durch die ausgereifte Technik zu erklären, zum Anderen in den erheblichen Einsparpotenzialen zu sehen.

Um frühzeitig eine Beurteilung des Erfolgs einer Neuheit nicht alleine auf Vermutungen einzelner Unternehmensgruppen zu gründen und Steuerungsmaßnahmen bewerten zu können, sind datengestützte Aussagen über bevorstehende Entwicklungen von Übernahmezahlen erforderlich. Zur Prognose der Verbreitung von einzelnen Innovationen werden oftmals Diffusionsmodelle eingesetzt, deren Ziel es ist, den zeitlichen Ablauf der Adoption neuer Produkte oder Verfahren darzustellen.

Die Motivation des vorliegenden Buches „Diffusion von Innovationen - Das Beispiel Voice over IP“ liegt in der Notwendigkeit begründet, mögliche Diffusionsverläufe der VoIP-Technologie mit Hilfe gängiger Diffusionsmodelle zu beschreiben. Die Ergebnisse der Berechnung werden abschließend einer kritischen Reflexion unterzogen, welche die Besonderheiten des Dienstes „VoIP“ in Hinblick auf die Modellierung bewertet.

Thorsten Müller

Bereichsleiter Voice & Fast Internet

Deutsche Telekom AG, Products & Innovation

## **Vorwort**

Zielsetzung der in Kooperation mit der Deutschen Telekom AG erstellten Arbeit ist es, auf Basis der bisherigen Ausbreitung von Voice over IP eine weitere Entwicklung dieser Innovation anhand von Diffusionsmodellen zu prognostizieren.

Hierzu wird in einem ersten Schritt die Forschungsfragestellung, welche Einflussfaktoren auf die Diffusion von VoIP im deutschen Markt qualitativ einwirken, abgehandelt. Vor diesem Hintergrund werden geeignete Kennzahlen abgeleitet, um den Diffusionsgrad der Internet-Telefonie in deutschen Haushalten seit Markteinführung zu modellieren. Für die Prognose der weiteren Entwicklung von Voice over IP werden sodann Faktoren identifiziert, die den Diffusionsprozess der Internet-Telefonie maßgeblich beeinflussen. Auf Grundlage dieser relevanten Einflussfaktoren ist es möglich, geeignete Diffusionsmodelle für eine Entwicklungsprognose der Internet-Telefonie auszuwählen. Unter Anwendung verschiedener Diffusionsmodelle wird infolgedessen der Ausbreitungsprozess der IP-Telefonie bei verschiedenen Parameterkonstellationen geschätzt. Die Entwicklungsprognose zu Voice over IP hat unabhängig von etwaigen zukünftigen Entwicklungen gezeigt, dass die Internet-Telefonie das Potential hat, die Struktur des deutschen Telekommunikationsmarktes grundlegend und signifikant zu ändern sowie hier bestehende Wertschöpfungsketten essentiell neu zu gestalten.

Die Ergebnisse eignen sich zur Anpassung und kritischen Reflexion der Unternehmensstrategie eines Telekommunikationsunternehmens. Entsprechend der Modellanalyse werden auf strategischer Ebene Erkenntnisse in Bezug auf die Technologieauswahl abgeleitet und auf strategisch-taktischer Ebene Denkanstöße in Form von absatzpolitischen Überlegungen angeboten. In einem zweiten Schritt soll hinsichtlich der in dieser Arbeit hergeleiteten Entwicklungsprognose von Voice over IP überprüft werden, inwieweit sich diese mit der tatsächlichen Marktentwicklung deckt und ob sich hieraus neue Erkenntnisse für eine zukünftige Planungsqualität in Bezug auf Innovationen gewinnen lassen.

Der Inhalt des vorliegenden Buches hätte ohne Unterstützung zahlreicher Personen nicht in dieser Form realisiert werden können. Unser besonderer Dank gilt daher den Mitarbeitern aus dem Bereich Voice & Fast Internet der Deutschen Tele-

kom AG für die anregenden Diskussionen, dem Alumni Mainz, der diese Studie zur Förderung vorgeschlagen hat und Frau Sabine Schöller vom Gabler Verlag, die diese Publikation engagiert betreute.

