

Gröhn, Andreas

**Working Paper — Digitized Version**

## Ein Modell der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie

Kiel Working Paper, No. 790

**Provided in Cooperation with:**

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

*Suggested Citation:* Gröhn, Andreas (1997) : Ein Modell der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie, Kiel Working Paper, No. 790, Kiel Institute of World Economics (IfW), Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/46687>

**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

Kieler Arbeitspapiere Nr. 790

**Ein Modell der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie**

von

Andreas Gröhn



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

Institut für Weltwirtschaft  
an der Universität Kiel  
Düsternbrooker Weg 120  
24105 Kiel

Kieler Arbeitspapiere Nr. 790

## **Ein Modell der Netzwerkeffekte in der Software-Industrie**

von

Andreas Gröhn

Januar 1997

7399861

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.

## Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung.....	1
II. Beschreibung der spezifischen Netzwerkeffekte bei Software .....	2
II.1. Anwender-Netzwerk.....	2
II.2. System-Netzwerk.....	4
II.3. Applikations-Netzwerk.....	6
II.4. Zusammenfassung: Einbindung des Konzepts der Netzwerkeffekte in die Mikroökonomie.....	7
III. Modell I: Anwender-Netzwerke.....	8
III.1. Annahmen.....	9
III.2. Wohlfahrtsimplikationen der Netzwerkeffekte .....	17
III.3. Zusammenfassung .....	34
IV. Modell II: System-Netzwerke .....	36
IV.1. Annahmen .....	37
IV.2. Inkompatibilität .....	39
IV.3. Eingeschränkte Kompatibilität.....	44
IV.4. Vollkommene Kompatibilität .....	50
IV.5. Vergleich von Konsumentenrenten und Gewinnen .....	53
V. Zusammenfassung: Rechtfertigen Netzwerkeffekte ein staatliches Eingreifen? .....	62
VI. Literaturverzeichnis .....	65
VII. Anhang.....	68
VII.1. Gleichgewichtsbedingungen mit Adapter.....	68
VII.2. Der Adapter wird von dem Anbieter der Technologie B angeboten .....	69

## Verzeichnis der Schaubilder

Schaubild 1: System-Netzwerk .....	6
Schaubild 2: Applikations-Netzwerk .....	7
Schaubild 3: Die Wohlfahrtswirkung der Technologie A .....	14
Schaubild 4: Standardisierung bei verschiedenen Werten für t und z .....	16
Schaubild 5: Die Höhe der externen Effekte .....	22
Schaubild 7: System-Netzwerk mit zwei Ebenen und Kompatibilität zwischen allen Elementen der A-Ebene und der B-Ebene .....	38
Schaubild 8: Drei Kombinationsmöglichkeiten .....	45
Schaubild 9: Kompatibilität auf beiden Ebenen .....	51
Schaubild 10: Höhe und Verteilung der Wohlfahrt ohne Kompatibilität .....	55
Schaubild 11: Höhe und Verteilung der Wohlfahrt bei beschränkter Kompatibilität .....	55
Schaubild 12: Höhe und Verteilung der Wohlfahrt bei vollständiger Kompatibilität .....	56
Schaubild 13: Vergleich der Wohlfahrt (Vollkommene - Unvollkommene Kompatibilität) .....	57
Schaubild 14: Vergleich der Wohlfahrt (Kompatibilität - Inkompatibilität) .....	58

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Wohlfahrtswirkung der Einigung zweier Konsumenten bei Netzwerkeffekten (Konsument $x=0$ , Konsument $x=1$ ) .....	18
Tabelle 2: Vergleich von Gewinn, Bedingung 2. Ordnung für Maximum .....	30
Tabelle 3: Vergleich der Marktanteile, Preise und Gewinne, wenn $A_A=A_B$ .....	31
Tabelle 4: Vergleich der Preise, Marktanteile und Gewinne unter den beschriebenen Marktbedingungen .....	60
Tabelle 5: Pay-off Matrix des Kompatibilität-Spiels zwischen dem Anbieter der Komponente $A_0$ und dem Anbieter der Komponente $A_1$ .....	61

Andreas Gröhn

Institut für Weltwirtschaft

24100 Kiel

Email: AGROEHN@IFW.UNI-KIEL.DE

### **Zusammenfassung**

*Computerbesitzer kombinieren Komplementärgüter zu einem Computersystem. Mit dem Computersystem möchten sie Daten mit anderen Nachfragern und zwischen verschiedenen Applikationen austauschen. Aus diesen Interdependenzen ergeben sich drei verschiedene Netzwerkeffekte, die im Rahmen eines Hotelling-Ansatzes untersucht werden. Im Rahmen eines eindimensionalen Hotelling-Modells wird gezeigt, daß es auf die Höhe der Präferenzkosten relativ zu der Stärke des Netzwerkeffektes ankommt, ob der Markt zu einer Standardisierung kommt oder nicht. Ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider würde in mehr Fällen als der freie Markt eine Standardisierung herbeiführen. Im Rahmen eines zweidimensionalen Hotelling-Modells wird gezeigt, daß die Anbieter einen Anreiz haben, Kompatibilität zwischen ihren Komponenten herzustellen. Die Nachfrager ziehen vertikal integrierte Anbieter vor, da diese niedrigere Preise verlangen.*

### **Stichwörter**

*Software-Industrie, vertikale Integration, Netzwerkeffekt*

### **JEL-Klassifikation**

*L13: Oligopoly and Other Imperfect Markets*

**Abstract**

*Computer-owners combine complementary goods to a computer-system. They exchange data with others and between different applications. These interdependencies lead to three different network effects, which are explained in the framework of Hotelling models. In the framework of a one-dimensional Hotelling model it is shown that there is a trade-off between differentiation and network effect. This trade-off determines whether a market reaches standardization or not. A welfare analysis shows that the market does not always lead to the welfare maximizing level of standardization. In the framework of a two-dimensional Hotelling model it is shown that the producers do have an incentive to make their components compatible. But from the consumers point of view this outcome is not preferable as vertical integrated producers offer lower prices.*

**Keywords**

*Software-Industry, Vertical Integration, network effect*

**JEL Classification**

*L13: Oligopoly and Other Imperfect Markets*

## I. Einleitung<sup>1</sup>

Netzwerkeffekte treten bei Gütern auf, bei denen entweder der Nutzen der Konsumenten interdependent ist [Vgl. Rohlfs, 1974 und Katz und Shapiro, 1985] oder technische Komplementaritäten zu anderen Gütern bestehen [Farrell und Saloner, 1992; Matutes und Regibeau, 1988, Economides, 1989 und Katz und Shapiro 1994]. Telephon-Netze sind ein typisches Beispiel für Güter mit Netzwerkeffekten.

Netzwerkeffekte treten auf der Nachfrageseite auf. Sie können zur Konsequenz haben, daß alle Konsumenten eine Standardisierung des Netzwerkutes einem heterogenen Markt vorziehen. Katz und Shapiro [1985] zeigen, daß es zu früh (excess momentum) oder zu spät (excess inertia) zu einer Standardisierung kommen kann. Hat ein Anbieter das Verfügungsrecht an dem Standard (proprietärer Standard), kann es zu einer Monopolisierung kommen. In der Literatur wird diskutiert, ob die Präferenz für eine Standardisierung dazu führen kann, daß historische Entwicklungen bedeutsam sind [Vgl. Arthur, 1989, 1994] und daß sich möglicherweise inferiore Technologien auf dem Markt durchsetzen [Vgl. David, 1985].

Während zumeist nur der Austausch zwischen Konsumenten als Netzwerk bezeichnet wird, wird hier in einer breiteren Auslegung des Begriffs Netzwerk

1 Diese Studie entstand im Rahmen des Projektes „Möglichkeiten und Grenzen der Technologiepolitik in Zukunftsindustrien“. Die Arbeit profitierte von wichtigen Anregungen Frank Bickenbachs, Jürgen Stehns und Michael Stölpes. Das Arbeitspapier ist im Internet verfügbar unter <http://www.uni-kiel.de:8080/IfW/pub/kap/kap790.htm>.

auch die Verbindung zwischen Gütern als Netzwerk bezeichnet. Ziel dieser Arbeit ist es, die verschiedenen Netzwerkeffekte in der Software-Industrie zu identifizieren und ihre Auswirkungen zu beschreiben. Die Netzwerkeffekte werden in Modellen dargestellt und Implikationen der Netzwerkeffekte diskutiert. Die Modelle sollen die Frage beantworten, ob es aufgrund der Netzwerkeffekte zu Marktversagen kommen kann und ob der Staat durch eine geeignete Industrie- und Technologiepolitik ein besseres Marktergebnis herbeiführen kann.

## **II. Beschreibung der spezifischen Netzwerkeffekte bei Software**

Software ist ein Gut, dem besonders starke Netzwerkeffekte zugeschrieben werden. Bei Computersoftware sind drei Netzwerke mit unterschiedlichen Implikationen zu unterscheiden:

1. Netzwerk verschiedener Anwender (Anwender-Netzwerk),
2. Netzwerk der einzelnen Systemkomponenten (System-Netzwerk),
3. Netzwerk verschiedener Applikationen (Applikations-Netzwerk).

### **II.1. Anwender-Netzwerk**

Je mehr Anwender ein bestimmtes Programm einsetzen, desto größer ist der Nutzen jedes einzelnen Anwenders: Andere Anwender können bei Problemen befragt werden, Daten können ausgetauscht werden, Handbücher werden verfügbar oder günstiger angeboten. Vorteile aus Anwender-Netzwerken sind Skalenerträge auf der Nachfrageseite [Katz und Shapiro, 1986; Rohlfs, 1974].

Der Gesamtnutzen eines Anwender-Netzwerkes ist eine Funktion der Anzahl der möglichen Verbindungen ( $N$ ) zwischen den Mitgliedern oder Knoten des Netzwerkes. Die Gesamtsumme der Verbindungen ergibt sich als:

$$F = \sum_{n=1}^N (n-1) = \frac{N(N-1)}{2} \quad \text{mit } n=1 \dots N \quad (1)$$

Die Verbindungen sind nur in einer Richtung (Mitglied A  $\Rightarrow$  Mitglied B) oder in beiden Richtungen möglich (Mitglied A  $\Leftrightarrow$  Mitglied B). Im ersten Fall spricht man von unidirektionalen, im zweiten Fall von bidirektionalen Netzen (one-way-, two-way-network, Economides, 1996a). In einem bidirektionalen Netz ergeben sich pro Verbindung zwei Austauschmöglichkeiten und damit insgesamt  $N(N-1)$  Austauschmöglichkeiten. Unidirektionale Netze treten bei Software insbesondere dann auf, wenn z.B. Abwärtskompatibilität zwischen verschiedenen Programmen besteht. Dann kann ein Anwender mit einem Programm zwar Dateien älterer Programme lesen, die Anwender älterer Programme können dagegen nicht die Dateien des neuen Programms lesen.

Tritt ein neues Mitglied in das Netzwerk ein, so hat nicht nur dieses neue Mitglied die Möglichkeit, mit allen anderen Mitgliedern des Netzwerkes Verbindung aufzunehmen, auch für jedes alte Mitglied des Netzwerkes ergibt sich eine zusätzliche Kommunikationsmöglichkeit.

In einem unidirektionalen Netzwerk mit  $(N-1)$  Mitgliedern ergibt sich eine neue Verbindung zwischen den alten Mitgliedern und dem neuen Mitgliedern. Daher gilt für unidirektionale Netzwerke:

$$\Delta F = N - 1 \quad (2)$$

In einem bidirektionalen Netzwerk mit  $(N-1)$  Mitgliedern ergibt sich für jedes der  $(N-1)$  alten Mitglieder eine neue Austauschmöglichkeit. Für das neue,  $N$ te, Mitglied ergeben sich ebenfalls  $(N-1)$  Austauschmöglichkeiten. Daher gilt für bidirektionale Netzwerke:

$$\Delta F = 2(N-1) \quad (3)$$

## II.2. System-Netzwerk

System-Netzwerke ergeben sich dadurch, daß ein Computer-Nutzer A, um ein Ziel  $\Psi$  zu erreichen, ein System aus komplementären Gütern, wie Hardware, Betriebssystem und Applikation, zusammenstellen muß (**Schaubild 1**). Auf jeder Ebene kann es mehrere Anbieter geben. Die Wahl eines Anbieters auf einer bestimmten Ebene ist jedoch mit der Wahl auf jeder anderen Ebene verknüpft, da die einzelnen Knoten nicht notwendigerweise mit allen anderen Knoten der über- und untergeordneten Schichten kompatibel oder verknüpfbar sind.

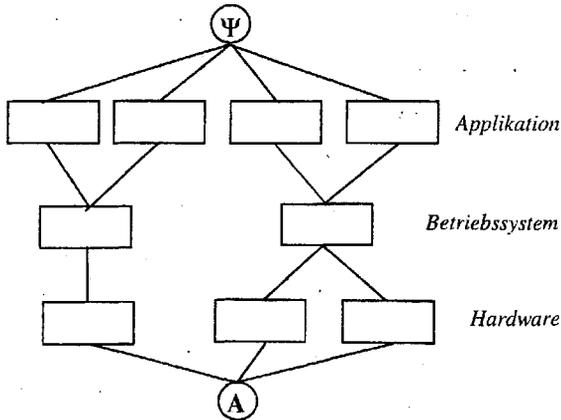
System-Netzwerke entstehen zwischen vertikal kompatiblen Gütern, die für sich alleine betrachtet wertlos oder von deutlich geringerem Nutzen sind. So ist die Computerhardware ohne ein geeignetes Betriebssystem nur für Spezialisten ein interessantes Werkzeug. Die Software ist ohne kompatible Hardware nicht einsetzbar und ohne Wert.

System-Netzwerkeffekte implizieren, daß der Nutzen aus einzelnen Systemkomponenten von der Güte und Anzahl verbundener Produkte auf den über- und untergeordneten Systemebenen abhängig ist.

Das System-Netzwerk führt zu dem Henne-Ei Paradoxon: Gibt es für eine zu produzierende Hardware nicht genügend Software, so gibt es auch keine Nachfrage nach der Hardware. Kein Anbieter wird die Hardware tatsächlich produzieren. Umgekehrt wird Software nur entwickelt, wenn eine ausreichend große Nachfrage erwartet wird. Diese ist aber abhängig von der Verfügbarkeit der Hardware. Eine Vielzahl von Systemen wurde deshalb komplett von einem Unternehmen entwickelt. Apple entwickelte nicht nur die Hardware des Macintosh-Rechners, sondern auch das Betriebssystem und einen Teil der darauf aufbauenden Anwendersoftware. IBM kaufte die für den Personal Computer benötigten Teile von anderen Unternehmen, veranlaßte aber die Modifizierung und Anpassung an das System des PC. Das Henne-Ei Paradoxon kann durch die gleichzeitige Bereitstellung aller Systemkomponenten durch einen Anbieter überwunden werden.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Auch in anderen Branchen haben Anbieter neuer Produkte selbst die Entwicklung geeigneter Komplementärgüter organisiert. So versucht die Photoindustrie derzeit ein neues Filmformat auf dem Markt zu etablieren. Erstmals seit mehreren Jahren tritt Agfa deshalb neben Kodak und anderen Filmproduzenten selbst als Anbieter von Kameras auf.

