

Gröhn, Andreas

Working Paper — Digitized Version

Netzwerkeffekte in der Software-Industrie: Eine Analyse der empirischen Literatur

Kiel Working Paper, No. 743

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Gröhn, Andreas (1996) : Netzwerkeffekte in der Software-Industrie: Eine Analyse der empirischen Literatur, Kiel Working Paper, No. 743, Kiel Institute of World Economics (IfW), Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/46752>

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.

Kieler Arbeitspapiere

Kiel Working Papers

Arbeitspapier Nr. 743

**Netzwerkeffekte in der Software-Industrie:
Eine Analyse der empirischen Literatur**

von

Andreas Gröhn

Mai 1996



Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel
The Kiel Institute of World Economics

ISSN 0342 - 0787

Institut für Weltwirtschaft
Düsternbrooker Weg 120
D - 24105 Kiel

Arbeitspapier Nr. 743

**Netzwerkeffekte in der Software-Industrie:
Eine Analyse der empirischen Literatur**

von
Andreas Gröhn

681 806

Mai 1996

Für Inhalt und Verteilung der Kieler Arbeitspapiere ist der jeweilige Autor allein verantwortlich, nicht das Institut. Da es sich um Manuskripte in einer vorläufigen Fassung handelt, wird gebeten, sich mit Anregungen und Kritik direkt an den Autor zu wenden und etwaige Zitate vorher mit ihm abzustimmen.

Inhaltsangabe

Es wird vielfach vermutet, daß die Software-Industrie von starken Netzwerkeffekten geprägt ist. Doch wie hoch sind die Netzwerkeffekte wirklich? Für die Messung der Netzwerkeffekte bietet sich der hedonische Preisansatz an. Zwei Anwendungen des hedonischen Preisansatzes in der Software-Industrie werden beschrieben. Anschließend werden drei Ansätze diskutiert, die Reputationen und installierte Basis, variierende Bedeutung der Charakteristika und Einkommen berücksichtigen. Abschließend werden die Vor- und Nachteile der bisherigen Ansätze diskutiert und mögliche Erweiterungen skizziert.

JEL-Klassifizierung: C23, D62, L15, L86

Inhaltsverzeichnis

I. Das Problem	1
II. Die Messung von Netzwerkeffekten mit dem hedonischen Preisansatz ..	2
1. Darstellung des Verfahrens	2
2. Netzwerkeffekte bei Tabellenkalkulationsprogrammen	5
3. Netzwerkeffekte bei PC-Datenbanksoftware	13
III. Weitergehende methodische Ansätze	19
1. Zur Notwendigkeit weitergehender methodischer Ansätze	19
2. Reputation, installierte Basis und Netzwerkeffekte	21
3. Variierende Bedeutung der Charakteristika	27
4. Zahlungsbereitschaft, Einkommen und installierte Basis	31
IV. Evaluierung und Weiterführung der besprochenen Ansätze	38
1. Evaluierung der besprochenen Ansätze	38
2. Weiterführung	41
V. Zusammenfassung	43
VI. Literaturverzeichnis	45

I. Das Problem

Auf dem Software-Markt ist auf internationaler Ebene ein Konzentrationsprozeß zu beobachten. Auf dem einstmals stark heterogenen Markt teilen sich heute fünf amerikanische Unternehmen 75 vH des weltweiten Marktvolumens [NTDB, 1995]. Microsoft hat als Produzent des marktführenden Betriebssystems und Anbieter darauf aufbauender Anwendungsprogramme eine besondere Dominanz auf dem Markt für Personal-Computer-Software [Dataquest, 1995], die sich weiter auszudehnen scheint.

Netzwerkeffekte werden als wesentlicher Grund für die Konzentrations-tendenzen in der Software-Industrie angesehen. Netzwerkeffekte liegen vor, wenn der Nutzen eines Gutes für den Einzelnen mit der Zahl anderer Konsumenten desselben Gutes ansteigt [Vgl. z.B. Katz, Shapiro, 1986].

Netzwerkeffekte können zur Konsequenz haben, daß die Konsumenten eine Standardisierung des Netzwerk-gutes einem heterogenen Markt vorziehen. Hat ein Anbieter das Verfügungsrecht an dem Standard (proprietärer Standard), kommt es zu einer Monopolisierung. Die Präferenz für eine Standardisierung kann dazu führen, daß historische Entwicklungen bedeutsam sind [Vgl. Arthur, 1989, 1994] und daß sich möglicherweise inferiore Technologien auf dem Markt durchsetzen [Vgl. David, 1985]¹.

Doch wie hoch sind die Netzwerkeffekte wirklich? Netzwerkeffekte werden auf keinem Markt isoliert gehandelt und lassen sich nicht direkt beobachten. Die

¹ Liebowitz, S. J. und Margolis, Stephen E.[1990, 1995] widersprechen beiden Thesen vehement und mit interessanten Argumenten.

Stärke von Netzwerkeffekten muß deshalb indirekt erfaßt werden. Hierfür bietet sich der hedonische Preisansatz an. Es gibt zwar eine breite Literatur zur Anwendung des hedonischen Preisansatzes. Die Literatur zur Messung von Netzwerkeffekten mit Hilfe des hedonischen Preisansatz ist jedoch klein. Ziel dieses Artikels ist, diese Literatur vorzustellen, kritisch zu beurteilen und Anforderungen an eine eigene empirische Arbeit abzuleiten.

Die Arbeit ist wie folgt organisiert: Zunächst wird kurz die Vorgehensweise des hedonischen Preisansatzes beschrieben. Anschließend werden die zwei Untersuchungen vorgestellt, die diesen Ansatz auf die Software-Industrie angewandt haben. Danach werden drei Ansätze vorgestellt, die den hedonischen Ansatz erweitert haben und möglicherweise auch für die Analyse der Software-Industrie von Interesse sein könnten. Abschließend werden die Vor- und Nachteile der bisherigen Ansätze diskutiert und mögliche Erweiterungen skizziert.

II. Die Messung von Netzwerkeffekten mit dem hedonischen Preisansatz

1. Darstellung des Verfahrens

Der hedonische Preisansatz² ist ein häufig eingesetztes Instrument, um die Wertschätzung für Güter, die nicht auf einem Markt gehandelt werden, zu erfassen [Pommerehne, Römer, 1992, S. 183]. Der hedonische Preisansatz wurde

² Nach Berndt [1991, S. 111] geht der Begriff „hedonischer Preis“ auf Court [1939] zurück. Hedonismus bedeutet im Griechischen „Freude“ [Britanica Online]. Im Utilitarismus impliziert der Hedonismus das Bestreben, größtmögliche Freude für die gesamte Gemeinschaft zu erreichen [Britanica Online].

bereits in zwei Untersuchungen [Gandal, 1994, Moch, 1995] auf die Software-Industrie angewandt. Er geht von der Lancasterschen Idee [Lancaster, 1971, 1979] aus, daß der Preis eines Gutes eine Funktion seiner Charakteristika (A,B,C) ist:

$$p_{x_i} = p_x(A_i, B_i, C_i). \quad (1)$$

Kennt man den Preis und die Charakteristika, die die Wertschätzung determinieren, so lassen sich die impliziten marginalen Preise der Charakteristika durch die partielle Ableitung der hedonischen Preisfunktion nach dem Charakteristikum A bestimmen:

$$\frac{\partial p_x}{\partial A_i} = p_A(A_i) \quad (2)$$

Hiermit läßt sich eine hedonische Schätzgleichung der Form

$$p_x = p_A A + p_B B + p_C C \quad (3)$$

oder allgemein

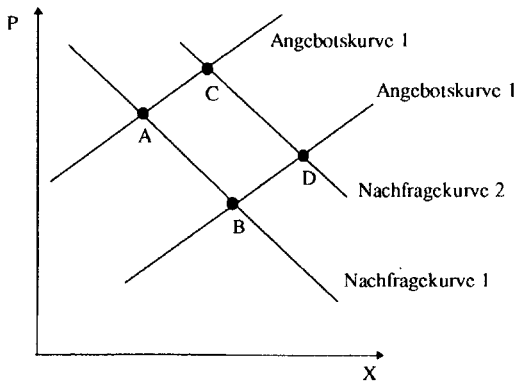
$$g(p) = f(X, b) \quad (4)$$

bilden, wobei p der beobachtete Preis, X der Vektor der beschreibenden Charakteristika und b der Vektor der zu schätzenden Parameter ist [Harhoff, 1995]. Es wird zwischen dem linearen ($p = Xb$), dem semi-logarithmischen ($\ln p = Xb$) und dem doppel-logarithmischen Ansatz ($\ln p = \ln Xb$) unterschieden. Im linearen Ansatz ist der Koeffizient als Preisaufschlag für die Verbesserung des Merkmals um eine Einheit zu interpretieren. Bei der doppellogarithmischen Spezifikation sind die Koeffizienten direkt als Elastizitäten zu interpretieren [Pommerehne u. Römer, 1992, S. 181]. Der logarithmische Ansatz ist auch dann anzuwenden,

wenn zu erwarten ist, daß ein zunehmender oder abnehmender Grenznutzen beim Konsum einer zusätzlichen Gütereinheit vorliegt.

Bei dem hedonischen Preisansatzes ergibt sich ein Identifikationsproblem daraus, daß immer nur Marktgleichgewichte beobachtet werden können. Verändert sich die Preis-Mengen-Relation des Marktgleichgewichtes, so kann dies in einer Verschiebung der Angebotsfunktion (B in Schaubild 1), einer Verschiebung der Nachfragefunktion (C) oder einer Kombination aus beidem (D) begründet sein. Eine direkte Beziehung zwischen der hedonischen Preisfunktion und der Angebots- bzw. Nachfragefunktion ist deshalb nur herstellbar, wenn eine der beiden Funktionen unverändert bleibt. Sollen Veränderungen der Preis-Mengen-Kombination auf Veränderungen der Nachfragefunktion bezogen werden, so muß unterstellt werden, daß die Unternehmen zu (unveränderlichen) Grenzkosten [Feenstra, 1995] oder mit konstantem Aufschlag [Berndt, 1991, S. 130] anbieten. Sollen Veränderungen der Preis-Mengen-Kombination auf Veränderungen der Angebotsfunktion bezogen werden, dürfen keine Netzwerkeffekte die Nachfragefunktion verändern.

Schaubild 1: Das Marktgleichgewicht



Quelle: Eigene Darstellung

2. Netzwerkeffekte bei Tabellenkalkulationsprogrammen

Neil Gandal [1994] untersuchte mit Hilfe des hedonischen Preisansatzes den Markt für Tabellenkalkulationen. Ziel der Untersuchung war es, erstens, festzustellen, ob dieser Markt Netzwerkeffekte aufweist, zweitens, welche Charakteristika der Tabellenkalkulationen besonders hoch bewertet werden und drittens, einen qualitätsbereinigten Preisindex für Tabellenkalkulationen zu entwickeln.

Gandal wählte für seine Untersuchung Tabellenkalkulationen aus, da hier bereits in den achtziger Jahren Lotus 1-2-3 als de facto Standard etabliert war und Netzwerkeffekte nach Gandals Ansicht bei Tabellenkalkulationen besonders hoch sind, da die Nachfrager häufig Tabellen austauschen wollen und der Markt eine kritische Masse erreicht hat, die die Herstellung kompatibler Produkte stimuliert.