Michael Hensel

Jan Wirsam

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XV</b>
<b>Symbolverzeichnis .....</b>	<b>XVII</b>
<b>1. Themenöffnung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung .....	1
1.2 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit .....	4
1.3 Aufbau und Gang der Arbeit .....	5
<b>2. Begriffsexplikation .....</b>	<b>8</b>
2.1 Innovation .....	8
2.1.1 Definition und Abgrenzung des Innovationsbegriffs .....	8
2.1.2 Merkmale von Innovationen .....	11
2.1.3 Arten betrieblicher Innovationen .....	14
2.1.4 Innovationsmanagement .....	16
2.2 Adoption .....	20
2.3 Diffusion .....	27
2.4 Systemtechnologien .....	34
2.4.1 Einführung .....	34
2.4.2 Netzeffektgüter .....	35
2.4.3 Systemgüter .....	37
2.4.4 Kritische Masse und kritische Masse-Systeme .....	38
<b>3. Die Abbildung des Diffusionsprozesses in Diffusionsmodellen .....</b>	<b>46</b>
3.1 Einführung in die Diffusionsmodellierung .....	46
3.2 Grundmodelle der Diffusionsforschung .....	49
3.2.1 Das exponentielle Diffusionsmodell .....	49
3.2.2 Das logistische Diffusionsmodell .....	52
3.2.3 Das semi-logistische Diffusionsmodell .....	56
3.3 Modellextensionen .....	60

---

<b>4. Das Diffusionsobjekt Voice over IP.....</b>	<b>63</b>
4.1 Die Entwicklung der Internet-Telefonie .....	63
4.2 Anwendungsgebiete.....	64
4.3 Funktionsweise .....	66
4.4 Voice over IP als Paradigma für kritische Masse-Systeme?.....	75
<b>5. Analyse des deutschen Telekommunikationsmarktes .....</b>	<b>78</b>
5.1 Kurzbeschreibung.....	78
5.2 Der Breitbandmarkt.....	79
5.3 Der Diffusionsgrad von Voice over IP in deutschen Haushalten.....	84
<b>6. Entwicklungsprognosen für Voice over IP auf der Basis ausgewählter Diffusionsmodelle.....</b>	<b>91</b>
6.1 Bestimmung geeigneter Diffusionsmodelle .....	91
6.2 Funktionale Anwendung der ausgewählten Diffusionsmodelle .....	97
6.2.1 Schätzung der Diffusionsparameter ohne Vorgabe des Marktpotentials.....	97
6.2.2 Schätzung der Diffusionsparameter mit exogener Vorgabe des Sättigungsniveaus .....	101
6.2.3 Parameterschätzung unter Einbeziehung eines dynamischen Marktpotentials.....	104
6.2.4 Entwicklungsprognosen für die Diffusion von Voice over IP.....	108
6.3 Kritische Synopsis des prognostizierten Diffusionsverlaufs .....	112
<b>7. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>118</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>121</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>125</b>
<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>136</b>

## Abkürzungsverzeichnis

a. a. O.....	am angegebenen Ort
ADSL.....	Asymmetric Digital Subscriber Line
ATA .....	Analog-Telefon-Adapter
bspw.....	beispielsweise
bzgl.....	bezüglich
bzw.....	beziehungsweise
ca.....	circa
CLIP.....	Calling Line Identification Presentation
CLIR .....	Calling Line Identification Restriction
DSL.....	Digital Subscriber Line
DSLAM.....	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DT AG .....	Deutsche Telekom AG
DVB-T.....	Digital Video Broadcasting-Terrestrial
etc.....	et cetera
evtl.....	eventuell
F&E .....	Forschung & Entwicklung
f.....	folgende
ff.....	fortfolgende
FTTH.....	Fibre To The Home
GSM.....	Global System for Mobile Communications
HH .....	Haushalte
Hrsg.....	Herausgeber
HSDPA .....	High Speed Downlink Packet Access
http.....	Hypertext Transfer Protocol
IAD .....	Integrated Access Device
IETF .....	Internet Engineering Task Force
inkl.....	inklusive
IP .....	Internet Protocol
IP-TV.....	Internet Protocol Television
ISDN .....	Integrated Services Digital Network
ISP.....	Internet Service Provider
Kbit/s .....	Kilobits per second
Mbit/s.....	Megabits per second