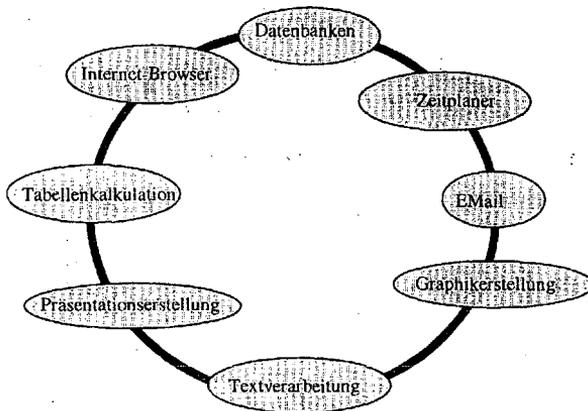
Schaubild 1: System-Netzwerk



### II.3. Applikations-Netzwerk

Das Applikations-Netzwerk ergibt sich aus der ähnlichen Bedienungsweise verschiedener Applikationen und dem Datenaustausch zwischen Programmen (Schaubild 2), denn Computer werden selten nur für eine einzige Aufgabe eingesetzt. Der Anwender hat zumeist mehrere Applikationen, wie Textverarbeitung, Datenbanken und Tabellenkalkulation, die er parallel einsetzt. Jede der eingesetzten Applikationen macht einen bestimmten Lernaufwand erforderlich, der reduziert werden kann, wenn die Struktur der Applikationen gleich oder doch zumindest angenähert ist. Eine ähnliche Struktur erleichtert auch den Wechsel zwischen zwei Applikationen. Des weiteren ist es immer wieder notwendig, Daten zwischen den Applikationen auszutauschen. So wie das System-Netzwerk aus vertikal kompatiblen Gütern aufgebaut ist, ist das Applikations-Netzwerk aus horizontal kompatiblen Gütern aufgebaut.

Schaubild 2: Applikations-Netzwerk



Der Nutzen des Applikations-Netzwerkes ergibt sich wie der Nutzen des Anwender-Netzwerkes aus dem Austausch zwischen den Netzknoten. Wie bei Anwender-Netzwerken steigt der Applikations-Netzwerknutzen mit jeder neu hinzugefügten Applikation. Je mehr unterschiedliche aber kompatible Applikationen verwendet werden, desto größer ist der Nutzen einer weiteren kompatiblen Applikation. Damit ergeben sich Verbundvorteile (Economies of Scope) auf der Nachfrageseite.

#### II.4. Zusammenfassung: Einbindung des Konzepts der Netzwerkeffekte in die Mikroökonomie

Drei verschiedene Netzwerkeffekte können identifiziert werden. Sie entstehen definitionsgemäß auf der Nachfrageseite. Den Netzwerkeffekten lassen sich dabei bereits lange bekannte und ökonomisch untersuchte Effekte auf der Angebotsseite gegenüberstellen: Das Anwender-Netzwerk steht den Skalenerträgen auf der Angebotsseite gegenüber [Katz und Shapiro, 1985, S.

425]. Dem System- und Applikationsnetzwerk stehen auf der Angebotsseite Verbundvorteile gegenüber. Verbundvorteile werden im allgemeinen nicht weiter differenziert. Man kann jedoch das System-Netzwerk als vertikalen Verbundvorteil auf der Nachfrageseite betrachten. Entsprechend entstehen aus dem Applikationsnetzwerk horizontale Verbundvorteile.

Skalenerträge auf der Angebotsseite können zu Monopolen führen. Netzwerkeffekte dagegen führen nicht notwendigerweise zu einer Monopolisierung. Hier ist die Marktstruktur abhängig von den Eigentumsrechten an dem Standard. Hat kein Anbieter Eigentumsrechte an dem Standard oder kann der Eigentümer sie nicht durchsetzen, dann können eine Vielzahl von Anbietern das standardisierte Produkt anbieten.

In den folgenden Modellen werden die Implikationen von Netzwerkeffekten genauer untersucht. Im Zentrum steht dabei die Frage, ob Netzwerkeffekte zu einem Marktversagen führen können.

### **III. Modell I: Anwender-Netzwerke**

Anwender-Netzwerke spielen in vielen Industrien eine Rolle und führen dort dazu, daß die Konsumenten ein Gut kaufen, obwohl sie bei ausschließlicher Betrachtung der Produkteigenschaften eigentlich ein anderes Gut präferieren würden. Im folgenden Modell soll ein Markt mit einem Anwender-Netzwerk beschrieben und Implikationen der Netzwerkeffekte aufgezeigt werden. Basis des Modells ist das Modell horizontaler Differenzierung von Hotelling [1929]<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Hotelling [1929] entwarf das Modell ursprünglich zur Darstellung von Agglomerationen. Das Modell liegt auch dem Median-Wähler-Theorem (Downs 1957) zugrunde. Auch das Modell von

In dem hier präsentierten Modell werden die Kaufentscheidungen simultan getroffen. Entsprechend müssen die Konsumenten die Entscheidung der anderen Konsumenten in ihrem Kalkül berücksichtigen. In anderen Modellen, wie dem von Katz und Shapiro [1986], wird von einem mehrperiodischen Modell ausgegangen, in dem in jeder Periode neue Generationen auf den Markt kommen. Dort hat die Wahl der ersten Konsumenten-Generationen Auswirkungen auf die Wahl der nachfolgenden Generationen. Die Bedeutung des hier vorgestellten Ansatzes liegt in der Erklärung des Kalküls bei der Wahl zwischen zwei gleichzeitig auf den Markt kommenden alternativen Netzwerken.

### III.1. Annahmen

Die Konsumenten sind gleichmäßig über das Intervall  $[0,1]$  im Zahlenraum  $\mathbb{R}$  verteilt. Ihr Nutzen aus einem Netzwerkgut steigt mit der Anzahl anderer Konsumenten, die ebenfalls dieses Gut kaufen. Der Nutzen der Teilnehmer des Netzwerkes A ist abhängig von einem Stand-Alone-Nutzen ( $A_A$ ) und dem  $\tilde{x}$ -Teilnehmer im Netzwerk A:

$$N_A(\tilde{x}) = A_A + z\tilde{x}, \quad (4)$$

wobei  $z$  der Parameter für den Netzwerkeffekt darstellt. Die Nutzenfunktion gilt respektive auch für das Gut B.

$$N_B(\tilde{x}) = A_B + z(1 - \tilde{x}) \quad (5)$$

Wie im einfachen Hotelling-Modell markiert der Standort eines Konsumenten seine Präferenzen. Kann er nicht ein Gut erwerben, das genau seinen

Farrell und Saloner (1992), das die Wirkung von Adaptionen in einer Welt mit Netzwerkeffekten beschreibt, basiert auf dem Hotelling-Modell.

Präferenzen entspricht, muß er Kosten in Kauf nehmen, die sich aus dem Preis und entfernungsabhängigen Komponente,  $tx^2$  für das Gut A bzw.  $t(1-x)^2$  für das Gut B, zusammensetzen.<sup>4</sup> Diese Kosten werden im folgenden als Präferenzkosten bezeichnet.

$$K_A(x) = p_A + tx^2 \text{ und } K_B(x) = p_B + t(1-x)^2 \quad (6)$$

Die X-Gerade stellt dadurch zwei Informationen bereit: Zum einen die Information über die Entfernung des angebotenen Gutes von den Präferenzen der Konsumenten, die Eingang in die Kostenfunktion der Konsumenten findet. Zum anderen die Information über die Anzahl der Konsumenten, die sich für das jeweilige Gut entscheiden, mit der Auswirkung auf die Nutzenfunktion der Konsumenten.

Es läßt sich der Standort des indifferenten Konsument bestimmen, für den der Nettonutzen aus der Technologie A gleich dem Nettonutzen aus der Technologie B ist.

$$\tilde{x} = \frac{A_A - A_B - p_A + p_B + t - z}{2(t - z)} \quad (7)$$

Auf der Angebotsseite wird angenommen, daß die Anbieter von allen Nachfragern den gleichen Preis verlangen. Daraus ergeben sich die Marktanteile der beiden Anbieter. Der Marktanteil des Anbieters A entspricht  $\tilde{x}$ , der Marktanteil des Anbieters B entspricht  $1 - \tilde{x}$ . Für jeden Anbieter läßt sich aus den Marktanteilen und dem von den Anbietern gewählten Preis eine

<sup>4</sup> Die quadratische Spezifikation der Präferenzkosten vermeidet einige technische Schwierigkeiten des linearen Hotelling-Ansatzes [Tirole, 1989, S. 280].

Gewinnfunktion ableiten. Dabei wird vereinfachend angenommen, daß die Anbieter zwar Fixkosten  $C_i$ , nicht aber Grenzkosten zu tragen haben.

$$G_A = p_A x - C_A \quad (8)$$

$$G_B = p_B(1-x) - C_B \quad (9)$$

Die Berechnung des Gewinnmaximums liefert für beide Anbieter Reaktionsfunktionen der Form:

$$p_A = \frac{A_A - A_B + p_B + t - z}{2} \quad \text{und} \quad p_B = \frac{A_B - A_A + p_A + t - z}{2}. \quad (10)$$

Werden die ersten Ableitungen der Gewinnfunktion gleich null gesetzt und simultan nach den Preisen gelöst, erhalten wir die Gleichgewichtspreise:

$$p_A = \frac{A_A - A_B}{3} + t - z \quad \text{und} \quad p_B = \frac{A_B - A_A}{3} + t - z. \quad (11)$$

Es zeigt sich, daß die gewinnmaximierenden Preise bei Netzwerkeffekten negativ von der Stärke der Netzwerkeffekte abhängig sind. Je größer die Netzwerkeffekte, ausgedrückt durch den Parameter  $z$ , desto niedriger sind die gewinnmaximierenden Preise der Produzenten A und B. Auf den ersten Blick wirkt überraschend, daß der Netzwerkeffekt zu einem niedrigeren Preis führt, da er doch eigentlich zu einer höheren Zahlungsbereitschaft der Konsumenten bewirkt. Die Anbieter haben jedoch aufgrund des Netzwerkeffektes ein Interesse daran, eine möglichst große Zahl von Nachfragern in ihr Netzwerk einzubinden, da dann die Zahlungsbereitschaft aller Nachfrager steigt. Dadurch senken sie die Preise unter ein Niveau, das sie ohne Netzwerkeffekte erreichen würden.

Hinreichende Bedingung für ein Maximum der Gewinnfunktion ist, daß die zweite Ableitung kleiner null ist. Dies ist für beide Anbieter dann der Fall, wenn die folgende Ungleichung gegeben ist.

$$G_i''(p_i) = \frac{1}{z-t} < 0 \text{ mit } i=A,B \quad (12)$$

Daraus folgt als Bedingung für ein Gewinnmaximum, daß  $z < t$  sein muß. Nur wenn der Netzwerkeffekt kleiner als der Präferenzeffekt ist, kommt es zu einem Gleichgewicht, in dem beide Anbieter einen Teil des Marktes bedienen. Überwiegt der Netzwerkeffekt, kommt es zu einer Randlösung, in der eine der beiden Technologien den gesamten Markt beherrscht.

Um festzustellen, welche der Technologien in einer Randlösung aus Sicht der Konsumenten vorteilhaft wäre und welchen Preis der Anbieter dieser Technologie durchsetzen kann, müssen die Nettonutzen der Konsumenten an den Rändern für beide Technologien bestimmt werden.

Die Technologie A ist der Technologie B überlegen, wenn der Nettonutzen aus der Technologie A größer ist als der Nettonutzen aus der Technologie B.

$$N_A(1) - K_A(1) > N_B(1) - K_B(1) \quad (13)$$

oder aufgelöst nach dem Preis  $P_A$

$$A_A - A_B + P_B - t + z > P_A \quad (14)$$

Respektive ist die Technologie B der Technologie A überlegen, wenn

$$A_B - A_A + P_A - t + z > P_B \quad (15)$$

Die Preisdifferenz zwischen der überlegenen und der unterlegenen Technologie muß kleiner sein als die Differenz der Stand-Alone-Nutzen, vermindert um die Präferenzkosten und erhöht um die Netzwerkeffekte.

Bei der Betrachtung eines Gleichgewichts, in dem die Präferenzkosten den Netzwerkeffekt überdecken, mußten die Anbieter eine Marginalbetrachtung vornehmen. Sind die Netzwerkeffekte stärker als die Präferenzkosten, können die Anbieter alles oder nichts gewinnen.

Der Gewinn des Anbieters der Technologie A bei Berücksichtigung von Fixkosten  $C_A$  muß positiv sein, ansonsten verzichtet der Anbieter auf die Marktteilnahme:

$$G_A(1) = P_A - C_A > 0 \quad (16)$$

Der niedrigste von Anbieter A akzeptierte Preis deckt damit gerade die Durchschnittskosten (hier  $\frac{C_A}{1} = C_A$ ). Eingesetzt in (12) bzw. (14) folgt, daß der erfolgreiche Anbieter einen Preis setzt, der von dem Differential der Stand-Alone-Nutzen, den Durchschnittskosten des unterlegenen Anbieters, den Präferenzkosten und den Netzwerkeffekten determiniert wird.

$$P_i < A_i - A_j + C_j - t + z \text{ mit } i=A,B \text{ u. } j \neq i \quad (17)$$

Die gesellschaftliche Wohlfahrt setzt sich zusammen aus der Konsumentenrente ( $W_A$ ) und der Produzentenrente. Da angenommen wurde, daß die Produzenten mit Grenzkosten von null produzieren, entspricht die Produzentenrente Produkt aus Preis und verkaufter Menge. Graphisch drückt sich dies in **Schaubild 3** in der schraffierten Fläche  $G_A$  aus. Die Produzentenrente entspricht gleichzeitig auch der Differenz zwischen Brutto- ( $N_A(\bar{x}) * \bar{x}$ ) und Nettonutzen ( $K_A$ ) der

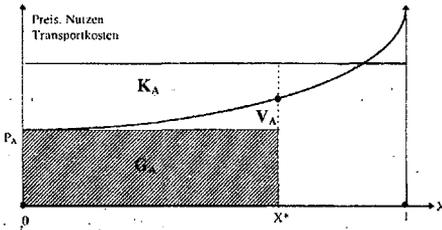
Konsumenten. Zusätzlich zum Preis des Produktes tragen die Konsumenten Präferenzkosten: Die Präferenzkosten entstehen dadurch, daß die Konsumenten kein Gut finden, das genau ihren Präferenzen entspricht. Die gesellschaftlichen Präferenzkosten der Technologien A lassen sich berechnen als:

$$V_A = \int_0^{\tilde{x}} tx^2 dx = \left[ \frac{1}{3} tx^3 \right]_0^{\tilde{x}} \quad (18)$$

Die gesellschaftliche Wohlfahrt aus der Technologie A lautet:

$$W_A = K_A + G_A = N_A(\tilde{x})\tilde{x} - V_A \quad (19)$$

Schaubild 3: Die Wohlfahrtswirkung der Technologie A



Die gesellschaftliche Wohlfahrtsfunktion nimmt daher die folgende Form an:

$$W = W_A + W_B = \tilde{x}N_A + N_B(1 - \tilde{x}) - V_A - V_B, \quad (20)$$

wobei  $\tilde{x}$  den Standort des indifferenten Konsumenten angibt. Um festzustellen, ob ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider in mehr Fällen als der freie Markt zu einer Standardisierung in einer Randlösung kommt, muß die maximale Wohlfahrt bestimmt werden. Dafür wird die Wohlfahrtsfunktion über  $P_A$  und  $P_B$  maximiert:

$$\frac{\partial W}{\partial P_A} = \frac{t(P_B - P_A) + z(A_B - A_A + 2P_A - 2P_B)}{2(z-t)^2} = 0 \quad (21)$$

$$\frac{\partial W}{\partial P_B} = \frac{t(P_A - P_B) + z(A_A - A_B + 2P_B - 2P_A)}{2(z-t)^2} = 0 \quad (22)$$

Aus (21) und (22) folgt:

$$P_A = P_B + \frac{z(A_B - A_A)}{t - 2z} \quad (23)$$

Die zweite Ableitung der Wohlfahrtsfunktion ist für  $P_A$  und  $P_B$  gleich und liefert als hinreichende Bedingung für ein Wohlfahrtsmaximum:

$$\frac{2z - t}{2(z-t)^2} < 0 \text{ bzw. } 2z < t. \quad (24)$$

Hinreichende Bedingung für ein internes Wohlfahrtsmaximum ist, daß der Netzwerk-Parameter nur halb so groß wie der Präferenz-Parameter sein darf. Ansonsten ergibt sich kein internes Gleichgewicht.