Da nur einige der im Untersuchungszeitraum (1986-1991) verfügbaren Tabellenkalkulationen zu Lotus kompatibel waren³, müßte dieses Charakteristikum von den Nachfragern positiv bewertet werden. Die Verbindung der Programme zu externen Datenbanken⁴ ist nach Ansicht Gandals ein weiteres Charakteristikum, das die Bedeutung der Netzwerkeffekte mißt. Auch eine signifikante Zahlungsbereitschaft für das Charakteristikum Netzwerkfähigkeit⁵ würde die Bedeutung von Netzwerkeffekten unterstreichen.⁶

Die Untersuchung beschränkt sich auf Tabellenkalkulationen, die auf den Betriebssystemen PC-DOS, MS-DOS, Windows und OS/2 lauffähig sind. Programme, die neben Tabellenkalkulationen weitere Programme wie Textverarbeitung oder Kommunikation enthalten, wurden nicht berücksichtigt.⁷

- 3 Lotus-Kompatibilität bedeutet im einfachsten Fall, daß in Lotus geschriebene Tabellen eingelesen werden können und in dem jeweiligen Programm geschriebene Tabellen in einem Format abgespeichert werden können, das von Lotus wiederum eingelesen werden kann. Eine Angleichung der Menüstruktur wurde unter anderem von Borland und Microsoft versucht. Dies führte zu einem Rechtsstreit zwischen Lotus und Borland über das „Look and Feel“ von Menüsystemen. Als „Look and Feel“ bezeichnet die amerikanische Rechtsprechung das Aussehen und die Menüstruktur eines Programmes.
- 4 Eine Reihe von Tabellenkalkulationen sind in der Lage, Datenbanken, die in anderen Programmen oder auf anderen Betriebssystemen aufgelegt werden, zu analysieren
- 5 Netzwerkfähigkeit bedeutet, daß das Programm in einem Local Area Network eingesetzt werden kann. Ein LAN hat nichts direkt mit Netzwerkeffekten gemein sondern beschreibt das physikalische Netz, das mehrere PC-Nutzer miteinander verbindet und ihnen die gemeinsame Nutzung von Ressourcen wie Druckern oder Daten ermöglicht.
- 6 Alle drei Charakteristika werden heute von allen auf dem Markt befindlichen Produkte erfüllt und können deshalb bei modernen Tabellenkalkulationen nicht als Gradmesser für Netzwerkeffekte dienen: Jede Tabellenkalkulation bietet eine Vielzahl von Import- und Exportfiltern, die den Austausch mit anderen Programmen gewährleisten. Auch die Anbindung an externe Datenbanken ist bei allen Tabellenkalkulationen Standard. Die Netzwerkfähigkeit wird vom Betriebssystem oder einer entsprechenden Netzwerksoftware gewährleistet, so daß auch alle Programme netzwerkfähig sind.
- 7 Solche Programme, wie z.B. Lotus Symphony oder Works von Microsoft waren die Vorläufer der heutigen Office-Suites und erfreuten sich einiger Beliebtheit, da im Rahmen dieser Kombipakete der Datenaustausch relativ einfach war.

Der Datensatz wurde aus jährlichen Berichten der DATAPRO Research Group von 1986 bis 1991 zusammengefaßt. Damit ergibt sich eine Paneldaten-Analyse, denn es werden in jedem Jahr eine Reihe von Programmen erfaßt. Ein Teil der Programme ist über mehrere Jahre identisch, die meisten Programme werden jedoch mit neuen Versionen (Z. B. Excel 1.0, Excel 2.0) auf den Markt gebracht. Ein Panel-Verfahren ist anstelle einer Querschnitt- oder Zeitreihenanalyse anzuwenden, da die Enge des Marktes keinen ausreichenden Raum für eine Querschnitt- oder Zeitanalyse läßt.

Während des gesamten Untersuchungszeitraums war Lotus das dominierende Unternehmen auf dem Markt für Tabellenkalkulationen. Andere bedeutende Anbieter waren Microsoft mit Multiplan und später auch Excel, Computer Associates mit Supercalc, Paperback Software mit VP-Planner, WordPerfect mit PlanPerfect und Borland mit Quattro und Quattro Pro. Zusätzlich waren in jedem Jahr etwa fünf preisgünstigere Programme mit geringerer Ausstattung auf dem Markt vertreten. Aus diesen beobachteten Programmen ergaben sich während des Untersuchungszeitraumes von fünf Jahren insgesamt 91 Beobachtungen.

Für die einzelnen Programme wurden die folgenden Charakteristika erfaßt (**Tabelle 1**):

1. Die Dummy-Variable **LOCOMP** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm kompatibel zu dem Dateiformat von Lotus (WKS, WK1) ist.
2. Die Dummy-Variable **RECALC** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm bei Neueingaben automatisch die Formeln und Bezüge neu berechnen kann.
3. Die Dummy-Variable **SORTING** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm eine Tabelle in mindestens zwei Stufen sortieren kann.
4. Die Dummy-Variable **GRAPHS** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm aus Tabellen Graphiken aufbauen kann.

5. Die Variable **WINDOWS** nimmt den Wert 1 an, wenn die Anzahl der gleichzeitig zu öffnenden Fenster zwischen 2 und 15 liegt. **WINDOWS** nimmt den Wert 2 an, wenn 16 und mehr Fenster gleichzeitig geöffnet werden können.
6. Die Dummy-Variable **LINKING** nimmt den Wert 1 an, wenn die Werte in mehreren Arbeitsblättern gleichzeitig aktualisiert werden können.
7. Die Dummy Variable **EXTDAT** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm Verbindungen zu externen Datenbanken ermöglicht.
8. Die Dummy Variable **PROGRAM** nimmt den Wert 1 an, wenn Makros⁸ mit einer einfachen Programmiersprache geschrieben werden können.
9. Die Dummy-Variable **LEARN** nimmt den Wert 1 an, wenn Makros in einem Recorder-Modus aufgezeichnet werden können.
10. Die Dummy-Variable **LANCOM** nimmt den Wert 1 an, wenn mehrere unabhängige Nutzer über ein Netzwerk miteinander verbunden werden können.
11. Die Dummy-Variable **PRINT** nimmt den Wert 1 an, wenn mindestens eine der fortgeschritteneren Druckfunktionen (Gedrehter Druck, Druck im Hintergrund, Seitenansicht, Unterstützung von Postscript) vorhanden ist.
12. Die Dummy-Variable **PRESENT** nimmt den Wert 1 an, wenn Tabellen und Graphiken auf einem Blatt gedruckt werden können oder wenn mehrere Zeichensätze und -Größen zur Auswahl stehen.
13. Die Dummy-Variable **LOTUS** nimmt den Wert 1 an, wenn das Produkt von Lotus Development Corporation produziert wird.

⁸ Makros sind einfache, von Anwendern geschriebene Programmroutinen, die häufig wiederkehrende Arbeitsschritte zusammenfassen und nur innerhalb des Wirtprogramms lauffähig sind. Makros können häufig durch Aufzeichnung von Arbeitsschritten erfaßt werden (Recording). Moderne Makros ermöglichen auch die aus Programmiersprachen bekannten logische Verknüpfungen und bedingte Schleifen.

14. Die Variable *MINRC* gibt das Minimum der maximal möglichen Spalten und Zeilen an und ist damit ein Gradmesser für die Leistungsfähigkeit der Tabellen.
15. Die Variable *PRICE* ist der Listenpreis ohne Mengenrabatt.
16. Die Variable *LPRICE* gibt den natürlichen Logarithmus der Variablen *PRICE* an.
17. Die Variable *LMINRC* gibt den natürlichen Logarithmus der Variablen *MINRC* an.

Zusätzlich wurden Variablen für das Untersuchungsjahr, das Alter jedes einzelnen Produkts und das Jahr der Veröffentlichung jedes einzelnen Produkts eingefügt. Die Zeit-Dummies heißen *TIME87*, *TIME88*, *TIME89*, *TIME90*, *TIME91*. Andere Variablen erwiesen sich als nicht signifikant und wurden deshalb in der Untersuchung vernachlässigt.

Aus einer Analyse von Computer-Zeitschriften schließt Gandal, daß nur für einen geringen Teil der untersuchten Produkte Discount-Preise erhältlich sind und Preisnachlässe daher nicht zu berücksichtigen sind [Gandal, 1994, S. 164]. Damit werden jedoch die zahlreichen Preisnachlässe für Bildungseinrichtungen und vor allem die niedrigeren Preise für Upgrades vernachlässigt.

Die geschätzten Regressionsgleichungen sind in Tabelle 2 ausgewiesen. Die erste Regression wurde mit allen erklärenden Variablen berechnet. Für die zweite Regression wurden die in der ersten Regression insignifikanten Variablen ausgeschlossen. Die Nichtberücksichtigung der insignifikanten Variablen hat jedoch nur einen geringen Effekt auf die verbleibenden Variablen.

Tabelle 1 Deskriptive Statistik (N=91)

Variable	Mittel	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
PRICE	275.4	205.8	695.0	35.0
LPRICE	5.25	.94	6.54	3.55
MINRC	285.0	261.5	1024.0	25.0
LMINRC	5.30	0.89	6.93	3.22
EXTDAT	0.24	0.43	1.00	0.00
GRAPHS	0.65	0.48	1.00	0.00
LANCOM	0.51	0.50	1.00	0.00
LINKING	0.59	0.49	1.00	0.00
LOCOMP	0.74	0.44	1.00	0.00
LOTUS	0.13	0.34	1.00	0.00
LEARN	0.67	0.47	1.00	0.00
PRESENT	0.34	0.70	2.00	0.00
PRINT	0.19	0.39	1.00	0.00
PROGRAM	0.80	0.40	1.00	0.00
RECALC	0.96	0.21	1.00	0.00
SORTING	0.67	0.47	1.00	0.00
WINDOW	0.86	0.66	2.00	0.00

Quelle: Gandal, 1994, S. 164

Den Verfall des qualitätsbereinigten Preises im Jahre 1988 erklärt Gandal mit dem signifikanten Anstieg von Programmen, die in diesem Jahr graphische Funktionen anboten, kompatibel zu Lotus waren und oder erweiterte Fenstertechniken anboten [Gandal 1994, S. 165].

Die dritte Regression in **Tabelle 2** beinhaltet die Variablen TLANCOM, TLMINRC und TLINKING, die den Variablen LANCOM, LMINRC und LINKING entsprechen, allerdings verbunden mit einer Dummy-Variablen für die Jahre 1989-1991. Die Signifikanz von TLANCOM deutet darauf hin, daß die Kompatibilität mit lokalen Netzwerken zu einem bedeutendem Produktmerkmal wurde [Gandal 1994, S. 165]. Dies erscheint plausibel, da Netzwerke in der Frühzeit der PC-Technik noch keine Rolle spielten und erst ab 1989 an Bedeutung gewannen.

Der Koeffizient von TLMINRC in der dritten Regression wird von Gandal dahingehend interpretiert, daß die maximale Größe des Arbeitsblattes nur bis zu einem bestimmten Wert von besonderer Bedeutung ist und daß darüberhinausgehende Werte einen abnehmenden Einfluß auf die Zahlungsbereitschaft der Nachfrager haben.