---

Mio. ....	Millionen
MOS.....	Mean Opinion Score
No. ....	Number
Nr. ....	Nummer
PC.....	Personal Computer
PSTN .....	Public Switched Telephone Network
RTP.....	Realtime Transport Protocol
S. ....	Seite
SIP.....	Session Initiation Protocol
SMS.....	Short Message Service
TNB.....	Teilnehmernetzbetreiber
Tsd.....	Tausend
u. ä. ....	und ähnlich
u. a. ....	unter anderem
UAC.....	User-Agent-Client
UAS.....	User-Agent-Server
UMTS .....	Universal Mobile Telecommunications System
URL.....	Uniform Resource Identifier
usw. ....	und so weiter
VDSL.....	Very High Speed Digital Subscriber Line
vgl. ....	vergleiche
VoB.....	Voice over Broadband
VoI.....	Voice over Internet
VoIP.....	Voice over IP
Vol.....	Volume
WiMAX.....	Worldwide Interoperability for Microwave Access
W-LAN.....	Wireless Local Area Network
xDSL.....	subsumierende Bezeichnung für DSL-Varianten
z. B. ....	zum Beispiel
z. T. ....	zum Teil

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung von Telekommunikationssystemen und -diensten.....	2
Abbildung 2: Breitband- und Voice over IP-Kundenzahlen für Deutschland .....	5
Abbildung 3: Aufbau der Arbeit.....	7
Abbildung 4: Zusammenhang der Begriffe Invention und Innovation .....	10
Abbildung 5: Der Innovationsprozess im weiteren Sinne.....	11
Abbildung 6: Reichweite des Innovationsmanagements .....	17
Abbildung 7: Determinanten des Adoptionsprozesses.....	26
Abbildung 8: Charakteristika der Adoptionseinheiten .....	32
Abbildung 9: Die Adopter-Kategorien im Diffusionsprozess (Adoptionskurve)	33
Abbildung 10: Die Diffusionskurve .....	33
Abbildung 11: Unterscheidungsmerkmale zwischen Netzeffekt- und Systemgütern.....	38
Abbildung 12: Die verschiedenen Anbieterebenen bei kritische Masse-Systemen mit beispielhaften Beziehungsstrukturen .....	41
Abbildung 13: Theoretischer Verlauf der Diffusionskurve bei kritische Masse-Systemen .....	44
Abbildung 14: Theoretischer Verlauf der Adoptionskurve bei kritische Masse-Systemen .....	44
Abbildung 15: Zentrale Unterschiede in den Aussagen der klassischen Diffusionstheorie und der Diffusion von kritische Masse-Systemen .....	45
Abbildung 16: Die Entwicklung des Adoptionsbestands nach dem exponentiellen Diffusionsmodell.....	52
Abbildung 17: Die Entwicklung des Adoptionsbestands nach dem logistischen Diffusionsmodell.....	54
Abbildung 18: Der Diffusionsprozess im Bass-Modell .....	59
Abbildung 19: Extensionen von Diffusionsmodellen .....	61
Abbildung 20: Anschlusszenarien für die Nutzung von Voice over IP.....	68
Abbildung 21: Ablauf einer SIP-Signalisierung .....	70
Abbildung 22: Funktionsprinzip der Internet-Telefonie .....	72
Abbildung 23: Entwicklung der Zahl der Anbieter von Telekommunikationsdiensten .....	78
Abbildung 24: Breitbandanschlüsse in Betrieb.....	81

---

Abbildung 25: Geschätzte Entwicklung der Breitbandanschlüsse bis zum Jahr 2015 .....	83
Abbildung 26: Geschätzte Entwicklung der Breitbandzugangstechnologien bis zum Jahr 2015.....	84
Abbildung 27: Anbieter von Voice over IP im deutschen Telekommunikationsmarkt.....	87
Abbildung 28: Entwicklung der Kundenzahlen von Voice over IP 2004-2006.....	90
Abbildung 29: Netzwerkdiagramm zur Adoption- und Diffusion von Voice over IP .....	92
Abbildung 30: Kriterienkatalog für Voice over IP.....	94
Abbildung 31: Empirische Untersuchungen bei Telekommunikationssystemen ..	95
Abbildung 32: Ergebnis der Parameterschätzung ohne Vorgabe des Marktpotentials.....	100
Abbildung 33: Herleitung des langfristigen Marktpotentials für Voice over IP... 102	
Abbildung 34: Resultat der Parameterschätzung mit exogener Vorgabe des Sättigungsniveaus .....	103
Abbildung 35: Bestimmung eines dynamischen Marktpotentials für Voice over IP.....	106
Abbildung 36: Ergebnisse der Parameterschätzung unter Einbeziehung eines dynamischen Marktpotentials .....	107
Abbildung 37: Adoptionskurve für Voice over IP bei exogener Vorgabe des Sättigungsniveaus .....	109
Abbildung 38: Diffusionskurve für Voice over IP bei exogener Vorgabe des Sättigungsniveaus .....	110
Abbildung 39: Adoptionskurve für Voice over IP unter Berücksichtigung eines dynamischen Marktpotentials .....	111
Abbildung 40: Diffusionskurve für Voice over IP unter Berücksichtigung eines dynamischen Marktpotentials .....	111