Die Wohlfahrt in der Randlösung ist dann größer als die Wohlfahrt in einem internen Gleichgewicht, wenn

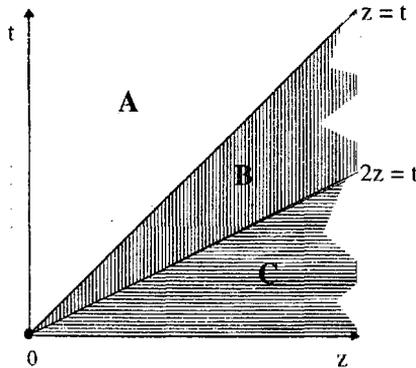
$$\frac{(A_B - A_A + t - 2z)^2}{4(2z - t)} > 0, \quad (25)$$

bzw.  $2z > t$  ist. Ein freier Markt würde dagegen zu einer Randlösung kommen, wenn  $z > t$  ist. Mithin würde ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider in mehr Fällen als der freie Markt eine Randlösung herbeiführen.

Die berechnete Beziehung zwischen  $t$  und  $z$  wird in **Schaubild 4** dargestellt. Auf den Achsen sind der Netzwerk-Parameter  $z$  und der Präferenz-Parameter  $t$  abgetragen. Für die Fläche A gilt, daß  $t$  größer  $z$  ist. Ist die Bedingung der Fläche A erfüllt, kommt es zu einem internen Marktgleichgewicht, in dem beide

Anbieter jeweils einen Teil des Marktes beliefern. Für die Fläche B gilt, daß  $t$  kleiner  $z$  und  $2z < t$  ist. Ist die Bedingung der Fläche B erfüllt, würde ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider eine Standardisierung wählen, der freie Markt hingegen nicht. Für die Fläche C gilt, daß  $2z > t$ . Ist die Bedingung der Fläche C erfüllt, würde sowohl der wohlfahrtsmaximierende Entscheider wie auch der freie Markt eine Standardisierung erreichen.

*Schaubild 4: Standardisierung bei verschiedenen Werten für  $t$  und  $z$*



Es bleibt zu fragen, ob ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider eine höhere gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt erreichen würde als die gewinnmaximierenden Akteure. Die Differenz zwischen der Wohlfahrt im Wohlfahrtmaximum ( $W_W$ ) und im Gewinnmaximum ( $W_G$ ) lautet:

$$W_W - W_G = \frac{(A_B - A_A)^2 (z - 2t)^2}{36(2z - t)(z - t)^2} \quad (26)$$

Die Wohlfahrtsniveaus sind nur dann gleich, wenn entweder  $A_A = A_B$  oder  $2t = z$  ist. Ansonsten würde ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider eine

höhere gesellschaftliche Wohlfahrt als die gewinnmaximierenden Marktakteure erreichen. Der Markt selbst kommt daher in der Regel nicht zum optimalen Ergebnis.

### III.2. Wohlfahrtsimplikationen der Netzwerkeffekte

Unter anderen Farrell und Saloner [1992], Katz und Shapiro [1985, 1986, 1992] und Economides [1988, 1989, 1993, 1994] diskutieren mögliche Konsequenzen von Netzwerkeffekten. In den folgenden Abschnitten werden die Implikationen im Rahmen des vorher präsentierten Modells besprochen.

#### III.2.1. Standardsetzung als Kampf der Geschlechter

Sind die Netzwerkeffekte stark genug, entscheiden sich alle Konsumenten für die gleiche Technologie. Nehmen wir an, daß der Stand-Alone Nutzen für beide Güter gleich ist und daß ( $t < z$ ), dann ist die Wohlfahrt der Gesamtheit der Konsumenten aufgrund der angenommenen Symmetrie gleich, egal ob das Gut A oder das Gut B für alle zum Standard wird. Allerdings ist die Wohlfahrtsverteilung zwischen den Konsumenten unterschiedlich: Betrachten wir als Extremfälle zwei Konsumenten in  $X=0$  bzw.  $X=1$ . Nehmen wir an, daß der Netzwerknutzen für beide gleich ist, so haben sie doch unterschiedliche Kosten zu tragen, da die Güter unterschiedlich weit von ihren Präferenzen entfernt sind. Einigen sich beide Konsumenten auf A als Standard, so hat der Konsument in  $X=0$  den Stand-Alone Nutzen  $A_A$  plus den Netzwerknutzen  $z$  vermindert um den zu zahlenden Preis  $P_A$ . Der Konsument in  $X=1$  hat im Vergleich einen um  $t$  niedrigeren Nettonutzen. Umgekehrt hat der Konsument in  $X=0$  einen um  $t$  niedrigeren Nettonutzen aus der Einigung auf Gut B. Können

die Konsumenten sich nicht auf ein Gut einigen, so verzichten beide auf den Netzwerknutzen und ihr Nettonutzen wäre in beiden Fällen niedriger. Es ergibt sich die bekannte Pay-off Matrix des „Kampfes der Geschlechter“ [Osborne u. Rubinstein, 1995, S. 34f]: Alle Konsumenten präferieren eine Einigung, doch haben die Konsumenten Präferenzen für unterschiedliche Standards.

*Tabelle 1: Wohlfahrtswirkung der Einigung zweier Konsumenten bei Netzwerkeffekten (Konsument  $x=0$ , Konsument  $x=1$ )*

Konsument $X=1$ wählt	Gut A	Gut B
Konsument $X=0$ wählt		
Gut A	$(A_A+z-P_A, A_A+z-t-P_A)$	$(A_A-P_A, A_B-P_B)$
Gut B	$(A_B-t-P_B, A_A-t-P_A)$	$(A_B+z-t-P_B, A_B+z-P_A)$

### III.2.2. Der Unterschied zwischen einem proprietären und einem offenen Standard

Bisher wurde angenommen, daß jede der beiden verfügbaren Technologien von nur einem Produzenten angeboten wird. Doch häufig kommt es vor, daß mehrere Produzenten Güter produzieren, die dem gleichen Standard entsprechen. Der Unterschied ist, daß der erste Standard proprietär ist, also Eigentumsrechte definiert sind, und der zweite Standard ein offener Standard ist, an dem keine Eigentumsrechte definiert sind, bzw. für den Eigentumsrechte an mehrere Produzenten vergeben wurden.

Der Macintosh von Apple und sein Betriebssystem Mac OS waren lange Zeit ein Beispiel für einen proprietären Standard. Rechner und Betriebssystem

wurden ausschließlich von Apple produziert und auf dem Markt angeboten. Erst in jüngerer Zeit vergab Apple Produktionslizenzen an andere Produzenten. Die Compact Disc (CD) ist ein Beispiel für einen Standard, bei dem die Entwickler (Philips und Matsushita) zwar Eigentumsrechte haben, diese aber gegen Lizenzgebühren an andere Produzenten abgeben. Die für den Betrieb von CDs benötigten Geräte werden nun von einer Vielzahl von Herstellern angeboten. Das Betriebssystem Unix ist ein Beispiel für einen offenen Standard. Jeder kann dieses Betriebssystem nutzen und weiterentwickeln.

Wie sind proprietäre und offene Standards in das Modell einzubinden? Bisher wurde angenommen, daß jede der beiden verfügbaren Technologien von jeweils einem Produzenten angeboten wird. Dies entspricht der Annahme, daß den betrachteten Technologien ein proprietärer Standard zugrunde liegt. Die Lizenzierung der Technologie führt dazu, daß ein oder mehrere weitere Produzenten das gleiche Produkt anbieten. Bei offenen Standards kann eine Vielzahl von Anbietern das gleiche Produkt anbieten.

Die Eigentumsrechte an den Standards geben vor, ob das Gut monopolistisch, oligopolistisch oder gar unter vollständiger Konkurrenz produziert wird. Bisher wurde in unserem Modell angenommen, daß nur ein Anbieter die Technologie besitzt. Bei einem offenen Standard werden bei einem Gut, das ohne Markteintrittsbarrieren und Skalenerträgen produziert werden kann, die Produzenten sich auf einen Preis herunterkonkurrieren, der den Grenzkosten entspricht [Vgl. Farrell und Saloner, 1992]. Ist Technologie A ein offener Standard, so werden sich die Anbieter der Technologie A auf einen Preis, der ihren Grenzkosten entspricht, herunterkonkurrieren.

$$P_A = c_A \quad (27)$$

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit war angenommen worden, daß die Grenzkosten  $c_A = c_B = 0$  sind.

Die Reaktionsfunktion des Anbieters der Technologie B lautet

$$P_B = \frac{A_B - A_A + P_A + t - z}{2} \quad (28)$$

Wenn die Anbieter der Technologie A den Preis  $P_A$  auf null drücken, wird der Anbieter der Technologie B zwar einen niedrigeren Preis als vorher beschrieben setzen, aber aufgrund der Präferenzkosten muß er seinen Preis nicht ebenfalls auf null setzen. Der Netzwerkparameter  $z$  drückt den Preis jedoch unter das Niveau, das auf einem Markt ohne Netzwerkeffekte erreicht würde. Dies gilt jedoch nur, wenn die Netzwerkeffekte schwach sind und ein inneres Gleichgewicht besteht. Sind die Extrempunkte Gleichgewichtspunkte, so wird keine Marginalbetrachtung vorgenommen. Vielmehr ist der monopolistischer Anbieter der Technologie B bereit, jeden Preis zu akzeptieren, solange der erzielte Preis nicht zu einem negativen Gewinn führt. Damit zeigt sich, daß der Wettbewerb auf einem Markt mit Netzwerkeffekten und konkurrierenden Standards stärker ist als auf einem Markt ohne Netzwerkeffekte, selbst wenn nicht alle konkurrierenden Standards offene Standards sind.

Bisher wurde eine statische Betrachtung vorgenommen. Möglicherweise gibt eine dynamische Betrachtung weitere Einsichten: Ein Markt mit starken Netzwerkeffekten ist ein Markt, auf dem die Anbieter konkurrierender Standards alles oder nichts gewinnen können. Sind existierende Konkurrenten ausgeschaltet, können anschließend möglicherweise hohe Monopolgewinne erzielt werden. Gleichzeitig verringert sich der Anreiz zur Weiterentwicklung der Technologie. Dieses Verhalten des siegreichen Anbieters können die

Konsumenten antizipieren. Bei einer langfristigen Betrachtung werden sie deshalb möglicherweise auf den Kauf eines proprietären Standards verzichten. Der Eigentümer eines Standards erreicht langfristig einen höheren Gewinn, wenn er auf einen Teil des Monopolgewinns verzichtet und andere an der Vermarktung seines Standards beteiligt (Second-sourcing). Eine Reihe von Autoren zeigen, daß diese Strategie in einem Generationen-Modell effizient sein kann. [z.B. Thum, 1995, S. 121]

### III.2.3. Externe Effekte

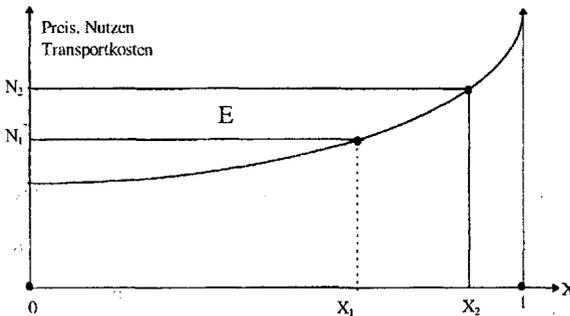
Annahmegemäß zieht das marginale Mitglied des Netzwerkes A einen Nutzen in Höhe von  $N_A = A_A + zx^2$  aus diesem Netzwerk. Der Netzwerknutzen jedes anderen Mitglieds des gleichen Netzwerkes sei mit diesem Nutzen identisch. Der marginale Nutzer betrachtet nur seinen eigenen Nutzen aus dem Netzwerk, nicht aber den Einfluß, den seine Entscheidung für oder gegen das jeweilige Netzwerk auf das Nutzenniveau der anderen Netzwerkteilnehmer hat. Daraus entstehen möglicherweise externe Effekte, die sich im Rahmen des Modells berechnen lassen.

Das Netzwerk A hat die Größe  $x_1$ . Die Teilnehmer des Netzwerkes realisieren einen Nutzen  $N_1$ . Tritt ein weiterer Teilnehmer in das Netzwerk ein, erhöht sich das Nutzenniveau aller Teilnehmer auf  $N_2$ . Der externe Effekt ( $E$ ) läßt sich damit für das gesamte Netzwerk berechnen als:

$$E = N_{A2}x_2 - N_{A1}x_1 - \int_{x_1}^{x_2} N_A(x) = \frac{x_2^2 - x_1^2}{2} z \quad (29)$$

oder graphisch (**Schaubild 5**) als Fläche zwischen den Verbindungslinien der Nutzenniveaus  $N_1$  und  $N_2$  der marginalen Netzwerkteilnehmer und dem tatsächlich realisierten Netzwerknutzenniveau. Der externe Effekt ist umso größer, je größer der Netzwerkeffekt  $z$  ist.

*Schaubild 5: Die Höhe der externen Effekte*



Doch handelt es sich hierbei wirklich um externe Effekte, die ein Marktversagen implizieren? Es wird schnell klar, daß sich die Individuen koordinieren müssen. Je nachdem, wie die Koordinierung erfolgt, können Externalitäten entstehen oder nicht entstehen.

Haben alle Konsumenten vollständige Informationen über die Präferenzen aller anderen Marktteilnehmer, können sie den marginalen Netzteilnehmer und damit ihr eigenes Nutzenniveau berechnen. Die Netzwerkeffekte erzeugen dann keine Externalitäten.