Das Argument Gandals des abnehmenden Grenznutzens läßt einen kleinen, aber dennoch positiven Koeffizienten der Variablen TLMINRC erwarten. Der Koeffizient ist jedoch negativ, weshalb das Argument des abnehmenden Grenznutzens nach der Schätzung von Gandal verworfen werden muß. Vielmehr hätten die Nachfrager die Option, große Tabellen anzufertigen, negativ bewertet.

Die vierte Regression in **Tabelle 2** berücksichtigt nur neu auf den Markt gekommene Programme. Die Ergebnisse ähneln denen der dritten Regression.

Tabelle 2 Ergebnisse der Regressionen (Abhängige Variable:
LPRICE)

VARIABLE	Regression 1 Alle unabhängigen Variablen		Regression 2 Signifikanten Variablen		Regression 3 Präferierte Gleichung		Regression 4 Nur neue Produkte	
	Koeff.	(t-stat)	Koeff.	(t-stat)	Koeff.	(t-stat)	Koeff.	(t-stat)
CONSTANT	3.73	(10.92)**	3.76	(12.31)**	3.12	(9.50)**	2.61	(4.91)**
TIME87	-0.076	(-0.45)	-0.062	(-0.38)	-0.07	(-0.43)	-0.57	(-1.73)
TIME88	-0.42	(-2.37)	-0.44	(-2.67)	-0.45	(-3.03)	-0.94	(-2.91)
TIME89	-0.64	(-3.50)	-0.70	(-4.20)	0.92	(1.71)	1.63	(1.65)
TIME90	-0.74	(-4.13)	-0.79	(-4.90)	0.90	(1.67)	1.47	(1.51)
TIME91	-0.82	(-4.48)	-0.85	(-5.30)	0.85	(1.59)	1.54	(1.56)
LMINRC	0.11	(1.31)	0.11	(1.59)	0.26	(3.24)**	0.41	(3.42)**
LOTUS	0.59	(3.46)**	0.56	(4.36)**	0.46	(3.62)**	0.44	(1.97)**
GRAPHS	0.45	(2.94)**	0.46	(3.51)**	0.52	(4.18)**	0.36	(2.03)**
WINDOW	0.17	(2.16)**	0.17	(2.14)**	0.14	(1.92)	0.18	(1.71)
LOCOMP	0.76	(5.30)**	0.72	(5.28)**	0.66	(5.17)**	0.70	(3.02)**
EXTDAT	0.52	(3.10)**	0.55	(4.05)**	0.57	(3.93)**	0.67	(3.16)**
LANCOM	0.25	(1.62)	0.21	(1.65)				
LINKING	0.18	(1.51)	0.21	(1.91)	0.26	(2.00)**	0.43	(2.22)**
LEARN	0.03	(0.18)						
PROGRAM	0.13	(0.70)						
PRESENT	-0.08	(-0.54)						
PRINT	0.20	(0.86)						
SORTING	-0.21	(-1.27)						
TLANCOM					0.61	(3.28)**	0.33	(1.20)
TLMINRC					-0.34	(-3.07)	-0.52	(-2.76)
TLINKING					-0.31	(-1.49)	-0.25	(-0.76)
Anzahl Beob.	91		91		91		49	
Std. Abw.	0.391		0.385		0.356		0.385	
R ²	0.862		0.857		0.881		0.875	
ADJ. R ²	0.827		0.833		0.857		0.819	
Freiheitsgrade	61		64		66		36	

Quelle: Gandal, 1994, S. 166. Freiheitsgrade und Signifikanz der Koeffizienten: Eigene Berechnungen

Die Regressionsanalyse zeigt, daß es Nachfrager gibt, die bereit sind, für Tabellenkalkulationen, die kompatibel zu Lotus sind, sowie für Tabellenkalkulationen, die eine Anbindung an externe Datenbanken ermöglichen, einen signifikanten Aufschlag zu zahlen. Der Aufschlag für Netzwerkfähigkeit ist etwas geringer. Aus der hohen Signifikanz der Variablen für Kompatibilität zu Lotus und Zugriff auf externe Datenbanken schließt Gandal, daß der Markt für Tabellenkalkulationen starke Netzwerkeffekte aufweist [Gandal 1994, S. 167].

3. Netzwerkeffekte bei PC-Datenbanksoftware

Während Gandal explizit die Höhe der Netzwerkeffekte zu erfassen versucht, steht bei Moch die Qualitätsbereinigung der Preisstatistik im Vordergrund. Dennoch ist auch diese Untersuchung von Interesse, da hier die gleichen Methoden wie bei Gandal [1994] eingesetzt werden.

Datenbanksoftware wird zur Verwaltung großer Datenbanken, wie z.B. Adresenlisten, Kundenstammlisten, etc. eingesetzt. Zumindest die größeren Datenbank-Programme bieten dem Konsumenten die Möglichkeit, selbst Anwendungen zu programmieren. Die Programmiersprachen der Datenbank-Software haben bei Datenbank-Anwendungen Vorteile gegenüber allgemeineren Programmiersprachen wie Basic, C oder Pascal, da Datenbank-Funktionen wie Sortieren oder Suchen nach Datensätzen bereits vorhanden sind und nicht vom Programmierer des Anwendungsprogramms entwickelt werden müssen.

Moch untersucht die Preisentwicklung von Datenbanksoftware, die unter MS-DOS (und damit mit Einschränkungen auch unter DR-DOS, PC-DOS, Windows und OS/2) lauffähig ist, in den Jahren 1986 bis 1994. Marktführer in diesem Marktsegment war lange Jahre dBase. Daneben werden die Produkte Clipper,

David, FoxBase/FoxPro, und Paradox berücksichtigt. Wie auch bei der Untersuchung von Gandal werden Produkte, die Datenbankfunktionen mit anderen Funktionen wie z.B. Textverarbeitung kombinieren, nicht berücksichtigt.

Die Preisinformationen wurden Anzeigen in der Computer-Zeitschrift CHIP entnommen. Ab 1993 wechselten viele Inserenten zu der neu etablierten PC-Direkt, einer Computer-Zeitschrift für den Direktvertrieb. Deshalb wurden für die Jahre 1993 und 1994 auch Inserate in der PC-Direkt ausgewertet. Die Auswertung der Computer-Zeitschriften beschränkte sich auf die Ausgaben April, August und Dezember. Der Autor erklärt diese Beschränkung damit, daß Neuererscheinungen im wesentlichen zur Cebit, der weltgrößten Computermesse, erscheinen und in der Aprilausgabe der Computerzeitschriften das erste Mal mit Preisangaben beworben würden. Im letzten Quartal eines jeden Jahres würde ein Großteil des Jahresumsatzes erzielt, weshalb auch die Werbung für diesen Zeitraum verstärkt würde. Darüberhinaus findet im Oktober die Systems, eine weitere große Computermesse, statt, deren Neuheiten ebenfalls in den November- und Dezember-Ausgaben beworben werden. Die August-Ausgaben erlauben dem Autor zusätzlich die Preisentwicklung innerhalb des Jahres genauer zu erfassen [Moch, 1995, S. 91f]. Die statistische Auswertung der Preisinformationen wird jedoch durch verschiedene Marketing-Maßnahmen der Produzenten, wie z.B. Bündelungen, Großkundenrabatte und Update-Rabatte, erschwert. Sind die Rabatte von Produzent zu Produzent unterschiedlich, können Verzerrungen der Schätzung nicht ausgeschlossen werden.

Da von den Produzenten keine Angaben über die Qualitätsmerkmale älterer Programme zu erhalten waren, mußten Testberichte und Produktübersichten der Computerzeitschriften CHIP, c't, PC Direkt und PC Professional auf diese Daten hin ausgewertet werden. Zusätzliche Informationen ergaben sich aus der

Auswertung von Handbüchern, Dokumentationen und ergänzender Literatur. Teilweise wurden Qualitätsmerkmale auch durch eigene Experimente mit den Programmen erfaßt.

Aus den verfügbaren Preisinformationen leitet Moch die folgenden Variablen ab:

1. Die Variable **PREIS** ist definiert als der Anzeigen-Preis inklusive Mehrwertsteuer.
2. Die Variable **LNPREIS** ist definiert als der natürliche Logarithmus der Variablen PREIS.
3. Die Variable **AVPREIS** ist definiert als das arithmetrische Mittel der Preise einer Programmversion zum jeweiligen Beobachtungszeitpunkt.
4. Die Variable **LNAVPREIS** ist definiert als der natürliche Logarithmus der Variablen AVPREIS.

Qualitätsmerkmale wurden mit den folgenden Variablen zu erfassen versucht:

5. **LNFILES** ist der natürliche Logarithmus der Anzahl der Dateien , die gleichzeitig geöffnet werden können.
6. Die Dummy-Variable **PARADOC86_91** nimmt für das Produkt Paradox von Borland in den Jahren 1986 bis 1991 den Wert 1 an.
7. Die Dummy-Variable **PARADOX92_94** nimmt für das Produkt Paradox von Borland in den Jahren 1992 bis 1994 den Wert 1 an.
8. Die Dummy-Variable **WKS** nimmt den Wert 1 an, wenn Import- und Exportfilter zum WKS-Format von Lotus bestehen.
9. Die Dummy-Variable **RECLOCK** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm Dateien sperren kann, so daß kein anderer Benutzer darauf zugreifen kann. Diese Funktion ist Voraussetzung für den Netzworkebetrieb eines Datenbankprogrammes.

10. Die Dummy-Variable ***XBASE*** nimmt den Wert 1 an, wenn das Programm quellcode-kompatibel zur Programmiersprache von dBase ist. Das Anwenderprogramm kann dann beliebig zwischen verschiedenen (kompatiblen) Datenbank-Plattformen ausgetauscht werden.⁹
11. Die Dummy-Variable ***COMPILER*** nimmt den Wert 1 an, wenn Programme in Zwischencode oder Maschinencode übersetzt werden können.¹⁰
12. Die Dummy-Variablen ***J86, J87,...,J94*** nehmen den Wert 1 an, wenn die Beobachtung in dem jeweiligen Jahr gemacht wurde.
13. Die Dummy-Variable ***April*** nimmt den Wert 1 an, wenn die Beobachtung einer April-Ausgabe der Computerzeitschriften entnommen wurde.
14. Die Dummy-Variable ***August*** nimmt den Wert 1 an, wenn die Beobachtung entsprechend einer August-Ausgabe entnommen wurde.

Daten über die Marktanteile liegen nicht vor. Der Autor nimmt jedoch an, daß die Produkte, die einen hohen Marktanteil haben, auch häufiger beworben würden [Moch 1995, S. 97]. In einer sogenannten disaggregierten Stichprobe wird deshalb jede Preisbeobachtung einzeln gewertet. Dadurch werden die einzelnen Produkte nach der Häufigkeit der Anzeigenwerbung gewichtet. Dies ist eine Approximation, die nicht notwendigerweise richtig sein muß: So können die Werbeausgaben der Anbieter unterschiedlich sein, oder ein Anbieter kann

⁹ Datenbankprogramme werden häufig als Basis für eigene Anwendungen eingesetzt. So kann ein Anwender z.B. auf Basis eines Datenbankprogramms mit Hilfe einer Datenbank-Programmiersprache als eigene Anwendung eine Adressenverwaltung schreiben. Können Anwendungen, die für eine Datenbanksoftware geschrieben wurden, auf eine andere Datenbanksoftware übertragen werden, spricht man von Quellcode-Kompatibilität. Quellcode-Kompatibilität verringert die Switching-Costs des Wechsels von einer Datenbanksoftware auf eine andere, da alte Anwendungen nicht umgeschrieben werden müssen.