## Symbolverzeichnis

$a$	.....	Diffusionskoeffizient
$b$	.....	Diffusionskoeffizient
$e^x$	.....	Exponentialfunktion
$\in$	.....	Element von
$g_t$	.....	Diffusionsgeschwindigkeit
$\ln$	.....	Logarithmus naturalis
$M$	.....	Marktpotential, Sättigungsniveau
$n_t$	.....	Zuwachs an Erstkäufern in Periode $t$
$N_0$	.....	Anfangsbestand
$N_t$	.....	Übernahmebestand zum Zeitpunkt $t$
$N_{t-1}$	.....	Übernahmebestand in der Vorperiode
$\pi_{ij}$	.....	Rentabilität der Innovation
$R^2$	.....	Determinationskoeffizient
$s_{\bar{x}}$	.....	Standardabweichung
$S_{ij}$	.....	Investitionsvolumen
$t$	.....	Periode $t$
$\bar{x}$	.....	Mittelwert

# 1. Themenöffnung

## 1.1 Einleitung

Der Begriff Innovation<sup>1</sup> ist in den letzten Jahren zunehmend ins Zentrum wirtschaftlicher und wirtschaftswissenschaftlicher Betrachtungen gerückt. Vor dem Hintergrund der Globalisierung der Wirtschaft, des raschen technologischen Fortschritts sowie des zunehmenden Qualitäts- und Kostenbewusstseins der Käufer gewinnt das zielgerichtete Management von Innovationen beständig an Bedeutung. Immer deutlicher bestimmen neue Produkte, Verfahren und Organisationslösungen den Unternehmenserfolg. Firmen, die langfristig am Markt bestehen wollen, müssen sich zunehmend auf diesen Wandel einstellen, ihn aktiv mitgestalten und als Entwicklungschance nutzen.<sup>2</sup> Innovationen sind damit zu einem zentralen strategischen Erfolgsfaktor für eine aussichtsreiche Positionierung jedes einzelnen Unternehmens in einem dynamischen Umfeld geworden.

Die grundsätzlich veränderten Rahmenbedingungen der Wettbewerbslandschaften lassen sich seit geraumer Zeit weltweit in nahezu allen Branchen beobachten – bestehende Grenzen werden aufgelöst, neue Märkte entstehen. Besonders massiv fallen diese Veränderungen jedoch in der Telekommunikationsindustrie aus.<sup>3</sup> Seit im Jahre 1877 das erste Telefongespräch in Deutschland geführt wurde, ist die Telekommunikationsbranche durch die Einführung und Ausdifferenzierung immer neuer Produkte, Dienste und Anwendungen gekennzeichnet (siehe Abbildung 1). Diese Entwicklung hat in den letzten zwei Jahrzehnten mit der Durchsetzung von Mobiltelefon und E-Mail sowie der Einführung von Videokonferenzen bis hin zu Multimedia-Anwendungen, wie bspw. Video on Demand, ihren vorläufigen Höhe-

---

<sup>1</sup> Eine Erläuterung des Innovationsbegriffes erfolgt in extenso in Kapitel 2.1.

<sup>2</sup> Vgl. Pleschak, F.; Sabisch, H.: Innovationsmanagement, Stuttgart 1996, S. 1.

<sup>3</sup> Unter Telekommunikation werden im Folgenden alle Formen der nachrichtentechnisch unterstützten Fernkommunikation verstanden, wobei die Kommunikationsinhalte in aller Regel elektronisch oder optisch übermittelt und gespeichert werden. Die Telekommunikationsbranche stellt Produkte und Leistungen bereit, die den Transport von Zeichen (Sprache, Text, Daten, Bilder) zwischen einem Sender und einem Empfänger unter Zuhilfenahme von nachrichtentechnischen Verbindungsverfahren bei weitgehender Unabhängigkeit von der physischen Entfernung der Kommunikationspartner, also Telekommunikation, möglich machen. Vgl. hierzu Gerpott, T. J.: Wettbewerbsstrategien im Telekommunikationsmarkt, Stuttgart 1996, S. 4.