Externalitäten könnten entstehen, wenn die Konsumenten unvollständige Informationen hätten. Dann müßten die Konsumenten Entscheidungen unter Unsicherheit treffen. Weicht die tatsächlich realisierte Netzwerkgröße von der erwarteten Netzwerkgröße ab, kann sich das tatsächlich realisierte

Nutzenniveau von dem erwarteten Nutzenniveau unterscheiden. Aus nicht antizipierten Entscheidungen der anderen Konsumenten können Externalitäten entstehen.

Wir können festhalten, daß nur bei unvollständiger Information und nicht rationaler Erwartungsbildung aus den Netzwerkeffekten auch Externalitäten resultieren können. Der Markt kann allerdings auf diese Gefahr reagieren und die Externalitäten z.B. durch geeignete Vertragsgestaltung [Vgl. Thum, 1995, S. 88-106] internalisieren.

### III.2.4. Behindern Netzwerkeffekte die Diffusion von Innovationen?

Arthur [1985, 1987, 1989], David [1985] und andere vertreten die Ansicht, daß Netzwerkeffekte zu einem Lock-In führen könnten, wodurch die Marktdurchsetzung von Innovationen behindert würde. Dieses Problem läßt sich im Rahmen des Modells darstellen.

Wir nehmen an, daß Gut B den gesamten Markt beherrscht. Dies impliziert, daß der Konsument an der Stelle  $x=0$  mindestens indifferent zwischen Gut A und B sein muß. Der Produzent des Gutes A führt nun eine Innovation ein, die den Initial-Nutzen aus Gut A ( $A_A$ ) um  $I$  erhöht. Zu zeigen ist dann, wie hoch der Nutzen aus der Innovation mindestens sein muß, damit die Konsumenten das Gut A annehmen. Dabei wird sich auch zeigen, ob die Netzwerkeffekte einen Einfluß auf die Entscheidung haben oder nicht.

Der Nutzen für einen Konsumenten aus dem innovativen Produkt wird beschrieben durch die Funktion:

$$N_A = A_A + I + zx^2 \quad (30)$$

Der zwischen Gut A und Gut B indifferente Konsument wird wieder durch Gleichsetzen der Nettonutzenfunktionen bestimmt:

1. Für die Technologie A ohne Innovation

$$x_1 = \frac{A_A - A_B - p_A + p_B + t - z}{2(t - z)} \leq 0 \quad (31)$$

2. Für die Technologie A mit Innovation

$$x_2 = \frac{A_A + I - A_B - p_A + p_B + t - z}{2(t - z)} > 0 \quad (32)$$

Die installierte Basis der innovativen Technologie steigt von  $x_1$  auf  $x_2$  um

$$\Delta x = \frac{I}{2(t - z)} > 0 \quad (33)$$

Nicht allein der Nutzen der Innovation sondern auch die Kostenparameter  $t$  und der Netzwerkparameter  $z$  bestimmen darüber, ob sich das Gut A gegen das etablierte Gut B durchsetzen kann oder nicht. Je größer der Kostenparameter  $t$  ist, desto eher wird Gut A den Marktdurchbruch schaffen, je größer der Netzwerkparameter  $z$  ist, desto schwieriger ist der Marktdurchbruch, bzw. desto höher muß der Nutzen der Innovation sein, um einen Marktdurchbruch zu ermöglichen. Ein Lock-In in einer scheinbar veralteten Technologie als endgültiges Schicksal ist nicht möglich, allerdings wird die Barriere für eine Innovation durch die Existenz von Netzwerkeffekten erhöht.

### III.2.5. Die Wirkung von Adaptern

Adapter ermöglichen es den Konsumenten, Kompatibilität zwischen den verfügbaren Technologien herzustellen, ohne auf die Produktdifferenzierung zu

verzichten [Vgl. Farrell und Saloner, 1992, S. 10]. Ein Adapter kann Kompatibilität in einer oder in beiden Richtungen (one way, two way) herstellen. Die Konsumenten können dann von dem Netzwerk der anderen Technologie profitieren, ohne auf die Produktdifferenzierung zu verzichten. Allerdings arbeiten Adapter zumeist nicht perfekt. Ein Konsument, der mit Hilfe eines Adapters an das Netzwerk angeschlossen ist, wird deshalb nur einen Teil des Netzwerknutzens der anderen Technologie nutzen können.

Farrell und Saloner [1992] zeigen im Rahmen ihres Modells, daß Adapter nur dann wohlfahrtssteigernd wirken, wenn ohne Adapter keine Standardisierung erreicht würde. Würde dagegen ohne Adapter der Markt zu einer Standardisierung bei einer Technologie führen, würden einige Konsumenten aufgrund des Adapters dennoch die gesamtwirtschaftlich suboptimale Technologie wählen und damit zu einem gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsverlust beitragen.

Adapter unterscheiden sich in der Art, wie sie zwei Netze miteinander verbinden. Adapter, die nur in einer Richtung wirken (One-Way) ermöglichen es den Teilnehmern des ersten Netzes, auf das zweite Netz zuzugreifen. Teilnehmer des zweiten Netzes können jedoch nicht auf das erste Netz zugreifen. Beispiele für solche Netze sind Software, die nur eine Import, aber keine Exportfunktion haben. Bei solchen Adaptern ist zu erwarten, daß im wesentlichen die Besitzer der Adapter von dem anderen Netz profitieren. Adapter, die in beiden Richtungen wirken (Two-Way), ermöglichen die Kommunikation in beiden Richtungen. Entsprechend haben die Teilnehmer beider Netze einen Nutzen aus dem Adapter. Church und King [1993] zeigten

am Beispiel eines bilingualen Landes, daß aus Effizienzgründen nur die Teilnehmer des einen Netzes Adapter beschaffen werden.<sup>5</sup>

Im folgenden wird die Wirkung eines beidseitigen Adapters untersucht. In der Software-Industrie werden solche Adapter durch Import- und Exportfilter zum Einlesen fremder Datenformate in die eigene Software bereitgestellt. Der Nutzen der Anwender von Technologie A aus dem Adapter läßt sich bestimmen als:

$N_A^A(x) = a(1 - \tilde{x})^2$ . Dem stehen die Kosten für die Beschaffung des Adapters  $p_c$  gegenüber.

Es wird in Bezug auf den Adapter von homogenen Präferenzen ausgegangen. Deshalb werden entweder alle oder keiner der Teilnehmer eines Netzes einen Adapter beschaffen. Da der Adapter in beiden Richtungen funktioniert, brauchen die Teilnehmer des anderen Netzes keinen Adapter zu beschaffen und profitieren dennoch von dem Adapter des ersten Netzes. Aufgrund der Symmetrie-Eigenschaft des Modells genügt es, nur den Kauf durch die A-Konsumenten zu analysieren. Die Ergebnisse gelten respektive auch für den Fall, daß die B-Konsumenten den Adapter kaufen.

Die gegenüber dem einfachen Modell veränderte Nutzenstruktur führt dazu, daß sich der Ort des Gleichgewichts verändern kann.

<sup>5</sup> Church und King [1993] betrachten die Option, eine Fremdsprache zu erlernen. Im abstrakten Sinne handelt es sich dabei um einen Adapter, der die (unvollkommene) Kommunikation zwischen zwei Teilnehmern verschiedener Sprach-Netze ermöglicht. Ein Adapter funktioniert in beiden Richtungen. Möchten zwei Mitglieder der verschiedenen Sprachgruppen miteinander kommunizieren, benötigen sie nur einen Adapter. Die Bereithaltung eines zweiten Adapters wäre unnötig und, sofern die Bereithaltung mit Kosten verbunden ist, ineffizient.

Kaufen die Teilnehmer des A-Netzes den Adapter (zum Preis  $p_c$ ), so lauten die Nettonutzenfunktionen:

$$N_A^N = N_A(x) + N_A^A(x) - K_A(x) - p_c \quad (34)$$

$$N_B^N = N_B(x) + N_B^A(x) - K_B(x) \quad (35)$$

Für diese Nettonutzenfunktionen muß wie zuvor die Netzwerkgröße im Gleichgewicht bestimmt werden.

$$\tilde{x} = \frac{A_A - A_B - P_A + P_B + t - z + a - p_c}{2(a + t - z)} \quad (36)$$

Durch die Einführung des Adapters verändert sich der Marktanteil des Anbieters der A-Technologie von  $x_1$  auf  $x_2$  um:

$$\Delta\tilde{x} = \frac{a(-A_A + A_B + P_A - P_B) - p_c(t + z)}{2(a + t - z)(-t + z)} \quad (37)$$

Das Kalkül der Anbieter hängt davon ab, wer den Adapter anbietet. Drei Möglichkeiten gibt es: Erstens kann der Anbieter des Adapters unabhängig sein. Zweitens, kann der Anbieter der A-Technologie gleichzeitig auch den Adapter anbieten. Drittens, kann der Anbieter der B-Technologie den Adapter anbieten. Im folgenden werden die Gleichgewichtsbedingungen für den Fall eines unabhängigen Anbieters dargestellt. Die Berechnungen der Gleichgewichtsbedingungen in den beiden anderen Fällen ähneln dem ersten Fall. Sie werden deshalb nicht im laufenden Text sondern im Anhang dargestellt.

Wird der Adapter von einem unabhängigen Anbieter angeboten, so lauten die Gewinnfunktionen der drei Anbieter:

$$GA = P_A \tilde{x} \quad (38)$$

$$GB = P_B(1 - \tilde{x}) \quad (39)$$

$$G_{Adapter} = p_c \tilde{x} \quad (40)$$

Die simultane Lösung der ersten Ableitung der Gewinnfunktionen der drei Anbieter liefert:

$$P_A = p_c = \frac{A_A - A_B + 3(t - z + a)}{4} \quad (41)$$

$$P_B = \frac{A_B - A_A + 5(t - z + a)}{4} \quad (42)$$

Die zweite Ableitung der Gewinnfunktionen der Anbieter von Technologie A und B und des Adapters lauten:

$$G''_i = -\frac{1}{a + t - z} \quad \text{mit } i=A, B, C \quad (43)$$

Nur wenn  $a + t > z$  gilt, wird ein internes Gleichgewicht erreicht. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, kommt es trotz Adapters zu einer Standardisierung. Der Adapter spielt dann für den Marktausgang keine Rolle. Im Fall ohne Adapter läßt sich als Bedingung für ein internes Gleichgewicht aus der zweiten Ableitung der Gewinnfunktionen folgern, daß  $t > z$ . Mit Adapters kann das Differential zwischen Netzwerkeffekt und Präferenzkosten um den marginalen Nutzen aus dem Adapter größer sein, ohne daß es zu einer Standardisierung kommt. Die Einführung von Adapters verringert den Anreiz zur Standardisierung.

### *III.2.5.1. Wer profitiert von Adaptern?*

Wer profitiert von der Einführung von Adaptern? Zur Beantwortung dieser Frage müssen die Nutzenniveaus der Konsumenten mit und ohne Adapter sowie die Gewinne der Anbieter mit und ohne Adapter miteinander verglichen werden (Vgl. Tabelle 2).

Um die Höhe der Gewinne in den verschiedenen Marktsituationen zu vergleichen, wird vereinfachend angenommen, daß  $A_A=A_B$  (**Tabelle 3**). Nicht nur der Gewinn muß verglichen werden, gleichzeitig muß auch die Bedingung zweiter Ordnung für ein Gewinnmaximum erfüllt sein.

Tabelle 2: Vergleich von Gewinn, Bedingung 2. Ordnung für Maximum

Markt- ordnung	Gewinn A	Gewinn B	SOC
Ohne Adapter	$\frac{(AA - AB + 3t - 3z)^2}{18(t - z)}$	$\frac{(AA - AB - 3t + 3z)^2}{18(t - z)}$	$\frac{1}{z - t} < 0$
Unabhängi- ger Anbieter bietet Adapter an	$\frac{(AA - AB + 3t + 3a - 3z)^2}{32(a + t - z)}$	$\frac{(AB - AA + 5t + 5a - 5z)^2}{32(a + t - z)}$	$\frac{1}{a + t - z} < 0$
A bietet den Adapter an	$\frac{(AA - AB + a + t - z) \left( \frac{AA - AB}{3} + a + t - z \right)}{2(a + t - z)}$	$\frac{(AA - AB - a - t + z) \left( \frac{AB - AA}{3} + a + t - z \right)}{2(z - a - t)}$	$\frac{1}{a + t - z} < 0$
B bietet den Adapter an	$\frac{a + t - z}{2}$	$\frac{AB - AA + a + t - z}{2}$	$\frac{1}{a + t - z} < 0$

Tabelle 3: Vergleich der Marktanteile, Preise und Gewinne, wenn  $A_A = A_B$

Vergleich	Veränderung des Markt- anteils A	Preis A	Preis B	Gewinn Anbieter A	Gewinn Anbieter B
1-2	$\frac{1}{8}$	$\frac{t-z-3a}{4}$	$\frac{z-t-5a}{4}$	$\frac{7t-9a-7z}{32}$	$\frac{9z-25a-9t}{32}$
1-3	0	$-a$	$-a$	$-\frac{a}{2}$	$-\frac{a}{2}$
1-4	0	$-a$	$-a$	$-\frac{a}{2}$	$-\frac{a}{2}$
2-3	$-\frac{1}{8}$	$\frac{z-a-t}{4}$	$-\frac{z-a-t}{4}$	$\frac{7(z-t-a)}{32}$	$\frac{9(a+t-z)}{32}$
2-4	$-\frac{1}{8}$	$\frac{z-a-t}{4}$	$-\frac{z-a-t}{4}$	$\frac{7(z-t-a)}{32}$	$\frac{9(a+t-z)}{32}$
3-4	0	0	0	0	0

Sind die Stand-Alone-Nutzen der beiden Technologien gleich, ändert die Einführung eines Adapters durch einen der beiden Anbieter nichts an den Marktanteilen der beiden Anbieter. Führt ein unabhängiger Anbieter einen Adapter ein, verringert sich der Marktanteil des Anbieters A.

Der Gewinnvergleich zeigt, daß beide Anbieter davon profitieren, wenn einer von ihnen einen Adapter einführt, sofern der Adapter den Konsumenten einen positiven Nutzen bietet ( $a > 0$ ). Welcher Anbieter nun einen Adapter einführt, ist

für die Höhe des Gewinns der beiden Anbieter unerheblich. Der Gewinnzuwachs ist umso größer, je größer der Nutzen aus dem Adapter ist.

Damit die Anbieter A und B durch die Einführung des Adapters eines unabhängigen Anbieters besser gestellt werden als ohne Adapter, muß die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\text{Für A: } a + t - z > 0 \vee 9a - 7t + 7z > 0 \Rightarrow t > z \vee a > 0$$

$$\text{Für B: } a + t - z > 0 \vee 25a + 9t - 7z > 0 \Rightarrow t > z \vee a > 0$$

Unter der Bedingung, daß die Präferenzkosten größer als der Netzwerkeffekt sind und gleichzeitig der Adapter einen positiven Effekt hat, profitieren beide Anbieter davon, wenn ein unabhängiger Anbieter einen Adapter anbietet.