¹⁰ Dadurch können Anwenderprogramme mit einer höheren Geschwindigkeit ausgeführt werden. Maschinencodierte Programme können darüberhinaus unabhängig von einem Datenbankprogramm ausgeführt werden. Damit ist für den Computer, auf dem das Anwenderprogramm installiert wird, keine Datenbank-Lizenz notwendig. Dieses Produktmerkmal ist insbesondere für Entwickler von Anwendungen interessant.

bestrebt sein, den Marktanteil seines Produkts durch aggressives Marketing zu erhöhen.

In einer aggregierten Stichprobe faßt der Autor die Preisinformationen zu Durchschnittspreisen zusammen und erhält damit 67 Beobachtungen.

Moch wählt einen doppel-logarithmischen Ansatz, womit die Annahme impliziert ist, daß der Grenznutzen eines Merkmals von dem bereits realisierten Nutzen abhängig ist. So wird der Einfluß einer Kapazitätsausdehnung auf den Preis umso geringer sein, je höher die Kapazität bereits ist.

Der qualitätsbereinigte Preisindex berechnet sich in der Schätzung von Moch anhand der Zeitvariablen. Basisjahr für die Berechnung des Preisindizes ist das Jahr 1994. In der dritten Regression (**Tabelle 3**) hat die Zeitvariable für 1986 (J186) einen Koeffizienten von 0,706. Dieser wird exponiert. Der qualitätsbereinigte Preis von Datenbanksoftware war der Schätzung zufolge 1986 $e^{0,706} = 2,03$ mal so hoch wie 1994.

Im Vordergrund der Untersuchung von Moch steht die Berechnung eines qualitätsbereinigten Preisindizes. Dennoch sind in seinem Schätzansatz die Variablen WKS und XBASE geeignet, wie bei Gandal [1994] die Variablen LOCOMP und EXTDAT, auf Netzwerkeffekte hinzuweisen.

WKS und XBASE sind bei Regression sowohl der aggregierten als auch der disaggregierten Stichprobe deutlich signifikant (vgl. Tabelle 3). Damit ergibt sich für Programme, die Schnittstellen zu Tabellenkalkulationen anbieten wie auch für Programme, die als Programmiersprache den Standard Xbase verwenden, ein höherer Marktpreis als für Programme ohne diese Funktionen. Dies deutet daraufhin, daß Netzwerkeffekte existieren, zum einen, da so Programme zwischen

Tabelle 3 Qualitätsbereinigter Index für Datenbaksoftware

Abh. Variable	Regression 3: Aggregierte Stichprobe		Regression 4: Disaggregierte Stichprobe	
	LNAVPREIS		LNPREIS	
	Koeff.	t	Koeff.	t
J86	0,706	4,807**	0,622	8,941**
J87	0,693	4,513**	0,584	8,119**
J88	0,489	3,290**	0,422	6,352**
J89	0,450	3,102**	0,437	6,964**
J90	0,528	3,731**	0,377	5,955**
J91	0,358	2,712**	0,303	4,880**
J92	0,333	2,720**	0,263	4,304**
J93	0,186	1,411	0,187	2,976**
APRIL	0,109	1,615	0,067	3,696**
AUGUST	0,097	1,488	0,031	1,648
LNFILES	0,112	3,587**	0,082	5,415**
PARADOX86_91	0,861	5,918**	0,957	8,934**
PARADOX92_94	-0,003	-0,018	0,149	1,227
WKS	0,198	2,067**	0,170	3,530**
RECLOCK	0,100	1,295	0,087	1,997**
XBASE	0,567	3,727**	0,750	6,945**
COMPILER	0,080	0,880	0,088	1,955
_cons	5,526	24,641**	5,605	41,265**
Anzahl				
Beobachtungen		67		711
R2		0,761		0,623
Korrigiertes R2		0,679		0,613
Std. Abw. des				
Fehlerterms		0,214		0,202
Freiheitsgrade		39		693

Quelle: Moch, 1995, S. 103, Signifikanz der Koeffizienten und Freiheitsgrade: eigene Berechnungen

Anwendern ausgetauscht werden können, zum anderen, da leichter Mitarbeiter gefunden werden können, die individuelle Anwendungen programmieren können.

III. Weitergehende methodische Ansätze

Gandal und Moch waren die ersten Autoren, die einen qualitätsbereinigten Preis für Software und damit auch die Höhe der Netzwerkeffekte schätzten. Ihre Pionierarbeit ist deshalb hoch einzustufen. Im folgenden Kapitel werden Erweiterungen des hedonischen Preisansatzes vorgestellt, die möglicherweise die Qualität der Messung von Netzwerkeffekten in der Software-Industrie weiter verbessern können.

1. Zur Notwendigkeit weitergehender methodischer Ansätze

In den bisher vorgestellten Schätzansätzen wird die Existenz von Netzwerkeffekten aus der positiven Bewertung von Funktionen gefolgert, die Kompatibilität herstellen. Aber auch Programme, die zu keinem anderen Programm kompatibel sind, können Netzwerkeffekte haben. Möglicherweise wäre die Anzahl der Anwender eines Programms (installierte Basis) eine bessere Schätzgröße für Netzwerkeffekte.

Software ist ein Erfahrungsgut, das zusätzlich dem Nachfrager noch Einrichtungskosten abverlangt, die möglicherweise deutlich höher als die Beschaffungskosten sein können [Gartner Group, 1996]. Reputationseffekte dürften deshalb eine bedeutende Rolle spielen. In Untersuchungen zu anderen Gütergruppen wurden deshalb Dummy-Variablen für einzelne Hersteller aufgenommen. Gandal führte eine solche Variable nur für den Marktführer Lotus ein. Moch erfaßte in

seiner Spezifikation ebenfalls einen Hersteller (Paradox) mit einer Dummy-Variablen, aber nicht um Reputationseffekte zu messen, sondern um so die Turbulenzen aufgrund sich ändernder Eigentumsstrukturen bei Paradox zu berücksichtigen.

Hartman und Teece [1990] berechnen für die Mini-Computer-Industrie Netzwerkeffekte mit Hilfe von Daten über Marktanteile und Reputationseffekte mit Hilfe von Dummy-Variablen für jeden Anbieter. Ihr Ansatz wird deshalb im nächsten Abschnitt (S. 21) vorgestellt.

Die technologische Entwicklung bei Software verlief in den letzten 20 Jahren in einem rasanten Tempo. Attribute, die in der frühen Phase des PC-Marktes von Bedeutung waren, verloren im Laufe der Entwicklung an Bedeutung, andere Attribute dagegen gewannen erst später an Bedeutung. So waren die Programme in der Anfangsphase aufgrund des begrenzten Arbeitsspeichers in der Größe der Arbeitsblätter oder Datenbanken limitiert. Mit dem Preisverfall bei DRAMs und der Überwindung der 640 KByte-Grenze des Arbeitsspeichers durch Windows wurden größere Dateien möglich. Es ist deshalb sinnvoll, anzunehmen, daß sich die Bewertung der Attribute durch die Konsumenten und die Herstellung durch die Anbieter im Zeitverlauf geändert hat. Dies könnte die unplausiblen Schätzergebnisse für den Koeffizienten der Variablen TLMINRC (Vgl. S. 11) in der Schätzung von Gandal erklären. Moch schätzte deshalb seine Regressionen auch auf einer jährlichen Basis, um so Veränderungen in der Bedeutung der Attribute zu erfassen. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß die Sample-Größe zu klein wird. Nelson, Tanguay und Patterson [1994] wählten bei einer Untersuchung der PC-Industrie deshalb ein Verfahren, das zeit-variiierende Koeffizienten der Attribute zuläßt und dennoch das gesamte Sample in der Schätzung

berücksichtigt. Das Verfahren von Nelson, Tanguay und Patterson [1994] wird deshalb genauer beschrieben (S. 27).

Möglicherweise hat auch die Höhe und Verteilung des Einkommens einen Einfluß darauf, ob Konsumenten Software kaufen. Ein steigendes Einkommen könnte zu einer höheren Nachfrage nach dem Netzwerkgut führen. Dieser Einkommenseffekt der Nachfrage wird durch Netzwerkeffekte noch verstärkt. Economides und Himmelberg [1995] stellen ein Modell vor, bei dem die beiden Effekte isoliert werden (S. 31).

2. Reputation, installierte Basis und Netzwerkeffekte

Hartman und Teece [1990] untersuchen Produkt-Emulations-Strategien auf einem Markt, der von Netzwerk- und Reputationseffekten geprägt ist. Im Gegensatz zu den beiden zuvor vorgestellten Schätzungen berücksichtigen sie explizit die Marktanteile der verschiedenen Anbieter und basieren die Berechnung der Netzwerkeffekte auf der Größe der Nutzergemeinde (installierte Basis) der Güter. Dadurch werden die Netzwerkeffekte direkt anhand der Netzwerkgröße gemessen.

Untersucht wird der Markt für Minicomputer. Minicomputer wurden im Untersuchungszeitraum von IBM (System 8100) und einer Reihe anderer Hersteller angeboten. Die Systeme waren zumeist herstellerproprietär, das heißt, Kompatibilität oder Austauschbarkeit von einzelnen Komponenten wurde häufig nur innerhalb von Systemfamilien eines Herstellers erreicht. Dennoch waren einige Computer kleinerer Hersteller kompatibel zu Modellen der Marktführer. Der Wert der für speziell auf die eingesetzten Computer-Modelle zugeschnittenen Software überstieg häufig den Preis für die Hardware. Der Umstieg auf ein

anderes Computersystem war aufgrund der Inkompatibilität mit hohen Switching-Costs verbunden. Es ist deshalb zu erwarten, daß Netzwerkeffekte und Reputation auf dem Markt für Minicomputer eine bedeutende Rolle spielen.

Hartman und Teece berechnen einen hedonischen Preis mit Hilfe von Produktattributen. Die Differenz zwischen dem hedonischen Preis und dem beobachteten Preis, die Autoren bezeichnen diesen Wert als Preis-Performance-Vorteil, gibt an, ob ein Produkt über oder unter einem Preis verkauft wird, der durch die objektiven Charakteristika des Produkts gerechtfertigt wäre. Der Preis-Performance-Vorteil geht in die Nachfrage-Funktion des Produkts ein. Weitere Parameter der Nachfrage-Funktion sind die Gesamtmarktnachfrage, die Höhe des Preis-Performance-Vorteils im Vergleich zu konkurrierenden Produkten, der Werbeaufwand des Unternehmens, die Reputation des Unternehmens und die Größe des Netzwerkes.

Die Nachfrage-Funktion kann sowohl aus der Nutzenfunktion der Nachfrager als auch aus der Gewinnfunktion des Unternehmens abgeleitet sein. Es wird angenommen, daß die Gesamtnachfrage und die Nachfrage nach jedem einzelnen System auf eine Preisveränderung gleich reagieren. Zusätzlich wird angenommen, daß die Konsumenten mit einer Verzögerung von einer Periode auf Veränderungen der Reputation, der Werbung¹¹ und Preis-Performance-Vorteile reagieren.

Als Charakteristika der Hardware werden die folgenden Variablen für den Zeitraum 1976 bis 1983 erfaßt:

1. Die Variable *SIZE* erfaßt die Größe der Computer-Anlage,
2. die Variable *ADDTIME* die Geschwindigkeit,
3. die Variable *MEMORY* die minimale Arbeitsspeicher-Ausstattung, und

¹¹ Werbung ist zwar eine Variable in der Modellgleichung, wird aber in den Regressionen nicht berücksichtigt, vermutlich, da keine Signifikanz festgestellt werden konnte.

4. die Dummy-Variable **PRICE DUMMY** ob es sich bei dem System um die Basis-Version oder eine erweiterte Version handelt.

Die sonstigen Variablen sind:

5. Die Preis-Performance des jeweiligen Systems $\hat{\epsilon}_{it}$
6. Die installierte Basis NW_{it} ,
7. die Preis-Performance der Wettbewerber $\sum_{k \neq i} \psi_k \hat{\epsilon}_k$
8. der verzögerte Marktanteil MS_{it-1}

Die Reputation und unternehmensspezifische, aber nicht genauer erfassbare, Charakteristika werden mit Dummy-Variablen für jeden einzelnen Anbieter gemessen:

9. Für Digital Computer Controls **DCC**,
10. für Digital Equipment Corp. **DEC**,
11. für International Business Machines **IBM** und
12. für Texas Instruments **TI**.

Mit Hilfe dieser Variablen wird die in **Tabelle 4** dargestellte hedonische Preisfunktion geschätzt.

Tabelle 4: Geschätzte Ergebnisse für die hedonische Preisfunktion - 1976-1983

	Regression 1	Regression 2	Regression 3
Abhängige Variablen	Log Price	Log Price	Log Price
<i>Unabhängige Variablen</i>			
Intercept	6.045 (33.0)	6.957 (38.3)	6.909 (38.1)
log SIZE	1.584 (7.29)	1.442 (7.62)	1.378 (7.21)
log ADD TIME	-0.019 (-0.47)	-0.327 (-6.13)	-0.308 (-5.76)
log MEMORY	0.603 (19.68)	0.517 (17.58)	0.555 (16.80)
System PRICE DUMMY	0.306 (2.88)	0.308 (3.10)	0.278 (2.80)
<i>Hersteller Dummy Variablen</i>			
BTI		0.929 (4.66)	0.931 (4.70)
Data General - DAG		-0.773 (-7.62)	-0.719 (-6.97)
Digital Equipment - DEC		-0.377 (-3.99)	-0.380 (-4.05)
General Automation - GA		-0.835 (-4.53)	-0.812 (-4.42)
Hewlett Packard - HP		-0.391 (-3.02)	-0.360 (-2.79)
IBM		-0.666 (-3.36)	-0.608 (-3.06)
Modular Computer - MODC		-0.690 (-4.87)	-0.667 (-4.72)
National Cash Register - NCR		0.595 (2.36)	0.505 (2.00)
Perkin Elmer - PERK		-0.559 (-2.32)	-0.485 (-2.01)
Point 4 - PT4		-1.443 (-6.48)	-1.376 (-6.17)
Sperry Univac - SPER		-0.728 (-4.13)	-0.703 (-4.01)
Texas Instruments - TI		-0.648 (-3.64)	-0.626 (-3.53)
<i>Zeit-Dummies</i>			
1980			-0.122 (-1.37)
1981			-0.227 (-2.42)
1982			-0.084 (-0.86)
1983			-0.194 (-1.67)
R ²	.72	.82	.82
Mittel, abhängige Variable	9.633	9.633	9.633
F Wert	162.24	66.36	54.16
Beobachtungen	257	257	257

Quelle: Hartman, Teecce, 1990, Tabelle 5, S. 164.

Für die anschließende Schätzung der Marktanteile unter Berücksichtigung der Netzwerk- und Reputationseffekte (vgl. **Tabelle 5**) haben die Autoren eine vorsichtige Definition des Netzwerkes gewählt. Danach ist das Netzwerk definiert als die installierte Basis eines Systems zu Beginn der Untersuchungsperiode. Die Autoren testen auch andere Definitionen wie:

- a) Die installierte Basis aller vom gleichen Anbieter stammenden Systeme, die zu einem niedrigeren Preis als das System angeboten werden,
- b) die installierte Basis aller anderen Systeme, die „plug-compatible“¹² zu dem jeweiligen System sind,
- c) die installierte Basis aller Systeme, die die gleiche Terminal-Emulationen anbieten und damit IBM-kompatibel sind.

Nur die Definition nach b) erbrachte signifikante Werte, war aber dennoch inferior zur vorsichtigen Definition.

Die 4. Regression berücksichtigt nur die aktuellen Marktanteile. Die 5. Regression berücksichtigt auch die Marktanteile der vorhergehenden Periode und impliziert damit adaptive Erwartungen.

Innerhalb eines Computer-Systems finden die Autoren zu Beginn des Produkt-Lebenszyklus eine Preissetzung unter dem hedonischen Preis und damit einen Preis-Performance-Vorteil. Im Laufe des Produktzyklus verringert sich dieser Vorteil und wird später sogar negativ. Dies deutet auf Markteintrittspreise (penetration pricing) und spätere Abschöpfung von Netzwerkeffekten hin, wie es in den Modellen von Katz und Shapiro [1985, 1986] theoretisch dargestellt wird.

Die meisten der Hersteller haben eine Produktpalette, die eine Bandbreite von kleinen zu größeren Systemen beinhaltet. Bei einigen Herstellern weisen die

¹² Hardware-Komponenten sind „plug-compatible“, wenn sie problemlos in andere Systeme eingefügt werden können.

kleineren Systeme Preis-Performance-Vorteile auf, während die großen, teureren Systemen des gleichen Herstellers Preis-Performance-Nachteile haben. Dies deutet daraufhin, daß die Produzenten versuchen, mit günstigen Angeboten Kunden auf ihren Systempfad zu locken. Auf dem Systempfad sind die Anbieter dann aufgrund der Switching-Costs auf der Kundenseite einem geringeren Konkurrenzdruck ausgesetzt.

Tabelle 5 *Geschätztes Modell der Marktanteile - 1976 - 1983*

	Regression 4		Regression 5	
	OLS		OLS	
	Koeff.	t-Stat	Koeff.	t-Stat
<i>Abhängige Variable</i>				
Market Share _{it} (MS _{it})	MS _{it}		MS _{it}	
<i>Unabhängige Variablen</i>				
Intercept	0.0074	(3.45)	0.0049	(2.1)
System Price-Performance (ϵ_{it})	$-3.82 \cdot 10^{-7}$	(-2.96)	$-4.6 \cdot 10^{-7}$	(-2.75)
Network (NW _{it})	$3.26 \cdot 10^{-6}$	(11.8)	$1.55 \cdot 10^{-6}$	(4.1)
Competitors' PricePerformance ($\sum_k z_i \psi_{kt} \epsilon_{kt}$)	$1.56 \cdot 10^{-6}$	(2.99)	$8.19 \cdot 10^{-7}$	(1.50)
Lagged Market Share (MS _{it-1})			0.429	(5.89)
<i>Hersteller-Dummy</i>			0.022	(3.71)
DCC	0.033	(1.96)	-	
DEC	0.029	(5.43)	0.022	(3.71)
IBM	0.059	(4.97)	0.055	(4.31)
TI	0.049	(4.56)	0.025	(2.01)
R ²	0.62		0.70	
Mittelwert der abhängige Variable	0.031		0.033	
Anzahl der Beobachtungen	256		202	
F Wert	57.2		64.1	

Quelle: Hartman, Teece, 1990, Tabelle 5, S. 172

Netzwerkeffekte haben in beiden Regressionsgleichungen das erwartete Vorzeichen und sind signifikant. Der Netzwerkeffekt in Gleichung 4 ist stärker als in Gleichung 5, die den Marktanteil der vorangegangenen Periode in die Schätzung miteinbezieht. Den Grund hierfür sehen die Autoren darin, daß NW_{it} einen Teil des Effekts der aggregierten vergangenen Nachfrage aufnimmt. Reputationsen erklären etwa 20 vH der Variation im Marktanteilen. Die Reputation von IBM macht zwischen 5 und 6 Prozentpunkten Marktanteil aus. Netzwerkeffekte und Reputation sind nach der Interpretation von Hartmann und Teece [1990, S. 175] für die Marktmacht in der Minicomputer-Industrie bedeutsamer als Preis-Performance-Charakteristika.

Wenn die installierte Basis und Reputationseffekte für die Erklärung von Preisunterschieden bei Mini-Computern so bedeutsam sind, ist zu erwarten, daß dieser Erklärungsansatz für Micro-Computer-Systeme (PC) ebenfalls von Bedeutung sein kann. Allerdings bieten die Produzenten nicht komplette Systeme aus Hardware und Software an. Vielmehr werden die einzelnen System-Komponenten von unterschiedlichen Produzenten angeboten. Betrachtet man nur IBM-kompatible PC-Systeme, ist zu erwarten, daß die installierte Basis und Reputation der Software-Anbieter eine starke Rolle spielt.

3. Variierende Bedeutung der Charakteristika

Nelson, Tanguay und Patterson [1994] entwickelten im Rahmen der Berechnung eines qualitätsbereinigten Preises für Personal Computer einen Ansatz, der es ermöglicht, die im Zeitverlauf variierende Bedeutung der Charakteristika zu erfassen. Dieser Ansatz ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn die techno-

logische Entwicklung auf dem Markt sehr schnell verläuft, oder wenn die Konsumenten-Präferenzen raschen Veränderungen unterworfen sind.

Der einfache konventionelle hedonische Schätzansatz hat die Form

$$\ln p_{it} = \alpha_0 + \sum_{t=1}^T \delta_t D_t + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ijt} + \mu_{it} \quad (5)$$

wobei P_{it} der Preis des i ten Modells in Periode t bezeichnet. D_t ist eine Dummy-Variable, die in t den Wert 1 und in allen anderen Perioden den Wert 0 annimmt. X_{ijt} bezeichnet das Niveau des j ten Attributes des i ten Gutes in t . Der Störterm μ_{it} ist unabhängig und normalverteilt.

Der Koeffizient δ_t zeigt die Veränderung des natürlichen Logarithmus des geschätzten Preises für ein gegebenes Modell zwischen zwei Perioden, wenn die Qualität auf gleichem Niveau belassen wird. Mit Hilfe des Koeffizienten β_t und dem geschätzten Preis \hat{P}_{it} läßt sich der implizite Preis des j ten Attributes des i ten Modells im Jahr t berechnen:

$$\overline{IP}_{ijt} = \hat{\beta}_t \hat{P}_{it} \quad (6)$$

Dieser Ansatz kann mit zwei Verfahren geschätzt werden:

1. Das Pool-Verfahren verwendet gepoolte Daten über den Zeitraum T , um so Schätzer für δ_t und β_t zu erhalten. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß für β_t Konstanz über die Zeit angenommen wird.

2. Das schrittweise Verfahren (Adjacent-Periods-Verfahren) verwendet Serien aus Schätzungen über kürzere Zeiträume und ermittelt mit Hilfe eines Chow-Test, ob die geschätzten β_t über die Zeit stabil bleiben. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß für β_t eine Veränderung über die Zeit angenommen werden kann. Gleichzeitig hat das Verfahren jedoch den Nachteil, daß die einzelnen Stichproben klein werden können und daß β_t das Vorzeichen ändern kann.