Damit die Anbieter A und B durch die Einführung eines Adapters durch einen unabhängigen Anbieter besser gestellt werden als durch einen eigenen Adapter, muß die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\text{Für A: } a + t - z > 0 \vee \frac{7(z - a - t)}{32} > 0 \Rightarrow \text{nicht möglich}$$

$$\text{Für B: } a + t - z > 0 \vee \frac{9(a + t - z)}{32} > 0 \Rightarrow a + t - z > 0$$

Gibt es ein internes Gleichgewicht, kann nur der Anbieter B von einem externen Adapter profitieren, Anbieter A zieht vor, daß er oder Anbieter B den Adapter anbieten.

### III.2.5.2. Ergebnis bei Wohlfahrtsmaximierung

Für die Wohlfahrtsanalyse ist es unerheblich, wer den Adapter anbietet. Ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider würde die folgende Wohlfahrtsfunktion über  $P_A$ ,  $P_B$  und  $P_C$  maximieren:

$$W = \tilde{x}N_A + N_B(1 - \tilde{x}) + \tilde{x}N_A^A + (1 - \tilde{x})N_B^A - V_A - V_B \quad (44)$$

Die zweite Ableitung der Wohlfahrtsfunktion liefert als hinreichende Bedingung für ein Wohlfahrtsmaximum die Bedingung:

$$\frac{2z - a - t}{2(z - a - t)^2} < 0 \text{ bzw. } 2z < a + t. \quad (45)$$

Die Wohlfahrt in der Randlösung ist dann größer als die Wohlfahrt in einem internen Gleichgewicht, wenn

$$\frac{(A_B - A_A + a + t - 2z)^2}{4(2z - a - t)} > 0 \text{ bzw. } 2z > a + t \text{ ist.} \quad (46)$$

Auf einem freien Markt käme es zur Randlösung, wenn  $z > a + t$ . Damit zeigt sich, daß ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider eher als der freie Markt eine Standardisierung herbeiführen würde. Dieses Ergebnis entspricht dem Ergebnis ohne Adapter.

Es bleibt zu fragen, ob es sich für die Gesellschaft lohnt, einen Adapter einzuführen. Dafür muß das gesellschaftliche Optimum mit und ohne Adapter verglichen werden.

$$\Delta W = \frac{a((A_A - A_B)^2 + (a + t - 2z)(2z - t))}{4(a + t - 2z)(2z - t)} \quad (47)$$

Unter der Annahme, daß  $A_A=A_B$  ist, reduziert sich diese Differenz zu:

$$\Delta W = \frac{1}{4}a \quad (48)$$

Andernfalls kann der Term nur negativ werden, wenn

$$4(a+t-2z)(2z-t) < 0 \text{ ist, bzw. } 2z > a+t \vee 2z > t \text{ ist.} \quad (49)$$

Beide Bedingungen sind jedoch Voraussetzung dafür, daß mit und ohne Adapter ein internes Gleichgewicht wohlfahrtsoptimal ist. Ein Adapter erhöht demnach unter den getroffenen Annahmen die gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt.

### III.3. Zusammenfassung

Die Erweiterung des bekannten Hotelling-Modells erlaubt es, einen Markt widerzuspiegeln, auf dem die Konsumenten eine Entscheidung zwischen zwei alternativen Gütern treffen müssen, die beide zum einen Netzwerkeffekte entfalten und zum anderen horizontal differenziert sind. Die Kaufentscheidung der Konsumenten ist dann abhängig von der Höhe der Netzwerkeffekte und der Höhe der Präferenzkosten. Sind die Netzwerkeffekte relativ zu den Präferenzkosten stark, so kommt es zu einer Standardisierung. Zwischen den Konsumenten kommt es dabei zu einem „Kampf der Geschlechter“: Alle Konsumenten präferieren eine Standardisierung, aber unterschiedliche Produkte.

Sind die Präferenzkosten stärker als der Netzwerkeffekt, etabliert sich ein Gleichgewicht, in dem beide Produzenten einen Teil des Marktes halten. Der Netzwerkeffekt führt in einem solchen internen Gleichgewicht dazu, daß der

Gleichgewichtspreis niedriger ist, als in dem einfachen Hotelling-Modell ohne Netzwerkeffekte.

Vergleicht man die maximal mögliche Wohlfahrt mit der durch Angebot und Nachfrage erreichten Wohlfahrt, so zeigt sich, daß der freie Markt nur dann die maximal mögliche Wohlfahrt erreicht, wenn der Nutzen aus beiden Produkten gleich ist. Der Vergleich zeigt auch, daß ein wohlfahrtsmaximierender Entscheider in mehr Fällen als der freie Markt eine Standardisierung anstrebt.

#### IV. Modell II: System-Netzwerke

Viele Güter sind streng komplementär, wie z.B. linker und rechter Schuh. Vielfach können die Güter mit verschiedenen anderen Komplementärgütern verbunden werden: Normierte Schraubenmuttern passen deshalb auf Schrauben unterschiedlicher Länge. Lego-Steine lassen sich fast beliebig zu unterschiedlichen Modellen kombinieren.

Bei komplementären Gütern entstehen System-Netzwerkeffekte. Die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten der Systeme hat einen Einfluß auf das Nutzenniveau der Konsumenten. Im folgenden wird ein Modell vorgestellt, das diese Art der Netzwerkeffekte beschreibt. Damit läßt sich der PC-Software-Markt darstellen, auf dem die Konsumenten Hardware, Betriebssystem und Applikationen zu einem Computer-System kombinieren müssen.

Der Abschnitt ist wie folgt organisiert: Zunächst wird ein zweidimensionales Hotelling-Modell mit vier Komponenten auf zwei Ebenen vorgestellt, die jeweils streng komplementär zueinander sind. Die hier präsentierte Erweiterung des Hotelling-Modells geht auf Matutes und Regibeau [1988] zurück.<sup>5</sup> Im Rahmen des Modells werden die Gewinn- und Nutzenfunktion von Anbietern und Nachfragern bei verschiedenen Eigentums- und Kompatibilitätsstrukturen untersucht, um so Anzeichen für ein Marktversagen zu finden. Bezüglich der

<sup>5</sup> Der hier beschriebene Modellansatz wurde auch von Economides [1988, 1989] angewandt. Ein zweidimensionales Hotelling-Modell wurde bereits lange vor Entdeckung der Netzwerkeffekte von Christaller [1933] und Lösch [1962] zur Beschreibung von Agglomerationsmustern in der Ebene vorgestellt.

Kompatibilität sind drei Fälle möglich: Erstens, kann jede Komponente zu nur einer Komponenten der anderen Ebene kompatibel sein. Zweitens, kann eine Komponente der ersten Ebene zu beiden Komponenten der zweiten Ebene kompatibel sein. Drittens, können alle Komponenten der einen Ebene mit allen Komponenten der anderen Ebene kompatibel sein. Diese Fälle werden jeweils in eigenen Abschnitten untersucht. Die Marktanteile der einzelnen Komponenten und deren gewinnmaximierende Preise werden bestimmt. Der anschließende Vergleich der Konsumentenrenten und Gewinne zeigt, daß die Konsumenten einen Markt mit vertikal integrierten Anbietern einem Markt mit vertikal unabhängigen Anbietern der einzelnen Komponenten vorziehen. Der Gewinnvergleich zeigt, daß sowohl vertikal integrierte, wie auch unabhängige Anbieter Kompatibilität mit allen Komponenten der anderen Ebene zu erreichen suchen. Während die Konsumenten auf einem Markt mit unabhängigen Anbietern Vorteile aus der vollkommenen Kompatibilität aller Komponenten ziehen, ziehen sie auf einem Markt mit vertikal integrierten Anbietern zwei inkompatible Systeme vor.

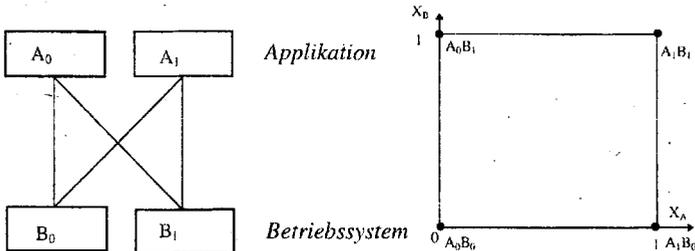
#### **IV.1. Annahmen**

Das Hotelling-Modell ist Grundlage des Modells zur Darstellung von System-Netzwerken. Jedem Element des Systems wird eine Dimension zugeordnet. Ein System aus zwei Elementen ist in einem zweidimensionalen Hotelling-Modell darstellbar, für jede weitere Ebene des Systems muß eine weitere Dimension eingeführt werden.

Betrachtet wird ein System mit zwei Ebenen. Jeder Konsument muß zwei komplementäre Komponenten  $A_i$  (mit  $i=0,1$ ) und  $B_j$  (mit  $j=0,1$ ) kaufen, um das

System nutzen zu können. Für jede Komponente sind die Konsumenten gemäß ihrer Präferenzen auf dem Intervall  $[0,1]$  gleichverteilt. Die beiden Netzwerkebenen A und B zusammen spannen eine Fläche auf, auf der die Konsumenten gleichverteilt sind (**Schaubild 7**).

*Schaubild 7: System-Netzwerk mit zwei Ebenen und Kompatibilität zwischen allen Elementen der A-Ebene und der B-Ebene.*



Jedem Konsumenten mit der Lokalisierung  $X_A X_B$  mit  $X_A \in [0,1]$  und  $X_B \in [0,1]$  entstehen durch die Beschaffung des Systems  $A_0 B_0$  die Kosten

$$K(X_A, X_B; A_0, B_0) = P_{A_0} + P_{B_0} + t(X_A^2 + X_B^2) \quad (49)$$

Diese Kosten setzen sich zusammen aus den Preisen der Komponenten und einer entfernungsabhängigen Variablen, die angibt, wie sehr das System von den tatsächlichen Präferenzen des Konsumenten abweicht. Je weiter der Konsument von  $A_0 B_0$  entfernt ist, desto höher sind seine Kosten bei der Beschaffung des Systems  $A_0 B_0$ .<sup>6</sup>

Bei vier verschiedenen Komponenten ergeben sich vier Kombinationsmöglichkeiten. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß die

<sup>6</sup> Die quadratische Spezifizierung der Transportkosten vermeidet einige technische Schwierigkeiten des linearen Hotelling-Ansatzes [Tirole, 1989, S. 280].

Komponenten vollständig kompatibel sind. Sind die Komponenten jeweils nur zu einer Komponente der komplementären Ebene kompatibel, ergeben sich zwei Kombinationsmöglichkeiten. Sind alle bis auf eine Komponente vollständig kompatibel, ergeben sich drei Kombinationsmöglichkeiten.

Die Konsumenten betrachten bei ihren Kaufentscheidungen den Preis des Systems, nicht aber die Preise der Komponenten. Werden die beiden Komponenten eines Systems von unabhängigen Anbietern angeboten, ergeben sich Auswirkungen auf die anderen Ebenen des gleichen Systems: Die Preissenkung eines Anbieters erhöht seine Marktnachfrage, aber auch die Marktnachfrage nach kompatiblen Komponenten anderer Anbieter. Deshalb ist zu erwarten, daß die Marktstruktur Einfluß auf das Gleichgewicht hat. In den folgenden Ausführungen wird daher das Marktergebnis bei vertikal integrierten Anbietern beider Komponenten und vier unabhängigen Anbietern getrennt untersucht.

## IV.2. Inkompatibilität

Es soll zu Beginn angenommen werden, daß nur die System-Kombinationen  $A_0B_0$  und  $A_1B_1$  möglich sind. Man könnte die Systeme  $A_0B_0$  und  $A_1B_1$  jeweils als ein Gut auffassen. Das Marktgleichgewicht bestimmt sich im Rahmen des einfachen Hotelling-Modell. Die indifferenten Konsumenten werden durch Gleichsetzen der beiden Kostenfunktionen bestimmt:

$$K(X_A, X_B; A_0, B_0) = K(X_A, X_B; A_1, B_1) \quad (50)$$

$$P_{A_0} + P_{B_0} + t(X_A^2 + X_B^2) = P_{A_1} + P_{B_1} + t((1 - X_A)^2 + (1 - X_B)^2) \quad (51)$$

$$X_B = \frac{P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t}{2t} - X_A \quad (52)$$

Während im einfachen Hotelling-Modell ein einziger indifferenter Konsument bestimmbar war, sind im zweidimensionalen Modell die indifferenten Konsumenten auf einer Geraden angesiedelt. Wird von symmetrischen Parametern ausgegangen, verläuft diese Gerade durch die Punkte  $[1,0]$  und  $[0,1]$ .

Die indifferenten Konsumenten grenzen die Märkte der beiden Systeme gegeneinander ab. Rechts der Indifferenzgeraden kaufen die Konsumenten das System  $A_0B_0$ , links der Geraden kaufen sie das System  $A_1B_1$ .

Für die Berechnung der Marktanteile muß eine Fallunterscheidung getroffen werden. Der Marktanteil eines Anbieters kann größer, gleich oder kleiner 0,5 sein. Es genügt, aufgrund der Symmetrie, den Fall zu betrachten, daß der Marktanteil des Anbieters A kleiner gleich 0,5 bzw.

$$1 \geq \frac{P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t}{2t} \quad (53)$$

ist. Der Marktanteil von  $A_0B_0$  berechnet sich dann als Integral unter der Funktion  $X_B(X_A)$  mit den Grenzen  $X_A = 0$  und  $X_B = 0$ :

$$M_{A_0B_0} = \frac{(P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t)^2}{8t^2} \quad (54)$$

Für  $A_1B_1$  bleibt der Rest des Gesamtmarktes mit der Größe 1.

$$M_{A_1B_1} = 1 - \frac{(P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t)^2}{8t^2} \quad (55)$$

Der Marktanteil der Systeme ist eine Funktion der eigenen Preise, der Preise des konkurrierenden Systems und der Präferenzkosten der Konsumenten. Je höher die eigenen Preise, desto kleiner ist der Marktanteil; je höher die Preise des konkurrierenden Systems, desto größer ist der Marktanteil.

#### IV.2.1. Gewinnmaximierung mit zwei unabhängigen Anbietern

Im folgenden wird angenommen, daß jede Komponente von einem vertikal integrierten Produzenten<sup>7</sup> angeboten wird. Die zwei Produzenten der beiden Systeme maximieren ihren Gewinn, der sich aus der Multiplikation des Marktanteils mit den Preisen des Systems ergibt:

$$\Pi_{A_0B_0} = (P_{A_0} + P_{B_0})M_{A_0B_0} = (P_{A_0} + P_{B_0}) \frac{(P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t)^2}{8t^2} \quad (56)$$

$$\Pi_{A_1B_1} = (P_{A_1} + P_{B_1})M_{A_1B_1} = (P_{A_1} + P_{B_1}) \left[ 1 - \frac{(P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t)^2}{8t^2} \right] \quad (57)$$

Da die Konsumenten nur die Wahl zwischen zwei Systemen haben, maximieren die Anbieter ihren Gewinn über den Gesamtpreis. Es gilt:

$$P_0 = P_{A_0} + P_{B_0} \quad \text{und} \quad P_1 = P_{A_1} + P_{B_1}. \quad (58)$$

Die ersten Ableitungen der Gewinnfunktionen liefern

$$\frac{\partial \Pi_{A_0B_0}}{\partial P_0} = \frac{3P_0^2 - 4P_0P_1 + P_1^2 - 8tP_0 + 4tP_1 + 4t^2}{8t^2} \quad (59)$$

<sup>7</sup> Der Begriff „vertikal integrierte Produzenten“ bezieht sich hier nicht auf Produzenten, die eine Integration von Vorprodukten betreiben, sondern auf Produzenten, die verschiedene Komplementärgüter als Systemkomponenten integrieren und zusammen anbieten.

$$\frac{\partial \Pi_{A_1 B_1}}{\partial P_1} = \frac{-P_0^2 + 4P_0 P_1 - 3P_1^2 + 4tP_0 - 8tP_1 + 4t^2}{8t^2} \quad (60)$$

Die ersten Ableitungen der Gewinnfunktionen werden gleich null gesetzt und simultan nach den Preisen aufgelöst. Das Gleichungssystem liefert zwei Lösungen:

$$P_0 = P_1 = t \text{ und } P_0 = P_1 = -\frac{7}{2}t. \quad (61)$$

Die zweiten Ableitungen lauten:

$$\frac{\partial \Pi_{A_0 B_0}}{\partial P_0^2} = \frac{3P_0 - 2P_1 - 4t}{4t^2} \quad (62)$$

$$\text{und } \frac{\partial \Pi_{A_1 B_1}}{\partial P_1^2} = \frac{2P_0 - 3P_1 - 4t}{4t^2} \quad (63)$$

Die zweiten Ableitungen der Gewinnfunktion sind nur für  $P_0 = P_1 = t$  kleiner null. Der Marktanteil der beiden Anbieter beträgt im Gleichgewicht jeweils 50 vH. Sie erzielen jeweils einen Gewinn in Höhe von

$$\Pi_{A_i B_i} = \frac{t}{2} \text{ mit } i=0,1 \quad (64)$$

Dieses Ergebnis entspricht dem Ergebnis des allgemeinen Hotelling-Modells.

#### IV.2.2. Gewinnmaximierung mit vier unabhängigen Anbietern

Im folgenden wird angenommen, daß jede Komponente von einem unabhängigen Produzenten angeboten wird. Die Produzenten der Komponenten  $A_0$  und  $B_0$  sowie  $A_1$  und  $B_1$  halten jeweils den gleichen Marktanteil. Die vier

Produzenten maximieren ihren Gewinn, der sich aus der Multiplikation von Marktanteil und Preisen ergibt:

$$\Pi_{A_0} = P_{A_0} M_{A_0 B_0} = \frac{P_{A_0} \left( -P_{A_0} + P_{A_1} - P_{B_0} + P_{B_1} + 2t \right)^2}{8t^2} \quad (65)$$

$$\Pi_{A_1} = P_{A_1} M_{A_1 B_1} = P_{A_1} \left( 1 - \frac{\left( -P_{A_0} + P_{A_1} - P_{B_0} + P_{B_1} + 2t \right)^2}{8t^2} \right) \quad (66)$$

$$\Pi_{B_0} = P_{B_0} M_{A_0 B_0} = \frac{P_{B_0} \left( -P_{A_0} + P_{A_1} - P_{B_0} + P_{B_1} + 2t \right)^2}{8t^2} \quad (67)$$

$$\Pi_{B_1} = P_{B_1} M_{A_1 B_1} = P_{B_1} \left( 1 - \frac{\left( -P_{A_0} + P_{A_1} - P_{B_0} + P_{B_1} + 2t \right)^2}{8t^2} \right) \quad (68)$$

Die Gewinnfunktion wird jeweils nach den Preisen der Komponenten abgeleitet. Die Ableitungen werden gleich null gesetzt und simultan nach den Preisen aufgelöst. Die gewinnmaximierenden Preise für alle Komponenten sind gleich und entsprechen dem Präferenzkosten-Parameter  $t$ :

$$P_{A_0} = P_{A_1} = P_{B_0} = P_{B_1} = t \quad (69)$$

Die Preise der Gesamtsysteme setzen sich aus den Preisen der Komponenten zusammen.

$$P_{A_0 B_0} = P_{A_1 B_1} = P_{A_0} + P_{B_0} = P_{A_1} + P_{B_1} = 2t \quad (70)$$

Die Gesamtsysteme sind doppelt so teuer wie in einem Gleichgewicht mit vertikal integrierten Produzenten. Zu erklären ist der Preisunterschied mit der Wirkung von Preisänderungen auf einer Ebene auf die andere Ebene: Dadurch

haben vertikal nicht integrierte Produzenten geringere Anreize, ihre Preise zu senken um gleichzeitig Marktanteile zu gewinnen.

Hinreichende Bedingung für ein Gewinnmaximum ist, daß  $t > 0$  ist. Jeder Anbieter hält einen Marktanteil von 50 vH. Alle vier Anbieter erzielen jeweils einen Gewinn in Höhe von  $\frac{1}{2}t$ .

### IV.3. Eingeschränkte Kompatibilität

Im nächsten Schritt wird angenommen, daß eine der Komponenten kompatibel zu beiden Komponenten der anderen Ebene ist. Wird eine ( $A_0$ ) der beiden Komponenten der A-Ebene kompatibel zu beiden Komponenten der B-Ebene gestaltet, so ergeben sich insgesamt drei Kombinationsmöglichkeiten [ $A_0B_0$ ,  $A_0B_1$ ,  $A_1B_1$ ]. Zwischen jeder der Kombinationen lassen sich die indifferenten Konsumenten bestimmen:

$$A_0B_0 - A_0B_1: \quad X_B = \frac{P_{B_1} - P_{B_0}}{2t_B} \quad (71)$$

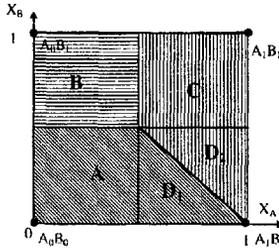
$$A_0B_0 - A_1B_1: \quad X_B = \frac{P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t}{2t_B} - X_A \quad (72)$$

$$A_0B_1 - A_1B_1: \quad X_A = \frac{P_{A_1} - P_{A_0}}{2t_A} \quad (73)$$

Diese Indifferenzlinien können graphisch dargestellt werden. Schaubild 8 zeigt die Marktaufteilung für den Fall symmetrischer Preise. Alle Konsumenten im Feld A werden die Kombination  $A_0B_0$  kaufen. Alle Konsumenten in dem Feld B werden die Kombination  $A_0B_1$  kaufen und alle Konsumenten im Feld C werden die Kombination  $A_1B_1$  kaufen. Die Konsumenten im Feld  $D_1$  werden die

Kombination  $A_0B_0$  kaufen und die Konsumenten im Feld D2 werden die Kombination  $A_1B_1$  wählen.

Schaubild 8: Drei Kombinationsmöglichkeiten



Die Marktanteile der einzelnen Systemkomponenten sind ebenfalls aus Schaubild 8 ersichtlich: Für das Subsystem  $A_0$  ergibt sich als Marktanteil die Flächen A, B und  $D_1$ , für das Subsystem  $A_1$  die Flächen C und  $D_2$ , für das Subsystem  $B_0$  die Fläche A und für das Subsystem  $B_1$  die Flächen B und C.

Die drei Indifferenzkurven schneiden sich in einem Punkt mit den Koordinaten:

$$X_A = \frac{-P_{A_0} + P_{A_1} + t}{2t} \quad \text{und} \quad X_B = \frac{-P_{B_0} + P_{B_1} + t}{2t} \quad (74)$$

Mit Hilfe dieser Schnittpunkte lassen sich die Größen der Marktsegmente A, B, C und D bestimmen:

$$A = X_A * X_B = \frac{(-P_{A_0} + P_{A_1} + t)(-P_{B_0} + P_{B_1} + t)}{4t^2} \quad (75)$$

$$B = X_A(1 - X_B) = \frac{(-P_{A_0} + P_{A_1} + t)(P_{B_0} - P_{B_1} + t)}{4t^2} \quad (76)$$

$$C = (1 - X_A)(1 - X_B) = \frac{(P_{A_0} - P_{A_1} + t)(P_{B_0} - P_{B_1} + t)}{4t^2} \quad (77)$$

$$D = (1 - X_A)X_B = \frac{(P_{A_0} - P_{A_1} + t)(-P_{B_0} + P_{B_1} + t)}{4t^2} \quad (78)$$

Das Marktsegment  $D_1$  ist die Fläche unterhalb der Indifferenzlinie zwischen den Systemen  $A_0B_0$  und  $A_1B_1$  mit dem Schnittpunkt aller Indifferenzkurven als unterer Grenze und dem Schnittpunkt mit der  $X_A$ -Achse als oberer Grenze:

$$XMin_A = \frac{-P_{A_0} + P_{A_1} + t}{2t} \text{ und } XMax_A = 0. \quad (79)$$

Die Fläche  $D_1$  lässt sich damit als Integral bestimmen:

$$D_1 = \frac{(P_{B_1} - P_{B_0} + t)^2}{8t^2} \quad (80)$$

Die Größe des Segments  $D_2$  ergibt sich aus der Differenz zwischen  $D$  und dem Segment  $D_1$ .

$$D_2 = \frac{(2P_{A_0} - 2P_{A_1} + P_{B_0} - P_{B_1} + t)(P_{B_1} - P_{B_0} + t)}{8t^2} \quad (81)$$

Die Marktnachfrage nach  $A_0$  ergibt sich aus der Summe der Flächen  $A, B$  und  $D_1$ , die Marktnachfrage nach  $A_1$  aus  $C$  und  $D_2$ , die Marktnachfrage nach  $B_0$  aus den Flächen  $A$  und  $D_1$  und die Marktnachfrage nach  $B_1$  aus den Flächen  $B, C$  und  $D_2$ . Die Flächen der Marktnachfragen  $A_0$  und  $A_1$  sowie  $B_0$  und  $B_1$  summieren sich jeweils zu 1 auf.

$$M_{A_0} = A + B + D_1 \quad (82)$$

$$M_{A_1} = C + D_2 \quad (83)$$

$$M_{B_0} = C + D_2 \quad (84)$$

$$M_{B_1} = A + B + D_1 \quad (85)$$

### IV.3.1. Gewinnmaximierung mit zwei unabhängigen Anbietern

Zwei voneinander unabhängige Anbieter bieten jeweils Produkte für beide Ebenen an.<sup>8</sup> Die Konsumenten können aus den verfügbaren Komponenten drei verschiedene Systeme zusammenstellen. Die beiden Produzenten maximieren ihren Gewinn. Die Gewinnfunktion der Produzenten ergibt sich aus Multiplikation der Marktsegmente, in denen die Produzenten präsent sind, mit den jeweiligen Preisen der Komponenten.

$$\Pi_{A_0B_0} = P_{A_0}(A + B + D_1) + P_{B_0}(A + D_1) \quad (86)$$

$$\Pi_{A_1B_1} = P_{A_1}(C + D_2) + P_{B_1}(B + C + D_2) \quad (87)$$

Die Gewinnfunktion wird jeweils nach den Preisen der Komponenten ( $P_{K_i}$  mit  $K=A,B$  und  $i=0,1$ ) abgeleitet. Die Ableitung der Gewinnfunktion wird gleich null gesetzt und simultan nach den Preisen aufgelöst. Die gewinnmaximierenden Preise lauten:

$$P_{A_0} = -P_{B_1} + 2t; P_{A_1} = -P_{B_1} + t; P_{B_0} = P_{B_1} - t \quad (88)$$

Damit sind nur drei der vier Preise bestimmt. Einer der Anbieter kann völlig unabhängig für eine seiner Komponenten einen beliebigen Preis bestimmen.

<sup>8</sup> Es wäre denkbar, daß ein Anbieter beide Produkte der gleichen Ebene anbietet. Diese Möglichkeit ist hier nicht von Interesse.

Sein Gewinn ist dennoch limitiert, da die Preise der drei Systeme eindeutig bestimmt sind.

$$P_{A_0B_0} = P_{A_1B_1} = t; P_{A_0B_1} = 2t. \quad (89)$$

Die Konsumenten, die das System  $A_0B_1$  wählen, zahlen für die Wahlmöglichkeiten mit einem höheren Preis.

Die zweiten Ableitungen der Gewinnfunktionen sind im Optimum kleiner null. Die hinreichende Bedingung für ein Gewinnmaximum ist für beide Anbieter erfüllt.

$$\frac{\partial \Pi_{A_0B_0}}{\partial P_{A_0}^2} = -\frac{1}{t}; \frac{\partial \Pi_{A_1B_1}}{\partial P_{A_1}^2} = -\frac{1}{t}; \frac{\partial \Pi_{A_0B_0}}{\partial P_{B_0}^2} = -\frac{3}{4t}; \frac{\partial \Pi_{A_1B_1}}{\partial P_{B_1}^2} = -\frac{5}{4t} \quad (90)$$

Auch die Marktanteile und Gewinne im Optimum sind unabhängig von der Höhe des festgelegten Preises. Der Marktanteil der beiden Anbieter beträgt im Gleichgewicht jeweils 50 vH. Beide Anbieter erzielen jeweils einen Gewinn von

$$\Pi_{A_iB_i} = \frac{t}{2} \text{ mit } i=0,1. \quad (91)$$

### IV.3.2. Gewinnmaximierung mit vier unabhängigen Anbietern

Bei vier unabhängigen Anbietern ergibt sich der jeweilige Gewinn aus der Multiplikation des Marktanteils des Produzenten mit dem von ihm gewählten Preis seiner Komponente.

$$\Pi_{A_0} = P_{A_0} M_{A_0} \quad (92)$$

$$\Pi_{A_1} = P_{A_1} M_{A_1} \quad (93)$$

$$\Pi_{B_0} = P_{B_0} M_{B_0} \quad (94)$$

$$\Pi_{B_1} = P_{B_1} M_{B_1} \quad (95)$$

Bildet man die erste Ableitung, setzt diese gleich null und löst simultan nach den Preisen auf, erhält man unter der Annahme positiver Preise und Mengen die folgenden Gleichgewichtspreise:

$$P_{A_1} = P_{B_0} = \frac{\sqrt{3}}{2} t \text{ und } P_{A_0} = P_{B_1} = \frac{16 - 4\sqrt{3}}{8} t \quad (96)$$

Hinreichende Bedingung für ein Gewinnmaximum ist, daß die zweite Ableitung der Gewinnfunktionen kleiner null ist. Diese Bedingung ist erfüllt. Die Gesamtpreise der drei möglichen Systeme sind:

$$P_{A_0 B_0} = P_{A_1 B_1} = 2t; P_{A_0 B_1} = \frac{32 - 8\sqrt{3}}{8} t \approx 2,268t \quad (97)$$

Die Konsumenten, die das System  $A_0 B_1$  wählen, zahlen genau wie im Fall vertikal integrierter Anbieter für die Wahlmöglichkeiten mit einem höheren Preis. Allerdings ist der Preisaufschlag niedriger als im Fall vertikal integrierter Produzenten.