Die Autoren verwenden noch einen dritten Schätzansatz, der die Vorteile des ersten Verfahrens (große Stichproben) mit dem Vorteil des zweiten Verfahrens (Zeit-Varietät der Koeffizienten) zu kombinieren versucht. Dieser Schätzansatz geht auf Baltagi und Griffin [1988] zurück.

$$\ln P_{it} = \alpha_0 + \sum_{t=1}^T \delta_t D_t + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ijt} \sum_{j=1}^n \theta_j \left(\sum_{t=1}^T \delta_t D_t \right) X_{ijt} + \mu_{it} \quad (7)$$

Der implizite Preis des jten Attributes des iten Modells in Periode t bestimmt sich aus:

$$\overline{IP}_{ijt} = (\hat{\beta}_j + \hat{\theta}_j \hat{\delta}_t) \hat{P}_{it} \quad (8)$$

Der Zeitpfad des impliziten Preises wird bestimmt von den Vorzeichen der Schätzer $\hat{\theta}_j$ und $\hat{\delta}_t$.

Zur Durchführung ihrer Schätzungen werteten die Autoren Anzeigen in verschiedenen Computer-Zeitschriften aus und erhielten so einen Datensatz mit 1841 verschiedenen PC-Konfigurationen für die Jahre 1984 bis 1991.

In die Schätzung gingen diskrete und kontinuierliche Attribute ein. Diskrete Attribute waren Variablen für die eingesetzten Prozessoren (C8088, C8086,

C80386SX und C80486), kontinuierliche Attribute waren unter anderem die Rechen-Geschwindigkeit und die Größe des Arbeitsspeichers.

Die Null-Hypothese, daß die diskreten Attribute im nichtlinearen Modell über die Zeit konstant sind, wurde mit einem Likelihood-Ratio-Test getestet und bestätigt. Für die kontinuierlichen Attribute wurde die gleiche Null-Hypothese verworfen. Die Koeffizienten der kontinuierlichen Attribute waren demnach im Zeitverlauf Veränderungen unterworfen. Damit zeigt sich nach Ansicht der Autoren, daß das nichtlineare Modell dem gepoolten Modell bei der Beschreibung der Preise von Personal Computern für den Zeitraum 1984 bis 1991 überlegen ist.

Alle drei Schätzverfahren weisen auf eine jährliche Verringerung der qualitätsbereinigten Preise um rund 25 vH hin, wobei der Preisverfall im nichtlinearen Modell größer als in den linearen Schätzansätzen ist. Der implizite Preis eines zusätzlichen MB Arbeitsspeicher (1 MB RAM) sank im Untersuchungszeitraum um 81 vH, der implizite Preis eines zusätzlichen MB Festplattenspeicher sank um 90 vH und der implizite Preis einer Steigerung der Geschwindigkeit um 1 Mhz sank um 61 vH.

Die Autoren zeigen damit eindrucksvoll, daß sich bei Personal Computern die impliziten Preise einer Reihe von Produkt-Attributen im Zeitverlauf verändert haben. Dies ist insbesondere auf den technischen Fortschritt bei den System-Komponenten zurückzuführen. Die für den Arbeitsspeicher notwendigen DRAM haben einen enormen Preisverfall erlebt. Ähnliches gilt auch für Festplattenspeicher, der in den letzten Jahren erheblich günstiger geworden ist. Dies hat natürlich auch Auswirkungen auf die Software-Industrie. In den ersten Jahren war Arbeitsspeicher knapp, zuerst bedingt durch die hohen Kosten der DRAMs, später durch die 640KByte-Grenze des Betriebssystems. Auch hatten die meisten Computer in der Anfangsphase keine Festplatte. Beides führte dazu, daß

Software produziert werden mußte, die mit diesen Restriktionen zurechtkam. So beschränkten eine Reihe von Textverarbeitungen in der Mitte der achtziger Jahre die Größe von Dokumenten auf wenige Seiten. Tabellenkalkulationen waren in der Anzahl der Spalten und Zeilen restriktiert. Als DRAM billiger wurden, entwickelte Lotus eine Arbeitsspeicher-Verwaltung, die es erlaubte, die 640KByte-Grenze des Betriebssystems DOS zu umgehen. Nachdem Microsoft die graphische Benutzeroberfläche Windows auf dem Markt etablierte, war die Größe des nutzbaren Arbeitsspeichers nicht mehr durch das Betriebssystem limitiert. Die mögliche Größe von Dateien war dadurch nicht mehr von der geschickten Ausnutzung der 640kbyte abhängig, sondern allein von der Größe des tatsächlich vorhandenen Arbeitsspeichers. Es ist deshalb zu erwarten, daß die von Nelson, Taguay und Patterson [1994] bei Micro-Computern beobachteten Veränderungen der Bedeutung einzelner Charakteristika auch bei Software eine wesentliche Rolle spielen.

4. Zahlungsbereitschaft, Einkommen und installierte Basis

Eine Verringerung der Grenzkosten eines Gutes im Zeitverlauf führt zu einer wachsenden installierten Basis dieses Gutes. Steigende Einkommen und Netzwerkeffekte haben dieselbe Wirkung. Economides und Himmelberg präsentieren eine Schätzmethode, die den Netzwerkeffekt isoliert und wenden die Schätzmethode auf den Markt für Faxgeräte an.

Es wird angenommen, daß die Zahlungsbereitschaft eines Konsumenten für ein zu untersuchendes Netzwerk-Gut eine Funktion des Einkommens (y) und der Größe der installierten Basis ($n \in [0,1]$) ist.

$$u(y,n) = y^\gamma (k + dn^\alpha) \quad (9)$$

Der Parameter d nimmt Werte größer als 1 an. k ist eine Konstante, die den stand alone Nutzen des Gutes beschreibt. Es gilt $0 < \alpha < 1$, womit impliziert wird, daß der Nutzen mit der Größe der installierten Basis steigt, der marginale Nutzen jedoch abnimmt.

Die Konsumenten werden das Gut nachfragen, wenn ihre Zahlungsbereitschaft bei gegebenem Einkommen und erwarteter Netzwerkgröße n^e größer als der Marktpreis p ist.

$$u(y, n^e) > p \quad (10)$$

Damit läßt sich das Einkommen (y^*) desjenigen Konsumenten bestimmen, der gerade indifferent zwischen „Kaufen“ und „Nicht Kaufen“ ist.

$$y^* = \frac{p}{(k + dn^\alpha)} \text{ für } \gamma = 1 \quad (11)$$

Die aggregierte Nachfrage nach dem Gut ist dann eine Funktion der Einkommensverteilung G .

$$n_D = 1 - G\left[\frac{p}{(k + dn^\alpha)}\right] \quad (12)$$

Da $G[\cdot]$ streng monoton ist, existiert auch eine Inverse der Funktion und die inverse Nachfragefunktion läßt sich durch Auflösung nach p bestimmen.

$$p(n, n^e) = (k + dn^\alpha) G^{-1}(1 - n) \quad (13)$$

Da im Gleichgewicht die Erwartungen erfüllt werden, gilt die Beziehung $n = n^e$. Die Funktion der Zahlungsbereitschaft ist dann:

$$p(n, n) = h(n) G^{-1}(1 - n) \quad (14)$$

Fax-Geräte sind dauerhafte Güter. Die Autoren entwickeln deshalb das Modell weiter zu einem Modell des Wettbewerbs bei dauerhaften Gütern mit Netzwerkeffekten. Dabei müssen sich Anbieter und Nachfrager über die zukünftige Entwicklung der Netzwerkgröße und der Preise Erwartungen bilden. Es wird angenommen, daß das Gut nach dem Kauf einen ewigen Nutzenstrom bietet. Für einen erwarteten Zeitpfad der Netzwerkentwicklung $n^e(t)$ ergibt sich als Barwert des Nutzens des Gutes zum Zeitpunkt t für einen Nachfrager mit dem Einkommen y .

$$V(y, t, n^e(t)) = \int_t^{\infty} e^{-\rho s} u(y, n^e(s)) ds \quad (15)$$

Der Barwert der Beschaffungskosten eines zum Zeitpunkt t gekauften Gutes ist

$$q(t) = e^{-\rho t} p(t) \quad (16)$$

Der Nachfrager maximiert den Barwert des Nettonutzens aus dem Gut:

$$\max V(y, t, n^e(t)) - q(t) \quad (17)$$

Als Bedingung erster Ordnung ergibt sich nach Vereinfachungen

$$u(y, n^e(t^*)) = \rho p(t^*) - p'(t^*) \equiv \lambda(t) \quad (18)$$

Der erste Ausdruck $\rho p(t^*)$ mißt die Kosten des Wartens, unter der Annahme, daß der Preis gleich bleibt. Der zweite Ausdruck $p'(t^*)$ mißt die Veränderung des Preises von t nach $t+dt$. Mithin repräsentiert $\lambda(t)$ die Opportunitätskosten des Kaufs zum Zeitpunkt t statt in $t+dt$.

In einem Gleichgewicht der erfüllten Erwartungen sind Angebot und Nachfrage in jeder Periode ausgeglichen.

Die Nachfragefunktion ergibt sich aus der Nutzenmaximierung

$$n_D(t) = 1 - G\left(\frac{p^e(t)}{h(n^e(t))}\right) \quad (19)$$

Für das Angebot auf dem Markt für Fax-Geräte nehmen die Autoren eine langfristige Gleichgewichtssituation an. Damit ist der Preis gleich den Durchschnittskosten.

$$p(t) = c(t, n_s'(t)) \quad (20)$$

Im Gleichgewicht muß das Angebot der Nachfrage entsprechen.

$$\text{Marktgleichgewicht} \quad n_D(t) = n_S(t) = n(t) \quad (21)$$

Im Marktgleichgewicht müssen sich aber auch die Erwartungen bezüglich der umgesetzten Mengen und der realisierten Preise ausgleichen.

$$\text{Erfüllte Mengen-Erwartungen} \quad n(t) = n^e(t) \quad (22)$$

$$\text{Erfüllte Preis-Erwartungen} \quad p(t) = p^e(t) \quad (23)$$

Den Autoren stehen Preis und Mengendaten über den amerikanischen Markt für Fax-Geräte für den Zeitraum 1979 bis 1992 zur Verfügung. Idealerweise würden verschiedene Charakteristika der Konsumenten in die Schätzung aufgenommen. Da diese nicht vorliegen, behelfen sich die Autoren mit Daten über die Einkommensverteilung in den Vereinigten Staaten aus Census-Daten (Current Population Survey, CPS) für die Jahre 1976, 1981, 1986 und 1991. Sie errechnen den natürlichen Logarithmus der Datenreihe, den Mittelwert μ_t und die Varianz σ_t für jedes der vier Jahre. Anschließend interpolieren sie, um auch Daten für die Jahre

zwischen den Census-Erhebungen zu erhalten. Mit Hilfe der Standardnormalverteilung $\Phi(x)$ läßt sich so die Einkommensverteilungsfunktion bestimmen:

$$G(y,t) = \Phi\left(\frac{\ln(y) - \mu_t}{\sigma_t}\right). \quad (24)$$

Für das Schätzverfahren werden Angaben über das Potential an Faxgeräten benötigt. Die Autoren schätzen dieses in Ermangelung genauerer Daten auf 20 Millionen Stück. Berechnungen mit anderen Schätzwerten verändern das nachstehende Ergebnis jedoch nicht wesentlich.