Die Marktnachfrage für jedes einzelne Element beträgt:

$$M_{A_0} = M_{B_1} = 1 - \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,567 \quad (98)$$

$$M_{A_1} = M_{B_0} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,433 \quad (99)$$

Die Gewinne erreichen eine Höhe von:

$$\Pi_{A_0} = \Pi_{B_1} = \frac{(4 - \sqrt{3})^2}{8} t \approx 0,643t \quad (100)$$

$$\Pi_{A_1} = \Pi_{B_0} = \frac{3}{8} t = 0,375t \quad (101)$$

Die Anbieter, deren Komponenten zu nur einer Komponente der anderen Systemebene kompatibel sind, erzielen einen niedrigeren Gewinn als die Anbieter, die zu beiden Komponenten der anderen Ebene kompatibel sind.

#### IV.4. Vollkommene Kompatibilität

In diesem Abschnitt wird angenommen, daß sich die Komponenten beider Ebenen beliebig miteinander kombinieren lassen. Werden alle Elemente kompatibel gestaltet, ergeben sich insgesamt vier Kombinationsmöglichkeiten  $[A_0B_0, A_0B_1, A_1B_0, A_1B_1]$ . Zwischen jeder der Kombinationen werden die indifferenten Konsumenten bestimmt:

$$A_0B_0 - A_0B_1: \quad X_B = \frac{P_{B_1} - P_{B_0}}{2t} \quad (102)$$

$$A_0B_0 - A_1B_1: \quad X_B = \frac{P_{A_1} + P_{B_1} - P_{A_0} - P_{B_0} + 2t}{2t} - X_A \quad (103)$$

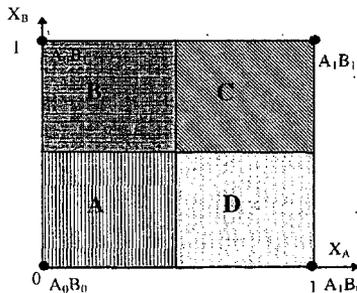
$$A_0B_1 - A_1B_1: \quad X_A = \frac{P_{A_1} - P_{A_0}}{2t} \quad (104)$$

$$A_1B_0 - A_0B_1: \quad X_B = \frac{P_{A_0} - P_{A_1} + P_{B_1} - P_{B_0} + 2t}{2t} + X_A \quad (105)$$

Diese Indifferenzlinien werden wieder in das Diagramm eingefügt (Schaubild 9). Für den Fall symmetrischer Preise teilt sich der Markt in vier gleich große

Quadrate auf. Alle Konsumenten im Rechteck A werden die Kombination  $A_0B_0$  kaufen. Alle Konsumenten in dem Rechteck B werden die Kombination  $A_0B_1$  kaufen, alle Konsumente im Rechteck C werden die Kombination  $A_1B_1$  kaufen und alle Konsumenten im Rechteck D werden die Kombination  $A_1B_0$  kaufen.

*Schaubild 9: Kompatibilität auf beiden Ebenen*



Die Marktnachfrage nach den einzelnen Systemkomponenten ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Indifferenzkurven. Die vier Indifferenzkurven schneiden sich in einem Punkt mit den Koordinaten:

$$X_A = \frac{-P_{A_0} + P_{A_1} + t}{2t} \quad \text{und} \quad X_B = \frac{-P_{B_0} + P_{B_1} + t}{2t} \quad (106)$$

Dieser Punkt ist identisch mit dem Schnittpunkt der drei Indifferenzkurven im zuvor behandelten Fall eingeschränkter Kompatibilität.

#### IV.4.1. Gewinnmaximierung mit zwei unabhängigen Anbietern

Die beiden Anbieter maximieren ihren Gewinn

$$\Pi_{A_0B_0} = P_{A_0} X_A + P_{B_0} X_B \quad (107)$$

$$\Pi_{A_1B_1} = P_{A_1} (1 - X_A) + P_{B_1} (1 - X_B) \quad (108)$$

Die Gewinnfunktion wird jeweils nach den Preisen der Komponenten abgeleitet. Die erste Ableitung der Gewinnfunktion wird gleich null gesetzt und simultan nach den Preisen aufgelöst. Die gewinnmaximierenden Preise lauten:

$$P_{A_0} = P_{A_1} = P_{B_0} = P_{B_1} = t \quad (109)$$

Die Preise der Gesamtsysteme setzen sich aus den Preisen der Komponenten zusammen. Alle möglichen Systeme sind gerade doppelt so teuer wie die beiden möglichen Systeme bei Inkompatibilität.

$$P_{A_0B_0} = P_{A_0B_1} = P_{A_1B_0} = P_{A_1B_1} = 2t \quad (110)$$

Hinreichende Bedingung für ein Gewinnmaximum ist, daß  $t > 0$  ist. Beide Anbieter halten 50 vH des Marktes und erzielen einen Gewinn in Höhe von  $t$ .

#### IV.4.2. Gewinnmaximierung mit vier unabhängigen Anbietern

Die vier Produzenten maximieren ihren Gewinn, der sich aus der Multiplikation von Marktanteil und Preisen ergibt

$$\Pi_{K_i} = P_{K_i} M_{K_i} \text{ mit } K=A,B \text{ und } i=0,1 \quad (111)$$

Die Gewinnfunktion wird nach dem jeweiligen Preis des Anbieters abgeleitet. Die ersten Ableitungen der Gewinnfunktionen werden gleich null gesetzt und simultan nach den Preisen aufgelöst. Die gewinnmaximierenden Preise lauten:

$$P_{A_0} = P_{A_1} = P_{B_0} = P_{B_1} = t \quad (112)$$

Die Preise der Gesamtsysteme setzen sich aus den Preisen der Komponenten zusammen.

$$P_{A_0B_0} = P_{A_0B_1} = P_{A_1B_0} = P_{A_1B_1} = 2t \quad (113)$$

Hinreichende Bedingung für ein Gewinnmaximum ist, daß  $t > 0$  ist. Alle vier Anbieter halten jeweils einen Marktanteil von  $50\% H$  und erzielen einen Gewinn in Höhe von  $\frac{1}{2}t$ .

#### IV.5. Vergleich von Konsumentenrenten und Gewinnen

Kommt das System zu einem gesellschaftlich optimalen Ergebnis, oder wird eine zu große oder zu geringe Kompatibilität erreicht? Zur Beantwortung dieser Frage müssen die Präferenzen der Konsumenten und Produzenten jeweils für die verschiedenen Grade der Kompatibilität miteinander verglichen werden.

##### IV.5.1. Vergleich der Präferenzen der Konsumenten

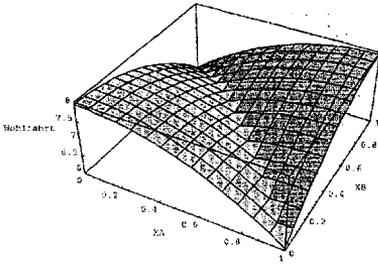
Ob die Konsumenten Kompatibilität wünschen, ist abhängig von ihrem Standort und dem zu zahlenden Preis. Konsumenten in der näheren Umgebung des Systems  $A_0B_0$  ziehen ceteris paribus keinen Nutzen aus anderen Wahlmöglichkeiten. Sie könnten einzig von niedrigeren Preisen profitieren. Konsumenten in der Umgebung von  $A_0B_1$  profitieren dagegen von den erweiterten Wahlmöglichkeiten aufgrund von Kompatibilität. Dies gilt genauso für Konsumenten in der Umgebung von  $A_1B_0$ . Die Schaubilder 12 bis 16 zeigen die Höhe und die Verteilung der Konsumentenrenten für die verschiedenen Grade der Kompatibilität. Den exogenen Variablen wurden hierfür die Werte  $A_0=A_A=B_0=B_A=5$  und  $t=2$  zugewiesen.

Die Schaubilder zeigen für jeden Punkt auf der Fläche  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$  das Maximum der jeweils verfügbaren Nettonutzenfunktionen  $N_{00}, N_{01}, N_{10}, N_{11}$ . Dabei zeigt sich, daß die Konsumenten für den Fall, daß vier Anbieter auf dem Markt vertreten sind, volle Kompatibilität eingeschränkter Kompatibilität und

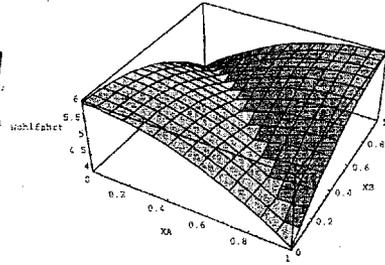
letztere wiederum vollkommener Inkompatibilität vorziehen. Werden die Systeme dagegen von vertikal integrierten Produzenten angeboten, sind die Konsumenten indifferent zwischen vollkommener Inkompatibilität und eingeschränkter Kompatibilität. Sie ziehen beides jedoch vollkommener Kompatibilität vor. Da die Konsumentenrenten bei vollkommener Kompatibilität unabhängig von der Anzahl der Anbieter sind, zeigt sich dadurch auch, daß die Konsumenten einen Markt mit zwei vertikal integrierten Anbietern einem Markt mit vier unabhängigen Anbietern vorziehen.

Die Präferenzen der Konsumenten mögen überraschen, da eigentlich erwartet wird, daß die Konsumenten von mehr Wahlmöglichkeiten profitieren, denn sie finden eher ein System, das ihren Produkt-Präferenzen nahe kommt. Allerdings bezahlen die Konsumenten für Kompatibilität einen höheren Preis, wie **Tabelle 4** zeigt. Vertikal integrierte Anbieter können die Steigerung der Konsumentenrente aufgrund niedrigerer Präferenzkosten durch höhere Preise vollständig abschöpfen. Dies gelingt den vertikal integrierten Produzenten so gut, daß für die Konsumenten kein Unterschied zwischen einem Markt mit zwei und drei Variationsmöglichkeiten besteht (Vgl. Schaubild 11, links, mit Schaubild 14, links). Dieses Ergebnis ist unabhängig von den für die graphische Darstellung gewählten Werten der exogenen Variable.

*Schaubild 10: Höhe und Verteilung der Wohlfahrt ohne Kompatibilität*

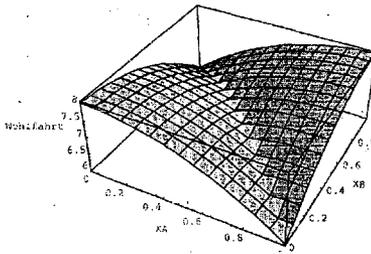


*Zwei Anbieter*

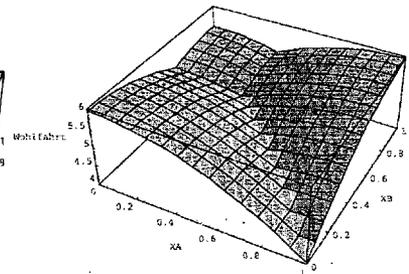


*Vier Anbieter*

*Schaubild 11: Höhe und Verteilung der Wohlfahrt bei beschränkter Kompatibilität*



*Zwei Anbieter*



*Vier Anbieter*

*Schaubild 12: Höhe und Verteilung der Wohlfahrt bei vollständiger Kompatibilität*

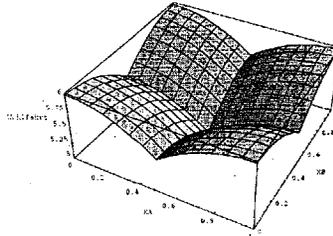
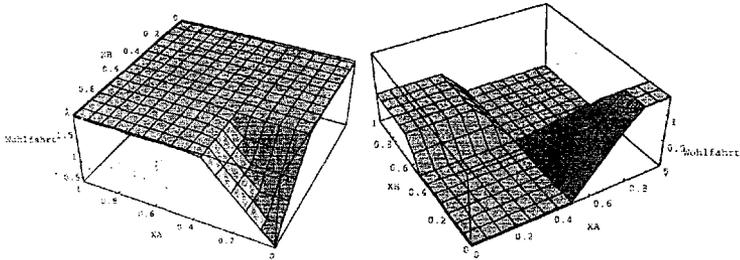


Schaubild 13 und Schaubild 14 zeigen einen Vergleich der für jeden einzelnen Konsumenten erreichbaren Wohlfahrtsniveaus bei unterschiedlichen Graden der Kompatibilität. In Schaubild 13 zeigt sich, daß kein Konsument durch den Übergang von unvollkommener auf vollkommene Kompatibilität einen Wohlfahrtsverlust hinnehmen müßte. Die Höhe der Nutzensteigerung ist jedoch abhängig davon, wo die Konsumenten auf der Fläche angeordnet sind und ob die Systeme von vertikal integrierten oder unabhängigen Anbietern angeboten werden. Werden die Systeme von vertikal integrierten Anbietern angeboten, sind nur die Konsumenten in  $(0,1)$  indifferent zwischen vollkommener und unvollkommener Kompatibilität. Alle anderen profitieren von der größeren Auswahl. Bieten vier unabhängige Anbieter die Komponenten an, so sind die Konsumenten im ersten und dritten Quadranten der Grundfläche indifferent zwischen vollkommener und unvollkommener Kompatibilität. Die Konsumenten in den beiden anderen Quadranten profitieren von einer größeren Auswahl. Bis auf einen Teil der Konsumenten im zweiten Quadranten profitieren die Konsumenten in geringerem Maße als bei zwei vertikal integrierten Anbietern von der vollkommenen Kompatibilität.

*Schaubild 13: Vergleich der Wohlfahrt (Vollkommene - Unvollkommene Kompatibilität)*

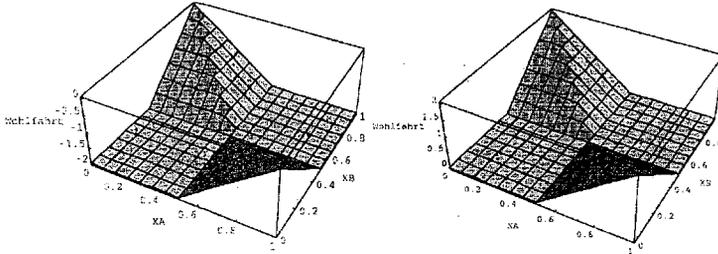


*Zwei Anbieter*

*Vier Anbieter*

In Schaubild 14 zeigt sich, daß die Aussage über die Vorteilhaftigkeit des Übergangs von Inkompatibilität zu vollkommener Kompatibilität davon abhängt, ob die Anbieter vertikal integriert sind oder nicht. Sind die Anbieter der Komponenten vertikal integriert, so erleiden alle bis auf die Konsumenten in den Punkten  $(0,1)$  und  $(1,0)$  eine Wohlfahrtseinbuße. Die Nutzeneinbuße ist für die Konsumenten in den Quadranten eins und drei höher als für die Konsumenten in den Quadranten zwei und vier, da die letzteren zwar einen höheren Preis zahlen müssen, gleichzeitig aber auch niedrigere Präferenzkosten haben. Werden die Systeme von vier unabhängigen Anbietern angeboten, so wird kein Konsument durch den Übergang von Inkompatibilität zu vollkommener Kompatibilität schlechter gestellt. Die Konsumenten in den Quadranten eins und drei sind indifferent zwischen Inkompatibilität und Kompatibilität. Die Konsumenten in den Quadranten zwei und vier haben aufgrund ihrer Nähe zu den neu angebotenen Kombinationen einen Nutzenzuwachs.