Bei der Berechnung der installierten Basis sind auch die Abgänge zu berücksichtigen. Die Autoren nehmen hier in Ermangelung genauerer Daten eine von den Versicherungsgesellschaften zugrunde gelegte Abschreibungsrate von 13,3 vH an. Auch hier änderten andere Schätzwerte nichts an den Ergebnissen. Um die Berechnungen weiter zu vereinfachen, wird angenommen, daß Fax-Geräte ein reines Netzwerkgut sind ($k=0$). Für die Nutzenfunktion wird eine Cobb-Douglas-Funktion angenommen.

$$u(y_t, n_t^e) = A y_t^\gamma n_{t-1}^\alpha. \quad (25)$$

Dies impliziert die weitere Annahme, daß die erwartete Netzwerkgröße im Jahre t eine lineare Funktion der Netzwerkgröße zu Beginn des Jahres ist ($n_t^e = n_{t-1}$). Für die Zeitpräferenzrate ρ wird ein Wert von 0,02 angenommen.

Mit diesen Annahmen kann das Einkommen des marginalen Nachfragers bestimmt werden:

$$\ln y_t = \gamma^{-1} (\ln \lambda_t - \alpha \ln n_{t-1} - \ln A). \quad (26)$$

Die Netzwerkgröße im Gleichgewicht bestimmt sich aus der Nachfragefunktion als:

$$n_t = 1 - \Phi\left(\frac{\ln(y_t) - \mu_t}{\sigma_t}\right). \quad (27)$$

Diese kann nach $\ln y_t$ aufgelöst werden:

$$\ln y_t = \sigma_t \Phi^{-1}(1 - n_t) + \mu_t. \quad (28)$$

Da die Inverse der kumulierten Standardnormalverteilung leicht zu berechnen ist, und da die Variablen σ_t , n_t und μ_t in den Daten enthalten sind, konstruieren die Autoren eine Hilfsvariable der Form $g_t = \sigma_t \Phi^{-1}(1 - n_t) + \mu_t$. Die Schätzgleichung hat dann die Form

$$g_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \lambda_t + \beta_2 \ln n_{t-1} + e_t, \quad (29)$$

mit $\beta_0 = -\gamma^{-1} \ln A$, $\beta_1 = \gamma^{-1}$ und $\beta_2 = -\gamma^{-1} \alpha$.

Da möglicherweise der Störterm e_t unerklärte Variationen in g_t aufgrund von Überraschungen in der Realisierung der Preise (λ_t) beinhalten könnte, kann der Preis-Term endogen sein. In diesem Fall würde eine OLS-Schätzung verzerrte Ergebnisse liefern. Die Autoren schätzen die Gleichung deshalb auch mit Hilfe einer generalisierten Momentenmethode (GMM), bei der verzögerte Werte von $\ln \lambda_t$ und $\ln n_t$ als Instrumentenvariablen eingesetzt werden.

Die Koeffizienten der ökonometrischen Schätzungen haben die erwarteten Vorzeichen (Tabelle 6). Die Ergebnisse der Schätzungen 2 bis 6 stützen im wesentlichen die Ergebnisse der ersten Schätzung. Mit den Schätzergebnissen lassen sich die Parameter α und γ berechnen. Die Schätzungen für γ liegen zwischen 6,5 und 10. Dies impliziert für α Werte zwischen 3,6 und 6,2. Diese

Schätzungen sprechen nach Ansicht der Autoren für starke Netzwerkeffekte bei Fax-Geräten. Allerdings impliziert der relativ hohe Wert für α auch eine konvexe Nutzenfunktion und damit einen zunehmenden Grenznutzen. Eine Spezifizierung der Schätzgleichung, die auch zeitverzögerte Preisvariablen berücksichtigt, verringert die Konvexität. Damit zeigt sich nach Ansicht der Autoren, daß weitere Erweiterungen und Ergänzungen des Modells zu besseren Schätzergebnissen führen können.

Tabelle 6 Kalibrierungs-Schätzungen

Variable	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6
	GLS	GMM	OLS	GMM	OLS	GMM
Konstante	-0.501 (0.050)	-0.527 (0.031)	-0.632 (0.051)	-0.633 (0.034)	-1.401 (1.386)	-1.103 (0.964)
$\ln \lambda_1$	0.119 (0.023)	0.100 (0.017)	...	...	...	...
$\ln \lambda_{t-1}$	...	...	0.142 (0.020)	0.153 (0.015)	0.129 (0.032)	0.144 (0.023)
$\ln n_{t-1}$	-0.582 (0.034)	-0.619 (0.022)	-0.574 (0.026)	-0.555 (0.016)	-0.616 (0.081)	-0.581 (0.055)
Jahr	...	...	...	...	0.009 (0.015)	0.005 (0.011)
Beob.	15	14	14	14	14	14
Adj. R ²	0.902	0.914	0.951	0.951	0.947	0.944

Anmerkung: Asymptotische Standard Fehler erscheinen in Klammern und sind konsistent bei bedingter Heteroskedastizität. Die Instrumentenvariablen in den Modellen 2, 4 und 6 sind jeweils verzögerte Werte von $\ln \lambda_1$ und $\ln n$, plus dem Mittel des logarithmierten Einkommen und einem zeitlichen Trend. Ein Hansen-Test zur Beschränkung der Überidentifizierung erbrachte p-Werte von 0.363, 0.540 und 0.324.

Quelle: Economides, Himmelberg, 1994, S. 21

IV. Evaluierung und Weiterführung der besprochenen Ansätze

1. Evaluierung der besprochenen Ansätze

Zahlreiche theoretische Analysen weisen auf Netzwerkeffekte in der Software-Industrie hin. Gandal kommt der Verdienst zu, als erster Autor eine empirische Analyse der Höhe der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie durchgeführt zu haben. Moch wandte ein ähnliches Verfahren auf Datenbank-Software an. Auch seine Arbeit gibt einen Eindruck von der Bedeutung der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie.

Das Verfahren, die Höhe der Netzwerkeffekte aus bestimmten Charakteristika der Software-Produkte abzuleiten, führt jedoch zu Meßproblemen: So wird im Rahmen des Verfahrens angenommen, daß ausschließlich die vorgeschlagenen Charakteristika für den Netzwerkeffekt von Bedeutung sind. Es ist aber sehr wohl vorstellbar, daß Netzwerkeffekte auftreten, ohne daß etwa Importfunktionen vorhanden sind. Spielesoftware ist ein Beispiel für einen solchen Fall. Austausch zu anderen Software-Produkten ist nicht notwendig, dennoch können Netzwerkeffekte vorliegen. Einer Untersuchung der Software-Industrie sollte deshalb eine tiefgehende Analyse der möglichen Netzwerkeffekte vorangehen:

Das *Anwender-Netzwerk* führt dazu, daß der Nutzen mit der Zahl der in das Netzwerk integrierten Anwender steigt. Die Zahlungsbereitschaft ist damit eine Funktion der Anzahl der Anwender des gleichen Produkts (installierte Basis). Die installierte Basis wurde von Hartman und Teece [1990] sowie Economides und Himmelberg [1995] zur Berechnung von Netzwerkeffekten genutzt.

1. Das *System-Netzwerk* führt dazu, daß die Zahlungsbereitschaft positiv von der Anzahl anderer Ebenen abhängt, auf denen der Anbieter ebenfalls präsent ist, da dann die Systemeinbindung weniger fehleranfällig ist und die Möglichkeiten der Sub-Systeme besser ausgenutzt werden können. Hier dürfte ein wesentlicher Grund für die Dominanz von Microsoft auf dem PC-Software-Markt zu suchen sein. Microsoft bot von Anbeginn des PC's das Betriebssystem MS-DOS an. Später wurde mit Windows eine graphische Benutzeroberfläche hinzugefügt, auf die Anwendungsprogramme aufbauen.
2. Das *Applikations-Netzwerk* führt dazu, daß die Wertschätzung mit der Anzahl der Austauschmöglichkeiten mit anderen Programmen steigt. Dem Austausch mit anderen Applikationen des gleichen Herstellers wird a priori möglicherweise eine höhere Wertschätzung zugeordnet als dem Austausch mit den Applikationen anderer Hersteller, da der Austausch zwischen den Produkten eines Herstellers möglicherweise besser funktioniert als zwischen den Produkten unterschiedlicher Hersteller. Die Zahlungsbereitschaft ist damit in erster Linie eine Funktion der Anzahl bereits auf dem Computer-System des Nachfragers installierten Programme des jeweiligen Anbieters und kompatibler Anbieter. Diese Variable ist jedoch sehr schwer direkt zu erfassen. Sie muß daher durch die Größe der Produktpalette des jeweiligen Anbieters und die Anzahl anderer kompatibler Applikationen fremder Hersteller angenähert werden. Dadurch wird gleichzeitig auch der Optionswert des Applikationsnetzwerkes erfaßt: Der Nachfrager nutzt das Applikationsnetzwerk nicht, hält sich aber die Option auf eine Nutzung offen und ist bereit, dafür einen Preiszuschlag zu zahlen.

Eine sinnvolle Schätzung der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie müßte demnach die installierte Basis, die Präsenz auf verschiedenen Software-Ebenen und die Größe der Produktpalette berücksichtigen.

Da die Software-Industrie noch relativ jung ist, ist sie von einem raschen technischen Fortschritt geprägt. Die Bedeutung mancher Charakteristika ändert sich dadurch schlagartig. Die Arbeit von Nelson, Tanguay und Patterson [1994] zeigt einen Weg auf, wie diesem Problem in Schätzungen begegnet werden kann.

Economides und Himmelberg stellen eine interessante Alternative zum hedonischen Preisansatz vor. Der von ihnen präsentierte Ansatz könnte sich auch für die Software-Industrie eignen. Allerdings können einzelne Software-Kategorien nicht untersucht werden. Vielmehr muß die Nachfrage nach PC-Systemen geschätzt werden. Aber auch damit können die Netzwerkeffekte bei Software bestimmt werden, da die Wertschätzung für die Hardware positiv von der Verfügbarkeit von Software abhängig ist.

In der Spezifikation des Modells von Economides und Himmelberg wird implizit angenommen, daß das Gut ein reines Netzwerkut darstellt, das technisch homogen ist. Allerdings hat sich die Leistungsfähigkeit der angebotenen Fax-Geräte im Zeitverlauf verbessert. Zum einen ist die Übertragungsgeschwindigkeit gestiegen, zum anderen wurden weitere Leistungsmerkmale eingefügt. Beides bleibt im Ansatz von Economides und Himmelberg unberücksichtigt und könnte zu einer Überschätzung der Netzwerkeffekte bei Fax-Geräten geführt haben. In der Computer-Industrie ist die Qualitätssteigerung von wesentlicher Bedeutung, da im zweijährigen Abstand neue Prozessorgenerationen auf den Markt kommen, die gegenüber dem Vorgängermodell die doppelte Prozessorleistung haben. Ähnliches gilt auch für andere Bauelemente, wie z.B.

RAM-Module. Eine Nachfrageschätzung auf dem Computer-Markt kommt deshalb an einer Berücksichtigung der Leistungs-Charakteristika nicht vorbei.