Schaubild 14: Vergleich der Wohlfahrt (Kompatibilität - Inkompatibilität)



Zwei Anbieter

Vier Anbieter

#### IV.5.2. Vergleich der Präferenzen der Produzenten

Wie **Tabelle 4** zeigt, bieten vertikal integrierte Produzenten ohne Kompatibilität niedrigere Preise als nicht vertikal integrierte Produzenten.<sup>9</sup> Für vier nicht vertikal integrierte Produzenten gibt es keinen Anreiz, vollständige Kompatibilität herzustellen. Ihr Gewinn ist gleich, egal ob die Systeme kompatibel sind oder nicht. Für vertikal integrierte Produzenten dagegen erhöht sich der Gewinn beim Übergang zu einem offenen System. Daraus ist abzuleiten, daß nur vertikal integrierte Produzenten einen Anreiz haben, Kompatibilität zwischen ihren Produkten herzustellen.

Betrachtet man aber auch die Möglichkeit eingeschränkter Kompatibilität ergibt sich ein etwas anderes Bild: Produziert der Anbieter der Komponente  $A_0$  für ein inkompatibles System, erzielt er einen Gewinn in Höhe von  $\frac{1}{2}t$ . Einen

<sup>9</sup> Dieses Ergebnis stimmt überein mit dem Ergebnis eines Modells vertikaler Integration von Church und Gandal [1996].

Gewinn in gleicher Höhe erzielt der Anbieter, wenn alle Komponenten vollständig kompatibel sind. Ist seine Komponente jedoch kompatibel zu den zwei alternativen Komponenten der anderen Ebene während der Konkurrent auf der gleichen Ebene sein Produkt nur zu einer anderen komplementären Komponente kompatibel gestaltet, so erzielt der Anbieter des Elements  $A_0$  einen Gewinn in Höhe von  $0,643r$ . Daraus läßt sich die Pay-off Matrix eines Spieles zwischen den Anbietern der gleichen Ebene ableiten (Tabelle 5).

Tabelle 4: Vergleich der Preise, Marktanteile und Gewinne unter den beschriebenen Marktbedingungen

Anzahl der Systeme	Anzahl der Anbieter	Preise der Systeme	Preise der Komponenten	Marktanteile	Gewinne
2	2	$t$	$P_{A_i} + P_{B_i} = t$	$M_{A_i B_i} = 1/2$	$\Pi_{A_i B_i} = t/2$
2	4	$2t$	$P_{K_i} = t$	$M_{A_i B_i} = 1/2$	$\Pi_{A_i B_i} = t/2$
3	2	$P_{A_0 B_0} = P_{A_1 B_1} = t$ $P_{A_0 B_1} = 2t$	$P_{A_0} = -P_{B_1} + 2t$ ; $P_{A_1} = -P_{B_1} + t$ ; $P_{B_0} = P_{B_1} - t$	$M_{A_i B_i} = 1/2$	$\Pi_{A_i B_i} = t/2$
3	4	$P_{A_0 B_0} = P_{A_1 B_1} = 2t$ $P_{A_0 B_1} = \frac{32-8\sqrt{3}}{8}t \approx 2,268t$	$P_{A_1} = P_{B_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}t$ $P_{A_0} = P_{B_1} = \frac{16-4\sqrt{3}}{8}t$	$M_{A_0} = M_{B_1} = 1 - \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,567$ $M_{A_1} = M_{B_0} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,433$	$\Pi_{A_0} = \Pi_{B_1} = \frac{(4-\sqrt{3})^2}{8}t \approx 0,643t$ $\Pi_{A_1} = \Pi_{B_0} = \frac{3}{8}t = 0,375t$
4	2	$2t$	$P_{K_i} = t$	$M_{K_i} = 1/2$	$\Pi_{A_i B_i} = t$
4	4	$2t$	$P_{K_i} = t$	$M_{K_i} = 1/2$	$\Pi_{K_i} = t/2$

$K=A,B; i=1,2$

*Tabelle 5: Pay-off Matrix des Kompatibilität-Spiels zwischen dem Anbieter der Komponente  $A_0$  und dem Anbieter der Komponente  $A_1$*

		Anbieter $A_0$	
		nicht kompatibel	kompatibel
Anbieter $A_1$	nicht kompatibel	$\frac{1}{2}t; \frac{1}{2}t$	$0,64t; 0,37t$
	kompatibel	$0,37t; 0,64t$	$\frac{1}{2}t; \frac{1}{2}t$

Für beide Anbieter zahlt es sich aus, der einzige Anbieter zu sein, der Kompatibilität zu beiden Komponenten der anderen Ebene herstellt. Bleibt der Anbieter dagegen nur zu einer Komponente der anderen Ebene kompatibel obwohl der andere Anbieter seine Komponente vollkommen kompatibel gestaltet hat, verringert sich der Gewinn des eingeschränkt kompatiblen Anbieters. Beide Anbieter werden deshalb ohne weitere Koordinierung Kompatibilität herstellen.

Es läßt sich resümieren, daß alle Anbieter einen Anreiz haben, Kompatibilität herzustellen. Vergleichen wir dieses Ergebnis mit dem Ergebnis des Vergleichs der Konsumentenrenten, läßt sich feststellen, daß die Konsumenten vertikal integrierte Anbieter vorziehen, daß diese aber aus Sicht der Konsumenten eine zu hohe Kompatibilität herstellen.

## **V. Zusammenfassung: Rechtfertigen Netzwerkeffekte ein staatliches Eingreifen?**

Es wurde gezeigt, daß es drei verschiedene Interdependenzen zwischen Kaufentscheidungen gibt, die sich unter dem Begriff „Netzwerkeffekt“ subsumieren lassen. Das Anwendernetzwerk entsteht dadurch, daß sich die Konsumenten untereinander austauschen möchten. Das Applikations- und das Systemnetzwerk entstehen dadurch, daß ein Konsument verschiedene Güter miteinander kombinieren möchte. Effekte aufgrund des Anwendernetzwerkes sind Skalenerträgen auf der Nachfrageseite. Effekte aufgrund des Applikations- und des Systemnetzwerkes sind Verbundvorteile auf der Nachfrageseite.

Im Rahmen eines modifizierten Hotelling-Modells läßt sich zeigen, daß es auf die Höhe der Netzwerkeffekte relativ zu den Präferenzkosten ankommt, ob der Markt zu einer Standardisierung kommt oder nicht. Sind die Netzwerkeffekte relativ stark, profitieren alle Konsumenten von einer Standardisierung, allerdings in unterschiedlicher Höhe. Sie haben deshalb unterschiedliche Präferenzen bezüglich des Produkts, das zum Standard werden soll. Da die Auswirkung auf das Nutzenniveau anderer Netzwerkteilnehmer nicht in das Kalkül der einzelnen Konsumenten eingeht, versagt der freie Markt.

Im Rahmen eines zweidimensionalen Hotelling-Modells läßt sich ein Markt für ein System aus zwei Komponenten beschreiben. Ceteribus paribus ziehen die Konsumenten in einem solchen Modell Kompatibilität zwischen den Komponenten vor. Jeder Konsument kann sich dann das System zusammenstellen, das am ehesten seinen Präferenzen entspricht. Es ist denkbar, daß jede Komponente von einem unabhängigen Produzenten angeboten wird, oder aber daß die Produzenten vertikal integriert sind und jeweils zwei

Komponenten anbieten. Egal, ob die Produzenten unabhängig sind oder vertikal integriert, sie haben immer einen Anreiz, Kompatibilität zwischen den Komponenten herzustellen. Überraschend ist auf den ersten Blick, daß Konsumenten vertikal integrierte Anbieter vorziehen, da diese niedrigere Systempreise verlangen als unabhängige Anbieter. Zu begründen ist diese Präferenz damit, daß unabhängige Anbieter nicht die Auswirkungen ihrer Preise auf den Markt der komplementären Komponente berücksichtigen. Unabhängige Anbieter verlangen deshalb höhere Preise als vertikal integrierte Anbieter.

Welche Implikationen ergeben sich aus den Ergebnissen der vorgestellten Modelle für die Wirtschaftspolitik? Der Markt tendiert aufgrund von Netzwerkeffekten zu einer Standardisierung. Häufig wird vorgeschlagen, die dadurch entstehenden Monopole zu zerschlagen. Dies kann nach den Ergebnissen der hier vorgestellten Modelle kein optimales Ergebnis sein. Vielmehr muß zuerst die Art der Netzwerkeffekte bestimmt werden, bevor politische Empfehlungen abgegeben werden, da die beiden Modelle unterschiedliche Implikationen für die Wirtschaftspolitik haben.

Sind die Netzwerkeffekte eines Anwender-Netzwerkes stark genug, sind die Konsumenten selbst an einer Standardisierung interessiert. Der Vergleich der maximal möglichen Wohlfahrt mit der auf dem Markt erzielten Wohlfahrt zeigt sogar, daß der freie Markt möglicherweise keine Standardisierung erreicht, obwohl die Gesellschaft insgesamt von einer Standardisierung profitieren würde. Staatliche Interventionen zugunsten einer Standardisierung könnten hier möglicherweise wohlfahrtssteigernd wirken. Liegen keine oder nur geringe Skalenerträge auf der Angebotsseite vor, ist ein offener Standard im Interesse der gesellschaftlichen Wohlfahrt einem proprietären Standard vorzuziehen, da

dann die Preise der Anbieter durch die Konkurrenz unter den Preis eines monopolistischen Anbieters gesenkt werden.

Auf einem Markt mit Systemnetzwerk-Effekten, kommt der Markt aus Sicht der Konsumenten zu einem zu großen Maß an Kompatibilität. Zudem können die Konsumenten auf einem Markt mit vertikal integrierten Anbietern eine höhere Wohlfahrt erzielen als auf einem Markt mit unabhängigen Anbietern der verschiedenen Komponenten. Aus Sicht der Konsumenten hätte die Zerschlagung vertikal integrierter Anbieter zugunsten eines heterogenen Marktes negative Auswirkungen. Die Wohlfahrt der Konsumenten würde sinken.

## VI. Literaturverzeichnis

- Arthur W. B. (1985). Competing technologies and lock-in by historical small events: the dynamics of allocation under increasing returns. Discussion paper series 43. Center for Economic Policy Research, Stanford University, Stanford, CA.
- (1987). Self-reinforcing mechanisms in economics. Discussion paper series 111. Center for Economic Policy Research, Stanford University, Stanford, CA.
- (1989). Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The economic journal* (Royal Economic Society) 99 (394): 116–131.
- (1994). *Increasing returns and path dependence in the economy*. Ann Arbor, Michigan.
- Christaller, W. (1933). *Die zentralen Orte in Süddeutschland: Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen*. Jena.
- Church, J. und N. Gandal (1996). Systems Competition, Vertical Merger and Foreclosure. Working Paper 6-96. The Sackler Institute for Economic Studies, Tel Aviv.
- und I.P. King (1993). Bilingualism and network externalities. *Canadian journal of economics* 26 (2): 337–345

David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, Papers and Proceedings, May 1985.

Downs, A. (1957). *An Economic Theory of Democracy*. New York.

Economides, N. (1988). Variable Compatibility Without Network Externalities. Discussion Paper 145, Studies in Industry Economics. Stanford University.

— (1989). Desirability of Compatibility in the Absence of Network Externalities. *American Economic Review* 79 (5): 1165–1181.

— (1993). Mixed Bundling in Duopoly. Discussion Paper EC-93-29. Stern School of Business, New York.

— (1994). The Incentive for Vertical Integration. Discussion Paper EC-94-5. Stern School of Business, New York.

— (1996). The Economics of Networks. *International journal of industrial organization* 14 (6): 673–699.

Farrell, J. and G. Saloner (1992). Converters, compatibility, and the control of interfaces. Symposium on compatibility. *The journal of industrial economics* 40 (1): 9–35.

Hotelling, H. (1929). Stability in Competition. *Economic Journal* 39:41–57.

Katz, M. und C. Shapiro (1985). Network Externalities, Competition and Compatibility. *American Economic Review* 75 (3): 424–440.

—, — (1986). Product Compatibility Choice in a Market with Technological Progress. *Oxford Economic Papers* 38: 146–165.

- , — (1992). Product Introduction with Network Externalities. *Journal of Industrial Economics* 40 (1): 55–84.
- , — (1994). Systems Competition and Network Effects. *Journal of Economic Perspectives* 8 (2): 93–115.
- Lösch, A. (1962). *Die räumliche Ordnung der Wirtschaft*. Stuttgart.
- Matutes, Carmen und Pierre Regibeau (1988). Mix and Match: Product Compatibility Without Network Externalities. *Rand Journal of Economics* 19 (2): 219–234.
- Osborne, M. und A. Rubinstein (1995). *A course in game theory* Cambridge, Mass.
- Rohlfis, J. (1974). A Theory of Interdependent Demand for a Communications Service. *Bell Journal of Economics* 5 (1): 16–37.
- Thum, M. (1995). Netzwerkeffekte, Standardisierung und staatlicher Regulierungsbedarf. *Schriften zur angewandten Wirtschaftsforschung* 71. Tübingen.
- Tirole, J. (1989). *The theory of industrial organization*. Cambridge, Mass.

## VII. Anhang

### VII.1. Gleichgewichtsbedingungen mit Adapter

Wird der Adapter von dem Anbieter der Technologie A angeboten, so lauten die Gewinnfunktionen:

$$G_A = P_A \tilde{x} + p_c \tilde{x} = \tilde{x}(P_A + p_c) \quad (114)$$

$$G_B = P_B(1 - \tilde{x}) \quad (115)$$

Der Standort des indifferenten Konsumenten und damit die Marktgröße des Anbieters A wird durch  $p_c$  und  $P_A$  in gleicher Weise beeinflusst. Für den Anbieter der Technologie A ist es deshalb unwesentlich, ob er für seinen Adapter einen Preis festlegt oder nicht. Er wird die Technologie und den Adapter als Bündel anbieten.

Die simultane Lösung der ersten Ableitung der Gewinnfunktionen der beiden Anbieter liefert für  $p_c=0$ :

$$P_A = \frac{A_A - A_B}{3} + a + t - z \quad (116)$$

$$P_B = \frac{A_B - A_A}{3} + a + t - z \quad (117)$$

Wie zuvor lautet die zweite Ableitung der Gewinnfunktionen der Anbieter von Technologie A und B:

$$G''_i = -\frac{1}{a + t - z} \quad \text{mit } i=A, B \quad (118)$$

## VII.2. Der Adapter wird von dem Anbieter der Technologie B angeboten

Wird der Adapter von dem Anbieter der Technologie B angeboten, so lauten die Gewinnfunktionen:

$$G_A = P_A \tilde{x} \quad (119)$$

$$G_B = P_B(1 - \tilde{x}) + p_c \tilde{x} \quad (120)$$

Die simultane Lösung der ersten Ableitung der Gewinnfunktionen der beiden Anbieter liefert:

$$P_A = a + t - z; p_c = \frac{A_B - A_A}{2}; P_B = \frac{A_B - A_A}{2} + a + t - z \quad (121)$$

Wie zuvor lautet die zweite Ableitung der Gewinnfunktionen der Anbieter von Technologie A und B und des Adapters:

$$I. \quad G''_i = -\frac{1}{a + t - z} \text{ mit } i=A, B, C \quad (122)$$