Für eine genaue Analyse der Software-Industrie sind jedoch noch einige Besonderheiten zu berücksichtigen:

Änderungen auf der Angebotsseite, insbesondere Veränderungen der marginalen Produktionskosten im Zeitverlauf bleiben in den Untersuchungen von Gandal und Moch unberücksichtigt. Auch die in der Software-Industrie vorhandenen Verbundvorteile und Skalenerträge verändern das Angebot: Die Software-Industrie ist - aufgrund relativ hoher Entwicklungskosten und relativ niedriger variabler Kosten - geprägt von starken Skaleneffekten. Dadurch kann ein Anbieter mit hohen Stückzahlen möglicherweise ein Programm zu einem niedrigeren Preis anbieten als ein Anbieter mit niedrigeren Stückzahlen und dennoch einen höheren Stück-Gewinn erzielen. Die Erwartungen bezüglich der Anzahl der verkauften Lizenzen muß deshalb in die Analyse mit einbezogen werden, z.B., indem *ex post* die tatsächlich verkauften Lizenzen des jeweiligen Produkts als Variable in die Schätzung aufgenommen werden.

Die Anbieterstruktur war während des Untersuchungszeitraums heftigen Wandlungen unterworfen. Auch diese Veränderungen können möglicherweise die zu beobachtenden Preisveränderungen erklären. Angaben über die Anzahl der aktiven Anbieter müssen deshalb in den hedonischen Preisansatz einbezogen werden.

2. Weiterführung

Der Marktpreis für ein Gut ergibt sich aus Angebot und Nachfrage nach diesem Gut. Die meisten Anwendungen des hedonischen Preisansatzes beziehen sich

insbesondere auf die Nachfrageseite und implizieren damit, daß das Angebot über den Untersuchungszeitraum weitgehend unverändert geblieben ist. Gerade dies ist in der Software-Industrie aufgrund starker Skalenerträge und einer Veränderung der Anbieterstruktur nicht der Fall. Deshalb müssen Nachfrageseite und Angebotsseite gleichzeitig analysiert und die jeweils relevanten Charakteristika bestimmt werden. Diese können anschließend im Rahmen eines simultanen Gleichungssystems zur Bestimmung der Netzwerkeffekte dienen.

Auf der Angebotsseite wird die Abgabepreisuntergrenze der Anbieter von den Entwicklungskosten des Programms, den Vermarktungskosten und der Marktsituation bestimmt. Die Software-Industrie ist gekennzeichnet durch - im Vergleich zu den Entwicklungskosten - relativ niedrige variable Kosten. Damit sinken in der Software-Industrie die Durchschnittskosten mit der Anzahl der verkauften Kopien, wodurch auch die Abgabepreisuntergrenze der Anbieter eine abnehmende Funktion seiner Erwartung über die Anzahl der zu verkaufenden Kopien ist. Eine Reihe von Programmroutinen, die für ein bestimmtes Programm entwickelt werden, können auch in anderen Programmen Verwendung finden. Unternehmen mit einer großen Routinen-Bibliothek können zu niedrigeren Kosten entwickeln als Unternehmen mit einer kleinen Routinen-Bibliothek.¹³ Die Abgabepreisuntergrenze eines Anbieter ist damit eine abnehmende Funktion der Größe seiner Produktpalette.¹⁴

¹³ Diese Verbundvorteile werden sich in der Zukunft noch durch eine zunehmende Objektorientierung der Software-Programmierung verstärken. Die Objektorientierung könnte aber auch dazu führen, daß einzelne Objekte handelbar werden. Schon jetzt haben sich Märkte für solche Objekte z.B. bei Oracle gebildet. Der Verbundvorteil würde dann der gesamten Software-Industrie zugute kommen.

¹⁴ Wollte man Angebots- und Nachfrageseite in einem Ansatz integrieren, ergäben sich Identifikationsprobleme, da die Produktpalette preismindernd auf die Angebotsseite und preishebend auf die Nachfrageseite auswirken würde.

Die Preissetzung eines Anbieters ist auch abhängig von seiner Konkurrenzsituation. Die Konkurrenzsituation wird zum einen von den aktiven Konkurrenten, zum anderen aber auch von den potentiellen Wettbewerbern bestimmt. Im Laufe der Zeit ist für die Software-Industrie insgesamt eine Verringerung der Anzahl der Konkurrenten zu beobachten. Zudem ergeben sich für neue Produktkategorien immer wieder vorübergehende Monopolsituationen. Für die Abgabepreisuntergrenze der Anbieter ist deshalb ein Zusammenhang mit der Anzahl aktiver Konkurrenten und der Anzahl der insgesamt in der Industrie tätigen Software-Anbieter anzunehmen.

Auf der Nachfrageseite wird die Beschaffungspreisobergrenze der Nachfrager nicht nur von den objektiven Charakteristiken der einzelnen Software-Produkte, sondern aufgrund der Netzwerkeffekte auch von der installierten Basis, der Präsenz des einzelnen Produzenten auf jeder Software-Ebene und der Größe der Produktpalette bestimmt.

Ein solchermaßen spezifiziertes Modell zeigt die impliziten Preise der Netzwerkeffekte auf. Multipliziert mit der Anzahl der verkauften Lizenzen läßt sich dann der Gesamtwert der Netzwerke berechnen.

V. Zusammenfassung

Die beiden ersten Versuche [Gandal, 1994, Moch, 1995], den hedonischen Preisansatz auf die Software-Industrie anzuwenden, boten einen ersten Ansatz für die Beurteilung der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie.

Hartman und Teece [1990] nutzen in ihrer Untersuchung der Mini-Computer-Industrie die installierte Basis eines Computer-Systems zur Messung von

Netzwerkeffekten. Zudem berücksichtigen die Autoren explizit Reputationseffekte, die auch in der Software-Industrie von großer Bedeutung sein dürften. Nelson, Tanguay und Patterson [1994] stellen ein Verfahren vor, das im Rahmen von Panel-Analysen die zeitliche Varianz der Koeffizienten von Parametern messen kann und dennoch die Zahl der Freiheitsgrade hoch hält. Im Mittelpunkt der Untersuchung von Economides und Himmelberg [1995] steht ein auf dem hedonischen Preisansatz aufbauendes Verfahren zur Messung von Netzwerkeffekten, das jedoch in seiner einfachen Form für die Software-Industrie zu limitiert sein dürfte.

Die Darstellung der empirischen Literatur zu Netzwerkeffekten in der Software-Industrie zeigt, daß der hedonische Preisansatz ein geeignetes Verfahren zur Messung der Netzwerkeffekte ist. Dabei müssen die Netzwerkeffekte genau spezifiziert werden. Den Besonderheiten der Software-Industrie muß Rechnung getragen werden. Da die Angebotsfunktion Änderungen unterworfen war, muß das Angebot neben der Nachfrage explizit in die hedonische Preisfunktion integriert werden. Die Bestimmung der Netzwerkeffekte im Rahmen einer solchermaßen spezifizierten hedonischen Preisfunktion sollte daher im Mittelpunkt weitergehender Analysen stehen.

VI. Literaturverzeichnis

- Arthur, W. Brian [1989]: Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events IN: The economic journal / Royal Economic Society ; 99 (1989), March, No. 394, S. 116 - 131.
- Arthur, W. Brian [1994]: Increasing returns and path dependence in the economy. - Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, 1994.
- Badi, H. Baltagi; James M. Griffin [1988]: A general index of technical change IN: Journal of political economy, 96 (1988), 1, S. 20 - 41.
- Berndt, Ernst R. [1991]: The practice of econometrics : classic and contemporary - Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1991.
- Court, Andrew T. [1939]: Hedonic Price Indexes with Automotive Examples. IN: The Dynamics of Automobile Demand, New York: The General Motors Corporation, S. 99-117.
- Dataquest [1995]: Microsoft Continues to Dominate PC Software-Market, According to Dataquest. Dataquest Announces the Top 10 PC Software Vendors for the Second Quarter. Pressemitteilung von Dataquest, 19. September 1995.
- David [1985]: Clio and the Economics of QWERTY. American Economic Review, May 1985, 75:2, S. 332-337.
- David, Paul A. und Greenstein, Shane [1990]: The economics of compatibility standards: an introduction to recent research IN: Economics of innovation and new technology - 1 (1990), 1/2 , S. 3 - 411.

- Economides, Nicholas; Himmelberg, Charles (1994): Critical Mass and Network Evolution in Telecommunications.
- Economides, Nicholas; Himmelberg, Charles (1995): Critical Mass and Network Size with Application to the US FAX Market. EC95-11.
- Feenstra, Robert [1995]: Exact Hedonic Price Indexes, NBER Working Paper # 5061.
- Gandal, Neil (1994): Hedonic price indexes for spreadsheets and an empirical test for network-externalities. In Rand Journal of economics, Vol 25 No. 1, 1994, S. 160 - 170.
- Gartner Group [1996]: A Bigger Hit: The Cost of Migrating to Windows NT: NT migration costs are higher than those of Win95. IS organizations have to balance migration vs. operating costs when deciding the direction of Windows. Research Note KA-150-091, 28.3.1996.
- Harhoff, Dietmar (1995): Methodik und Einsatz hedonischer Preisindizes - Ein Überblick. In: Preismessung und technischer Fortschritt. - Baden-Baden, 1995. (ZEW-Wirtschaftsanalysen ; 2), S. 81 - 107.
- Hartman, Raymond S. und Teece, David J. (1990): Product emulation strategies in the presence of reputation effects and network externalities : some evidence from the minicomputer industry. IN: Economics of innovation and new technology ; (1990), 1/2 , S. 157 - 182.
- Katz, Michael L. and Shapiro, Carl [1986]: Technology adoption in the presence of network externalities IN: Journal of political economy; 94 (1986),4 S. 822-841.

- Lancaster, K. J. [1971]: *Consumer Demand: A New Approach*. New York; Columbia University Press.
- Lancaster, Kelvin J. [1979]: *Variety, Equity, and Efficiency: Product Variety in an Industrial Society*. New York: Columbia Univ. Press.
- Liebowitz, S. J. und Margolis, Stephen E.[1990]: The fable of the Keys IN: *The journal of law & economics* ; 33 (1990),1 , S. 1 -25.
- Liebowitz, S. J. und Margolis, Stephen E.[1995]: Path dependence, lock-in, and history IN: *The journal of law, economics & organization*, 11 (1995), 1, S. 205 - 226.
- Moch, Dietmar (1995): Ein hedonischer Preisindex für PC-Datenbanksoftware: eine empirische Untersuchung IN: *Preismessung und technischer Fortschritt*. - Baden-Baden, 1995, (ZEW-Wirtschaftsanalysen ; 2), S. 81 - 107.
- National Trade Databank, NTDB [1995]: *Expanding Opportunities for Industry - Computer-Software*, Updated 05/15/95.
- Pommerehne, Werner W. und Römer Anselm U.(1992): Ansätze zur Erfassung der Präferenzen für öffentliche Güter : ein Überblick. In: *Jahrbuch für Sozialwissenschaft*. - 43 (1992), 2, S. 171 - 210.
- Nelson, Randy A.; Tanguay, Tim L.; Patterson, Christopher D. [1994]: Quality-adjusted price index for personal computers IN: *Journal of business & economic statistics* ; 12 - 12 (1994),1 , S. 23 - 31.
- Saloner Garth und Shepard Andrea (1992): *Adoption of technologies with network effects: an empirical examination of the adoption of automated teller machines* - Cambridge, MA, 1992. - 31 S. : graph. Darst. (Working paper series / National Bureau of Economic Research, Inc.; 4048).